

**T.C.**  
**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**MATEMATİK ANABİLİM DALI**



**VZA VE VZAHP BÜTÜNLEŞİK METODU İLE VERİMLİLİK**  
**ANALİZİ: KOSOVA GIDA SEKTÖRÜ UYGULAMASI**

**ESMA CANHASI KASEMİ**

**DOKTORA**

**Jüri Üyeleri :**      **Prof. Dr. Necati ÖZDEMİR (Tez Danışmanı)**  
                         **Prof. Dr. Ahmet GÜNAY**  
                         **Prof. Dr. Ali KONURALP**  
                         **Doç. Dr. Fırat EVİRGEN**  
                         **Doç. Dr. Mehmet YAVUZ**

**BALIKESİR, ARALIK - 2021**

## ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**VZA ve VZAHP Bütünleşik Metodu İle Verimlilik Analizi: Kosova Gıda Sektörü Uygulaması**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

**Esmâ CANHASİ KASEMİ**

## ÖZET

**VZA VE VZAHP BÜTÜNLEŞİK METODU İLE VERİMLİLİK ANALİZİ:  
KOSOVA GIDA SEKTÖRÜ UYGULAMASI  
DOKTORA TEZİ  
ESMA CANHASI KASEMI  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MATEMATİK ANABİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. NECATİ ÖZDEMİR)  
BALIKESİR, 30.12.2021**

Veri Zarflama Analizi (VZA) çözüm tekniği matematiksel programlama olmasından dolayı son zamanlarda etkinlik ölçümünde çok tercih edilen parametrik olmayan bir yöntemdir. Hedefinde çoklu girdi ve çoklu çıktı kullanarak Karar Verme Birimlerin (KVB) maksimum etkinliği hesaplamak olan bu yöntem ağırlık esnekliğine sahiptir. Bundan dolayı çoğu zaman dengeli olmayan ağırlık dağılımından kaynaklı gerçek dışı sonuçlar elde edilmektedir. Bu sorunu gidermek için uzman görüşünü dikkate alan Analitik Hiyerarşi Prensibi (AHP) kullanarak ağırlıkların kısıt şartları belirlenmiştir. Ayrıca AHP yönteminde standart olarak kullanılan Saaty ölçeği için alternatif olabilecek ölçekler tanıtılmış ve uygulamada Dengeli ölçek kullanılmıştır. Bu sayede daha hassas bir etkinlik analizi amaçlanmıştır. Bu çalışmada ağırlıksız VZA, AHP ölçekleri ile ağırlıkların tanımlandığı kısıtlamalı VZAHP-Saaty ve VZAHP-dengeli modelleri uygulanmıştır.

Tezin uygulama konusu olan Kosova gıda sektörü verimliliği iki farklı uygulama verisi kullanarak belirlenen modeller ile analiz edilmiş ve karşılaştırmalar yapılmıştır. Yapılan uygulamalarla elde edilen sonuçlar ağırlık kısıtlamalı VZAHP modellerinin benzer sonuçlar verdiği fakat ağırlıksız VZA yöntemine göre daha iyi ve anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Ayrıca her iki analiz için de etkin ve etkin olmayan KVB'leri belirlenmiş ve etkinliklerini iyileştirmek için gerekli öneriler yapılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELER:** Veri zarflama analizi, analitik hiyerarşi süreci, ağırlık kısıtlamaları, ikili karşılaştırma ölçeği, dengeli ölçek.

## **ABSTRACT**

### **EFFICIENCY ANALYSIS WITH VZA AND VZAHP INTEGRATED METHOD: IMPLEMENTATION IN KOSOVO FOOD INDUSTRY**

**PH.D. THESIS**

**ESMA CANHASI KASEMI**

**BALIKESIR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE**

**MATHEMATICS**

**(SUPERVISOR: PROF. DR. NECATİ ÖZDEMİR )**

**BALIKESİR, 30.12.202**

Data Envelopment Analysis (DEA) solution technique is a non-parametric method that has been widely preferred in efficiency measurement recently due to its mathematical programming. This method, which aims to calculate the maximum efficiency of Decision Making Units (DMUs) using multiple inputs and multiple outputs, has weight flexibility. For this reason, unrealistic results are often obtained due to unbalanced weight distribution. In order to solve this problem, the constraint conditions of the weights were determined by using the Analytical Hierarchy Principle (AHP), which takes into account the expert opinion. In addition, alternative scales for the Saaty scale, which is used as a standard in the AHP method, have been introduced and the Balanced scale has been used in practice. In this way, a more sensitive efficiency analysis is aimed. In this study, unweighted DEA, AHP scales and constrained DEAHP-Saaty and VZAHP-balanced models, in which weights are defined, have been applied.

The efficiency of the Kosovo food sector, which is the subject of the thesis, has been analyzed and compared with the models determined by using two different application data. The results obtained with the applications performed in the study, weight-constrained DEAHP models have given similar results, but better and more significant results were obtained than the unweighted DEA method.

In addition, effective and ineffective DMUs have been determined for both analyzes and necessary suggestions have been made to improve their effectiveness.

**KEYWORDS:** Data envelopment analysis, analytical hierarchy process, weight constraints, pairwise comparison scale, balanced scale.

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>v</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KOSOVA'DA GIDA SEKTÖRÜ</b> .....	<b>3</b>
2.1 Kosova'da Ekonomik ve Sosyal Yapı .....	3
2.2 Kosova Tarım Sektörü .....	5
<b>3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ</b> .....	<b>7</b>
3.1 VZA'nın Uygulama Aşamaları .....	8
3.1.1 Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi .....	8
3.1.2 Girdi ve Çıktı Değişkenlerin Belirlenmesi .....	9
3.1.3 Verilerin Elde Edilmesi ve Güvenirliği .....	10
3.1.4 VZA ile Etkinlik Ölçümü .....	10
3.1.5 Etkinlik Değerleri ve Etkinlik Sınırı .....	11
3.1.6 Referans Kümesinin Belirlenmesi .....	13
3.1.7 Etkin Olmayan Karar Verme Birimleri İçin Hedef Belirlenmesi .....	13
3.1.8 Sonuçların Değerlendirilmesi .....	13
3.2 Veri Zarflama Analizin Matematiksel Yapısı .....	14
3.2.1 Kesirli Programlama Modeli .....	15
3.2.2 Doğrusal Programlama Modeli .....	18
3.2.3 Kesirli-Doğrusal Programlama Modeli .....	19
3.3 Temel Veri Zarflama Analizi Modelleri .....	20
3.3.1 Veri Zarflama Analizi CCR Modelleri .....	21
3.3.2 Veri Zarflama Analizi BCC Modeli .....	23
<b>4. ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ</b> .....	<b>25</b>
4.1 AHP'nin Uygulama Aşamaları .....	25
4.1.1 Hiyerarşinin Oluşturulması .....	25
4.1.2 İkili Karşılaştırmalar ve Üstünlüklerin Belirlenmesi .....	26
4.1.2.1 AHP' de Ölçek Çeşitleri ve Kullanımı .....	26
4.1.2.2 İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması .....	30
4.1.2.3 AHP'nin Teorik Temelleri .....	32
4.1.2.4 Üstünlüklerin Belirlenmesi (Öncelik Vektörün Belirlenmesi) .....	33
4.1.3 Tutarlılıkların Hesaplanması .....	35
4.1.4 Seçeneklerin Sıralanması .....	37
<b>5. VZA VE AHP BÜTÜNLEŞİK (VZAHP) YÖNTEMİ</b> .....	<b>39</b>
5.1 Literatürde AHP ve VZA Bütünleşik Kullanılan Çalışmalar .....	39
5.2 VZAHP Bütünleşik Yöntemin Avantajları .....	41
5.3 VZAHP Bütünleşik Yöntemin Tanımı .....	41
<b>6. VZA VE VZAHP BÜTÜNLEŞİK YÖNTEMİ İLE KOSOVA GIDA SEKTÖRÜNDE VERİMLİLİK ANALİZİ</b> .....	<b>43</b>
6.1 Birinci Analiz: Kosova Gıda Sektöründe Faaliyet Gösteren Firmaların Finansal Verimliliği .....	44
6.1.1 Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi .....	45

6.1.2 Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi.....	45
6.1.3 VZA <sub>1</sub> Yöntemi ile Finansal Verimlilik Analizi .....	47
6.1.4 Ağırlıklı VZAHP <sub>1</sub> Yöntemi ile Finansal Verimlilik Analizi .....	52
6.1.5 VZA <sub>1</sub> , VZAHP <sub>1</sub> -Saaty ve VZAHP <sub>1</sub> -Dengeli ile Yapılan Etkinlik Analizlerin Karşılaştırmalı Yorumlanması .....	62
6.2 İkinci Analiz: Kosova Gıda Sektöründe Faaliyet Gösteren Seçilmiş Bir Firmanın Verimliliği.....	67
6.2.1 Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi .....	67
6.2.2 Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi.....	67
6.2.3 Firmanın VZA <sub>2</sub> (CCR ve BCC) Yöntemi ile Verimlilik Analizi.....	69
6.2.4 Ağırlıklı VZAHP <sub>2</sub> Yöntemi ile Firmanın Verimlilik Analizi .....	72
6.2.5 VZA <sub>2</sub> , VZAHP <sub>2</sub> -Saaty ve VZAHP <sub>2</sub> -Dengeli ile Yapılan Etkinlik Analizlerin Karşılaştırmalı Yorumlanması .....	78
<b>7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>81</b>
<b>8. KAYNAKLAR .....</b>	<b>85</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>94</b>
Ek A: Gıda Sektöründeki firmaların finansal performans verimlilik analizi.....	94
Ek B: Firmaya ait ürünlerin verimlilik değerlendirme anketi .....	97
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>100</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 3.1: Girdiye yönelik etkin sınır. ....	12
Şekil 3.2: Çıktıya yönelik etkin sınır. ....	12
Şekil 3.3: VZA modelleri. ....	21
Şekil 4.1: AHP'nin hiyerarşik yapısı. ....	26
Şekil 4.2: Yargı ölçeklerin grafiği. ....	28
Şekil 6.1: VZAHP bütünleşik yöntemin akış şeması. ....	44
Şekil 6.2: P bölgesi uygunluk alanı [15]. ....	65
Şekil 6.3: Ağırlık kısıtlamalı uygunluk alanı [15]. ....	66

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 2.1:</b> 2011 Yılı verilerine göre Kosova'nın genel nüfus dağılımı.....	4
<b>Tablo 2.2:</b> Temel ekonomik göstergeler.....	5
<b>Tablo 4.1:</b> İkili karşılaştırmada kullanılan temel ölçek [41].....	27
<b>Tablo 4.2:</b> AHP'de yargı ölçekleri [44].....	28
<b>Tablo 4.3:</b> Rassallık İndeksi (Rİ).....	36
<b>Tablo 6.1:</b> Birinci analiz için girdi ve çıktı değişkenleri. ....	45
<b>Tablo 6.2:</b> Birinci analizin veri matrisi.....	46
<b>Tablo 6.3:</b> Birinci analizin girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki korelasyon analizi sonuçları.....	47
<b>Tablo 6.4:</b> Firmaların $VZA_1$ ile etkinlik skorları ve referans kümesi.....	48
<b>Tablo 6.5:</b> Firmaların hedef değerleri ve yüzdeleri. ....	50
<b>Tablo 6.6:</b> Finans-muhasebe uzmanların Saaty ölçeği kullanarak elde edilen girdi ağırlıkları.....	54
<b>Tablo 6.7:</b> Finans-muhasebe uzmanların dengeli ölçek kullanarak elde edilen girdi ağırlıkları.....	54
<b>Tablo 6.8:</b> Birinci analizin Saaty ve Dengeli ölçek ile elde edilen girdilerin ortalama yüzde ağırlıkları.....	55
<b>Tablo 6.9:</b> Finans-muhasebe uzmanların Saaty ölçeği kullanarak elde edilen çıktı ağırlıkları.....	56
<b>Tablo 6.10:</b> Finans-muhasebe uzmanların dengeli ölçeği kullanarak elde edilen çıktı ağırlıkları.....	56
<b>Tablo 6.11:</b> Birinci analizin Saaty ve Dengeli ölçek ile elde edilen çıktıların ortalama yüzde ağırlıkları. ....	56
<b>Tablo 6.12:</b> Firmalara ait standart hale getirilmiş veri matrisi. ....	58
<b>Tablo 6.13:</b> Firmaların ağırlıklı $VZAHP_1$ -Saaty ile etkinlik skorları ve referans kümeleri. ....	59
<b>Tablo 6.14:</b> Firmaların ağırlıklı $VZAHP_1$ -Dengeli ile etkinlik skorları ve referans kümeleri. ....	60
<b>Tablo 6.15:</b> Firmaların $VZAHP_1$ -Saaty ve $VZAHP_1$ -Dengeli ile elde edilen etkinlik skorları. ....	61
<b>Tablo 6.16:</b> Firmaların $VZA_1$ ve ağırlıklı $VZAHP_1$ ile etkinlik skorları ve referans kümesi.....	63
<b>Tablo 6.17:</b> Firmaların girdi değişkenlerinin ağırlık dağılımları.....	64
<b>Tablo 6.18:</b> Etkinlik analiz modeller arasındaki korelasyon analizi sonuçları. ....	66
<b>Tablo 6.19:</b> İkinci analiz için girdi ve çıktı değişkenleri. ....	68
<b>Tablo 6.20:</b> İkinci analizin veri matrisi.....	68
<b>Tablo 6.21:</b> İkinci analizin girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki korelasyon analizi sonuçları.....	69
<b>Tablo 6.22:</b> Ürünlerin $VZA_2$ modelleri ile verimlilik analizi. ....	69
<b>Tablo 6.23:</b> Ürünlerin hedef değerleri ve yüzdeleri. ....	71
<b>Tablo 6.24:</b> Firma yöneticilerin Saaty ölçeği kullanarak elde edilen girdi ağırlıkları.....	72
<b>Tablo 6.25:</b> Firma yöneticilerin dengeli ölçek kullanarak elde edilen girdi ağırlıkları. ....	73
<b>Tablo 6.26:</b> İkinci analizin Saaty ve Dengeli ölçek ile elde edilen girdilerin ortalama yüzde ağırlıkları.....	73
<b>Tablo 6.27:</b> Firma yöneticilerin Saaty ölçek kullanarak elde edilen çıktı ağırlıkları. ....	74



<b>Tablo 6.28:</b> Firma yöneticilerin dengeli ölçek kullanarak elde edilen çıktı ağırlıkları. ....	74
<b>Tablo 6.29:</b> İkinci analizin Saaty ve Dengeli ölçek ile elde edilen çıktıların ortalama yüzde ağırlıkları.....	75
<b>Tablo 6.30:</b> Ürünlere ait standart hale getirilmiş veri matrisi.....	76
<b>Tablo 6.31:</b> Ürünlerin ağırlıklı VZAHP <sub>2</sub> -Saaty ile etkinlik skorları ve referans kümeleri. 77	
<b>Tablo 6.32:</b> Ürünlerin ağırlıklı VZAHP <sub>2</sub> -Dengeli ile etkinlik skorları ve referans kümeleri. ....	77
<b>Tablo 6.33:</b> Firmaların VZA <sub>2</sub> ve ağırlıklı VZAHP <sub>2</sub> ile etkinlik skorları ve referans kümesi.....	78
<b>Tablo 6.34:</b> Ürünlerin girdi değişkenlerinin ağırlık dağılımları. ....	79
<b>Tablo 6.35:</b> İkinci etkinlik analiz modeller arasındaki korelasyon analizi sonuçları. ....	80



## ÖNSÖZ

Bu çalışmanın hazırlanmasında bana kıymetli vakitlerini ayıran, beni yönlendiren, değerli danışmanım Prof. Dr. Necati ÖZDEMİR hocama canı gönülden teşekkür ederim. Tez İzleme Komitesi toplantılarında tezimin daha iyi olması adına değerli yorumlarını esirgemeyen Prof. Dr. Ahmet GÜNAY'a ve Doç. Dr. Fırat EVİRGEN'e teşekkürlerimi borç bilirim.

Akademik hayatım boyunca bana maddi manevi desteklerini esirgemeyen sevgili Eşim Levent'e, Annem Feride'ye ve çalışmalarım boyunca büyük sabır gösteren beni bekleyen iki kızım Neva ve Lida'ya da sonsuz sevgi ve şükranlarımı sunarım.

Balıkesir, 2021

Esma Kasemi Canhasi

# 1. GİRİŞ

Firmaların verimliliğini belirlemek hem firma yönetimi hem de yatırımcılar için önemlidir ve bunu belirlemek tek bir ölçütle mümkün olmamaktadır. Firmalar farklı zaman dilimlerinde ve farklı yönetim seviyelerine sahip olabilirler bundan dolayı farklı girdi ve çıktı kombinasyonlarına sahip olurlar. Ancak her durumda da firmaların amacı mevcut teknoloji çerçevesinde ellerinde olan kaynakları etkin bir şekilde kullanarak çıktılarını üretmektir. Burada firmalar çeşitli amaçları ve hedefleri olan karar birimleridir, bu amaç ve hedeflere ulaşmak için kararlarını nasıl almaları hakkında birçok bilimsel yöntemeye dayanan sistem yaklaşımları vardır.

Firmalar üretim faaliyeti sırasında personel sayısı, hammadde, enerji harcamaları gibi birçok girdi kullanarak mal, karlık, pazar payı, hizmet, bilgi gibi çıktılar üretmektedir. Bu da faaliyetin her alanda yürütüldüğü ve sonunda yapılan işin değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılır. Yapılan işin değerlendirilmesi yönetimin önemli bir görevi olduğundan, birçok girdi ve çıktıyı aynı anda değerlendirirken hangi karar birimlerinin etkinliklerinin düşük olduğunu belirlemek zordur. Yapılan değerlendirmeler, firmanın rekabet ortamında nerde olduğunu ve eldeki girdilerden ne denli uygulanabilir çıktı üretebileceğini fark etmesini sağlamaktadır.

Çözüm tekniğinde matematiksel programlamaya dayanması, çoklu girdi ve çoklu çıktı kullanabilmesi ve diğer yöntemlere göre daha esnek yapıda olduğundan Veri Zarflama Analizi (VZA) etkinlik ölçümde çok tercih edilen bir yöntemdir. İlk olarak Charnes, Cooper, Rhodes (CCR) tarafından geliştirilen klasik VZA, maksimum etkinlik elde etmek amacıyla ağırlık esnekliğine sahip olduğundan gerçekte önemli olan bazı girdi veya çıktı değişkenlerine sıfır ağırlık atayabilmektedir. Bu durumda, çoğu kez dengeli olmayan ağırlık dağılımı ve gerçekçi olmayan sonuçlar elde edilmektedir. Ağırlık esnekliğinden dolayı çıkan bu sorunu aşmak için literatürde ağırlık kısıtlamaları konusunda birçok yaklaşım mevcuttur.

Bu tez çalışmasında VZA yönteminde, Karar Verme Birimlerinin (KVB) göreceli etkinliği yapılırken kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin her biri aynı önem derecesine sahip olmadığından, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi yardımı ile girdi ve çıktı değişkenlerinin önem derecesine göre ağırlıkların belirlenmesi sağlanmıştır. Elde edilen ağırlıkları firmaların verimlilik analizine dahil edilerek etkin ve etkin olmayan KVB'lerin

belirlemesini amaçlamıştır. Ayrıca VZA yöntemin sahip olduğu önemli özelliği etkin olmayan KVB'lerde ne kadarlık girdi azaltma veya çıktı miktarını artırma gerektiğini yöneticilere yol gösterecek şekilde gereken hesaplamalar yapılarak sonuçlar sunulmuştur.

Çalışma yedi bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde çalışmanın içeriği anlatıldıktan sonra, ikinci bölümde çalışmanın uygulandığı ülke olan Kosova Cumhuriyetine ve buradaki gıda sektörüne ilişkin genel bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde VZA'nın temel kavramları, uygulama aşamaları, matematiksel yapısı, CCR ve BCC modellerinden detaylı bir şekilde bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde VZA yöntemine dahil edilmek üzere ağırlıkların belirlenmesinde, uzman görüşünü dikkate alan AHP yönteminin genel yapısı, uygulama aşamaları açıklanmıştır. Ayrıca şimdiye kadar olan çalışmalarda uygulanan benzer yöntemlerden kendini ayıracak olan farklı ölçek kullanımı bu bölümde açıklanmış ve farklı ağırlık belirleme yöntemleri anlatılmıştır.

Beşinci bölümde VZA ve AHP bütünleşik yöntemin literatürde yer aldığı çalışmalar sıralanmış, sonrasında yöntemin avantajları ve tanıtımı yapılmıştır.

Altıncı bölümde VZAHP bütünleşik yöntemi ile Kosova gıda sektörünün verimlilik analizi yapılmıştır. Bu analiz iki farklı analiz olarak düşünülmüştür. Birinci analizde Kosova gıda sektöründe faaliyet gösteren ve gereken verilerine ulaşılabilen 27 firmanın finansal verimliliği analiz edilmiştir. Önce sade VZA sonrasında da belirlenmiş iki farklı ölçek kullanarak elde edilen ağırlıklı VZA modellerin sonuçları karşılaştırılmıştır. İkinci analiz için ise yine Kosova gıda sektöründe faaliyet gösteren bir firma belirlenmiş ve o firmaya ait 9 ürünün verimliliği analiz edilmiştir. Bu aşamada VZA modellerinden hem CCR hem de BCC modelleri girdi odaklı çalıştırılmış ve sonrasında AHP yardımı ile elde edilen ağırlıklar atanarak ağırlıklı VZA modelleri elde edilmiş ve sonuçlar karşılaştırılarak yorumlanmıştır. İki farklı analizin kullanılmasının sebebi aynı sayıda girdi ve çıktı değişkeni kullanarak farklı sayıda KVB olduğunda oluşacak değişiklikleri yorumlamak olarak düşünülmüştür. Son olarak yedinci bölümde, çalışma sonuçlarına yönelik genel değerlendirme ve öneriler yapılmıştır.

## 2. KOSOVA'DA GIDA SEKTÖRÜ

Bu bölümde Kosova'da gıda sektörü verimliliği analiz edebilmek hem de ülke hakkında genel bilgiler vermek için öncelikle Kosova'nın ekonomik, tarımsal ve sosyal yapısı incelenmektedir. Tezin odak noktası olan gıda verimlilik analizine geçmeden önce genel durum verileri aktarılmaya çalışılmıştır.

### 2.1 Kosova'da Ekonomik ve Sosyal Yapı

Kosova, 17 Şubat 2008 tarihinde tek taraflı bağımsızlığını ilan etmiş ve bu sayede Avrupa'nın en genç ülkesi statüsüne sahip olmuştur. Yugoslavya Sosyalist Federal Cumhuriyeti (YSFC)'nin bir parçası iken Kosova, 1999 savaşıdan sonra Birleşmiş Milletler Geçici Yönetim Misyonu (UNMIK) altında yönetilen ayrı bir bölge olmuştur. 15 Şubat 2018 itibariyle, 28 AB üyesinden İspanya, Yunanistan, Kıbrıs, Romanya ve Slovakya dışında 23'ü olmak üzere 193 Birleşmiş Milletler üyesi dahil toplamda 116 ülke Kosova'nın bağımsızlığını tanımıştır [1].

Kosova'nın yüzölçümü yaklaşık olarak 11 bin km<sup>2</sup> ve nüfusu 2016 yılı itibariyle 1 milyon 866 bindir. Nüfus yoğunluğu kilometre kare başına 200 kişi olarak hesaplanmış ve böylelikle Avrupa'nın en yüksek nüfus yoğunluğuna sahip ülkesinden biridir [2]. Kişi başına düşen GSYİH 2017 yılında 3.436 Euro olarak olduğu tahmin edilmektedir [3]. Dünya Bankası raporuna göre kişi başına düşen GSYİH verilerine göre Kosova, Avrupa'nın en yoksul ülkelerinden biridir. Kosova İstatistik Ajansı tarafından tanımlanan günde 1,72 Euro'luk (2011 verileri) yoksulluk sınırına göre 1,8 milyonluk nüfusun %29,7'si yoksul sayılmaktadır.

Genel olarak nüfusun özellikleri ve etnik yapısı gösteren veriler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. 2011 yılında yapılan son nüfus sayımına göre nüfusun yaklaşık 876 bini erkek iken, 864 bini de kadından oluşmaktadır. Kırsal nüfus oranı kentsel nüfusa göre daha yüksektir. Son sayım verilerine göre toplam nüfusun %92,9'unu Arnavutlar, %1,6'sını Boşnaklar, %1,4'ünü Sırp, %1,1'ini Türkler ve kalan kısmı da Roman, Aşkali, Mısırlı ve diğer topluluklar oluşturmaktadır.

**Tablo 2.1:** 2011 Yılı verilerine göre Kosova'nın genel nüfus dağılımı.

<b>Toplam nüfus</b>	<b>1,739,825.00</b>
Erkek	875,900.00
Kadın	863,925.00
Cinsiyet oranı (Erkek nüfusun kadın nüfusa oranı)	101.40
<b>Kentsel nüfus</b>	<b>661,586.00</b>
<b>Kırsal nüfus</b>	<b>1,078,239.00</b>
<b>6 yaş altı nüfus</b>	<b>179,648.00</b>
6 yaş altı nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	10.30
<b>65 yaş ve üzeri nüfus</b>	<b>116,785.00</b>
65 yaş ve üzeri nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	6.70
<b>75 yaş nüfusu</b>	<b>38,922.00</b>
75 yaş ve üzeri nüfusun toplam nüfusa oranı (%)	2.20

**Kaynak:** Kosova İstatistik Ajansı (ASK), 2011 yılı nüfus ve konut sayımları nihai sonuçları [4].

1999 savaşında önce de zayıf olan Kosova ekonomisi, yıllarca süren ekonomik geri kalmışlık, ihmal ve yanlış yönetilmiş politikalar ile sömürücü ekonomik programlar uygulaması sonucunda daha da kötü duruma gelmiştir. Savaş sonrasında yıkılmış fabrikalar, yetersiz altyapı, elektrik enerji üretim eksikliği ve bunun sonucunda da sanayi ve tarımsal üretimde hızlı bir düşüş yaşanmasından dolayı yüksek işsizlik belirlediğinden bölgede hayat yaşanamaz hale getirmiştir [5]. Bu dönemsel krizinden dolayı birçok Kosovalı aile üyeleri çalışmak için yurtdışına gitmişlerdir. Yoğun olarak Almanya, İsviçre ve İskandinav Ülkeleri olmak üzere diğer AB ülkelerinde iş bulan ve orada yerleşik hayata geçen vatandaşlar Kosova'ya gönderdikleri işçi dövizleri sayesinde Kosova ekonomisine büyük ölçüde katkı sağlamış ve GSYH'nin yaklaşık %17'sini temsil etmektedir [6].

Resmi Euro Bölgesi ülkeleri olmadıkları halde Kosova ve Karadağ 2002 yılından itibaren para birimi olarak Euro kullanmaktadırlar [7]. Böylelikle Euro'nun para birimi olarak kullanılması, ülkede parasal istikrarı sağlamakta, aynı zamanda enflasyonun da düşük seviyelerde gerçekleşmesine neden olduğundan Kosova'nın ekonomik istikrarını kısmen açıklamaktadır [8].

Temel ekonomik göstergelere ait veriler tablosu aşağıda sunulmaktadır. Tablodan görüldüğü üzere işsizlik verileri her dönem %30 aşmasına rağmen gerçekleşen istikrarlı büyümenin istihdam yaratmadığı sonucunu vermektedir. Bu verilere göre Kosova istihdam açısından Avrupa'nın en kötü verilerine sahiptir. Dünya Bankasına göre Kosova'nın ulusal

tasarruf seviyesindeki düşük değerlere sebep olarak işçi dövizleri, yardımlar ve kayıt dışı sermaye girişlerine dayanan büyüme yapısı sürdürülemez [9].

**Tablo 2.2:** Temel ekonomik göstergeler.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
GSYH (Cari Fiyatlarla-Milyon Euro)	5568	5807	6051	6414	6680	7038	7447
Reel GSYH (%)	1.2	4.1	4.1	3.5	3.6	3.6	3.8
Tüketim	3.7	2.4	4.7	3.8	3	3.3	3.4
Yatırım	-5	11.3	2	7.3	3.9	3	2
İhracat	16.7	2.5	0.5	3.7	4.2	6.6	4.4
İthalat	8.4	3.6	-3.2	3.3	3.7	5.1	5.7
Kişi Başı GSYH (Euro)	3023	3159	3244	3436	3476	3608	3761
İşsizlik (%)	35.3	32.9	28.7	30.6	31.4	24.5	...
Enflasyon (%)	0.4	-0.5	0.3	1.5	1.8	1.9	2.1
Toplam Kamu Borcu (%GSYİH)	16.7	18.9	19.6	21.0	24.5	24.1	24.2
Nüfus (bin)	1842	1838	1866	1870	1922	1951	1980
Dış Borç Stoku (Brüt)/GSYH	%31.2	%33.3	%33.2	%32.5			
Ortalama Maaş (Net) (Euro)	430	451	457	-			

**Kaynak:** BQK, ASK ve World Bank veri tabanından yararlanarak hazırlanmıştır [4,9].

Kosova İstatistik Kurumu (ASK)'na göre; 2015 verilerine göre nüfusun yaklaşık üçte ikisi potansiyel işgücü olarak tanımlanabilen 15-64 yaş gurubunda yer almaktadır ve çalışma yaşındaki nüfusun işgücüne katılım oranı %37,6 ile bölgedeki en düşük verilerine sahiptir [4].

## 2.2 Kosova Tarım Sektörü

Tarım sektörü Kosova'nın ekonomik kalkınmayı desteklediğinden en önemli sektörlerin başında gelmektedir. Tarım sektörü sunduğu yeni iş olanakları sayesinde kırsal alanlarda yaşayan vatandaşlara önemli gelir kaynağı olarak görülmektedir. Bu sayede tarım sektörü işsizliğin önüne geçebilmek için bir hayli öneme sahiptir [10].

Kosova toplam 1,1 milyon hektarlık arazinin, 588.000 hektarı yani %53'lük kısmı ekilebilir tarım arazisine sahip olduğundan elverişli ve kaliteli bir tarım arazisine sahip olduğu sonucuna varılmaktadır. 260.000 hektarlık kısmı tarım arazisi olarak kullanılmakta ve nüfusun yaklaşık %60'i kırsal alanlarda yaşamakta ve tarım sektöründe çalışmaktadır.

Kosova'nın tarım sektörünün GSYH'ye oranı yaklaşık %20 olmasından nüfusun büyük bir kısmı için ana gelir kaynağıdır. Ülkenin toplam ihracatın yaklaşık %13'unu oluşturmakla beraber, bu sektör ayrıca en önemli istihdam alanına sahiptir. Bu duruma karşın ülkede tarım ürünleri talebinin yaklaşık %70'i ithalat ile karşılanmasının sebepleri olarak teknoloji aletlerinin kullanılmaması ve beceri eksikliğiyle açıklanmaktadır [11].

Yaklaşık 30.000 hektarlık arazide; domates, biber, soğan, lahana, patates olmak üzere çeşitli sebzeler yetiştirilmektedir. Mevcut arz yerel talebi karşılayamamakta olup, uzun süreli saklama, seracılık vb. yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır [12].

Kosova, meyve ve sebze yetiştirilen bahçecilik sektörü dışında çiftlik hayvanlarının üretiminde de rekabet göstermektedir. Uygun iklim ve çevre koşullarına sahip olan ülkede değişik hayvan türlerinin üretimi ve günden güne artan talebi karşılamak için hayvancılık sektörü yatırımları artmıştır. Ülke tarım ürünlerini arttırmak ve çoğaltmaya yönelik büyük potansiyele sahip olsa da üretilebilen miktar ve kaliteden dolayı sektör yerel ve yabancı pazarlarda rekabet gücün azalması gibi zorluklarla karşılaşmaktadır [13].

Kosova'nın incelenen tarım sektöründe genelde çoğu düşük kalite ve danışmanlık hizmetlerinden yararlanman üretimini gerçekleştirme çabasında olan küçük çiftliklerden oluşmaktadır. YSFC döneminde Kosova arazilerin çoğu kamulaştırılmış, 90'li yıllarda ise tarım arazilerin tekrar parçalanıp dağıtılmıştır. Böylece küçük çiftliklerde artış sağlanmıştır. Kosova tarımı sektöründe kamu ve özel olmak üzere toplam yaklaşık 1.800 kooperatif ve ticari şirket bulunmakta ve bunların %70'i ortalama bir hektar büyüklüğündeki çiftliklerdir [12].

