



T.C.

**AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİR AMBALAJ ATIKLARINI TOPLAMA-
AYIRMA TESİSLERİ (TAT) ETKİNLİKLERİNİN HİBRİD BİR MODEL
ÖNERİSİ İLE İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

TALİP ARSU

DANIŞMAN

DR. ÖĞR. ÜYESİ NURULLAH UMARUSMAN

AKSARAY 2018



T.C.

**AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİR AMBALAJ ATIKLARINI TOPLAMA-
AYIRMA TESİSLERİ (TAT) ETKİNLİKLERİNİN HİBRİD BİR MODEL
ÖNERİSİ İLE İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

TALİP ARSU

DANIŞMAN

DR. ÖĞR. ÜYESİ NURULLAH UMARUSMAN

AKSARAY 2018

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren yirmi dört (24) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Talip
Soyadı : Arsu
Bölümü : İşletme Anabilim Dalı
İmza :
Teslim tarihi :

TEZİN

Türkçe Adı : Geri Dönüştürülebilir Ambalaj Atıklarını Toplama- Ayırma Tesisleri (TAT) Etkinliklerinin Hibrid Bir Model Önerisi ile İncelenmesi

İngilizce Adı : Investigation of Recyclable Packaging Waste Collection-Separation Facilities (CSF) Efficiencies with A Hybrid Model Proposal

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı: Talip ARSU

İmza:

T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
JÜRİ ONAY SAYFASI

Talip ARSU tarafından hazırlanan “Geri Dönüştürülebilir Ambalaj Atıklarını Toplama-Ayırma Tesisleri (TAT) Etkinliklerinin Hibrid Bir Model Önerisi ile İncelenmesi” başlıklı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Aksaray Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Nurullah UMARUSMAN

(Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı/ Aksaray Üniversitesi)

İmza

Üye: Prof. Dr. Murat ATAN

(Ekonometri Anabilim Dalı, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi)

Üye: Prof. Dr. Latif ÖZTÜRK

(Ekonometri Anabilim Dalı, Kırıkkale Üniversitesi)

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Sinan METE

(Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı/ Aksaray Üniversitesi)

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Selçuk KILIÇ

(Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı/ Aksaray Üniversitesi)

Tez Savunma Tarihi: 31./12./2018

Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun 20/01/2019...tarih ve 2019/02-7... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Öğrencinin

Talip ARSU

İmza

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

Doç. Dr. Sevilay USLU DİVANOĞLU

İmza



*Eşime, Oğluma ve
Aileme...*

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın fikir aşamasından, tamamlanmasına kadar desteklerini esirgemeyen başta tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Nurullah UMARUSMAN'a ve tez izleme komitesi üyeleri Dr. Öğr. Üyesi Sinan METE ve Dr. Öğr. Üyesi Selçuk KILIÇ'a; jüri üyeleri Prof. Dr. Murat ATAN ve Prof. Dr. Latif ÖZTÜRK'e; araştırmanın veri toplama sürecinde katkı sağlayan tesis yetkililerine teşekkür ederim.

Lisans ve Yüksek Lisans öğrenimimi tamamladığım Dokuz Eylül Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü ve Doktora öğrenimimi tamamladığım ve mensubu olduğum Aksaray Üniversitesi İİBF İşletme Bölümündeki tüm hocalarıma ve çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Araştırma sürecinde manevi desteğini bir an için eksik etmeyen eşim ve meslektaşım Arş. Gör. Şerife UĞUZ ARSU'ya, yolumu gözleyen oğluma, akademik başarılarımın baş mimarları anneme, babama, kardeşlerime ve tüm aileme sonsuz teşekkür ederim.

Talip ARSU

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİR AMBALAJ ATIKLARINI TOPLAMA-
AYIRMA TESİSLERİ (TAT) ETKİNLİKLERİNİN HİBRİD BİR
MODEL ÖNERİSİ İLE İNCELENMESİ**

(Doktora Tezi)

Talip ARSU, Aksaray 2018

ÖZET

Sanayi devrimi sonrası bilinçlenen toplumun gelir ve refah seviyelerinin yükselmesiyle ürünleri koruma fonksiyonunun yanında, tanıtım, bilgilendirme gibi birçok fonksiyonu yerine getiren ambalajlı ürünlere olan talebini arttırmıştır. Dünya nüfusunun artmasıyla, ambalaj atıkları her geçen gün çoğalarak çevreyi tehdit eder hale gelmiştir. Ambalaj atığının çevre üzerindeki olumsuz etkisi ve bakir kaynakların kullanımından kaynaklı ekonomik kayıplar, geri dönüşüm sürecini zorunlu hale getirmiştir. Geri dönüşüm sürecindeki en önemli aşama olan ambalaj atığının toplanması ve kategorilerine göre ayrıştırılması işlemlerinin başarısı, bu işlemlerin etkin bir şekilde yönetilmesine bağlıdır.

Türkiye’de ambalaj atıklarının toplanması ve kategorilerine göre ayrıştırılması işlemini Toplama-Ayırma Tesisleri (TAT) üstlenmektedir. TAT’larda faaliyetler gerçekleştirilirken ve kararlar alınırken geri dönen kullanılmış ambalaj atığı miktarı, toplama ve ayırma işlemi için gerekli personel sayısı, toplama ve ayırmada kullanılan araç-gereç miktarı gibi bir çok kriter dikkate alınmaktadır. Bu da TAT’lar hakkında yapılan çalışmalarda Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinin kullanılmasını gerektirmektedir. Bu çalışmada, Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) yöntemlerinden Çok Amaçlı Doğrusal Programlama (ÇADP) ile modellenen Çok Kriterli Veri Zarflama Analizi (ÇKVZA) Global Kriter Yöntem kullanılarak çözülmüştür. ÇKVZA, klasik VZA’nın ayırım gücünü iyileştirmek için geliştirilen bir ÇADP probleminden oluşmaktadır. Fakat ÇKVZA çözümü sonucunda elde edilen üç farklı etkinlik değeri, karar vericinin bir tercih yapması gerekliliğine yol açacağından insan hatası ihtimalini beraberinde getirmektedir. Önerilen Global-Çok Kriterli Veri Zarflama Analizi (G-ÇKVZA), ÇKVZA sonucunda ulaşılan üç etkinlik değerini tercih bilgilerine ihtiyaç duymayan Global Kriter Yöntem ile çözerek tek bir etkinlik değerine

dönüştürmektedir. Böylece insan hatası ihtimali ortadan kaldırılarak, alınacak kararlar tamamen kantitatif karar verme teknikleri ile alınabilecektir.

Bu çalışmada, İç Anadolu Bölgesinde toplama ve ayırma işlemini gerçekleştiren 67 TAT'ın etkinlik incelemesi yapılmıştır. Etkinlik incelemesine öncelikle atık yönetim sistemi hakkında yapılan çalışmalar ve uzmanlardan (çevre mühendisleri ve TAT yöneticileri) alınan görüşler doğrultusunda bir değişken havuzu oluşturularak başlanmıştır. Daha sonra bir uzman görüş formu vasıtasıyla bu değişken havuzundan girdi ve çıktıları belirleyebilmek için VZA ile ilgili çalışmalar yapan ve çevre mühendisi öğretim elemanlarından görüş alınmıştır. Son olarak uzman görüş formlarından elde edilen girdi ve çıktı değişkenlerinin modele uygun olup olmadığını belirlemek için korelasyon analizi yapılmış ve modelde kullanılan girdi-çıktılar belirlenmiştir. İnceleme sürecinde, bu çalışmada önerilen global kriter yöntem tabanlı Global- Çok Kriterli Veri Zarflama Analizi (G- ÇKVZA) ile çözüm yapılmıştır. G-ÇKVZA modeli ile üç amaç fonksiyonu tek bir amaç fonksiyonuna dönüştürülüp, her bir Karar Verme Birimi (KVB) için bu çalışmada önerilen ideal çözümden uzaklığın normalleştirilmiş derecesi hesaplanmıştır. Bu hesaplamayla global etkinliğin ÇKVZA'nın hangi amacına daha yakın gerçekleştiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirilerek paydaşlara (Belediyeler, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Öğretim Elemanları, TAT Yöneticileri) ve tesislere önerilerde bulunulmuştur.

Bilim Kodu: 112301, 112304

Anahtar Kelimeler: Ambalaj Atıkları, Toplama- Ayırma Tesisi (TAT), Çok Kriterli Veri Zarflama Analizi (ÇKVZA), Global- Çok Kriterli Veri Zarflama Analizi (G- ÇKVZA)

Sayfa Adedi: 183

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Nurullah UMARUSMAN

AKSARAY UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF SOCIAL SCIENCES

**INVESTIGATION OF RECYCLABLE PACKAGING WASTE
COLLECTION-SEPARATION FACILITIES (CSF) EFFICIENCIES
WITH A HYBRID MODEL PROPOSAL**

(Ph.D Thesis)

Talip ARSU, Aksaray 2018

ABSTRACT

With the increase of income and welfare levels of the society after the industrial revolution, it increased its demand for packaged products which fulfill many functions such as promotion and information besides the protection function of the products. With the increase in the world population, packaging wastes have been increasing day by day and threatening the environment. The negative impact of packaging waste on the environment and the economic losses caused by the use of virgin resources have made the recycling process mandatory. The success of the process of collecting and separating the packaging waste, which is the most important step in the recycling process, depends on the effective management of these processes.

Collection-Separation Facilities (CSF) are responsible for collecting and separating the packaging wastes according to their categories in Turkey. When performing activities and when making decisions in CSFs, many criteria such as the amount of used packaging waste, the number of personnel required for collecting and separating, and the amount of equipment used in collecting and separating are taken into consideration. This situation in studies on TATs require the use of Multi Criteria Decision Making (MCDM) methods. In this study, Multi Criteria Data Envelopment Analysis (MCDEA) modeled with Multi-Objective Linear Programming (MOLP), which is a Multi-Objective Decision Making (MODM) methods, has been solved by using Global Criterion Method. MCDEA consists of a MOLP problem developed to improve the discrimination power of classical DEA. However, three different efficiencies obtained as a result of the MCDEA solution lead to the necessity of the decision maker to make a choice and therefore bring about the possibility of human error. The proposed Global- Multi Criteria Data Envelopment Analysis (G-MCDEA) converts the three efficiency values achieved in the result of MCDEA into a single efficiency value by solving

it with the Global Criterion Method which does not require preference information. Thus, by eliminating the possibility of human error, decisions will be taken by quantitative decision making techniques.

In this study, an efficiency evaluation of 67 TATs that carried out the collection and separation process in Central Anatolia was conducted. The efficiency evaluation was started by creating a pool of variables in line with the studies on the waste management system and the opinions received from the experts (environmental engineers and TAT managers). Then, in order to determine the inputs and outputs from this pool of variables by means of an expert opinion form, opinions were received from the instructors who were doing work on DEA and environmental engineer instructors. Finally, the correlation analysis was performed to determine whether the input and output variables obtained from the expert opinion forms were suitable for the model, and the inputs and outputs used in the model were determined. During the evaluation process, within the analysis, global criteria method based G-MCDEA model that suggested in this study is used. With the G-MCDEA model, the three objective functions were converted into a single objective function and the normalized degree of the distance from the ideal solution proposed in this study was calculated for each Decision Making Unit (DMU). With this calculation, which objective of G-MCDEA was took closer to global efficiency is determined. The results were evaluated and recommendations were made to the stakeholders (Municipalities, Ministry of Environment and Urbanisation, Instructors, TAT Managers) and facilities.

Science Code: 112301, 112304

Key Words: Packaging Waste, Collection-Separation Facility (CSF), Multi Criteria Data Envelopment Analysis (MCDEA), Global- Multi Criteria Data Envelopment Analysis (G-MCDEA)

Page Number: 183

Supervisor: Asst. Prof. Nurullah UMARUSMAN

İÇİNDEKİLER

ÖZET	vii
ABSTRACT.....	ix
İÇİNDEKİLER	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
TABLolar LİSTESİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xvi
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ	1
1.1. Araştırma Problemi.....	2
1.2. Araştırmanın Amacı.....	3
1.3. Araştırmanın Önemi	3
1.4. Araştırmanın Varsayımları	4
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	5
1.6. Araştırma Etiği.....	6
1.7. Araştırma Günlüğü	6
BÖLÜM II	9
ALANYAZIN TARAMASI.....	9
2.1. Tersine Lojistik.....	9
2.1.1. Tersine Lojistiğin Önemi.....	11
2.1.2. Tersine Lojistikte Rol Oynayan Taraflar.....	14
2.1.3. Tersine Lojistik Süreci Aşamaları.....	15
2.1.4. Tersine Lojistik Geri Kazanım Yöntemleri.....	17
2.2. Geri Dönüşüm.....	19
2.2.1. Geri Dönüşüm Kavramı ve Tanımı	21
2.2.2. Geri Dönüşümün Faydası ve Kazanımları	22
2.2.3. Geri Dönüşüm Süreci Aşamaları.....	23
2.3. Geri Dönüştürülebilir Ambalaj Atıkları.....	24

2.4. Geri Dönüştürülebilir Ambalaj Atığı Toplama ve Ayırma Tesisleri.....	29
2.4.1. TAT Kurulması	30
2.4.2. TAT Lisansının Alınması Süreci.....	32
2.4.3. TAT Maliyet Kalemlerinin incelenmesi.....	34
2.5. Alanyazındaki Benzer Çalışmalar	35
BÖLÜM III.....	41
YÖNTEM.....	41
3.1. Araştırmanın Yöntemi	41
3.2. Araştırma Evreni ve Örneklemi	42
3.3. Araştırma Verilerinin Analizinde Kullanılan Teknikler	43
3.3.1. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV).....	43
3.3.2. Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV).....	46
3.3.3. Çok Amaçlı Doğrusal Programlama (ÇADP)	54
3.3.4. Global Kriter Yöntem.....	59
3.3.5. Çok Kriterli Veri Zarflama Analizi (ÇKVZA).....	61
3.3.6. Global- Çok Kriterli Veri Zarflama Analizi (G-ÇKVZA)	67
3.4. Veri Toplama Araçları	72
3.4.1. Karar Verme Birimi (KVB) Sayısının Belirlenmesi	72
3.4.2. Uygulamada Kullanılan Girdi- Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi	73
BÖLÜM IV	85
BULGULAR.....	85
4.1. ÇKVZA Modeli İçin Girdi ve Çıktıların Belirlenmesi ve Modelin Oluşturulması	85
4.2. ÇKVZA Modeli Kullanılarak Pozitif İdeal Çözüm ve Etkinliklerin Belirlenmesi.....	89
4.3. G- ÇKVZA Modelinin Kurulması ve Çözümü.....	91
4.4. G- ÇKVZA Modeli Sonucu Bulunan Etkinlik Değeri ile ÇKVZA Modeli Sonucu Bulunan Etkinlik Değerlerinin Karşılaştırılması	97
BÖLÜM V.....	99
SONUÇ VE TARTIŞMA	99
KAYNAKÇA	105
EKLER.....	125
EK 1: Veri Toplama Formu	126
EK 2: Uzman Görüş Formu	128
EK 3: Girdiler ve Çıktılar Arasındaki Korelasyon	129
EK 4: Girdilerin Kendi Arasındaki Korelasyonu.....	130
EK 5: Çıktıların Kendi Arasındaki Korelasyon	131

EK 6: Modelde Kullanılan Girdilerin Değişken Değerleri	132
EK 7: Modelde Kullanılan Çıktıların Değişken Değerleri	134
EK 8: KVB ₁ için ÇKVZA Modeli	136
EK 9: ÇKVZA Modelinin Min M Amacına Göre Girdi Değişkeni Değerleri.....	140
EK 10: ÇKVZA Modelinin Min M Amacına Göre Çıktı Değişkeni Değerleri	142
EK 11: ÇKVZA Modelinin Maks h_0 Amacına Göre Girdi Değişkeni Değerleri.....	144
EK 12: ÇKVZA Modelinin Maks h_0 Amacına Göre Çıktı Değişkeni Değerleri	146
EK 13: ÇKVZA Modelinin Min $\sum d$ Amacına Göre Girdi Değişkeni Değerleri	148
EK 14: ÇKVZA Modelinin Min $\sum d$ Amacına Göre Çıktı Değişkeni Değerleri	150
EK 15: G-ÇKVZA Modeli Amaç Fonksiyonları.....	152
EK 16: G-ÇKVZA Modeli Çözümünden Elde Edilen Girdi Değişkeni Değerleri.....	161
EK 17: G-ÇKVZA Modeli Çözümünden Elde Edilen Çıktı Değişkeni Değerleri	163

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Tersine Lojistik Süreci Boyutları	10
Şekil 2: Tersine Lojistikte İtici Güçler.....	13
Şekil 3: Tersine Lojistik Süreci Aşamaları	16
Şekil 4: Geri Dönüşüm Süreci, Maliyetler ve Kazançlar.....	20
Şekil 5: Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşüm Süreci	27
Şekil 6: Kaynağında Ayrı Toplama Süreci	29
Şekil 7: Ambalaj Atığı Toplamak için Kullanılan Kutular	30
Şekil 8: GFB ve TAT Lisansı Başvuru Süreci.....	33
Şekil 9: Optimal Çözüm.....	49
Şekil 10: Pozitif İdeal Çözümler.....	50
Şekil 11: Negatif İdeal Çözümler	51
Şekil 12: Üstün Olmayan Çözümler	52
Şekil 13: Nadir Nokta	53
Şekil 14: Noktalar arası uzaklık.....	58
Şekil 15: G-ÇKVZA Modeli ve Çözüm Prosedürü	71

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Tersine Lojistik Tanımı Elemanları.....	11
Tablo 2: Ambalaj Atığı Kabul Edilen veya Kabul Edilmeyen Materyaller.....	26
Tablo 3: Araştırmaya Katılan TAT'lar	42
Tablo 4: ÇNKV ve ÇAKV karşılaştırılması	46
Tablo 5: ÇAKV Yöntemlerinin Sınıflandırılması.....	48
Tablo 6: Alanyazında Çok Kriterli VZA Olarak Adlandırılan Çalışmalar.....	67
Tablo 7: Atık Yönetimi Konusunda Yapılmış VZA Çalışmaları	73
Tablo 8: Alanyazındaki ve Çalışmada Kullanılabilecek Değişkenler	74
Tablo 9: Uzman Görüş Formu Aracılığıyla Görüşülen Uzmanların Dağılımı	75
Tablo 10: Girdi- Çıktı Seçimi Frekans Değerleri	75
Tablo 11: Modelde Kullanılan Girdi ve Çıktıların Birimleri.....	79
Tablo 12: Modelde Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri	86
Tablo 13: Modelde kullanılan Girdi Değişkenlerinin Tanımlayıcı İstatistik Bilgileri	87
Tablo 14: Modelde kullanılan Çıktı Değişkenlerinin Tanımlayıcı İstatistik Bilgileri.....	87
Tablo 15: ÇKVZA modeli Pozitif İdeal Çözüm ve Etkinlik Değerleri	90
Tablo 16: G-ÇKVZA Modeli Çözüm ve Etkinlik Değerleri	93
Tablo 17: KVB ₁ için Üstün Olmayan Çözümler	94
Tablo 18: KVB ₁ , KVB ₂ , KVB ₈ ve KVB ₁₉ için İdeal Çözümünden Uzaklığın Normalleştirilmiş Dereceleri	94
Tablo 19: İdeal Çözümünden Uzaklığın Normalleştirilmiş Dereceleri	96
Tablo 20: ÇKVZA ve G-ÇKVZA Modellerine Göre Etkin KVB'lerin Karşılaştırılması...98	98

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AAKY	Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği
AAS	Analitik Ağ Süreci
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
AVM	Alışveriş Merkezi
BCC	Banker- Charnes- Cooper Model
CCR	Charnes- Cooper- Rhodes model
CO₂	Karbondioksit
ÇADP	Çok Amaçlı Doğrusal Programlama
ÇAKV	Çok Amaçlı Karar Verme
ÇEVKO	Çevre Koruma ve Ambalaj Atıklarını Değerlendirme Vakfı
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
ÇKVZA	Çok Kriterli Veri Zarflama Analizi
ÇMO	Çevre Mühendisleri Odası
ÇNKV	Çok Nitelikli Karar Verme
ÇSGB	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
ÇŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
G- ÇKVZA	Global- Çok Kriterli Veri Zarflama Analizi
GDT	Geridönüşüm Tesisi
GFB	Geçici Faaliyet Belgesi
GİB	Gelir İdaresi Başkanlığı
GPSTEM	Hedef Programlama Kademeli Yöntem
HPVZA	Hedef Programlama-Veri Zarflama Analizi
KVB	Karar Verme Birimi
MW	Mega-Watt
SEMOP	Ardışık Çok Amaçlı Programlama
SFA	Stokastik Sınır Yaklaşımı

SIGMOP	Çok Amaçlı Problemler için Ardışık Bilgi Üreticisi
STEM	Kademeli Yöntem
TAT	Toplama-Ayrırma Tesisi
TDK	Türk Dil Kurumu
TKY	Toplam Kalite Yönetimi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜDAM	Değerlendirilebilir Atık Malzemeler Sanayicileri Derneği
VZA	Veri Zarflama Analizi



BÖLÜM I

GİRİŞ

Yığın üretim anlayışından, müşteri odaklı üretim anlayışına geçiş sürecinden sonra, teknolojinin de hızla gelişmesiyle insan ihtiyaçları bölgesel olmaktan çıkıp küresel boyutlara ulaşmıştır. Artan rekabetin etkisiyle, insanlar artık bulunduğu yerdeki tedarikçilerden alışveriş yapmakla kalmayıp, işletmeler tarafından farklılaştırılmış ürünleri farklılaştırılmış fiyatlar ile zincir marketlerden ve internet üzerinden alabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı, ürünle tüketici arasına mesafelerin girmesi işletmeleri ambalajlı ürünler üretmeye zorlamıştır.

Muhafaza, kolay taşınabilirlik, tutundurma gibi birçok fonksiyonu yerine getiren ambalajlar, hem işletmeleri fazladan bir maliyetin altına sokmakta, hem de bu ambalajların atıkları çevreye geri dönüşü olmayan zararlar vermektedir. Bu zararların çevreye olan etkisini azaltmak ve materyallerin yeniden ekonomiye kazandırılması dolayısıyla kaynak israfını önlemek için bir takım kısıtlamalar getirilmiştir. Birçok devlet uyguladıkları kısıtlamalarla ambalaj malzemesi üretilirken müdahalede bulunarak ürünlerin geri dönüştürülebilir malzemelerden üretilmesini zorunlu kılmakta, sonrasında ise piyasaya sürülen ambalajlı ürün atıklarının büyük çoğunluğunun tekrar ekonomiye kazandırılabilmesi için geri toplama sistemlerine kotalar koymaktadır.

Farklı ülkelerde farklı toplama sistemleri geliştirilmiş olmasına rağmen Türkiye’de toplama işlemini belediyeler veya Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) tarafından yetkilendirilen Toplama-Ayrırma Tesisleri (TAT) üstlenmektedir. Bu tesisler, kaynağında ayrı toplama sistemi ile atık toplama işlemi yapmaktadır. Kaynağında ayrı toplama sisteminde tüketiciler kullandıkları ürünlerin ambalaj atıklarını organik atıklarından ayırarak biriktirmekte, daha sonra ise tesislere ait araçlar ile bu kaynağında ayrı biriktirilen ambalaj atıkları toplanmaktadır. Kaynağında ayrı toplanan bu atıklar tesislere getirildikten sonra ise türlerine göre kağıt, plastik, cam, metal vb. ayrılarak tekrar işlenmek üzere Geri Dönüşüm Tesislerine

(GDT) yollanmaktadır. Çalışma prensibi bu temeller üzerine kurulu olan tesislerin başarısı, toplama ve ayırma süreçlerinin etkin bir şekilde yönetilmesine bağlıdır.

Bu süreçlerin etkin bir şekilde yönetilip yönetilmediğini belirlemek için, bu çalışmada TAT'ların etkinlik incelemesi yapılmıştır. Etkinlik incelemesi yapılırken klasik Veri Zarflama Analizi (VZA) tabanlı parametrik olmayan bir yöntem olan Çok Kriterli Veri Zarflama Analizinden (ÇKVZA) yararlanılmıştır. Fakat ÇKVZA modeli yapısı gereği karar vericilere üç farklı etkinlik değeri arasından karar verme sorumluluğu yüklemektedir. Bu çalışmada subjektif yargılarla karar vermenin getireceği olumsuzlukların önüne geçmek amacıyla Global- Çok Kriterli Veri Zarflama Analizi (G- ÇKVZA) modeli önerilmiştir.

Önerilen Global Kriter Yöntem tabanlı G- ÇKVZA ile üç farklı amaç fonksiyonu tek bir amaç fonksiyonuna dönüştürülüp her bir Karar Verme Birimi (KVB) için çözüm gerçekleştirilmiştir. Ayrıca her bir KVB'nin üç amacı için ideal çözümden uzaklıklarının normalleştirilmiş derecesi hesaplanıp, global etkinliğin hangi amaca daha yakın gerçekleştiği belirlenmiştir.

1.1. Araştırma Problemi

Tüketim toplumunun sınırsız ihtiyaçları sonucu ortaya çıkan ambalaj atıkları çevreyi tehdit eder hale gelmiştir. Bu atıkların tekrar ekonomiye kazandırılmasındaki anahtar faktör olan TAT'ların etkinlik arayışı ve TAT'lar hakkında gerek alanyazında gerekse atık yönetimi konusunda faaliyet gösteren kuruluşlar (Çevre Koruma ve Ambalaj Atıklarını Değerlendirme Vakfı (ÇEVKO) vb.) tarafından yapılmış yeterli araştırma bulunmamaktadır.

Ambalaj atığı ile ilgili alanyazında Worthington ve Dollery (2001), García-Sánchez (2008), Marques ve Simões (2009) atık yönetimi konusunda, Bosch, Pedraja ve Suarez-Pandiello (2000), Chen (2010), Rogge ve De Jaeger (2012), Ichinose, Yamamoto ve Yoshida (2013), De Jaeger ve Rogge (2014) evsel atık toplama hizmetlerinin etkinliği konusunda ve Chang, Liu ve Yeh (2013), Exposito ve Velasco (2018), Chiou, Chu ve Tzeng (2005), Lozano, Villa ve Adenso- Diaz (2004) katı atık geri dönüşümü hizmetlerinin etkinliği konusunda çalışmalar yapmıştır. Ancak TAT'ların etkinliği konusunda yapılan araştırmaların alanyazında yeteri kadar yer bulamadığı ya da göz ardı edildiği düşünülmektedir. TAT'lar geri dönüşüm sürecinin ilk aşaması olduğundan dolayı (Guiltinan ve Nwokoye, 1975; Pohlen ve Theodore Farris, 1992; Dat, Linh, Chou ve Vincent, 2012; Agrawal, Singh ve Murtaza, 2015) TAT'ların etkin bir şekilde faaliyet göstermesi geri dönüşüm sürecinin

başarısını doğrudan etkileyebilmektedir. Bu konuda yapılacak çalışmalara gerek alanyazın gerekse atık yönetimi ile ilgilenen kuruluşlar açısından ihtiyaç bulunduğu gözlemlenmiştir. Bu noktadan hareketle bu araştırmanın temel problemi, “geri dönüştürülebilir ambalaj atığı toplama-ayırma tesisleri etkinliklerinin incelenmesi” olarak belirlenmiştir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın iki amacı vardır. Birincisi, TAT’ların faaliyette bulunduğu bölgenin, bu bölgedeki demografik yapının, tesisin gelir-gider dengesinin ve tesis süreçlerinin nicel verileri kullanılarak tesislerin etkinliğini belirlemektir. Geri dönüşüm işleminin başarısında anahtar rol üstlenen toplama/ayırma sürecinin daha etkin yönetilmesi gerekliliği düşünülerek yapılan bu çalışma sonucunda, elde edilen bulgular kullanılarak belediyelere, tesislere ve ÇŞB’ye öneriler yapılmıştır.

Alanyazında VZA’nın farklı türleri (Hedef Programlama VZA, VZA-Analitik Hiyerarşi Prosesi vb.) ile etkinlik araştırmaları yapılmaktadır. Bu çalışmada Global Kriter Yöntem ve ÇKVZA hibrit bir model haline getirilerek G-ÇKVZA olarak isimlendirilmiştir. Araştırmanın ikinci amacı ise yapılan uygulama ile önerilen hibrit modelin çözüm prosedürü ve çözüm algoritmalarını açıklamaktır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Ambalaj atıklarının geri dönüşümü, hem ürünlerin tekrar kullanılmasını mümkün kılarak ekonomiye katkı sağlamakta, hem de doğada uzun yıllarda yok olabilen ambalaj atıklarının toplanarak geri dönüştürülmesiyle çevreyi korumaktadır. Bundan dolayı, hem çevre ve insan sağlığı, hem de ekonomiye bu kadar büyük bir kazanım sağlayan geri dönüşüm süreci çok önemlidir.

Geri dönüşüm işleminin yapılabilmesi için ilk aşama, nihai tüketiciden ambalaj atıklarının toplanmasıdır. Geri dönüşümün başarılı olabilmesinde toplama ve ayırma safhası anahtar bir rol üstlenmektedir. Bu açıdan bakıldığında, geri dönüşümün başarısı, hem toplama hem de ayırma faaliyetini sürdüren TAT’ların etkinliğine bağlıdır. TAT’ların başarılı olabilmesi için süreçlerinin, faaliyetlerinin, atık topladığı bölgenin ve o bölgedeki demografik yapının etkin olması beklendiğinden, bu çalışma büyük bir önem arz etmektedir.

1.4. Araştırmanın Varsayımları

Araştırma modeli oluşturulurken göz önünde bulundurululan varsayımlar aşağıda verilmiştir;

- Çalışan sayısı (mavi yakalı ve beyaz yakalı), atık alınan devlet kurumu sayısı, toplam araç sayısı, iç mekan toplama kutusu sayısı, konteynır/kumbara/kafes sayısı, atık alınan market ve Alışveriş Merkezi (AVM) sayıları ile ayrıştırılan materyalin satıldığı GDT sayılarının yıl içerisinde değişmediği varsayılmıştır.
- Tesisler ölçeklendirilirken ÇEVKO tarafından kapasiteye göre yapılan sınıflandırma kullanılmış ve tesislerin orta ölçekli ve küçük ölçekli tesisler olduğu varsayılmıştır.
- Yapı maliyeti hesaplanırken Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğinde (AAKY) zorunlu kılınan özellikler dikkate alınmıştır. ÇEVKO tarafından yapılan sınıflandırmadaki orta ölçekli tesisler için 1000 m², küçük ölçekli tesisler için 500 m² kapalı alanın yeterli olduğu varsayılarak hesaplamalar bu rakamlar üzerinde yapılmıştır. İdari büro alanı büyüklüğü belirlenirken de AAKY sınırlamalarında yer alan yemekhane, tuvalet, sosyal alan vb. alanları kapsayan minimum yapı alanının orta ölçekli tesisler için 160 m², küçük ölçekli tesisler için 120 m² olduğu varsayılmıştır. Gelir İdaresi Başkanlığı (GİB) tarafından her yıl yayınlanan yapı yaklaşık birim maliyetleri dikkate alınarak 2015 yılı için kapalı tesis alanı yapı maliyetinin 430 TL/m², idari büro yapı maliyetinin 590 TL/m² olduğu varsayılmıştır. AAKY tarafından zorunlu kılınan özellikler (tesisin tamamının zemini beton kaplama olmalı, tesisin çevresi 2 metre yüksekliğindeki duvar ile çevrili olmalı) dikkate alınarak tesis saha betonu maliyeti 29 TL/m², tesis duvar maliyeti 130 TL/m² olduğu varsayılmıştır.
- Makine teçhizat maliyeti hesaplanırken ÇEVKO tarafından yapılan sınıflandırmadaki tesisler için asgari şartlar dikkate alınarak, küçük ölçekli ve orta ölçekli tesislerin standart bir makine teçhizat maliyeti olduğu varsayılmıştır.
- AAKY ile “tesislerde en az 1 çevre mühendisinin çalıştırılması zorunludur” ibaresi yer almaktadır. Yönetim ve malzeme maliyeti hesaplanırken her tesiste 1 tane çevre mühendisi istihdam ettirildiği varsayılmıştır. Çevre mühendisi maliyeti, Çevre Mühendisleri Odasının (ÇMO) her yıl yayınladığı çevre mühendisleri asgari ücret tarifesini dikkate alınarak 2015 yılı için aylık 4042 TL olduğu varsayılmıştır. Çevre mühendisi haricindeki idari personelin ise asgari ücretle çalıştırıldığı varsayılmıştır.

Malzeme maliyetleri hesaplanırken de malzeme fiyatlarının yıl içerisinde sabit kaldığı varsayılmıştır.

- Ayırma maliyeti hesaplanırken ayırma personelinin asgari ücretle çalıştığı ve ayırma personeli sayısının yıl içerisinde değişmediği varsayılmıştır.
- Her bir atık toplama aracı için aylık personel (şoför ve toplama personel) maliyetlerinin 4908 TL/Ay (1454 TL asgari ücretle çalışan iki toplama personeli ve 2000 TL ücretle çalışan şoför) olduğu ve araçların kilometre başına yakıt/ bakım/ onarım ve sigorta maliyetlerinin de 1.19 TL/Km olduğu varsayılmıştır.
- Tesisin bulunduğu arsa maliyeti hesaplanırken GİB tarafından yayınlanan “asgari ölçüde arsa ve arazi metrekaresi birim değerleri” kullanılarak, tesisin bulunduğu il/ilçe/mahalleye göre ulaşılan arsa m² değerleri tesisin toplam alanı ile çarpılmış ve ulaşılan değerlerin arsanın maliyeti olduğu varsayılmıştır. Toplam maliyetten yıllık arsa maliyetine ulaşmak için ise yine GİB tarafından yayınlanan “emsal kira bedeli esas” kullanılmıştır.
- Ayrıştırılan ambalaj atığından elde edilen gelir hesaplanırken fiyatların atık kategorisine göre kağıt 303 TL/ton, metal 478 TL/ton, plastik 728 TL/ton ve cam 90 TL/ton olduğu varsayılmıştır.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın gerçek veriler kullanılarak yürütülmesinden dolayı bazı sınırlılıklar vardır. Bu sınırlılıklar aşağıda verilmiştir;

- Çalışmaya konu olan tesisler maliyet- gelir gibi parasal verilerini paylaşmaya gönüllü olmadığından, bu veriler her tesisin kapasite, büyüklük, atık miktarları, çalışan sayıları vb. bilgileri kullanılarak tarafımızdan hesaplanmıştır.
- Çalışma evrenini oluşturan lisanslı tesislerden bazıları toplama ve ayırma faaliyetini tam anlamıyla yerine getirmemekte, sadece belli bir kalemdeki ambalaj atığının alım satım işlerini yapmaktadır. Bu tür tesisler araştırma evreninden çıkartılarak daha homojen özelliklere sahip tesisler çalışma konusu yapılmıştır.
- Tesisin bulunduğu bölge ve demografik etkinlikler hesaplanırken kullanılan veriler Türkiye İstatistik Kurumundan (TÜİK) sağlanıp, veri yayınlama takvimine göre en güncel veriler kullanılmıştır.