2016 yılı ASK tarım sektörü rapor verilerine göre, 130.775 küçük tarım işletmesi 86.620 tam zamanlı çalışan kişiye istihdam sağlamıştır [14].

Ülkede üretilen en önemli tahıllardan biri buğdaydır. Buğday unlu gıda sanayi hammaddesi olarak Kosova'da yaygın olup her evin temel besin kaynağıdır. Ülkede 2017 yılında toplam 80.518'lik hektar alanda, hektar başında ortalama 3.78 ton buğday üretilmiştir [4].



### 3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Parametrik olmayan, lineer programlama prensiplerine dayanan Veri Zarflama Analizi, fazla sayıda girdi ve çıktının olduğu durumlarda organizasyonlar arası görelî etkinlik kıyaslaması yapabilen bir matematiksel programlama yöntemidir [15]. Başka bir biçimde ifade edilecek olursa Veri Zarflama Analizi, farklı birimlerle gösterilen çoklu girdi ve çıktının kıyaslanması zorlaştığında, benzer girdiler kullanarak benzer çıktılar üretme görevi olan Karar Verme Birimlerinin (KVB) görelî etkinlik düzeylerini ölçen doğrusal programlama tabanlı bir analiz yöntemidir [16].

Çok boyutlu ve parametrik olmayan etkinlik ölçüm yöntemi olarak Veri Zarflama Analizi ilk defa Farrell tarafından Koopmans ve Debreu'nun çalışmalarında geçen bir şirketin etkinliğini ölçmek amacıyla ortaya çıkmıştır. Farrell, 1957 yılında girdi yönelimli durumlarda çıktıyı sabit tutarak maliyeti azaltma, çıktı yönelimli durumlarda ise girdiyi sabit değerlendirerek çıktındaki artış oranına karşılık gelen ve teknik etkisizliği gidermeye yardımcı olan radyal ölçüm yaklaşım ile etkinlik tahmini yapmayı amaçlamıştır [17].

Veri zarflama analizi terimi, 1978 yılında ABD kamu okullarındaki eğitim programını değerlendirilmesinde Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından öne sürdükleri çalışmada ilk defa öne atılmıştır. Yapılan çalışmada, çok fazla girdi ve çıktı değişkeninin ve veri setinin yeterince büyük olduğundan önemli sorunlara sebep olmuştur. Bunun üzerine Farrell'ın çalışmasını Charnes ve arkadaşları genişleterek VZA'nın bugünkü "CCR" adı ile bilinen oran modeli olarak etkinlik ölçüm modelini geliştirmişlerdir. Yazarların baş harfleri ile anılan bu model ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında geliştirilmiştir (Constant Return to Scale: CRS). Sonrasında Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilen ve BCC modeli ismi ile ölçeğe göre değişken getiri (Variable Return to Scale: VRS) durumunu varsayımları [18].

Veri Zarflama Analizi uygulama alanını genişletmesine ve bu yöntemle yapılan analizlerin sonuçları daha rahat yorumlayabilmesine olanak sağlamış olan CCR ve BCC modellerinin her biri için girdiye ve çıktıya yönelik iki ayrı biçimi kurulmuştur.

Ölçeğe göre sabit getiri (CRS) ile ölçeğe göre değişken getiri (VRS) durumları arasındaki ilişki matematiksel olarak şu denklemlerle gösterilebilir [19];

$$CRS \text{ Teknik Etkinlik Skoru} = VRS \text{ Teknik Etkinlik Skoru} \times \text{Ölçek Etkinliği}$$

Özellikle yöneylem araştırması ve ekonomi hatta muhasebe, bilişim yönetimi, matematik ve istatistik gibi farklı alanlardaki araştırmacılar için Veri Zarflama Analizi çok cazip bir performans ölçüm tekniği olduğunu göstermiştir. Kaynaklara bakıldığında Charnes ve arkadaşların (1978) ilk çalışmasından bu yana, VZA konusunda yaklaşık 5000 makale yayınlanmış olması gelişimi ne kadar hızlı ve performans ölçme yöntemleri arasında VZA'nın gücü ve yapabildikleri konusunda bir ispat niteliğindedir.

### 3.1 VZA'nın Uygulama Aşamaları

Verimlilik ölçüm yöntemlerinin tasarım aşamasında en çok zaman ve çaba gerektiren sorular, ölçüleceklerin nasıl ölçüleceği ve hangi göstergelerin kullanılacağına belirlenmesidir. Bu amaca yönelik olarak kullanılacak göstergelerin gelişmeleri ortaya çıkarması, nerelerde gelişme yapılması gerektiği ile işlerin ne kadar iyi yapıldığını göstermesi gerekmektedir [20].

Benzer girdiler ile benzer çıktılar üreten homojen karar birimlerinin göreceli etkinliğini ölçen parametrik olmayan veri zarflama analizi, fonksiyonel bir kaba ihtiyaç duymadan çok sayıda girdi ve çok sayıda çıktı üzerinde etkinlik analizi yapabilmektedir. Yapılan analiz sonucunda etkisiz çıkan birimlerin sebeplerini bulmaktadır. Bundan dolayı, çok çeşitli üretim birimi tarafından kullanılabilen bir etkinlik analizidir. Ancak VZA sonuçlarının doğru yorumlanabilmesi için gerekli koşulların sağlanması gerekir.

Veri zarflama analizinin uygulama aşamaları olan karar verme birimlerinin seçimi, girdi ve çıktılarının seçimi, verilerin elde edilmesi ve güvenilirliği, VZA modelinin belirlenmesi ve etkinlik ölçümü, etkinlik değerleri ve etkinlik sınırı, referans gruplarının belirlenmesi, etkin olmayan karar verme birimleri için hedef belirlenmesi ve sonuçların değerlendirilmesidir, ayrı alt başlıklarla açıklanmıştır.

#### 3.1.1 Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi

Veri zarflama analizinin birinci ve en önemli aşaması benzer girdileri kullanarak benzer çıktıları üreten ve karar verme birimi (KVB- Decision Making Unit - DMU) olarak

adlandırılır. Bu aşamada VZA'da etkinlikleri analiz edilecek karar birimlerinin uygun ve dikkatli bir şekilde seçilmesi ve tanımlanması gerekmektedir.

KVB'leri seçilirken önemli iki kısıt bulunmaktadır. Bunlardan biri karar birimlerinin yapılarının homojen olmalarıdır. Analizde kullanılacak KVB'leri yaptıkları üretim açısından birbirlerine yeterince benzer, aynı görevleri yerine getiren, benzer hedefleri olan ve aynı pazar şartlarında çalışan homojen birimler olarak belirlenmelidir. Diğer türlü tamamen farklı alanlarda faaliyet gösteren veya aynı alanda olmaları yanısıra farklı hedeflere sahip, farklı değişkenleri içeren KVB'lerin karşılaştırılması analiz sonuçlarının yanlış yorumlanmasına ve uygulamada etkin bir karar verilmemesine sebep olur.

Diğer bir kısıt analize dahil edilecek KVB sayısıdır. Bu sayı yapılması planlanan çalışmanın amacına ve etkinliği karşılaştırılacak olan homojen birim sayısına bağlıdır. Bununla ilgili yapılan araştırmalarda yer alan bazı öneriler şu şekildedir:

- KVB'lerin sayısı analizde kullanılacak olan girdi-çıktı değişkenler toplamından büyük olmalıdır,
- $k$ -KVB Sayısı,  $m$ -girdi değişken sayısı ve  $n$ - çıktı değişken sayısını olmak üzere  $k \geq \max\{m \times n, 3(m + n)\}$  şartını sağlaması gerekir [15].

Eğer KVB sayısı fazla ise, yüksek etkinlik gösteren birimlerin etkinlik sınırı üzerindeki yoğunluğu da fazla olacaktır. KVB sayısının fazla olması durumunda girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki ilişkinin tanımlanması zorlaşacaktır. Genel olarak, KVB'lerin sayısı arttıkça, VZA ile daha fazla girdi ve çıktı ayrıştırılabilecektir. Fakat VZA uygulaması yapan araştırmacı, birim sayısını artırırken dikkatli olması gerekmektedir. KVB sayısının seçiminde en fazla dikkat edilmesi gereken husus, KVB'lerin homojen kalmasıdır. Sadece KVB sayısının artırılması için, diğerleriyle karşılaştırılamayacak bir KVB'nin analize dahil edilmesi homojenlik şartını yerine getirmemiş olacaktır [21].

### **3.1.2 Girdi ve Çıktı Değişkenlerin Belirlenmesi**

Bir üretim sisteminde karar verme birimlerinin kullandığı ve onların performanslarını etkileyen koşulların kaynakları girdi değişkeni adıyla tanımlanır. Bu üretim sisteminde karar verme birimlerinin işlemlerinden elde edilen kazançları çıktı değişkeni olarak ifade edilir [22].

Veri zarflama analizi yapılırken sonuçları doğrudan etkileyeceğinden girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Girdi ve çıktı değişkenleri karar verme birimlerini en iyi şekilde temsil edebilecek verilerden seçilmelidir. Veri tabanlı etkinlik ölçüm tekniği olan VZA, yapılacak ölçümün sağlıklı olabilmesi için girdi ve çıktı değişkenlerinin verileri indeks sayıları ve normal ölçümlerin bir arada analiz edilmesi hataya sebep olabileceğinden oranlanmamış ham verilerin kullanılması önerilmektedir.

Ayrıca analizde kullanılacak olan girdi ve çıktı sayısı fazla olduğu durumlarda, çiftli korelasyon yapılarak bazı girdi ve çıktıları analiz kapsamından çıkarmak mümkündür. Örnek olarak iki girdi karşılaştırıldığında mükemmel korelasyon elde edilirse, içlerinden biri etkinlik ölçüm sonuçlarını değiştirmeye sebep olmadan çıkarılabilmektedir. Benzer şekilde çıktılar için de geçerlidir [23].

### **3.1.3 Verilerin Elde Edilmesi ve Güvenirliği**

VZA` da girdiler ve çıktılar belirlendikten sonraki aşama, seçilmiş tüm karar verme birimleri için bu değişkenlere ait verilerin elde edilmesidir. Burada kullanılacak bu verilerin güvenilir kaynaklardan temin edilmesi önemlidir. Verilerine ulaşılamayan ya da güvenirliliğinden şüphe duyulan Karar verme birimleri varsa o karar verme birimi etkinlik ölçümünden çıkarılabilir, fakat bu durumda diğer karar verme birimlerinin göreceli etkinlik sonuçlarını değiştirmektedir. Budan dolayı doğru ve güvenilir verilerine ulaşılabilen değişkenler seçilmesi son derece önemlidir.

### **3.1.4 VZA ile Etkinlik Ölçümü**

KVB, girdi ve çıktılar belirlenip onlara ait veriler güvenilir bir şekilde elde edildikten sonra uygulamanın bir sonraki adımı olan etkinlik ölçümüne geçilir. Bu adımda kullanım alanına uygun VZA modelin seçilmesi yapılır. Girdi veya çıktı yönelimli VZA modellerinden hangisinin kullanılacağı girdi ve çıktılarının kontrol edilebilirliğine bağlıdır. Eğer analizde kullanılan girdiler üzerinde kontrol az ise çıktı odaklı bir model; elde edilen çıktılarının kontrolü az ise girdi odaklı bir model tercih edilmelidir. Sadece Karar noktalarının etkin olma durumuna odaklanan bir analizde etkinlik türünün önemli olmadığı durumlarda herhangi bir model ile analiz yapılabilir [24].

Kullanılacak olan modele karar verildikten sonra, doğrusal programlama modellerinin çözümü için kullanılan programlar yardımıyla etkinlik ölçümü gerçekleştirilir [24].

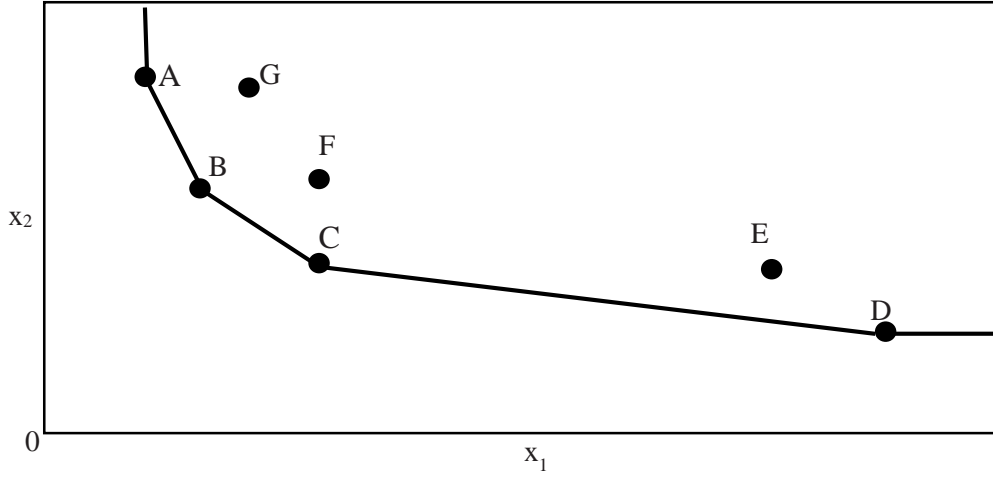
### 3.1.5 Etkinlik Değerleri ve Etkinlik Sınırı

VZA, karar verme birimlerinin performansını etkinlik kavramı vasıtasıyla belirlediğinden dolayı etkinlik kavramının açıklanması oldukça önemlidir. Etkinlik ve verimlilik kavramları genellikle birbirleriyle karıştırılmaktadır. Etkinlik, bir işletmenin daha önceden belirlediği programı gerçekleştirme derecesini göstermektedir.

VZA'nın amacı etkinlik kavramı yardımıyla karar verme birimlerinin performansını belirlemek olduğundan etkinlik tanımının ifade edilmesi önemlidir. Çoğu defa karıştırılan etkinlik ve verimlilik kavramları ayrı ayrı açıklamak gerekirse; etkinlik, bir firmanın planlamış olduğu programın sonrasında ne kadarını gerçekleştirdiğini ifade etmektedir. Etkinlik derecesi, “*etkinlik = standart performans/gerçekleşen performans*” eşitliğiyle gösterilmektedir. Verimlilik, bir üretim sürecinde elde edilen üretim miktarının diğer bir deyişle çıktılarının, bu üretim için kullanılan toplam girdilere oranı olarak ifade edilmekte ve “*verimlilik=çıktı/ girdi*” şeklinde gösterilmektedir [25].

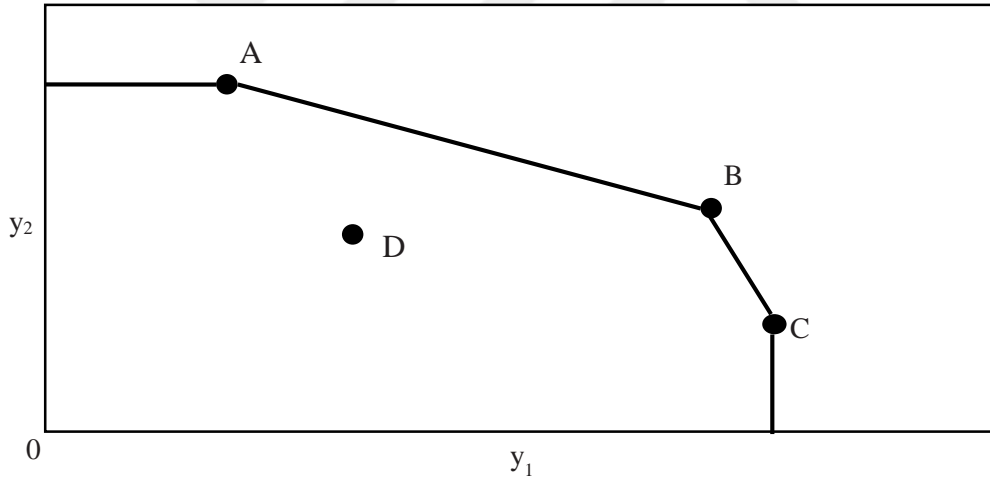
Bazı çalışmalarda performans ve verimlilik kavramları biri diğerinin yerinde kullanıldığına rastlamak mümkündür. Halbuki verimlilik performans kavramının çok önemli bir ölçüsüdür. Ayrıca performans kavramını etkinlik, etkililik, kalite, karlılık, hız ve esneklik gibi diğer önemli ölçülerle de ifade edilebilir.

VZA'nın bu aşamasında, her KVB için 0 ve 1 (yüzde değer olarak %0 ve %100 aralığında) arasında kalan etkinlik değeri hesaplanır. Bu elde edilen etkinlik değeri 1'e ya da %100 e eşit bulunursa ona ait KVB etkin olarak kabul edilir. Elde edilen bu etkin karar verme birimleri etkinlik sınırını oluştururlar [26]. Tek bir çıktı faktörünün üretiminde farklı oranlarda girdi faktörleri kullanılabilir ise, diğer bir deyişle biri diğerinin yerine geçebiliyorsa, üretim fonksiyonun  $y = f(x_1, x_2)$  şeklinde yazılabilmektedir. Burada,  $y$  sabit çıktı miktarını,  $x_1$  ve  $x_2$  ise iki girdi faktörünün  $y$  çıktı miktarını verebilecek birleşimini göstermektedir.



**Şekil 3.1:** Girdiye yönelik etkin sınır.

Şekil 3.1'de, girdiye yönelik modele ait etkin ve etkin olmayan KVB gösterilmiştir. Şekle göre, A, B, C ve D karar verme birimleri etkin, F, E ve G ise etkin olmadığı sonucuna varılır. Burada girdi faktörlerinde azalma yapılarak çıktı miktarı sabit tutulmalıdır.



**Şekil 3.2:** Çıktıya yönelik etkin sınır.

Şekil 3.2'de çıktıya yönelik bir modele ait etkin ve etkin olmayan KVB gösterilmiştir. Şekilde etkinlik sınırı üzerinde bulunan A, B ve C karar verme birimleri etkin, etkinlik sınırı üzerinde bulunmayan D karar verme birimi ise etkin olmadığı görülmektedir. Burada tek girdi  $x$  ve  $y_1$  ve  $y_2$  olarak iki çıktı faktörü bulunmakta. Bu üretim sürecinde çıktılar artırılarak girdiler sabit tutulmalıdır. Bu aşamada KVB'lerin kullandığı girdi miktarları aynı, üretilen çıktı miktarları ise farklıdır.

Etkinliği ölçülecek olan bir karar verme biriminin tam etkin olma yani %100 etkinliğinin olması aşağıdaki şartların sağlanmasıyla gerçekleşmektedir:

- Bir veya birden çok girdisi arttırılmadan hiçbir çıktısı arttırılamaz.
- ıktılarından bazıları azaltılmadan hiçbir çıktısı arttırılamaz.
- ıktılarından bazıları azaltılmadan hiçbir girdisi azaltılamaz.
- Girdilerinden bazıları arttırılmadan hiçbir girdisi azaltılamaz [27].

### **3.1.6 Referans Kumesinin Belirlenmesi**

VZA yontemi ile etkinlik değerlendirilmesi, etkin olmayan KVB'lerin, etkin KVB'lerin uyguladığı yontemleri ornek alarak onlara benzemeye çalışması varsayımı uzerine kurulmuştur. Etkin olmayan karar verme birimler, kendilerine ornek alacakları ve etkin karar verme birimlerinden oluşan bu kumeye "Referans Kumesi" denilmektedir. Bir referans kumesinde yer alan etkin KVB'nin etkin olmayan karar birimler tarafından ne kadar yoğunlukta referans olarak alındıysa, KVB o denli guludur demektir. Bu yoğunluk KVB'lerin performansıyla yakın ilişkilidir [28].

### **3.1.7 Etkin Olmayan Karar Verme Birimleri İçin Hedef Belirlenmesi**

VZA'nin uygulanmasındaki en buyuk fayda, etkin olmayan KVB'lerin etkin olabilmek için ulaşılabilir hedefler koymasıdır. Bu hedefler, genelde etkin olmayan KVB'lerin referans kumesindeki etkin KVB'lerin ağırlıklı bir ortalamasıdır. Yapılan hesaplamalarda, etkin değişkenlerin elde edilebilir bir teknoloji kullandıkları varsayımından, etkin olmayanlar için de ulaşılabilir bir birim olduğu kabul edilmektedir. Bu sayede, bir yoneticinin işletmesindeki referans kumesinde yer alan etkin KVB'nin girdi ve çıktı değişkenleri dikkate alınarak, etkin olmayan KVB için hedef değerler, potansiyel iyileştirmeler ile yeni stratejiler geliştirebilir.

### **3.1.8 Sonuçların Değerlendirilmesi**

VZA uygulamasının son aşaması olan sonuçların değerlendirilmesi yapılırken etkin olmayan KVB'lerin etkin olabilmeleri için girdi ve çıktılarda gerekli değişiklikler onerilir. VZA ile belirlenen hedeflere ulaşamasa dahi, analiz sonucu elde edilen bilginin daha sonraki çalışmalarda değerlendirilebilmesi, iyileştirmelere açık olunması anlayışı onem kazanmaktadır [29].

### 3.2 Veri Zarflama Analizin Matematiksel Yapısı

Veri Zarflama Analizi birden çok ve farklı ölçü birimlerine sahip veya farklı kriterlerle ölçülmüş girdi ve çıktıların birbirleriyle kıyaslanma sırasında çıkan zorluklarda, karar verme birimlerinin göreceli performansını lineer programlama tabanlı teknikle ölçmektedir. Bu sayede karar verme birimlerinde belirlenen parametrelerin belli bir fonksiyon yapısı kullanmadan lineer denklemler ile ifade edilmektedir.

Parametrik olmayan VZA, göreceli bir teknik olduğundan, girdi ve çıktı ağırlıklarının önceden belirlemesine ayrıca aralarındaki ilişkiyi bilinmesine gerek duymadan verimlilik skorunu belirleyebilen bir yöntemdir.

Performans kavramını baz alan lineer programlama tekniği olan VZA ile performans ölçümü yapılan ilk çalışmada birim maliyet, birim kar ve benzeri ölçülebilir oranlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Aşağıdaki eşitlikte bu oran gösterilmektedir.

$$Performans = \frac{\text{Çıktı}}{\text{Girdi}}$$

Yukarıda sözü geçen kriterler -kısmi verimlilik kriterleri adı altında ifade edilmektedir ve toplam faktör verimliliği kriterinden farklıdır. Tüm girdileri ve tüm çıktıları göz önünde bulundurarak bir çıktı / girdi oranı elde etmek için toplam faktör verimliliği kullanılır. Kısmi verimlilik kriterlerinden toplam faktör verimliliğine geçiş, çoklu girdi-çıkıtı sistemin verimliliğinin doğru analiz yapılmasını sağlar.

Çoklu girdi ve çoklu çıktı değerleri, ağırlık belirlemek için doğrusal biçimde bir araya getirilen ve böylece işletmenin girdilerinin doğrusal ağırlıklı toplamını ortaya koyan ağırlıklı toplam girdi ve aynı şekilde, işletmenin ağırlıklı toplam çıktısı'nda, tüm çıktının doğrusal ağırlıklı toplamları ile elde edilir. Ağırlıklı Toplam girdi ve çıktılarla, girdileri çıktılara dönüştüren KVB'lerinin etkinlikleri çıktıların girdilere oranı aşağıdaki şekilde tanımlanır;



$$\text{Ağırlıklı Toplam Girdi} = \sum_{i=1}^1 v_i x_i$$

$x_i$  : Girdi  
 $v_i$  : Girdiye ait ağırlık

(3.1)

şeklinde hesaplanır.

Benzer şekilde, işletmenin ağırlıklı toplam çıktı değeri de tüm çıktılarının doğrusal ağırlıklı toplamları ile elde edilir.

$$\text{Ağırlıklı Toplam Çıktı:} \quad \sum_{j=1}^1 u_j y_j$$

$y_j$  : Çıktı  
 $u_j$  : Çıktıya ait ağırlık

şeklinde hesaplanır.

$$\text{Etkinlik} = \frac{\sum_{j=1}^1 u_j y_j}{\sum_{i=1}^1 v_i x_i}$$
(3.2)

şeklinde formüle edilir [30].

İnsanların günlük hayatta karşılaştıkları problemlerin çözümüne daha iyi sonuçlar üretmek ve yönetim kararlarını alma sırasında birçok kriterin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Bunu sağlayabilen VZA, belirli kısıtlar altında, birçok değişkeni aynı anda değerlendirebilmeyi kullandığı matematiksel programlama sayesinde gerçekleştirmektedir. VZA'yı diğer tekniklerden ayıran en önemli özelliği çok sayıda girdi ve çıktı değişkenini bir arada değerlendirilemeyen ve sınırlayıcı tekniklere göre daha zahmetsiz olmasıdır. Ayrıca kullandığı bu matematiksel programlamanın geniş metodolojik yaklaşımı ile kullanıcıya analiz ve yorumlamayı daha doğru ve iyi yapabilmesine yol göstermektedir.

### 3.2.1 Kesirli Programlama Modeli

VZA parametrik olmayan programlamaya dayanan ve esasen kesirli programlama modelidir. Kesirli programlama modeli için standart bir çözüm yöntemi bulunmadığından, etkinlik analizinde kullanılan matematiksel programlama modelinin özel yapısından

yararlanarak bu kesirli programlama modelini, doğrusal programlama modeline dönüştürülebilmektedir.

Toplam faktör etkinliği ya da çıktıların girdilere oranından elde edilen basit bir etkinlik oranı; “çıktıların ağırlıklı toplamı/girdilerin ağırlıklı toplamı” şeklinde formüle edilebilir. Bir KVB'nin etkinliği;

$$\frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots}$$

matematiksel eşitliği ile hesaplanabilir. Eşitlikte kullanılan ifadeler aşağıda açıklanmıştır:

- $u_1$  : bir numaralı çıktının ağırlığı
- $y_{1j}$  : j' biriminden elde edilen bir numaralı çıktı
- $v_1$  : bir numaralı girdinin ağırlığı
- $x_{1j}$  : j' biriminde kullanılan bir numaralı girdi.

Bir KVB'in etkinliğini hesaplamayı sağlayan bu etkinlik formülü aynı zamanda o birimin toplam faktör etkinliğini de hesaplayabilme özelliğine sahiptir.

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik}} \quad (3.3)$$

Yukardaki formül k- karar verme biriminin toplam faktör verimliliğini ifade etmektedir. Burada k için ürettiği çıktı faktörleri miktarı  $Y_{rk}, r = 1, 2, \dots, s$  ve kullandığı girdi faktörleri miktarı  $X_{ik}, i = 1, 2, \dots, m$  olsun, ayrıca KVB k'nın toplam faktör verimliliğine atanan ağırlıklar; çıktıya atanan ağırlık  $u_{rk}, r = 1, 2, \dots, s$  ve girdiye atanan ağırlık  $v_{ik}, i = 1, 2, \dots, m$  olarak ifade edilmiş olsun. Formüldeki pay kısmı sanal çıktı ya da toplam çıktı olarak adlandırılan tek bir değere karşılık gelmektedir. Benzer olarak, payda kısmı tek bir reel değere karşılık gelmektedir ve bu değere sanal girdi veya toplam girdi olarak tanımlanmaktadır.

Karar verme birimi k, ağırlıklarını kendisine ait toplam faktör verimliliğinin maksimizasyonu sağlayacak şekilde belirlenmelidir. Belirlenen KVB'nin ağırlık kümesi, diğer KVB'lerine uygulandığında, hiçbir KVB'nin toplam faktör verimliliği 1 değerini

geçmemelidir. Diğer durumda olan KVB'in toplam faktör verimlilik değeri sınırsız ve böylece analizin tutarsız olduğu kanaatine varılmaktadır.

Etkinlik skorlarının belli bir aralıkta tutmak için bazı kısıtlamalar getirilmesi gerekmektedir. Bu kısıtlamalardan biri olan üst sınırı 1 olarak kabul edilmektedir ve diğer KVB'lerinin skorları da normalize edilerek 1'e yakınlaşması durumunda değerlendirilmektedirler. Diğer bir kısıtlama da KVB k tarafından kullanılacak olan girdi ve çıktı ağırlık değerlerinin sıfırdan büyük olması gerekmektedir. Aşağıda bu kısıtlar ifade edilmiştir;

Kısıtlar;

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij}} \leq 1$$

$$j = 1, \dots, N \quad (3.4)$$

$$u_{rk} \geq 0$$

$$v_{ik} \geq 0$$

Yukarıda ifade edilen ve toplam faktör verimliliği kavramını açıklayan model, aşağıda TFV-İ olarak verilmiştir. Burada sözü geçen İ uzantısı, modelin girdi değişkenine yönelik olduğunu ifade etmektedir.

TFV-İ modeli :

$$\max k_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik}} \quad (3.5)$$

Kısıtlar:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij}} \leq 1$$

$$j = 1, \dots, N$$

$$u_{rk} \geq 0$$

$$v_{ik} \geq 0$$

### 3.2.2 Doğrusal Programlama Modeli

Doğrusal olma şartını sağlayamayan kesirli programlama modeli ile etkinlik analizler yapılamamaktadır. Bu sorun için Charnes ve Cooper kesirli modelin doğrusal programa modeline dönüştürme mekanizmasını önermişlerdir [31].

Kesirli programlama modeli, Simpleks algoritması ile çözülebilen doğrusal programlama modeline dönüştürülebilmektedir. Kesirli programlama modelinin amaç fonksiyonunda verilen ifadeyi, modelin kısıtlı altında maksimize eden bir mümkün çözüm  $(u^*, v^*)$  ise, o zaman tüm  $(\alpha u^*, \alpha v^*)$  mümkün çözümleri,  $\alpha > 0$  olmak üzere, amaç fonksiyonunu maksimize ederler. Bu durum;

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} = 1 \quad (3.6)$$

dönüşümü ile sonsuz elemanlı çözüm kümesini temsil eden bir çözüm bulunur. Dönüşüm sonucu bulunan ve Simpleks algoritması yardımıyla çözülebilen bu model *M-I* olarak verilmiş olsun.

Amaç Fonksiyonu M-I :

$$\max Z_k = \sum_{r=1}^s \mu_{rk} Y_{rk}$$

Kısıtlar; (3.7)

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s \mu_{rk} Y_{rk} - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} \leq 0$$

$$j = 1, \dots, N$$

$$\mu_{rk} \geq 0$$

$$v_{ik} \geq 0$$

Hedeflenen amacı gerçekleştirmek üzere, belirli bir çıktı kombinasyonunu elde etmek için sınırlı kaynakların etkin kullanımı ve çeşitli girdi bileşimlerden uygun dağılımını seçmede matematiksel bir teknik olan doğrusal programlama kullanılmaktadır. Bu teknik optimal kaynak dağılım problemlerinde sıkça kullanılmaktadır. Doğrusal programlama problemi olarak tanımlanan bir problemde, gerçekleştirilmesi amaçlanan problemin amacının açık ve

ölçülebilir şekilde bir doğrusal fonksiyon olarak ifade edilmesi, bu amacın gerçekleştirilirken kısıtların sınırlılık derecelerinin bilinmesi ve doğrusal eşitlik veya eşitsizlikler olarak ifade edilmesi gerekmektedir [28].

### 3.2.3 Kesirli-Doğrusal Programlama Modeli

Doğrusal programlama modeli kapsamında model  $M-I$  olarak verilen formülün etkinlik maksimizasyonu yaptığı göz önünde tutulursa, etkisizlik minimizasyonu yapacak olan karşıt model, benzer şekilde kurulabilir. Aşağıda bu model verilmiştir;

Model TFV-O:

$$\min f_k = \frac{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik}}{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}} \quad (3.8)$$

Kısıtlar:

$$f_k = \frac{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij}}{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj}} \geq 1$$

$$j = 1, \dots, N$$

$$u_{rk} \geq 0$$

$$v_{ik} \geq 0$$

Model adında geçen  $-O$  uzantısı modelin çıktıya yönelik olduğunu göstermektedir. Kesirli programlama ve doğrusal programlama modelleri arasındaki geçişi matematiksel olarak açıklamak için aşağıdaki formülasyon kullanılabilir.

$$\max Z_k = \sum_{r=1}^s \mu_{rk} Y_{rk}$$

Kısıtlar:

$$-\sum_{j=1}^N Y_{rk} \lambda_{jk} + Y_{rk} z_k \leq 0 \quad j = 1, \dots, N \quad (3.9)$$

$$\sum_{j=1}^N X_{ij} \lambda_{jk} \leq X_{ik}$$

$$\lambda_{jk} \geq 0$$

Yukarıda tanımlanan model, bir doğrusal programlama modelidir ve tüm doğrusal modeller gibi duali bulunmaktadır.