1.6. Araştırma Etiği

Araştırmaya dâhil olan tesislerin şirket sırrı sayılabilecek bilgileri kullanıldığı için tesislerin isim ve iletişim bilgilerine çalışmada yer verilmemiştir. Çalışmada tesislerin her biri bir KVB olarak anılmıştır.

Araştırma tamamen gönüllölük esasına göre yürütölmüş, tesisler araştırmaya katılması konusunda zorlanmamıştır. Araştırmanın tüm aşamalarında gerçekleştirilen veri toplama ve değerlendirme süreçlerinde, araştırmacının dışında hiç kimse yer almamış ve bilgi verilmemiştir.

1.7. Araştırma Günlüğü

Araştırma verilerinin toplanması sürecinde gerçekleştirilen tesis ziyaretlerinde gözlemlenen tesis koşulları hakkındaki izlenimler, araştırmanın tasarlanması sürecinde faydalı bilgiler sağlamıştır. Çünkü nicel veriler tek başına yanıltıcı olabileceğinden, toplanan veriler elde edilen gözlemlerle desteklenmelidir. Tesis ziyaretlerinde edinilen gözlem sonuçları aşağıda verilmiştir.

- Gerçekleştirilen ziyaretlerde, tesislerin birçoğunda toplama personeli, ayırma personeli ve toplama araçlarının sayılarının az olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebi, belediyeler ile anlaşması olmayan tesislerin toplama faaliyetini yapmadığı, bunun yerine toplanmış olarak aldığı ambalaj atığını ayrıştırıp satmasıdır.
- Tesislerde evre mühendisi alıştırma zorunluluğu bulunmaktadır. Fakat bazı tesisler ya sadece evre mühendisi çalıştırıp diğer işletme fonksiyonlarını (tesis yönetimi, personel yönetimi, pazarlama vb.) evre mühendislerinin kontrolüne bırakmakta, ya da evre mühendisi alıştırmayıp danışman firmalar aracılığı ile bu sorumluluğunu yerine getirmektedir. Bu yüzden tesislerin birçoğunda idari personel sayıları sınırlı kalmaktadır.
- Türkiye’de nüfusun büyük bir çoğunluğu evsel atıklarını ambalaj atıklarından ayırmadığı için, tesisler evlerden ambalaj atığı toplamak yerine toplu yaşam alanları ile (AVM, devlet kurumu, fabrikalar vb.) anlaşmalar yaparak ağırlıklı olarak buralardan ambalaj atığı toplama yolunu seçmektedir.
- Tesislerin büyük bir kısmı ağırlıklı olarak kağıt ve plastik ambalaj atıklarına yönelmektedir. Özellikle cam ambalaj atıkları birçok tesis tarafından

alınmamaktadır. Bunun sebebi, hem cam ambalaj atıklarının düşük fiyatı, hem de cam ve metal ambalaj atıklarının stoklarda büyük yer kaplamasıdır.

Beş bölümden oluşan çalışmanın giriş bölümünde çalışma tanıtılarak araştırma problemi, araştırmanın önemi, amacı, varsayımları, sınırlılıkları ve araştırma etiği kısımlarına yer verilmiştir. Alanyazın taraması olarak sunulan ikinci bölümde, tersine lojistik, geri dönüşüm, geri dönüştürülebilir ambalaj atıkları ve TAT'lar incelenmiştir. Çalışmanın yönteminin tanıtıldığı üçüncü bölümde, öncelikle araştırmanın yönteminden bahsedilerek araştırma evreni ve örnekleminin nasıl belirlendiği üzerinde durulmuştur. Daha sonra verilerin analizinde kullanılan teknikler hakkında bilgi verilmiştir. Son olarak ise veri toplama araçları, karar verme birimlerinin sayısı ve girdi çıktı değişkenlerinin nasıl belirlendiği incelenerek, araştırmada kullanılan değişkenler tanıtılmıştır. Dördüncü bölüm olan bulgular bölümünde, araştırmaya konu olan tesislerin etkinlik değerleri hesaplanmıştır. Beşinci bölümde araştırma sonuçları kullanılarak paydaşlara (Belediyeler, ÇŞB, Öğretim Elemanları, TAT Yöneticileri) ve tesislere önerilerde bulunulmuştur.

BÖLÜM II

ALANYAZIN TARAMASI

Çalışmanın bu bölümünde, tersine lojistiğin geri kazanım yöntemlerinden birisi geri dönüşüm işlemi olduğundan, öncelikle tersine lojistik daha sonra geri dönüşüm konusu üzerinde durulmuştur. Geri dönüşüm işleminin ilk aşaması ambalaj atıklarının toplanıp kategorilerine göre ayrılması süreci olduğundan dolayı ambalaj atıkları incelenerek, TAT’lar hakkında bilgi verilmiştir.

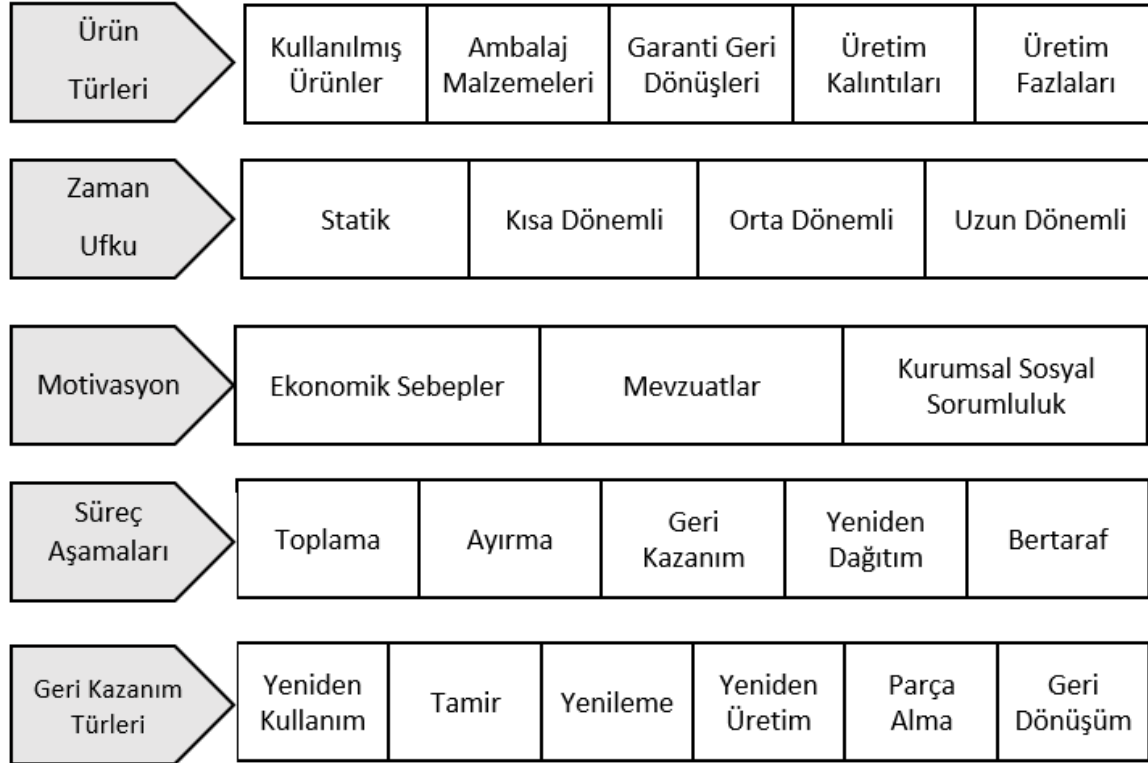
2.1. Tersine Lojistik

Sanayi devrimini takip eden yılların getirdiği yığın üretim anlayışı ve tüketim toplumu, ürünlerin üreticiden tüketiciye ulaştırılması problemini ortaya çıkarmıştır. Ürünlerin tüketiciye ulaştırılması için ilk zamanlar yoğun olarak kullanılan demir ve deniz yoluna, kara ve hava yolu da eklendiğinde taşıma sistemleri karmaşık bir yapıya ulaşmıştır. Günümüzde kurulan üretim tesislerinin kaynaklara yakınlığının ve nihai ürünün tüketiciye ulaştırılma maliyetinin/süresinin/mesafesinin optimize edilmesi çabaları lojistik yönetimi ile ilgili çalışmaları beraberinde getirmiştir.

Kökeni Fransızcadan dilimize giren “lojistik” kavramı Türk Dil Kurumu (TDK) sözlüğünde “Kişilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere her türlü ürünün, hizmetin ve bilgi akışının çıkış noktasından varış noktasına kadar taşınmasının etkili ve verimli bir biçimde planlanması ve uygulanması” olarak tanımlanmıştır (TDK, 2016). Tersine lojistikte ise kullanılan ürünün, hizmetin ve bilginin geriye doğru akışı söz konusudur.

Tersine lojistik benzeri kavramlar çok eskilerden beri kullanılıyor olsa da ilk olarak 70’li yıllarda “Tersine dağıtım” ve “tersine akış” kavramları bir akademik makalede (Zikmund ve Stanton, 1971) kullanılmıştır. Yetmişli yılların ortalarında ise Guiltinan ve Nwokoye (1975), Ginter ve Starling (1978) tersine lojistikten çalışmalarında “tersine kanallar” veya “tersine akış” olarak bahsetmiştir. Tersine lojistik terimi ilk olarak 1982 yılında Lambert ve

Stock tarafından kullanılmıştır. Lambert ve Stock tersine lojistiği “tek yönlü bir yolda yanlış yöne gitmek yani ürünlerin büyük çoğunluğunun ters yönde akışı” olarak tanımlamışlardır (Rogers ve Tibben-Lembke, 2001:129). Takip eden yıllarda ivmelenerek artış gösteren tersine lojistik çalışma ve uygulamaları günümüzde bu çalışmaların yapılmasına ve gelecekte yeni ufuklar açılmasına katkıda bulunmuştur. Şekil 1 bu bölümde incelenen tersine lojistik süreci boyutlarını ele almaktadır



Şekil 1: Tersine Lojistik Süreci Boyutları (Steven, 2004: 169)

Endüstriyel faaliyetlerin ve doğal kaynakların kontrolsüz tüketiminin hızla artması kaçınılmaz çevre sorunlarına neden olmaktadır. Bundan dolayı firmaların çoğu sürdürülebilir gelişimi desteklemek için çevreyle dost aktiviteler kullanmaya başlamışlardır. Bu hedefi gerçekleştirmek amacıyla firmaların hammadde temini, üretim, dağıtım, depolama gibi lojistik faaliyetlerin yeniden düzenlenmesi firmaların başarısında hayati bir öneme sahip olmuştur (Akdoğan ve Coşkun, 2012:1640).

Ürün ve malzemelerin yeniden kullanılması yeni bir olgu olmamakla birlikte metal hurda komisyonculuğu, atık kağıt geri dönüşümü ve meşrubat şişelerinin depozitoları yıllardır kullanılan yöntemlerdir. Kullanılan ürünlerin geri kazanımının imhadan daha cazip olduğunun anlaşılması ve çevresel kaygıların artışı ile birlikte “yeniden kullanım” hız kazanmıştır (Fleischmann vd., 1997:1).

Tersine lojistik, tekrar kullanım, değer yaratımı veya uygun bir imha amacıyla, tüketim noktasından üreticiye, hammadde, yarı mamül, nihai ürün ve ilgili bilgilerin akışının etkin ve verimli bir şekilde, planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi sürecidir (Rogers ve Tibben-Lembke, 2001:130). Kroon ve Vrijens (1995)'e göre tersine lojistik, ambalajlardan ve ürünlerden elde edilen tehlikeli/tehlikeli olmayan atıkların bertaraf edilmesi, yönetilmesi ve azaltılmasını içeren faaliyetleri ifade eder. Murphy (1986)'e göre tersine lojistik, bir dağıtım kanalıyla müşteriden üreticiye ürünlerin geriye doğru hareket etmesidir. Tersine lojistik tanımı elemanları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Tersine Lojistik Tanımı Elemanları

Nedir?	Girdiler	Aktiviteler	Çıktılar	Nereden?	Nereye?
• Süreç • Görev • Kabiliyetler ve aktiviteler	• Iskarta ürünler • Kullanılmış ürünler • Daha önce satılan ürünler ve parçalar • Tehlikeli veya tehlikesiz ürünlerin paketleri • Bilgi • Hammaddeler • Yarı mamül stokları • Bitmiş ürünler	• Maliyet etkinliği ve verimlilik için planlama, uygulama ve kontrol • Toplama • Taşıma • Depolama • İşleme • Kabul • Paketleme • Gönderim • Yönetim • Bertaraf	• Tekrar kullanılabilir ürünler • Geri dönüşüm • Yeniden Üretim • İmha • Yönetim • Yeniden değer kazanımı	• Tüketim Noktası	• Üretici • Merkezi toplama noktası • Çıkış noktası

Kaynak: Zuluaga ve Lourenço, 2002:4

Tersine lojistik olası bir geri dönüşüm, yeniden üretim veya imha işlemi için tüketim noktasından üreticiye sistematik olarak ürünlerin sevk edilmesi sürecidir (Dowlatsahi, 2000:143).

2.1.1. Tersine Lojistiğin Önemi

Mevzuat uygulamaları, sosyal sorumluluk, kurumsal imaj, çevresel kaygı, ekonomik faydalar ve müşteri bilinci gibi sebepler orijinal ürün üreticilerini sadece çevre dostu ürünler sunmaya değil, aynı zamanda ömrünün sonunda kullanılan ürünleri geri almaya zorlamaktadır (Mutha ve Pokharel, 2009:334). 70'li yıllarda başlayan tersine lojistik

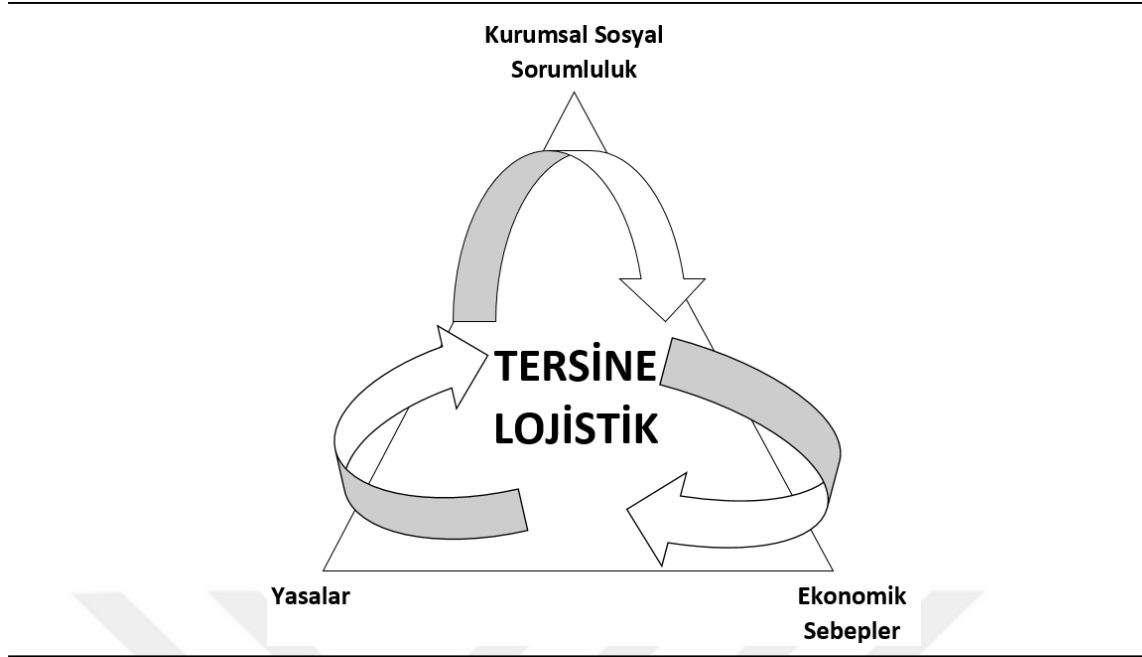
alışmaları bir sonraki on yılda yaşanan evre felaketlerinin de etkisiyle akademisyenler, politikacılar, medya ve genel olarak toplum tarafından üzerinde yoğunlaşılması gereken bir konu haline gelmiştir. Bu gelişmeler ışığında geri dönüşüm, yeniden kullanım, kaynak azaltımı, çevreci üretim sorumluluğu ve yeşil ürünler gibi kavramlara aşına olunmaya başlanmıştır. Doksanlı yılların ortalarından itibaren de özellikle Avrupa'da ürün ve malzeme geri kazanımı veya uygun şekilde bertaraf edilmesi yasal yükümlülüklerle desteklenerek yaygınlaştırılmıştır (De Brito ve Dekker, 2002:1)

Çevreye olan duyarlılık ve kaynakların etkin kullanımı konuları sayesinde popüler bir çalışma haline gelen tersine lojistik uygulamaları işletmelere, belediyelere ve diğer paydaşlara birçok fayda sağlamaktadır. Bu faydalardan bir kaçı şu şekilde özetlenebilir (Nakıboğlu, 2007:185);

- **Değer geri kazanımı:** Birincil hammadde ile yapılan üretim esnasında katma değer katılmış ürün, malzeme ve parçalarda var olan, ürünün geri kazanılmaması durumunda yok olan değerin tekrar kazanılması.
- **Kar maksimizasyonu:** Geri kazanım sayesinde hammadde, işçilik, enerji v.b. maliyetlerden tasarruf edilerek karın maksimize edilmesi.
- **Çevresel yükümlülüklerin yerine getirilmesi:** Tehlikeli madde yönetimi, atık azaltımı, ambalaj atığı geri dönüşümü vb. evre dostu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi.
- **Müşteri ilişkileri yönetiminde gelişme:** Müşteriye kullanılmış ürünün geri alım garantisini verebilme, satış sonrası hizmetlerin iyileştirilmesi vb. faaliyetlerle müşteri ilişkilerinin geliştirilmesi.

Tersine lojistik, maliyetleri azaltmak, gelirleri artırmak ve süreci iyi yönetmede firmalara ek karlılık oluşturmak için büyük bir potansiyel sunan bir alan olarak görülmektedir. Ayrıca tersine lojistik, otomotiv, elektronik ve yayıncılık gibi birçok sektör için kritik bir konu olmaya devam etmektedir (Jim Wu ve Cheng, 2006:520).

Tersine lojistiğin önemini vurgulamak için işletmeleri, belediyeleri ve diğer paydaşları tersine lojistik uygulamalarına iten gleri incelemek gereklidir. Söz konusu bu kuruluşlar kurumsal sosyal sorumluluk, ekonomik sebepler ve yasalardan ötürü tersine lojistik uygulamalarını sürdürmektedir. Tersine lojistiğin itici gleri şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2: Tersine Lojistikte İtici Güçler (De Brito ve Dekker, 2004, s:8)

Kurumsal Sosyal Sorumluluk: Tersine lojistik aktiviteleri ile meşgul olan bir şirket veya organizasyon bir dizi değer ve ilke ile ilgilenir (Ravi, Shankar ve Tiwari, 2005:331). Ayrıca "genişletilmiş sorumluluk" olarak adlandırılan kurumsal sosyal sorumluluk, çevresel ve sosyal açıdan sürdürülebilir kalkınma için bir arayış anlamına gelir (Alvarez-Gil, Berrone, Husillos ve Lado, 2007:464). Örneğin, Nike kullanılan ayakkabıları geri getirmek için tüketicilere ödeme yapmaktadır. Geri dönen bu ayakkabılar parçalandıktan sonra basketbol sahası ve koşu sahası yapılmak üzere Nike fabrikalarına yollanır. Ayrıca yapılan tüketici indirimleri ile teşvik edilen müşterilerin aldığı ürünler sayesinde kazanılan gelirle, yapılan sahaların korunması ve bakımı için para bağışlanır (Rogers ve Tibben-Lembke, 1998:23).

Mevzuatlar: Çeşitli mevzuatlar yüksek düzeylerde geri dönüşümlü malzemeye sahip ürünler üretmek için şirketleri zorlamaktadır (Mutha ve Pokharel, 2009: 343). Ayrıca mevzuatlar çerçevesinde geri alma sorumlulukları, geri dönüşüm kotaları ve paketleme düzenlemeleri, tersine lojistik uygulamalarını benimseyen şirketler tarafından gerçekleştirilmelidir (Cruz-Rivera ve Ertel, 2009:931). Bu mevzuatlar, ürün yaşam döngüsünün sonunda ürünlerin toplanması ve yeniden kullanımı, atık yönetim maliyetlerinin üreticilere kaydırılması, üretilen atığın hacminin azaltılması ve kullanılan geri dönüşümlü malzemelerin artırılması zorunluluklarını içerir (Ravi vd., 2005:331). Tersine lojistik, kuruluşlara finansal ve diğer yönlerden birçok fayda sağlamasına rağmen refah seviyesi yüksek birçok Avrupa ülkesinde bile mevzuatlarla kuruluşlara empoze edilmektedir (Toffel, 2003: 107).

Ekonomik Sebepler: Tersine lojistik uygulanması atık arıtma ve / veya bertaraf edilmesi ile maliyet azaltma, ürünlerin geri kazanımı ile katma değer sağlama ve hammadde kullanımındaki azalmayı temsil ettiğinden doğrudan geliri arttırmaya yönelik katkı sağlamaktadır (Cruz-Rivera ve Ertel, 2009:931). Ayrıca yeniden üretim, malzeme yeniden kullanımı ve ürün yenileme gibi tersine lojistik etkinlikleri yeni tüketici segmentlerine erişim ve maliyet minimizasyonu yoluyla karlılığı artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Alvarez-Gil vd., 2007:464). Tersine lojistik son zamanlarda organizasyonlar tarafından sadece atık yönetimi maliyetlerini azaltan bir uygulama olmanın aksine bir “yatırım geri kazanımı” olarak görülmektedir (Ravi vd., 2005:331).

Bu nedenlerle, pazarlama, rekabet ve stratejik konular şirketlerin tersine lojistik faaliyetlerinde aktif hale gelebilmesi için diğer itici güçler olabilir. Bu güçler tek başına yeterli olmayıp bir karma sebepler dizisiyle bir sanayi kolundaki işletmeyi tersine lojistik faaliyetlerini gerçekleştirmeye itmektedir (Cruz-Rivera ve Ertel, 2009:931).

2.1.2. Tersine Lojistikte Rol Oynayan Taraflar

Tersine lojistik faaliyetlerinde boy gösteren aktörler şu şekilde sıralanabilir (De Brito, 2004:65)

- İleriye tedarik zinciri aktörleri (tedarikçi, üretici, toptancı, perakendeci ve sektör kuruluşları)
- Uzmanlaşmış tersine tedarik zinciri aktörleri (geri dönüşüm uzmanları, özel sektör kuruluşları veya vakıflar vb.)
- Hükümet kurumları (AB, Ulusal Hükümetler vb.)
- Fırsatçı oyuncular (Hayır kurumları)

Bu aktörler aşağıdaki rollere sahip olabilir;

- Yönetme/ düzenleme
- Yürütme
- Konumlandırma

Yönetim düzeyinde taraflar tersine zincirden sorumludur. Diğer oyuncular ise ağda sadece faaliyetlerini sürdürmektedir. Toplama ve işleme gibi tersine lojistik faaliyetlerine katılan aktörler bağımsız araçlar, özel geri kazanım şirketleri, tersine lojistik hizmet sağlayıcıları,

atık toplayan belediyeler ve geri kazanıma fon sağlayan kamu/özel vakıflardır (De Brito, 2004:65).

2.1.3. Tersine Lojistik Süreci Aşamaları

Tersine lojistik kullanılmış ürünün tekrar toplaması ile başlayıp son olarak tüketicide zincirin tamamlandığı bir faaliyetler dizisidir. Tekrar kullanılan ürünün toplanması ve işlemleri tamamlanan ürünün tekrar müşteriye ulaşması dışındaki faaliyetler kullanılan geri kazanım yöntemine göre farklılık gösterse de, klasik bir tersine lojistik süreci genellikle aşağıdaki adımları içerir (Fleischmann, Krikke, Dekker ve Flapper, 2000:657);

Toplama, kullanılmış ürünlerin geri kazanıma tabii tutulması için belirli bir noktadan fiziksel taşınması da dahil bütün aktiviteleri ifade etmektedir. Kullanılmış halıların ve fotokopi makinelerinin toplanması bu faaliyete örnek olarak verilebilir. Genellikle toplama, satın alma, taşıma ve depolama faaliyetlerini içerebilir (Kumar ve Malegeant, 2006:1129).

Tersine akış, geri dönen ürünlerin toplanmasıyla başlamaktadır. Tersine lojistiğin ilk safhası olan toplama işleminde ürünler perakendeciler ve düzenli depolama alanları gibi toplama sahalarından toplanarak, ürünün türüne göre demontaj veya ayırma tesislerine getirilmektedir (Dat vd. 2012:6381).

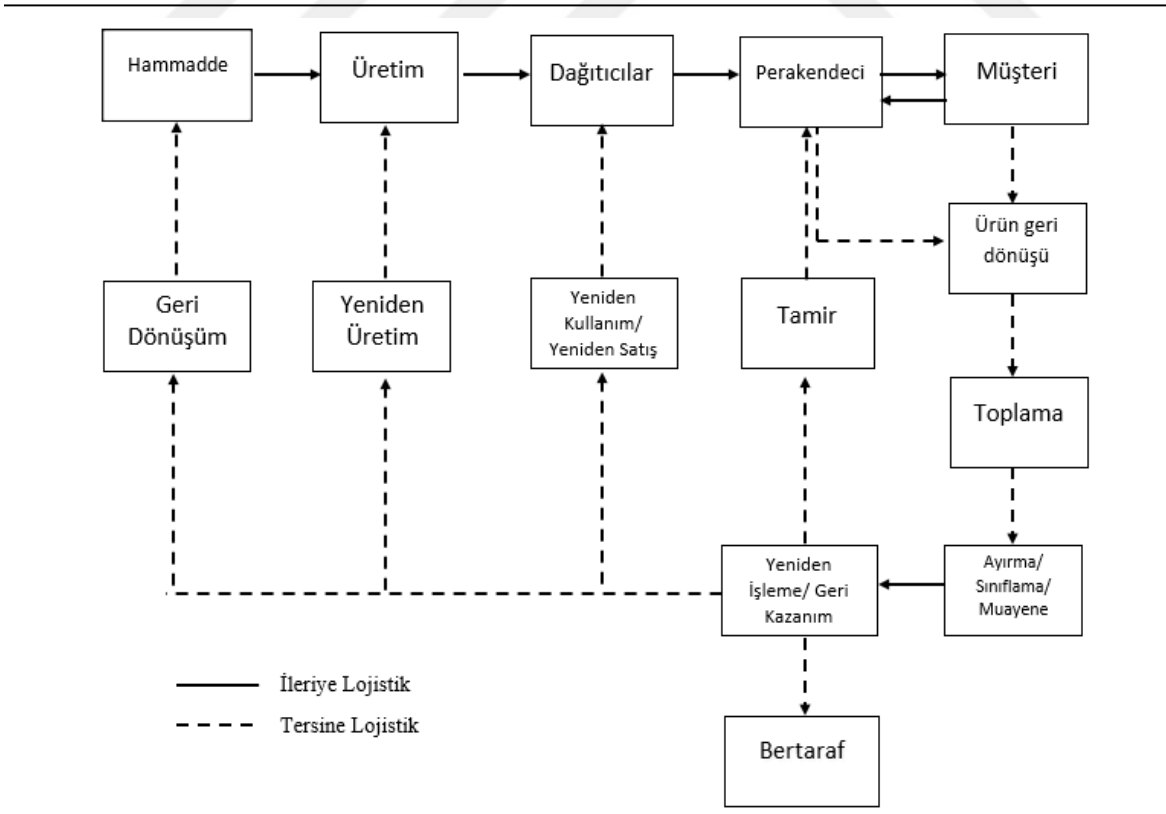
Muayene/ayırma/sınıflandırma, belirli bir ürünün yeniden kullanılabilir olup olmadığının belirlenmesi için yapılan tüm işlemleri ifade etmektedir. Muayene/ayırma/sınıflandırma işlemi toplama anında yapılabileceği gibi ayırma tesislerinde veya geri kazanım tesislerinde de yapılabilir (Srivastava ve Srivastava, 2006:528). Muayene aşamasında geri kazanım yönteminin belirlenmesi için ürün kaliteleri değerlendirilir. Daha sonra ürünler geri kazanım yöntemine göre ayrılır ve sınıflandırılır. Eğer ürün iyi durumda ise tekrar kullanım amacıyla satışını gerçekleştirilmek üzere yeniden dağıtılır. Eğer ürün kullanılabilir değilse ve daha ayrıntılı bir işlem gerektiriyorsa yeniden işlemeye veya geri dönüşüme yönlendirilir (De Brito ve Dekker, 2004: 11).

Yeniden işleme/geri kazanım, çeşitli şekillerde karşılaşılan ve atıklardan yeniden kullanılabilir ürünler ve malzemeler elde etme fikrine dayanan bir faaliyettir. “İkincil hayat” olarak da nitelendirilmektedir. Bu uygulama ile düzenli depolama sahalarındaki çıktı düzeyleri ve bakir kaynakların kullanımı azaltılabilir (Wells ve Seitz, 2005:250). Yeniden işleme/geri kazanım faaliyetleri ürün geri kazanımı (yeniden kullanım, yenileştirme, tamir), bileşen geri kazanımı (yeniden üretim, parça alma), malzeme geri kazanımı (geri dönüşüm)

ve enerji geri kazanımı (bertaraf) gibi birkaç şekilde ayırt edilebilir (De Brito ve Dekker, 2002:13):

Yeniden dağıtım, doğrudan yeniden kullanılabilir veya geri kazanıma tabii tutulan ürünü mevcut pazara ve potansiyel pazarlara tanıtmak, sonrasında da müşteriye aktarmak için gerekli fiziksel lojistik faaliyetlerini ifade eder (Payaro, 2004:2). Bu faaliyetler satış (leasing, hizmet sözleşmeleri), taşıma ve depolama faaliyetlerini de içerebilir. Geri dönüşümlü malzemelerin ve leasing yöntemi ile kiralanan yeniden üretilmiş fotokopi makinelerinin dağıtımını tipik birer örnek olarak gösterilebilir (Fleischmann vd., 2000:658).

Bertaraf, teknik ve ekonomik nedenlerden dolayı tekrar kullanılamaz hale gelen ürünler için bir gereksinimdir. Bertaraf uygulaması sadece ayırma aşamasında aşırı onarım gerektiren reddedilmiş ürünlere değil, aynı zamanda pazar tatmin potansiyelini karşılamayacak kadar modası geçmiş ürünlere de uygulanır. Bertaraf, ulaştırma, depolama ve yakma (enerji kazanımı dahil veya dahil olmayan) adımlarını da içerebilir (Dat vd., 2012: 6381). İmha istenmeyen atıklar için bir kaçış yolu gibi gözükse de birçok ülke bertaraf miktarlarını mevzuat ile sınırlandırmıştır (Zuluaga ve Lourenço, 2002:6). Tersine lojistik süreci aşamaları ve tersine lojistik geri kazanım yöntemleri Şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 3: Tersine Lojistik Süreci Aşamaları (Agrawal vd., 2015: 78)

Düz çizgiler ile ifade edilen ileriye doğru lojistik uygulamaları ile nihai tüketiciye ulaşan ürün kullanıldıktan sonra kesikli çizgi ile ifade edilen tersine lojistik sürecine dâhil olarak yeniden kullanılmak üzere gerekli aşamalardan geçmektedir. Bu aşamalar sonraki başlıkta ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.

2.1.4. Tersine Lojistik Geri Kazanım Yöntemleri

Tersine lojistik, ürün geri kazanım yöntemlerine göre farklı biçimlerde sınıflandırılabilir. Geri kazanım yöntemleri içerisinde yeniden kullanım/yeniden satış, tamir, yenileştirme, yeniden üretim, parça alma ve geri dönüşüm sayılabilir (Kim, Song, Kim ve Jeong, 2006).

Yeniden kullanım (Reuse)/ yeniden satış (Resale), ürünlerin temizlik veya küçük bir ön işlemten sonra aynı amaç için birden fazla kullanılmak üzere tekrar piyasaya sürülmesi olarak tanımlanır. Bunlara örnek olarak konteynerler, paletler veya şişeler verilebilir (Kim vd., 2006).

Tamir (Repair), geri dönen kullanılmış ürünlerin çalışır duruma getirilmesidir (Kumar ve Malegeant, 2006:1129). Bu işlemde hasarlı parçalar tam fonksiyonlu bir ürün meydana getirmek için tamir edilir veya değiştirilir (İlgin ve Gupta, 2010:571). Tamir işlemi sabitleme veya kırık parçaların değiştirilmesi adımlarını içerebilir. Diğer parçalar temelde etkilenmez. Genellikle sadece sınırlı demontaj ve yeniden birleştirme gerektiren tamir işlemine uğramış ürünlerin kalitesi yeni ürünlerden daha az olacaktır. Tamir işlemleri müşterinin olduğu yerde ya da üretici kontrolündeki tamir merkezlerinde yapılabilir (Thierry, Salomon, Van Nunen ve Van wassenhove, 1995: 118). Bu uygulama ev aletleri, endüstriyel makineler ve elektronik ekipmanlar gibi bir çok alanda yapılabilir (Fleischmann vd., 1997:3).

Yenileştirme (Refurbishing), geri dönen ürünlerin kabul edilebilir bir kalite düzeyine getirilmesi işlemidir. Ürün demonte edilir ve demonte edilen modüller denetlenir sonra bu modüller sabitlenir veya değiştirilir. Ayrıca, ürünün teknolojisindeki yükseltme yenileme ile ilişkilendirilebilir. İşlemden sonra kalite standartlarına yeni ürünlere nazaran daha az titizlikle yaklaşılsa da ürünün kalitesi önemli ölçüde artmaktadır (Bouzon, Govindan ve Rodriguez, 2015:29). Kullanım ömrünü tamamlamış ürünler onarım ve temizlik için yenileme tesisine götürülür, tekrar kullanıma uygun olmayan parçalar atıklarla birlikte gömme veya yakılma işlemleri için bertaraf sitesine götürülür (Kim vd., 2006:281). Kullanılabilir parçalar temizlenir, yenilenir ve envantere dahil edilir. Daha sonra eski parçalar (ve gerektiğinde yeni parçalar) tamamen eşdeğer veya performansı bazen üstün ve

beklenen ömrü orijinal ürün kadar olan yeni bir birim üretmek için yeniden birleştirilir (Gungor ve Gupta, 1999:826).

Yeniden üretim (Remanufacturing), yıpranmış ürünlerin yeni gibi koşullara dönüşümünü kapsayan endüstriyel bir süreçtir. Amacı komple sökülüp kontrol edilen geri dönmüş ürünlerden, yeni ürün kalite standartlarına uygun bir ürün elde etmektir. Buna ek olarak, tamir edilen parça ve modüller daha sonra da kullanılabilir (Wadhwa, Madaan ve Chan, 2009:462). Birçok endüstri kolunda, orijinal ekipman üreticileri, kendi pazar ve ürünleri hakkındaki teknik bilgilere sahip olduklarından yeniden üretim işinde kendi firmaları ile faaliyet göstermektedir (Inderfurth, 2004:92). Yeniden üretim, geri dönen ürünü tekrar kullanılabilir hale getirmek için bir dizi işlem adımı gerektirir. Bu aktivitelerden bazıları temizlik, demontaj, değişim ve yeniden montaj olarak sayılabilir. Ayrıca geri dönen ürünün karakterine göre işlem adımları çeşitlenmektedir (Payaro, 2004:2).

Yeniden üretimle parça ve modüller için malzeme maliyetleri, enerji maliyetleri, ürün bertaraf maliyetleri ve genel olarak kullanım ömrünü bitirmiş ürünlerin çevreye olan etkisi azalır (Thierry vd., 1995:119). Fakat yeniden üretim faaliyeti karmaşık ekipmanlara ve çok fazla sayıda modülden oluşan makinelere uygulanmaktadır. Ayrıca birçok test gerektiren ve emek yoğun bir faaliyet olan yeniden üretim çok yüksek sermaye yatırımı da gerektirmektedir (Srivastava ve Srivastava, 2006:529).

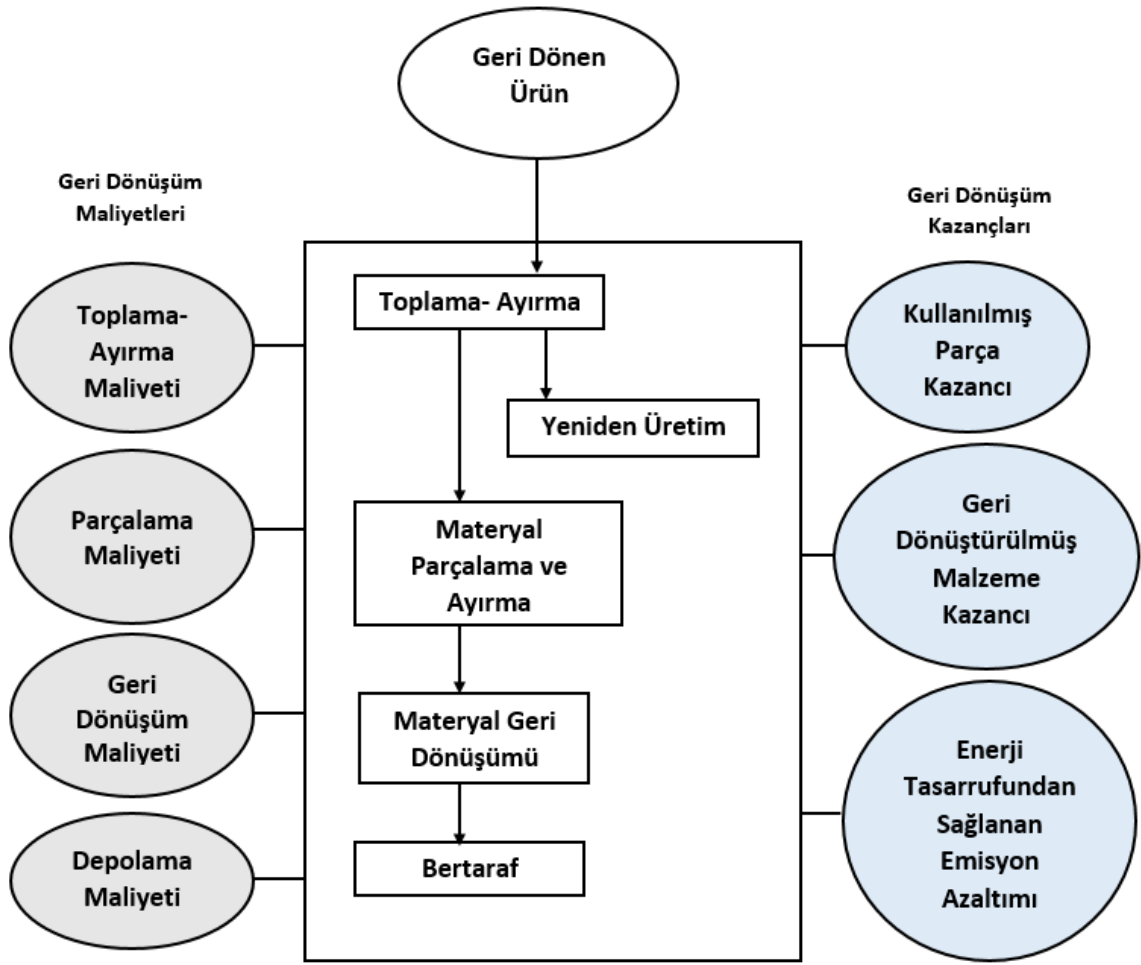
Parça alma (Cannibalization), yeniden üretim, tamir ve yenileştirme faaliyetlerinin herhangi birinde kullanılmak üzere geri kazanımı sağlanan parça ve modüllerin gördüğü işleme denir. Sıkı kalite standartları olmayan bir işlemdir (Kapetanopoulou ve Tagaras, 2011:150). Yeniden üretim için kullanılacak parçalar, yenileştirme veya tamir için kullanılacak parçalardan daha sıkı bir kalite standardını yerine getirmek zorundadır. Parça alma işleminde, ürünün sadece küçük bir kısmı yeniden kullanılmaktadır. Kalan kısımlar ve modüller ise parça alma işlemi için kullanılmaz (Thierry vd., 1995:119).

Geri dönüşüm (Recycling), herhangi bir ürünün yapılarını muhafaza etmeden, malzeme geri kazanımını ifade eder. Örnek olarak hurda metal, cam, kağıt ve plastik geri dönüşümü verilebilir (Fleischmann vd., 1997:3). Çalışmanın uygulandığı örneklem ambalaj atığı toplama/ayırma tesisleri olduğundan geri dönüşüm konusu bir sonraki başlıkta ayrıntılı olarak incelenmiştir.

2.2. Geri Dönüşüm

Endüstriyel geri dönüşüm sanayi devriminin bir sonucu olarak 19. yüzyılda ortaya çıkmıştır. Metal, kıt bir kaynak olduğu için geri dönüşüm öncelikle metalin geri dönüştürülmesi ile başlamıştır. Daha sonra, modern zamanlarda, geri dönüşüm diğer atık türlerine de uygulanan ve atık ürünlerden ekonomik kazanç elde edebilmek için tabana yayılarak küçük ölçekli işletmelerinde faaliyet konusu haline gelmiştir (Krikke, 1998:3).

Katı atıkların geri kazanımı, ticareti ve geri dönüşümü birçok ülkede yaygın olmakla birlikte, bu uygulamaların değeri hakkında görüşler, yaygın farklılıklar ve çeşitli perspektifler göstermektedir. Mesela yerel yönetimler, öncelikle halk sağlığı koşullarının iyileştirilmesi konusundaki stratejileri önemsediğinden sadece atığın toplanması ve bertaraf edilmesi işlemlerine odaklanmıştır (Baud, 2004:116). Endüstriyel girişimler ise, atık azaltımı, yeniden kullanım ve geri dönüşüm konularında getirilen ağır yönetmelikler ve sorumluluklardan dolayı, etkili toplama sistemleri, çevreyi temizlemeye yönelik geri dönüşüm teknolojilerinin geliştirilmesi ve öz sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak gibi konular için çaba göstermektedirler (Loeffe, 2006:7). Geri dönüşüm süreci, geri dönüşüm için katlanılan maliyetler ve geri dönüşümün faydaları Şekil 4’te özetlenmiştir.



Şekil 4: Geri Dönüşüm Süreci, Maliyetler ve Kazançlar (Chen, Navin-Chandra ve Print, 1994: 504)

Geri dönüşüm işlemi için katlanılan maliyetler toplama ve ayırma aşamasında başlamaktadır. Daha sonra toplanıp kategorilerine göre ayrılan materyaller küçük parçalara ayrılarak geri dönüşüme hazır hale getirilir. Bu işlem için de TAT'ların ekipman maliyetleri olacaktır. Parçalanarak geri dönüşüme hazır olan materyal bir takım kimyasal ve fiziksel işlemlerden geçerek tekrar satılmak üzere yeni bir ürün haline gelmektedir. Bunun için de GDT'lerin makine teçhizat maliyetleri olacaktır. Geri dönüştürülerek tekrar satılmaya hazır ürünlerin ve geri dönüştürülmek üzere depolanan materyaller için katlanılan maliyet kalemi ise depolama maliyetlerini oluşturmaktadır.

Geri dönüşümün faydaları ise orijinal hammadde kullanmak yerine, geri döner kullanılmış ürünün hammaddesinin kullanımından doğan fırsat maliyetinin ekonomiye ve işletmeye olan kazancından başlamaktadır. Daha sonra geri dönüştürülen ürünün satışından sağlanan kazanç ve bertaraf edilmemesinden kaynaklanan tasarruf da bir fayda olarak işletmelerin

kazanç hanesine eklenmektedir. Kullanılmış ürünlerin yeniden kullanılmasından sağlanan tasarruf ve daha da önemlisi yeni bir ürün üretmek için doğaya salınan zehirli gazların zararından doğayı korumak adına sağlanan çevre bilinci de işletmelerin sosyal yönünü ortaya koymaktadır.

Geri dönüşüm süreci toplama ve ayırma işlemi ile başlamaktadır. Ayrılan atıkların yeniden üretime uygun olan kısmı yeniden üretime yollanmaktadır. Geri kalan geri dönüştürülebilir malzemeler küçük parçalara ayrılarak kategorilerine göre sınıflandırılır ve geri dönüştürülür. Geri dönüşüme uygun olmayan organik atıklar gibi kalıntılar ise uygun bir bertaraf yöntemi (yakma, gömme vb.) ile bertaraf edilir.

2.2.1. Geri Dönüşüm Kavramı ve Tanımı

Geri dönüşüm hakkında alanyazında yapılmış birçok tanım mevcuttur. Bunlardan bazıları şu şekildedir;

- Geri dönüşüm, ürün kimliğinin kaybolarak, yeni ürün üretiminde materyallerin yeniden kullanılması işlemidir (Bouzon vd., 2015:29),
- Geri dönüşüm, kullanılmış ve çalışmayan ürünlerin maddi içeriğini geri kazanmak için yapılan bir işlemdir (Gungor ve Gupta, 1999:825),
- Geri dönüşüm, ürünlerin yeni fiziksel ve kimyasal özellikler kazandığı bir süreçtir (Sarkis, 2003:400).

Geri dönüşümün amacı, çeşitli ayırma süreçleri tarafından, kullanılan ürünler ve parçalardan, orijinal yada diğer ürünlerin üretiminde tekrar kullanmak için yeniden kullanılabilir malzemeler elde etmektir (Wadhwa vd., 2009:462). Geri dönüşüm (demontaj olmaksızın) yeni malların üretiminde bakir malzemelerin yerini almak için kullanılan ürünler veya bileşenlerin içerdiği maddelerin değerlendirilmesi, geri kazanımı ve yeniden işlenmesi adımlarını içerir (Dat vd., 2012: 6381).

Geri dönüşümde malzeme geri kazanımı durumunda, ürünler genellikle öğütülür ve özellikleri ile kalite düzeylerine göre gruplandırılıp yeni ürün üretiminde kullanılabilir hale getirilir (Wiel, Bossink ve Masurel, 2012:101).

2.2.2. Geri Dönüşümün Faydası ve Kazanımları

Hükümetler ve çeşitli çevre örgütleri düzenli olarak geri dönüşümün birçok faydasından bahsetmektedir. Geri dönüşümün en önemli faydaları çevre ve insan sağlığı üzerinedir. Ayrıca çevreciler geri dönüştürülmeyip gömme veya yakma tesislerine gönderilen atıkların hava, toprak ve su kirliliğini arttıracakları konusunda hemfikirdirler (Miller, 2010:34). Bu faydalara ek olarak ÇEVKO geri dönüşümün faydalarından ve kazanımlarını şu şekilde açıklamaktadır (ÇEVKO, 2016);

- **Doğal kaynaklarımız korunur:** Dünya nüfusunun hızla artması ve tüketim alışkanlıklarının değişmesi nedenleri ile doğal kaynaklarımız her geçen gün azalmaktadır. Bu sebeplerden dolayı doğal kaynakların verimli olarak kullanılabilmesi için hammadde tüketimini azaltmak, değerlendirilebilir nitelikli atıkları geri dönüştürmek gerekmektedir. Kullanıldıktan sonra atık haline gelen ambalajların, türlerine göre ayrıştırılıp geri dönüşüm sanayine kazandırılması sonucu, geri dönüştürülmüş malzemeler birçok ürünün üretim sürecinde ikincil hammadde olarak kullanılmaktadır. Bu şekilde doğal kaynaklar daha az kullanılarak, doğaya katkı sağlanmaktadır.
- **Enerji tasarrufu sağlanır:** Geri dönüşüm, hammadde üretimi sürecinde endüstriyel faaliyet sayısını azaltarak enerji tasarrufu sağlar. Örneğin; metal içecek/konserve kutularının geri dönüşümü sürecinde bu metaller hiçbir ön işlem görmeden eritilerek yeni ürüne dönüştürüldüğünden, bu metallerin hammadde üretimi için harcanan maden cevheri ve bu cevherin saflaştırma süreçlerine gerek kalmadan üretim gerçekleştirilebilmektedir. Bu şekilde bir metal kutunun geri dönüşümünden, birincil hammaddeden ürün elde etmeye göre, %95 oranında enerji tasarrufu sağlanabilir.
- **Ekonomiye katkı sağlanır:** Hammadde kullanımının azalması ve doğal kaynakların hızla yok olması sonucunda ekonomik sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Geri dönüşümün bu noktada ekonomi üzerinde pozitif etkileri olabilmektedir. Enerji ve doğal kaynakların kullanımının azaltılması ülke ekonomisi için de büyük bir öneme sahiptir. Bu sebeplerden dolayı geri dönüşüm uzun vadede verimli bir ekonomik yatırımdır.
- **Atık miktarı azalır:** Geri dönüşümün gerçekleştirilmesi ile çöpe giden atık miktarı azaltılarak, bu atıkların taşınması ve depolanması faaliyetleri için daha az miktarda

yer ve enerji kullanılmış olur. Atık depolama alanlarına daha az miktarda atık gideceğinden, yüksek maliyetlere katlanılarak inşa edilen atık depolama alanları daha uzun süreler boyunca kullanılabilir.

- **Gelecek için yatırımdır:** Dünyanın bize sunmuş olduğu doğal kaynakların etkin bir şekilde kullanılması, gelecekte yaşayacak nesillerin doğal kaynak sıkıntısı çekmemesi açısından önemlidir. Bu düşünceyle ülkemizde geri dönüşüm sektörü hızla gelişmektedir. Bu gelişim, yeni tesislerin açılmasını ve yeni istihdam imkânlarının oluşmasını sağlayacaktır.

2.2.3. Geri Dönüşüm Süreci Aşamaları

Geri dönüşüm süreci toplanan atık türünden bağımsız olarak bazı aşamaları içermektedir. Bu aşamalar farklı kaynaklarda farklı şekillerde ele alınmış olsa da genel olarak şu şekildedir (Şengül, 2010:79):

- **Toplama:** Toplama aşamasında kullanım ömrünü tamamlamış atıklar nihai tüketicilerden veya ürün üretimi yapan fabrikalardan alınarak geri dönüşüm süreci başlatılır. Toplama işlemi atığın kaynaklandığı yere göre değişmektedir. Eğer atıklar evsel nitelikte ise ve nihai tüketicilerden alınacaksa belediyeler veya belediyeler tarafından yetkilendirilmiş firmalar tarafından toplama araçları ile toplanır. Eğer atıklar organize sanayi bölgelerindeki ürün üreten firmalardan alınacaksa belediyeler, organize sanayi bölgesi tarafından yetkilendirilmiş kuruluşlar veya firmanın kendi anlaşması olan bir kuruluş tarafından toplanır.
- **Ayırma:** Toplanan atıkların kategorilerine göre ayrılarak geri dönüşüme hazır hale getirildiği süreçtir. Düzenli bir geri dönüşüm süreci, geri kazanılabilecek maddelerin ilkel ayrılması, kaynaktan ayrılması, toplama sırasında ayrılması ve merkezde ayrılması şeklinde 4 yöntemden birisiyle yapılabilir. Geri dönüşümün en etkin yolu ise ‘kaynaktan ayırma’ sistemi ile geri kazanılabilir maddelerin ayrılarak değerlendirilmesidir (Hanay ve Koçer, 2006: 508).
- **Değerlendirme:** Toplanıp ayrılan geri dönüştürülebilir atıkların temizlenip kategorilerine ayrıldıktan sonra bir takım üretim süreçlerinden geçerek tekrar ekonomiye kazandırıldığı süreçtir. Ürün tamamen veya kısmen fiziksel ve kimyasal özelliğini kaybederek yeni bir ürüne dönüşmektedir.

- **Yeniden Ekonomiye Kazandırma:** Kullanım sonrası atık haline dönüşen ürünün bir dizi süreçten geçerek yeni bir ürün olarak tekrar satışa sunulması sürecini kapsar.

Geri dönüşüm süreci ülkemizde TAT'lar ile başlamaktadır. Kaynağında ayrı toplanan geri dönüştürülebilir malzemeler (kağıt, cam, metal vb.) bu tesislerde türlerine göre ayrıştırılarak GDT'lere girdi sağlamaktadır. Yani geri dönüşüm sürecinin başarısı, TAT'ların başarısı ile doğrudan bağlantılıdır.

2.3. Geri Dönüştürülebilir Ambalaj Atıkları

Son yıllarda, önemli sosyal ve ekonomik değişimler tüketim üzerinde oldukça etkili olmuştur. Batı dünyasının yüksek hayat standartları ve gelişmekte olan dünya ülkelerinin bu standartları yakalama arzusu tüketim mallarına olan talebin artmasına yol açmıştır. Artan ekonomik refah ve tüketim malları talebi ile önemli miktarlarda atık üretilmeye başlanmıştır. Bu atıklar yalnızca tükettiğimiz nihai ürünler ile sınırlı kalmayıp aynı zamanda bu ürünlerin paketlenmesinde kullanılan ambalaj malzemelerinden de oluşmaktadır. Ayrıca uluslararası ticaretteki artış ve şehirleşme yönündeki eğilim üretici ile tüketici arasındaki mesafeyi arttırdığından uygun paketlemeye olan talep de giderek büyümüştür (Pericot, Saez, Merino ve Carrasco, 2014:1932). Dolayısıyla ambalaj atığı miktarı, gün geçtikçe daha da büyümekte ve bu materyaller doğada kolayca yok olmadığından en büyük çevre sorunlarından biridir (Akçay Han, Bektaş ve Öncel, 2010: 1317).

Doğada çözünmesi çok uzun yıllar alan ve inorganik maddelerden oluşan bu ambalaj malzemelerinin atıkları, çevre politikalarının odağını, bitmiş ürünlerin üretim süreçlerinden kaydırmaktadır. Nihai ürünlerin bir kısmı olan ambalaj, sanayileşmiş ülkelerde "sürdürülemez" tüketim sembolü haline geldiğinden ambalajların geri dönüştürülebilir malzemelerden üretilmesi de mevzuatlarla desteklenmiştir. Kaynak azaltımının yanı sıra geri dönüşüm yoluyla atıkların başka alanlarda kullanılması devlet politikaları ile teşvik edilerek ambalaj malzemesi sektörüne daha yaygın bir popülarite kazandırılmıştır. Ambalaj atıkları geri dönüşüm politikasının -toplama ve kullanım oranları gibi- hedefleri genellikle ulusal düzeyde formüle edilirken, politikaların uygulanması ve değerlendirilmesi için temel sorumluluk yaygın olarak yerel yönetimlere bırakılmıştır (Hage ve Söderholm, 2008:1720). Yerel yönetimler tarafından yetkilendirme kuruluşlarına devredilen bu çalışmalar sonucunda

da ambalaj malzemeleri sektörü yeni bir kimlik kazanarak aynı zamanda bu ürünlerin geri dönüşümüne de yoğunlaşmıştır.

24 Ağustos 2011 tarih ve 28035 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren AAKY'nin birinci bölümünde 4/1(a) maddesine göre *Ambalaj*, hammaddeden işlenmiş ürüne kadar, bir ürünün üreticiden kullanıcıya veya tüketiciye ulaştırılması aşamasında, taşınması, korunması, saklanması ve satışa sunulması için kullanılan herhangi bir malzemeden geri dönüşsüz olanlar da dâhil tüm ürünleri olarak tanımlanmıştır. Bir başka tanıma göre ambalaj, ürünlerin koruma, taşıma, ulaştırma, pazarlama ve sunumu için kullanılan her türlü materyaldir (Akçay Han vd., 2010: 1317).

AAKY'nin 4/1(b) maddesine göre ise *Ambalaj Atığı*; Üretim artıkları hariç, ürünlerin veya herhangi bir malzemenin tüketiciye ya da nihai kullanıcıya ulaştırılması aşamasında ürünün sunumu için kullanılan ve ürünün kullanılmasından sonra oluşan kullanım ömrü dolmuş tekrar kullanılabilir ambalajlar da dâhil çevreye atılan veya bırakılan satış, ikincil ve nakliye ambalajlarının atıkları olarak tanımlanmıştır.

Ambalajlar üç farklı şekilde sınıflandırılabilir;

- Satış Ambalajı (Birincil Ambalaj), bir satış birimi olarak ürün için bir kap olabileceği gibi ürünün sarıldığı bir materyal halinde de olabilen nihai tüketicinin elle tutabildiği ambalaj türüdür.
- Gruplandırılmış Ambalaj (İkincil Ambalaj), dağıtım veya sunum amacıyla kullanılan, birincil ambalajlı ürünlerin gruplandırılarak koyulduğu büyük kutular veya kapların genel adıdır.
- Transit Ambalaj (Üçüncül Ambalaj), ürünün toplu biçimde yüklenmesini ve boşaltılmasını sağlamak veya hasarı önlemek amacıyla ikincil ambalajların konulduğu ahşap palet, tahta veya plastik sarma materyalleri ile konteynırlardan oluşan ambalaj türüdür. Kara, demir, deniz veya hava yolu için kullanılan konteynırlar bu kategori dışındadır (Dixon-Hardy ve Curran, 2009:1199).

Hangi materyalden yapıldığına dikkat edilmeksizin Tablo 2'de yer alan bütün malzemelere ambalaj ve bu ürünlerin atığına da ambalaj atığı adı verilmektedir.

Tablo 2: Ambalaj Atığı Kabul Edilen veya Kabul Edilmeyen Materyaller

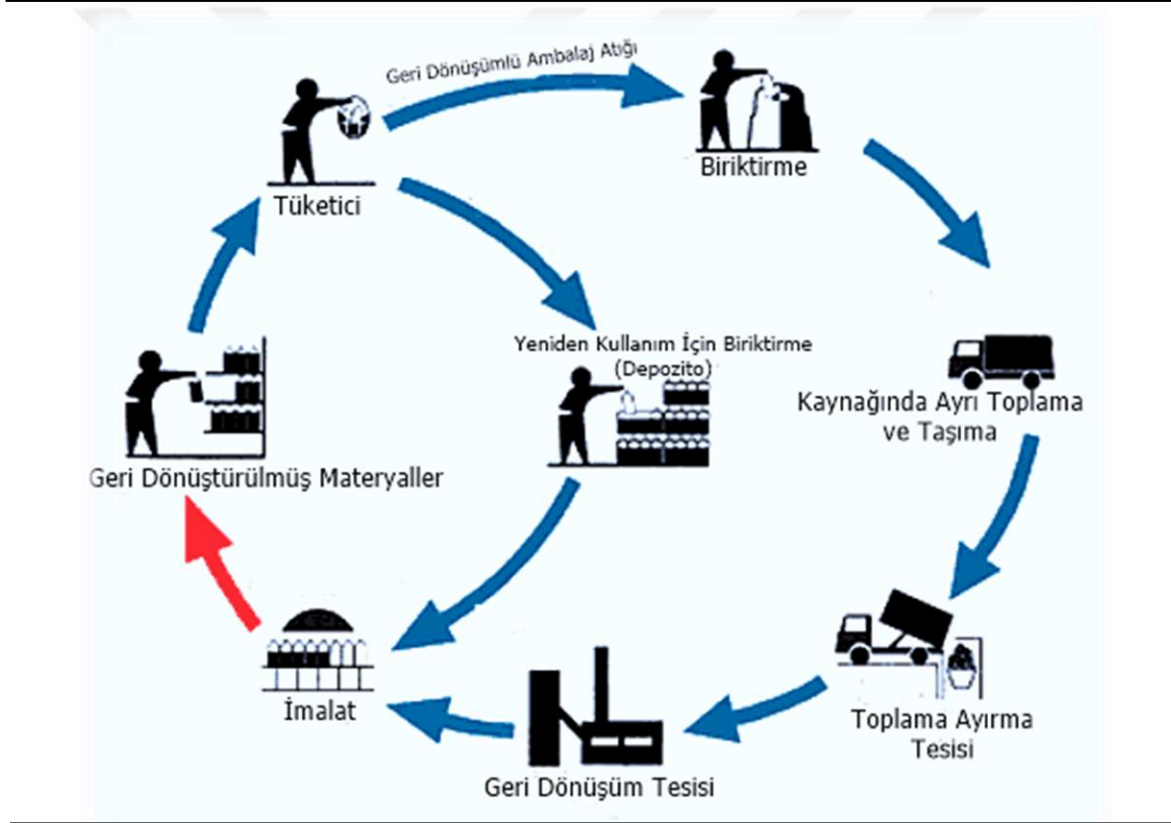
Ambalaj Atığı Sayılan Materyal Örnekleri	Ambalaj Atığı Sayılmayan Materyal Örnekleri
CD kutusuna sarılmış streç film	Bitki saksıları
Tek kullanımlık tabak ve bardaklar	Tamir, bakım aletleri gibi saklama kutuları
Satış yerlerinde doldurularak kullanılan yapışkan film, sandviç torbaları, alüminyum folyo ve benzeri malzemeler	Ambalajlamada kullanılan plastik, metal ve benzeri şeritler
Hazır yiyecek ambalajları	Peynirin etrafındaki balmumu tabakası
Su, maden suyu, meyve suyu, şampuan, deterjan ve benzeri ambalajların kapakları	CD'nin içinde kendisiyle birlikte saklandığı kap
Köpük, karton ve benzeri destekleyici malzemeler	Tek kullanımlık çatal, bıçak, kaşık
Yumurta viyolleri	Kapağın bir kısmını oluşturan rimel fırçası
Her türlü oyuncak ambalajları	Ambalaja takılan yapışkan etiketler
Dergi, kitap vb. basın yayınların ambalajları	Çay poşetleri
Her türlü mobilya ve aksesuarların sarıldığı ambalajlar	Deterjanların içinde bulunan ve doz ölçmede kullanılan kaplar
Giysilerin taşınmasında ve satışında kullanılan ambalajlar	Kamera, fotoğraf makinesi vb. aletlerin muhafaza ve taşıma kutu ve çantaları
Fıçı, varil, bidon vb.	Alışveriş poşetleri
Her türlü promosyon ürünlerinin ambalajları	Sucuk, sos, salam vb. ürünlerin kılıf ve zarları
İplik, tuvalet kâğıdı, kağıt havlu vb ürünlerin sarıldığı makara ve masuralar	İlk yardım seti kutuları
Kumaş ve benzeri ürünlerin sarıldığı rolik, konik, makara vb. ürünler	Kablo ve tellerin sarıldığı büyük makaralar
Kargo ve kurye sektöründe kullanılan zarflar, plastik poşetler ve koliler	Yukardaki örneklere benzer ürünler
Yukardaki örneklere benzer ürünler	

Kaynak: AAKY, 2011

Tüketim toplumunun sınırsız ihtiyaçları göz önüne alındığında bu ambalaj atıkları çevreye her geçen gün daha fazla zarar vermektedir. Ayrıca tüketicilere sunulan her ürünün ambalajlanması gerekliliği yasalar ile zorunlu hale getirildiğinden hükümetler ambalajların geri dönüştürülebilir malzemeden yapılmasını mevzuatlarla desteklemiştir. Türkiye'deki AAKY'nin 5(1) a ve b maddelerine göre; "Doğal kaynakların korunması, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda üretimin sağlanması ve depolanacak atık miktarının azaltılması amacıyla ambalaj atıklarının oluşumunun önlenmesi, üretimin kaçınılmaz olduğu durumlarda ise öncelikle tekrar kullanılması, geri dönüştürülmesi, geri kazanılması ve enerji kaynağı olarak kullanılması esastır. Tek yönlü ambalaj kullanımının ve bunların atıklarının kontrol altına alınabilmesi amacıyla, öncelikle tekrar kullanıma uygun ambalajların tercih edilmesi esastır."

Ülkelerin sanayileşme süreci hızlandıkça hayatımıza giren ambalajlı ürünler, yıllar içerisinde sadece ürünü koruyup muhafaza etmesi fonksiyonunu yerine getirmekle kalmayıp promosyon, bilgilendirme, standardizasyon gibi bir çok fonksiyonu da yerine getirmektedir.

Günümüz tüketim toplumunun sınırsız ihtiyaçları göz önüne alındığında birçok fonksiyonu yerine getiren ambalajların miktarları da sürekli artmaktadır. Bu durumun farkına varan ülkeler yıllar içerisinde ambalaj atıklarını düzenleyen mevzuatlar ile ambalajların geri dönüştürülebilir malzemelerden üretilmesini zorunlu kılmışlardır. Camların geri dönüştürülmesi ile başlayan geri dönüşüm çalışmaları sonrasında diğer materyaller için de yaygınlaşmıştır. Geri dönüştürülebilir materyaller, kâğıt/karton/mukavva, plastik/pet, cam, metal, alüminyum, kompozit, tekstil ve tahta olarak sıralanabilir. Bu materyallerden en yaygın olarak geri dönüşüme tabii tutulanlar ise kâğıt/karton/mukavva, plastik/pet, cam ve metallerdir. Süreçler farklılık gösterse de genel olarak ambalaj atıklarının geri dönüşüm süreci Şekil 5’te gösterilmiştir.



Şekil 5: Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşüm Süreci (*Atık Yönetimi Çevre Yönetim Portalı, Maltepe Belediyesi, 2016*)

Nihai tüketici veya üreticiler tarafından kullanılan ürünlerin ambalajları eğer yeniden kullanılabilir şekilde üretildiyse (palet, şişe vb.) herhangi bir toplama veya ayırma işlemine tabii tutulmadan tekrar üretim sürecine dâhil edilir. Eğer materyal geri dönüştürülebilirse tüketici tarafından biriktirilen ambalaj atıkları belediyeler veya yetkilendirilmiş kuruluşlar tarafından kaynağında ayrı toplanarak TAT'lara getirilir. Burada ayrıştırılan materyaller

içeriğine göre GDT'lere gönderilir. GDT'lerde dönüşüme tabii tutulan materyaller imalat sürecinin ardından hammadde şeklinde kullanılmak üzere fabrikalara gönderilir. Ambalaj atıkları içeriğine göre geniş bir yelpazede sınıflandırılrsa da, temel olarak kâğıt, plastik, metal ve cam olarak dört gruba ayrılabilir.

Kâğıt ambalaj atıkları, ağırlık ve hacim olarak belediye atıklarındaki en büyük atık akımını oluşturmaktadır (Rogoff ve Williams, 1994: 50). Ağırlık olarak en fazla miktarda kullanılan ambalaj malzemesi olan kâğıt ve karton ambalajlar toplam ambalaj malzemelerinin %40'ından fazlasının oluşturmaktadır (Chamberlain ve Kirwan, 2013:2). Kâğıt atıkların toplam atıklar içerisindeki payının bu kadar yüksek olmasına rağmen özellikle ülkemizde hurda kâğıda olan talep hiç azalmamaktadır. Çeşitli geri dönüşüm süreçlerinden geçerek rulolar halinde üretime hazır hale gelen kâğıt, hammadde olarak kâğıt kullanan işletmeler için birincil bir hammadde gibi işlem görmektedir.

Plastik ambalaj atıkları, geri dönüştürülebilir ambalaj sektöründe görece olarak daha yeni bir materyaldir. Son yıllarda ambalaj ve diğer sektörlerde plastik kullanımının yaygınlaşması, atık akışında plastiklerin yüzdesinde bir artışa neden olmuştur (Rogoff ve Williams, 1994: 52). Plastik geri dönüşümü iki farklı şekilde gerçekleştirilir. Bunlar; mekanik geri dönüşüm ve ham madde geri dönüşümüdür. Mekanik geri dönüşümde plastik atık, birincil plastiklerin yerine ikincil bir ham madde olarak kullanılır (Pongracz, 2007: 259). Hammadde geri dönüşümünde ise, plastik ambalaj atıkları yüksek kalorilerde ısıtılarak eritilir. Sonrasında granül hale getirilen hammadde, birincil plastik malzemelerin yapımında kullanılmak üzere üretim tesislerine yollar.