(3.9)'daki modele karşılık gelen dual model;

$$\min g_k = \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} = 1$$

Kısıtlar:

(3.10)

$$-\sum_{r=1}^s \mu_{rk} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} \geq 0 \quad j = 1, \dots, N$$

$$\sum_{r=1}^s \mu_{rk} Y_{rk} = 1$$

$$\mu_{rk} \geq 0$$

$$v_{ik} \geq 0$$

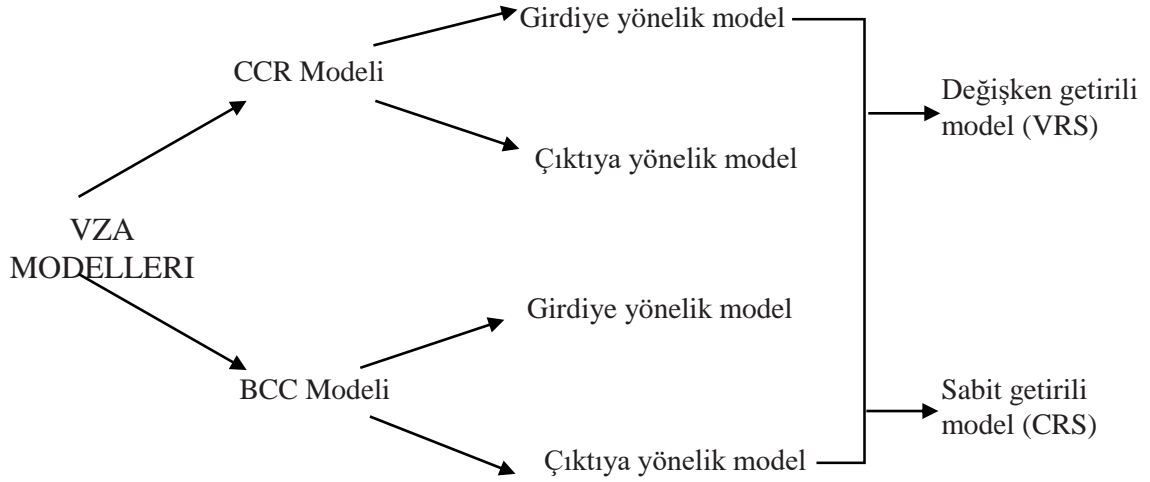
### 3.3 Temel Veri Zarflama Analizi Modelleri

Doğrusal programlama yönteminin geliştirilmiş hali olan VZA, doğrusal programlama modelinin tüm özelliklerini taşımaktadır. Böylelikle VZA modellerin amaç fonksiyonunun maksimizasyon veya minimizasyon şeklinde olup bazı kısıtlar altında tanımlanmaktadır.

VZA modelleri, değişik kriterleri dikkate alarak değişik şekilde gruplandırabilmektedir. VZA ilk olarak Ölçeğe Göre Sabit Getiri (girdilerin bilesim oranı değiştirilmeden kullanılan girdiler k kat arttırıldığında, çıktıların da k kat arttığı- Constant Return to Scale- CRS) varsayımı altında 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından CCR modeli tanımlanmıştır. Sonrasında 1984 yılında Ölçeğe Göre Değişken (girdilerin bilesim oranı değiştirilmeden kullanılan girdiler k kat arttırıldığında, çıktıların da k kat arttığı- Variable Return to Scale- VRS) varsayımını kabul eden Banker, Charnes ve Cooper tarafından BCC modeli geliştirilmiştir. Ayrıca her iki modelin de girdi ve çıktı yönlü olma durumları da mevcut olup, girdi odaklı model, çıktıları kontrol ederken girdileri mümkün olduğunca daraltır. Çıktı odaklı model, girdileri kontrol ederken çıktıları mümkün olduğunca genişletir [32].

Bu modellerin ortak özelliği, KVB'lerinden hangileri etkinlik sınırını temsil ettiklerini böylece etkinlik sınırının belirlenmesi gerçekleşir. Modeller arasındaki fark, kullanılan modele göre bu yüzeyin geometrisinde ortaya çıkmaktadır. Etkinlik sınırı sayesinde etkin ve etkin olmayan KVB'leri tespit edilir. Sınırım altında kalan KVB'leri etkin olmadığı sonucu çıkarılır ve bu KVB'leri için kullanılamayan kaynaklar belirlenebilir [29].

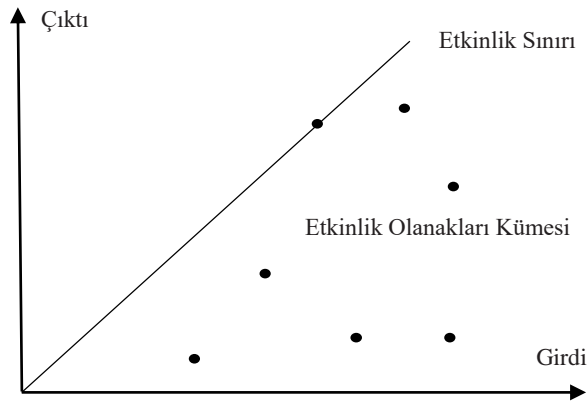
Aşağıdaki şekilde VZA modelleri yer almaktadır.



Şekil 3.3: VZA modelleri.

### 3.3.1 Veri Zarflama Analizi CCR Modelleri

VZA nin en temel modeli olan, Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından ortaya konulan, yazarların isimlerinin baş harflerinden oluşan ve ölçüğe göre sabit getiri varsayımına sahip olan CCR modelidir [33]. KVB'lerin ölçüğe göre sabit getiriye (CRS) sahip oldukları varsayılıyorsa ve birimlerin hem teknik etkin hem de ölçek etkin yani toplam etkinlikleri belirlenmek istenildiğinde kullanılacak olan model CCR modelidir. Bu tip Veri Zarflama Analizi modellerinde etkinlik sınırı orijinden başlayıp, etkin olan karar verme birimlerinden geçen bir doğru ile gösterilmektedir [34].



Şekil 3.4: CCR modeline ait etkinlik olanakları kümesi [34].

### **Girdiye yönelik CCR modeli**

Girdiye yönelik CCR modeli, belirli bir çıktı seviyesini karşılarken girdileri minimuma indirmeyi amaçlar

$$E_k = \text{Max} \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}}$$

Kısıtlar:

(3.11)

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n \quad u_r, v_i \geq 0$$

$n$ : KVB sayısı  $j = 1, \dots, n$

$s$ : Çıktı sayısı  $r = 1, 2, \dots, s$

$m$ : Girdi sayısı  $i = 1, 2, \dots, m$

$x_{ik}$ : Etkinliği ölçülen  $k$ . KVB'ye ait  $i$ . girdi miktarı

$y_{rk}$ : Etkinliği ölçülen  $k$ . KVB'ye ait  $r$ . girdi miktarı

$x_{ij}$ :  $j$ . KVB'nin kullandığı  $i$ . girdi miktarı

$y_{rj}$ :  $j$ . ninci KVB'nin ürettiği  $r$ . çıktı miktarı

$v_i$ :  $j$ . KVB tarafından  $i$ . girdiye verilen ağırlık

$u_r$ :  $j$ . KVB  $v_i$  tarafından  $r$ . çıktıya verilen ağırlık

$u_r$  ve  $v_i$  problemin çözümü tarafından belirlenen ağırlıklar olup karar biriminin etkinlik oranını maksimize edecek şekilde değerler almaktadır ve optimal amaç değeri en fazla 1'dir.

### **Çıktıya yönelik CCR modeli**

Çıktı yönelimli CCR modeli, gözlenen girdi değerlerinden daha fazlasına gerek duymadan çıktıları maksimize etmeyi amaçlamaktadır [35].

$$E_k = \text{Min} \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}$$

Kısıtlar:

(3.12)

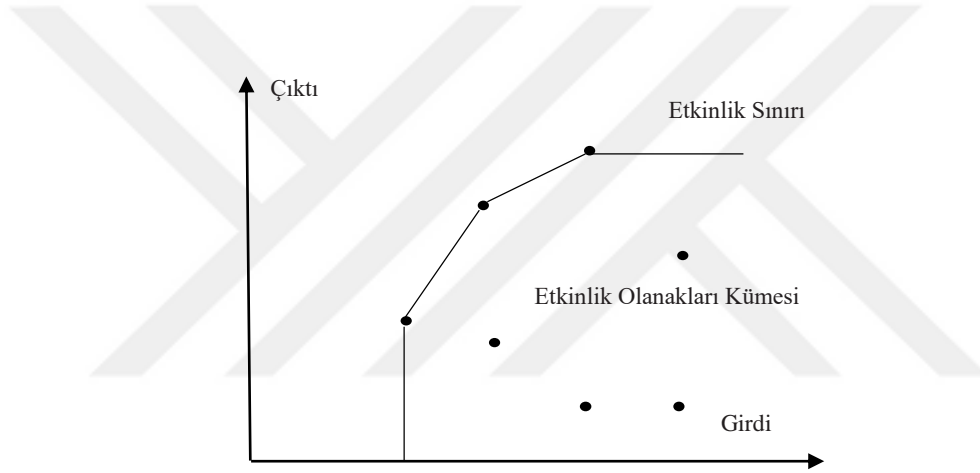
$$\frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}} \geq 1 \quad j = 1, \dots, n \quad u_r, v_i \geq \varepsilon \quad \varepsilon : \text{Yeterince küçük pozitif bir sayı}$$



Girdiye yönelik CCR modeli ile çıktıya yönelik CCR modelinde sağlanan zarflama yüzeyi eşit olmalarına rağmen, etkin olmayan karar verme birimlerinin her iki yöntemde de sınır üzerinde farklı izdüşümleri alınmaktadır. Girdiye yönelik CCR modelinde etkin olan bir karar verme birimi çıktıya yönelik karar verme biriminde de mutlaka etkin durumda olmaktadır [36].

### 3.3.2 Veri Zarflama Analizi BCC Modeli

İkinci model, Banker, Charnes ve Cooper (1984), tarafından ortaya konulan, yazarların isimlerinin baş harflerinden oluşan ve ölçeğe göre değişen getiri varsayımına dayalı olan BCC modelidir. Bu model KVB'ler için ölçeğe göre değişken getiri varsayımı (VRS) geçerli ise ve yalnızca birimlerin teknik etkinlikleri hesaplanmak istendiğinde kullanılır.



Şekil 3.5: BCC modeline ait etkinlik olanakları kümesi [34].

### **Girdiye yönelik BCC modeli**

Girdi yönelimli BCC modeli belli bir çıktı miktarını elde edebilmek için minimum girdi düzeyini araştıran modeldir [25].

$$E_k = \text{Max} \frac{\left( \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} - \mu_0 \right)}{\left( \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \right)}$$

Kısıtlar: (3.13)

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \mu_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad u_r, v_i \geq 0$$

$n$ : KVB sayısı  $j = 1, \dots, n$

$s$ : Çıktı sayısı  $r = 1, 2, \dots, s$

$m$ : Girdi sayısı  $i = 1, 2, \dots, m$

$x_{ik}$ : Etkinliği ölçülen  $k$ . KVB'ye ait  $i$ . girdi miktarı

$y_{rk}$ : Etkinliği ölçülen  $k$ . KVB'ye ait  $r$ . girdi miktarı

$x_{ij}$ :  $j$ . KVB'nin kullandığı  $i$ . girdi miktarı

$y_{rj}$ :  $j$ . ninci KVB'nin ürettiği  $r$ . çıktı miktarı

$v_i$ :  $j$ . KVB tarafından  $i$ . girdiye verilen ağırlık

$u_r$ :  $j$ . KVB  $v_i$  tarafından  $r$ . çıktıya verilen ağırlık

### **Çıktıya yönelik BCC modeli**

Çıktı yönelimli BCC modelinde belli bir girdi miktarı ile maksimum çıktı düzeyini inceleyen modeldir [37].

$$E_k = \text{Min} \frac{\left( \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} - \mu_0 \right)}{\left( \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \right)}$$

Kısıtlar: (3.14)

$$\frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \mu_0}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}} \geq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad u_r, v_i \geq \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Yeterince küçük pozitif bir sayı,  $\mu_0$ : serbest

## 4. ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ

İnsanoğlu, yaşamı boyunca pek çok durumla karşılaşırken belli kararlar almaktadır. Bu kararları alırken genel olarak; planlama, uygun alternatiflerin üretilmesi ve onların önceliklerin belirlenmesi sonrasında da en iyi alternatifin seçilmesi, sonuçların tahmini gibi pek çok hususu vardır. Thomas Saaty (1980), bu hususları da dikkate alarak belirlilik ya da belirsizlik altında çok sayıda alternatifi arasında ve çok sayıda karar vericinin de bulunduğu, çok kriterli, çok amaçlı bir karar verme durumunda kullanılabilecek olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) geliştirmiştir [38].

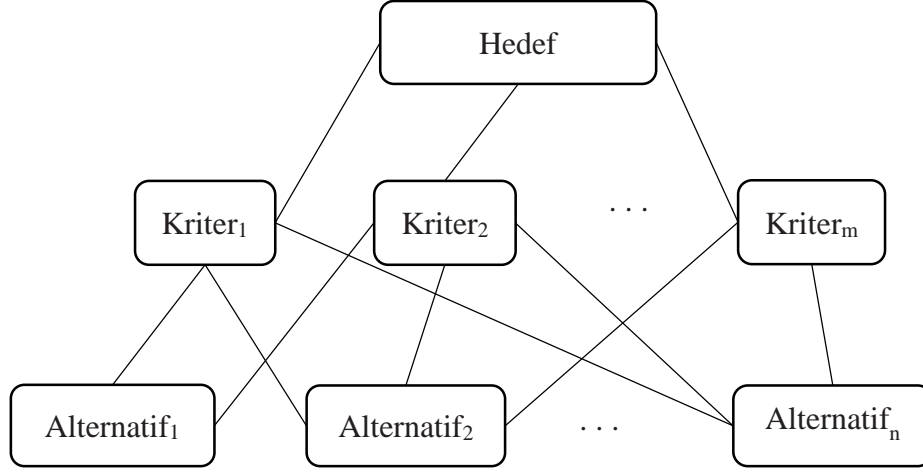
AHP, karar verme sürecinde nicel ve nitel kriterlerin aynı anda dahil edilmesini sağlar böylece birçok kriterin bir arada değerlendirmesi yapabilmektedir. Bu yöntemin özelliği sayesinde soyut kavramlar sayısal yargılara dönüştürülebilmektedir. Yöntemin bir diğer önemli özelliği, birçok kriteri içeren karmaşık bir karar verme probleminde, öncelikle problemi amaç, hedefler (kriterler) ve alternatifler seviyelerine ayırarak hiyerarşiyi oluşturmasıdır. Oluşturulan hiyerarşik yapı, karar vericiye, seviyeler arasındaki ilişkiyi veri, tecrübe ve sezgilerin daha doğru ve mantıklı değerlendirilmesine imkân vermektedir.

### 4.1 AHP'nin Uygulama Aşamaları

AHP'nin uygulanması üç temel aşamadan oluşmaktadır. Öncelikle hiyerarşinin oluşturulması, daha sonra ikili karşılaştırmalar yapılarak üstünlüklerin belirlenmesi ardından mantıksal ve sayısal tutarlılık ölçülmesi ve son olarak öncelik değerleri sentezlenerek sonuca ulaşılmasıdır.

#### 4.1.1 Hiyerarşinin Oluşturulması

AHP'nin uygulamasının ilk adımında karar verme problemi tespit edilip net bir şekilde tanımlanmalıdır. Problemin tanımlanmasıyla neye ulaşılmak, diğer bir değerle, istenilen nihai amaç da belirlenmiş olacaktır. Burada; tanımlanmiş problemin alternatifleri seçilir ve onlara ait kriterler belirlenerek hiyerarşik yapı kurulur. Şekil 4.1' de hiyerarşik yapının; hedef, kriter varsa daha alt kriter ve son olarak alternatifler yer almaktadır [39].



**Şekil 4.1:** AHP'nin hiyerarşik yapısı.

Karışık karar verme problemlerde hiyerarşi kullanımı, problemin ayrıştırmasında ve böylelikle daha kolay anlaşılıp çözülmesinde etkin bir yöntemdir.

#### 4.1.2 İkili Karşılaştırmalar ve Üstünlüklerin Belirlenmesi

Problemin hiyerarşisi kurulduktan sonra her düzeydeki kriter ve alternatiflerin görelî üstünlüklerin belirlenmesi aşamasına geçilir. Üstünlükleri belirlemek için karar verici problemin hiyerarşisinin her seviyedeki öğeleri bir üst seviyedeki öğeye karşı önem derecelerine göre ikili karşılaştırmalar yapar. Böylelikle ikili karşılaştırma yapılarak ikili karşılaştırmalar kare matrisler oluşturulur.

İkili karşılaştırma sürecinin psikologlar tarafından şiddetle tavsiye edilmekte, çünkü sadece iki alternatif hakkında fikir belirtmenin tüm alternatifler üzerinde aynı anda yapmaktan daha kolay ve daha doğru olduğunu öne sürmektedir [40].

##### 4.1.2.1 AHP' de Ölçek Çeşitleri ve Kullanımı

AHP'nin ilk Saaty (1980) tarafından önerildiği tarihten bu yana, ikili karşılaştırma ölçeği en çok tartışılan konulardan biri olmuştur. Yöntem için bugüne kadar birçok sayısal ikili karşılaştırma ölçeği önerilmesine rağmen basitliği ve kolay anlaşılabilir olmasından dolayı en çok kullanılan ölçek Saaty (1980) [41] tarafından önerilmiş olan ve Tablo 4.1' de yer alan "Temel Ölçek" adıyla da bilinen 1-9 lineer ölçeğidir.

**Tablo 4.1:** İkili karşılaştırmada kullanılan temel ölçek [41].

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önemli	İki seçenekte eşit derecede öneme sahiptir.
3	Orta derecede önemli	Bir seçenek diğerine karşı biraz üstün kılmaktadır.
5	Kuvvetli derecede önemli	Bir seçenek diğerine karşı oldukça üstün kılmaktadır.
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir seçenek diğerine göre çok üstün sayılmış ve bu üstünlük uygulamada göze çarpmaktadır.
9	Kesin önemli	Bir seçenek diğerinden üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahiptir.
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık seçenek arasındaki değerler.

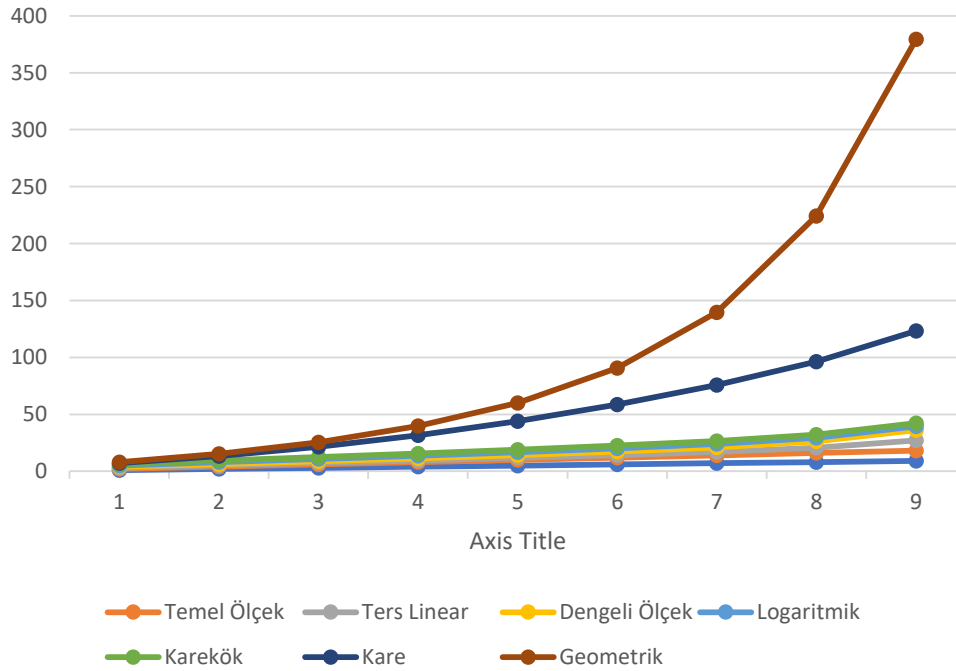
Tablo 4.1’den de görüldüğü gibi, sözlü ifadeler birden dokuza kadar olan sayısal ölçeklerle birebir eşleştirmeye oransal değerlendirmelere dönüştürülmektedir. Yapılan bir çalışmada ikili karşılaştırmalar yapılırken kullanılacak uygun ölçeği belirlemek için 1-9 ölçeğini ve yaklaşık yirmi farklı ölçek denenmiştir. Denemeler sonucunda 1-9 ölçeği AHP için en uygun ölçek olduğu sonucuna varılmış ve en yaygın olarak bu ölçek kullanılmaktadır [42].

Bununla birlikte, ikili karşılaştırmalar için kullanılan oran ölçeği, AHP’nin en tartışmalı aşamalarından biridir. Sayısal ölçekte tanımlanan değerler, karşılaştırılan iki kriter arasındaki göreceli önem oranını belirlemek için kullanılmaktadır [43].

AHP’de kullanılan ölçeğin sürecin sonucu üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğundan, ikili karşılaştırma da kullanılan sayısal ölçekleriyle ilgili konu araştırmacıların dikkatini çekmiştir. Saaty tarafından önerilen geleneksel ölçek uzun zaman en çok kullanılan ölçek olmasına rağmen, birçok çalışmada araştırmacılar tarafından eleştirilmiştir. Bununla beraber literatürde sözlü karşılaştırma ölçeği sorun olmamasına rağmen, bazı çalışmalarda farklı sayısal ölçek kullanılması önerilmiştir. Bunlardan bazıları Tablo 4.2’de tanımlanmıştır.

**Tablo 4.2:** AHP’de yargı ölçekleri [44].

Ölçek İsmi	Matematiksel gösterimi	Parametre (x)	Yaklaşık ölçek değerleri
Temel Ölçek (Saaty 1980)	$c = x$	$x = \{1,2, \dots,9\}$	1;2;3;4;5;6;7;8;9
Ters Lineer (Ma-Zheng 1991)	$c = \frac{9}{10 - x}$	$x = \{1,2, \dots,9\}$	1;1.13;1.29;1.5;1.8;2.25;3;4.5;9
Dengeli Ölçek (Salo and Hämäläinen, 1997)	$c = \frac{9 + x}{11 - x}$	$x = \{1,2, \dots,9\}$	1;1.22;1.5;2.86;2.33;4;5.67;9
Logaritmik (Ishizaka et al.,2010)	$c = \log_a(x + a - 1)$	$x = \{1,2, \dots,9\}$	1;1.58;2;2.32;2.58;2.81;3;3.17;3.32
Karekök (Hark and Vargas, 1987)	$c = \sqrt{x}$	$x = \{1,2, \dots,9\}$	1;1.41;1.73;2;2.23;2.45;2.65;2.83;3
Kare (Harker and Vargas,1987)	$c = x^2$	$x = \{1,2, \dots,9\}$	1;4;9;16;25;36;49;64;81
Geometrik (Lootsma 1989, a=2 Dong et al. 2008)	$c = a^{x-1}$	$x = \{1,2, \dots,9\}$	1;2;4;8;16;32;64;128;256



**Şekil 4.2:** Yargı ölçeklerin grafiği.

Saaty'in Temel Ölçeğinin kullanılabilirliğinin altındaki ana sebep, ölçekte yer alan tam sayı değerlerinin kısa süreli belleğin kapasitesini aşmamasıdır [43]. Mazurek ve Perzina araştırmalarında Millere göre, bir insan beyninin aynı anda sadece 7 unsurlu bilgiyi işleyebildiğini vurgulamaktadırlar [45]. Bu nedenle ölçekte yargı sayısı arttıkça cevapların tutarsızlığı da artacaktır. Saaty ve Özdemir'e göre elde edilen ikili karşılaştırma matrisinin tutarlılığı dikkate alınması için karşılaştırılan kriter sayısının 7'den fazla olmaması ayrıca ölçeğin homojenlik aksiyomundan dolayı üst sınırın 9'u geçmemesi gerekmektedir [46].

Harker ve Vargas yaptıkları çalışmada, basit bir AHP örneği kullanarak ikinci dereceden ve karekök ölçeğini araştırmış ve sonucunda Saaty'in Temel Ölçeğini desteklemişlerdir [47]. Fakat Franek ve Krešta ya göre, Temel Ölçeğin üstünlüğünü iddia etmek için tek bir örneğin yeterli olmamasıdır [44]. Temel Ölçek için bir diğer önemli eleştiri, ölçeğin Saaty'nin ampirik kanıtlarıyla desteklenmiş olması, ancak geçişken bir ölçek olmamasıdır [48].

Lootsma, Temel Ölçek yerine bir geometrik ölçek kullanmanın daha uygun olduğunu savunmuştur, bunu da uyaran algısı hakkındaki psikolojik gözlemlerden ve "İnsanlar zaman aralıkları, ses ve ışık yoğunlukları gibi bir aralığı kategorize ederken üstel ölçekleri takip eder" ilgili çalışmalar sonucuna dayandırmaktadır. Sonuç olarak Lootsma'nın Geometrik ölçeği varsayımlara veya dış gözlemlere dayanılarak oluşturulmuştur [49].

Ma ve Zheng Temel Ölçeğin 1 ile 9 arasındaki sayısal değerler için doğrusal özelliğini eleştirmişlerdir [50]. Temel ölçekte "1" den büyük değerler yerine (1'den küçük değerler) için karşıt değerleri alarak "Ters doğrusal Ölçek" adından bir ölçek önermişlerdir. Temel eleştiri sayısal değerlere karşılık gelen sözlü yargılardır. Bu sayede,  $1/a_{ij}$  arasındaki ilişkinin temel ölçekte  $a_{ij}$  yerine doğrusal olacaktır.

Salo ve Ham, 1-9 arasındaki tam sayıların eşit olmayan şekilde dağılmış yerel ağırlıklar olduğundan ve dolayısıyla tercihen birbirine yakın olan öğeleri karşılaştırırken hassasiyet eksikliği ortaya çıkabildiğine dikkat çekmişlerdir. Bu gözleme dayanarak, yerel ağırlıkların ağırlık aralığı [0.1, 0.9] üzerinde eşit olarak dağıldığı ve her adım için 0.05'lik bir artışla "Dengeli Ölçek" önermişlerdir [51].

Ishizaka, Balkenborg ve Kaplan (2010) AHP'deki karar verme ölçeklerinin sadece bir boyutta iyi olan aşırılıkları tavsiye etme eğiliminde olmaması gerektiğini vurgulamıştır. Onlara göre karar verme, neredeyse her zaman taviz verilmektedir. Bu nedenle, başka bir

ikili karşılaştırma ölçeği olan Logaritmik Ölçek önerdiler ve bu ölçeğin uzlaşma alternatifinin seçilmesi için daha fazla olanak sunduğunu iddia etmişlerdir [52].

Yukarda önerilen tüm ölçekler arasında, Temel Ölçek, uygulamalarda en sık kullanılmaktadır. Bu çalışmada, ikili karşılaştırma yapılırken kullanılacak sayısal ölçek ve bundan kaynaklı tutarsızlıkları azaltacağı düşünülen Salo ve Hämäläinen tarafından önerilen Dengeli (Balanced) ölçek ve Saaty'nin Temel Ölçek kullanılmaya karar verilmiştir. Uygulamada her iki ölçekle elde edilen karar verme matrislerin tutarlılık bakımından performans ölçümü yapılarak yorumlanmış ve elde edilen ağırlıklar uygulamanın devamına dahil edilmiştir.

#### 4.1.2.2 İkili Karşılaştırma Matrisin Oluşturulması

İkili karşılaştırmalar sonucu elde edilen sayısal değerlerle, "İkili Karşılaştırma Matrisi" (İKM) adı verilen kare matrisi oluşturulur. İKM'lerde bulunan bu sayısal değerler, karşılaştırılan bütün elemanların kendi grupları içindeki yerel önemlerini (ağırlıklarını) hesaplamak için kullanılır.

Değerlendirilecek değişken sayısı  $n$  olmak üzere,  $a_{ij}$ ,  $i$ . özellik ve  $j$ . özelliğin ikili karşılaştırma değerini gösterilecek olursa, genel olarak ikili karşılaştırma matrisi aşağıda gösterildiği gibi oluşturulur [53];

$$A = (a_{ij}) = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & \cdots & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} i, j = 1, \dots, n \\ a_{ij} > 0 \end{array}$$

$a_{ji}$ ,  $j$ . özellik ve  $i$ . özelliğin ikili karşılaştırma değeridir ayrıca matrisin köşegen üstündeki elemanlar kendi kendileriyle karşılaştırıldıklarından  $a_{ii} = 1$  eşittir. Eğer ki  $a_{ij}$  değeri biliniyor ise;  $a_{ji} = 1/a_{ij}$  eşitliğinden  $a_{ji}$  değeri bulunabilir. Bu durum karşılık olma özelliğidir. Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisinin çözümünden elde edilecek değerler öncelik veya öz değer vektörü  $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$  olarak tanımlanan sütun vektöründe yerleştirilir.  $W_i$  öncelik veya öz değer olarak tanımlanır ve bu değerlerden  $W^*$  matrisi elde edilir.



$$W^* = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & \cdots & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix}$$

Sonuçların tutarlı olmasını  $A$  ve  $W^*$  matrislerin elemanları arasındaki farkın çok büyük olmamasından anlaşılabilir.

İkili karşılaştırma matrisinin temel özellikleri [41]:

$A$  matrisin elemanların tümü pozitif ve kare matris olmalıdır.

$$a_{ij} > 0, \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

İkili karşılaştırma matrisi tam tutarlı olabilmesi için şu şartları sağlaması gerekmektedir:

$$a_{ij} = a_{ik} a_{kj}, \quad i, j, k = 1, 2, \dots, n$$

$$a_{ik} a_{kj} = \left( \frac{w_i}{w_j} \right) \cdot \left( \frac{w_j}{w_k} \right) = \frac{w_i}{w_k} = a_{ik} \quad i, j, k = 1, 2, \dots, n.$$

Tam tutarlılık özelliğini, göreceli karşılaştırmalarda elde etmek oldukça zor olduğundan AHP' de ağırlıkların veya öncelik vektörleri hesaplanırken bazı farklı yöntemler bir sonraki alt başlıkta açıklanmıştır.

1. İkili karşılaştırma matrisi tam tutarlı olduğunda matrisin herhangi bir satırından diğer tüm elemanları elde edilebilir.
2. Toplam olarak  $C(n,2) = \frac{n(n-1)}{2}$  kadar karşılaştırma yapılır.
3. İkili karşılaştırma matrisin ( $A$ ) en büyük öz değerine karşılık gelen öz vektör matrisi AHP'de ağırlık veya öncelik vektörü olarak adlandırılır.

### 4.1.2.3 AHP'nin Teorik Temelleri

Saaty tarafından geliştirilen bu yöntem aşağıdaki aksiyom ve teoremlerden oluşmaktadır [41]:

*Aksiyom 1 (Karşılık olma):* İki kriter birbiri ile karşılaştırıldığında, eğer birinci kriter ikinci kritere göre  $x$  katı olarak tercih ediliyorsa, ikincinin birinci kritere göre tercih derecesi  $1/x$  kadar olmalıdır.

*Aksiyom 2 (Homojenlik):* Benzer öğeler birbirleriyle karşılaştırılmalıdır. Uyumsuzluk büyük olduğunda karşılaştırılan elemanları karşılaştırılabilir büyüklüklere göre kümelenmesi gereklidir.

*Aksiyom 3 (Bağımsızlık):* Tercihler açıklanırken; kriterlerin, alternatif özelliklerinden bağımsız olduğu varsayılmalıdır.

*Aksiyom 4 (Beklentiler):* Beklentilerle elde edilecek sonuçların tam anlamıyla karşılanabilmesi için, ana hedefle ilgili tam kriter ve alternatiflerin hiyerarşide yer alması, böylece hiyerarşinin tamamlanmış olması gerekmektedir.