Cam ambalaj atıkları, geri dönüşüm sektöründe cam üreticileri tarafından yıllardır kullanılmaktadır. Bu yüzden cam geri dönüşümü en eski geri dönüşüm yöntemlerinden birisidir. Cam geri dönüşümü sayesinde cam yapımında kullanılan malzeme eritmek için gerekli olan fırın sıcaklığını düşürerek enerji tüketimini azaltmak mümkün olmuştur (Rogoff ve Williams, 1994: 53). Bu malzemeler işgücü veya makine kullanılarak ayrıştırılabilir. Cam ambalajların geri dönüştürülmesi için kullanılan en yaygın yöntem yeni ambalaj üretiminde kullanılmak üzere cam ambalajların toplanması ve ezilmesini içerir. Daha sonra bu cam kırıntıları haline getirilen materyal birincil malzemelerin üretim sürecinde hammadde olarak kullanılmaktadır (Verghese, Crossin ve Jollands, 2012: 224).

Metal ambalaj atıkları, genellikle alüminyum metal ve çelik metal olarak geri dönüştürülmektedir. Alüminyum metaller grubunun en yaygın geri dönüşümü alüminyum içecek kutularıdır. Çelik metaller ise endüstriyel hurdalar, araba kaportaları, ev aletleri,

paslanmaz çelik ve döküm ürünlerde kullanılır (Rogoff ve Williams, 1994; 96). Çelik metaller grubuna konserve ve benzeri kutular hâkimdir. Bu kutular olduğu gibi geri dönüştürülebildiği gibi, saf olmayan metallerin ayrıştırılması ile süresiz olarak yeniden işlemeye de tabii tutulabilir. Çeliğin manyetik özelliklerinden dolayı GDT'ler bu materyalleri kolayca ayrıştırmaktadır (Verghese vd., 2012: 215).

2.4. Geri Dönüştürülebilir Ambalaj Atığı Toplama ve Ayırma Tesisleri

Kaynağında ayrı toplama uygulamaları kapsamında, tüketicilerin evlerinde ya da işyerlerinde organik atıklardan ayrı olarak biriktirdikleri ambalaj atıklarının düzenli olarak belediyeler ya da anlaşmalı oldukları TAT'lar tarafından toplanması gerekmektedir. Kaynağında ayrı toplama süreci Şekil 6'da verilmiştir (ÇEVKO, 2016).



Şekil 6: Kaynağında Ayrı Toplama Süreci (ÇEVKO, 2016)

Kaynağında ayrı toplama, katı atık yönetiminin ayrılmaz bir parçası olan malzeme geri dönüşümünü mümkün kılan yaşamsal bir süreçtir. Kaynağında ayrı toplama için en yaygın yöntem, caddelerde atık toplama konteyner veya kafeslerinin, okullar, parklar, havuzlar, spor kompleksleri, pazarlar, fuarlar gibi stratejik noktalarda ise cam, kağıt / karton, plastik ve metal için farklı konteynırların veya iç mekan kutularının kullanımına dayanan yöntemdir (Magrinho, Didilet ve Semiao, 2006:1484). İç mekan ve dış mekanlarda ambalaj atığı toplamak için kullanılan kutular Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7: Ambalaj Atığı Toplamak için Kullanılan Kutular

Türkiye’de uygulanan ikinci yöntem ise özellikle belediyeler tarafından uygulanan kaynağında ayrı toplama uygulamalarıyla benzer niteliktedir. Bu yöntemde plastik, kağıt, metal ve cam geri dönüştürülebilir atıklar karışık olarak plastik torbalarda bir araya getirilmekte ve haftalık olarak toplanmaktadır (Metin, Eröztürk ve Neyim, 2003: 428). Belediyelerin haricinde bazı özel işletmeler de, geri dönüştürülebilir atıkları toplama ve taşıma ile ayrı olarak toplanan ambalaj atığının sınıflandırılmasından sorumludur. Daha sonra ayrıştırılan geri dönüştürülebilir atıklar GDT’lere yeni ürün yapımında kullanılmak üzere gönderilir (Turan, Çoruh, Akdemir ve Ergun, 2009: 466).

2.4.1. TAT Kurulması

24 Ağustos 2011 tarih ve 28035 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren AAKY’nin 28. maddesine göre TAT’ların sağlaması gereken kriterler belirlenmiştir (AAKY, 2011).

Fabrika, satış noktası ve benzeri üniteler içerisinde yapılan biriktirmeler hariç, ambalaj atıklarının toplandığı ve cinslerine göre sınıflandırılarak ayrıldığı toplama-ayırma tesislerinin sağlanması gereken asgari şartlar bulunmaktadır.

Kapasiteyi karşılayacak şekilde platformlu ambalaj atığı ayırma bandı ile malzeme türüne göre ayrılacak ambalaj atıkları için, ayırma bandının kenarlarında belirli aralıklar ile ayırma gözleri ve bu gözlerin altında, türlerine göre ayrılan ambalaj atıklarının biriktirilmesi maksadıyla tesis içerisinde kolayca hareket ettirilebilecek konteynırları bulundurulması.

En az bir pres makinesi bulundurulması. Ambalaj atıklarının kapladığı alanı azaltmak için ayrıştırma sonrası preslenerek GDT'lere gönderilmektedir. Cam, plastik veya ahşap paletler hariç tüm materyallerden yapılmış ambalaj atıkları preslenerek muhafaza edilmektedir.

En az iki adet ambalaj atığı toplama aracı bulundurulması, araçların, madde 25 hükümlerine (Ambalaj atıklarının toplanmasında kullanılacak araçların kasası üzerinde; "Ambalaj Atığı Toplama Aracı" ifadesi bulunur, Ayrı toplanacak ambalaj atıkları yazı ve şekil ile açık olarak belirtilir, İlgili belediyenin ve çevre lisanslı/geçici faaliyet belgeli TAT'ların iletişim bilgileri yer alır. Araçların üzerindeki yazı ve şekiller kolayca okunabilecek ve anlaşılabilir boyutlarda tasarlanır.) uygun olması ve araçlara ait resmi belgelerin sunulması.

Yönetmelik dahilinde gerekli asgari şartlar sadece ayırma bandı, pres makinesi ve ambalaj atığı toplama aracı olmasına rağmen yapılan tesis ziyaretlerinde tesisin kapasitesine göre kullanılan farklı araç ve gereçler de olduğu görülmüştür. Örneğin büyük miktarlarda atık toplayan tesisler genellikle ayrılan ve preslenen atıkların tesis içerisinde taşınması ve yüklenebilmesi için forklift, bekolu yükleyiciler veya paletli/tekerlekli malzeme yükleyicileri kullanmaktadır. Ayrıca ayrılan ürünlerin GDT'lere nakliyesini kendi yapan tesisler toplama haricinde kullanılan kamyonlara sahip olabilmektedir.

TAT'ların açık ve kapalı alanları toplamının en az 1.000 m² olması ve bununla ilgili tapu sicil kaydını sunması, ambalaj atıklarını ayıracağı alanının kapalı olması, faaliyet gösterilen açık ve kapalı alanların zemininin beton olması, tesiste çalışan personelin sayısına ve çalışma şartlarına uygun olarak düzenlenmiş tuvalet, lavabo, soyunma odası, yemekhane ve sosyal ünitelere sahip olması gerekmektedir.

Yönetmelik tarafından zorunlu kılınan bu şartlar tesisin ölçeğine göre farklılık gösterebilmektedir. Ayrıca bu şartlara ek olarak;

TAT'ların tamamen kapalı olmaması halinde, etrafı dışarıdan görülmeyecek şekilde en az iki metre yüksekliğinde çevrili, temiz, bakımlı ve/veya boyalı olması, yıkama işlemi sonrası oluşan atık sular için toplama kanalları ile ızgara sistemi bulundurulması gerekmektedir.

TAT'ların faaliyetlerini yürütebilmesi için tam zamanlı olarak en az bir çevre görevlisi istihdam etmesi (Aynı ilde tek tüzel kişilik altında birden fazla TAT'a sahip olunması halinde, bütün tesislere hizmet vermek amacıyla bir çevre görevlisinin istihdam edilmesi

yeterlidir) gerekmektedir. Fakat yapılan tesis ziyaretlerinde birçok tesisin çevre mühendisi ihtiyacını danışman şirketlerin karşıladığı görülmüştür.

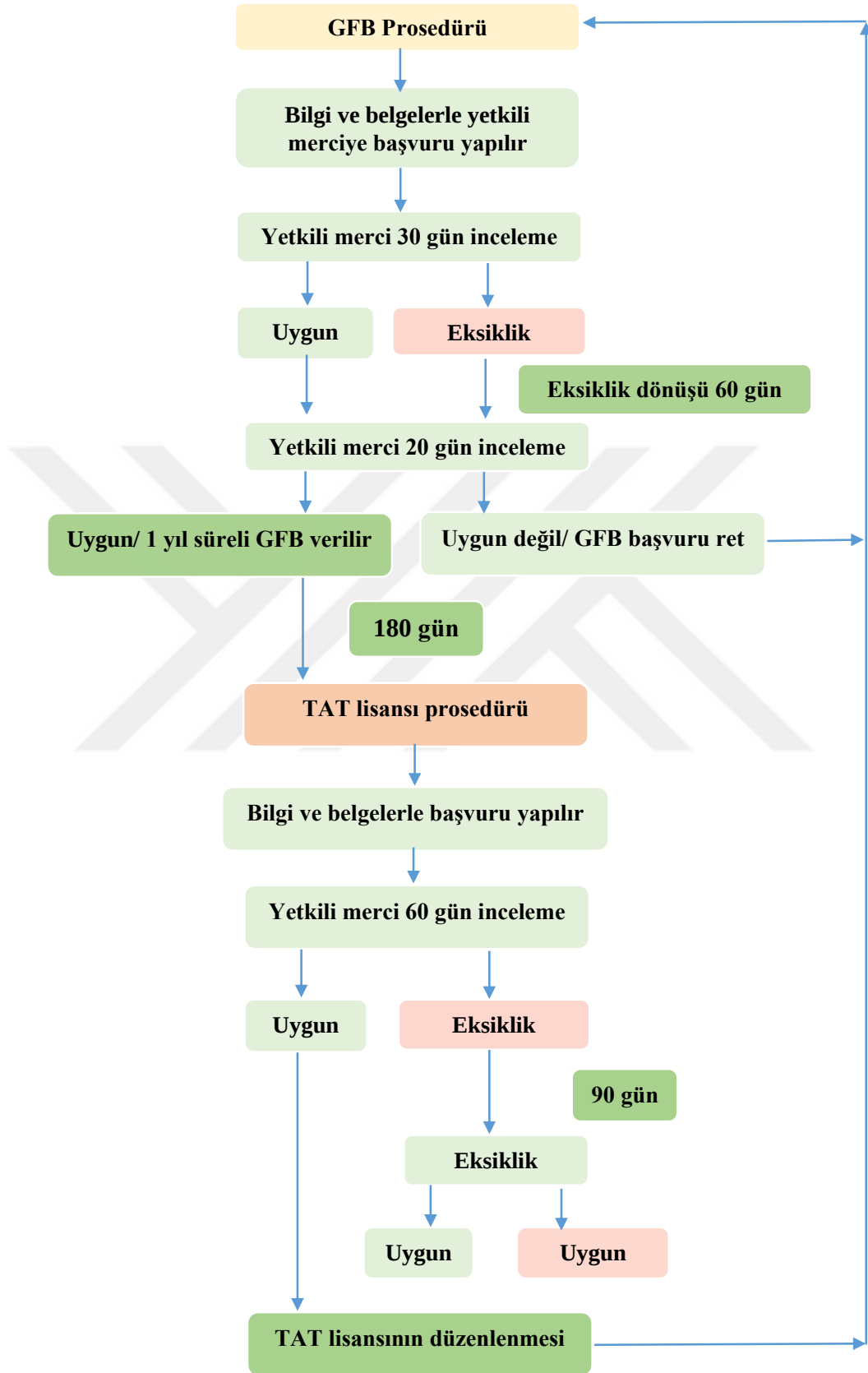
Tesisin çevre lisansı alması durumunda, çevre görevlisinin tesiste çalıştığını gösterir belgelerini dört aylık dönemler halinde il çevre ve şehircilik müdürlüğüne sunması gerekmektedir.

Ayrıca tesise gelen, ayrılan ve satılan ambalaj atıklarına ait bilgilerin kaydedildiği veri kayıt sistemine sahip olunması ve ticaret sicil gazetesi, ticaret ya da sanayi odası faaliyet belgesi ve kapasite raporunda şirketin, ambalaj atıklarının toplanması ayrılması konusunda faaliyet gösterdiğine dair bilgi bulundurması gerekmektedir.

Tesiste çalışan personelin bilgi seviyesini yükseltmek için bir eğitim planı oluşturulur. Personele ambalaj atıklarının yönetimi, kaynağında ayrı toplanması, atıkların ayrılması, geri dönüştürülmesi, geri kazanılması, kayıtların tutulması, tesisin düzenli olarak işletilmesi, temizliği, günlük bakımı gibi konularda eğitim verilir.

2.4.2. TAT Lisansının Alınması Süreci

Geçici Faaliyet Belgesi (GFB) toplama ve ayırma faaliyeti yapacak tesislerin TAT lisansı başvuru sürecinde faaliyetlerini devam ettirebilmek için aldıkları belgedir. GFB prosedürlerini uygulayan işletme TAT lisansı için gerekli yeterlilikleri sağladıktan sonra TAT lisansı için başvurusunu yapar. GFB ve TAT lisansı başvuru süreçleri Şekil 8’de gösterilmiştir.



Şekil 8: GFB ve TAT Lisansı Başvuru Süreci (ÇŞB, 2016)

GFB ve TAT lisans başvuruları tesisin ölçeğine göre İl Çevre Müdürlükleri veya Çevre ve Şehircilik Bakanlığına yapılabilir. Ayrıca belediye sınırları içerisinde atık toplama faaliyeti gösterecek işletmeler belediyelerden de gerekli izinleri almalıdır.

GFB başvurusu, gerekli bilgi, belge ve raporlar ile birlikte yapılır. Başvuru yetkili merci tarafından otuz takvim günü içerisinde değerlendirilir. Söz konusu başvuruda herhangi bir bilgi, belge ve raporun eksik olması halinde, yetkili merci eksiklikleri başvuru sahibine bildirir. Bildirim tarihinden itibaren eksikliklerin altmış takvim günü içinde tamamlanarak yetkili merciye sunulması zorunludur. Eksiklikleri tamamlanan başvuru yetkili merci tarafından yirmi takvim günü içinde değerlendirilir. Başvurunun uygun bulunmaması veya belirtilen süre içerisinde eksikliklerin tamamlanarak yetkili merciye sunulmaması durumunda GFB başvurusu reddedilir. Yapılan başvurunun, yetkili merci tarafından yapılan değerlendirme sonucunda, herhangi bir eksikliğin bulunmadığının belirlenmesi halinde, işletmeye bir yıl süreli GFB verilir. GFB süresi uzatılamaz (ÇŞB, 2016).

Geçici çalışma izni alan işletme ile il, ilçe ve/veya ilk kademe belediyeleri, piyasaya sürenler ve/veya yetkilendirilmiş kuruluşlar arasında bir sözleşme yapılır. Yapılan sözleşme doğrultusunda ambalaj atığı yönetim planı hazırlanır ve ilgili belediye tarafından Bakanlığa onaylanmak üzere sunulur. Bu planda; nüfus, oluşan atık miktarı, atık kompozisyonu, kaynakta ayrı toplama konusunda verilecek eğitim programları, kullanılacak toplama araçları, poşet ve/veya konteyner sayıları, kapasiteleri, ayrı toplama noktaları, ayrı toplama gün ve saatleri, ambalaj atıklarının toplanacağı cadde, sokak ve mahalle sayıları ve benzeri bilgiler yer alır. Ambalaj atıkları yönetim planına ilişkin esaslar Bakanlıkça belirlenir. Geçici çalışma izni süresi içerisinde, sunulan ambalaj atığı yönetim planının uygun bulunması halinde, izin süresinin bitiminden itibaren geçerli olmak üzere tesise Bakanlık tarafından TAT Lisansı verilir. Ambalaj atıklarının toplanması ayrılması amacıyla faaliyet gösteren veya göstermek isteyen gerçek ve tüzel kişiler tesisleri için bakanlıktan lisans almak zorundadırlar. Faaliyet sahibi, TAT'lar için yapılacak lisans başvuru dosyasında bulunması gereken bilgi ve belgelerin yer aldığı lisans başvuru dosyası ile tesisin bulunduğu il çevre ve orman müdürlüğüne başvurur (Değerlendirilebilir Atık Malzemeler Sanayicileri Derneği (TÜDAM), 2016).

İşletmelerin GFB alınmasından itibaren yüz seksen takvim günü içerisinde gerekli bilgi, belge ve raporlar ile birlikte TAT lisansına başvuru yapması zorunludur. Başvuru, yetkili merci tarafından altmış takvim günü içerisinde değerlendirilir. Yapılan değerlendirme sonucunda, başvuruda herhangi bir bilgi, belge, ölçüm, analiz sonuçları veya raporlarda eksiklik bulunması halinde, bu eksiklikler başvuru sahibine bildirilir. Bildirim tarihinden itibaren eksikliklerin doksan takvim günü içinde tamamlanarak yetkili merciye sunulması zorunludur. Başvuru yetkili merci tarafından yapılan değerlendirme sonucunda bilgi ve belgelerle birlikte ölçüm, analiz sonuçları ve raporların uygun bulunması durumunda TAT lisans belgesi düzenlenir (ÇŞB, 2016).

2.4.3. TAT Maliyet Kalemlerinin incelenmesi

Yapılan tesis ziyaretleri ve sektörün genel durumu ayrıntılı bir şekilde irdelenerek bu çalışmada maliyetler 6 başlık halinde incelenmiştir. Bunlar;

- *Yönetim ve malzeme maliyeti*, idari ve büro personelinin toplam maliyetleri, çevre mühendisi maliyeti ve atık toplama- ayırma için kullanılan konteyner, iç mekan kutusu, kafes, poşet gibi sarf malzemelerinin maliyetleridir.
- *Toplama maliyeti*, toplama personeli maaşı, atık toplama için kullanılan araçların amortisman bedelleri ve araçların yakıt ve bakım giderleridir.
- *Ayırma maliyeti*, ayırma personelinin maliyetidir.
- *Yapı maliyeti*, tesis yapı maliyeti, idari büro yapı maliyeti, saha betonu maliyeti ve tesisi çevreleyen duvar maliyetidir.
- *Yer maliyeti*, tesisin bulunduğu arsanın maliyetidir.
- *Makine-teçhizat maliyeti*, tesisin asgari gereklilikleri dikkate alınarak hesaplanan makine-teçhizat (ayırma bandı, pres makinesi, tesis içinde kullanılan konteynırlar vb.) maliyetleridir.

TAT'ların maliyetleri ölçeklerine ve bulunduğu konuma göre farklılık göstermektedir. Toplama ve ayırma maliyetlerinin temelini oluşturan çalışan maliyetleri ile makine-teçhizat maliyetleri konumdan bağımsız olsa da tesisin ölçeğine göre farklılık gösterir. Diğer maliyet kalemleri ise hem ölçek hem de konuma göre büyük farklılıklar göstermektedir.

Tesisin katlandığı maliyetlere nasıl ulaşıldığı ve hesaplamaların hangi kriterler dikkate alınarak yapıldığı tez çalışmasının yöntem kısmında ele alınmıştır.

2.5. Alanyazındaki Benzer Çalışmalar

Google Scholar, Science Direct, JSTOR, Springer, Ebsco ve Taylor&Francis gibi önde gelen veri tabanları kullanılarak yapılan alanyazın taramasında TAT'ların etkinliğini konu alan bir çalışmaya rastlanamamıştır. Ancak evsel atık geri dönüşümü, belediye katı atık yönetimi hizmetleri gibi konularda etkinlik incelemelerinin yapıldığı görülmüştür. Bu çalışmada genel bir çerçeve oluşturması ve girdi-çıktı seçiminde yol gösterici olması açısından söz konusu çalışmalar kronolojik olarak incelenmiştir.

Bosch vd. (2000), İspanya'nın Katalonya bölgesindeki 75 belediyenin çöp toplama hizmetlerinin teknik verimliliğini ve kamu ya da özel hizmet sağlayıcılarının yönetimi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. VZA ve parametrik yöntemler (deterministik sınır yaklaşımı ve stokastik sınır yaklaşımı) kullanılarak teknik etkinlikler hesaplanıp sonuçlar

karşılaştırılmıştır. Girdi olarak konteynır sayısı, çalışan sayısı ve kamyon sayısı, çıktı olarak ise toplanan çöp miktarı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, özel ya da kamusal üretim ile verimlilik arasında kesin bir ilişki olmadığına ulaşılmıştır.

Worthington ve Dollery (2001), Güney Galler'deki 103 yerel idarenin evsel atık yönetimi fonksiyonunun teknik ve ölçek etkinliğini incelemiştir. Girdi olarak, yerel atık yönetim hizmetinin ulaştığı hane sayısı, turizm doluluk oranı, nüfus yoğunluğu, nüfus dağılımı, bertaraf maliyeti ve toplama harcamaları, çıktı olarak ise toplanan çöp miktarı, toplanan geri dönüştürülebilir malzeme miktarı ve geri dönüşüm oranı kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçları, gelişmiş kentlerdeki verimsizliğin büyük oranda yoğun nüfuslu bölgelerde karşılaşılan tıkanıklık ve diğer toplama zorluklarının bir sonucu olduğuna işaret ederken, kırsal bölgelerdeki verimsizliğin ise optimal bir operasyonel ölçeğe ulaşamamasından kaynaklandığını göstermektedir.

Lozano vd. (2004), İspanyol belediyelerinin etkinliğini geri dönüştürülmüş cam miktarı açısından analiz etmek için VZA kullanmıştır. Çalışmada girdi olarak dağıtılan cam kumbarası sayısı, nüfus ve bar-restoran sayıları kullanılmıştır. Çıktı olarak ise geri dönüştürülmüş cam miktarları kullanılmıştır.

Chiou vd. (2005), Tayvan'daki belediyelerin katı atık yönetimi, geri dönüşüm ve işleme hizmetlerinin performansını Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Gri İlişki Analizi ile inceleyip, elde edilen sonuçları VZA'nın sonuçları ile karşılaştırmıştır. Girdi olarak çalışan sayısı, araç sayısı, bütçe, GDT sayısı, çıktı olarak ise toplanan katı atık miktarı ve toplanan geri dönüştürülebilir malzeme miktarı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, bu üç yöntemin gerçek dünya değerlendirme konularına uygun olduğunu göstermişlerdir.

García-Sánchez (2008), nüfusu 50.000 üzerinde olan belediyelerin sokak temizleme ve atık yönetimi hizmetlerinin verimliliğini etkileyen faktörleri belirlemek için VZA kullanmıştır. Çalışmada girdi olarak personel, taşıt ve konteynır sayıları, çıktı olarak ise toplanan atık miktarı, toplama noktası sayısı, toplama noktası yoğunluğu ve atık toplanan yüzey alanı kullanılmıştır. Çalışmada belediyelerin atık toplama hizmetini sokak temizleme faaliyetinden daha etkin yürüttüğü ve belediyelerin bu hizmetlerin sunumunda kullandığı kaynakları % 8 oranında azaltabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, doğrudan belediye meclisi tarafından yönetilen belediyelerde ve özel şirketlere aktarılan belediyelerde görülen verimsizlikler arasında hiçbir farkın bulunmadığı tespit edilmiştir.

Marques ve Simões (2009), Portekiz’de katı atık yönetiminin performansını incelemek için VZA kullanmıştır. Çalışmada girdi olarak nüfus yoğunluğu, kişi başına gelir, atık toplarken kat edilen mesafe, işletim maliyeti ve sermaye maliyeti, çıktı olarak ise toplanan katı atık miktarı ile geri dönüştürülen atık miktarı kullanılmıştır. Portekiz yönetiminin katı atık sektöründeki düzenleyici ve organize edici rolünün de incelendiği çalışmada bu düzenleyici rolün sağlanan hizmetin kalitesini arttırmada önemli ölçüde katkı sağladığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca, olumlu olan bu etkinin sadece hizmet kalitesinde göze çarptığı, ekonomik etkinliğe herhangi bir katkı sağlamadığı bulunmuştur.

Chen (2010), Tayvan’da kentsel ve kırsal bölgelerdeki 23 il/ilçe belediyesinin evsel katı atık üretim, toplama ve ayırma performansını VZA ve Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile değerlendirmiştir. Üç aşamada gerçekleştirilen etkinlik incelemesinde evsel katı atık üretim etkinliği için girdi olarak üretilen katı atık miktarı, çıktı olarak ise nüfus, sosyal güvenlik ve evsel atık satış geliri kullanılmıştır. Evsel katı atık toplama etkinliğini incelemek için girdi olarak, işgücü, ekipman ve toplama için ayrılan bütçe, çıktı olarak ise üretilen katı atık miktarı, servis sunulan hizmet alanı ve hizmet sunulan nüfus kullanılmıştır. Evsel katı atık ayırma etkinliğini incelemek için girdi olarak, üretilen katı atık miktarı, toplama için kullanılan işgücü miktarı ve eldness indeksi (65 yaş üstü yaşlıların, 14 yaş altı çocuklara oranı), çıktı olarak ise toplanan geri dönüştürülebilir atık miktarı, toplanan yemek atığı miktarı kullanılmıştır. Çalışmada kentsel bölgelerin katı atık ayırma etkinliği, kırsal bölgelerin ayırma etkinliğinden yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca kentsel bölgelerdeki katı atık üretim ve toplama etkinlikleri ise kırsal bölgelere göre düşük bulunmuştur.

Khadivi ve Ghomi (2012), katı atık tesislerine uygun alanın seçilmesi amacıyla iki aşamalı olarak Analitik Ağ Süreci (AAS) ve VZA kullanmıştır. İlk aşamada AAS kullanılmış ve bu aşamanın sonuçları VZA için girdi değişkenlerini ortaya çıkarmıştır. VZA ile 22 girdi ve 14 çıktı kullanılarak 4 ayrı bölge içerisinde seçim yapılmıştır. Girdiler arasında taşıma maliyetleri, arazi maliyeti, varlıkların değer kaybı, çıktılar arasında işgücü, tesis kapasitesi, yeni iş fırsatları gibi değişkenler yer almaktadır. Çalışma sonucunda dört tesis yeri içerisinde etkinlik sonucu en yüksek olan tesis yerinin seçilmesi gerekliliği kanıtlanmıştır.

Rogge ve De Jaeger (2012), katı atık toplama ve işleme etkinliğini ölçmek için VZA kullanarak “paylaşılan- girdi” yöntemini önermiştir. Önerilen bu model tek bir girdinin (atık maliyetleri) çok sayıda katı atık türünün (çıktılar: evsel atıklar, ambalaj atıkları, üretim atıkları, tarımsal atıklar, hayvansal atıklar, diğer belediye atıkları) değerlendirilmesine

olanak sağlamaktadır. VZA'nın bu yönteminin en önemli avantajı, belediyelerin toplam maliyet etkinliğinin sadece bir tahminini sağlamakla kalmayıp, belediyelerin farklı katı atık miktarlarının değerlendirilmesinde maliyet verimliliğinin tahminlerini de sağlamasıdır. Önerilen modeli uygulamak için Belçika'nın Flaman bölgesinde yer alan 8 belediyenin verileri kullanılmıştır.

Chang vd. (2013), Tayvan'daki 23 yerel yönetimin katı atık geri dönüşüm sistemlerinin etkinliğini değerlendirmek için aylık tabanlı VZA kullanılmıştır. Öncelikle 23 yerel yönetimin 2001-2009 yılları arasındaki öğrenme etkisi regresyon analizi kullanılarak tahmin edilmiştir. Daha sonra ulaşılan öğrenme etkisi tahminleri, iş gücü, ekipman ve bütçe girdi; toplanan çöp miktarı ve toplanan geri dönüştürülebilir atık miktarları çıktı olarak kullanılarak etkinlik değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışmada örgütsel öğrenme etkisini içeren yeni bir yaklaşım geliştirilmiş, etkinsiz katı atık geri dönüşüm sistemlerinde iyileştirmeler sağlanmış ve hane halkı harcanabilir gelir seviyelerinin öğrenme yöntemlerini etkilediği sonuçlarına ulaşılmıştır.

Ichinose vd. (2013), Japonya'daki illerin kamu ve özel sektör ayırımına tabii tutularak katı atık lojistiğinin etkinliğini araştırmıştır. Toplanan evsel katı atığı ve üretim katı atığı miktarlarının çıktı olarak kullanıldığı çalışmada, kamyon sayıları ve işçi sayıları da girdi olarak kullanılmıştır. Çalışma sonuçları, uzak adalarda ikamet eden insan sayıları gibi coğrafi faktörlerin verimsizliği belirlemek için nispeten daha etkin faktörler olduğunu göstermiştir. Ayrıca evsel katı atık toplama açısından ölçülen daha yüksek özel sektör katılımlı illerin daha verimli olduğunu, buna karşılık daha yüksek bir özel emek oranının verimliliği olumsuz etkilediğini göstermişlerdir.

De Jaeger ve Rogge (2014), Belçika'nın 2010'daki 35 belediye atık ortak girişimi için yapılan masrafları içeren bir veri seti kullanarak, Belçika'daki evsel ambalaj atıklarının toplanmasının maliyet etkinliğini VZA ile incelemiştir. Girdi olarak toplanan kağıt/karton, cam ve diğer ambalaj atıklarının (çelik, alüminyum, pet vb.) miktarları, çıktı olarak da her bir atık kalemi için toplama maliyetleri kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre belediyeler arasında önemli işbirliği kurulmuş olmasına rağmen, atık toplama maliyetlerinde büyük farklılıklar ortaya çıkmıştır.

Exposito ve Velasco (2018), VZA ile geri dönüşüm pazarının geliştirilmesinde İspanyol bölgelerinin etkinlik analizine odaklanmıştır. Çalışmada girdi olarak sabit sermaye ve iş gücü maliyeti, çıktı olarak ise faaliyet geliri, kaynağında ayrı toplanmış geri dönüştürülebilir atık miktarı ve karışık toplanmış katı atık miktarı kullanılmıştır. Bu çıktılardan “karışık

toplanmış katı atık miktarı” istenmeyen bir girdi olduğundan modelde negatif katsayı ile yer almıştır. Çalışmanın sonuçları Katalonya, Navarre ve Madrid'in kalan verimsiz bölgeler tarafından referans alınan bölgeler olarak işlev gördüğünü doğrulamıştır. Ayrıca, kişi başı gelir ve nüfus yoğunluğunun bölgesel verimlilikteki farklılıkları önemli ölçüde açıkladığı görülmüştür.

Alanyazın incelemesi sonuçlarına göre, ambalaj atıklarını toplayıp ayrıştıran tesislerin etkinliğini inceleyen bir çalışmaya rastlanamamıştır. Çalışma bu yönüyle hem alanyazına hem de atık yönetimi konusundaki paydaşlara katkılar sağlayacaktır.



BÖLÜM III

YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde, öncelikle araştırmanın yöntemi tanıtılarak araştırma evreni ve örnekleme belirlenmiştir. Daha sonra veri toplama araçları tanıtılarak KVB sayısı ve kullanılan girdi-çıktı değişkeni sayısı belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin nasıl seçildiği üzerinde durulmuştur. Son olarak seçilen bu girdi ve çıktı değişkenleri tanıtılarak tesislerin etkinliği için kullanılan model uygulanmıştır.

3.1. Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışmada İç Anadolu Bölgesinde faaliyet gösteren TAT'ların etkinliklerini G-ÇKVZA yöntemi ile test etmek için nicel veri kullanılmıştır. Creswell ve Clark (2011)'a göre veri toplamada bir öznel yargıya yer verilmeyen ve sadece sayısal veriler kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar nicel yöntem araştırmaları olarak isimlendirilmektedir. Ek-1'de yer alan veri toplama formu kullanılarak sadece sayısal veriler toplanması sebebiyle bu araştırmada nicel yöntem benimsenmiştir. Araştırma türü, yeni bir yöntem önerisinde bulunulduğundan ve TAT'lar hakkında yapılan ilk etkinlik araştırması olduğundan dolayı keşfedici bir araştırmadır. Ayrıca araştırma, önerilen modelin yapısından kaynaklı olarak tüm KVB'lerin girdi ve çıktı değişkenlerinin tek bir modelde çözülmesi ve herhangi bir KVB'nin bir girdi veya çıktı değişkeninde meydana gelecek değişimin diğer tüm KVB'lerin etkinlik değerini etkileyebilmesinden dolayı ilişkisel bir araştırmadır. Son olarak önerilen modelin çözümü sonucunda tesisler etkin ve etkin olmayan tesisler olarak birbirleri ile kıyaslanacağından dolayı karşılaştırmalı bir araştırmadır. Araştırma evrenini oluşturan tesislerin görüşleri, bu evrendeki bir örneklem kullanılarak nicel veya sayısal olarak toplandığı için araştırma deseni deneysel olmayan araştırma desenlerinden alan araştırması olarak belirlenmiştir.

3.2. Araştırma Evreni ve Örneklemi

Türkiye’de 2015 yılı itibariyle faaliyet gösteren 521 TAT bulunmaktadır. Bu tesislerden 416 tanesi lisans, 105 tanesi ise GFB ile faaliyetlerini sürdürmektedir. Lisanslı tesislerin 331 tanesi Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği Ek 2 listesinde (sadece toplama ve ayırma yaptığından dolayı ruhsat il çevre müdürlüklerinden verilir), 85 tanesi ise Ek 1 listesinde (toplama ve ayırma faaliyetleri dışında hava emisyonu, geri kazanım gibi yan faaliyetler de yaptığından dolayı ruhsat ÇŞB tarafından verilir) yer almaktadır. GFB’li tesislerin ise 10 tanesi Ek-1, 95 tanesi ise Ek-2 listesindeki faaliyetleri yürütmektedir (ÇŞB Çevre İzin ve Lisas Yönetmeliği, 2016).

Çalışmanın evrenini oluşturan İç Anadolu bölgesinde 87 adet TAT bulunmaktadır. Bu tesislerden lisanslı olan 47 tanesi aynı yönetmeliğin Ek 2, 12 tanesi ise Ek 1 listede yer almaktadır. GFB’ye sahip tesislerin ise 3 tanesi Ek 1 listede, 25 tanesi ise Ek 2 listede yer almaktadır. Çalışmanın örneklemini ise çalışmaya katılmaya gönüllü olan ve toplama-ayırma faaliyetlerini eksiksiz devam ettiren tesislerden oluşmaktadır. Araştırmaya katılan tesislere ait bilgiler Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3: Araştırmaya Katılan TAT’lar

Şehir	Tesis Sayısı	Araştırmaya Katılan	Lisans		GFB	
			Ek-1	Ek-2	Ek-1	Ek-2
Ankara	33	29	3	17	1	8
Kayseri	16	14	2	8	0	4
Eskişehir	14	7	2	3	0	2
Konya	7	4	0	4	0	0
Aksaray	6	5	1	3	0	1
Sivas	3	1	0	1	0	0
Karaman	2	2	1	1	0	0
Nevşehir	2	2	1	0	0	1
Kırıkkale	2	2	1	0	0	1
Niğde	1	1	0	1	0	0
Kırşehir	1	0	0	0	0	0
Toplam	87	67	11	38	1	17

Araştırma verileri 2016 yılında toplanmıştır. Verilerin bir tam takvim yılındaki verileri temsil etmesi için tesislerin 2015 yılı bilgileri kullanılmıştır. Tesis sayıları da 2015 yılındaki tesis sayılarıdır. 2015 yılında iç Anadolu bölgesinde faaliyet gösteren tesislerin %77’si araştırmaya katılmaya gönüllü olmuştur. Araştırmanın yapıldığı tarihlerde Kırşehir ilinde sadece 1 tane tesis bulunmaktadır. Bu tesise ziyaret gerçekleştirilmesine ve tüm girişimler yapılmış olmasına rağmen tesisin aktif olmaması sebebi ile verilerine ulaşılamamıştır. Bu yüzden Kırşehir çalışma kapsamına alınamamıştır.

3.3. Araştırma Verilerinin Analizinde Kullanılan Teknikler

Çalışmanın bu bölümünde öncelikle Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) süreci hakkında bilgi verilip Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) ve Çok Amaçlı Doğrusal Programlama (ÇADP) üzerinde durulmuştur. Çalışmada sunulan G- ÇKVZA modelinin aşamaları olan Global Kriter Yöntem ve ÇKVZA hakkında bilgi verildikten sonra sunulan modelin çalışma prensibi ve uygulama adımları incelenmiştir.

3.3.1. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV)

Karar problemlerinin doğası son yıllarda önemli ölçüde değişmiş ve birçok modelin yeterliliği ve çözüm teknikleri konusunda ciddi değişimler olmuştur. Bu değişim sürecinde firmalar, karar problemlerinin klasik ekonomik hedefi olan kârın karar vermede tek başına belirleyici olamayacağını anlamış ve kârın yanında organizasyonun diğer ekonomik olmayan ama hayati hedeflerini de karar problemlerinde belirleyici olarak dâhil etmek zorunda kalmıştır (Tabucanon, 1988:1). Karar verme, mevcut tüm alternatiflerden olası bir eylem yolunu seçme sürecidir. Bu tür sorunların neredeyse tamamında, alternatifleri değerlendirmek için kriterlerin fazla olması yaygındır. Yani, bu tür birçok problem için karar verici, çevre, süreçler ve kaynaklar tarafından öngörülen kısıtlamaları yerine getirirken ve eylem akışını seçerken, birden fazla amaç veya hedefe ulaşmak istemektedir (Hwang ve Masud, 1979:1).

Karar vermede kullanılan tekniklerin birçoğunun ortak özelliği, belli bir liyakat niteliğine göre en iyi alternatifin seçilmesidir (Tabucanon, 1988:5). En iyi alternatifin belirlenmesi süreci olan karar verme ortamlarında, karar değişkenlerine ek olarak hedefler, kriterler, amaçlar, nitelikler, kısıtlar vardır. Hedefler, kriterler ve amaçlar temelde aynı sözlük tanımlarına sahip olmakla birlikte, karar verme bağlamında aralarında ayrım yapılmalıdır. Bu amaçla kavramlar aşağıda açıklanmıştır (Zionts, 1988: 135);

Kriter: Kriter, performans etkinliğinin bir ölçüsüdür. Değerlendirme için temel oluşturmaktadır. Kriterler daha sonra nitelikler ve amaçlar olarak sınıflandırılabilir.

Hedef: Hedef, bir noktaya ulaşıp ulaşılamayacağını ifade etmektedir. Örneğin, bir ürünün satışını bir yıl boyunca bir önceki yıla göre en az % 10 oranında artırılması bir hedeftir. Hedefe ulaşılamazsa veya başarılamazsa, bu hedefe en fazla yaklaşacak bir amaca dönüştürülebilir.

Amaç: Amaç, bir ölçütü tam olarak elde etmeyi ifade etmektedir. Örneğin, bir işletme kendi kar seviyesini en üst düzeye çıkarmak, sunulan hizmetin kalitesini en üst düzeye çıkarmak veya müşteri şikâyetlerini en aza indirmek isteyebilir. Genel olarak bir amaç, istenen yönü belirtir.

Nitelik: Nitelik, belirli bir karara varıp varılmadığını değerlendirmeye temel sağlayan bir ölçüdür. Amaçları değerlendirmek için bir araç sağlar.

Karar Değişkeni: Karar değişkeni, bir karar vericinin vermiş olduğu belirli kararlardan biridir. Örneğin, belirli bir ürünün planlanan üretimi bir karar değişkenidir.

Kısıt: Kısıt, matematiksel olarak belirtilebilen veya belirtilemeyen nitelikler ve karar değişkenleri için bir sınır değeridir. Örneğin, bir tesisin günde en fazla on iki saat çalıştırması bir kısıttır.

Yöneylem Araştırması kapsamında, Kuhn ve Tucker (1951)'in Doğrusal Olmayan Programlama hakkındaki teorik çalışması daha sonraki algoritmik matematiksel programlama gelişmelerinin temelini sağlamıştır. Gass ve Saaty (1955) iki amaca sahip doğrusal programlama problemi simplex çözümünü tanıttığı çalışmasıyla, ÇAKV problemlerine uygulanan ilk yaklaşımı önermiştir. ÇNKV alanındaki çalışmalar da Simon (1955)'in ayıran/birleştiren metotlar ile ilgili yaptığı çalışma ile başlamıştır. 1950'lerde bu çalışmalar ile başlayan ÇKKV alanyazını, 1970'lerin başından itibaren yöneylem biliminde en hızlı büyüyen çalışma alanlarından biri haline gelmiştir. "Çoklu" kelimesi, bu alanın temel çalışma alanını ve odağını tanımlamaktadır: insan seçimleri, yargıları ve karar vermeyi karakterize eden tek bir kriter yerine çoklu bir ölçüt kullanılması söz konusudur (Zeleny, 2005:229). ÇKKV terimi birden fazla ve birbirleriyle çelişen kriterleri içeren karar ve planlama problemlerini belirtir. ÇKKV sorunu için, benzersiz bir çözüm bulmak genelde imkânsızdır. Çözüm karar vericinin tercihleri ile belirlenir. Bir ÇKKV problemini çözmek, bir karar vericinin kendisini en çok tatmin eden "uygun" bir alternatifi seçeceği anlamına gelmektedir. "Uygun" kelimesi, daha verimli bir şekilde veya üstün olmayan terimlerini tanımlamak için kullanılır (Korhonen, 2005: 642).

ÇKKV problemleri, bir ülkenin savunma harcamasının planlanması ve ulusal enerji politikasının belirlenmesi gibi kamu politikası görevlerinin yanı sıra yeni ürün geliştirme, fiyatlama kararları ve araştırma projesi seçimi gibi özel girişim görevlerine kadar tüm gerçek dünya problemlerinde kullanılmaktadır. Sadece çalışma yaşamıyla sınırlı olmayan ÇKKV

problemleri, bir birey için otomobil veya ev satın almak, bir menüden öğle yemeği seçmek veya iş takımlarını görevlere atamak gibi rutin kararlar bile çok kriterli sorunlar olarak nitelendirilir. Bu problemlerin hepsinin ortak yönü çoklu çelişen amaçlara sahip olmasıdır (Zionts, 1989: 7). Alınacak olan tüm bu kararlar için ortak olan bir ÇKKV süreci şu üç bileşeni içermektedir (Belton ve Stewart, 2002:14);

1. *Problem tanımlama ve yapılandırma:* Herhangi bir analize başlamadan önce, yöneticiler ve teknik analistler de dahil olmak üzere çeşitli paydaşlar, problem, alınması gereken kararlar ve bu kararların değerlendirileceği kriterler konusunda ortak bir anlayış geliştirmelidir.
2. *Model kurma ve kullanma:* ÇKKV'nin birincil özelliği, karar verici tercihleri, hedefler, amaçlar vb. için modellerin geliştirilmesidir; böylece, alternatif politika veya eylemler, birbirlerine göre sistematik ve şeffaf bir şekilde karşılaştırılabilir.
3. *Eylem planlarının geliştirilmesi:* Analiz, tek başına karar problemini "çözmez". Tüm yönetim bilimleri ve ÇKKV özellikle sonuçların uygulanmasıyla ilgilidir. Analiz sonuçları, spesifik eylem planlarına dönüştürülür. ÇKKV sürecini yalnızca teknik modelleme ve analitik çözümler açısından değil, aynı zamanda analiz sonuçlarının uygulamaya geçirilmesine verilen destek ve fikir açısından da değerlendirmek gerekir.

ÇKKV yaklaşımının temel hedefi, karar vericilerin çoklu ve çelişen bilgileri, karar verme konusunda rahat ve kendilerini güvende hissetmelerine yol açacak şekilde organize etmelerine ve sentezlemelerine yardımcı olmak, karar sonrası pişmanlık potansiyelini en aza indirmek, tüm kriter veya faktörleri doğru bir şekilde dikkate almaktır (Belton ve Stewart, 2002:2).

Karmaşık sistemlerin karar analizinde, karar durumlarını tanımlamak için kullanılan "çoklu kriterler", "çoklu amaçlar" veya "çoklu nitelikler" gibi terimler çoğu zaman birbirlerinin yerine kullanılırlar. Kriter, nitelik ve amaç kavramlarını içeren genel bir terimdir. Dolayısıyla ÇKKV, hem çok amaçlı hem de çok nitelikli karar vermeyi içeren bir genel terim olarak kullanılır (Malczewski, 1999: 85). Alanyazında da bunu destekler biçimde ÇKKV ismi hem ÇAKV, hem de Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV) problemleri için kullanılmaktadır. ÇNKV alternatiflerin sayısı önceden belirlenmiş olan problemler için kullanılmaktadır. Karar verici, belirli sayıdaki eylem biçiminden birini seçmek, önceliklendirmek veya derecelendirmektedir. ÇAKV, alternatiflerin önceden belirlendiği

problemlerde kullanılmaz. Karar vericinin en temel amacı, sınırlı kaynaklara göre “en” umut verici alternatifi seçmektir (Lai ve Hwang, 1994:2). Bundan dolayı ÇAKV, bir tasarım problemidir ve çözümü için optimizasyonun matematiksel yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Öte yandan, ÇNKV bir seçim problemidir ve klasik matematiksel programlama araçlarının kullanılmasına gerek yoktur (Tabucanon, 1988:5). ÇNKV ve ÇAKV arasındaki farklılıklar Tablo 4’de gösterilmiştir.

Tablo 4: ÇNKV ve ÇAKV karşılaştırılması

	ÇNKV	ÇAKV
Kriter (Tanımlanan)	Nitelikler	Amaçlar
Amaç	Örtülü (kötü tanımlanmış)	Net
Nitelik	Net	Örtülü
Kısıt	Pasif (Niteliklere dâhil)	Aktif
Alternatif	Sonlu sayıda, kesikli (Kurallarla belirlenmiş)	Sonsuz sayıda, sürekli (Süreç ilerledikçe ortaya çıkar)
Karar verici ile etkileşim	Çok değil	Çoğunlukla
Kullanım	Seçme/ değerlendirme	Tasarım

Kaynak: Hwang ve Yoon, 1981: 4

ÇNKV problemleri, nitelikleri bakımından tanımlanan bir dizi alternatif arasında seçim yapmakla ilgilidir. Satın alma maliyeti, boyutu, beygir gücü, hızlanma süresi ve yakıt ekonomisi gibi özelliklerle tanımlanan otomobiller arasından seçim yapmak tipik bir ÇNKV problemine örnektir. ÇNKV problemlerini çözmek için mevcut olan tekniklerden çoğu, belli bir özelliğin değerleri arasında karar vericinin tercihini veya karar vericinin tercihler arasındaki seçimini incelemektedir. ÇNKV teknikleri ya karar vericinin bu tercihlerin güçlü yönlerini değerlendirmesini istemekte ya da geçmişteki tercihlerinden sonuçlar çıkarmaktadır (MacCrimmon, 1973:19).

3.3.2. Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV)

Endüstriyel ve ticari uygulamalar için karar vermede bilimsel yaklaşımlar gerekmektedir. Amaç fonksiyonunun açıkça tanımlandığı ve genel kesinlik varsayımının geçerli olduğu iyi yapılandırılmış problemler için tek amaçlı matematiksel programlamanın etkili olduğu kanıtlanmıştır. Bununla birlikte, sorunların yapılandırılmadığı ve çoklu/çelişen hedeflerin dengelenme ihtiyacı gerektiği stratejik ve yönetsel uygulamalar için, karar vermede çok amaçlı matematiksel programlamanın uygulanması yararlı olmaktadır (Perez, 1985:1).

ÇAKV, uygulanabilir karar seti üzerinde optimize edilmesi gereken çoklu ve çelişkili amaç fonksiyonlarını karakterize eden ve karar problemlerini ele alan matematiksel programlamanın bir parçasıdır. ÇAKV problemleri olarak adlandırılan bu tür sorunlar, mühendislik, yönetim ve diğer alanlarda dâhil olmak üzere insan faaliyetinin birçok alanında yaygın olarak görülür (Ehrgott ve Wiecek, 2005: 668). ÇAKV için kullanılan genel formülasyonu aşağıdaki gibidir (Hwang, Lai ve Liu, 1993: 889).

$$Maks Z_k(x): [Z_1(x), Z_2(x), \dots, Z_l(x)]$$

$$Min W_s(x): [W_1(x), W_2(x), \dots, W_r(x)]$$

$$Kısıtlar \tag{3.1}$$

$$x \in X = \{x | g_h(x) \{ \geq, =, \leq \} 0\}$$

$$k = 1, 2, \dots, l \quad s = 1, 2, \dots, r \quad ve \quad h = 1, 2, \dots, m$$

Burada;

x = Karar Değişkenleri,

$Z_k(x)$ = k -ıncı maksimizasyon yönlü amaç fonksiyonu,

$W_s(x)$ = s -inci minimizasyon yönlü amaç fonksiyonu,

$g_h(x)$ = h -inci kısıt fonksiyonu,

Karar vericiden edinilen bilgi düzeyi ihtiyacı ve bilginin özelliğine göre ÇAKV yöntemlerinin sınıflandırması Tablo 5’de gösterilmiştir (Hwang ve Yoon, 1981: 209).

Tablo 5: ÇAKV Yöntemlerinin Sınıflandırılması

Karar Vericiden Edinilen Bilgi Düzeyi İhtiyacı	Bilginin Başlıca Özelliği	Yöntemleri Sınıflandırılması
Tercih Bilgisine İhtiyaç Duyulmayan Yöntemler		Global Kriter Yöntemi
Tercih Bilgilerinin Öncelikli Olarak Kullanıldığı Yöntemler	Kardinal Bilgi (göreceli ağırlık)	Fayda Fonksiyonu Yöntemi Sınırlandırılmış Amaç Yöntemi
	Ordinal (öncelik sıralaması) ve Kardinal Bilgi	Lexicographic Yöntem Hedef Programlama Hedefe Erişme Yöntemi
Tercih Bilgilerinin Optimizasyon Sırasında Kullanıldığı Yöntemler (Etkileşimli Yöntemler)	Belirgin Etkileşim	Geoffrion Yöntemi ve Etkileşimli Hedef Programlama Değer Değişim Yöntemi Tatminkar Hedefler Yöntemi
	Dolaylı Etkileşim	Zionts-Wallenius Yöntemi STEM ve İlişkili Yöntemler SEMOP ve SIGMOP Yöntemleri GPSTEM Yöntemi Steuer Yöntemi (Etkileşimli ÇADP Yöntemi)
Tercih Bilgilerinin Optimizasyon Sonrasında Kullanıldığı Yöntemler (Üstün Olmayan Çözümler Üreten Yöntemler)	Dolaylı Etkileşim	Parametrik Yöntem E- Kısıt Yöntemi ÇADP Yöntemleri Uyarlanmış Araştırma Yöntemi

Kaynak: Hwang ve Yoon, 1981: 209

Gass ve Saaty (1955) tarafından başlatılan ÇAKV çalışmaları 1960'ların sonlarına doğru hız kazanmıştır. Charnes, Cooper ve Stedry (1969), çok amaçlı bir atama modeli önermiştir. Kapur (1970), çok amaçlı bir ulaştırma sistemi üzerine çalışmıştır. Roy (1971), çok amaçlı problem ve metotların fonksiyonlarını konu alan teorik bir çalışma yapmıştır. Geoffrion, Dyer ve Feinberg (1972), akademik bir bölümün işletilmesine yönelik bir uygulama ile çok amaçlı etkileşimli bir yaklaşım önermiştir. Monarchi, Kisiel ve Duckstein (1973), su kaynakları planlamasında etkileşimli ÇAKV metotlarından birisi olan SEMOPS'u kullanmıştır. Cohon ve Marks (1975) su kaynaklarının planlanması için çok amaçlı programlama tekniklerinden yararlanmıştır. Yager (1977), hedefleri farklı derecelerde önem taşıyan çok amaçlı karar problemlerini çözmek için bir model önermiştir. Nijkamp ve Rietveld (1976), bölgesel karar alma süreçlerinde çok amaçlı fonksiyonların kullanımına odaklanmıştır. Neuman ve Krzysztofowicz (1977), etkileşimli çok amaçlı programlama için

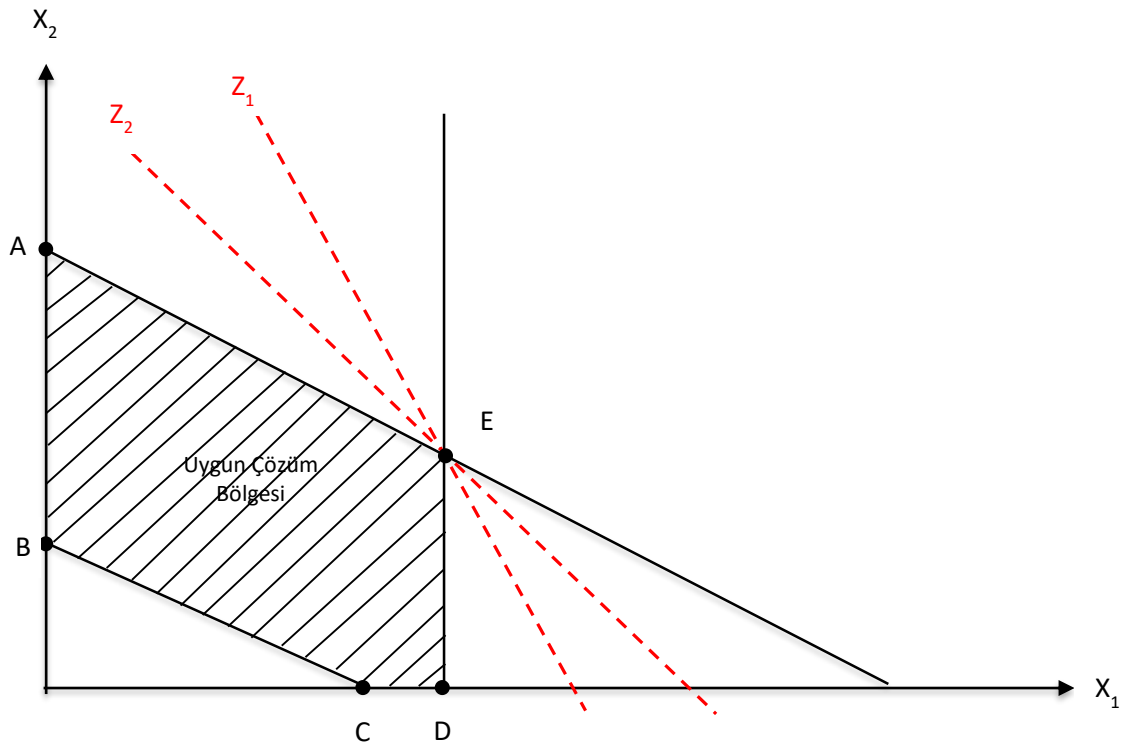
yeni bir yinelemeli algoritma önermiştir. Charnes ve Cooper (1977), Hedef Programlama ve çok amaçlı optimizasyon alanındaki son gelişmeleri araştırma konusu yapmıştır. Deckro (1977), çoklu ve potansiyel açıdan farklı hedefleri karşılamak için gerekli olan benzer coğrafik bölgelerin yaratılmasında kullanılan çok amaçlı sezgisel bir yaklaşım önermiştir. Ritzman, Bradford ve Jacobs (1979), akademik tesislerin mekan planlamasında çok amaçlı bir yaklaşım önermiştir. Masud ve Hwang (1980), üç ayrı ÇAKV metodu ile bir bütünleşik üretim planlaması modeli sunmuştur.

ÇAKV metotlarında karar vericiyi çözüme götürecek tek bir çözümden söz edilemez. ÇAKV yöntemlerinden belirlenen farklı çözüm tipleri aşağıda açıklanmıştır (Lai ve Hwang, 1994: 28).

Optimal Çözüm: Bir ÇAKV probleminde optimal çözüm, her bir amaç fonksiyonunun karar değişkenlerinin aynı değerinde gerçekleşmesidir. ÇAKV problemlerinin, çoklu/çelişen amaçlara sahip olmasından dolayı, genellikle optimal çözümü yoktur. Optimal çözüm aşağıdaki gibi formüle edilir;

$$\forall x \in X \text{ için } x^* \in X \text{ ve } Z_k(x^*) \geq Z_k(x) \quad (3.2)$$

İki maksimizasyon yönlü amaç, iki değişken ve üç kısıtlı bir problemin optimal çözümünün geometrik gösterimi Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 9: Optimal Çözüm

Maksimizasyon yönlü iki amacın (Z_1 ve Z_2) pozitif ideal çözümlerinin kısıtların kesiştiği noktada gerçekleşmesi durumunda optimal çözümden bahsedilir. E noktası bu problemin çözümündeki optimal çözüm noktasıdır.

İdeal Çözümler: Optimal çözüm, üstün çözüm veya ütopya noktası, ideal bir çözüm olduğunu gösteren eşdeğer terimlerdir. İdeal çözüm, her bir amaç fonksiyonunu aynı anda en iyi duruma getiren çözümdür. İdeal çözümler “Pozitif İdeal Çözüm” ve “Negatif İdeal Çözüm” olarak iki grupta incelenir. Maksimizasyon ve minimizasyon yönlü amaçlar için pozitif ideal çözümler aşağıda gösterilmiştir;

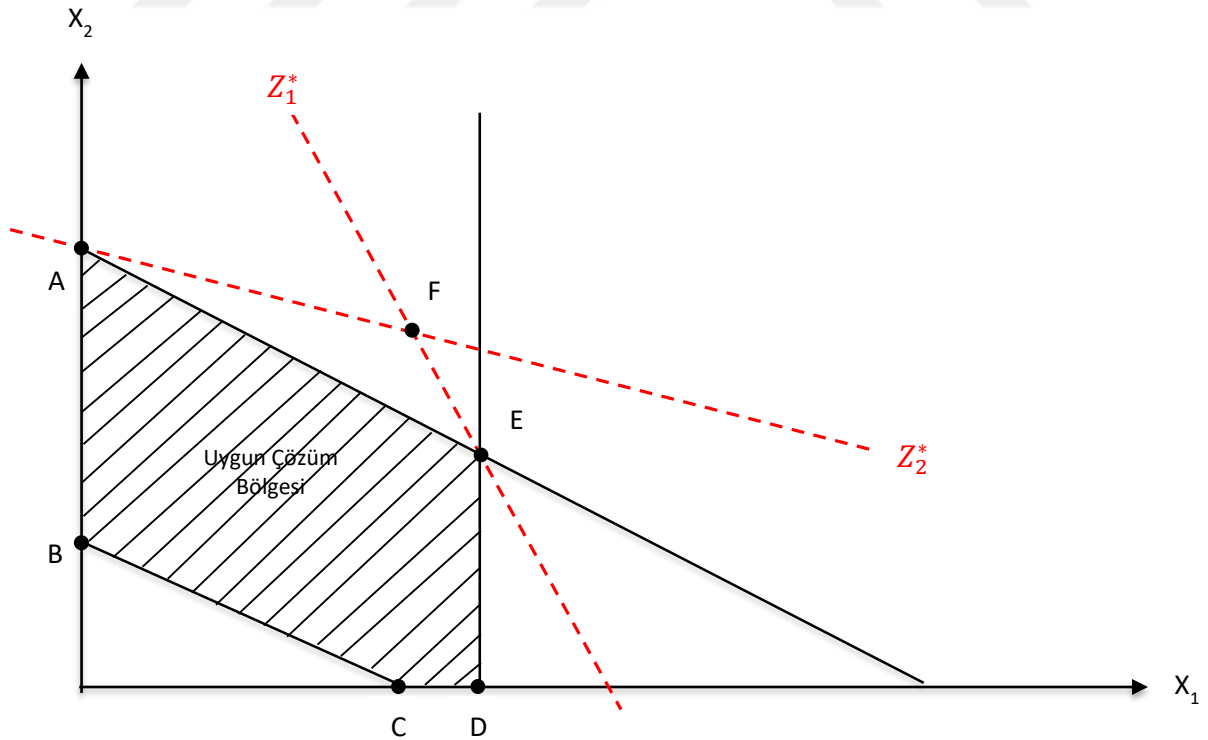
$$Z_k^* = \max_{x \in X} Z_k(x) \quad (3.3)$$

$$W_s^* = \min_{x \in X} W_s(x) \quad (3.4)$$

Her iki amaç fonksiyonu için pozitif ideal çözümler kümesi aşağıda gösterilmiştir;

$$I^* = (Z_1^*, Z_2^*, \dots, Z_k^*; W_1^*, W_2^*, \dots, W_s^*) \quad (3.5)$$

İki maksimizasyon yönlü amaç, iki değişken ve üç kısıtlı bir problemin pozitif ideal çözümleri Şekil 10’da gösterilmektedir.



Şekil 10: Pozitif İdeal Çözümler

Maksimizasyon yönlü iki amacın (Z_1 ve Z_2) pozitif ideal çözümlerinin kesiştiği nokta olan F noktası alanyazında “uygun olmayan ideal nokta” olarak da anılmaktadır. A ve E noktaları her bir amacın pozitif ideal çözümünün gerçekleştiği noktadır. Pozitif ideal çözümler amaçların “en iyi” durumunu temsil etmektedir.

Maksimizasyon ve minimizasyon yönlü amaçlar için negatif ideal çözümler aşağıda gösterilmiştir;

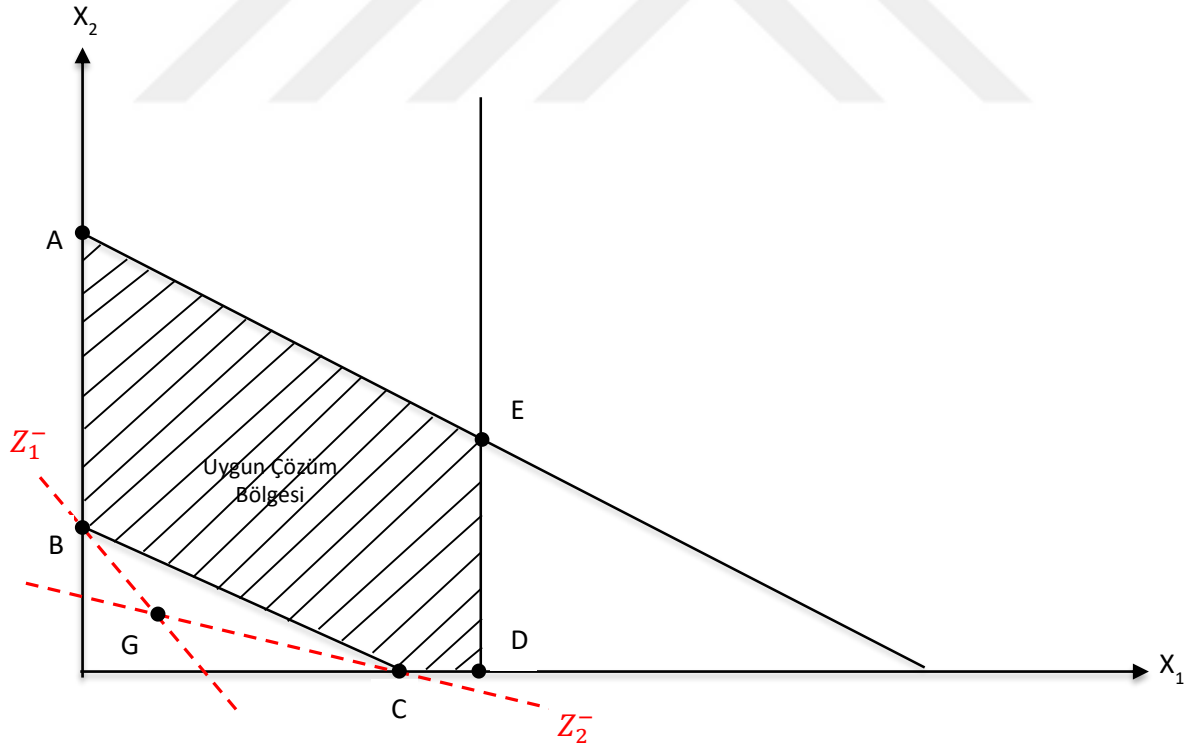
$$Z_k^- = \underset{x \in X}{\text{minimizasyon}} Z_k(x) \quad (3.6)$$

$$W_s^- = \underset{x \in X}{\text{maksimizasyon}} W_s(x) \quad (3.7)$$

Her iki amaç fonksiyonu için negatif ideal çözümler kümesi (3.8.)’de verilmiştir;

$$I^- = (Z_1^-, Z_2^-, \dots, Z_k^-; W_1^-, W_s^-, \dots, W_s^-) \quad (3.8)$$

Pozitif ideal çözümler gösterimindeki aynı iki maksimizasyon yönlü amaç, iki değişken ve üç kısıtlı problemin negatif ideal çözümleri Şekil 11’de gösterilmektedir.



Şekil 11: Negatif İdeal Çözümler

Çok amaçlı problemlerde amacın yönü maksimizasyonsa minimizasyon, minimizasyon ise maksimizasyon yönlü çözümüne negatif ideal çözümler adı verilir. Grafikteki G noktası maksimizasyon yönlü iki amacın minimizasyon yönlü çözümlerinin kesişim noktasıdır. B

Üstün Olmayan Çözümler: Bu çözüm tipi, farklı disiplinler tarafından farklı olarak adlandırılmıştır: İstatistiksel karar teorisinde kabul edilebilir alternatifler dizisi, ÇAKV'de üstün olmayan çözüm, aşağı olmayan çözüm ve etkin çözüm, ekonomide Pareto-optimal çözüm olarak adlandırılmaktadır. Maksimizasyon ve minimizasyon yönlü üstün olmayan çözümler kümesi aşağıda gösterilmiştir;

$$Z_{k'}(x') > Z_{k'}(x) \quad ve \quad Z_k(x') \geq Z_k(x), \quad k \neq k' \quad (3.9)$$

$$W_{s'}(x') < W_{s'}(x) \quad \text{ve} \quad W_s(x') \leq W_s(x), \quad s \neq s' \quad (3.10)$$

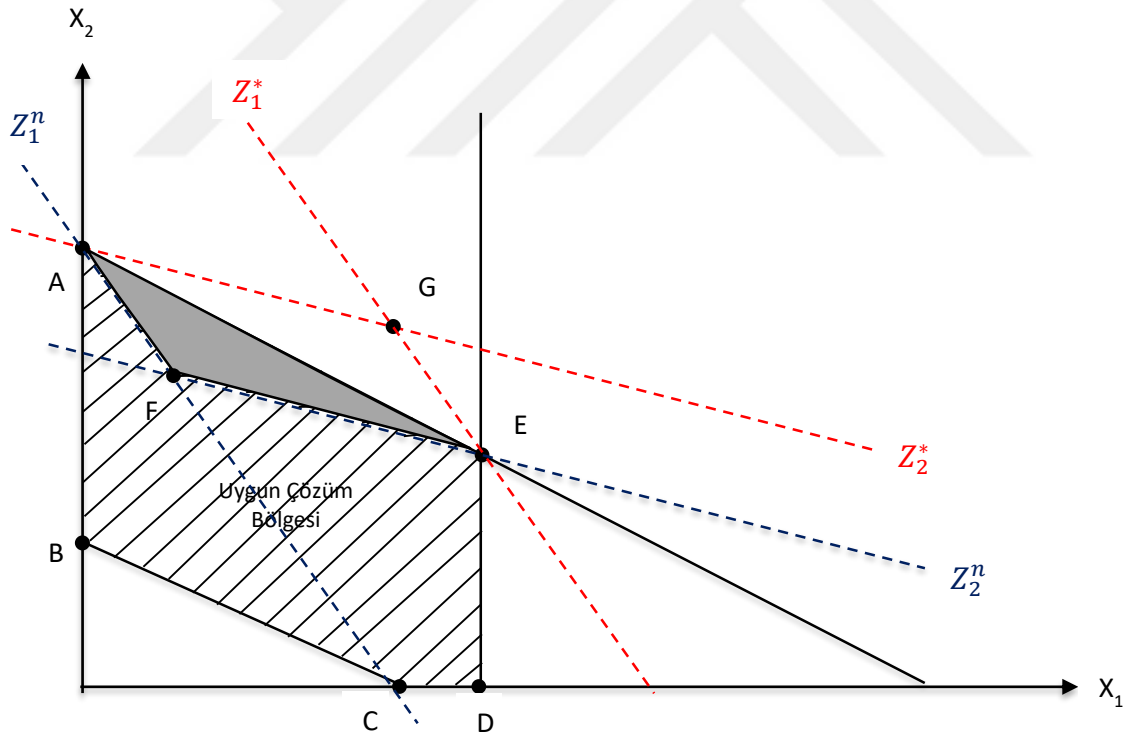
Üstün olmayan çözümler amaç fonksiyonlarının en yüksek ve en düşük değerlerini göstermektedir. B ve C noktaları sırasıyla birinci ve ikinci amacın ideal çözümlerini göstermekte ve genel çözüm B ve C noktaları arasında ortaya çıkmaktadır. Grafikteki y^* noktası da iki amaç için ideal çözümlerin kesiştiği noktadır. Bu noktaya “uygun olmayan

ideal nokta” denmektedir. A, D ve O noktaları ise kısıtların çözüme dâhil edilmesinden edinilen noktalardır.