*Teorem 1:*  $A$  matrisinin öz değerleri  $\lambda_i$  ( $1,2,\dots,n$ ) olarak gösterilsin. Bu öz değerler aşağıdaki eşitliği sağlarlar.

$$\sum_{j,k=1}^n \lambda_j \lambda_k = 0 \quad j \neq k$$

*Teorem 2:*  $A = (a_{ij})$ ,  $a_{ij} = a_{ji}^{-1}$  olmak üzere pozitif değerleri ve  $n \times n$  boyutlu bir kare matris olsun.  $A \lambda_{\max} = n$  ise tam tutarlıdır.

*Teorem 3:* İkili karşılaştırma matrisi tam tutarlı ise matrisin çeşitli derecelerden gücünü hesaplamak oldukça kolaydır.  $n$ , aktivite sayısını ve  $k$ 'da istenilen kuvveti göstermek üzere;  $A^k = n^{k-1} \cdot A$  eşitliğinden elde edilir.

Ayrıca yapılan çalışma sonunda verilecek karar birçok kişiyi etkileyecek yapıda ise ikili karşılaştırma karar matrisleri farklı bireylerin yargılarının birleştirilmesi için aritmetik veya geometrik ortalama kullanılmaktadır. Bu birleştirme işleminde aritmetik ortalamadan ziyade geometrik ortalamanın kullanılması karşılıklı durumunu daha iyi muhafaza edebilmektedir [54], [55], [56]. Örneğin, bir ikili karşılaştırmada A bireyin 8 , B bireyin 1/8 vermiş olsunlar,

bu durumda matematiksel olarak bu yargıları geometrik ortalamaya göre birleştirmek  $\sqrt{8 \cdot 1/8} = 1$ , aritmetik ortalamaya göre ise  $[8 + (1/8)]/2 = 4.06$  sonucu elde edilir. Görüldüğü gibi geometrik ortalama daha sağlıklı sonuç vermektedir.

#### 4.1.2.4 Üstünlüklerin Belirlenmesi (Öncelik Vektörün Belirlenmesi)

Üstünlüklerin ya da yerel ağırlıkları, AHP yönteminin arkasındaki matematiğin temel taşıdır, aksi takdirde sıralama yapılamazdı. Bu değerleri hesaplamada farklı birçok teknik bulunmakta fakat en iyi metodun bulunması için halen araştırmacılar tarafından yürütülen çalışmalar bulunmaktadır. Önerilen bazı metodların çözümü optimizasyon yaklaşımlarına dayandırıldığından, üç nokta olarak değerlendirilmektedirler. Michailov ve Singh çalışmalarında önceliklerin belirlenmesi kısıtlı lineer olmayan optimizasyon problemi olarak formüle etmiş ve direkt en küçük kareler yöntemi ile çözülebileceğini incelemiştirler [57]. Sundukları yöntemde “ideal” ve “gerçek” çözümler arasındaki oklit mesafesini minimizasyonu yapmalarına rağmen, pratiklik bakımından bir hata olarak değerlendirilebilecek çoklu çözümler üretmektedirler [58]. Oluşabilecek hataları engellemek için ağırlıklı en küçük kareler yöntemi (AEK) [59], logaritmik en küçük kareler yöntemi (LEK) [60], Logaritmik en küçük mutlak değer (LEMD) [61] yöntemi gibi optimizasyon yöntemleri önerilmiştir.

Bu çalışmada en yaygın yöntemler Öz Değer (Eigenvalue) Yöntemi ve Logaritmik En Küçük Kareler (Satır Geometrik Ortalama olarak da bilinir) Yöntemler aşağıda açıklanacak ve sonrasında uygulamada kullanılacaktır. Matrisler tutarlı olduğunda her yöntem aynı öncelikleri hesaplamaktadır.

Bu aşamada ikili karşılaştırmalar matrisleri normalleştirilir ve her matrisin ağırlık (üstünlük) değeri belirlenmektedir. Normalleştirme işleminde öncelikle her sütün için sütün toplamı alınır ve matristeki her bir eleman bulunduğu sütün toplamına bölünür.

$$b_i = \sum_{i=1}^n a_{i1} \quad (4.1)$$

$$c_{ij} = \frac{a_{ij}}{b_i} \quad (4.2)$$

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \cdots & c_{nn} \end{bmatrix} \quad (4.3)$$

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (4.4)$$

$$w = \begin{bmatrix} w_1 = \frac{c_{11} + c_{12} + \cdots + c_{1n}}{n} \\ w_2 = \frac{c_{21} + c_{22} + \cdots + c_{2n}}{n} \\ \cdots \\ w_n = \frac{c_{n1} + c_{n2} + \cdots + c_{nn}}{n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (4.5)$$

Ağırlıkların hesaplanması yukarıdaki gibi formüle edilmiştir.  $b_j$  ,j'inci sütunun toplam değerini gösterir. Sütunların toplam değeri, eşitlik (4.1) den yararlanarak hesaplanır. Sonrasında eşitlik (4.2) kullanılarak ikili karşılaştırma matrisinde bulunan her bir eleman bulunduğu sütun toplam değerine bölünerek normalleştirilmiş  $c_{ij}$  değerleri elde edilir. Bu değerlerden oluşan ve (4.3) te yer alan C matrisi, A matrisinin normalleştirilmiş halini göstermektedir. Eşitlik (4.4) te C matrisinin her bir satırını oluşturan elemanların aritmetik ortalaması alınarak eşitlik (4.5) te yer alan W sütun vektörü oluşturulur. Bu vektör önem değerlerini göstermektedir.

*Öz vektör Yöntemi:* Saaty (1977) istenen öncelik vektörü w olarak A matrisinin temel öz vektörünü önerir. Bu vektörü bulmak için yukarıdaki aşamalardan sonra aşağıdaki doğrusal sistem çözülmelidir. Burada  $\lambda$ , A matrisinin temel öz vektörüdür.

$$Aw = \lambda w, \quad w^T w = 1$$

Eğer karar verici tutarlıysa  $\lambda = n$ , değilse  $\lambda > n$ 'dir. Tutarsız bir matrisin temel öz vektörünün iyi bir tahmininin edilmesi matrisin ardışık karesinin alınması, her seferinde satır toplamlarının normalleştirilmesi ve ardışık iki hesaplama arasında normalleştirilmiş toplamlar arasındaki farkın daha önceden belirlenen bir değerden daha küçük olması durumunda prosedürün sonlandırılması ile elde edilebilir.

Çeşitli araştırmacılar tarafından  $w_i / w_j$  tutarsızlık oranı çevresindeki küçük sapmalar için öz vektör yöntemi metodunun öncelik vektörü için iyi sonuç verdiği gösterilmiştir. Buna rağmen tutarsızlıklar büyük olduğunda sonuçların tatmin edici olmadığı genel olarak kabul edilmektedir.

*Logaritmik En Küçük Kareler Metodu (LEK)*: LEK metodu da aşağıdaki optimizasyon probleminin amaç fonksiyonunun tanımlanmasında  $L^2$  ölçütünü kullanır:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [(\ln a_{ij} - (\ln w_i - \ln w_j))]^2$$

$$\text{Kısıt altında: } \prod_{i=1}^n w_i = 1, \quad w_i > 0, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Crawford ve Williams, denklem sistemiyle verilen problemin çözümünün tekil olduğunu ve A matrisi satırlarının geometrik ortalaması alınarak kolayca bulunabileceğini göstermiştir [60].

$$w_i = \prod_{j=1}^n a_{ij}^{1/2}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

#### 4.1.3 Tutarlılıkların Hesaplanması

AHP'nin diğer bir önemli aşaması karar vericilerin kriterler arasında karşılaştırma yaparken tutarlı davranıp davranmadığını ölçmek. Bunun için *TO* şeklinde kısaltılan Tutarlılık Oranından yararlanmaktadır.

Tutarlılık Oranı (*TO*) ile bulunan öncelik vektörünün ve bu sayede kriterler arasında yapılan birebir karşılaştırmaların tutarlı olup olmadığını tespit edilebilmesini sağlamaktadır. AHP, *TO* hesaplamasının temelini, kriter sayısı ile Temel Değer adı verilen  $\lambda$  katsayısının karşılaştırılmasına dayandırmaktadır.  $\lambda$  hesaplanırken öncelikle A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpılarak D sütun vektörü elde edilmelidir.

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_n \end{bmatrix}$$

Elde edilen  $D$  sütun vektörü ile  $W$  sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme kriterine ait temel değer ( $e$ ) bulunur. Bu değerlerin aritmetik ortalaması ise karşılaştırmaya ait temel değeri (matrisin en büyük öz değerini,  $\lambda_{\max}$ ) vermektedir.

$$e_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$$

$$TI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

$\lambda_{\max}$  hesaplandıktan sonra tutarlılık göstergesi (TI) yukarıdaki formül yardımıyla hesaplanmaktadır.

Sonraki aşamada  $TO$  hesaplanırken, bulunan Tutarlılık İndeksi (TI) değeri, Tablo 4.3'te verilen Rasal İndeks (RI) değerine bölünür.

$$TO = \frac{TI}{RI}$$

RI,  $n$  değerine bağlı olarak Rasal olarak üretilmiş ikili karşılaştırma matrislerin ortalama değerleridir.

**Tablo 4.3:** Rassallık İndeksi (RI).

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48

Saaty  $TO < 0.10$  olması karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olduğunu varsaymış ve elde edilen  $W$  ağırlık vektörünün kriter ağırlık belirleme işleminde kullanılmasının uygun olduğunu söylemektedir. Eğer  $TO > 0.10$  olursa bu ikili karşılaştırmaların tutarsız olduğu böylece karşılaştırmaların tekrar düzenlenmesi gerektiği anlamına gelmektedir.

Belirtildiği gibi AHP yönteminde kullanılan sayısal ölçek seçimi, “tutarlılık” olarak adlandırılan ikili karşılaştırmaların en önemli özelliklerinden birini etkiler. Bundan dolayı kullanılan ölçeklerin Tutarlılıktaki değişiklikleri araştırmak için Fank ve Kresta çalışmalarında basit karar verme problemini kullanarak tutarsız ve tutarlı bir matris kullanarak, elde etikleri kanıtlara dayanarak, yargı ölçeklerini üç grupta sınıflandırdılar: yüksek duyarlı, orta duyarlı ve düşük duyarlı [44]. Bu konu hakkında Yıldırım, Saaty yargı ölçeğini kullanarak rastgele karar verme matrislerini oluşturarak önerilen diğer yargı ölçeklerine uyarlamıştır [62]. Sonrasında ‘denemeler’ adını verdiği, kabul edilebilir düzeyde tutarlı karar matrislerini kullanarak bazı performans ölçütlerini hesaplamıştır. Bunlardan biri olan ‘Measured scale lower CR’ ölçütü TO değerleri tek başına ölçüt olarak alınabileceği için bu çalışmada uygulanması uygun bulunmuştur.

#### 4.1.4 Seçeneklerin Sıralanması

AHP’nin son aşaması karar problemindeki alternatiflerin sıralanmasıdır. Bu aşamada problemin amacı doğrultusunda alternatiflerin sıralaması için karma öncelikler vektörü oluşturulmalıdır. Bu vektörü oluştururken her değişken için belirlenen öncelik vektörlerinin ağırlıklı ortalaması alınır.

Birebir karşılaştırmalar ve matris işlemleri kriter sayısı kadar ( $n$  kez) tekrarlanır. Burada her bir kriter için karar noktalarında kullanılacak karşılaştırma matrislerinin boyutu  $m \times m$  olacaktır. Her bir karşılaştırma işleminden sonra  $m \times 1$  boyutlu ve değerlendirilen kriterin karar noktalarına göre önem derecelerini gösteren  $S$  sütun vektörleri elde edilir.

$$S_i = \begin{bmatrix} s_{11} \\ s_{12} \\ \vdots \\ s_{m1} \end{bmatrix}$$

Elde edilen bu  $S$  sütun matrisleri bir araya getirilerek  $K$  matrisi oluşturulup, aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

$$K = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{m1} & s_{m2} & \cdots & s_{mn} \end{bmatrix}$$

Sonuçta karar matrisi ( $K$ ),  $W$  sütun vektörü (öncelik vektörü) ile çarpıldığında ise  $m$  elemanlı  $L$  sütun vektörü elde edilir.  $L$  sütun vektörü karar noktalarının yüzde dağılımını verir. Bu değerlerin toplamı 1'e eşittir. En yüksek değeri alan alternatif, karar problemi için en iyi alternatiftir.

$$L = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{m1} & s_{m2} & \cdots & s_{mn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11} \\ l_{12} \\ \vdots \\ l_{m1} \end{bmatrix}$$





## 5. VZA VE AHP BÜTÜNLEŞİK (VZAHP) YÖNTEMİ

Bu bölümde uygulamanın son aşaması olan VZA ve AHP'nin bütünleşik yöntemin literatür taraması, yöntemin avantajları ve yöntemin tanımı aşağıdaki başlıklar altında ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

### 5.1 Literatürde AHP ve VZA Bütünleşik Kullanılan Çalışmalar

Ortaya çıkışından günümüze kadar VZA geniş bir uygulama alanına sahiptir. Tek başına kullanımının yanısıra, diğer teknikler ile birlikte kullanımına, literatürde sık olarak rastlanır. Bu çalışmasının uygulama konusunu oluşturan ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİNE DAYALI VERİ ZARFLAMA ANALİZİ olduğundan sadece veri zarflama analitik hiyerarşi prosesi (VZAHP) bütünleşik yöntemi ile ilgili yapılmış çalışmalar irdelenmiştir. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir:

Stern, Mehrez ve Hadad (2000), çalışmalarında birden çok girdi ve çıktıya sahip organizasyon birimleri için iki aşamalı bir model önermişlerdir. İlk aşamada birimlere veri zarflama analizi, ikinci aşamada ise analitik hiyerarşi prosesi uygulamışlardır [63].

Lee ve arkadaşları AHP ve VZA hibrit yaklaşımını kullanarak ulusal enerji verimliliği planı sektöründe, enerji verimlilik teknolojilerinin göreceli etkinliklerini çıktıya yönelik CCR modeli kullanarak ölçmüşlerdir [64].

Korpela, Lehmusvaara ve Nisonen, depo operatör ağı seçimi için birleştirilmiş AHP ve VZA yaklaşımını önermişlerdir [65].

Sevklı ve ark. VZAHP yaklaşımını kullanarak, BEKO firmasının tedarikçi seçimi çalışmasını yapmışlardır. VZAHP'nin, ağırlık hesaplamasında AHP'ye göre daha uygun bir yaklaşım olduğu vurgulanmış ve tedarikçi seçim problemlerinin çözümündeki üstünlüğü savunulmuştur [66].

Wang, Liu ve Elhag, çalışmalarında birleştirilmiş AHP-VZA yöntemini kullanarak önceki köprü şekillerini temel alarak köprü şekillerinin risklerini değerlendirmişlerdir. AHP-VZA yönteminde; AHP kriterleri belirlemek için, VZA değerleri belirlemek için kullanılmıştır [53].

Erpolat ve Cinemre farklı marka ve modellerdeki notebook bilgisayarların etkinliklerini değerlendirdiği çalışmasında girdiye yönelik ölçeğe göre değişken getiri (BCC) modeli kullanılmıştır. EMS paket programı yardımıyla yapılan uygulamada VZA yöntemi ile ve VZA modeline AHP yöntemi yardımıyla ağırlıkların eklenmesi ile 2 farklı etkinlik analizi gerçekleştirilmiştir [67].

VZA ve AHP bütünleşik yöntemini kullanarak Çin'deki yerel hükümetlerin etkinliklerini sıralamışlardır [68].

Doğan ve Gencan, çalışmalarında Ankara'da bulunan hastanelerin etkinliklerini değerlendirmişlerdir. Öncelikle VZA yöntemi ile etkinlik analiz gerçekleştirilmiş daha sonra girdi ve çıktı değişkenlerine AHP yöntemi yardımı ile ağırlıklar atanarak tekrar VZA yöntemi ile etkinlik analizi gerçekleştirilmiştir [69].

Mahapatra ve ark., Hindistan'da bulunan bir çelik fabrikasından elde ettiği verilerle VZAHP çalışmasını gerçekleştirmiştir. Çalışmada 8 adet finansal yılın etkinlikleri değerlendirilmiştir. CCR modeli kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir [70].

Öztürk ve Girginer (2015), çalışmalarında tekstil ve hazır giyim firmalarının ihracat etkinliklerini VZA yöntemi ile değerlendirmişlerdir. Analiz sonucunda %100 etkinlik değerine sahip olan firmaların etkin olmalarında önemli olan faktörlerin önem derecelerinin belirlenmesinde AHP yönteminden yararlanmışlardır [71].

A. Çağlar ve Öztaş (2016), Türkiye'deki 8 hayat dışı sigorta şirketlerine ait finansal oranlar için performans değerlendirmesi yapmışlardır. Çalışmalarında yöntem olarak VZA ve AHP yöntemlerine dayanan oran analizi yaklaşımını kullanmışlardır [72].

Keskin ve Ulaş, özelleştirmenin havaalanların performansı üzerine etkisini, TOPSIS ve AHP çok kriterli karar verme yöntemini ve veri zarflama analizini (DEA) kullanarak araştırmıştır [28].

Çetin, Tuzkaya ve Vayvay çalışmalarını bankacılık sektörüne gerçek bir ödev problemi ve onun genelleştirilmiş Atama Problemi olarak değerlendirildi. Anlamlılık (Nihai) puanlarının hesaplanmasında Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi kullanılmıştır [73].

Burada yer verilmiş olan çalışmalara ek olarak bu çalışmada AHP de ikili karşılaştırma yapılırken kullanılan standart ölçeğe alternatif ölçek olarak Dengeli (Balanced) ölçek kullanılmıştır ve her iki ölçeğin performansı hakkında yorum yapılmıştır. Ayrıca AHP aşaması olan Öz değeri hesaplamak için iki farklı metot uygulanmış ve sonrasında her iki metotla elde edilen ağırlıklar çalışmaya dahil edilerek sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu sayede birçok çalışmadan farklılaşmış, ayrıca Kosova'da gıda sektöründe bu yöntemle yapılan özgün çalışma olma özelliğine sahiptir.

### **5.2 VZAHP Bütünleşik Yöntemin Avantajları**

VZA ve AHP yöntemlerinin bütünleşik kullanılması, her iki yöntemin dezavantajlarının diğer yöntemin avantajları sayesinde destekleyerek her iki yöntemden de daha az kısıtlı bir yöntem sağlamaktadır. Bütünleşik yöntemin kullanılmasının avantajları aşağıdaki gibidir;

- Gerçek yaşam problemlerinde daha güvenilir ve gerçekçi sonuçlara ulaşılmaktadır,
- VZA yönteminde nitel verilerin kullanılması nerede ise imkânsızdır, ancak AHP yöntemi entegrasyonu sayesinde bu dezavantaj ortadan kalkmaktadır,
- İlgisiz alternatiflerin bağımsızlığı ve sıralamanın değişmesi problemlerine çözüm getirmektedir.

### **5.3 VZAHP Bütünleşik Yöntemin Tanımı**

Veri zarflama analizi yöntemi ile nicel girdi ve çıktılar kullanılarak karar verme birimlerinin etkinlikleri değerlendirilir. Analizde kullanılmak üzere belirlenen girdi ve çıktılar her zaman aynı derecede önemli olmadığından, değişkenlere eşit ağırlık vermek yerine, bunların birbirlerine olan üstünlüklerinin belirlenmesi son derece önemlidir [69]. Bu durumda KVB'lerin kullandığı girdilerin kendi aralarındaki ve onlarla üretilen çıktılarının kendi aralarındaki ağırlıkların belirlenmesi için AHP yönteminden yararlanılmıştır. Bu şekilde oluşturulan Veri Zarflama Analitik Hiyerarşi Prosesi bütünleşik yöntemi ilk olarak Ramanathan (2006) tarafından önerilmiştir [74]. Böylece çeşitli KVB'ler için aynı kriterler verilen önemde değişme azalmaktadır.

Ağırlık kısıtlamalı veri zarflama analizi için oluşturulacak kısıt analitik hiyerarşi prosesi yönteminden yararlanarak, uzman görüşünün analize dahil edilmesiyle elde edilen ağırlıklarla sağlanmasıdır. Bu kısıtta kullanılacak ikili karşılaştırmalar matrisi ve matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir;

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{1s} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{s1} & \cdots & b_{ss} \end{bmatrix}$$

Burada B matrisi çıktıları için oluşturulmuş AHP ikili karşılaştırmalar matrisi olsun. Bu çıktılarına ait ağırlık kısıtlamalar şu şekilde ifade edilir:

$$\begin{aligned} \frac{u_1}{u_2} &\geq b_{12} \Rightarrow u_1 \geq b_{12}u_2 \Rightarrow u_1 - b_{12}u_2 \geq 0 , \\ &\vdots \\ \frac{u_{s-1}}{u_s} &\geq b_{(s-1)s} \Rightarrow u_{s-1} \geq b_{(s-1)s}u_s \Rightarrow u_{s-1} - b_{(s-1)s}u_s \geq 0 . \end{aligned}$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mm} \end{bmatrix}$$

Ayrıca A matrisi girdiler için oluşturulmuş AHP ikili karşılaştırmalar matrisini temsil etsin. Bu girdilere ait ağırlık kısıtlamaları aşağıdaki şekilde olur:

$$\begin{aligned} \frac{v_1}{v_2} &\geq a_{12} \Rightarrow v_1 \geq a_{12}v_2 \Rightarrow v_1 - a_{12}v_2 \geq 0 , \\ &\vdots \\ \frac{v_{m-1}}{v_m} &\geq a_{(m-1)m} \Rightarrow v_{m-1} \geq a_{(m-1)m}v_m \Rightarrow v_{m-1} - a_{(m-1)m}v_m \geq 0 . \end{aligned}$$

Bu eşitsizliklerin doğrusal programlamaya uygun şekilde yazılmasıyla, problem simpleks veya buna benzer algoritmalarla çözülebilir [67].

## 6. VZA VE VZAHP BÜTÜNLEŞİK YÖNTEMİ İLE KOSOVA GIDA SEKTÖRÜNDE VERİMLİLİK ANALİZİ

Gıda endüstrisi Kosova ekonomisi açısından en önemli sektörlerden biri olup bu sektörde ürünlerin büyük bir kısmı yerli ürün olarak üretilmektedir. Kosova`da yaşanan en son savaş sonrasında gıda ekonomik durum gıda sektörünün zarar görmesine neden olmuştur. Kosova`da gıda sektörünün bugün karşılaştığı en önemli sorunlardan biri gıda ve üretim kapasitesini arttırmak için teknoloji eksikliği ve yetersiz fon nedeniyle iş planını etkileyecek olan uygun pazarlama stratejisinden yoksun olmasıdır. Son yıllarda yeni yatırım olanakları ortaya çıkmış bu yatırımlar özellikle süt ve süt ürünleri, meyve sebze, hububat gibi ürünlerin yeni teknoloji ile üretilmesine imkân sağlamıştır.

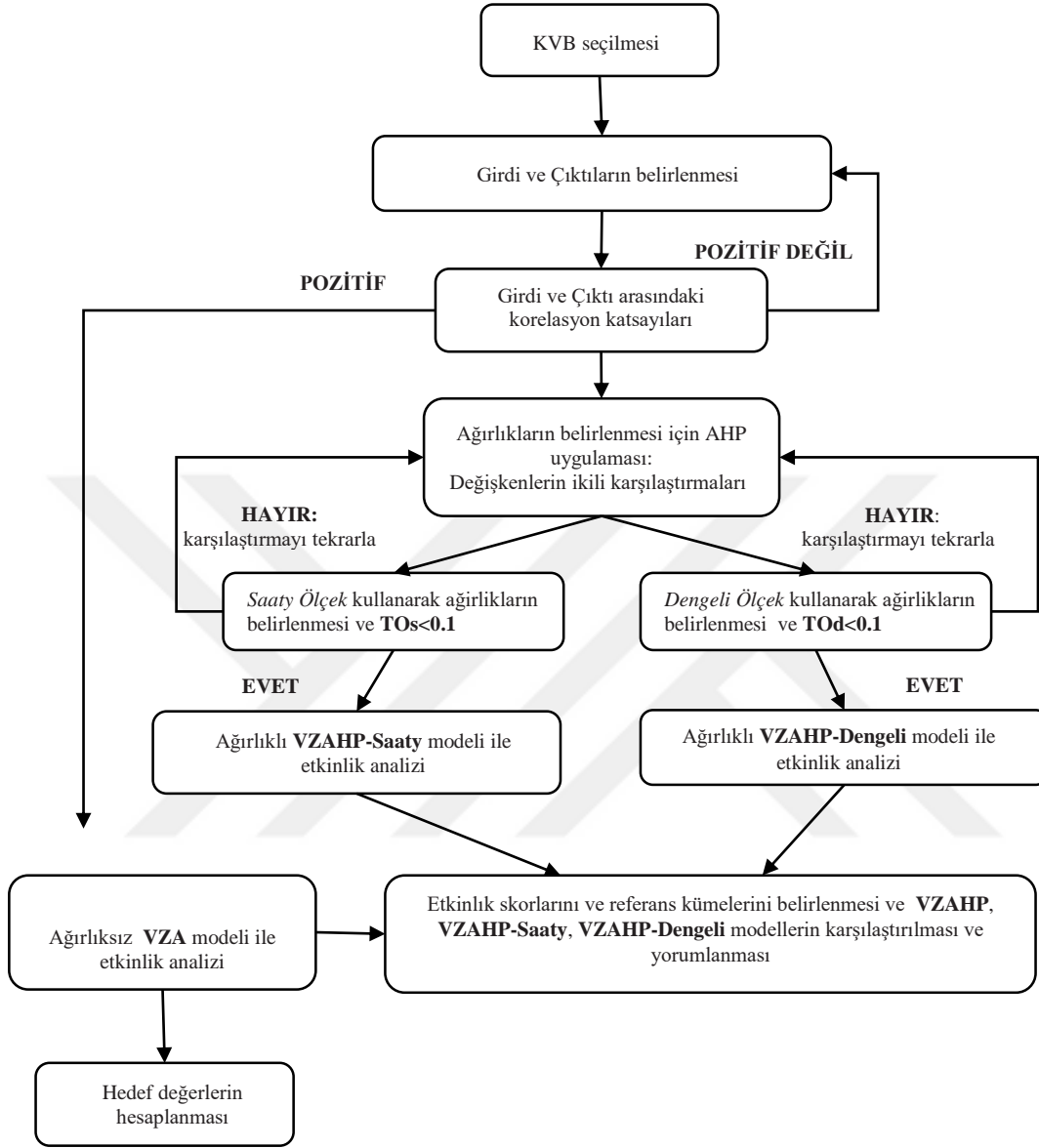
Kosova`da gıda sektörü verimliliği ile ilgili çalışmaların kısıtlı sayıda olması, ayrıca gıda üretim şirketleri, üretim ve gıda satışını ve verimliliğini artırmak için bu çalışmanın ışık tutabileceği düşünülmektedir.

Bu tezin uygulama aşamasında VZA ve VZAHP bütünleşik yöntemleri kullanılarak, Kosova gıda sektöründe iki farklı analiz yapılmıştır.

- *Birinci analizde Kosova gıda sektöründe faaliyet gösteren firmaların finansal verimliliği ölçülmüştür.*
- *İkinci analizde bu firmalardan biri seçilmiş ve o firmanın kendi içindeki verimliliği analiz edilmiştir.*

Bu yöntemin seçilmesindeki amaç, firmaların verimliliğini belirlerken alanında uzman kişilerin görüşlerinin de analize dahil edilmesini sağlamak ve bununla birlikte daha sağlıklı sonuçlar elde etmektir. Ayrıca, biri firmaların Finans- Muhasebe uzmanları ile diğeri firmaların yöneticileriyle yapılmış iki farklı anket çalışması kullanılmıştır. Anket örnekleri Ek A ve Ek B`de bulunmaktadır. Çalışma kapsamında VZA ve AHP yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanıldığı model ve uygulama aşamaları bölüm alt başlıklarında tüm işlemleriyle açıklanmıştır.

Bu çalışmada uygulanacak olan AHP ve VZA bütünlük yöntemin akış şeması aşağıdaki gibidir;



Şekil 6.1: VZAHP bütünlük yöntemin akış şeması.

## 6.1 Birinci Analiz: Kosova Gıda Sektöründe Faaliyet Gösteren Firmaların Finansal Verimliliği

Firmaların finansal verimliliği analiz edilecek bu bölümde sektörde aktif olan ve gereken verilere ulaşılabilen 27 firma dahil edilmiştir. Burada verimlilik analizi iki model kullanılarak yapılmıştır. Önce sadece VZA<sub>1</sub> yöntemi kullanılmıştır. Sonrasında AHP yöntemi ile girdi ve çıktıların ağırlıkları belirlenerek VZA<sub>1</sub> ya dahil edilmiş VZAHP<sub>1</sub> model kullanılmıştır.

### 6.1.1 Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi

Karar verme birimleri seçilirken homojen olma şartı nedeniyle, aynı girdi ve çıktılara sahip olması gerekmektedir. Bu çalışmada Kosova gıda sektöründe faaliyet gösteren, ekonomi ve finans bakanlığı resmi internet sitesinde bilanço ve gelir tablosu verilerine ulaşılabilen 27 firma KVB olarak seçilmiştir.

### 6.1.2 Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi

Veri zarflama analizinde aynı karar birimi için farklı girdi ve çıktı grupları farklı etkinlik değerleri alacağından üretim sürecine nedensel olarak bağlı ve anlamlı girdi- çıktılarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle gıda sektöründe faaliyet gösteren firmaların finansal performansa dayalı verimlilik analizi yapılırken finans alanında yapılan çalışmalar incelenmiş ve mali bünyelerine ilişkin oranlar göz önünde bulundurularak modelin girdi ve çıktı değişkenleri şu şekilde belirlenmiştir:

**Tablo 6.1:** Birinci analiz için girdi ve çıktı değişkenleri.

<b>Girdiler</b>	<b>Çıktılar</b>
Öz Kaynaklar Aktif Toplam İşçi Giderleri	Net Satış Kar

Bu girdi ve çıktı değişkenlere ait veriler finans bakanlığı resmî web sitesinde bulunan bilanço tablolarından ulaşılmıştır. Tablo 6.2’de uygulamaya dâhil edilen 27 firmanın bu değişkenlere ait değerleri verilmektedir

**Tablo 6.2:** Birinci analiz veri matrisi.

Firmalar	Girdi değişkenleri			Çıktı değişkenleri	
	Öz kaynaklar {I}	Aktif toplam {I}	İşçi giderleri {I}	Kar {O}	Net Satış {O}
<b>KVB1</b>	11867834	23690756	1634659	36248996	2027439
<b>KVB2</b>	9884087	19256912	1687978	33618141	864608
<b>KVB3</b>	1964968	2366776	238250	1459561	18455
<b>KVB4</b>	1758520	2619718	250236	1524518	4960
<b>KVB5</b>	646181	4248680	321704	10886308	538672
<b>KVB6</b>	646181	3394659	275979	9319864	502655
<b>KVB7</b>	1674740	2632536	296907	8307027	294807
<b>KVB8</b>	1205932	2454097	302881	6749271	267703
<b>KVB9</b>	1243951	1325721	245573	2115678	91264
<b>KVB10</b>	1025289	1098103	188333	2009415	112019
<b>KVB11</b>	1043868	1110802	158145	2338582	212248
<b>KVB12</b>	1993693	2181481	183040	3878495	90845
<b>KVB13</b>	18228654	19715785	660269	16631785	3676592
<b>KVB14</b>	14746437	15526959	511430	13868882	3085121
<b>KVB15</b>	13189691	14258206	333392	12045621	2840110
<b>KVB16</b>	10573995	11674331	251399	10477148	2541955
<b>KVB17</b>	3913430	11726229	627600	14439806	788725
<b>KVB18</b>	3124705	9723806	473263	9415096	311654
<b>KVB19</b>	2143161	8341047	305783	7974897	258601
<b>KVB20</b>	201000	5150000	359000	12433000	367000
<b>KVB21</b>	568000	4141000	305000	9216000	44000
<b>KVB22</b>	612000	3267000	262000	8410000	49000
<b>KVB23</b>	661000	2624000	289000	7566000	175000
<b>KVB24</b>	10826000	36114000	1615000	19245000	393000
<b>KVB25</b>	13803000	39857000	1727000	21030000	419000
<b>KVB26</b>	13151000	41533000	1904000	21354000	3154000
<b>KVB27</b>	4712000	31529000	1957000	20535000	695000

VZA<sub>1</sub>'nın bir sonraki aşamasına geçmeden önce belirlenen bu değişkenlerin doğruluğunu test etmek amacıyla, girdi ve çıktı değişkenlerinin arasındaki korelasyon katsayıları arasındaki ilişki aşağıdaki Tablo 6.3'da verilmiştir.