Tercih Edilen Çözüm: Tercih edilen çözüm, karar vericinin bilgi sürecine katılması yoluyla nihai seçim olarak tercih edilen üstün olmayan çözümdür. Bu bağlamda ÇAKV’ye, karar vericinin tercih bilgisini kullanarak tercih edilen çözüme ulaşmak için karar yardımcıları olarak atıfta bulunulabilir.

Nadir Çözüm: Nadir çözüm, üstün olmayan çözümler kümesindeki ilgili amacın en kötü değeri anlamına gelmektedir. Pozitif ideal çözümler ile nadir çözüm, üstün olmayan çözümlerin içinde bulunduğu amaç değerlerinin aralığını ifade eder. Bu nedenle, nadir çözüm, çok amaçlı optimizasyonla ilgilenen araştırmacılar ve uygulayıcılar için önemli bir noktadır (Deb, Miettinen ve Sharma, 2009: 569).

Nadir çözümün gerçekleştiği nadir noktanın geometrisini gösterebilmek için incelenen üç kısıtlı iki değişkenli ve iki maksimizasyon amaçlı problem Şekil 13’de gösterilmektedir.



Şekil 13: Nadir Nokta

Üstün olmayan çözümler tablosundaki amaçların “en düşük” değerlerinin kesiştiği nokta alanyazında “nadir nokta” olarak isimlendirilmektedir. Z_1^n ve Z_2^n maksimizasyon yönlü amaçların üstün olmayan çözümler tablosundaki “en düşük” sonucunu göstermektedir. F noktası bu problem için “nadir noktadır”.

ÇAKV, planlama problemlerine tek amaçlı yaklaşımlardan çok daha kullanışlı bir alternatifi temsil eder. Planlama sürecinde birden fazla amacın göz önüne alınması, problem çözmede üç önemli iyileşmeyi gerçekleştirir (Cohon, 1978: 2);

- ÇAKV, katılımcıları planlama ve karar verme süreçlerinde daha uygun rollere teşvik eder.
- ÇAKV metotları kullanıldığında, genellikle daha geniş bir alternatif yelpazesi tanımlanır,
- Modeller ya da problemin analist tarafından algılaması, pek çok hedef dikkate alındığında daha gerçekçi olacaktır.

Karar verme metotları arasında pek çok kombinasyon mümkündür. Bu genel bakış, bilim insanlarının, mevcut yöntemlerin bazı özelliklerini taşıyan kendi çok amaçlı karar problemleri için hibrit modeller geliştirmelerini sağlamıştır (MacCrimmon, 1973:40). Önerilen algoritmadaki ilk yöntem olan ÇKVZA klasik bir ÇADP modeli olarak çözülmektedir. Çözüm sonucu ulaşılan birden fazla amaç fonksiyonu değeri klasik ÇADP modeli sonucu bulunan amaç fonksiyonu değerleri arasından “en iyi” çözümü bulmaya olanak sağlayan “Global Kriter Yöntem” ile çözülmüştür. Kullanılan iki yönteminde çıkış noktası ÇADP yöntemi olduğundan dolayı, bir sonraki bölümde ÇADP yöntemi kısaca açıklanmış, tarihsel süreci hakkında bilgi verilmiştir.

3.3.3. Çok Amaçlı Doğrusal Programlama (ÇADP)

Gerçek dünya problemlerinin çoğu Doğrusal Programlama modellerine dönüştürülebilir. Bununla birlikte, fazladan "keyfi" kısıtlamalar eklenmedikçe, bazı problem türleri tam olarak benzersiz bir amaç fonksiyonu verecek şekilde dönüştürülemez. Bu tür problemlerin çözümünde kullanılan ÇADP modelleri, birden fazla amacın aynı anda modellenip çözülebilmesini sağlar (Benayoun, De Montgolfier, Tergny ve Laritchev, 1971: 366). Klasik bir ÇADP problemi aşağıdaki gibi modellenebilir.

$$\text{Maks } Z_k(x): [Z_1(x), Z_2(x), \dots, Z_l(x)]$$

$$\text{Min } W_s(x): [W_1(x), W_2(x), \dots, W_r(x)]$$

$$\text{Kısıtlar} \tag{3.11}$$

$$A.X \leq B$$

$$x_i \geq 0$$

$$k = 1, 2, \dots, l \quad s = 1, 2, \dots, r \quad \text{ve} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Burada;

$Z_k(x)$ = k -ıncı maksimizasyon yönlü amaç fonksiyonu,

$W_s(x)$ = s -inci minimizasyon yönlü amaç fonksiyonu,

A = $m \times n$ tipinde teknolojik katsayılar matrisi

X = $m \times 1$ tipinde karar değişkeni sütun vektörü

B = $m \times 1$ tipinde sağ taraf sabitleri sütun vektörü

1970’li yılların başlarında yeni bir ÇAKV aracı olarak alanyazında yerini alan ÇADP birçok çalışmaya konu olmuştur. ÇADP ilk olarak Benayoun vd. (1971) tarafından isimlendirilmiştir. Yapılan ilk çalışmadan sonraki 10 yıl içerisinde ÇADP büyük bir gelişim göstererek birçok teorik ve uygulamalı çalışmaya konu olmuştur. Teorik olarak yapılan çalışmalarda genellikle ÇADP problemlerinin çözümü için yeni modeller geliştirilmiştir. Evans ve Steuer (1973) ÇADP için yeni bir simpleks metot önermiştir. Belenson ve Kapur (1973), ÇADP için yeni ve kullanışlı bir çözüm tekniği önermiştir. Kornbluth (1974) çok amaçlı problemlerin duyarlılık analizi ve dualite teoremi üzerinde durmuştur. Yu ve Zeleny (1975), ÇADP probleminin çözümü için “multi-simplex yöntem” olarak adlandırdığı bir simplex çözüm önermiştir. Ecker ve Kouada (1975), ÇADP için etkin noktalar bulma üzerine çalışmıştır. Isermann (1977), ÇADP için tüm etkin çözümlerin kümesinin belirlenebilmesinde kullanılan bir algoritma sunmuştur. Zionts (1977), Tamsayılı ÇADP problemlerini çözmek için bir yöntem geliştirmiştir.

Alanyazında ÇADP kullanılan çok sayıda uygulamalı çalışmaya da rastlanmıştır. Lawrence ve Burbidge (1976), koordineli üretim ve lojistik planlaması için bir ÇADP modeli önermiştir. Steuer ve Oliver (1976), reklam amaçlı medya seçiminde ÇADP modelini kullanmıştır. Steuer (1976), ÇADP’nin her bir amacına ağırlık atayarak bilgisayarlarda uygulanabilir bir yöntem geliştirmiştir. Zionts ve Wallenius (1976), çok amaçlı fonksiyonları içeren kısıtlamalar altında bir optimizasyon probleminin çözümü için, insan-makine etkileşimli pratik bir yöntem önermiştir. Steuer ve Schuler (1978), bir ormancılık yönetimi problemine etkileşimli ÇADP yaklaşımını uygulamıştır.

Kısıtların sınırlı miktarlarda olduğu ÇADP’de amaç fonksiyonlarının farklı birim ve yapılar da olması beklenen bir durumdur. Yani amaç fonksiyonlarının hepsinin aynı anda optimum olması hemen hemen imkansızdır (Yaralıoğlu ve Umarusman, 2010:65). Bu

sebepten dolayı amaç fonksiyonları arasında “en iyi” çözümü seçmeye yarayan yöntemlere ihtiyaç vardır. ÇAKV problemlerinde birden fazla ve farklı birimde amaç fonksiyonları olması sebebiyle klasik optimizasyon problemlerinde kullanılan “optimizasyon” kavramı bulunmaz. Optimizasyon kavramı yerine kullanılan yöntemler açısından tatminkar veya uzlaşık sonuçlar elde edilir (Umarusman, 2018:9). Tatminkâr çözümü veya uzlaşık çözümü araştıran yöntemler karar vericinin çelişen amaçlar arasında subjektif yargılar ile seçim yapmasından kaynaklanan insan hatasının önüne geçmektedir.

ÇADP yaklaşımı bir karar verme sürecinin ilk aşaması olarak kabul edilebilir. Aslında, ÇADP, uygulanabilir çözümler kümesini iki alt kümeye ayırır (Romero, 1991:7): Pareto etkin çözümler alt kümesi ve ikincil (inferior) çözümler alt kümesi. Karar verme sürecinin ikinci aşaması, etkin kümeden optimum çözümü belirlemektir. Bunu yapabilmek için, tercih bilgilerinin karar verici tarafından ortaya konulması gerekir (Ballesterro ve Romero, 1998:20). Karar vericiden sağlanan tercih bilgilerine göre farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada tercih bilgilerine ihtiyaç duyulmayan yöntem olan Global Kriter Yöntem kullanılmıştır. Alanyazında Masud ve Ravindran (2008) tarafından Uzlaşık programlama olarak da isimlendirilen Global Kriter Yöntem ile Uzlaşık Programlama arasındaki temel farklılık uzaklık ölçüm fonksiyonunun p - parametresinden kaynaklanmaktadır. İlk kez Zeleny (1973) ve Yu (1973) tarafından önerilen Uzlaşık Programlamada $p = \infty$ kullanılırken, Global Kriter Yöntemde $p = 1$ kullanılmaktadır. Ayrıca, Uzlaşık Programlamanın normalizasyon sürecinde Zeleny (1973) sadece pozitif ideal çözümleri kullanırken, Hwang ve Masud (1979) ve Ballesterro ve Romero (1998) pozitif ve negatif ideal çözümleri kullanmaktadır. Global Kriter Yöntemde ise normalizasyon sürecinde pozitif ideal çözümler kullanılmaktadır.

ÇAKV yöntemlerinde ilk adım ideal nokta veya ideal alternatifleri belirlemektir. Fakat ideal alternatifler genellikle uygulanabilir değildir. İdeal alternatifler uygulanamaz olduğunda en iyi uzlaşık çözümü veren ideal noktaya, en yakın verimli bir çözüm araştırılır. Kullanılan uzaklık ölçüsüne bağlı olarak, uzlaşık çözümler seti oluşturulmaktadır (Romero, 1991: 7). Her bir uzlaşık çözüm ile ideal alternatif arasındaki uzaklıkları ölçmek için kullanılan genel uzaklık ölçüm fonksiyonu aşağıda verilmiştir (Zeleny, 1982: 328).

$$Min \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{f_i^* - f_i(x)}{f_i^*} \right)^p \right]^{1/p} \quad (3.12)$$

Veya (3.13)’deki gibi kullanılabilir

$$\begin{aligned} & \text{Min} \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{f_i^* - f_i(x)}{f_i^* - f_i^*} \right)^p \right]^{1/p} \\ & \text{s. t. } x \in F \end{aligned} \quad (3.13)$$

$$1 \leq p \leq \infty$$

Burada;

f_i^* : i. amacının pozitif ideal çözümü

f_i^* : i. amacının negatif ideal çözümü

$f_i(x)$: i. amaç fonksiyonunun matematiksel ifadesi

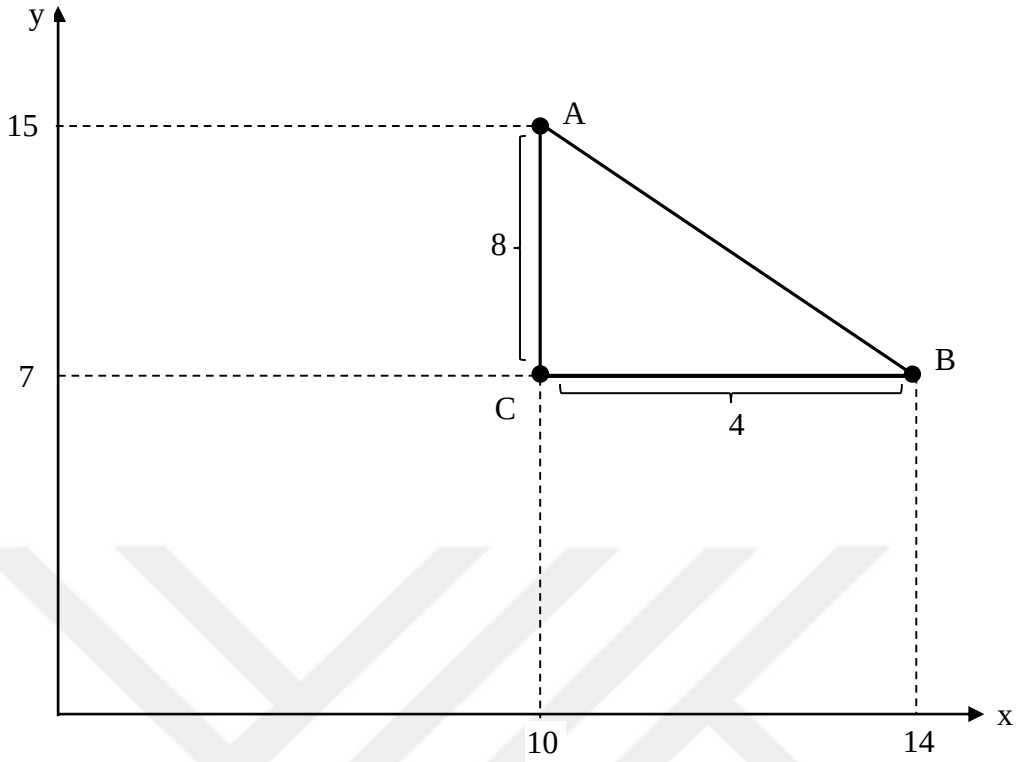
n : Amaç sayısı

F : Uygun çözüm kümesi

p : Uzaklık fonksiyonları türünü tanımlayan parametre

Burada, $f_i^* = \min_x f_i(x)$ ve mesafeler 0 ile 1 arasında olmaktadır. p ne kadar büyükse, toplamı oluşturmada sapmaların en büyüğüne verilen ağırlık da o kadar büyük olur (Zeleny, 1982:317). Uzaklık ölçümünde kullanılan p değerine göre uzaklığın değişimi bir örnekle aşağıda açıklanmıştır.

Açıklayıcı Örnek: A(10, 15) ve B(14, 7) noktaları arasındaki uzaklığın p değeri değişimine göre aldığı değerler Minkowski eşitliğine göre hesaplanmıştır. Örneğin grafik gösterimi Şekil 14'te verilmiştir.



Şekil 14: Noktalar arası uzaklık

Şekil 14'e göre $p=1$ durumunda toplam uzaklık $[AC]+[CB]$, $p=2$ durumunda toplam uzaklık $[AB]$ ve $p=\infty$ durumunda toplam uzaklık $[AC]$ ve $[CB]$ uzaklıklarından maksimum olanıdır. Şekil 14 ve aşağıda yapılan uzaklık hesaplamaları dikkate alındığında p değeri yükseldikçe iki nokta arasındaki uzaklık azalmaktadır.

$$p = 1 \quad |10 - 14| + |15 - 7| = 12$$

$$p = 2 \quad \sqrt[2]{|10 - 14|^2 + |15 - 7|^2} = 8,94$$

$$p = 3 \quad \sqrt[3]{|10 - 14|^3 + |15 - 7|^3} = 8,32$$

$$p = 4 \quad \sqrt[4]{|10 - 14|^4 + |15 - 7|^4} = 8,12$$

$$p = 5 \quad \sqrt[5]{|10 - 14|^5 + |15 - 7|^5} = 8,04$$

⋮

$$p = \infty \quad |10 - 14|, |15 - 7| \cong 8$$

Açıklanan örnekte gösterildiği gibi, $p = 1$ tüm noktalar arasındaki uzaklıkların toplamını, $p = 2$ iki nokta arasındaki dik uzaklığı, $p = \infty$ ise tüm noktalar arasındaki uzaklıklardan maksimum olanını ölçer (Masud ve Ravindran, 2008:9). Eğer tüm amaç fonksiyonları ve kısıt fonksiyonları doğrusal ve $p=1$ ise global model doğrusal, tüm amaç fonksiyonları ve kısıt fonksiyonları doğrusal ve $p=2$ ise global model kareli (quadratic), tüm amaç

fonksiyonları ve kısıt fonksiyonları doğrusal değil ise $p=1$ ve $p=2$ için global model de doğrusal olmayacaktır (Hwang ve Masud, 1979:22).

Bu yöntemde vurgulanması gereken önemli nokta, uzaklık kavramının geometrik anlamda değil, insan tercihleri için bir vekil ölçüm olarak kullanılmasından kaynaklanmaktadır (Romero ve Rehman, 2003: 63).

3.3.4. Global Kriter Yöntem

Tercih bilgilerine ihtiyaç duymayan sınıflandırmanın temel metodu olan Global Kriter Yöntemin amacı, kriterlerin mümkün olan ideal noktalardan sapmalarını minimize etmektir (Hwang ve Masud, 1979:21). Bu yöntem bütün amaç fonksiyonlarını tek bir amaç fonksiyonuna dönüştüren minimizasyon yöntemi olarak tanımlanır (Arora, 2012:673). Global kriter yöntemi, karar uzayındaki uygun bölgede yer alan bazı ideal referans noktaları arasındaki mesafeyi en aza indirir (French, 2018: 207). Global kriter yöntemin en önemli avantajı, karar vericinin tercih bilgilerine ihtiyaç duyulmamasından dolayı, kararların subjektif yargılar yerine çözümden elde edilen kantitatif veriler ile alınmasını sağlamaktır (Shih ve Chang, 1995: 455). Global Kriter Yöntem, Doğrusal Programlama terminolojisindeki aralık ölçüm fonksiyonlarının ideal çözümlerine en yakın etkili çözümü arar. Aynı zamanda p -değerlerini kullanarak amaç fonksiyonlarını normalleştirir. Global Kriter Yöntem, k -tane amaç fonksiyonunu tek amaçlı optimizasyon problemine dönüştürür. Matematiksel olarak aşağıdaki gibi gösterilir (Hwang ve Masud, 1979:21).

$$\min \sum_{k=1}^l \left[\frac{Z_k^* - Z_k(x)}{Z_k^*} \right]^p \quad (3.14)$$

$Z_k(x)$: k -ıncı maksimizasyon yönlü amaç fonksiyonu,

Z_k^* : k -ıncı amaç fonksiyonu için pozitif ideal çözüm.

Global amaç fonksiyonu içindeki bireysel terimler, mutlaka boyutsuz olan oranlarda ($p=1$) ifade edildiğinden, boyutsal tutarlılık sorunu ortaya çıkmamaktadır. Problem için seçilen "en iyi" çözüm, seçilen p değerine göre büyük ölçüde farklılık gösterir. $p=1$ kullanılması, tüm sapmalara eşit önem verilmesi anlamına gelir; $p=2$ ise bu sapmalardan en büyük ağırlığa sahip olanın en büyük sapma ile orantılı olarak ağırlıklandırıldığı anlamına gelir. $p>2$ kullanmak, sapmaların en büyüğüne daha da fazla ağırlık verildiği anlamına gelir. $p=1$ kullanmak gerçekçi gelebilir, ancak global amacın optimize edilmesinde karşılaşılabilecek

zorluk derecesi arttıracaktır. Buna rağmen $p=1$ yine de iyi bir seçim olacaktır. Çünkü orijinal k tane amacı problem doğrusal ise, revize edilmiş problem hala $p=1$ için doğrusal olacaktır (Tabucanon, 1988: 36).

Global Amaçta yer alan her bir amaç fonksiyonu ideal çözümlerden sapmaların ideal çözüme oranı olarak ifade edilmiştir. Pozitif ideal çözümler her bir amaç fonksiyonu değerinin en iyi performansını gösterir. Problem için en iyi seçilen çözüm, tercih edilen p -değerine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Boychuk ve Ovchinnikov (1973) tarafından önerilen $p=1$ için bütün sapmalara eşit önem verilir. Ayrıca Global amaç fonksiyonu da doğrusal olarak ortaya çıkar. Hwang ve Masud (1979) global formülasyonu maksimizasyon yönlü amaçlar için önermiştir. Diğer taraftan ÇADP problemleri sadece maksimizasyon yönlü amaçlardan oluşmamaktadır. Umarusman ve Türkmen (2013) tarafından önerilen bütün amaç fonksiyonları minimizasyon yönlü olan problemler için Global amaç fonksiyonunu aşağıdaki gibi düzenlemiştir.

$$\text{Min} \sum_{s=1}^r \left[\frac{W_s(x) - W_s^*}{W_s^*} \right]^p \quad (3.15)$$

$W_s(x)$: k -ıncı minimizasyon yönlü amaç fonksiyonu

W_s^* : k -ıncı amaç fonksiyonu için pozitif ideal çözüm

Bashiri ve Tabrizi (2010), genelleştirilmiş global modele hem maksimizasyon hem de minimizasyon yönlü amaçlar için ağırlık faktörleri eklemiştir. Diğer yandan, Global Kriter Yöntemin içinde yer aldığı “tercih bilgilerine ihtiyaç bulunmayan yöntemler” sınıflandırmasında ağırlık faktörleri kullanılmamaktadır. Amaçlar için ağırlık faktörleri kullanılırsa Global Kriter Yöntem, Uzlaşık Programlama (Zeleny, 1973) modeline dönüşür. Bu çalışmada Umarusman ve Türkmen (2013) tarafından önerilen ağırlıksız global model kullanılmıştır. Model aşağıda verilmiştir;

$$\text{Min } G = \left(\sum_{k=1}^l \left[\frac{Z_k^* - Z_k(x)}{Z_k^*} \right]^p + \sum_{s=1}^r \left[\frac{W_s(x) - W_s^*}{W_s^*} \right]^p \right) \quad (3.16)$$

Kısıtlar

$$A_i(x) \leq b_i$$

$$x \geq 0$$

Global kriter yöntemi herhangi bir çözüm kümesi belirlenemediğinde nihai bir çözüm elde etmek için kullanılan basit bir yöntemdir. Yöntemde, global amaç değeri uygulanabilir amaç bölgesine daha yakın olan bir noktada gerçekleşmektedir (Miettinen, 1998: 71).

3.3.5. Çok Kriterli Veri Zarflama Analizi (ÇKVZA)

Organizasyonların etkinlik artışı çalışmaları etkinlik ölçümünü çok ilgi çeken bir konu haline getirmiştir. Farrell (1957) üretim etkinliğinin ölçümünü şu şekilde açıklamaktadır;

“Bir endüstrinin üretim verimliliğini ölçme sorunu hem ekonomik teorisyenler hem de ekonomi politikacıları için önemlidir. Farklı ekonomik sistemlerin göreceli etkinliklerinin teorik açıklamalarını yapmak için ampirik testlere tabii tutulması, gerçekçi ölçüm yapabilmek için gereklidir. Aynı şekilde, belirli sektörler kendi ekonomik planlamalarını yaparken, daha fazla kaynak kullanımı olmadan sadece kendi etkinliklerini arttırarak üretimi arttırabilecekleri beklentisi ilgili sektörler için önemlidir.”

Farrell (1957)’ın etkinlik üzerine yaptığı teorik çalışmaları Doğrusal Programlama tabanlı bir yaklaşıma çeviren Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) bu yöntemi VZA olarak adlandırmıştır.

“Charnes vd. (1978)’a göre VZA gözlemsel verilere uygulanan matematiksel bir modeldir. Bu model modern ekonominin yapıtaşlarından olan üretim fonksiyonları ve/veya etkin üretim olanağı alanları gibi uç ilişkilerden deneysel tahminler elde eden yeni bir yol sağlar.”

İlk olarak VZA Charnes vd. (1978) tarafından Doğrusal Programlama problemi olarak sunulmuştur. Bu model alanyazında “Charnes Cooper Rhodes (CCR) model” olarak isimlendirilmiştir. Bu çalışmadan sonra orijinal CCR model temelinde birçok model geliştirilmiştir. Bunlardan ilki ve en önemlisi Banker, Charnes ve Cooper (1984) tarafından geliştirilen “girdi ölçekli VZA” olarak da bilinen BCC modelidir. Charnes, Cooper, Seiford ve Stutz (1982) tarafından önerilen çarpımsal modelde logaritmik bir yapı kullanılarak verilerin dönüştürüldüğü bir model kullanılmıştır. Charnes, Cooper, Golany ve Seiford (1985) tarafından geliştirilen diğer bir varyasyonda amaç fonksiyonuna boşluk değişkenleri eklenmiştir. Bu çalışmalar VZA’nın temel yapı taşlarıdır ve yıllar içerisinde bu modeller teorik olarak geliştirilip birçok uygulamada kullanılmıştır. Charnes vd. (1978) tarafından önerilen her bir KVB’nin etkinliğini değerlendirmek için tanımlanan doğrusal programlama modeli aşağıda verilmiştir.

$$\text{Maks } h_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}$$

Kısıtlar (3.17)

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

Burada;

j : KVB sayısı,

r : Çıktı sayısı,

i : Girdi sayısı,

y_{rj} : j -inci KVB için r -inci çıktı değeri,

x_{ij} : j -inci KVB için i -inci girdi değeri,

u_r : r -inci çıktıya verilen ağırlık,

v_i : i -inci girdiye verilen ağırlık,

h_0 : Değerlendirilmekte olan KVB'nin nispi etkinliği.

(3.17)'de yalnızca $h_0=1$ ise KVB etkindir sonucuna varılır.

Klasik VZA için etkinlik bir ölçüm birimi olmakla birlikte Li ve Reeves (1999)'in ÇKVZA modeli etkisizlikler üzerine kurulmuştur. $[0, 1]$ aralığı ile sınırlanan d_0 , "etkisizlik" ölçüsü olarak kabul edilebilir ve $h_0=1-d_0$ olarak tanımlanır. Yani, d_0 değeri ne kadar küçük olursa, KVB_0 daha az etkisizdir (ve dolayısıyla daha etkin) denilebilir. d_0 kuşkusuz KVB_0 'ın etkisizliğinin iyi bir ölçüsü olmakla birlikte, mümkün olan tek ölçüm değildir. Sexton, Silkman ve Hogan (1986), Stewart (1996), Belton ve Vickers (1993) tarafından yapılan araştırmalarda etkisizliğin diğer ölçümleri önerilmiştir ve bunların çoğu sapma değişkenleri üzerine yapılan araştırmalardır. Bununla birlikte, önerilen bu ölçümler ya doğrudan etkinlik ölçümü olmayan ikincil amaç fonksiyonları olarak ya da tanımlanan etkinlik veya etkisizliklerin klasik VZA modeline eşdeğer olacak şekilde inşa edilmiştir. Li ve Reeves (1999)'in yöntemi ise, diğerlerinden farklıdır. Çünkü d_0 'ı en aza indirmek, maksimum

sapmayı en aza indirmek veya sapmaların toplamını en aza indirmek gibi bağımsız amaç fonksiyonlarından oluşur. Söz konusu model aşağıdaki gibidir;

$$\text{Min } d_0 \text{ (veya maks } h_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{rj0})$$

$$\text{Min } M$$

$$\text{Min } \sum_{j=1}^n d_j$$

Kısıtlar

(3.18)

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + d_j = 0$$

$$M - d_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_i, d_j \geq 0$$

ÇKVZA modeli öncelikle klasik VZA modelinin ayırım gücünün geliştirilmesi için bir araç olarak önerilmiştir. Çözüm işlemlerinde, ÇKVZA üç amacın her birini çözmek için etkileşimli bir yaklaşım olarak önerilmiştir. İlk amaç ÇKVZA çözümlerinin kümesi içinde klasik VZA çözümünü barındırmaktadır. Diğer iki amaç olan Minmax ve Minsum amaçları sırasıyla daha kısıtlayıcı veya gevşek etkinlik çözümleri sunmaktadır. Bu model ile daha makul girdi ve çıktı ağırlıkları elde etmek için daha geniş bir çözümün mümkün olduğu kanıtlanmaktadır (Ghasemi, Ignatius ve Emrouznejad, 2014: 641).

ÇKVZA modeli bir ÇADP problemidir. Bir ÇADP probleminde, aynı anda tüm amaçları optimize eden bir çözüm bulmak imkânsızdır. Bu nedenle, bir ÇADP çözüm sürecinin görevi, en uygun çözümü bulmak değil, bunun yerine, üstün olmayan çözümleri bulmak ve en çok tercih edilenin seçilmesine yardımcı olmaktır (San Cristóbal, 2011: 2744). ÇKVZA modeli bu yönü ile en çok tercih edilen çözümü bulmaya yardımcı olmakla birlikte optimum bir çözüm olanağı yoktur. Bu amaçla geliştirilen modelde Global Kriter Yöntem ile k -tane amaç fonksiyonu tek amaçlı optimizasyon problemine dönüştürülür.

Li ve Reeves (1999)' in çalışmasından sonra kabul gören bu yöntem çeşitli alanlarda uygulamalara konu olmuştur.

Zhao, Cheng, Chau ve Li (2006) bu modeli bir baraj tasarımının çevresel etki değerlendirmesine uygulamıştır. Çevresel etki değerlendirmesi barajın yer seçimi için değerlendirilmiştir. Bu problem içerisinde nitel ve nicel kriterler barındıran çok kriterli bir problemdir. 10 tane nitel kriter AHP benzeri bir nitel metod ile, 7 tane nicel kriter ise ÇKVZA ile değerlendirilmiştir. Söz konusu 10 nitel veri karşılaştırma matrislerinden elde edilen mutlak ağırlıkları “görelî üyelik derecesine (RMD)” dönüştürmek için bulanık optimum seçim modeli kullanılmıştır. Daha sonra elde edilen bu RMD değerleri ÇKVZA modelinde 7 tane nicel veri ile birlikte değerlendirilerek sonuca ulaşılmıştır. Bu çalışma ile nitel ve nicel veriler aynı yöntemle değerlendirilebilmiştir.

Bal, Örkücü ve Çelebioğlu (2010), Hedef Programlamayı kullanarak ağırlık dağılımının homojenliğini ölçmek için ÇKVZA’ya dayanan iki yeni model önermiştir. Önerilen modellerin amacı klasik VZA’nın gerçekçi olmayan girdi-çıkı ağırlıkları ve etkin KVB’ler arasındaki ayırım gücü eksikliği gibi dezavantajların önüne geçmektir. Önerilen modellerin uygulamasını göstermek için örnek çözümler yapılmıştır.

San Cristóbal (2011) çalışmasında 13 tane yenilenebilir enerji teknolojisini ÇKVZA modeli ile incelemiştir. Söz konusu 13 yenilenebilir enerji kaynağı İspanyol hükümetinin 2005 yılında yayınladığı yenilenebilir enerji raporunda belirttiği rüzgâr enerjisi, hidroelektrik, güneş enerjisi, biyokütle kaynaklı enerji, biyogaz kaynaklı enerji ve biyoyakıt kaynaklı enerji yöntemlerinin farklı miktarlardaki elektrik üretimi senaryolarına göre oluşturulmuştur. Girdi faktörleri yatırımın geri dönüş oranı, uygulama periyodu ve kurulum ve operasyon maliyetleri olarak, çıktı faktörleri ise üretilen güç, faaliyet saati, kullanım ömrü ve salınan CO₂ miktarı olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda 10 Mw ile 50 Mw arası üretim yapan rüzgar enerjisi santralının her üç kriter için etkinlik değeri 1 olarak hesaplanmıştır. Yani her üç kriter dikkate alındığında sadece bu alternatif etkin olarak değerlendirilebilir.

Alizadeh, Rasouli ve Tavakkoli-Moghaddam (2011) çalışmasında bulanık ortamdaki konumlandırma ve atama problemlerinin çözümünde ÇKVZA modelini kullanmıştır. Konumlandırma ve tahsis problemlerini ÇKVZA ile birleştiren iki aşamalı bir yaklaşım önermiştir. Çözülen problemin amacı, 3’ü kapasite kısıtsız 5 tesisin yerleşimi ve talep ihtiyacı olan 8 talep noktasına yapılacak atama kararlarını vermektir. Yazarlara göre bu çalışma üç avantaj sağlamıştır;

- VZA'nın çok kriterli formu düşük ayırma gücü ve belirsizlik ortamındaki gerçekçi olmayan ağırlık dağılımları problemlerini çözmüştür,
- Aynı anda hem tesis konumlandırma hem de talep atama problemi düşünülmüştür,
- Konumlandırılacak tesis sayısı önceden belirlenmemiştir.

Yadav, Jha ve Chauhan (2012) kömür yakıtlı termik santrallerin bölgesel etkinliğini ölçmek için ÇKVZA modelini kullanmıştır. Çalışmada girdi değişkeni olarak kurulu kapasite, kömür tüketimi ve yardımcı malzeme tüketimi, çıktı değişkeni olarak ise elektrik üretim miktarı ve operasyonel kullanılabilirlik (bir tesisin bir yıldaki ortalama kullanılabilirliği) kullanılmıştır. Yapılan analiz kaynakların optimal kullanımı için sistem ve süreçlerin gözden geçirilmesi ve elektrik ekipmanlarının iç gözlemi konularında yardımcı olmuştur.

Ghasemi vd. (2014) klasik VZA'nın düşük ayırma gücü ve ağırlık dağılımının zayıflığına atıf yaparak yeni bir model geliştirmiştir. 90'ların sonlarında geliştirilen ÇKVZA modelinden beri sadece HPVZA (Hedef Programlama-Veri Zarflama Analizi) modelleri çok amaçlı ortamlarda bu sorunların çözümü için geliştirilmiştir. Bu çalışmada geliştirilen iki amaçlı ÇKVZA modeli HPVZA modellerine göre ayırma gücü ve ağırlık dağılımı sorunlarının yanı sıra daha az hesaplama kodları gerektirmesi konusunda da daha iyi performans göstermiştir. Söz konusu yaklaşımın etkinliğini kanıtlamak için 25 Avrupa Birliği ülkesini konu alan bir enerji bağımlılığı problemi çözülmüştür.

Rubem ve Brandao (2015) çalışmalarında UEFA EURO 2012 mücadele eden ulusal takımların performans etkinliklerini ÇKVZA modeli ile incelemiştir. Girdi olarak takımların Pazar değerleri ve FIFA sıralaması puanları, çıktı olarak ise M-MACHBETH sıralaması kullanılmıştır. M-MACHBETH sıralaması belirlenirken nihai turnuva sonucu ortaya çıkan ordinal sıralamanın, aynı düzeydeki takımlara eşit ağırlık verilmesi için kardinal bir sıralamaya dönüştürülmüştür. Her KVB için üç ayrı amaç fonksiyonu çözülmüş ve üstün olmayan bir çözüm elde etmek için amaç fonksiyonlarının ağırlıklı toplamına dayalı bir yöntem kullanılmıştır. Elde edilen üstün olmayan çözüme göre İtalya ve Yunanistan takımları etkin olarak değerlendirilmiştir.