**Tablo 6.3:** Birinci analizin girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki korelasyon analizi sonuçları.

	<b>Öz Kaynaklar</b>	<b>Aktif Toplam</b>	<b>İşçi Giderleri</b>	<b>Net Satış</b>	<b>Kar</b>
<b>Öz Kaynaklar</b>	1.00				
<b>Aktif Toplam</b>	0.76	1.00			
<b>İşçi Giderleri</b>	0.58	0.92	1.00		
<b>Net Satış</b>	0.64	0.75	0.85	1.00	
<b>Kar</b>	0.85	0.48	0.45	0.45	1.00

Tablo 6.3 incelendiğinde, girdi değişkenleri ile çıktı değişkenleri arasında korelasyon katsayıların pozitif yönde ve oldukça kuvvetli olduğu görülmektedir. Bu katsayıları yorumlarken; girdi değişkeninde meydana gelecek bir artışın, çıktı değişkeni üzerinde de artış sağlayacağı yani değişkenler arasında ters ilişkinin söz konusu olmadığı anlamına gelmektedir. Böylece firmaların finans verimliliği analizinde seçilen bu girdi ve çıktı değişkenlerinde bir sorun olmadığı sonucuna varılmıştır.

### **6.1.3 VZA<sub>1</sub> Yöntemi ile Finansal Verimlilik Analizi**

VZA modellerinden girdiye yönelik modelin amacı en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini araştırmaktır. Bu çalışmada temel amaç etkin olmayan firmaların etkinliğini iyileştirmek amacıyla girdi miktarında ne kadar azalış (artış) yapılması gerektiğini tespit etmek olduğundan ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında girdiye yönelik VZA modeli kullanılmıştır. Etkinlik analizleri için EMS 1.3.0 (Efficiency Measurement System) paket programı kullanılmıştır.

Model, EMS programında girdi odaklı olarak çalıştırılmış; ölçek olarak ölçeğe göre sabit getiri esas alınmıştır. Tablo 6.4’de, AHP uygulaması sonuçları çalışmaya dahil edilmeden elde edilen VZA<sub>1</sub> sonuçları verilmiştir.

**Tablo 6.4:** Firmaların VZA<sub>1</sub> ile etkinlik skorları ve referans kümesi.

<b>Firmalar</b>	<b>Etkinlik Skorları ES(%)</b>	<b>Referans Kümesi Benchmarks</b>
KVB1	64.45%	6 (2.37) 16 (0.18) 20 (0.99)
KVB2	61.73%	6 (2.79) 7 (0.91)
KVB3	20.57%	6 (0.06) 7 (0.11)
KVB4	19.86%	6 (0.08) 7 (0.09)
KVB5	99.72%	6 (0.94) 16 (0.00) 20 (0.17)
<b>KVB6</b>	<b>100.00%</b>	<b>13</b>
<b>KVB7</b>	<b>100.00%</b>	<b>6</b>
KVB8	90.87%	6 (0.18) 7 (0.57) 23 (0.04)
KVB9	53.66%	6 (0.09) 7 (0.15)
KVB10	67.50%	6 (0.21) 11 (0.04)
<b>KVB11</b>	<b>100.00%</b>	<b>4</b>
KVB12	63.97%	6 (0.38) 7 (0.04)
KVB13	86.34%	11 (1.01) 16 (1.36)
KVB14	91.94%	11 (0.79) 16 (1.15)
KVB15	91.75%	6 (0.02) 11 (0.16) 16 (1.10)
<b>KVB16</b>	<b>100.00%</b>	<b>12</b>
KVB17	64.66%	16 (0.22) 20 (0.98)
KVB18	55.79%	16 (0.15) 20 (0.63)
KVB19	73.00%	16 (0.14) 20 (0.53)
<b>KVB20</b>	<b>100.00%</b>	<b>10</b>
KVB21	88.07%	6 (0.37) 20 (0.47)
KVB22	94.85%	6 (0.83) 20 (0.06)
<b>KVB23</b>	<b>100.00%</b>	<b>1</b>
KVB24	33.40%	16 (0.32) 20 (1.28)
KVB25	33.93%	16 (0.42) 20 (1.34)
KVB26	59.53%	6 (3.63) 16 (0.52)
KVB27	30.03%	16 (0.10) 20 (1.56)

Etkinlik ölçüm sonuçlarını gösteren tablolar üç sütundan oluşmaktadır. Tabloların ilk sütununda karar birimleri olan firmalar, ikinci sütununda yüzde olarak etkinlik skorları (%ES) ve “Benchmarks” adlı üçüncü sütununda ise referans kümeleri yer almaktadır. % ES değeri 100 olan firmalar etkin, % ES değeri 100’den küçük olanlar ise etkin değildir.

Tablo incelendiğinde etkinliği belirlenen 27 firmadan 6 firma etkin, geriye kalan firmalar ise etkin değildir. Etkinlik sınırının altında olan firmaların, tam etkin konuma gelebilmek için örnek alacakları referans grubunda en çok yer alan firma KVB6 firmadır. En düşük etkinlik skoruna sahip firma %19,86 lük etkinlik skoru ile KVB4’dir.

Tablo'da üçüncü sütun olan "Benchmarks" sütununda etkin olmayan firmaların referans kümeleri (referans alınan firmalar) ve etkin firmaların etkin olmayan firmalar tarafından kaç kez referans alındığını gösteren bilgileri vardır. Örneğin etkin olan KVB11 firmanın "Benchmarks" sütunundaki dört rakamı, KVB10, KVB13, KVB14 ve KVB15 etkin olmayan firmalar tarafından referans olarak alınmış demektir.

Referans kümesi-"Benchmarks" sütunundaki değerler, araştırmacılara karar verme birimleri ile ilgili hangi kaynağın ne ölçüde kullanılması gerektiği konusunda rehber olmaktadır. Bu analiz sonuçlarına göre, etkin olmayan bir karar biriminin etkin olabilmek adına çıktılarını artırabilmek için ne ölçüde girdi kullanması gerektiğine karar verilebilmektedir. Bu hedeflenen değerlere ulaşmak için yapılması gereken işlemler aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$KVB1_i = [(2.37) \times KVB6_i] + [(0.18) \times KVB16_i] + [(0.99) \times KVB20_i]$$

$KVB1_i$  : KVB1'in i'ninci girdisine ilişkin hedef değer

$KVB6_i$  : KVB6'nın i'ninci girdisine ilişkin mevcut değer

$KVB16_i$ : KVB16'nın i'ninci girdisine ilişkin mevcut değer

$KVB20_i$ : KVB20'nin i'ninci girdisine ilişkin mevcut değer

2.37 : KVB6'nın ağırlığı

0.18 : KVB16'nın ağırlığı

0.99 : KVB20'nin ağırlığı

Öz kaynaklar girdisi için hedef değer şu şekilde olacaktır:

$$KVB1_1 = [(2.37) \times 646181.00] + [(0.18) \times 10573995.00] + [(0.99) \times 201000.00]$$

$$KVB1_1 = 3633758.07$$

Etkinlik skoru %100'ün altında olan tüm KVB'leri için hedef değerler hesaplanarak yapılması gereken iyileştirmelerin yüzdeleri aşağıdaki Tablo 6.5'de gösterilmiştir.

**Tablo 6.5:** Firmaların hedef değerleri ve yüzdeleri.

<b>Firmalar</b>	<b>Öz Kaynaklar</b>	<b>Aktif Toplam</b>	<b>İşçi Giderleri</b>
<b>KVB1 (0.6445)</b>			
Mevcut Değer	11867834.00	23690756.00	1634659.00
Hedef Değer	3632851.56	15245221.41	1054732.05
Fark	-8234982.44	-8445534.59	-579926.95
Yüzde	-69%	-36%	-35%
<b>KVB2 (0.6173)</b>			
Mevcut Değer	9884087.00	19256912.00	1687978.00
Hedef Değer	3326858.39	11866706.37	1040166.78
Fark	-6557228.61	-7390205.63	-647811.22
Yüzde	-66%	-38%	-38%
<b>KVB3 (0.2057)</b>			
Mevcut Değer	1964968.00	2366776.00	238250.00
Hedef Değer	222992.00	493258.50	49218.50
Fark	-1741976.00	-1873517.50	-189031.00
Yüzde	-89%	-79%	-79%
<b>KVB4 (0.1986)</b>			
Mevcut Değer	1758520.00	2619718.00	250236.00
Hedef Değer	202421.00	508501.00	48800.00
Fark	-1556099.00	-2111217.00	-201436.00
Yüzde	-88%	-81%	-80%
<b>KVB5 (0.9972)</b>			
Mevcut Değer	646181.00	4248680.00	321704.00
Hedef Değer	641580.14	4058136.46	320450.26
Fark	-4600.86	-190543.54	-1253.74
Yüzde	-1%	-4%	-1%
<b>KVB8 (0.9087)</b>			
Mevcut Değer	1205932.00	2454097.00	302881.00
Hedef Değer	1097354.38	2216544.14	230473.21
Fark	-108577.62	-237552.86	-72407.79
Yüzde	-9%	-9%	-24%
<b>KVB9 (0.5366)</b>			
Mevcut Değer	1243951.00	1325721.00	245573.00
Hedef Değer	309367.00	700400.00	69374.16
Fark	-934584.00	-625321.00	-176198.84
Yüzde	-75%	-47%	-72%
<b>KVB10 (0.6750)</b>			
Mevcut Değer	1025289.00	1098103.00	188333.00
Hedef Değer	177453.00	757310.00	64281.39
Fark	-847836.00	-340793.00	-124051.61
Yüzde	-83%	-31%	-66%

**Tablo 6.5** (devam).

<b>Firmalar</b>	<b>Öz Kaynaklar</b>	<b>Aktif Toplam</b>	<b>İşçi Giderleri</b>
<b>KVB12 (0.6397)</b>			
Mevcut Değer	1993693.00	2181481.00	183040.00
Hedef Değer	312538.00	1395272.00	116748.00
Fark	-1681155.00	-786209.00	-66291.70
<i>Yüzde</i>	<i>-84%</i>	<i>-36%</i>	<i>-36%</i>
<b>KVB13 (0.8634)</b>			
Mevcut Değer	18228654.00	19715785.00	660269.00
Hedef Değer	15434939.90	16999000.20	501629.09
Fark	-2793714.12	-2716784.82	-158639.91
<i>Yüzde</i>	<i>-15%</i>	<i>-14%</i>	<i>-24%</i>
<b>KVB14 (0.9194)</b>			
Mevcut Değer	14746437.00	15526959.00	511430.00
Hedef Değer	12984750.00	14303014.20	414043.40
Fark	-1761687.03	-1223944.77	-97386.60
<i>Yüzde</i>	<i>-12%</i>	<i>-8%</i>	<i>-19%</i>
<b>KVB15 (0.9175)</b>			
Mevcut Değer	13189691.00	14258206.00	333392.00
Hedef Değer	11811337.00	13087385.60	307361.68
Fark	-1378354.00	-1170820.40	-26030.32
<i>Yüzde</i>	<i>-10%</i>	<i>-8%</i>	<i>-8%</i>
<b>KVB17 (0.6466)</b>			
Mevcut Değer	3913430.00	11726229.00	627600.00
Hedef Değer	2523258.90	7615352.82	407127.78
Fark	-1390171.10	-4110876.18	-220472.22
<i>Yüzde</i>	<i>-36%</i>	<i>-35%</i>	<i>-35%</i>
<b>KVB18 (0.5579)</b>			
Mevcut Değer	3124705.00	9723806.00	473263.00
Hedef Değer	1712729.25	4995649.65	263879.85
Fark	-1411975.75	-4728156.35	-209383.15
<i>Yüzde</i>	<i>-45%</i>	<i>-49%</i>	<i>-44%</i>
<b>KVB19 (0.73)</b>			
Mevcut Değer	2143161.00	8341047.00	305783.00
Hedef Değer	1586889.30	4363906.34	225465.86
Fark	-556271.70	-3977140.66	-80317.14
<i>Yüzde</i>	<i>-26%</i>	<i>-48%</i>	<i>-27%</i>
<b>KVB21 (0.8807)</b>			
Mevcut Değer	568000.00	4141000.00	305000.00
Hedef Değer	333556.97	3676523.83	270842.23
Fark	-234443.03	-464476.17	-34157.77
<i>Yüzde</i>	<i>-41%</i>	<i>-11%</i>	<i>-11%</i>

**Tablo 6.5** (devam).

<b>Firmalar</b>	<b>Öz Kaynaklar</b>	<b>Aktif Toplam</b>	<b>İşçi Giderleri</b>
<b>KVB22 (0.9485)</b>			
Mevcut Değer	612000.00	3267000.00	262000.00
Hedef Değer	548390.23	3126566.97	250602.57
Fark	-63609.77	-140433.03	-11397.43
<i>Yüzde</i>	<i>-0.10</i>	<i>-0.04</i>	<i>-0.04</i>
<b>KVB24 (0.3340)</b>			
Mevcut Değer	1082600.00	36114000.00	1615000.00
Hedef Değer	3640958.40	10327785.92	539967.68
Fark	-7185041.60	-25786214.08	-
			1075032.32
<i>Yüzde</i>	<i>-66%</i>	<i>-71%</i>	<i>-67%</i>
<b>KVB25 (0.3393)</b>			
Mevcut Değer	13803000.00	39857000.00	1727000.00
Hedef Değer	4710417.90	11804219.02	586647.58
Fark	-9092582.10	-28052780.98	-
			1140352.42
<i>Yüzde</i>	<i>-66%</i>	<i>-70%</i>	<i>-66%</i>
<b>KVB26 (0.5953)</b>			
Mevcut Değer	13151000.00	41533000.00	1904000.00
Hedef Değer	7844114.43	18393264.29	1132531.25
Fark	-5306885.57	-23139735.71	-771468.75
<i>Yüzde</i>	<i>-40%</i>	<i>-56%</i>	<i>-40%</i>
<b>KVB27 (0.3003)</b>			
Mevcut Değer	4712000.00	31529000.00	1957000.00
Hedef Değer	1370959.50	9201433.10	585179.90
Fark	-3341040.50	-22327566.90	-
			1371820.10
<i>Yüzde</i>	<i>-71%</i>	<i>-70%</i>	<i>-71%</i>
<b>Ortalama</b>	<b>-48%</b>	<b>-38%</b>	<b>-40%</b>

Tablo 6.5 incelendiğinde, gıda sektöründe işlem gören 27 firmadan, etkin olmayan 21 firmanın etkin olabilmek için ortalama olarak *öz kaynaklarında* 2675328.98 €, *toplam aktiflerde* 6658641.96 € ve *işçi giderlerinde* 345469.89 € azalışa girmeleri gerektiği tespit edilmiştir.

#### 6.1.4 Ağırlıklı VZAHP<sub>1</sub> Yöntemi ile Finansal Verimlilik Analizi

VZA yönteminde karar verme birimlerin etkinlikleri nicel girdi ve çıktılar değişkenleri ile değerlendirilmekte ve her birinin aynı öneme sahip olduğu varsayılmaktadır. Belirlenen girdi ve çıktı değişkenlerin önem dereceleri her zaman eşit olmayacağından yapılacak

çalışmaya göre bazı girdiler veya çıktılar daha önemli iken, bazıları da daha az önem derecesine sahip olabilirler. Bu gibi durumlarda girdi ve çıktı değişkenlerinin ağırlıklarının belirlenmesi yapılan çalışmanın daha sağlıklı sonuçlar vermesi beklenmektedir.

Bu bölümde girdi ve çıktı değişkenlerin ağırlıkları AHP yöntemi yardımı ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu ağırlıkları belirlemek için EkA'da yer alan '*Gıda Sektöründeki firmaların finansal performans verimlilik analizi anketi*' ikili kriter karşılaştırmalarını hazırlanmıştır. Hazırlanan anket formu, Kosova'da faaliyet gösteren ve çalışmaya dâhil edilen firmaların Finans-muhasebe uzmanıyla yüz yüze görüşme yöntemi ile yapılmıştır. Görüşme 6 uzmanla gerçekleşir ve anketlere verdiği cevaplara göre her bir *değişkenin* aldığı ağırlığı Expert Choice paket programı ile hesaplanmıştır.

Katılan finans-muhasebe uzmanların dördü ankete verdikleri cevapların Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio)  $< 0.10$  olduğundan anket kabul edilerek analize dâhil edilmiştir. Tutarlılık Oranı  $> 0.10$  olan iki anket tekrarlanarak tutarsızlıkları giderilerek çalışmaya dâhil edilmemiştir.

Burada Bölüm 4.1.2'de de ifade edilmiş olan ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken Saaty tarafından önerilen geleneksel ve dengeli ölçek kullanılmıştır. Tutarsızlıkları kontrol edilen matrislerin üstünlüklerin elde edilmesi için birçok yöntemin olduğu ifade edilmiştir. Yapılan çalışmalarında hangi yöntemin en iyi çözüm verdiğini belirlemede, genel olarak karar vericinin değerlendirmeleri simülasyon sonucu ile tespit edilmeye çalışıldığı fark edilmiştir. Sonucunda da en iyi çözümü veren genel bir yöntem belirlenememiş, farklı problemlerde farklı yöntemlerin en iyi çözümü verdiği ifade edilmiştir [59].

Girdi değişkenleri için Saaty ölçeği kullanılarak altı finans-muhasebe uzmanı (FMU) ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen ağırlıklar aşağıdaki Tablo 6.6'da gösterilmiştir. Üstünlüklerin belirlenmesinde bu aşamada öz değer yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca Tablo 6.6'nin son satırında her bir ikili karşılaştırma için elde edilen tutarlılık oranları bulunmaktadır.

**Tablo 6.6:** Finans-muhasebe uzmanların Saaty ölçeği kullanarak elde edilen girdi ağırlıkları.

Girdiler	1.FMU	2.FMU	3. FMU	4. FMU	5.FMU	6.FMU
Öz Kaynaklar	0.717	0.625	0.28	0.268	0.226	0.644
Aktif Toplam	0.195	0.136	0.094	0.614	0.101	0.085
İşçi Giderleri	0.088	0.238	0.627	0.117	0.674	0.271
<i>Toplam ağırlıklar</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>
<b><i>Tutarlılık Oranı</i></b>	<b><i>0.09</i></b>	<b><i>0.02</i></b>	<b><i>0.08</i></b>	<b><i>0.07</i></b>	<b><i>0.08</i></b>	<b><i>0.05</i></b>

Tablo 6.7’de girdi değişkenleri için dengeli ölçek kullanılarak elde edilen altı ikili karşılaştırma ağırlıkları ve tutarlılık oranları bulunmaktadır. Burada önceden belirtildiği gibi üstünlüklerin belirlenmesinde Logaritmik en küçük kareler (LEK) yöntemleri uygulanmıştır.

**Tablo 6.7:** Finans-muhasebe uzmanların dengeli ölçek kullanarak elde edilen girdi ağırlıkları.

Girdiler	1.FMU	2.FMU	3. FMU	4. FMU	5.FMU	6.FMU
Öz Kaynaklar	0.565	0.454	0.335	0.321	0.289	0.502
Aktif Toplam	0.255	0.245	0.191	0.451	0.205	0.171
İşçi Giderleri	0.179	0.301	0.473	0.228	0.506	0.327
<i>Toplam ağırlıklar</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>
<b><i>Tutarlılık Oranı</i></b>	<b><i>0.0025</i></b>	<b><i>0.0001</i></b>	<b><i>0,0034</i></b>	<b><i>0,0039</i></b>	<b><i>0.0034</i></b>	<b><i>0.0006</i></b>

AHP'nin dikkate aldığı önemli kıstaslardan biri de TO'dir. Başlarda da belirtildiği gibi bu oran 0.1'den küçük kalması ikili karşılaştırmanın tutarlılığı için yeterli olduğu belirtilmiştir. Yapılan bir çalışmada birçok ölçek kullanarak, birkaç performans ölçme yöntemi kullanarak ölçeklerin performansını yorumlamıştır [62]. Kullanılan ölçek performans ölçme yöntemlerinden biri olan "Ölçülen Ölçek düşük TO'ya sahip: Bu performans ölçüsü, denemelerin yüzdesini Saaty Ölçeği yerine ölçülen ölçek tarafından oluşturulduğunda daha düşük TO değerlerine sahip olduğunu temsil eder" yönteme göre Tablo 6.6 ve 6.7'de bulunan TO'lara bakıldığında Tablo 6.7'de bulunan ve dengeli ölçek ile yapılan ikili karşılaştırmalara ait TO değerleri 0.1'den daha uzak değerlere sahip olduğundan dengeli ölçeğin daha iyi performansa sahip olduğu sonucuna varılır.

Girdi değişkenler için her iki ölçek ile yapılan altı ikili karşılaştırmaların önce geometrik ortalamalı alınmıştır ondan sonra öncelikleri her iki ölçek için ayrı ayrı hesaplanmış ve Tablo 6.8'de gösterilmiştir.



**Tablo 6.8:** Birinci analizin Saaty ve Dengeli ölçek ile elde edilen girdilerin ortalama yüzde ağırlıkları.

Girdi değişkeni	Ağırlıklar ve rank			
	Saaty ölçek	Rank	Dengeli Ölçek	Rank
Öz Kaynaklar	0.498	1	0.418	1
Aktif Toplam	0.187	3	0.252	3
İşçi Giderleri	0.315	2	0.330	2
<b>Tutarlılık oranları</b>	<b>0.0025</b>		<b>0.0005</b>	

Saaty ölçeğine göre, girdi değişkenlerinin ortalama yüzde ağırlıkları incelendiğinde girdi değişkenleri içerisinde “Öz kaynaklar” %49.8’lük önem değeri ile ilk sırada ikinci sırada “işçi giderleri” ve son sırada “aktif toplam” yer almaktadır.

Dengeli ölçeğe göre, girdi değişkenlerinin ortalama yüzde ağırlıkları incelendiğinde %41.8 önem değeri ile yine ilk sırada “Öz kaynaklar” yer almaktadır.

Tablo 6.8’den görüldüğü üzere Saaty ve Dengeli ölçek ile bulunan ağırlıklar dağılımında farklılık olmasına rağmen kriterlerin önem sıralaması aynı çıkmıştır. Ağırlık dağılımının ölçeğe göre az da olsa farklılık göstermiş olması ikili karşılaştırmalardan biriken tutarsızlık oranlarından kaynaklanmaktadır. Dengeli ölçek ile yapılan ikili karşılaştırma matrislerin tutarlılık hassasiyeti daha yüksek ve kriterlerin ağırlık oranlarını önemli ölçüde hafifletmişlerdir. Örneğin Saaty ölçeği kullanılarak elde edilen ‘öz kaynaklar’ ve ‘aktif toplam’ girdi kriterlerin nispi oranı  $(0.498/0.187) = 2.66$  dengeli ölçekle ise  $(0.418/0.252) = 1.66$  olarak bulunur. Her ne kadar ağırlık oranlarında mutlak farklar küçük ve rank’lar beklendiği gibi aynı olsa da AHP metodun dikkate aldığı nispi oranlardır, öyle ki yukarıda yapılan karşılaştırma farklı ölçek kullanıldığında önemli ölçüde farklı sonuçların ortaya çıkabilecek durumlardan birini göstermektedir [59].

Bu çalışmada belirtildiği gibi tutarlılık hassasiyeti göz önünde bulundurulacağı için, ileriki adımlarda kullanılmak üzere dengeli ölçek ile elde edilen girdi ağırlıkları kullanılması yeterli olmasına rağmen daha doğru karşılaştırma yapmak için her iki ölçekle elde edilen ağırlıkları kullanılarak ayrı ayrı tekrar ağırlıklı VZAHP<sub>1</sub>-Saaty ve VZAHP<sub>1</sub>-Dengeli analizler yapılmıştır.

Girdi değişkenin ağırlıkları elde etmek için yapılan işlemler, çıktı değişkeni için de yapılarak ağırlıklar belirlenmiştir. Burada sadece iki değişken olduğu için tutarsızlık söz konusu olmadığından iki ölçek ile yapılan karşılaştırmalarda çok az fark gözetlenmiştir.

**Tablo 6.9:** Finans-muhasebe uzmanların Saaty ölçeği kullanarak elde edilen çıktı ağırlıkları.

Çıktılar	1.FMU	2.FMU	3.FMU	4.FMU	5.FMU	6.FMU
Kar	0.667	0.250	0.200	0.667	0.333	0.833
Net Satış	0.333	0.750	0.800	0.333	0.667	0.167
<i>Toplam ağırlıklar</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>

**Tablo 6.10:** Finans-muhasebe uzmanların dengeli ölçeği kullanarak elde edilen çıktı ağırlıkları.

Çıktılar	1.FMU	2.FMU	3.FMU	4.FMU	5.FMU	6.FMU
Kar	0.550	0.400	0.350	0.550	0.450	0.300
Net Satış	0.450	0.600	0.650	0.450	0.550	0.700
<i>Toplam ağırlıklar</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>

Çıktı değişkenler için her iki ölçek ile yapılan altı ikili karşılaştırmaların önce geometrik ortalamaları alındı ondan sonra öncelikleri her iki ölçek için ayrı ayrı hesaplanmış ve Tablo 6.11’de gösterilmiştir.

**Tablo 6.11:** Birinci analiz Saaty ve Dengeli ölçek ile elde edilen çıktıların ortalama yüzde ağırlıkları.

Çıktı değişkeni	Ağırlıklar ve rank			
	Saaty ölçek	Rank	Dengeli Ölçek	Rank
Kar	0.362	2	0.431	2
Net Satış	0.638	1	0.569	1

Saaty ölçeğine göre, çıktı değişkenlerinin ortalama yüzde ağırlıkları incelendiğinde çıktı değişkenleri içerisinde “Net satış” %63.8’lük önem değeri ile “kar” değişkenine göre daha önemlidir.

Dengeli ölçeğe göre ise çıktı değişkenlerinin ortalama yüzde ağırlıkları incelendiğinde %44.1'lik önem değeri ile yine ilk sırada “Net satışlar” yer almaktadır.

Her bir değişkenin ağırlığı, finans-muhasebe uzmanlarının verdikleri cevaplar doğrultusunda Expert Choice paket programından faydalanılarak hesaplanmıştır. Girdi ve çıktı değişkenleri için elde edilen ikili karşılaştırma matrislerden yola çıkarak ağırlıklı VZAHP<sub>1</sub> analizi için ileriki adımlarda gereken kısıtlar her iki ölçek için de ayrı ayrı aşağıda gösterilmiştir.

- VZAHP<sub>1</sub>-Saaty ağırlıklı yöntemi ile analiz edilirken kullanılmak üzere 4 kısıt aşağıda verilmiştir.

Girdiler	$v_1$	$v_2$	$v_3$	Çıktılar	$u_1$	$u_2$
$v_1$	1.00	2.66	1.58	$u_1$	1.00	0.57
$v_2$	0.38	1.00	0.59	$u_2$	1.76	1.00
$v_3$	0.63	1.68	1.00			

$$\frac{v_1}{v_2} \geq 2.66 \rightarrow v_1 - 2.66v_2 \geq 0 ,$$

$$\frac{u_1}{u_2} \geq 0.57 \rightarrow u_1 - 0.57u_2 \geq 0 .$$

$$\frac{v_1}{v_3} \geq 1.58 \rightarrow v_1 - 1.58v_3 \geq 0 ,$$

$$\frac{v_2}{v_3} \geq 0.59 \rightarrow v_2 - 0.59v_3 \geq 0 ,$$

- VZAHP<sub>1</sub>-Dengeli ağırlıklı yöntemi ile analiz edilirken kullanılmak üzere 4 kısıt aşağıda verilmiştir.

Girdiler	$v_1$	$v_2$	$v_3$	Çıktılar	$u_1$	$u_2$
$v_1$	1.00	1.66	1.27	$u_1$	1.00	0.76
$v_2$	0.60	1.00	0.76	$u_2$	1.32	1.00
$v_3$	0.79	1.31	1.00			

$$\frac{v_1}{v_2} \geq 1.66 \Rightarrow v_1 - 1.66v_2 \geq 0 ,$$

$$\frac{u_1}{u_2} \geq 0.76 \Rightarrow u_1 - 0.76u_2 \geq 0 .$$

$$\frac{v_1}{v_3} \geq 1.27 \Rightarrow v_1 - 1.27v_3 \geq 0 ,$$

$$\frac{v_2}{v_3} \geq 0.76 \Rightarrow v_2 - 0.76v_3 \geq 0 ,$$

Elde edilen kısıtlar, hesaplanacak olan VZA<sub>1</sub> modellerine dahil edilerek ağırlıklı VZAHP<sub>1</sub>-Saaty ve VZAHP<sub>1</sub>-dengeli modelleri EMS 1.3.0 programıyla tekrar çalıştırılmıştır. Analize başlamadan önce farklı birimlerde ve büyüklükteki verileri daha sade hale getirmek için girdi ve çıktı verilerin standartlaştırma işlemi yapılır. Bu işlemler sonucunda elde edilen sonuçlar Tablo 6.12’de gösterilmiştir. Verilerin standart hale getirilirken örnek olarak uygulamaya ait veri setinin bulunduğu Tablo 6.2’den Öz kaynaklar sütununda en yüksek değer 18228654 ile KVB13’e aittir. KVB1’in öz kaynak değeri ise 11867834 olarak verilmiştir. Standartlaştırma işlemi  $(11867834/18228654)*100$  şeklinde yapılmış ve 65.11 sonucuna ulaşılmıştır. Bu işlem, tüm firmalar ve her bir değişken için aynı şekilde uygulanarak Tablo 6.12 üzerinde gösterilen sonuçlara ulaşılmıştır.

**Tablo 6.12:** Firmalara ait standart hale getirilmiş veri matrisi.

Firmalar	Girdi değişkenleri			Çıktı değişkenleri	
	Öz kaynaklar {I}	Aktif toplam {I}	İşçi giderleri {I}	Kar {O}	Net Satış {O}
KVB1	65.11	57.04	83.53	100.00	55.14
KVB2	54.22	46.37	86.25	92.74	23.52
KVB3	10.78	5.70	12.17	4.03	0.50
KVB4	9.65	6.31	12.79	4.21	0.13
KVB5	3.54	10.23	16.44	30.03	14.65
KVB6	3.54	8.17	14.10	25.71	13.74
KVB7	9.19	6.34	15.17	22.92	8.02
KVB8	6.62	5.91	15.48	18.62	7.28
KVB9	6.82	3.19	12.55	5.84	2.48
KVB10	5.62	2.64	9.62	5.54	3.05
KVB11	5.73	2.67	8.08	6.45	5.77
KVB12	10.94	5.25	9.35	10.70	2.47
KVB13	100.00	47.47	33.74	45.88	100.00
KVB14	80.90	37.38	26.13	38.26	83.91
KVB15	72.36	34.33	17.04	33.23	77.25
KVB16	58.01	28.11	12.85	28.90	69.14
KVB17	21.47	28.23	32.07	39.84	21.45
KVB18	17.14	23.41	24.18	25.97	8.48
KVB19	11.76	20.08	15.63	22.00	7.03
KVB20	1.10	12.40	18.34	34.30	9.98
KVB21	3.12	9.97	15.59	25.42	1.20
KVB22	3.36	7.87	13.39	23.20	1.33
KVB23	3.63	6.32	14.77	20.87	4.76
KVB24	59.39	86.95	82.52	53.09	10.69
KVB25	75.72	95.96	88.25	58.02	11.40
KVB26	72.14	100.00	97.29	58.91	85.79
KVB27	25.85	75.91	100.00	56.65	18.90

Saaty ölçeği kullanarak belirlen değişken ağırlıkların  $VZA_1$  ya dahil edilmesiyle elde edilen  $VZAHP_1$ -Saaty modelin etkinlik skorları (%ES) ve KVB'nin referans kümeleri (Benchmarks) Tablo 6.13 de yer almaktadır.

**Tablo 6.13:** Firmaların ağırlıklı  $VZAHP_1$ -Saaty ile etkinlik skorları ve referans kümeleri.

<b>Firmalar</b>	<b>Etkinlik Skorları ES(%)</b>	<b>Referans Kümesi Benchmarks</b>
KVB1	44.03%	6 (3.95)
KVB2	37.21%	20 (2.70)
KVB3	9.89%	20 (0.12)
KVB4	10.59%	20 (0.12)
KVB5	98.93%	6 (0.93) 20 (0.18)
<b>KVB6</b>	<b>100.00%</b>	<b>16</b>
KVB7	57.39%	6 (0.22) 20 (0.51)
KVB8	54.64%	6 (0.30) 20 (0.32)
KVB9	20.49%	6 (0.13) 20 (0.08)
KVB10	26.73%	6 (0.22)
KVB11	43.66%	6 (0.33)
KVB12	28.78%	20 (0.31)
KVB13	49.60%	6 (4.44)
KVB14	51.90%	6 (3.72)
KVB15	54.82%	6 (3.39)
KVB16	61.09%	6 (3.01)
KVB17	46.14%	6 (1.55)
KVB18	32.79%	6 (0.15) 20 (0.65)
KVB19	39.04%	6 (0.10) 20 (0.57)
<b>KVB20</b>	<b>100.00%</b>	<b>16</b>
KVB21	76.99%	20 (0.74)
KVB22	79.48%	20 (0.68)
KVB23	68.89%	20 (0.61)
KVB24	18.64%	20 (1.55)
KVB25	17.53%	20 (1.69)
KVB26	38.14%	6 (4.20)
KVB27	25.21%	6 (0.39) 20 (1.36)

Tablo 6.13 incelendiğinde  $VZAHP_1$  –Saaty ile etkinliği belirlenen 27 firmadan 2 firma etkin, geriye kalan firmalar ise etkin değildir. Etkinlik sınırının altında olan firmaların, tam etkin konuma gelebilmek için örnek alacakları referans grubunda eşit sayıda yer alan etkin

firmalar KVB6 ve KVB20 firmalarıdır. En düşük etkinlik skoruna sahip firma % 9.89 lük etkinlik skoru ile KVB3'dir.

Dengeli ölççek kullanarak belirlen değişken ağırlıkların VZA ya dahil edilmesiyle elde edilen VZAHP<sub>1</sub>-Dengeli modelin etkinlik skorları (%ES) ve KVB'nin referans kümeleri (Benchmarks) Tablo 6.14'de yer almaktadır.

**Tablo 6.14:** Firmaların ağırlıklı VZAHP<sub>1</sub>-Dengeli ile etkinlik skorları ve referans kümeleri.

<b>Firmalar</b>	<b>Etkinlik Skorları ES(%)</b>	<b>Referans Kümesi Benchmarks</b>
KVB1	46.67%	6 (3.94)
KVB2	41.47%	20 (2.70)
KVB3	11.35%	20 (0.12)
KVB4	12.00%	20 (0.12)
KVB5	98.74%	6 (0.93) 20 (0.18)
<b>KVB6</b>	<b>100.00%</b>	<b>16</b>
KVB7	63.64%	6 (0.22) 20 (0.51)
KVB8	58.96%	6 (0.30) 20 (0.32)
KVB9	22.58%	6 (0.13) 20 (0.08)
KVB10	28.86%	6 (0.22)
KVB11	45.82%	6 (0.32)
KVB12	33.45%	20 (0.31)
KVB13	51.12%	6 (4.05)
KVB14	53.59%	6 (3.39)
KVB15	56.63%	6 (3.08)
KVB16	62.99%	6 (2.74)
KVB17	47.74%	6 (1.55)
KVB18	35.34%	6 (0.15) 20 (0.65)
KVB19	41.48%	6 (0.10) 20 (0.57)
<b>KVB20</b>	<b>100.00%</b>	<b>16</b>
KVB21	79.75%	20 (0.74)
KVB22	83.54%	20 (0.68)
KVB23	73.49%	20 (0.61)
KVB24	20.16%	20 (1.55)
KVB25	19.18%	20 (1.69)
KVB26	36.75%	6 (3.92)
KVB27	25.89%	6 (0.39) 20 (1.36)

Tablo 6.14 incelendiğinde VZAHP<sub>1</sub>-dengeli ile etkinliği belirlenen 27 firmadan 2 firma etkin, geriye kalan firmalar ise etkin değildir. Etkinlik sınırının altında olan firmaların, tam etkin konuma gelebilmek için etkin olan KVB16 ve KVB20 firmalarını örnek alacakları referans firmalarıdır.

Ağırlıklı VZAHP<sub>1</sub> modelleri için Saaty ve Dengeli ölçek ile elde edilen değişken ağırlıkları VZA<sub>1</sub> modeline eklenerek yapılan etkinlik analiz karşılaştırmaları aşağıdaki Tablo 6.15’de yer almaktadır.

**Tablo 6.15:** Firmaların VZAHP<sub>1</sub>-Saaty ve VZAHP<sub>1</sub>-Dengeli ile elde edilen etkinlik skorları.

Firmalar	Etkinlik Skorları VZAHP <sub>1</sub> -Saaty ES(%)	Etkinlik Skorları VZAHP <sub>1</sub> -Dengeli ES(%)
KVB1	44.03%	46.67%
KVB2	37.21%	41.47%
KVB3	9.89%	11.35%
KVB4	10.59%	12.00%
KVB5	98.93%	98.74%
<b>KVB6</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>
KVB7	57.39%	63.64%
KVB8	54.64%	58.96%
KVB9	20.49%	22.58%
KVB10	26.73%	28.86%
KVB11	43.66%	45.82%
KVB12	28.78%	33.45%
KVB13	49.60%	51.12%
KVB14	51.90%	53.59%
KVB15	54.82%	56.63%
KVB16	61.09%	62.99%
KVB17	46.14%	47.74%
KVB18	32.79%	35.34%
KVB19	39.04%	41.48%
<b>KVB20</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>
KVB21	76.99%	79.75%
KVB22	79.48%	83.54%
KVB23	68.89%	73.49%
KVB24	18.64%	20.16%
KVB25	17.53%	19.18%
KVB26	38.14%	36.75%
KVB27	25.21%	25.89%

Tablo 6.15 incelendiğinde VZAHP<sub>1</sub>'nin iki farklı ölçek ile belirlenen ağırlıkları ile etkinliği belirlenen 27 firmadan aynı 2 firma etkin, geriye kalan firmalar ise etkin değildir. VZAHP<sub>1</sub>-Saaty hem de VZAHP<sub>1</sub>-Dengeli ile yapılan etkinlik analizinde etkin olan firmalar aynı fakat etkin olmayan firmaların etkinlik skorlarına az da olsa farklılıklar gözlenmektedir. Örneğin en düşük etkinlik skoruna sahip firma KVB3 Saaty ölçeğine göre % 9.89, dengeli ölçeğe göre ise % 11.35'dir. Sonuçların birbirine oldukça yakın çıkması iki ölçek ile elde edilen ağırlıkların sonuçlarının da birbirine benzer elde edilmiş olmasından dolayı beklenen bir durumdur.

### **6.1.5 VZA<sub>1</sub>, VZAHP<sub>1</sub>-Saaty ve VZAHP<sub>1</sub>-Dengeli ile Yapılan Etkinlik Analizlerin**

#### **Karşılaştırmalı Yorumlanması**

VZA<sub>1</sub>, VZAHP<sub>1</sub>-Saaty ve VZAHP<sub>1</sub>-Dengeli yöntemlerinin etkinlik analiz sonuçları karşılaştırmalı olarak Tablo 6.16 de verilmiştir. Sonuçlar bir önceki aşamalarda hesaplanmış olarak sırasıyla Tablo 6.4, Tablo 6.13 ve Tablo 6.14'te yer almaktadır. Sonuçları yorumlarken Tablo 6.16'dan da anlaşılacağı üzere ağırlıksız VZA<sub>1</sub> yöntemi ile yapılan analizde etkin bulunan 6 adet firmadan 4'ü VZAHP<sub>1</sub>-Saaty ve VZAHP<sub>1</sub>-Dengeli yöntemleri ile yapılan analizde %100 etkin bulunmamıştır. Bununla birlikte ağırlıkların eklenmesi ile etkinlik skorlarında düşüş gerçekleştiği görülmektedir. Burada, girdi ve çıktı değişkenlerine eşit ağırlık vermek yerine bu değişkenlerin AHP yöntemi yardımı ile ağırlıklarının analize dahil edilmesi daha sağlıklı, daha güvenilir sonuçlara ulaşmamızı sağlamaktadır.

Uzman görüşlerin analize dahil edilmesini sağlayan AHP uygulaması sonucunda elde edilen ağırlıkların çalışmaya dahil edilmesiyle yapılan etkinlik analizi sonuçlarına göre ağırlıksız VZA<sub>1</sub> ya göre oldukça farklı olduğu görülmektedir. Örneğin VZA<sub>1</sub> analizi ile 100% etkinlik skoruna sahip olan KVB11 firma VZAHP<sub>1</sub>-Saaty ile 57.39% ve VZAHP<sub>1</sub>-Dengeli ile 63.64% etkinlik skorlarına düşmüştür. Son satırda verilmiş etkinlik skorlarının ortalama sonuçlarına göre AHP ile elde edilen ağırlıkların analize dahil edilmesiyle etkinlik skorlarında önemli ölçüde düşüş olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca VZA<sub>1</sub> analizi sonucunda 19.86% en düşük etkinlik skoruna sahip KVB4 iken ağırlıkların eklenmesiyle elde edilen sonuçlarda ise en düşük etkinlik skoruna sahip firma KVB3 bulunmuştur.



**Tablo 6.16:** Firmaların  $VZA_1$  ve ağırlıklı  $VZAHP_1$  ile etkinlik skorları ve referans kümesi.

Firmalar	Etkinlik Skorları $VZA_1$ ES(%)	Etkinlik Skorları $VZAHP_1$ -Saaty ES(%)	Etkinlik Skorları $VZAHP_1$ -Dengeli ES(%)
KVB1	64.45%	44.03%	46.67%
KVB2	61.73%	37.21%	41.47%
KVB3	20.57%	9.89%	11.35%
KVB4	19.86%	10.59%	12.00%
KVB5	99.72%	98.93%	98.74%
<b>KVB6</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>
<b>KVB7</b>	<b>100.00%</b>	57.39%	63.64%
KVB8	90.87%	54.64%	58.96%
KVB9	53.66%	20.49%	22.58%
KVB10	67.50%	26.73%	28.86%
<b>KVB11</b>	<b>100.00%</b>	43.66%	45.82%
KVB12	63.97%	28.78%	33.45%
KVB13	86.34%	49.60%	51.12%
KVB14	91.94%	51.90%	53.59%
KVB15	91.75%	54.82%	56.63%
<b>KVB16</b>	<b>100.00%</b>	61.09%	62.99%
KVB17	64.66%	46.14%	47.74%
KVB18	55.79%	32.79%	35.34%
KVB19	73.00%	39.04%	41.48%
<b>KVB20</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>
KVB21	88.07%	76.99%	79.75%
KVB22	94.85%	79.48%	83.54%
<b>KVB23</b>	<b>100.00%</b>	68.89%	73.49%
KVB24	33.40%	18.64%	20.16%
KVB25	33.93%	17.53%	19.18%
KVB26	59.53%	38.14%	36.75%
KVB27	30.03%	25.21%	25.89%
<b>Ortalama</b>	<b>72.06%</b>	<b>47.87%</b>	<b>50.04%</b>

Ayrıca değişken ağırlıkların VZA ya eklenmesiyle elde edilen ağırlıklı VZA yönteminin sağladığı avantajlardan bir diğeri de verilerin, analiz aşamasında neredeyse tamamının dikkate alınarak hesaplama yapılmasıdır. Örneğin, Tablo 6.17'ye bakılacak olursa, ağırlıksız VZA yöntemi ile gerçekleştirilen veri zarflama analizinde çoğu karar biriminin girdi değişkenlerine ait ağırlıklarının 0 olduğu görülmektedir. Bu durum, eldeki verilerin birçoğunun analize dâhil edilmemesine ve dolayısı ile yanlış yorumlamalara neden olmaktadır. Ancak değişken ağırlıkların atandığı VZAHP yaklaşımında durum böyle değildir.

Yine Tablo 6.17 incelenecek olursa girdi değişkenlerine ait tüm ağırlıkların sıfırdan farklı olduğu ve her bir karar birimine ait verilerin tümünün analize dâhil edildiği görülmektedir.

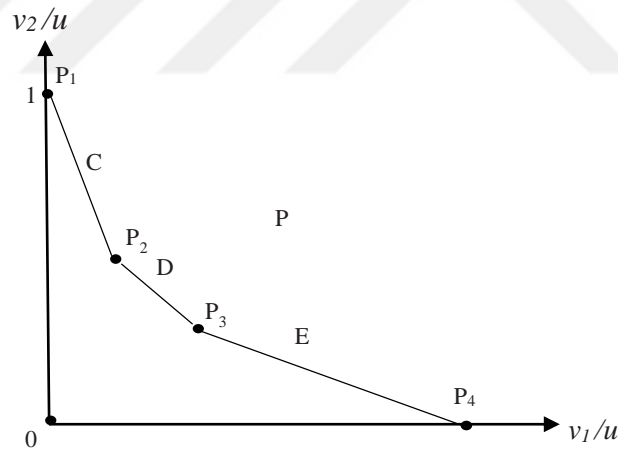
**Tablo 6.17:** Firmaların girdi değişkenlerinin ağırlık dağılımları.

Firmalar	VZA <sub>1</sub>			VZAHP <sub>1</sub> -Saaty			VZAHP <sub>1</sub> -Dengeli		
	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_1$	$v_2$	$v_3$
<b>KVB1</b>	0	0.13	0.87	0.47	0.15	0.38	0.39	0.21	0.4
<b>KVB2</b>	0	0.6	0.4	0.43	0.14	0.43	0.36	0.19	0.45
<b>KVB3</b>	0	0.56	0.44	0.52	0.1	0.37	0.45	0.14	0.4
<b>KVB4</b>	0	0.58	0.42	0.48	0.12	0.4	0.41	0.16	0.43
<b>KVB5</b>	0.04	0	0.96	0.27	0.2	0.54	0.24	0.25	0.52
<b>KVB6</b>	0.17	0.83	0	0.23	0.2	0.57	0.18	0.25	0.57
<b>KVB7</b>	0	1	0	0.43	0.11	0.45	0.37	0.15	0.48
<b>KVB8</b>	0.13	0.87	0	0.36	0.12	0.53	0.3	0.16	0.54
<b>KVB9</b>	0	1	0	0.43	0.08	0.5	0.37	0.1	0.53
<b>KVB10</b>	0	1	0	0.44	0.08	0.48	0.38	0.11	0.51
<b>KVB11</b>	0	1	0	0.48	0.08	0.43	0.42	0.12	0.46
<b>KVB12</b>	0	0.61	0.39	0.58	0.1	0.31	0.51	0.15	0.34
<b>KVB13</b>	0	1	0	0.72	0.13	0.15	0.64	0.18	0.17
<b>KVB14</b>	0	1	0	0.73	0.13	0.15	0.65	0.18	0.17
<b>KVB15</b>	0	0.98	0.02	0.75	0.13	0.11	0.68	0.19	0.13
<b>KVB16</b>	0	0	1	0.76	0.14	0.11	0.68	0.2	0.12
<b>KVB17</b>	0	0.12	0.88	0.41	0.2	0.39	0.34	0.27	0.4
<b>KVB18</b>	0.03	0	0.97	0.42	0.21	0.37	0.34	0.28	0.38
<b>KVB19</b>	0.03	0	0.97	0.4	0.26	0.34	0.33	0.33	0.34
<b>KVB20</b>	1	0	0	1	0	0	1	0	0
<b>KVB21</b>	0	0.17	0.83	0.19	0.22	0.59	0.15	0.28	0.57
<b>KVB22</b>	0	0.16	0.84	0.23	0.2	0.57	0.18	0.25	0.57
<b>KVB23</b>	0.08	0.92	0	0.24	0.15	0.61	0.19	0.2	0.61
<b>KVB24</b>	0.03	0	0.97	0.41	0.23	0.36	0.34	0.3	0.37
<b>KVB25</b>	0.04	0	0.96	0.45	0.22	0.33	0.37	0.28	0.34
<b>KVB26</b>	0.52	0	0.48	0.42	0.22	0.36	0.35	0.29	0.37
<b>KVB27</b>	0.01	0	0.99	0.22	0.24	0.54	0.17	0.3	0.52

- Tablo 6.16 incelendiğinde KVB7, KVB11, KVB16 ve KVB23 firmaları sadece VZA ile yapılan etkinlik analizinde etkin bulunduğu görülmektedir. Ancak ağırlıklandırılmış olan VZAHP1-Saaty uygulandığında bu firmaların etkinlik değerleri sırasıyla 57.39%, 43.66% , 61.09% ve 68.89 ayrıca, VZAHP1-Dengeli uygulandığında'da 63.64% , 45.82% , 62.99% ve 73.49% olduğu Tablo 6.16 üzerinde görülmektedir. Bu firmaların ağırlıklandırılmış VZAHP yöntemleri altında etkinlik değerlerindeki düşüş oranları oldukça dikkat çekicidir.

- Etkinlik değerlerindeki düşüş oranları yüksek olan KVB8, KVB10 ve KVB15 firmalardır. Bu firmaları Tablo 6.16 ve Tablo 6.17’de incelenecek olursa özellikle bahsi geçen firmaların VZAHP yöntemiyle düşük performans gösterdikleri girdi değişkenlerine ait verilerin çoğunun VZA yöntemi altında dikkate alınmadığı, için hasasiyetten eksik sonuçlara ve bu sonuçlar üzerinden yapılacak eksik yorumlara davetiye çıkarmaktadır. Bu da ağırlıklı VZAHP yöntemlerin, tüm girdi ve çıktı değişkenlerine ait değerleri kayıpsız olarak dikkate aldığından alması ve analizi bu şekilde gerçekleştirmesi, daha doğru sonuçlar üretme konusundaki hata payını oldukça düşük seviyelere çektiği ifade edilebilir. Sonuç olarak ağırlıklı VZAHP yöntemlerin VZA yöntemi ile karşılaştırıldığında üstün olduğu yönlerden biri olarak ifade edilmektedir.

VZAHP<sub>1</sub> yöntemleri sonuçları ile ağırlıksız VZA<sub>1</sub> yöntemi ile elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında karar verme birimleri olan firmaların genel anlamda etkinlik değerlerinin düştüğü görülmektedir. Bu durumun nedenini Cooper vd. [15](2011) Şekil 6.2 ve Şekil 6.3’ten faydalanarak açıklamıştır.

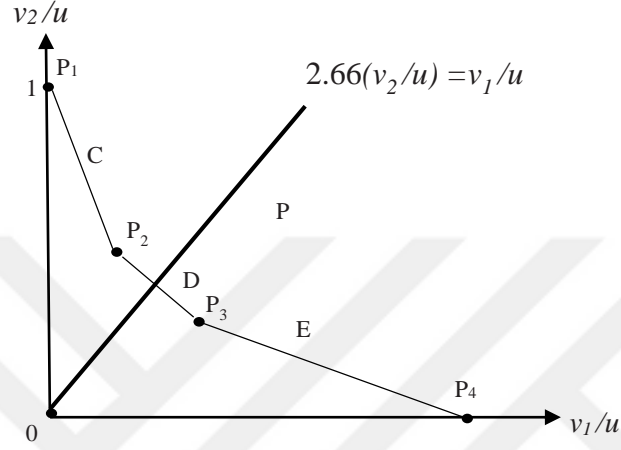


Şekil 6.2: P bölgesi uygunluk alanı [15].

Şekil 6.2 üzerinde iki girdi ( $v_1$ ,  $v_2$ ) ve tek çıktı ( $u$ ) değişkene sahip bir üretim modeli gösterilmiş ve uygunluk alanı olarak P bölgesi ile ifade edilmiştir. C, D ve E çizgileri üzerinde yer alan noktalar, etkin sınır üzerinde olduklarından bu modele göre “etkindir” anlamına gelmektedir. Daha sonra modele ağırlık kısıtlamaları eklenmiş ve bu durum Şekil

6.3 üzerinde gösterilmiştir. Örnek olarak, modele eklenecek kısıt  $\frac{v_1}{v_2} \geq 2.66$  olsun.

Şekil 6.3 incelenecek olursa, modele eklenen ağırlıklı kısıttan sonra P uygun alanının daraldığı görülmektedir. Şekil 6.2’de yer alan kısıtlamasız modelde üzerinde etkin sınırı oluşturan C çizgisinin, Şekil 6.3’te ki kısıtlamalı modelde etkin sınır üzerinde olmadığı açıkça görülmektedir. Modele eklenen kısıt sebebiyle C çizgisinin tamamı üzerinde yer alan noktalar artık etkin değildir ve bu noktaların etkinlik değerleri düşmüştür.



Şekil 6.3: Ağırlık kısıtlamalı uygunluk alanı [15].

Ayrıca karşılaştırma açısından kolaylık sağlaması için şimdiye kadar yapılmış etkinlik analizlerin yer aldığı Tablo 6.16’deki modellerin korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analizin yapılmasının sebebi Tablo 6.16’da yer alan etkinlik analiz modellerden hangileri daha güvenilir olduğunu ve hangi modellerin birbirleri yerine kullanılabileceği anlamamıza yardımcı olmasıdır. VZA<sub>1</sub>, VZAHP<sub>1</sub>-Saaty ve VZA<sub>1</sub>-Dengeli etkinlik analiz modellerin korelasyon analizi Tablo 6.18’de yer almaktadır.

**Tablo 6.18:** Etkinlik analiz modeller arasındaki korelasyon analizi sonuçları.

	VZA <sub>1</sub>	VZAHP <sub>1</sub> -Saaty	VZAHP <sub>1</sub> -Dengeli
VZA <sub>1</sub>	1.000		
VZAHP <sub>1</sub> -Saaty	0.840	1.000	
VZAHP <sub>1</sub> -Dengeli	0.855	0.998	1.000

Tablo 6.18’deki korelasyon katsayıları; VZA ve VZAHP-Saaty modeli arasında 0.840, VZA ve VZAHP-Dengeli modelleri arasında 0.855, VZAHP-Saaty ve VZAHP-Dengeli arasında

0.998 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlardan her üç modelin de birbirleri ile uyum içinde olduğunu söyleyebiliriz. Özellikle ağırlıklı VZA modelleri olan VZAHP-Saaty ve VZAHP-Dengeli birbiri ile son derece yüksek ilişkili olduğu sonucu beklenen bir sonuç olarak bulunmuştur.

Bu analiz sonuçlarına göre, etkin olmayan bir karar biriminin etkin olabilmek adına çıktılarını artırabilmek için ne ölçüde girdi kullanması gerektiğine karar verilebilmektedir. Bu hedeflenen değerlere ulaşmak için yapılması gereken işlemler sade VZA etkinlik analizi yapılırken detaylarıyla gösterilmiştir burada tekrarlanmamıştır.

## **6.2 İkinci Analiz: Kosova Gıda Sektöründe Faaliyet Gösteren Seçilmiş Bir Firmanın Verimliliği**

Buradaki analiz için Kosova gıda sektöründe faaliyet gösteren ve gereken girdi ve çıktı verilerine firmanın kendisinden elde edilebilecek bir firma seçilmiş ve o firmanın verimliliği analiz edilmiştir. Söz konusu firma sebze ve meyvelerin işlenmesi ve saklanması üzerine faaliyet göstermektedir ve Nace Rev.2 de karşılığı 10.39 dur. Birinci analizde ki gibi burada da VZA<sub>2</sub> ve VZAHP<sub>2</sub> olarak iki model kullanılarak yapılmıştır. Bu analizin amacı bir firmanın kendi içindeki verimliliğin yapılması ve elde edilen sonuçlar dahilinde gereken iyileştirmeler için önerilerde bulunmaktır.

### **6.2.1 Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi**

Karar verme birimleri seçilirken homojen olma şartı nedeniyle, aynı girdi ve çıktılara sahip olması gerekmektedir. İkinci analiz için KVB'ler seçilmiş olan firmanın ürettiği ürünler yelpazesi olarak belirlenmiştir.

### **6.2.2 Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi**

Veri zarflama analizinde aynı karar birimi için farklı girdi ve çıktı grupları farklı etkinlik değerleri alacağından üretim sürecine nedensel olarak bağlı ve anlamlı girdi- çıktılarının belirlenmesi gerekmektedir. Bundan dolayı gıda sanayisinde yapılmış çalışmalar incelenmiş ve ikinci analiz modeli için gereken firmanın verimlilik analizi yapılırken girdi ve çıktı değişkenleri şu şekilde belirlenmiştir:

**Tablo 6.19:** İkinci analiz için girdi ve çıktı değişkenleri.

<b>Girdiler</b>	<b>Çıktılar</b>
Hammadde Tüketilen enerji ve su İşçilik	Katma değer Net kar

Bu girdi ve çıktı değişkenlere ait veriler analizi yapılacak firmadan temin edilmiştir. Ayrıca VZA<sub>2</sub> çalışmasında girdi ve çıktıların ölçü birimleri birbirinden farklı olabileceğinden ölçü birimi olarak euro, kg, saat, vb. gibi verilerin de etkinliğini bir arada analiz edilebilir. Tablo 6.20’de uygulamaya dâhil edile firmanın ürettiği 9 ürünü ve bu ürünlerin değişkenlerine ait değerleri verilmiştir.

**Tablo 6.20:** İkinci analizin veri matrisi.

Ürünler	Girdi değişkenleri			Çıktı değişkenleri	
	Hammadde {I}	Tüketilen enerji ve su {I}	Çalışan sayısı {I}	Katma değer {O}	Net kar {O}
<b>KVB1</b>	217.90	173.40	250.00	192.40	983.80
<b>KVB2</b>	135.00	397.40	400.00	279.70	1430.40
<b>KVB3</b>	623.20	481.60	666.00	531.50	2717.50
<b>KVB4</b>	265.80	179.00	200.00	193.50	989.20
<b>KVB5</b>	545.10	481.60	285.00	328.10	1935.80
<b>KVB6</b>	516.90	490.00	250.00	371.60	1928.60
<b>KVB7</b>	206.90	180.00	280.00	412.20	1273.00
<b>KVB8</b>	430.00	150.00	430.00	540.00	2340.00
<b>KVB9</b>	545.10	495.90	200.00	193.50	1430.40

VZA<sub>2</sub>’nın bir sonraki aşamasına geçmeden önce belirlenen bu değişkenlerin doğruluğunu test etmek amacıyla, girdi ve çıktı değişkenlerinin arasındaki korelasyon katsayıları arasındaki ilişki aşağıdaki Tablo 6.21’de verilmiştir.

**Tablo 6.21:** İkinci analiznin girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki korelasyon analizi sonuçları.

	Hammadde	Tüketilen enerji ve su	Çalışan sayısı	Katma değer	Net kar
<b>Hammadde</b>	1.00				
<b>Tüketilen enerji ve su</b>	0.66	1.00			
<b>Çalışan sayısı</b>	0.31	0.19	1.00		
<b>Katma değer</b>	0.39	0.01	0.76	1.00	
<b>Net kar</b>	0.74	0.43	0.78	0.85	1.00

Tablo 6.21 incelendiğinde, girdi değişkenleri ile çıktı değişkenleri arasında korelasyon katsayıların pozitif yönde fakat çok kuvvetli olmadığı görülmektedir. En yüksek korelasyon değerinin net kar ile katma değer arasında 0.85 olarak hesaplandığı saptanmıştır. Diğer değişkenler arasındaki korelasyonların ise düşük olduğu tespit edilmiştir.

### 6.2.3 Firmanın VZA<sub>2</sub> (CCR ve BCC) Yöntemi ile Verimlilik Analizi

VZA modellerinden girdiye yönelik modelin amacı en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini araştırmaktır. Verimlilik performansını girdilerde yapılacak değişikliklerle mümkün olduğu için girdi yönelimli seçilecektir. Uygulamanın verimliliği VZA'nın her iki yaklaşımı ile hesaplanmıştır. CCR-Ölçeğe göre sabit getiri (crs), BCC-Ölçeğe göre değişken getiri (vrs) altında etkinlik analizleri için EMS 1.3.0 (Efficiency Measurement System) paket programı kullanılmıştır.

**Tablo 6.22:** Ürünlerin VZA<sub>2</sub> modelleri ile verimlilik analizi.

Ürünler	Etkinlik Skorları CCR ES(%)	Referans Kümesi <i>Benchmarks</i>	Etkinlik Skorları BCC ES(%)	Referans Kümesi <i>Benchmarks</i>
<b>KVB1</b>	77.46%	2 (0.09) 8 (0.36)	<b>100.00%</b>	<b>0</b>
<b>KVB2</b>	<b>100.00%</b>	<b>2</b>	<b>100.00%</b>	<b>0</b>
<b>KVB3</b>	77.52%	2 (0.13) 8 (1.08)	100.00%	0
<b>KVB4</b>	80.53%	6 (0.20) 8 (0.26)	100.00%	1
KVB5	92.81%	6 (0.87) 8 (0.11)	93.26%	4 (0.04) 6 (0.86) 8 (0.10)
<b>KVB6</b>	<b>100.00%</b>	<b>3</b>	<b>100.00%</b>	<b>1</b>
<b>KVB7</b>	<b>100.00%</b>	<b>0</b>	<b>100.00%</b>	<b>0</b>
<b>KVB8</b>	<b>100.00%</b>	<b>4</b>	<b>100.00%</b>	<b>1</b>
<b>KVB9</b>	92.71%	6 (0.74)	<b>100.00%</b>	<b>0</b>

Tablo 6.22 incelendiğinde firmanın ürün etkinliklerin hesaplaması aşamasında CCR modeli kullanıldığında KVB olarak belirlenen 9 üründen 4 ürün etkin, geriye kalan ürünler ise etkin olmadığı görülmektedir. Buna karşın, BCC modeli kullanıldığında ise sadece bir ürün etkin değildir. Bu analizde temel amaç firmanın ürettiği ürünlerin etkin olmayanların etkinliğini iyileştirmek amacıyla girdi miktarında ne kadar azalış (artış) yapılması gerektiğini tespit etmek olduğundan ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında girdiye yönelik VZA<sub>2</sub> modeli yani CCR modelin sonuçları kullanılarak diğer adımlara devam edilmiştir.

Etkinlik sınırının altında olan ürünlerin, tam etkin konuma gelebilmek için örnek alacakları referans grubunda en çok yer alan ürün KVB8. En düşük etkinlik skoruna sahip firma % 77.46 lük etkinlik skoru ile KVB1'dir.

“Benchmarks” sütunundaki değerlerin yorumlar böyle yapılabilir: Tablo 6.22'deki KVB1 olan ürün, KVB2'yi % 9 oranında ve KVB8'i % 36 oranında referans olarak almaktadır. Girdi odaklı VZA<sub>2</sub>'da, çıktı düzeyi sabit tutulurken girdi miktarının optimum olması amaçlanır ve etkin olmayan KVB'nin etkin olabilmesi için girdilerinin ne kadar azaltılması gerektiği belirlenir. KVB1'nin, girdilerinde yapacağı iyileştirmelerde (azaltmalarda) “Benchmarks” sütunundaki yüzdeler kullanılarak hedef değer bulunabilecektir.

Hedef değer aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$KVB1_i = [(0.09) \times KVB2_i] + [(0.36) \times KVB8_i]$$

$KVB1_i$  : KVB1'in i'ninci girdisine ilişkin hedef değer

$KVB2_i$  : KVB2'nin i'ninci girdisine ilişkin mevcut değer

$KVB8_i$ : KVB8'nin i'ninci girdisine ilişkin mevcut değer

0.09 : KVB2'nin ağırlığı

0.36 : KVB8'nin ağırlığı

$$KVB1_i = [(0.09) \times 135.0] + [(0.36) \times 430.0]$$

Sonuç olarak KVB1 ürününün birinci girdisi Hammaddenin mevcut değeri olan 217.9 euro'yu hesaplanan 166.95 hedef değerine ulaşabilmesi için %23 oranında azaltma yapması gerekmektedir.



Etkinlik skoru %100'ün altında olan tüm KVB'ri için hedef değerler hesaplanarak yapılması gereken iyileştirmelerin yüzdeleri aşağıdaki Tablo 6.23 'da gösterilmiştir.