Verma, Mukherjee ve Yadav (2016) yeni sanayi bölgesinde dağıtım ağı yerleşim planlaması yapmak için Hiyerarşik Genetik Algoritmalar ve ÇKVZA modelini kullanmışlardır. Çalışmada Hiyerarşik Genetik Algoritmalar kullanarak birincil dağıtım sistemi ile üç yeni sanayi bölgesindeki yükleme merkezleri bağlanmaya çalışılmıştır. Hiyerarşik genetik algoritma yöntemi AHP ve Genetik Algoritmalar yöntemleri entegre edilerek

oluşturulmuştur. Bu işlemi yaparken amaç en iyi akım profili ile en az kayıp sağlayan uygun yatırım alanını seçmektir. Çalışmada AHP ve GA sonuçlarının yardımıyla mevcut sistemin yeni yükleme merkezlerine bağlantısı mümkün olan en iyi şekilde optimize edilmiş ve ileri optimal bir araç olan KVZA yardımı ile de bu sonuçlar teyit edilmiştir.

KVZA, ÇADP problemi olarak ele alınmıştır. Alanyazında VZA alışmaları ÇKKV metotları kullanılarak yapılmıştır. ÇKKV, ÇAKV ve ÇNKV olarak iki ayrı başlıkta incelenmektedir. Fakat alanyazındaki VZA çalışmalarında bu ayrım yapılmamıştır. Bu çalışmada bu ayrımı yapmak için alanyazındaki çalışmalar 3 başlık altında incelenmiştir ve Tablo 6’da gösterilmiştir.



Tablo 6: Alanyazında Çok Kriterli VZA Olarak Adlandırılan Çalışmalar

Çoklu Girdi- Çıktı Kullanımı	Al-Shammari (1999),
	Wöber ve Fesenmaier (2004),
	Zaim, Bayyurt, Turkyilmaz, Solakoglu, ve Zaim (2008)
	Wang (2015)
Çok Nitelikli Yöntemler İle Kullanımı	Sinuany-Stern, Mehrez ve Hadad (2000),
	Sarkis (2000),
	Lee, Mogi, Shin ve Kim (2007),
	Lee, Mogi ve Kim (2008),
	Madlener, Antunes ve Dias (2009),
	Chen, Li, Xu ve Liu (2009),
	Hadi- Vencheh ve Mohamadghasemi (2011),
	Raut (2014),
	Ledón ve Sobrino (2014),
	Taylan, Alidrisi ve Kabli (2014),
	Ploskas, Stiakakis ve Fouliras (2015),
	Huguenin (2015)
	Sen, Roy ve Pal (2017)
Çok Amaçlı Yöntemler İle Kullanımı	Golany (1988),
	Belton ve Vickers (1993),
	Joro, Korhonen ve Wallenius (1998),
	Bouyssou (1999),
	Liu, Huang ve Yen (2000),
	Yun, Nakayama ve Arakawa (2004),
	Yu, Tzeng, Tzeng, Yu ve Sheu (2004),
	Yougbaré ve Teghem (2007),
	Yang ve Liang (2009),
	Hatefi ve Torabi (2010),
	Lotfi, Jahanshahloo, Soltanifar, Ebrahimnejad ve Mansourzadeh (2010),
	Malekmohammadi, Lotfi ve Jaafar (2011),
	Jafarian- Moghaddam ve Ghoseiri (2011),
	Hinojosa ve Marmol (2011),
	Parthiban, Zubar ve Katarar (2013),
	Liou, Lee ve Yeh (2013),
	Kao, Chan ve Wu (2014),
	Wang, Lu ve Liu (2014),
	Ebrahimnejad ve Tavana (2014),
	Keshavarz ve Toloo (2015),
	Jahanshahloo, Soleimani-Damaneh ve Ghobadi (2015),
	Hassan-Shirdel ve Mortezaee (2015)
	Carayannis, Grigoroudis ve Goletsis (2016)

Tablo 6'daki çalışmalar "ÇKVZA" olarak isimlendirilirken hangi yöntemlerin kullanıldığını belirlemek için bu sınıflandırma ilk kez yapılmıştır.

3.3.6. Global- Çok Kriterli Veri Zarflama Analizi (G-ÇKVZA)

Bu çalışmada TAT'ların girdi veya çıktı olarak ifade edilen bilgileri, Li ve Reeves (1999) tarafından önerilen ÇKVZA modelinde kullanılmış ve bu modeldeki amaç fonksiyonlarının

pozitif ideal çözümleri belirlenmiştir. Daha sonra Li ve Reeves (1999) tarafından önerilen ÇKVZA modelinin üç amacının tek bir amaca dönüştürülebilmesi için pozitif ideal çözümler kullanılarak problem yeniden düzenlenmiş ve Global Kriter Yöntem ile çözülmüştür. Önerilen bu yöntem “Global- Çok Kriterli Veri Zarflama Analizi (G-ÇKVZA)” olarak isimlendirilmiştir.

Li ve Reeves (1999)’in modelinde üç farklı amaç fonksiyonu mevcuttur. Önerilen G-ÇKVZA modelinde $Min d_0$ amacı yerine $1 - d_0$ sonucunu ifade eden $Max h_0$ amacı kullanılmıştır. Çünkü $Min d_0$ amacı kullanıldığında, $Min d_0$ ’ın pozitif ideal çözümünün “0” değerine sahip olması mümkün olabilmektedir. Bu durum (3.15) denkleminde belirlenecek olan paydanın 0’a eşit olmasına sebep olabilir. Miettinen (1998) global amaç fonksiyonu oluşturulurken pozitif ideal çözümü 0 olan amaçların global amaçta yer alamayacağını savunmuştur. Bu sebeple önerilen algoritmada $Max h_0$, $Min M$ ve $Min \sum d_j$ ’ ye göre düzenleme yapılmıştır. Bu çalışmada, (3.16) kullanılarak önerilen G-ÇKVZA modelinin amaç fonksiyonu aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

$$\text{Min} \left[\frac{h_{0j}^* - h_{0j}}{h_{0j}^*} + \frac{M_j - M_j^*}{M_j^*} + \frac{\sum_{j=1}^n d_j - d_j^*}{d_j^*} \right]^p \quad (3.19)$$

Veya (3.19) sadeleştirilerek

$$\text{Min} \left[\left(\frac{M_j}{M_j^*} + \frac{\sum_{j=1}^n d_j}{d_j^*} - \frac{h_{0j}}{h_{0j}^*} \right) - 1 \right]^p \quad (3.20)$$

Burada;

h_{0j} = j-inci KVB'nin etkinlik değeri

h_{0j}^* = h_{0j} 'nin pozitif ideal çözüm değeri

M_j = j-inci KVB için yapılan çözümdeki en büyük sapma

M_j^* = M_j 'nin pozitif ideal çözüm değeri

$\sum_{j=1}^n d_j$ = j-inci KVB için yapılan çözümdeki toplam sapma

d_j^* = $\sum_{j=1}^n d_j$ 'nin pozitif ideal çözüm değeri

Elde edilir. Sadeleştirmeden sonra hibrit model aşağıda verilmiştir. .

$$\text{Min} \left[\left(\frac{M_j}{M_j^*} + \frac{\sum_{j=1}^n d_j}{d_j^*} - \frac{h_{0j}}{h_{0j}^*} \right) - 1 \right]^p$$

Kısıtlar

(3.21)

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0} &= 1 \\
\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + d_j &= 0 \\
M - d_j &\geq 0 \quad j = 1, \dots, n \\
u_r, v_i, d_j &\geq 0
\end{aligned}$$

Önerilen hibrit modelin kısıtları (3.18)'in kısıtlarıyla aynıdır. (3.19)'un amaç fonksiyonu değerinin minimum seviyede gerçekleşmesi için $\left(\frac{M_j}{M_j^*} + \frac{\sum_{j=1}^n d_j}{d_j^*} - \frac{h_{0j}}{h_{0j}^*}\right)$ minimum olmalıdır. Bu sebeple (3.21) aşağıda yeniden düzenlenmiştir.

$$\begin{aligned}
&\text{Min} \left[\left(\frac{M_j}{M_j^*} + \frac{\sum_{j=1}^n d_j}{d_j^*} - \frac{h_{0j}}{h_{0j}^*} \right) \right]^p \\
&\text{Kısıtlar} \tag{3.22}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0} &= 1 \\
\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + d_j &= 0 \\
M - d_j &\geq 0 \quad j = 1, \dots, n \\
u_r, v_i, d_j &\geq 0
\end{aligned}$$

Önerilen G-ÇKVZA yöntemin modelini oluşturmak ve çözüm prosedürünü gerçekleştirmek için izlenmesi gereken adımlar aşağıda verilmiştir;

Adım 1: ÇKVZA modeli için girdi-çıktı değişkenlerinin belirlenmesi ve modelin oluşturulması,

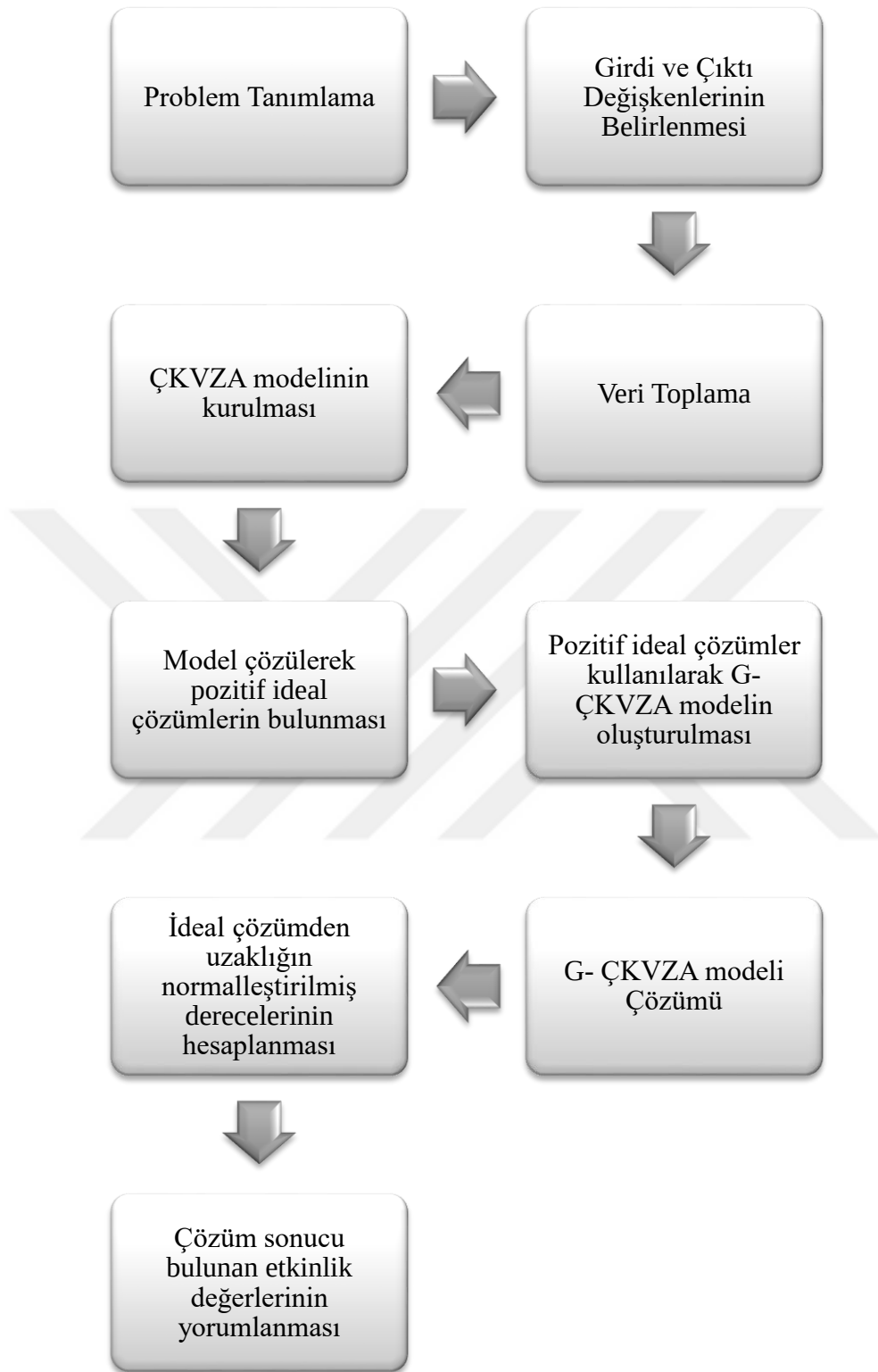
Adım 2: (3.18.) kullanılarak her bir amacın pozitif ideal çözüm ve etkinlik değerlerinin belirlenmesi,

Adım 3: 2. Adımda belirlenen pozitif ideal çözümler kullanılarak (3.19)'a göre problemin düzenlenmesi ve çözümün yapılması ($1 \leq p < \infty$), İdeal çözümden uzaklığın normalleştirilmiş derecelerinin hesaplanması

Adım 4: G- ÇKVZA modeli sonucu bulunan etkinlik değeri ile ÇKVZA modeli sonucu bulunan etkinlik değerlerinin karşılaştırılması.

Çözüm prosedürünün üçüncü adımından, yapılan uygulamanın özgün sonuçlar ortaya çıkarmasını sağlayan “ideal çözümden uzaklığın normalleştirilmiş dereceleri” ilk kez hesaplanmıştır. İdeal çözümden uzaklığın normalleştirilmiş dereceleri hesaplanırken G-ÇKVZA modeli çözümünden elde edilen sapma değişkeni değerleri (M_j ve d_j) ve çıktı değişkeni değerleri (u_r) kullanılarak üstün olmayan çözümler hesaplanmıştır. Birinci amaç ($Maks h_0$) için üstün olmayan çözümler hesaplanırken, G-ÇKVZA modeli çözümünden elde edilen çıktı değişkeni değerleri (u_r), ÇKVZA modelindeki $Max h_0$ amacıyla yerine yazılmıştır. $Maks h_0$ amacı için ideal çözümden uzaklığın normalleştirilmiş derecesi (3.14) eşitliği veya (3.19) eşitliğinin ilk oranı kullanılarak hesaplanmıştır. İkinci amaç ($Min M$) için üstün olmayan çözümler hesaplanırken, G-ÇKVZA modeli çözümünden elde edilen sapmaların maksimumu (M), ÇKVZA modelindeki $Min M$ amacıyla yerine yazılmıştır. Son olarak üçüncü amaç ($Min \sum d$) için üstün olmayan çözümler hesaplanırken, G-ÇKVZA modeli çözümünden elde edilen sapmaların toplamı ($\sum d$), ÇKVZA modelindeki $Min \sum d$ amacıyla yerine yazılmıştır. $Min M$ ve $Min \sum d$ amaçları için ideal çözümden uzaklığın normalleştirilmiş derecesi (3.15) eşitliği veya (3.19) eşitliğinin ikinci ve üçüncü oranları kullanılarak hesaplanmıştır.

İdeal çözümden uzaklığın normalleştirilmiş derecesi 0 ile 1 arasında değer almaktadır. Her bir amaç fonksiyonu için uzaklığın normalleştirilmiş derecesi 0’a yaklaştıkça kendi pozitif ideal çözümüne yaklaşmaktadır. Uzaklığın normalleştirilmiş derecesi 1’e yaklaştıkça da kendi pozitif ideal çözümünden uzaklaşmaktadır. Önerilen modelin kurulması ve çözüm prosedürünün gerçekleştirilmesi için izlenecek adımlar Şekil 15’te akış diyagramı şeklinde gösterilmiştir.



Şekil 15: G-ÇKVZA Modeli ve Çözüm Prosedürü

Önerilen yöntemdeki ilk adım; etkinlik incelemesi yapılan problemin tanımlanmasıdır. Tanımlanan problem için girdi ve çıktı değişkenleri belirlendikten sonra, modelin kurulması için gerekli olan verilerin toplanması gerekmektedir.

Toplanan veriler kullanılarak ÇKVZA modeli kurulduktan sonra çözüm gerçekleştirilir ve pozitif ideal çözümlere ulaşılır. ÇKVZA modeli sonucu her bir amaç için ulaşılan pozitif ideal çözümler kullanılarak G-ÇKVZA modeli oluşturulur.

G-ÇKVZA modeli çözüldükten sonra ideal çözümden uzaklığın normalleştirilmiş dereceleri hesaplanmaktadır. Son adımda ise G-ÇKVZA çözüm prosedürü sonucunda elde edilen etkinlik değerleri yorumlanmaktadır

3.4. Veri Toplama Araçları

Araştırma verilerinin analiz aşamasından önce ilk olarak KVB sayıları belirlenmiştir. Daha sonra KVB sayıları dikkate alınarak modelde kullanılan girdi-çıkıtı değişkeni sayıları belirlenmiştir. Son olarak, araştırmada kullanılan girdi-çıkıtı değişkenlerini belirlemek için akademisyenlerden (çevre mühendisi akademisyenler ve VZA ile ilgili çalışmaları olan akademisyenler) bilgi almak adına uygulanan uzman görüş formu sonuçları incelenmiştir.

3.4.1. Karar Verme Birimi (KVB) Sayısının Belirlenmesi

KVB sayısını belirlemek isabetli etkinlik sonuçlarına ulaşabilmek için büyük bir önem arz etmektedir. Farklı yazarlar bu konuda farklı yöntemler kullanmaktadır. Bu yaklaşımlar şunlardır;

- Girdi ve çıktı sayısı toplamı, KVB sayısından az olmalı (Cooper, Seiford ve Tone, 2002: 103)
- KVB sayısı, girdi ve çıktı sayıları toplamının en az iki katı olmalı (Vassiloglou ve Giokas, 1990: 592; Golany ve Roll, 1989: 239)
- Girdi ve çıktı sayısı toplamı, KVB sayısının üçte birinden daha az olmalı (Friedman ve Sinuany-Stern, 1998: 783)

Bu yaklaşımlardan herhangi birisine bağlı olarak KVB sayısı belirlenebilir. KVB sayısının artması girdiler ve çıktılar arasındaki ilişkinin daha net tanımlanmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte karar verici gereksiz yere KVB sayısını artırmamaya dikkat etmelidir. KVB sayısının seçiminde göz önüne alınması gereken en önemli husus, KVB'lerin homojenliği olmalıdır (Ramanathan, 2003: 173).

3.4.2. Uygulamada Kullanılan Girdi- Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi

VZA metodolojisinin önemli aşamalardan birisi de girdi ve çıktı değişkenlerinin seçilmesidir (Christopoulos, Dokas, Katsimardou ve Vlachogiannatos, 2016: 424). Fakat gerçek dünya problemlerinde girdi ve çıktı değişkenlerinin nasıl seçilmesi gerektiği konusu alanyazında nispeten daha az ilgi görmüştür (Wagner ve Shimshak, 2007: 57). Girdi ve çıktı değişkenlerinin seçim kriterleri tamamen öznelidir. Bu değişkenlerin seçim prosedürünü belirlemede belirli bir kural yoktur (Ramanathan, 2003: 173). Genellikle VZA' daki girdi- çıktı değişkenlerinin seçimi uzman görüşleri, geçmiş deneyimler ve ekonomik teoriler tarafından yönlendirilmektedir (Kontodimopoulos, Bellali, Labiris ve Niakas, 2006: 171). Bu çalışmada girdi- çıktı değişkenlerinin seçimi amacıyla alanyazında atık yönetimi konusunda VZA metodolojisini kullanan çalışmaların girdi ve çıktı değişkenleri incelenmiştir. Söz konusu çalışmalar Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7: Atık Yönetimi Konusunda Yapılmış VZA Çalışmaları

Araştırmacı	Girdi	Çıktı
Bosch, Pedraja ve Pandiello (2000)	Kamyon sayısı, işçi sayısı, çalışan sayısı	Toplanan atık miktarı
Worthington ve Dollery (2001)	Yerel atık yönetim hizmet alanı büyüklüğü, mesken oranı, nüfus yoğunluğu, nüfus dağılımı, elden çıkarma maliyeti, atık toplama harcamaları	Toplanan toplam çöp miktarı, Toplanan toplam geri dönüştürülebilir atık miktarı, geri dönüşüm oranı
Lozano, Villa ve Adenso-Diaz (2004)	Konteynır sayısı, nüfus, bar ve restoran sayısı	Geri dönüştürülen cam miktarı
Chiou, Chu ve Tzeng (2005)	İşgücü, makine- teçhizat, bütçe, GDT sayısı,	Toplam katı atık miktarı, toplanan geri dönüştürülebilir atık miktarı
García-Sánchez (2008)	İş gücü, araç sayısı, konteynır sayısı	Toplanan atık miktarı, toplama noktası sayısı, toplama noktası yoğunluğu, temizlenen alan
Marques ve Simões (2009)	İşletme giderleri, yatırım giderleri, nüfus yoğunluğu, kişi başına GSYİH, atık toplamak için kat edilen mesafe	Aritılan katı atık miktarı, geri dönüştürülebilir atık miktarı
Chen (2010)	Üretilen katı atık miktarı, atık toplamak için kullanılan işgücü, makine- teçhizat ve bütçe	Nüfus, sosyal haklar, hane halkı kullanılabilir gelir, toplanan geri dönüştürülebilir kaynak, toplanan yemek atıkları, hizmet alanının büyüklüğü
Huang, Pan ve Kao (2011)	Birim başına katı atık toplama maliyeti, birim toplama zamanı başına toplanan katı atık miktarı, toplama aracı başına toplanan katı atık miktarı, toplayıcı başına düşen nüfus, katedilen km başına toplanan katı atık miktarı	Anahtar performans göstergeleri
Khadiji ve Ghomi (2012)	Yapı maliyeti, yönetim maliyeti, taşıma maliyeti, arazi maliyeti...	İstihdam olanağı, geri dönüşüm yeniden kullanım gelirleri, tesis kapasitesi...
Rogge ve De Jaeger (2012)	Atık maliyetleri	Atık türlerine göre miktarları
Ichinose, Yamamoto ve Yoshida (2013)	Kamyon sayısı, çalışan sayısı	Evsel atık miktarı, endüstriyel atık miktarı
Chang, Liu ve Yeh (2013)	Öğrenme etkisi, işgücü, makine- teçhizat, Bütçe	Temizlenen çöp miktarı, geri dönüştürülen atık miktarı

Alanyazından belirlenen değişkenler ile çalışmada kullanılabilecek değişkenler göz önünde bulundurularak çalışmanın veri seti oluşturulmuştur. 33 değişkenden oluşan veri seti Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8: Alanyazındaki ve Çalışmada Kullanılabilecek Değişkenler

Değişkenler	Değ. Adı
Tesisin Çalışan Sayısı (L)*	TÇS
Tesisin Toplam Araç Sayısı (L)	TAS
Tesis Kapasitesi (L)	TKA
Tesisin Büyüklüğü	TBU
Ambalaj Atığı Alınan Kurum Sayısı (L)	AKS
Ambalaj Atığı Alınan Fabrika ve Özel İşletme Sayısı (L)	AFS
Ambalaj Atığı Alınan AVM Sayısı (L)	AAS
Ambalaj Atığı Alınan Market Sayısı (L)	AMS
Tesisin Toplu Yaşam Alanlarına Dağıttığı İç Mekan Kutusu Sayısı (L)	IKS
Tesisin Toplu Yaşam Alanlarına Dağıttığı Konteyner/Kumbara/Kafes Sayısı (L)	KKS
Tesisin Dağıttığı Çöp Torbası Miktarı (L)	ÇTM
Tesisin Yapı Maliyeti (L)	TYM
Tesisin Arazi Maliyeti (L)	TAM
Tesisin Yönetim ve Malzeme Maliyeti (L)	TMM
Tesisin Makine ve Teçhizat Maliyeti (L)	TTM
Tesisin Ambalaj Atığı Toplama Maliyeti (L)	TOM
Tesisin Ambalaj Atığı Ayırma Maliyeti (L)	AAM
Tesis Başına Düşen Nüfus (L)	TDS
Tesis Başına Düşen Konut Sayısı (L)	TDK
Tesisin Bulunduğu İldeki Nüfus Yoğunluğu (L)	INY
Tesisin Bulunduğu İldeki İnsanların Aylık Ücret Düzeyi (L)	IUD
Tesisin Bulunduğu İlin Yaşam Kalitesi İndeksi	IYK
Tesisin Bulunduğu İldeki Önlisans, Lisans ve Lisans Üstü Mezunu Nüfusun 25+ Yaş Nüfusa Oranı	ILM
Tesisin Bulunduğu İldeki Kişi Başı Ortalama Atık Miktarı (L)	KOA
Tesisin Bulunduğu İldeki Hane Geliri İçinde Gıda ve Alkolsüz İçecek/ Alkollü İçecek, Sigara ve Tütün Alımı Yüzdesi	HGY
Tesisin Topladığı Atık Miktarı (L)	TMK
Toplanan ve Tesiste Ayrıştırılan Kağıt Miktarı (L)	AKM
Toplanan ve Tesiste Ayrıştırılan Plastik Miktarı (L)	APM
Toplanan ve Tesiste Ayrıştırılan Cam Miktarı (L)	ACM
Toplanan ve Tesiste Ayrıştırılan Metal Miktarı (L)	AMM
Toplanan ve Tesiste Ayrıştırılan Diğer Ambalaj Atığı Miktarı (L)	ADA
Tesiste Ayrıştırılan ve GDT'lere Satılan Ambalaj Atığından Elde Edilen Gelir (L)	AEG
Ayrıştırılan materyalin satıldığı GDT Sayısı (L)	AMG

*(L) mevcut alanyazında daha önce girdi veya çıktı olarak kullanılan değişkenleri ifade etmektedir.

Tablo 8’deki değişkenler arasından çalışmada kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerini belirlemek için akademisyenlerden Ek 2’de yer alan uzman görüş formu vasıtası ile bilgi alınmıştır. Uzman görüş formu VZA ile ilgilenen yurt içindeki akademisyenlere ve çevre mühendisi akademisyenlere online olarak uygulanmıştır. VZA ile ilgilenen akademisyenler seçilirken, Google Scholar ve ULAKBİM taranarak VZA ile ilgili çalışma yapan akademisyenler belirlenmiştir. Belirlenen VZA ile ilgilenen akademisyenler ve çevre mühendisi akademisyenlerin görev yaptığı üniversitelerin web sitelerindeki özgeçmişleri incelenerek iletişim bilgilerine ulaşılmıştır.

Online olarak Çevre Mühendisi Akademisyenlere gönderilen 262 uzman görüş formundan %16 geri dönüş alınarak 43 geçerli uzman görüş formu toplanmıştır. VZA ile ilgilenen akademisyenlere gönderilen 35 uzman görüş formundan ise %40 geri dönüş alınarak 14 geçerli uzman görüş formu toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9: Uzman Görüş Formu Aracılığıyla Görüşülen Uzmanların Dağılımı

Katılımcı Profili	Frekans	Yüzde
Çevre Mühendisi Akademisyen	43	75.4
VZA ile ilgilenen Akademisyen	14	24.6
Toplam	57	100

Çalışmaya katılan akademisyenlere, alanyazında yer alan ve analizde kullanılması düşünülen değişkenlerin hangilerinin girdi, hangilerinin çıktı olabileceği sorulmuştur. Elde edilen sonuçlar Tablo 10’da sunulmuştur.

Tablo 10: Girdi- Çıktı Seçimi Frekans Değerleri

Değişken	Değ. Adı	G/Ç	Girdi		Çıktı	
			F	%	F	%
Tesisin Çalışan Sayısı (L)	TÇS	G	47	82.5	10	17.5
Tesisin Toplam Araç Sayısı (L)	TAS	G	49	86.0	8	14.0
Tesis Kapasitesi (L)	TKA	G	48	84.2	9	15.8
Tesisin Büyüklüğü	TBU	G	46	80.7	11	19.3
Ambalaj Atığı Alınan Kurum Sayısı (L)	AKS	G	54	94.7	3	5.3
Ambalaj Atığı Alınan Fabrika ve Özel İşletme Sayısı (L)	AFS	G	54	94.7	3	5.3
Ambalaj Atığı Alınan AVM Sayısı (L)	AAS	G	53	93.0	4	7.0
Ambalaj Atığı Alınan Market Sayısı (L)	AMS	G	54	94.7	3	5.3
Tesisin Toplu Yaşam Alanlarına Dağıttığı İç Mekan Kutusu Sayısı (L)	IKS	G	42	73.7	15	26.3
Tesisin Toplu Yaşam Alanlarına Dağıttığı Konteyner/Kumbara/Kafes Sayısı (L)	KKS	G	44	77.2	13	22.8
Tesisin Dağıttığı Çöp Torbası Miktarı (L)	ÇTM	G	40	70.2	17	29.8
Tesisin Yapı Maliyeti (L)	TYM	G	45	78.9	12	21.1
Tesisin Arazi Maliyeti (L)	TAM	G	46	80.7	11	19.3
Tesisin Yönetim ve Malzeme Maliyeti (L)	TMM	G	42	73.7	15	26.3
Tesisin Makine ve Teçhizat Maliyeti (L)	TTM	G	45	78.9	12	21.1
Tesisin Ambalaj Atığı Toplama Maliyeti (L)	TOM	G	37	64.9	20	35.1
Tesisin Ambalaj Atığı Ayrırma Maliyeti (L)	AAM	G	35	61.4	22	38.6
Tesis Başına Düşen Nüfus (L)	TDS	G	48	84.2	9	15.8
Tesis Başına Düşen Konut Sayısı (L)	TDK	G	50	87.7	7	12.3
Tesisin Bulunduğu İldeki Nüfus Yoğunluğu (L)	INY	G	51	89.5	6	10.5
Tesisin Bulunduğu İldeki İnsanların Aylık Ücret Düzeyi (L)	IUD	G	48	84.2	9	15.8
Tesisin Bulunduğu İlın Yaşam Kalitesi İndeksi	IYK	G	45	78.9	12	21.1
Tesisin Bulunduğu İldeki Önlisans, Lisans ve Lisans Üstü Mezunu Nüfusun 25+ Yaş Nüfusa Oranı	ILM	G	47	82.5	10	17.5
Tesisin Bulunduğu İldeki Kişi Başı Ortalama Atık Miktarı (L)	KOA	G	45	78.9	12	21.1
Tesisin Bulunduğu İldeki Hane Geliri İçinde Gıda ve Alkolsüz İçecek/ Alkollü İçecek, Sigara ve Tütün Alımı Yüzdesi	HGY	G	48	84.2	9	15.8
Tesisin Topladığı Atık Miktarı (L)	TAM	G	32	56.1	25	43.9
Toplanan ve Tesiste Ayrıştırılan Kağıt Miktarı (L)	AKM	Ç	19	33.3	38	66.7
Toplanan ve Tesiste Ayrıştırılan Plastik Miktarı (L)	APM	Ç	20	35.1	37	64.9
Toplanan ve Tesiste Ayrıştırılan Cam Miktarı (L)	ACM	Ç	20	35.1	37	64.9
Toplanan ve Tesiste Ayrıştırılan Metal Miktarı (L)	AMM	Ç	19	33.3	38	66.7
Toplanan ve Tesiste Ayrıştırılan Diğer Ambalaj Atığı Miktarı (L)	ADA	Ç	24	42.1	33	57.9
Tesiste Ayrıştırılan ve GDT'lere Satılan Ambalaj Atığından Elde Edilen Gelir (L)	AEG	Ç	10	17.5	47	82.5
Ayrıştırılan materyalin satıldığı GDT Sayısı (L)	AMG	Ç	24	42.1	33	57.9

VZA araştırmaları, çalışma için alakalı olarak kabul edilen girdilerin ve çıktıların kapsamlı bir başlangıç listesi hazırlanarak başlamalıdır. Başlangıç listesi hazırlandıktan sonra, analiz edilecek KVB'lerin performansını etkileyen tüm girdi ve çıktılar listelenmelidir. En önemli girdileri ve ıktıları çalışmaya dahil edebilmek için nicel (istatistiksel) veya nitel (uzman tavsiyeleri) yöntemler kullanılabilir (Ramanathan, 2003: 174). Bu amaçla öncelikle uzman görüş formu kullanılarak akademisyenlerden alınan uzman görüşleri doğrultusunda ilk 26 değişken girdi, son 7 değişken ise çıktı olarak belirlenmiştir.

Prensipte, KVB'ler ile ilgili tüm bu girdi ve çıktılar analize dahil edilmelidir. Bununla birlikte, değerlendirilmekte olan KVB'lerin sayısı ile ilişkili olarak, girdi ve çıktıların sayısı ne kadar büyük olursa, yöntemin ayırım gücü o kadar zayıflamaktadır (Thanassoulis, 2001: 92). Bu açıdan girdi ve çıktı sayılarının KVB'lerin ürettikleri ıktıları doğru zetlediğine emin olarak azaltmak çok önemlidir. Girdi ve çıktı değişkeni sayılarını azaltmak için alanyazında korelasyon katsayılarından yararlanılmaktadır. Bu yaklaşımlar şu şekildedir;

- Lewin, Morey ve Cook (1982), girdi ve çıktıların kendileri arasında çok yüksek korelasyonda olmamasını savunmuştur. Ayrıca girdiler ve çıktılar birbirleri ile negatif korelasyonda olursa girdilerdeki artış çıktıyı negatif yönde etkileyeceğinden bu değişkenlerin model dışı bırakılabileceğini belirtmiştir. Lewin v.d. (1982) sunduğu örnekte 0.80 üzerindeki korelasyon değerine sahip değişkenlerden birini model dışında bırakmıştır.
- Thanassoulis, Dyson ve Foster (1987), bir çift girdi veya çıktı, birbirlerinin katları olacak şekilde mükemmel pozitif korelasyonlu ise, bunlardan birinin belirlenen verimlilik üzerinde herhangi bir etki yaratmadan modelden çıkarılmasını savunmuştur.
- Golany ve Roll (1989), herhangi bir girdideki artışın, herhangi bir çıktıda düşüşe neden olmaması gerektiğini savunmuştur. Buna izotoniklik (isotonicity) testi denmektedir. Bu teste göre herhangi bir girdi ile çıktı arasında negatif bir ilişki olmamalıdır. Böyle bir durumda girdideki artış çıktıda eksilmeye yol açacaktır.
- Friedman ve Sinuany-Stern (1998), girdiler veya çıktılar kendileri arasında çok kuvvetli bir korelasyona sahipse bu değişkenlerden birinin analizden çıkarılması gerektiğini savunmuştur.