**Tablo 6.23: Ürünlerin hedef değerleri ve yüzdeleri.**

Ürünler	Hammadde	Tüketilen enerji ve su	Çalışan sayısı
<b>KVB1 (0.7746)</b>			
Mevcut Değer	217.90	173.40	250.00
Hedef Değer	166.95	89.77	190.80
Fark	-50.95	-83.63	-59.20
Yüzde	-23%	-48%	-24%
<b>KVB3 (0.7752)</b>			
Mevcut Değer	623.20	481.60	666.70
Hedef Değer	481.95	213.66	516.40
Fark	-141.25	-267.94	-150.30
Yüzde	-23%	-56%	-23%
<b>KVB4 (0.8053)</b>			
Mevcut Değer	265.80	179.00	200.00
Hedef Değer	215.18	138.18	161.80
Fark	-50.62	-40.82	-38.20
Yüzde	-19%	-23%	-19%
<b>KVB5 (0.9281)</b>			
Mevcut Değer	545.10	481.60	285.70
Hedef Değer	497.00	447.93	264.80
Fark	-48.09	-33.67	-20.90
Yüzde	-9%	-7%	-7%
<b>KVB9 (0.9271)</b>			
Mevcut Değer	545.10	495.90	200.00
Hedef Değer	382.51	366.97	185.00
Fark	-162.59	-128.93	-15.00
Yüzde	-30%	-26%	-8%
<b>Ortalama</b>	<b>20%</b>	<b>-33%</b>	<b>-16%</b>

Tablo 6.23 incelendiğinde, gıda sektöründe işlem gören firmanın ürettiği 9 üründen, etkin olmayan 5 ürünün etkin olabilmek için ortalama olarak *hammadde* 90.70, *tüketilen enerji ve su* 111 ve *çalışan sayısında* 56 kişi kadar azalışa girmeleri gerektiği tespit edilmiştir.

#### 6.2.4 Ağırlıklı VZAHP<sub>2</sub> Yöntemi ile Firmanın Verimlilik Analizi

Bu bölümde girdi ve çıktı değişkenlerin ağırlıkları AHP yöntemi yardımı ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu ağırlıkları belirlemek için Ek B’da bulunan “Firmaya ait ürünlerin verimlilik değerlendirme anketi” ikili kriter karşılaştırmalarını hazırlanmıştır. Hazırlanan anket formu, Kosova’da faaliyet gösteren ve çalışmaya dâhil edilen firmaların yöneticileri ile yüz yüze görüşme yöntemi ile yapılmıştır. Görüşme 6 yönetici ile gerçekleşir ve anketlere verdiği cevaplara göre her bir değişkenin aldığı ağırlığı Expert Choice paket programı ile hesaplanmıştır.

Katılan uzmanların hepsi ankete verdikleri cevapların Tutarlılık İndeksi (Consistency Index) < 0.10 olduğundan anket kabul edilerek analize dâhil edilmiştir.

Burada Bölüm 4.1.2’de de ifade edilmiş olan ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken Saaty tarafından önerilen geleneksel ve dengeli ölçek kullanılmıştır. Tutarsızlıkları kontrol edilen matrislerin üstünlüklerin elde edilmesi için birçok yöntemin olduğu ifade edilmiştir.

Her iki ölçek ile yapılan karşılaştırmalar sonucunda elde edilen ağırlıklar aşağıdaki Tablo 6.24 ve Tablo 6.25’te gösterilmiştir. Ayrıca Saaty ölçeği kullanıldığında üstünlüklerin belirlenmesinde öz değer, dengeli ölçekte ise Logaritmik en küçük kareler (LEK) yöntemleri uygulanmıştır. Burada ankete katılan yöneticilerin görüşünü sadece Saaty ölçeğine göre belirlenmiştir, dengeli ölçek için gereken değişiklikler yapılarak gereken işlemler ile hesaplanmıştır.

**Tablo 6.24:** Firma yöneticilerin Saaty ölçeği kullanarak elde edilen girdi ağırlıkları.

Girdiler	1.Yönetici	2.Yönetici	3. Yönetici	4.Yönetici	5.Yönetici	6.Yönetici
Hammadde	0.691	0.687	0.528	0.186	0.644	0.674
Çalışan sayısı	0.091	0.186	0.140	0.127	0.085	0.226
Tüketilen enerji ve su	0.218	0.127	0.333	0.687	0.271	0.101
<i>Toplam ağırlıklar</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>
<b><i>Tutarlılık Oranı</i></b>	<b><i>0.050</i></b>	<b><i>0.090</i></b>	<b><i>0.050</i></b>	<b><i>0.090</i></b>	<b><i>0.050</i></b>	<b><i>0.080</i></b>

**Tablo 6.25:** Firma yöneticilerin dengeli ölçek kullanarak elde edilen girdi ağırlıkları.

Girdiler	1.Yönetici	2.Yönetici	3. Yönetici	4.Yönetici	5.Yönetici	6.Yönetici
Hammadde	0.536	0.510	0.400	0.252	0.502	0.506
Çalışan sayısı	0.183	0.250	0.250	0.238	0.171	0.289
Tüketilen enerji ve su	0.281	0.240	0.350	0.510	0.327	0.205
<i>Toplam ağırlıklar</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>
<b>Tutarlılık Oranı</b>	<b>0.0006</b>	<b>0.0200</b>	<b>0.0042</b>	<b>0.0200</b>	<b>0.0005</b>	<b>0.0034</b>

AHP yöntemin önemli adımlardan biri olan tutarlılık hesaplaması ve tutarlılık oranı olduğundan bu oranın 0.1'den küçük olması gerektiğini AHP yöntemi açıklanırken detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Tablo 6.24 ve 6.25'ten görüldüğü üzere her iki ölçekle de elde edilen karşılaştırmaların TO <0.1'dir. Saaty ölçeği ile yapılan karşılaştırmalarda 2. Ve 4. Yöneticilerin TO 1'e yakın olmasına karşın Dengeli ölçek kullanıldığında bu oran 0.02 değerine düşmektedir. Yapılan bir çalışmada, ölçek performansı tespiti için kullanılan birkaç yöntem önerilmiştir [62]. Buna göre Dengeli ölçek ile elde edilen TO 1'den daha uzak olduklarından daha iyi performansa sahip olduğu söylenebilir. Yine de böyle kesin bir sonuca varmak için daha çok araştırma ve uygulama yapılması gerekmektedir. Bundan dolayı çalışmanın devamında sadece Dengeli ölçek ile elde edilen ağırlıkları kullanmak yerine her iki ölçek ile elde edilen ağırlıkları kullanarak iki farklı ağırlıklı VZA<sub>2</sub> modeli kurulmuştur.

Girdi değişkenler için her iki ölçek ile yapılan altı ikili karşılaştırmaların önce geometrik ortalamaları alınır ondan sonra öncelikleri her iki ölçek için ayrı ayrı hesaplanmış ve Tablo 6.26'de gösterilmiştir.

**Tablo 6.26:** İkinci analizin Saaty ve Dengeli ölçek ile elde edilen girdilerin ortalama yüzde ağırlıkları.

Girdi değişkeni	Ağırlıklar ve rank			
	Saaty ölçek	Rank	Dengeli Ölçek	Rank
Hammadde	0.585	1	0.452	1
Çalışan sayısı	0.150	3	0.234	3
Tüketilen enerji ve su	0.264	2	0.314	2

Saaty ölçeğine göre, girdi değişkenlerinin ortalama yüzde ağırlıkları incelendiğinde girdi değişkenleri içerisinde “Hammadde” %58.5’lük önem değeri ile ilk sırada ikinci sırada “tüketilen enerji ve su” ve son sırada “çalışan sayısı” yer almaktadır.

Dengeli ölçeğe göre, girdi değişkenlerinin ortalama yüzde ağırlıkları incelendiğinde %45.2 önem değeri ile yine ilk sırada “Hammadde” yer almaktadır.

Tablo 6.26’den görüldüğü üzere Saaty ve Dengeli ölçek ile bulunan ağırlıklar dağılımında farklılık olmasına rağmen kriterlerin önem sıralaması aynı çıkmıştır. Dengeli ölçek ile yapılan ikili karşılaştırma matrislerin kriterlerin ağırlık oranlarını önemli ölçüde hafifletmişlerdir. Örneğin Saaty ölçeği kullanılarak elde edilen ‘hammadde’ ve ‘çalışan sayısı’ girdi kriterlerin nispi oranı  $(0.585/0.150)=3.9$  dengeli ölçekle ise  $(0.452/0.234)=1.93$  olarak bulunur. Her ne kadar ağırlık oranlarında mutlak farklar küçük ve ranklar beklendiği gibi aynı olsa da AHP metodun dikkate aldığı nispi oranlardır, öyle ki yukarıda yapılan karşılaştırma farklı ölçek kullanıldığında önemli ölçüde farklı sonuçların ortaya çıkabilecek durumlardan birini göstermekte [59].

Girdi değişkeninin ağırlıkları elde etmek için yapılan işlemler, çıktı değişkeni için de yapılarak ağırlıklar belirlenmiştir. Burada sadece iki değişken olduğu için tutarsızlık söz konusu olmadığından iki ölçek ile yapılan karşılaştırmalar Tablo 6.27 ve Tablo 6.28’da gösterilmiştir.

**Tablo 6.27:** Firma yöneticilerin Saaty ölçek kullanarak elde edilen çıktı ağırlıkları.

Çıktılar	1.Yönetici	2.Yönetici	3.Yönetici	4.Yönetici	5.Yönetici	6.Yönetici
Net Kar	0.800	0.667	0.250	0.750	0.857	0.333
Katma Değer	0.200	0.333	0.750	0.250	0.143	0.667
<i>Toplam ağırlıklar</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>

**Tablo 6.28:** Firma yöneticilerin dengeli ölçek kullanarak elde edilen çıktı ağırlıkları.

Çıktılar	1.Yönetici	2.Yönetici	3.Yönetici	4.Yönetici	5.Yönetici	6.Yönetici
Net Kar	0.650	0.550	0.400	0.600	0.750	0.450
Katma Değer	0.350	0.450	0.600	0.400	0.250	0.550
<i>Toplam ağırlıklar</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>

Çıktı değişkenler için her iki ölçek ile yapılan altı ikili karşılaştırmaların önce geometrik ortalamalı alınır ondan sonra öncelikleri her iki ölçek için teker teker hesaplanmış ve Tablo 6.29’de gösterilmiştir.

**Tablo 6.29:** İkinci analizin Saaty ve Dengeli ölçek ile elde edilen çıktıların ortalama yüzde ağırlıkları.

Çıktı değişkeni	Ağırlıklar ve rank			
	Saaty ölçek	Rank	Dengeli ölçek	Rank
Net Kar	0.630	2	0.571	2
Katma Değer	0.370	1	0.429	1

Saaty ölçeğine göre, çıktı değişkenlerinin ortalama yüzde ağırlıkları incelendiğinde çıktı değişkenleri içerisinde “Net Kar” %63’lük önem değeri ile “Katma Değer” değişkenine göre daha önemlidir. Dengeli ölçeğe göre ise çıktı değişkenlerinin ortalama yüzde ağırlıkları incelendiğinde %57.1’lik önem değeri ile yine ilk sırada “Net Kar” yer almaktadır.

Her bir değişkenin ağırlığı, firma yöneticilerin verdikleri cevaplar doğrultusunda Expert Choice paket programından faydalanılarak hesaplanmıştır. Girdi ve çıktı değişkenleri için elde edilen ikili karşılaştırma matrislerden yola çıkarak ağırlıklı VZAHP<sub>2</sub> analizleri için ileriki adımlarda gereken kısıtlar her iki ölçek için de ayrı ayrı aşağıda gösterilmiştir.

- VZAHP<sub>2</sub>-Saaty ağırlıklı yöntemi ile analiz edilirken kullanılmak üzere 4 kısıt aşağıda verilmiştir.

Girdiler	$v_1$	$v_2$	$v_3$
$v_1$	1.00	3.90	2.22
$v_2$	0.26	1.00	0.57
$v_3$	0.45	1.76	1.00

Çıktılar	$u_1$	$u_2$
$u_1$	1.00	1.70
$u_2$	0.59	1.00

$$\frac{v_1}{v_2} \geq 3.90 \Rightarrow v_1 - 3.90v_2 \geq 0 ,$$

$$\frac{u_1}{u_2} \geq 1.70 \Rightarrow u_1 - 1.70u_2 \geq 0 .$$

$$\frac{v_1}{v_3} \geq 2.22 \Rightarrow v_1 - 2.22v_3 \geq 0 ,$$

$$\frac{v_2}{v_3} \geq 0.57 \Rightarrow v_2 - 0.57v_3 \geq 0 ,$$

- VZAHP<sub>2</sub>-Dengeli ağırlıklı yöntemi ile analiz edilirken kullanılmak üzere 4 kısıt aşağıda verilmiştir.

Girdiler	$v_1$	$v_2$	$v_3$	Çıktılar	$u_1$	$u_2$
$v_1$	1.00	1.93	1.44	$u_1$	1.00	1.33
$v_2$	0.52	1.00	0.75	$u_2$	0.75	1.00
$v_3$	0.69	1.34	1.00			

$$\frac{u_1}{u_2} \geq 1.93 \Rightarrow u_1 - 1.93u_2 \geq 0 ,$$

$$\frac{v_1}{v_2} \geq 1.33 \Rightarrow v_1 - 1.33v_2 \geq 0 .$$

$$\frac{u_1}{u_3} \geq 1.44 \Rightarrow u_1 - 1.44u_3 \geq 0 ,$$

$$\frac{u_2}{u_3} \geq 0.75 \Rightarrow u_2 - 0.75u_3 \geq 0 ,$$

Elde edilen kısıtlar, hesaplanacak olan VZA<sub>2</sub> modellerine dahil edilerek ağırlıklı VZAHP<sub>2</sub>-Saaty ve VZAHP<sub>2</sub>-dengeli modelleri EMS 1.3.0 programıyla tekrar çalıştırılmıştır. Analize başlamadan önce farklı birimlerde ve büyüklükteki verileri daha sade hale getirmek için girdi ve çıktı verilerin standart hale getirme işlemi yapılır. Bu işlemler sonucunda elde edilen sonuçlar Tablo 6.30'da gösterilmiştir. Verilerin standart hale getirilirken örnek olarak uygulamaya ait veri setinin bulunduğu Tablo 6.19'den hammadde sütununda en yüksek değer 623.2 ile KVB3'e aittir. KVB1'in hammadde değeri ise 217.4 olarak verilmiştir. Standartlaştırma işlemi  $(217.4/623.2)*100$  şeklinde yapılmış ve 34.96 sonucuna ulaşılmıştır. Bu işlem, tüm ürünler ve her bir değişken için aynı şekilde uygulanarak Tablo 6.29 üzerinde gösterilen sonuçlara ulaşılmıştır.

**Tablo 6.30:** Ürünlere ait standart hale getirilmiş veri matrisi.

Ürünler	Girdi değişkenleri			Çıktı değişkenleri	
	Hammadde {I}	Tüketilen enerji ve su {I}	Çalışan sayısı {I}	Katma değer {O}	Net kar {O}
<b>KVB1</b>	34.96	34.97	37.54	35.63	36.20
<b>KVB2</b>	21.66	80.14	60.06	51.80	52.64
<b>KVB3</b>	100.00	97.12	100.00	98.43	100.00
<b>KVB4</b>	42.65	36.10	30.03	35.83	36.40
<b>KVB5</b>	87.47	97.12	42.79	60.76	71.23
<b>KVB6</b>	82.94	98.81	37.54	68.81	70.97
<b>KVB7</b>	33.20	36.30	42.04	76.33	46.84
<b>KVB8</b>	69.00	30.25	64.56	100.00	86.11
<b>KVB9</b>	87.47	100.00	30.03	35.83	52.64

Saaty ölçeği kullanarak belirlen değişken ağırlıkların VZA<sub>2</sub> modeline dahil edilmesiyle elde edilen VZAHP<sub>2</sub>-Saaty modelin etkinlik skorları (%ES) ve KVB'nin referans kümeleri (Benchmarks) Tablo 6.31'da yer almaktadır.

**Tablo 6.31:** Ürünlerin ağırlıklı VZAHP<sub>2</sub>-Saaty ile etkinlik skorları ve referans kümeleri.

Ürünler	Etkinlik Skorları ES(%)	Referans Kümesi <i>Benchmarks</i>
KVB1	55.34%	7 (0.55)
<b>KVB2</b>	<b>100.00%</b>	<b>0</b>
KVB3	54.72%	7 (1.51)
KVB4	51.74%	7 (0.55)
KVB5	46.11%	7 (0.99)
KVB6	52.22%	7 (1.06)
<b>KVB7</b>	<b>100.00%</b>	<b>7</b>
KVB8	84.18%	7 (1.45)
KVB9	31.19%	7 (0.64)

Tablo 6.31 incelendiğinde VZAHP<sub>2</sub>-Saaty ile etkinliği belirlenen 9 üründen ikisi etkin, geriye kalanlar ise etkin değildir. Etkinlik sınırının altında olan ürünlerin, tam etkin konuma gelebilmek için örnek alacakları referans grubunda en çok bulunan ürün KVB7'dir. En düşük etkinlik skoruna sahip firma %31.19 lük etkinlik skoru ile KVB9'dir.

**Tablo 6.32:** Ürünlerin ağırlıklı VZAHP<sub>2</sub>-Dengeli ile etkinlik skorları ve referans kümeleri.

Ürünler	Etkinlik Skorları ES(%)	Referans Kümesi <i>Benchmarks</i>
KVB1	57.79%	7 (0.56)
<b>KVB2</b>	<b>100.00%</b>	<b>0</b>
KVB3	57.49%	7 (1.56)
KVB4	55.93%	7 (0.57)
KVB5	49.63%	7 (1.02)
KVB6	55.45%	7 (1.10)
<b>KVB7</b>	<b>100.00%</b>	<b>7</b>
KVB8	92.59%	7 (1.48)
KVB9	34.24%	7 (0.68)

Tablo 6.32 incelendiğinde VZAHP<sub>2</sub>-Dengeli ile etkinliği belirlenen 9 üründen 7'si etkin değil diğer ikisi ise etkindir. Referans kümesinde yer alan tek etkin ürün KVB7'dir ve diğer 7 etkin olmayan ürüne referans olmaktadır.

## 6.2.5 VZA<sub>2</sub>, VZAHP<sub>2</sub>-Saaty ve VZAHP<sub>2</sub>-Dengeli ile Yapılan Etkinlik Analizlerin

### Karşılaştırmalı Yorumlanması

VZA<sub>2</sub>, VZAHP<sub>2</sub>-Saaty ve VZAHP<sub>2</sub>-Dengeli yöntemlerinin etkinlik analiz sonuçları karşılaştırmalı olarak Tablo 6.33’de verilmiştir. Sonuçları yorumlarken Tablo 6.33’den da anlaşılacağı üzere ağırlıksız VZA yöntemi ile yapılan analizde etkin bulunan 6 adet firmadan 4’ü VZAHP<sub>2</sub>-Saaty ve VZAHP<sub>2</sub>-Dengeli yöntemleri ile yapılan analizde %100 etkin bulunmamıştır. Bununla birlikte ağırlıkların eklenmesi ile etkinlik skorlarında düşüş gerçekleştiği görülmektedir. Burada, girdi ve çıktı değişkenlerine eşit ağırlık vermek yerine bu değişkenlerin AHP yöntemi yardımı ile ağırlıklarının analize dahil edilmesi daha sağlıklı, daha güvenilir sonuçlara ulaşmamızı sağlamaktadır.

**Tablo 6.33:** Firmaların VZA<sub>2</sub> ve ağırlıklı VZAHP<sub>2</sub> ile etkinlik skorları ve referans kümesi.

Ürünler	Etkinlik Skorları VZA <sub>2</sub> ES(%)	Etkinlik Skorları VZAHP <sub>2</sub> -Saaty ES(%)	Etkinlik Skorları VZAHP <sub>2</sub> -Dengeli ES(%)
KVB1	77.46%	55.34%	57.79%
<b>KVB2</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>
KVB3	77.52%	54.72%	57.49%
KVB4	80.53%	51.74%	55.93%
KVB5	92.81%	46.11%	49.63%
<b>KVB6</b>	<b>100.00%</b>	52.22%	55.45%
<b>KVB7</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>
<b>KVB8</b>	<b>100.00%</b>	84.18%	92.59%
KVB9	92.71%	31.19%	34.24%
<i>Oortalama</i>	<i>91.23%</i>	<i>63.94%</i>	<i>67.01%</i>

Uzman görüşlerin analize dahil edilmesini sağlayan AHP uygulaması sonucunda elde edilen ağırlıkların çalışmaya dahil edilmesiyle yapılan etkinlik analizi sonuçlarına göre ağırlıksız VZA<sub>2</sub>’ya göre oldukça farklı olduğu görülmekte. Örneğin VZA<sub>2</sub> analizi ile 100% etkinlik skoruna sahip olan KVB6 firma VZAHP<sub>2</sub>-Saaty ile 52.22% ve VZAHP<sub>2</sub>-Dengeli ile 55.45% etkinlik skorlarına düşmüştür. Bu sonuçlara ve son satırda yer alan etkinlik skorların ortalamasına göre AHP ile elde edilen ağırlıkların analize dahil edilmesiyle etkinlik skorlarında önemli ölçüde düşüş olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca VZA<sub>2</sub> analizi sonucunda 77.46% en düşük etkinlik skoruna sahip KVB1 iken ağırlıkların eklenmesiyle elde edilen sonuçlarda ise en düşük etkinlik skoruna sahip firma KVB9 bulunmuştur.



**Tablo 6.34:** Ürünlerin girdi değişkenlerinin ağırlık dağılımları.

Ürünler	VZA <sub>2</sub>			VZAHP <sub>2</sub> -Saaty			VZAHP <sub>2</sub> -Dengeli		
	v <sub>1</sub>	v <sub>2</sub>	v <sub>3</sub>	v <sub>1</sub>	v <sub>2</sub>	v <sub>3</sub>	v <sub>1</sub>	v <sub>2</sub>	v <sub>3</sub>
<b>KVB1</b>	0.48	<b>0.00</b>	0.52	0.57	0.15	0.28	0.44	0.23	0.33
<b>KVB2</b>	1.00	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
<b>KVB3</b>	0.50	<b>0.00</b>	0.50	0.59	0.15	0.26	0.46	0.23	0.31
<b>KVB4</b>	0.46	<b>0.00</b>	0.54	0.65	0.14	0.21	0.52	0.23	0.25
<b>KVB5</b>	<b>0.00</b>	0.33	0.67	0.66	0.19	0.15	0.52	0.30	0.18
<b>KVB6</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	1.00	0.66	0.20	0.13	0.52	0.32	0.16
<b>KVB7</b>	0.60	<b>0.00</b>	0.40	0.70	0.10	0.20	0.72	0.11	0.17
<b>KVB8</b>	<b>0.00</b>	1.00	<b>0.00</b>	0.65	0.07	0.27	0.53	0.12	0.35
<b>KVB9</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	1.00	0.69	0.20	0.11	0.55	0.32	0.13

Ayrıca değişken ağırlıkların VZA ya eklenmesiyle elde edilen ağırlıklı VZA yönteminin sağladığı avantajlardan bir diğeri de verilerin, analiz aşamasında neredeyse tamamının dikkate alınarak hesaplama yapılmasıdır. Örneğin, Tablo 6.34'ye bakılacak olursa, ağırlıksız VZA yöntemi ile gerçekleştirilen veri zarflama analizinde çoğu karar biriminin girdi değişkenlerine ait ağırlıklarının 0 olduğu görülmektedir. Bu durum, eldeki verilerin birçoğunun analize dâhil edilmemesine ve dolayısı ile yanlış yorumlamalara neden olmaktadır. Ancak değişken ağırlıkların atandığı VZAHP yaklaşımında durum böyle değildir. Yine Tablo 6.34 incelenecek olursa girdi değişkenlerine ait tüm ağırlıkların sıfırdan farklı olduğu ve her bir karar birimine ait verilerin tümünün analize dâhil edildiği görülmektedir.

- Tablo 6.33 incelendiğinde KVB6 ve KVB8 ürünleri sadece VZA ile yapılan etkinlik analizinde etkin bulunduğu görülmektedir. Ancak ağırlıklandırılmış olan VZAHP<sub>2</sub>-Saaty uygulandığında bu ürünlerin etkinlik değerleri sırasıyla 52.22% ve 55.45% ayrıca, VZAHP<sub>2</sub>-Dengeli uygulandığında'da 84.18% ve 92.59% olduğu Tablo 6.33 üzerinde görülmektedir. Bu ürünlerin ağırlıklandırılmış VZAHP yöntemleri altında etkinlik değerlerinin düştüğü anlaşılmaktadır.

Bu da ağırlıklı VZAHP yöntemlerin, ağırlıksız VZA yöntemi ile karşılaştırıldığında üstün olduğu yönlerden biri olarak ifade edilmektedir.

Ayrıca karşılaştırma açısından kolaylık sağlması açısından şimdiye kadar yapılmış etkinlik analizlerin yer aldığı Tablo 6.35'deki modellerin korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analizin yapılmasının sebebi Tablo 6.35'da yer alan etkinlik analiz modellerinin hangisi

daha güvenilir olduğunu ve hangi modellerin birbirleri yerine kullanılabileceği anlamamıza yardımcı olmasıdır. VZA<sub>2</sub>, VZAHP<sub>2</sub>-Saaty ve VZAHP<sub>2</sub>-Dengeli etkinlik analiz modellerin korelasyon analizi Tablo 6.35’de yer almaktadır.

**Tablo 6.35:** İkinci etkinlik analiz modeller arasındaki korelasyon analizi sonuçları.

	VZA <sub>2</sub>	VZAHP <sub>2</sub> -Saaty	VZAHP <sub>2</sub> -Dengeli
VZA <sub>2</sub>	1.000		
VZAHP <sub>2</sub> -Saaty	0.510	1.000	
VZAHP <sub>2</sub> -Dengeli	0.519	0.995	1.000

Tablo 6.35’deki korelasyon katsayıları; VZA<sub>2</sub> ve VZAHP<sub>2</sub>-Saaty modeli arasında 0.510, VZA<sub>2</sub> ve VZAHP<sub>2</sub>-Dengeli modelleri arasında 0.519, VZAHP<sub>2</sub>-Saaty ve VZAHP<sub>2</sub>-Dengeli arasında 0.995 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlardan her üç modelin de birbirleri ile uyum içinde olduğunu söyleyebiliriz. Özellikle ağırlıklı VZA<sub>2</sub> modelleri olan VZAHP<sub>2</sub>-Saaty ve VZAHP<sub>2</sub>-Dengeli birbiri ile son derece yüksek ilişkili olduğu sonucu beklenen bir sonuç olarak bulunmuştur.

Bu analiz sonuçlarına göre, etkin olmayan bir karar biriminin etkin olabilmek adına çıktılarını artırabilmek için ne ölçüde girdi kullanması gerektiğine karar verilebilmektedir. Bu hedeflenen değerlere ulaşmak için yapılması gereken işlemler sade VZA etkinlik analizi yapılırken detaylarıyla gösterilmiştir burada tekrarlanmamıştır.

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

VZA, parametrik olmayan doğrusal programlama bazlı yöntem olup aynı girdi ve çıktı değişkenlerini kullanan homojen KVB'lerin etkinlik ve verimlilik ölçme yöntemidir. Analizin temelinde KVB'lerin etkin olan ve etkin olmayanları belirleyip etkisizlik miktarını tespit ederek etkin olmayan KVB'lerin etkin konuma gelebilmesi için tavsiyeler vermektedir. Temel VZA modelleri, her bir KVB'nin girdi ve çıktıların farklı ağırlıklar atadığından bazı önemli KVB'lerin girdi ve çıktılarına istenmeden sıfır ağırlıkları hesaplanır. Böylelikle aslında etkin olmayan bir KVB'nin etkin olarak değerlendirilmesine sebep olur. Bu gibi sorunları gidermek için girdi ve çıktı değişken ağırlıklarına uygun kısıtlamalar belirlenebilir. AHP yöntemi sayesinde değişken ağırlıkları belirlenerek ve bu ağırlıkları VZA yöntemine dahil ederek VZAHP yöntemi geliştirilmiştir. Ayrıca AHP yöntemi uygulanırken ikili karşılaştırma için kullanılan standart ölçekten kaynaklı tutarsızlıkları azaltacağı düşünülen Dengeli ölçek çalışmaya dahil edilmiştir. Değişken üstünlükleri belirlenirken Geleneksel ölçek için Öz değer yöntemi, dengeli ölçek için ise Logaritmik en küçük kareler yöntemi kullanılmıştır. Böylece VZA, VZAHP-Saaty ve VZAHP-dengeli olmak üzere üç farklı model ile uygulama yapılmıştır. Bu tez çalışmasının Gıda sektöründe daha önce gerçekleştirilmiş benzer çalışmalardan kendini ayıran özelliği VZA yöntemi içinde AHP'nin farklı ölçek kullanarak eklenmesi ile yapılan bir yöntem olmasıdır.

Çalışmada VZA, Kosova gıda sektörünün verimlilik analizi için kullanılmıştır. Uygulama iki birbirinden ayrı analiz olarak ele alınmıştır. Bunun yapılmasının sebebi oluşturulan modellerin aynı değişken sayısına sahip iken birinci analizde KVB sayısı değişken sayısından 5 kat daha büyük iken ikinci analizde 2 katından daha küçük olduğu durumu incelemektir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda uygulanan modellerin her iki analiz için de benzer hassasiyete cevap verdiği görülmektedir.

- *Birinci analiz* için Kosova'da gıda sektöründe faaliyet gösteren 27 firmanın finans verilerine göreli etkinlikleri dikkate alınarak yapılmıştır. Çalışmada 3 girdi ve 2 çıktı ile VZA yapılmıştır. Girdi değişkenleri finans verileri olan *Öz Kaynaklar*, *Aktif Toplam*, *İşçi giderleri* ve çıktı değişkenleri *Net Satış*, *Kar*'dir. Analiz için VZA<sub>1</sub>'nin özel yazılımlarından olan EMS 1.3.0 paket programı kullanılmıştır. Önce Firmaların

girdiye yönelik CCR modeline göre etkinlikleri bulunmuştur ve etkinlik ortalamalarına da bakılmıştır.

- Analiz sonucunda 6 adet firma etkin, diğer 21 adet firma ise etkinlik skorları %100'ün altında bulunmuş ve bu firmaların etkin olabilmek için ortalama olarak girdi değişkenleri olan *öz kaynaklarında* 2675328.98€, *toplam aktiflerde* 6658641.96 € ve *işçi giderlerinde* 345469.89 € azalışa girmeleri gerektiği tespit edilmiştir. En düşük etkinlik skoruna sahip firma %19.86 ile KVB4 bulunmuştur.
- VZAHP<sub>1</sub> yöntemi ile yapılan analizde ise görüşleri hem geleneksel hem de dengeli ölçek kullanarak 6 finans- muhasebe uzmanının “*Gıda Sektöründeki firmaların finansal performans verimlilik analizi anketi*” yardımı ile elde edilen ikili karşılaştırma matrisleri ile girdi ve çıktı değişkenlerine ağırlıklar atanmış ve etkinlik analizi tekrarlanmıştır. Analiz sonucunda görülmüştür ki ağırlıksız VZA<sub>1</sub> yöntemi ile etkin bulunan 6 adet firmadan VZAHP<sub>1</sub>-Saaty yöntemi uygulandığında KVB7, KVB11, KVB16 ve KVB23 firmaların etkinlik skorlarında sırasıyla 57.39%, 43.66% , 61.09% ve 68.89% düşüş gerçekleşmiş ayrıca VZAHP<sub>1</sub>-Dengeli yöntemi uygulandığında'da 63.64% , 45.82% , 62.99% ve 73.49% olduğu Tablo 6.16 üzerinde görülmektedir.
- Diğer bir deyişle VZA<sub>1</sub> sonuçlarına göre ortalama etkinlik skoru % 72 iken, bu skor VZAHP<sub>1</sub>-Saaty %48 ve VZAHP<sub>1</sub>-Dengeli de %50 civarına düşmüştür. Böyle sonuçların elde edilmesi ağırlıksız VZA<sub>1</sub> yöntemi ile gerçekleştirilen analizde çoğu karar biriminin girdi değişkenlerine ait ağırlıklarının 0 olduğundan eldeki verilerin birçoğunun analize dâhil edilmemesine ve dolayısı ile yanlış yorumlanmasına neden olmaktadır. Ancak değişken ağırlıkların atandığı VZAHP<sub>1</sub> yaklaşımında girdi değişkenlerine ait tüm ağırlıkların sıfırdan farklı olduğu ve her bir karar birimine ait verilerin tümünün analize dâhil edilmesinden dolayı daha doğru ve güvenilir sonuçlar elde edilmiştir.Sonuç olarak VZAHP<sub>1</sub> yöntemi ile toplam 2 adet firma etkin olarak bulunmuştur.
- *İkinci analizde* için Kosova'da gıda sektöründe faaliyet gösteren ve gereken verilere ulaşılabilen bir firma seçilmiştir. Firmanın ürettiği 9 ürün ile firmanın göreceli etkinlikleri dikkate alınarak yapılmıştır. Bu uygulamada da 3 girdi ve 2 çıktı ile VZA<sub>2</sub> yöntemi uygulanmıştır. Ürünlerin üretilmesi aşamasında gerekli olan girdilerden *Hammadde, Tüketilen enerji ve su, İşçilik* ve çıktı değişkenleri *Net Kar, Katma değer* olarak belirlenmiştir. Önce firmanın girdiye yönelik CCR-modeli olan

Ölçeğe göre sabit getiri(crs) ve BCC- modeli Ölçeğe göre değişken getiri(vrs) altında ürünlerin etkinlik analizleri yapılmıştır.

- Analiz sonucunda firmaya ait 9 üründen CCR-modeline göre 4'ü etkin 5'i ise etkin değil BCC-modeline göre ise sadece 1 firma etkin değil geri kalan sekiz firma etkin olduğu sonucuna varılmıştır. Burada temel amaç firmanın ürettiği ürünlerin etkin olmayanların etkinliğini iyileştirmek amacıyla girdi miktarında ne kadar azalış (artış) yapılması gerektiğini tespit etmek olduğundan ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında girdiye yönelik CCR- modelin sonuçları kullanılarak gereken hedef değerler belirlenmiş ve sonraki aşamalar için bu model kullanılarak analize devam edilmiştir. Tablo 6.23 incelendiğinde, gıda sektöründe işlem gören firmanın ürettiği etkin olmayan 5 ürünün etkin olabilmek için ortalama olarak girdi değişkenlerinden *hammadde* 90.70, *tüketilen enerji ve su* 111 ve *çalışan sayısında* 56 kişi kadar azalışa girmeleri gerektiği tespit edilmiştir.
- VZAHP<sub>2</sub> yöntemi ile yapılan analizde ise görüşleri hem geleneksel hem de dengeli ölçek kullanarak 6 yönetici ile yapılan “*Firmaya ait ürünlerin verimlilik değerlendirme anketi*” yardımı ile elde edilen ikili karşılaştırma matrisleri ile girdi ve çıktı değişkenlerine ağırlıklar atanmış ve etkinlik analizi tekrarlanmıştır. Analiz sonucunda görülmüştür ki ağırlıksız VZA<sub>2</sub> yöntemi ile etkin bulunan 4 üründen KVB6 ve KVB8 ürünlerinde etkinlik skorlarında düşüş gerçekleşmiş ve VZAHP<sub>2</sub> – Saaty yöntemi uygulandığında sırasıyla 52.22% ve 55.45% ayrıca, VZAHP<sub>2</sub>- Dengeli uygulandığında da 84.18% ve 92.59% olduğu Tablo 6.33 üzerinde görülmektedir. Diğer bir deyişle VZA<sub>2</sub> sonuçlarına göre ortalama etkinlik skoru 91% iken, bu skor VZAHP<sub>2</sub>-Saaty 64% ve VZAHP<sub>2</sub>-Dengeli de 67% civarına düşmüştür. Böyle sonuçların elde edilmesi ağırlıksız VZA<sub>2</sub> yönteminde her bir KVB'in tüm verileri her zaman analize dahil edilmemiş halbuki ağırlıklı VZAHP<sub>2</sub> yönteminde tüm veriler dahil edilmişlerdir. Bundan dolayı VZAHP<sub>2</sub> yöntemi VZA<sub>2</sub> yöntemine göre daha üstün performansa sahip olduğu sonucuna verilmiştir.

Sonuç olarak, her iki analiz için de etkin bulunan KVB'lerin etkinliklerini korumaya devam etmeleri, Etkin olmayan kurumların ise, VZAHP yöntemi ile yapılan analizin belirlenen hedef değerlerini baz alarak bu yönde iyileştirmeler yaparak etkin hale gelebilmeleri önerilmektedir. Bu etkinlik analizlerinin sadece bir defaya mahsus değil düzenli aralıklarla tekrar edilip hedef değerlerin bulunması ve bu konuda çalışmalar yapılması firmaların finans verimliliğinin ve firmanın ürün üretim verimliliğinin iyileştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Gelecek çalışmalarda aynı model üstünden fakat girdi ve çıktı değişkenler seçilirken farklı finansal oranlar kullanarak firmaların daha detaylı analizi yapılabilir aynı şekilde üretim sürecini etkileyen farklı girdi ve çıktılar da kullanılabilir. Ayrıca AHP uygulanırken yine burada ki gibi farklı ölçek önerilebilir ve bu çalışmada yapılan sadece tutarlı ikili karşılaştırmalar kullanmak yerine tutarsız matrislerde farklı ölçeğin nasıl uygulandığı çalışma konusu olabilir.



## 8. KAYNAKLAR

- [1] World Bank, “The Role Of Agriculture For Stimulating Employment and Growth”, Unlocking Growth Potential: Strategies, Policies, Actions A Country Economic Memorandum, April 29, 2010.  
<http://www.worldbank.org/en/country/kosovo/overview> Erişim tarihi: 20.07.2018.
- [2] IMF, “Republic of Kosovo, Technical Assistance Report - Public Investment Management Assessment”, International Monetary Fund Publication Services, Washington, Country Report No. 16/22, 2016.  
<https://www.imf.org/external/pubs/ft/scr/2016/cr1622.pdf> Erişim tarihi:23.05.2018.
- [3] IMF, “Republic of Kosovo 2018 Article IV Consultation- Press Release; and Staff Report”, International Monetary Fund Publication Services, Washington, IMF Country Report No. 18/368, 2018.  
<https://www.sipotra.it/old/wp-content/uploads/2018/12/cr18368.pdf>
- [4] ASK, “Agricultural Household Survey”, 2017. <https://ask.rks-gov.net/en/kosovo-agency-of-statistics/add-news/results-of-the-agricultural-holdings-survey-2017>  
Erişim tarihi: 18.08.2018.
- [5] CBK, “Annual Report-2001” Banking and Payments Authority of Kosovo, Central Bank of the Republic Of Kosovo, Pristina, 2001.  
<https://bqk-kos.org/publications/cbk-annual-report/?lang=en>  
Erişim tarihi:11.02.2018.
- [6] CIA, “The World Factbook-Kosovo”, Central Intelligence Agency.  
<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/kv.html>  
Erişim tarihi: 13.02.2018.
- [7] S. A. Tyrbedari, “Euroistation Outside Euro-Zone: Assets and Challenges the Experience of Kosovo”, Banking and Payments Authority of Kosovo Working Paper, No: 2, 2006.
- [8] J. Korovilas, “Kosovo’s Economy”, *Academic Foresights*, No: 9, 2013.  
[http://www.academic-foresights.com/Kosovos\\_Economy.html](http://www.academic-foresights.com/Kosovos_Economy.html)  
Erişim tarihi:19.03.2018.
- [9] World Bank, "Country Program Snapshot," The World Bank in Kosovo, 2016.



- [10] Republic Of Kosovo Ministry of Agriculture Forestry and Rural Development, “Green Report 2017”, Prishtina, 2018.  
[https://www.mbpzhrks.net/repository/docs/Raporti\\_i\\_Gjelber\\_2017\\_Eng\\_Final.pdf](https://www.mbpzhrks.net/repository/docs/Raporti_i_Gjelber_2017_Eng_Final.pdf)
- [11] Republic of Kosovo Ministry Trade and Industry, “Investing in Kosovo”, Investment and Enterprise Support Agency-KIESA, Prishtina, 2016.  
<http://kiesa.rks-gov.net/desk/inc/media/F7E81134-5AEF-4186-90D3-D1331193A0C5.pdf> Erişim tarihi: 20.05.2018.
- [12] Kosova Türkiye Ticaret Odası, “Tarım Sektörü”, Prishtina, 2012.  
<http://www.kt-to.org/site/assets/files/1045/tarim-tur.pdf> Erişim tarihi: 22.07.2018.
- [13] "Republic Of Kosovo Ministry of Agriculture Forestry and Rural Development, “Green Report 2014”, Prishtina, 2015.  
[https://www.mbpzhrks.net/repository/docs/56917\\_161214\\_GR\\_2014\\_ENG\\_Final\\_Printed\\_Version.pdf](https://www.mbpzhrks.net/repository/docs/56917_161214_GR_2014_ENG_Final_Printed_Version.pdf)  
Erişim tarihi: 10.02.2018.
- [14] Republic Of Kosovo Ministry of Agriculture Forestry and Rural Development, “Green Report 2016”, Prishtina, 2017.  
[https://www.mbpzhrks.net/repository/docs/Green\\_Report\\_Kosovo\\_2016\\_Final\\_050417.pdf](https://www.mbpzhrks.net/repository/docs/Green_Report_Kosovo_2016_Final_050417.pdf)
- [15] W. W. Cooper, L. M. Seiford and J. Zhu, *Handbook on Data Envelopment Analysis*, Springer US, London, 2011.
- [16] İ. D. Kocakoç, “Veri Zarflama Analizi'ndeki ağırlık kısıtlamalarının belirlenmesinde analitik hiyerarşı süreci'nin Kullanılması”, *Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, vol. 18, no. 2, pp. 1-12, 2003.  
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/211305>
- [17] M. J. Farrell, “The Measurement of Productivity Efficiency”, *Journal of Royal Statistica Society*, vol. 120, no. 3, pp. 253-281, 1957,  
<https://doi.org/10.2307/2343100> .
- [18] C. Yeşilyurt ve M. A. Alan, “Fen Liselerinin 2002 Yılı Göreceli Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi (VZA) Yöntemi İle lçlmesi”, *C İktisadi ve İdari Bilimleri Dergisi*, vol. 4, no. 2, s. 91-104, 2003.  
<http://eskidergi.cumhuriyet.edu.tr/makale/187.pdf>



- [19] V. Kravstova, “Foreing Presence and Efficiency in Transition Economies”, *J Prod Anal*, no. 29, pp. 91-102, 2008, <https://doi.org/10.1007/s11123-007-0073-3> .
- [20] Z. Akal, *İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi: Çok Yönlü Performans Göstergeleri*, MPM Yayınarı No: 473, p. 109, 1996.
- [21] C. İçoş, “Türkiye’deki İstatistik Bölümlerinin Görelı Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Belirlenmesi”, Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, 2013.
- [22] G. Kecek, *Veri Zarflama Analizi Teori ve Uygulama Örneği*, Sayısal Kitabevi, Ankara, 2010.
- [23] M. Norman and B. Stoker, *Data envelopment analysis: the assessment of performance*, England: John Wiley & Sons, Ltd, 1991.
- [24] G. Güzhan, “Mesleki ve Teknik Eğitim Sisteminin Performansının Değerlendirilmesinde Bir Veri Zarflama Analizi Uygulaması”, Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniv., İzmir, 2007.
- [25] Z. Sarı, “Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama”, Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniv., Ankara, s. 72, 2015.
- [26] R. Ayna and E. Ö. Gültekin, “Evaluation Of The Efficiency Of Public High Schools In İzmir/Turkey Using Deahp Approach”, *Eskişehir Technical Univ. J. of Sci. and Tech. A – Appl. Sci. and Eng.*, vol. 20, no. 1, 2019, Doi:10.18038/aubtda.474807 .
- [27] V. K. M. Charles, *Data envelopment analysis and its applications to management*, Cambridge Scholars Publishing, 2013.
- [28] B. Keskin and E. Ulas, “Does privatization affect airports performance? A comparative analysis with AHP-TOPSIS and DEA”, *New trends in finance and accounting*, pp. 335-345, 2017, Doi:10.1007/978-3-319-49559-0\_31.
- [29] C. Karaca, “Veri Zarflama Analizi ile Antalya Bölgesindeki Ziraat Bankası şubelerinin Performans Değerlendirmesi”, Yüksek lisans tezi, Gazi Üniv., Ankara, s. 105, 2010.
- [30] R. Ramanathan, *An Introduction to Data Envelopment Analysis – A Tool For Performance Measurement*, California US: Sage Publications, 2003, p. 39.
- [31] A. Charnes and W. Cooper, “Chance constraints and normal deviates”, *Journal of the American Statistical Association*, vol. 57, no. 297, pp. 134-148, 1962.

- [32] O. Alpay and E. A. Hayat, “Copula approach to select input/output variables for DEA”, *An International Journal of Optimization and Control: Theories & Applications (IJOCTA)*, vol. 7, no. 1, s. 28-34, 2017, <https://doi.org/10.11121/ijocta.01.2017.00334> .
- [33] A. Charnes, W. W. Cooper and E. Rhodes, “Measuring the efficiency of decision making units”, *European Journal of Operational Research*, vol. 2, no. 6, pp. 429-444, 1978.
- [34] A. Tarım, *Veri zarflama analizi: Matematiksel programlama tabanlı göreceli etkinlik ölçüm yaklaşımı*, Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, cilt 56, no. 4, pp. 1-27, 2001.
- [35] W. Cooper, K. Park and J. Pastor, “RAM: a range adjusted measure of inefficiency for use with additive models, and relations to other models and measures in DEA”, *Journal of Productivity Analysis*, vol. 1, no. 11, pp. 5-42, 1999, <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1007701304281> .
- [36] S. Kuşkonmaz, “Türkiye’de Yaşanan Finansal Krizlerin Borsa İstanbul’da İşlem Gören Şirketlerin Mali Performansı Üzerindeki Etkilerinin Veri Zarflama Analizi Yoluyla Belirlenmesi”, Yüksek lisans tezi, Marmara Üniv., İstanbul, 2014.
- [37] H. Budak, “Veri Zarflama Analizi ve Hisse Senedi Seçiminde Bir Uygulama”, Yüksek lisans tezi, Gazi Üniv., Ankara, 2010.
- [38] L. T. Saaty, *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, U.S.A: McGraw-Hill Comp., 1982.
- [39] Y. Ozdemir, P. Alcan, H. Basligil and D. Cakrak, “A hybrid QFD-AHP methodology and an application for heating systems in Turkey”, *An International Journal of Optimization and Control: Theories & Applications (IJOCTA)*, vol. 8, no. 1, pp. 117-126, 2018, <https://doi.org/10.11121/ijocta.01.2018.00420> .
- [40] A. E. Hefnawy and A.S. Mohammed, “Review Of Different Methods For Deriving Weights In The Analytic Hierarchy Process”, *International Journal of the Analytic Hierarchy Process* , vol. 6, no. 1, 2014, <https://doi.org/10.13033/ijahp.v6i1.226> .
- [41] T. L. Saaty, *The analytic hierarchy process*, McGraw-Hill, New York, pp. 1-72, 1980.

- [42] Z. Zhang, X. Liu and S. Yang, “A Note on the 1-9 Scale and Index Scale In AHP”, *Communications in Computer and Information Science*, vol. 35, no. 1, pp. 630-634, 2009, [https://doi.org/10.1007/978-3-642-02298-2\\_92](https://doi.org/10.1007/978-3-642-02298-2_92) .
- [43] P. Ji and R. Jiang, “Scale Transitivity in the AHP”, *The Journal of the Operational Research Society*, vol. 54, no. 8, pp. 896-905, 2003, <https://doi/abs/10.1057/palgrave.jors.2601557> .
- [44] J. Franek and A. Kresta, “Judgment Scales and Consistency Measure in AHP”, *Procedia Economics and Finance*, vol. 1, no. 12, pp. 164-173, 2014, [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00332-3](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00332-3) .
- [45] J. Mazurek and R. Perzina, “On the Inconsistency of Pairwise Comparisons: An Experimental Study”, Scientific papers of the University of Pardubice. Series D, Faculty of Economics and Administration, vol. 41, 2017, <https://dk.upce.cz/handle/10195/69597> .
- [46] T. L. Saaty and M. Ozdemir, “Negative priorities in the analytic hierarchy process”, *Mathematical and computer modelling*, vol. 37, no. 9, pp. 1063-1075, 2003, [https://doi.org/10.1016/S0895-7177\(03\)00118-3](https://doi.org/10.1016/S0895-7177(03)00118-3) .
- [47] P. T. Harker and L. G. Vargas, “The Theory of Ratio Scale Estimation: Saaty's Analytic Hierarchy Process”, *Management Science*, vol. 33, no. 11, pp. 1383-1403, 1987, <https://doi.org/10.1287/mnsc.33.11.1383> .
- [48] Y. Dong, Y. Xu, H. Li and M. Dai, “A Comparative Study of the Numerical Scales and the Prioritization Methods in AHP”, *European Journal of Operational Research*, vol. 186, no. 1, pp. 229-242, 2008, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.01.044> .
- [49] F. A. Lootsma, “Conflict Resolution via Pairwise Comparison of Concessions”, *European Journal of Operational Research*, vol. 40, no. 1, pp. 109-116, 1989, [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(89\)90278-6](https://doi.org/10.1016/0377-2217(89)90278-6) .
- [50] D. Ma and X. Zheng, “9/9-9/1 Scale Method of AHP”, Pittsburgh, pp. 197-202, 1991.
- [51] A. A. Salo and R. P. Hämäläinen, “On the measurement of preferences in the analytic hierarchy process”, *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, vol. 6, no. 6, pp. 309-319, 1998, [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1360\(199711\)6:6<309::AID-MCDA163>3.0.CO;2-2](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1360(199711)6:6<309::AID-MCDA163>3.0.CO;2-2) .

- [52] A. Ishizaka, D. Balkenborg and T. Kaplan, “Influence of aggregation and measurement scale on ranking a compromise alternative in AHP”, *Journal of the Operational Research Society*, vol. 62, no. 4, pp. 700-710, 2010, <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1057/jors.2010.23> .
- [53] Y. M. Wang, J. Liu and T. M.S. Elhag, “An integrated AHP–DEA methodology for bridge risk assessment”, *Computers & Industrial Engineering*, vol. 54, no. 3, pp. 513-525, 2008, <https://doi.org/10.1016/j.cie.2007.09.002> .
- [54] E. H. Forman, “Random Indices For Incomplete Pairwise Comparison Matrices”, *European Journal of Operational Research*, no. 48, pp. 153-155, 1999, [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90072-J](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90072-J) .
- [55] R. Aull-Hyde, S. Erdoğan and J. M. Duke, “An experiment on the consistency of aggregated comparison matrices in AHP “, *European Journal of Operational Research*, vol.54, no.3, p. 290–295, 2006, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.06.037>
- [56] A. Altuzarra, J.M. Moreno-Jimenez and M. Salvador, “A Bayesian Prioritization Procedure for AHP-Group”, *European Journal of Operational Research*, vol.182, no.1, p. 367–382, 2007, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.025> .
- [57] L. Mikhailov and M.G. Singh, “Comparison Analysis of Methods For Deriving Priorities In The Analytic Hierarchy Process”, *Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, vol. 32, pp. 341-349, 1999, <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/814236/> .
- [58] B. Golany and M. Kress, “A Multicriteria Evaluation of Methods For Obtaining Weights From Ratio-Scale Matrices”, *European Journal of Operational Research*, vol. 69, pp. 321-335, 1993, [http://faculty.nps.edu/mkress/docs/EJOR\\_93\\_Ratio\\_Scales.pdf](http://faculty.nps.edu/mkress/docs/EJOR_93_Ratio_Scales.pdf) .
- [59] B. Srdjevic, “Combining Different Prioritization Methods in the Analytic Hierarchy Process Synthesis”, *Computers & Operations Research*, vol. 32, pp. 1897-1919, 2005, <https://doi.org/10.1016/j.cor.2003.12.005> .
- [60] G. Crawford and C. Williams, “A Note On The Analysis Of Subjective Judgment Matrices”, *Journal of Mathematical Psychology*, vol. 29, pp. 387-405, 1985, [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(85\)90002-1](https://doi.org/10.1016/0022-2496(85)90002-1).

- [61] K. O. Cogger and P. L. Yu, "Eigenweight Vectors and Least Distance Approximation For Revealed Preference In Pairwise Weight Ratios", *Journal of Optimization Theory and Applications*, vol. 46, pp. 483-491, 1985, <https://doi.org/10.1007/BF00939153> .
- [62] B. C. Yildirim, "A New pairwise comparison scale for analytic hierarchy process", Master's thesis, Middle East Technical University, Ankara, 2019.
- [63] Z. Sinauny-Stern, A. Mehrez and Y. Hadad, "An AHP/DEA methodology for ranking decision making units", *International Transactions in Operational Research*, vol. 7, no. 2, pp. 109-124, 2000, <https://doi.org/10.1111/j.1475-3995.2000.tb00189.x> .
- [64] S. K. Lee, G. Mogi, S. C. Shin and J. W. Kim, "An AHP/DEA integrated model for measuring the relative efficiency of energy efficiency technologies", In 2007 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management pp. 52-56, 2007.
- [65] J. Korpela, A. Lehmusvaara and J. Nisonen, "Warehouse operator selection by combining AHP and DEA methodologies", *International Journal of Production Economics*, vol.108, no. 2, pp. 135-142, 2007, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.12.046> .
- [66] M. Sevkli, S. L. Koh, S. Zaim, M. Demirbag and E. Tatoglu, "Hybrid analytical hierarchy process model for supplier selection", *Industrial Management & Data Systems*, vol.108, no. 1, pp. 122-142 ,2008, <https://doi.org/10.1108/02635570810844124> .
- [67] S. Erpolat and N. Cinemre, "Notebook seçiminde hibrit bir yaklaşım: analitik hiyerarşi yöntemine dayalı veri zarflama analizi", *Istanbul University Journal of the School of Business Administration*, vol. 40, no. 2, 2011, <https://dergipark.org.tr/en/pub/iuisletme/issue/9250/115724> .
- [68] M. I. Lin, Y. D. Lee and T. N. Ho, "Applying integrated DEA/AHP to evaluate the economic performance of local governments in China", *European Journal of Operational Research*, vol. 209, no. 2, pp. 129-140, 2011, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2010.08.006> .

- [69] N. Ö. Doğan and S. Gencan, “VZA/AHP bütünleşik yöntemi ile performans ölçümü: Ankara’daki kamu hastaneleri üzerine bir uygulama”, *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, vol. 16, no. 2, pp. 88-112, 2014, <https://dergipark.org.tr/en/pub/gaziuiibfd/issue/28310/300847> .
- [70] B. Mahapatra, K. Mukherjee and C. Bhar, “Performance measurement—an DEA-AHP based approach”, *Journal of Advanced Management Science*, vol. 3, no. 1, 2015, doi: :10.12720/joams.3.1.26-30 .
- [71] O. Öztürk and N. Girginer, “Türk tekstil ve hazır giyim firmalarının ihracat etkinliği: Veri zarflama analizi (VZA) ve analitik hiyerarşi süreci (AHS) kullanımıyla bir inceleme”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, vol. 25, no. 1, pp. 10-23, 2015.
- [72] A. Çağlar and G. Z. Öztaş, “Veri zarflama analizi ve analitik hiyerarşi süreci ile sigorta şirketlerinin finansal oran analizi”, *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, vol. 6, no. 2, pp. 221-248, 2016, <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/382469> .
- [73] K. Çetin, G. Tuzkaya and O. Vayvay, “A mathematical model for personnel task assignment problem and an application for banking sector”, *An International Journal of Optimization and Control: Theories & Applications (IJOCTA)*, vol. 10, no. 2, 2020, <https://doi.org/10.11121/ijocta.01.2020.00825> .
- [74] R. Ramanathan, “Data envelopment analysis for weight derivation and aggregation in the analytic hierarchy process”, *Computers & Operations Research*, vol. 33, no. 5, p. 1289-1307, 2006, <https://doi.org/10.1016/j.cor.2004.09.020> .
- [75] SS. Gencan, “Hastanelerin Performansının Veri Zarflama Analizi/Analitik Hiyerarşi Prosesi Bütünleşik Yöntemi Kullanılarak Değerlendirilmesi”, Yüksek lisans tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniv. Nevşehir, 2014.

# **EKLER**

## EKLER

### Ek A: Gıda Sektöründeki firmaların finansal performans verimlilik analizi anketi

Sayın Katılımcı,

Bu anket formu Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü bünyesinde hazırlanan konusu “Kosova’daki gıda sektörün verimliliği” olan doktora tezi kapsamında yapılan araştırma için hazırlanmıştır.

Ankette sizden bu firmada çalışan bir finans-muhasebe yetkilisi olarak, firmanın verimlilik analizinde kullanılan girdi ve çıktıları kendi içinde önem derecelerinin ikili olarak birbirleri ile karşılaştırılması istenmektedir. Bu karşılaştırmaları tamamen bireysel yargınıza ve durumunuza en uygun düşen samimi yanıtınızı vermeniz araştırma sonuçlarının güvenilirliği açısından çok önemlidir. Konu üzerinde size yöneltilen soruların herhangi bir doğru veya yanlış cevabı olmadığı gibi bu anketi cevaplamak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır.

Buarştırmadan elde edilecek sonuçlar bilimsel ahlaka uygun olarak gizlilik içerisinde değerlendirilecektir. Değerli vaktinizi ayırdığınız için teşekkür ederim

#### *Değerlendirme Yöntemi*

Bu bölümde sizden, verilen girdileri birbirleri ile ikili olarak karşılaştırmanız istenmektedir. Bu kriterleri tamamen bireysel yargınıza dayanarak karşılaştırınız. Her bir karşılaştırmada 2 kriter yer almaktadır. Size göre hangi kriter diğerine göre önemli ise o kriteri yuvarlak içine alınız ve önem derecesi için 1-9 arasında puan veriniz.

Bir kriter diğerine göre kesinlikle daha önemli ise 9 puan,

Bir kriter diğerine göre çok daha önemli ise 7 puan,

Bir kriter diğerine göre daha önemli ise 5 puan,

Bir kriter diğerine göre biraz daha önemli ise 3 puan,

**İki kriter eşit derecede öneme sahip ise 1 puan veriniz.**



Tercihinizin önem derecesine göre 2, 4, 6 ve 8 ara değerlerini de kullanabilirsiniz.

Eşit Derecede Önemli      1 2 3 4 5 6 7 8 9      Kesinlikle Daha Önemli

*Değerlendirme örnekleri*

Aşağıda verilen örnekte birinci soruda anketi cevaplayan kişi “*Öz kaynakların Aktif toplamlarına göre çok daha önemlidir*” düşüncesine karşılık olarak *Öz kaynaklar kriterini yuvarlak içine alarak* önem derecesine “7” yazmıştır. 2. Soruda ise “*Aktif toplamlar kriterin Öz kaynaklar kriterine göre daha önemlidir*” düşüncesine karşılık olarak *Aktif toplamlar kriterini yuvarlak içine alarak* önem derecesine “5” yazmıştır. 3. Soruda *Öz kaynakların Aktif toplamlar kriterlerin eşit önemde* olduğunu düşünmüş ve sadece önem derecesine “1” yazmıştır.

1. Hangisi daha önemlidir?

- a) Öz Kaynaklar  
 b) Aktif Toplam

Önem Derecesi ....7.....

2. Hangisi daha önemlidir?

- a) Öz Kaynaklar  
 b) Aktif Toplam

Önem Derecesi ....5.....

3. Hangisi daha önemlidir?

- a) Öz Kaynaklar  
 b) Aktif Toplam

Önem Derecesi ....1.....

**AŞAĞIDAKİ SORULAR İÇİN İŞARETLEMELERİNİZİ YAPINIZ VE PUAN VERİNİZ:**

1. Hangisi daha önemlidir?

- a) Öz Kaynaklar
- b) Aktif Toplam

Önem Derecesi .....

2. Hangisi daha önemlidir?

- a) Öz Kaynaklar
- b) İşçi Giderleri

Önem Derecesi .....

3. Hangisi daha önemlidir?

- a) Öz Kaynaklar
- b) İşçi Giderleri

Önem Derecesi .....

4. Hangisi daha önemlidir?

- a) Net Kar
- b) Katma Değer

Önem Derecesi .....

Aşağıdaki girdileri size göre önem derecesine göre puanlayınız.

- 1. En önemli
- 2. Önemli
- 3. Az önemli

**Girdi**

**Puanı**

**Öz Kaynaklar**

**Aktif Toplam**

**İşçi Giderleri**

Aşağıdaki girdileri size göre önem derecesine göre puanlayınız.

- 1. Önemli
- 2. Az önemli

**Çıktı**

**Puanı**

**Kar**

**Net Satış**

## Ek B: Firmaya ait ürünlerin verimlilik değerlendirme anketi

Sayın Katılımcı,

Bu anket formu Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü bünyesinde hazırlanan konusu “Kosova’daki gıda sektörün verimliliği” olan doktora tezi kapsamında yapılan araştırma için hazırlanmıştır.

Ankette sizin gıda sektöründe üretim yapan şirketin yöneticisi olarak şirketin verimlilik analizinde kullanılan girdi ve çıktıları kendi içinde önem derecelerinin ikili olarak birbirleri ile karşılaştırılması istenmektedir. Bu karşılaştırmaları tamamen bireysel yargınıza ve durumunuza en uygun düşen samimi yanıtınızı vermeniz araştırma sonuçlarının güvenilirliği açısından çok önemlidir. Konu üzerinde size yöneltilen soruların herhangi bir doğru veya yanlış cevabı olmadığı gibi bu anketi cevaplamak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır.

Bu araştırmadan elde edilecek sonuçlar bilimsel ahlaka uygun olarak gizlilik içerisinde değerlendirilecektir. Değerli vaktinizi ayırdığınız için teşekkür ederim.

### *Değerlendirme Yöntemi*

Bu bölümde sizden, verilen girdileri birbirleri ile ikili olarak karşılaştırmanız istenmektedir. Bu kriterleri tamamen bireysel yargınıza dayanarak karşılaştırınız. Her bir karşılaştırmada 2 kriter yer almaktadır. Size göre hangi kriter diğerine göre önemli ise o kriteri yuvarlak içine alınız ve önem derecesi için 1-9 arasında puan veriniz.

Bir kriter diğerine göre kesinlikle daha önemli ise 9 puan,

Bir kriter diğerine göre çok daha önemli ise 7 puan,

Bir kriter diğerine göre daha önemli ise 5 puan,

Bir kriter diğerine göre biraz daha önemli ise 3 puan,

**İki kriter eşit derecede öneme sahip ise 1 puan veriniz.**

Tercihinizin önem derecesine göre 2, 4, 6 ve 8 ara değerlerini de kullanabilirsiniz.

Eşit Derecede Önemli      1 2 3 4 5 6 7 8 9      Kesinlikle Daha Önemli

—————→

*Değerlendirme örnekleri*

Aşağıda verilen örnekte birinci soruda anketi cevaplayan kişi “*hammadenin tüketilen enerjiye göre çok daha önemlidir*” düşüncesine karşılık olarak *Hammadde kriterini yuvarlak içine alarak önem derecesine “7”* yazmıştır. 2. Soruda ise “*tüketilen enerji kriterin hammadde kriterine göre daha önemlidir*” düşüncesine karşılık olarak *tüketilen enerji kriterini yuvarlak içine alarak önem derecesine “5”* yazmıştır. 3. Soruda *hammadde ve tüketilen enerji* kriterlerin **eşit önemde** olduğunu düşünmüş ve sadece önem derecesine “**1**” yazmıştır.

1. Hangisi daha önemlidir?

a) Hammadde

b) Tüketilen enerji

Önem Derecesi ....7.....

---

2. Hangisi daha önemlidir?

a) Hammadde

b) Tüketilen enerji

Önem Derecesi ....5.....

---

3. Hangisi daha önemlidir?

a) Hammadde

b) Tüketilen enerji

Önem Derecesi ....1.....

**AŞAĞIDAKİ SORULAR İÇİN İŞARETLEMELERİNİZİ YAPINIZ VE PUAN VERİNİZ:**

1. Hangisi daha önemlidir?

- a) Hammadde
- b) Tüketilen enerji

Önem Derecesi .....

2. Hangisi daha önemlidir?

- a) Hammadde
- b) Çalışan Sayısı

Önem Derecesi .....

3. Hangisi daha önemlidir?

- a) Tüketilen enerji
- b) Çalışan Sayısı

Önem Derecesi .....

4. Hangisi daha önemlidir?

- a) Net Kar
- b) Katma Değer

Önem Derecesi .....

Aşağıdaki girdileri size göre önem derecesine göre puanlayınız.

	<b>Girdi</b>	<b>Puanı</b>
1. En önemli	<b>Öz Kaynaklar</b>	
2. Önemli	<b>Aktif Toplam</b>	
3. Az önemli	<b>İşçi Giderleri</b>	

Aşağıdaki girdileri size göre önem derecesine göre puanlayınız.

	<b>Çıktı</b>	<b>Puanı</b>
1. Önemli	<b>Net Kar</b>	
2. Az önemli	<b>Katma Değer</b>	