- Dyson vd. (2001), kendi aralarında çok yüksek korelasyona sahip girdi veya çıktıların etkinlik analizinin ayırım gücünü arttırmak için model dışında bırakılabileceğini savunmuştur
- Jenkins ve Anderson (2003), çok yüksek korelasyona sahip girdilerin model dışında tutulabileceğini savunmuştur. Önerilen modeli test etmek için çözülen örnekte 0,8 üzeri korelasyon değerine sahip iki girdi değişkeninden birisi model dışında bırakılmıştır.
- Yang (2009), eğer bir girdi değişkeni ile diğer herhangi bir girdi değişkeni arasında çok yüksek korelasyonlar bulunursa (veya çıktı değişkeni ile diğer çıktı değişkenleri arasında), bu girdi veya çıktı değişkeninin diğer değişkenlerin yerine kullanılabileceği düşüncesini savunmuştur. Bu nedenle, bu girdi (veya çıktı) modelden çıkarılabilir. Öte yandan, bir girdi değişkeni tüm çıktı değişkenleriyle çok düşük korelasyona sahipse (veya bir çıktı değişkeni tüm girdi değişkenleriyle çok düşük korelasyona sahipse), bu değişkenin modele uymadığını gösterebilir. Yang (2009) tarafından sunulan örnekte 0.95 ile 0.11 arasında korelasyona sahip değişkenler olmasına rağmen herhangi bir değişken model dışında bırakılmamıştır.
- Adler ve Yazhemsky (2010), girdi ve çıktı değişkeni seçimi için “temel bileşenler analizi” kullanmıştır. Temel bileşenler analizine dahil edilecek girdi ve çıktı sayısını azaltmak için 0.40 ile 0.80 arasında korelasyon değerine sahip değişkenleri kullanmıştır.
- Nataraja ve Johnson (2011), girdi ve çıktı seçiminde “temel bileşenler analizi” ve “verimlilik katkı puanı” kullanmıştır. Bu analizlere girdi ve çıktıları seçerken 0.80’in üzerindeki korelasyon değerine sahip değişkenleri model dışında bırakmıştır. Ayrıca alanyazında yer almadığından ve gelecek çalışmalar açısından yararlı olması için Monte Carlo simülasyonu kullanarak VZA çalışmalarında 0.80 üzeri korelasyon değerlerini yüksek, 0.20 altındaki korelasyon değerlerini de düşük korelasyon olarak nitelendirmişlerdir.

Alanyazındaki çalışmalar incelendiğinde girdi-çıkıtı sayısını azaltmada kullanılan korelasyon katsayıları için genel kabul görmüş eşik değerlere rastlanmamıştır. Bu çalışmada girdi ve çıktılar arasındaki ilişki incelenirken 0.8’in üzerinde korelasyona sahip değişkenler yüksek ilişkili (Lewin vd., 1982; Nataraja ve Johnson, 2011; Jenkins ve Anderson, 2003;

Adler ve Yazhensky, 2010), 0.2'den düşük korelasyona sahip değişkenler de düşük ilişkili değişkenler (Nataraja ve Johnson, 2011) olarak değerlendirilmiştir.

Girdilerin çıktılar ile ilişkilerini gösteren korelasyon analizi tablosu Ek 3'te, girdilerin kendileri arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon analizi tablosu Ek 4'te ve çıktıların kendileri arasındaki korelasyonları gösteren korelasyon analizi tablosu da Ek 5'de verilmiştir.

Uygulamada yer alan değişkenleri belirlerken, 0.20'nin altında veya negatif korelasyona sahip, girdi veya çıktılar modele katkı sağlamayacağından kapsam dışı bırakılmıştır (Golany ve Roll, 1989). EK 3'te yer alan girdiler ve çıktılar arasındaki korelasyon değerlerine bakılarak, tüm çıktıları negatif yönde etkilediği için (yani bu girdideki artış çıktıların hepsinde azalmaya yol açacağından) HGY girdisi (Tesisin Bulunduğu İldeki Hane Geliri İçinde Gıda ve Alkolsüz İçecek/ Alkollü İçecek, Sigara ve Tütün Alımı Yüzdesi) ile bir girdiyle çok düşük, 3 girdi ile negatif ilişki içerisinde olan ADA çıktısı (Toplanan ve Tesiste Ayırıştırılan Diğer Ambalaj Atığı Miktarı) modele dahil edilmemiştir.

Thanassoulis, vd. (1987)'e göre 0.80'in üzerinde korelasyon değerine sahip değişkenler birbirinin katı olabileceğinden, bu değişkenlerden yalnız bir tanesinin modelde yer alması yeterli olmaktadır. Buna göre girdilerin kendileri arasındaki korelasyon değerleri Ek 4'te verilmiştir. Ek 4'e göre TÇS (Toplam Çalışan Sayısı), TAS (Tesisin Toplam Araç Sayısı), TDK (Tesis Başına Düşen Konut Sayısı), INY (Tesisin Bulunduğu İldeki Nüfus Yoğunluğu), IKS (Tesisin Toplu Yaşam Alanlarına Dağıttığı İç Mekan Kutusu Sayısı) ve IUD (Tesisin Bulunduğu İldeki İnsanların Aylık Ücret Düzeyi) değişkenleri diğer girdiler ile çok yüksek korelasyon değerine sahip olduğundan model dışında bırakılmıştır.

Çıktılardan ADA değişkeni model dışı bırakıldıktan sonra herhangi bir çıktı değişkeni diğer başka çıktı değişkenleri ile çok yüksek veya çok düşük korelasyona sahip değildir. Bu yüzden çıktılar arasındaki korelasyonlar kullanılarak herhangi bir çıktı model dışında bırakılmamıştır. Sonuçlar EK 5'te gösterilmiştir.

Analiz dışında bırakılan girdi ve çıktı değişkenleri dikkate alınarak, kullanılan 19 girdi ve 6 çıktı değişkeni ile bunların hangi birim cinsinden ifade edildiği Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11: Modelde Kullanılan Girdi ve Çıktıların Birimleri

Değişken	Birim	Değ.
Tesis Kapasitesi	Ton/yıl (*1000)	G
Tesisin Büyüklüğü	m ² (*1000)	G
Ambalaj Atığı Alınan Kurum Sayısı	Adet	G
Ambalaj Atığı Alınan Fabrika ve Özel İşletme Sayısı	Adet	G
Ambalaj Atığı Alınan AVM Sayısı	Adet	G
Ambalaj Atığı Alınan Market Sayısı	Adet	G
Tesisin Toplu Yaşam Alanlarına Dağıttığı Konteyner/Kumbara/Kafes Sayısı	Adet	G
Tesisin Dağıttığı Çöp Torbası Miktarı	Kg/yıl (*1000)	G
Tesisin Yapı Maliyeti	TL/yıl (*1000)	G
Tesisin Arazi Maliyeti	TL/yıl (*1000)	G
Tesisin Yönetim ve Malzeme Maliyeti	TL/yıl (*1000)	G
Tesisin Makine ve Teçhizat Maliyeti	TL/yıl (*1000)	G
Tesisin Ambalaj Atığı Toplama Maliyeti	TL/yıl (*1000)	G
Tesisin Ambalaj Atığı Ayırma Maliyeti	TL/yıl (*1000)	G
Tesis Başına Düşen Nüfus	Kişi (*1000)	G
Tesisin Bulunduğu İlin Yaşam Kalitesi İndeksi	%	G
Tesisin Bulunduğu İldeki Önlisans, Lisans ve Lisans Üstü Mezunu Nüfusun 25+ Yaş Nüfusa Oranı	%	G
Tesisin Bulunduğu İldeki Kişi Başı Ortalama Atık Miktarı	kg/gün	G
Tesisin Topladığı Atık Miktarı	Ton/yıl (*100)	G
Toplanan ve Tesiste Ayrıştırılan Kağıt Miktarı	Ton/yıl (*100)	Ç
Toplanan ve Tesiste Ayrıştırılan Plastik Miktarı	Ton/yıl (*100)	Ç
Toplanan ve Tesiste Ayrıştırılan Cam Miktarı	Ton/yıl (*100)	Ç
Toplanan ve Tesiste Ayrıştırılan Metal Miktarı	Ton/yıl (*100)	Ç
Tesiste Ayrıştırılan ve GDT'lere Satılan Ambalaj Atığından Elde Edilen Gelir	TL/yıl (*1000)	Ç
Ayrıştırılan materyalin satıldığı GDT Sayısı	Adet	Ç

Uygulamada kullanılan girdi ve çıktıların hepsinde bir takvim yılı (2015 yılı) esas alınmıştır. Kapasite ve atık miktarları değişkenleri ton birim cinsinden, tesis büyüklüğü m² cinsinden, atık alınan toplu yaşam alanları ve GDT sayıları adet cinsinden, maliyet ve gelir kalemleri TL cinsinden, dağıtılan çöp torbası miktarı ile ortalama atık miktarları kg cinsinden ve yaşam kalitesi indeksi ile eğitim değişkeni (%) cinsinden modele dahil edilmiştir.

Modelde kullanılmak üzere seçilen girdi ve çıktı değişkenleri hakkındaki açıklamalar ve bu verilerin nasıl toplandığı/hesaplandığına dair bilgiler aşağıda verilmiştir.

Tesis Kapasitesi: Tesisin ÇŞB ile İl Çevre müdürlüklerinden aldığı kapasite raporunda yer alan teorik kapasite çalışma da girdi değişkeni olarak kullanılmıştır.

Tesisin Büyüklüğü: Tesisin kapladığı alanın (açık ve kapalı alanlar dahil) m² cinsinden değeri çalışma da girdi değişkeni olarak kullanılmıştır.

Ambalaj Atığı Alınan Kurum Sayısı: TAT'ların atık topladığı kamu kuruluşlarının sayısı çalışma da girdi olarak kullanılmıştır. Bu kamu kurumları arasında okullar, üniversiteler, devlet daireleri vb. yer almaktadır.

Ambalaj Atığı Alınan Fabrika ve Özel İşletme Sayısı: TAT’ların atık topladığı fabrika ve özel işletme sayıları çalışma da girdi olarak kullanılmıştır.

Ambalaj Atığı Alınan AVM Sayısı: Konteyner, çöp torbası veya kafesler ile kaynağında ayrı biriktirilen ambalaj atıklarının toplandığı AVM sayısı çalışmada girdi değişkeni olarak kullanılmıştır.

Ambalaj Atığı Alınan Market Sayısı: Konteyner, çöp torbası veya kafesler ile kaynağında ayrı biriktirilen ambalaj atıklarının toplandığı market sayısı çalışmada girdi değişkeni olarak kullanılmıştır.

Tesisin Dağıttığı Konteyner/Kumbara/Kafes Sayısı: Tesislerin, yerleşimin yoğun olduğu bölgelerde nihai tüketici tarafından ayrı olarak biriktirilen ambalaj atığını toplamak için kaldırımlara koyduğu konteyner/kumbara ve ambalajlı ürünlerin yoğun olarak satışlarının yapıldığı marketlere bedelsiz olarak verdiği kafes sayıları çalışmada girdi olarak kullanılmıştır. Ayrıca tesislerin bu konteyner, kumbara ve kafesler için ödediği bedeller de tesislerin gelir gider etkinliği hesaplanırken yönetim ve malzeme maliyetine eklenmiştir.

Tesisin Dağıttığı Çöp Torbası Miktarı: Tesislerin, toplu yaşam alanları ve konutlardan kaynağında ayrı biriktirilen ambalaj atıklarını toplaması için dağıttığı çöp torbası miktarı çalışmada girdi olarak kullanılmıştır.

Tesisin Yapı Maliyeti: ÇEVKO tarafından kategorize edilen tesisler orta ve küçük ölçekli tesisler olarak nitelendirilmiştir. Küçük ölçekli tesisler için 500 m² kapalı alan, orta ölçekli işletmeler için ise 1000 m² kapalı alan olması gerektiği öngörülmüştür. Yine aynı şekilde küçük ölçekli tesisler için 120 m² idari ofis, orta ölçekli işletmeler için ise 160 m² idari ofis öngörülmüştür. Yapı maliyetleri belirlenirken 19 Mart 2015 tarih ve 29300 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren “Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak 2015 Yılı Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri Hakkında Tebliğ” kullanılmıştır. Tesis binası için 2. sınıf C Grubuna göre (Sanayi yapıları “Tek katlı, bodrum ve asma katı da olabilen prefabrik beton, betonarme ve çelik yapılar”) m² fiyatı 430 TL olarak kullanılmıştır. İdari büro için ise 3. sınıf A grubuna göre (Ticari bürolar “üç kata kadar-üç kat dâhil-asansörsüz ve kalorifersiz”) m² fiyatı 590 TL kullanılmıştır (29300 Numaralı Resmi Gazete, 2015).

AAKY’de tesislerin asgari yapı şartları içerisinde yer alan tesislerin tabanının tamamen beton olması ve tesis çevresinin 2 metre yüksekliğinde duvar örülü olması şartları gereği bu konuda yapılacak hesaplamalar için tesis ziyaretlerinde tesis alanı bilgileri derlenmiştir. Bu

bilgiler ışığında zemin betonu ve beton kalıp duvar fiyatları piyasada araştırılarak zemin betonu için 29 TL/m³ ve duvar için 130 TL/m bilgilerine ulaşılmıştır.

GİB tarafından belirlenen amortisman oranlarına göre (Fabrika, atölye, istasyon, terminal, garaj, hangar, kantar dairesi, kazan dairesi, pompa dairesi, elektrik santral binaları ile emsali hizmetlere mahsus binalar “Beton, kargir, demir, çelik”) tesislerin 40 yıl ekonomik ömrü olduğu sonucuna varılmıştır (GİB Amortisman Oranları, 08.12.2016). Tüm bu veriler kullanılarak hesaplanan toplam yapı maliyeti de 40 yıla bölünerek yıllık yapı maliyetlerine ulaşılmış ve bu değişken de çalışmada girdi değişkeni olarak kullanılmıştır.

Tesisin Arazi Maliyeti: Tesisin bulunduğu arsa maliyeti hesaplanırken GİB tarafından yayınlanan “Asgari Ölçüde Arsa ve Arazi Metrekare Birim Değerleri” kullanılmıştır (GİB Arsa Arazi Metrekare Birim Değerleri, 2016). Tesisin bulunduğu il/ilçe/mahalleye göre ulaşılan arsa m² değerleri tesisin toplam alanı ile çarpılarak arsanın maliyeti hesaplanmıştır. Tesislerin arsa sahipliği konusunda bilgi edinilemediğinden GİB tarafından yayınlanan “Emsal Kira Bedeli Esası” kullanılarak söz konusu arsanın tesise yıllık maliyeti hesaplanmıştır (GİB Kira Geliri Beyanname Rehberi, 2016). Hesaplanan bu veri çalışmada girdi değişkeni olarak kullanılmıştır.

Tesisin Yönetim ve Malzeme Maliyeti: Yönetim ve malzeme maliyeti hesaplanırken tesiste çalışan idari personel, büro personeli, bekçi gibi personellerle çevre mühendisi için tesis tarafından katlanılan yıllık maliyetler ile tesisler tarafından kaynağında ayrı toplama yapabilmek için bedelsiz olarak dağıtılan konteyner, kumbara, kafes ve çöp torbasının maliyetleri dikkate alınmıştır. Yapılan tesis ziyaretlerinde idari personel, büro personeli, bekçi gibi çalışanlara asgari ücret düzeyinde ödeme yapıldığı görülmüştür. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (ÇSGB) tarafından 2015 yılı için ortalaması hesaplanan asgari ücretin, işverene maliyeti olan 1454.06 TL kullanılmıştır (ÇSGB, 2016). Çevre mühendisi maliyeti olarak ise ÇMO tarafından belirlenen çevre mühendisleri için asgari ücret olan 4042 TL kullanılmıştır (ÇMO, 2016). Malzeme maliyetleri ise dağıttığı kumbara, kafes, çöp torbası vb. malzemelerin miktarları ile piyasadaki bu malzemelerin satış fiyatları çarpılarak hesaplanmıştır.

Tesisin Makine- Teçhizat Maliyeti: Çevko tarafından küçük ve orta ölçekli olarak ölçeklendirilen TAT’lar için asgari makine- teçhizat maliyetleri de belirlenmiştir. Çevko küçük ölçekli tesisler için makine-teçhizat maliyetini 60 000 \$, orta ölçekli tesisler için ise 110 000 \$ olarak belirlemiştir (ÇEVKO, 2016). 2015 yılı ortalama dolar kuru ile çarpılıp,

makineler için belirlenen faydalı ömre bölünerek hesaplanan bu veri çalışma da girdi değişkeni olarak kullanılmıştır.

Tesisin Ambalaj Atığı Toplama Maliyeti: Her bir atık toplama aracı için aylık personel (şoför ve toplama personel) maliyetlerinin 4908 TL/Ay (1454,06 TL asgari ücretle çalışan iki toplama personeli ve 2000 TL ücretle çalışan şoför) olduğu ve araçların kilometre başına yakıt/ bakım/ onarım ve sigorta maliyetlerinin de 1.19 TL/Km olduğu belirlenmiştir. Ayrıca GİB tarafından belirlenen amortisman oranlarına göre (Ağır yük kamyonları ‘yüksüz ağırlığı 6 ton ve üzeri olanlar’) kamyonların amortismanı da 5 yıl üzerinden normal amortismanına göre hesaplanmıştır (GİB Amortisman Oranları, 2016). Bütün bu veriler yıllık olarak hesaplanarak oluşturulan değişken çalışmada girdi değişkeni olarak kullanılmıştır.

Tesisin Ambalaj Atığı Ayırma Maliyeti: Atık ayırma işlemi nitelik gerektirmeyen bir işlem olduğundan dolayı tesisler ayırma personelinin asgari ücretten çalıştırmaktadır. Bu veri hazırlanırken ÇSGB tarafından 2015 yılı için ortalaması hesaplanan asgari ücretin, işverene maliyeti olan 1454.06 TL kullanılmıştır. Çalışmada bu değişken, girdi değişkeni olarak kullanılmıştır.

Tesis Başına Düşen Nüfus: TÜİK verileri kullanılarak hesaplanan tesis başına düşen nüfus çalışmada girdi değişkeni olarak kullanılmıştır. Atık toplanan bölgenin nüfusunun o ilde faaliyet gösteren TAT ve GFB’lerin kapasitelerine oranlanarak tesis başına nüfus hesaplanmıştır.

Tesisin Bulunduğu İlin Yaşam İndeksi: TÜİK tarafından her yıl yayınlanan yaşam indeksi sağlık, eğitim, çevre, sosyal yaşam, sivil katılım, yaşam memnuniyeti gibi 11 ayrı veri derlenerek her bir il için hesaplanan bir indekstir. Bu indeks değeri yükseldikçe yaşam kalitesinin yükseleceği ve insanların atıklarını ayırmaya daha istekli olacağı düşünüldüğünden çalışmada bu indeks bir girdi değişkeni olarak kullanılmıştır.

Tesisin Bulunduğu İldeki Önlisans, Lisans ve Lisans Üstü Mezunu Nüfusun 25+ Yaş Nüfusa Oranı: Eğitim seviyesi yükseldikçe insanların atıklarını ayırmaya daha istekli olacağı düşünüldüğünden eğitim durumu bu çalışmada bir girdi değişkeni olarak kullanılmıştır. Ön lisans, lisans veya lisansüstü nüfusun 25 yaşından büyük olduğu varsayıldığından söz konusu eğitim düzeyine sahip bireylerin nüfusu, 25 yaş üstü nüfusa oranlanarak yüzde cinsinden hesaplanmıştır. Hesaplamaya konu olan verilere TÜİK’den ulaşılmıştır.

Tesisin Bulunduğu İldeki Kişi Başı Ortalama Atık Miktarı: İnsanlar tarafından üretilen atık miktarı arttıkça bu atıklar içerisindeki ambalaj atığı da artacağından TUIK tarafından hesaplanan bu veri çalışmada girdi değişkeni olarak kullanılmıştır.

Tesisin Topladığı Atık Miktarı: Tesisin 2015 yılı içerisinde kaynağında ayrı topladığı atık miktarının ton cinsinden değeri çalışma da girdi değişkeni olarak kullanılmıştır.

Toplanan ve Tesiste Ayırıştırılan Kağıt Miktarı: Tesisin 2015 yılı içerisinde kaynağında ayrı topladığı ve ayrıştırarak GDT'lere göndermeye hazır hale getirdiği kağıt/karton/mukavva'nın ton cinsinden değeri çalışmada çıktı olarak kullanılmıştır.

Toplanan ve Tesiste Ayırıştırılan Plastik Miktarı: Tesisin 2015 yılı içerisinde kaynağında ayrı topladığı ve ayrıştırarak GDT'lere göndermeye hazır hale getirdiği plastik/PVC/pet/polietilen'in ton cinsinden değeri çalışmada çıktı olarak kullanılmıştır.

Toplanan ve Tesiste Ayırıştırılan Cam Miktarı: Tesisin 2015 yılı içerisinde kaynağında ayrı topladığı ve ayrıştırarak GDT'lere göndermeye hazır hale getirdiği cam'ın ton cinsinden değeri çalışmada çıktı olarak kullanılmıştır.

Toplanan ve Tesiste Ayırıştırılan Metal Miktarı: Tesisin 2015 yılı içerisinde kaynağında ayrı topladığı ve ayrıştırarak GDT'lere göndermeye hazır hale getirdiği demirli/demir dışı metallerin ton cinsinden değeri çalışmada çıktı olarak kullanılmıştır.

Tesiste Ayırıştırılan ve GDT'lere Satılan Ambalaj Atığından Elde Edilen Gelir: Ayırıştırılan ambalaj atığından elde edilen gelir hesaplanırken yıl içerisinde çok fazla değişen fiyatların ortalaması alınmıştır. Fiyatların atık kategorisine göre kağıt 303 TL/ton, metal 478 TL/ton, plastik 728 TL/ton ve cam 90 TL/ton olduğu belirlenmiş ve çalışmada çıktı olarak kullanılmıştır.

Ayrıştırılan materyalin satıldığı GDT Sayısı: Kaynağında ayrı toplanıp ayrıştırılan ambalaj atıklarının satıldığı GDT sayısı çalışma da çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde önerilen G-ÇKVZA modeli için oluşturulan çözüm adımları izlenerek etkinlik analizi yapılmıştır. Öncelikle üç amaç fonksiyonuna sahip olan ÇKVZA modeli kurularak çözümü gerçekleştirilmiştir. Daha sonra elde edilen pozitif ideal çözüm değerleri kullanılarak G-ÇKVZA modeli oluşturulup çözüm gerçekleştirilmiştir. Son olarak ise G-ÇKVZA modeli etkinlik sonuçları ile ÇKVZA modeli etkinlik sonuçları karşılaştırılmıştır.

4.1. ÇKVZA Modeli İçin Girdi ve Çıktıların Belirlenmesi ve Modelin Oluşturulması

Önerilen G-ÇKVZA modeli çözümünü gerçekleştirmek için öncelikle ÇKVZA modeli çözülmüştür. (3.18)'de verilen ÇKVZA modelinin üç amaç fonksiyonu bulunmaktadır. Bu amaç fonksiyonlarından birincisi ($Max h_0$) etkinliği maksimum yapmayı amaçlayan klasik VZA modelini ifade etmektedir. İkinci amaç fonksiyonu da ($Min M$) etkinlik sonucundan maksimum sapmayı en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Bu özelliğinden dolayı amaç fonksiyonu alanyazında minmaks amaç olarak tanımlanmaktadır. Son olarak üçüncü amaç fonksiyonu ($Min \sum_{j=1}^n d_j$) ise sapmaların toplamını en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Bu özelliğinden dolayı amaç fonksiyonu alanyazında minsum amaç olarak tanımlanmaktadır.

Mevcut alanyazın, uygulanan uzman görüş formu ve yapılan korelasyon analizleri sonucunda, tesislerin etkinliğini belirlemek için önerilen modelde kullanılmak üzere, 19 girdi ve 6 çıktıya karar verilmiştir. Girdiler v_j ($j = 1, 2, \dots, n$), çıktılar ise u_i ($i = 1, 2, \dots, m$) gösterilmiştir. Modelde kullanılan girdi ve çıktılar Tablo 12'de gösterilmiştir.

Tablo 12: Modelde Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Girdiler	Çıktılar
v_1 = Tesis Kapasitesi v_2 = Tesisin Büyüklüğü v_3 = Ambalaj Atığı Alınan Kurum Sayısı v_4 = Ambalaj Atığı Alınan Fabrika ve Özel İşletme Sayısı v_5 = Ambalaj Atığı Alınan AVM Sayısı v_6 = Ambalaj Atığı Alınan Market Sayısı v_7 = Tesisin Toplu Yaşam Alanlarına Dağıttığı Konteyner, Kumbara, Kafes Sayısı v_8 = Tesisin Dağıttığı Çöp Torbası Miktarı v_9 = Tesisin Yapı Maliyeti v_{10} = Tesisin Arazi Maliyeti v_{11} = Tesisin Yönetim ve Malzeme Maliyeti v_{12} = Tesisin Makine ve Teçhizat Maliyeti v_{13} = Tesisin Ambalaj Atığı Toplama Maliyeti v_{14} = Tesisin Ambalaj Atığı Ayırma Maliyeti v_{15} = Tesis Başına Düşen Nüfus v_{16} = Tesisin Bulunduğu İlin Yaşam Kalitesi İndeksi v_{17} = Tesisin Bulunduğu İldeki Önlisans, Lisans ve Lisans Üstü Mezunu Nüfusun 25+ Yaş Nüfusa Oranı v_{18} = Tesisin Bulunduğu İldeki Kişi Başı Ortalama Atık Miktarı v_{19} = Tesisin Topladığı Atık Miktarı	u_1 = Toplanan ve Tesiste Ayırıştırılan Kağıt Miktarı u_2 = Toplanan ve Tesiste Ayırıştırılan Plastik Miktarı u_3 = Toplanan ve Tesiste Ayırıştırılan Cam Miktarı u_4 = Toplanan ve Tesiste Ayırıştırılan Metal Miktarı u_5 = Tesiste Ayırıştırılan ve GDT'lere Satılan Ambalaj Atığından Elde Edilen Gelir u_6 = Ayırıştırılan materyalin satıldığı GDT Sayısı

Tesisin kapasitesi ve tesisin büyüklüğü iş süreçlerini doğrudan etkilediğinden çalışmada girdi değişkenleri olarak kullanılmıştır. Tesisin atık topladığı devlet kurumu, fabrika, özel işletme, AVM ve market sayıları ile tesisin atık toplamak amacıyla toplu yaşam alanlarına dağıttığı konteyner, kumbara, kafes ve çöp torbası sayıları tesisin topladığı atık miktarlarını doğrudan etkilediğinden girdi değişkenleri olarak kullanılmıştır. Tesisin yapı, arazi, makine-teçhizat, yönetim-malzeme, atık toplama ve atık ayırma maliyetleri tesisin karlılığını etkilediğinden dolayı çalışmada girdi değişkenleri olarak kullanılmıştır. Nüfus, yaşam kalitesi indeksi, eğitim, kişi başı ortalama atık miktarı ve toplanan atık miktarı değişkenleri ise kaynağında ayrı toplanan ambalaj atığının niceliğini ve kalitesini etkilediğinden çalışmada girdi değişkenleri olarak kullanılmıştır.

Çıktı değişkenleri olarak da tesisin ana faaliyeti olan farklı hacim ve ağırlık değerlerine sahip ayrıştırdığı geri dönüştürülebilir atık miktarları kullanılmıştır. TAT'ların faaliyetleri sonucu ortaya çıkan ayrıştırılmış ambalaj atığının satıldığı GDT sayıları da çalışmada çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır. Ayrıca tesisin ayrıştırarak sattığı veya kendi GDT'sinde kullandığı ambalaj atığından elde ettiği gelir de çalışmada çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır. Tesislere ait girdi ve çıktı değişken değerleri Ek-6 ve Ek-7'de, girdi ve çıktılara ait tanımlayıcı istatistiki bilgiler Tablo 13 ve Tablo 14'te gösterilmiştir;

Tablo 13: Modelde kullanılan Girdi Değişkenlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri Bilgileri

Girdi Değişkenleri	Min	Maks	Ort.	SS
Tesis Kapasitesi (Ton/yıl (*1000))	0.67	225	22.6666	31.44334
Tesisin Büyüklüğü (m2 (*1000))	0.40	18	3.9516	3.71967
Ambalaj Atığı Alınan Kurum Sayısı (Adet)	0	721	79.8955	149.62378
Ambalaj Atığı Alınan Fabrika ve Özel İşletme Sayısı (Adet)	0	24863	510.3433	3058.96485
Ambalaj Atığı Alınan AVM Sayısı (Adet)	0	12	1.3030	2.49288
Ambalaj Atığı Alınan Market Sayısı (Adet)	0	350	25.8030	65.63517
Tesisin Toplu Yaşam Alanlarına Dağıttığı Konteyner/Kumbara/Kafes Sayısı (Adet)	0	600	66.1045	117.88453
Tesisin Dağıttığı Çöp Torbası Miktarı (Kg/yıl (*1000))	0	120	9.8788	23.58220
Tesisin Yapı Maliyeti (TL/yıl (*1000))	8.50	28.94	15.5425	4.24008
Tesisin Arazi Maliyeti (TL/yıl (*1000))	0.14	137.60	18.4218	26.38189
Tesisin Yönetim ve Malzeme Maliyeti (TL/yıl (*1000))	48.50	1539.26	249.2357	277.62113
Tesisin Makine ve Teçhizat Maliyeti (TL/yıl (*1000))	17.82	32.67	28.9021	6.51068
Tesisin Ambalaj Atığı Toplama Maliyeti (TL/yıl (*1000))	97.62	2760.23	497.5585	474.67298
Tesisin Ambalaj Atığı Ayırma Maliyeti (TL/yıl (*1000))	17.45	1221.41	157.2991	188.23464
Tesis Başına Düşen Nüfus (Kişi (*1000))	7.30	1380.07	174.9160	187.74094
Tesisin Bulunduğu İlin Yaşam Kalitesi İndeksi (%)	0.51	0.63	0.5925	0.03882
Tesisin Bulunduğu İldeki Önlisans, Lisans ve Lisans Üstü Mezunu Nüfusun 25+ Yaş Nüfusa Oranı (%)	13.25	42.85	30.4076	11.73560
Tesisin Bulunduğu İldeki Kişi Başı Ortalama Atık Miktarı (kg/gün)	0.86	1.40	1.0290	0.12217
Tesisin Topladığı Atık Miktarı (Ton/yıl (*100))	2.93	360	77.2200	73.19615

Tablo 14: Modelde kullanılan Çıktı Değişkenlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri Bilgileri

Çıktı Değişkenleri	Min	Maks	Ort.	SS
Toplanan ve Tesiste Ayırıştırılan Kağıt Miktarı (Ton/yıl (*100))	0	160	39.6278	43.99350
Toplanan ve Tesiste Ayırıştırılan Plastik Miktarı (Ton/yıl (*100))	0	120	21.2213	26.63946
Toplanan ve Tesiste Ayırıştırılan Cam Miktarı (Ton/yıl (*100))	0	153.90	7.6097	22.47717
Toplanan ve Tesiste Ayırıştırılan Metal Miktarı (Ton/yıl (*100))	0	96.64	5.6533	13.10848
Tesiste Ayırıştırılan ve GDT'lere Satılan Ambalaj Atığından Elde Edilen Gelir (TL/yıl (*1000))	157.05	15782.40	3277.5179	3243.44369
Ayırıştırılan materyalin satıldığı GDT Sayısı (Adet)	1	46	7.1642	8.00681

Tablo 13 ve Tablo 14'teki girdi ve çıktılar ile (3.18)'e göre KVB₁ için oluşturulan ÇKVZA modelinin bir kesiti aşağıda verilmiştir. KVB₁ için oluşturulan örnek modelin tamamı ise Ek-8'de yer almaktadır. Model LINDO w32 yazılımı ile çözülmüştür.

$$\text{Maks } Z_1(x): \text{Max } 19.2u_1 + 5.76u_2 + 65.28u_3 + 5.76u_4 + 1863.936u_5 + 4u_6$$

$$\text{Min } W_1(x): \text{Min } M$$

$$\text{Min } W_2(x): \text{Min } \sum d_j$$

$$\text{Kısıtlar} \quad (4.1)$$

$$55.408v_1 + 9.985v_2 + 30v_4 + 47v_7 + 22.091675v_9 + 3.994v_{10} + 141.86772v_{11} + 32.67v_{12}$$

$$\begin{aligned}
& +394.2075v_{13} + 122.14104v_{14} + 219.8313253v_{15} + 0.5135v_{16} + 13.7232v_{17} + 1.01v_{18} \\
& +96v_{19} = 1 \\
& 19.2u_1 + 5.76u_2 + 65.28u_3 + 5.76u_4 + 1863.936u_5 + 4u_6 - 55.408v_1 - 9.985v_2 - 30v_4 \\
& -47v_7 - 22.091675v_9 - 3.994v_{10} - 141.86772v_{11} - 32.67v_{12} - 394.2075v_{13} \\
& -122.14104v_{14} - 219.8313253v_{15} - 0.5135v_{16} - 13.7232v_{17} - 1.01v_{18} - 96v_{19} + d_1 = 0 \\
& 10u_1 + 10u_2 + 1031u_5 + 3u_6 - 2.88v_1 - 10v_2 - 10v_4 - 4v_7 - 16.5455v_9 - 4v_{10} \\
& -67.93272v_{11} - 17.82v_{12} - 97.6207v_{13} - 17.44872v_{14} - 11.42640443v_{15} - 0.5135v_{16} \\
& -13.7232v_{17} - 1.01v_{18} - 20v_{19} + d_2 = 0
\end{aligned}$$

$\vdots$
 $\vdots$

$$\begin{aligned}
& 23.2u_1 + 17.4u_2 + 5.8u_3 + 2.8u_4 + 2525.32u_5 + 8u_6 - 6v_1 - 3.963v_2 - 341v_3 - 20v_4 \\
& -80v_6 - 205v_7 - 6.912v_8 - 11.383865v_9 - 3.1704v_{10} - 246.92484v_{11} - 17.82v_{12} \\
& -304.0362v_{13} - 10469232v_{14} - 346.114v_{15} - 0.5298v_{16} - 15.6595v_{17} - 1.12v_{18} - 58v_{19} \\
& +d_{66} = 0 \\
& 27.75u_1 + 0.35u_2 + 0.08u_2 + 0.12u_2 + 876.961u_5 + 6u_6 - 10v_1 - 5v_2 - 123v_3 - 50v_4 \\
& -2v_5 - 57v_6 - 40v_7 - 0.4v_8 - 17.8295v_9 - 7.5v_{10} - 108.13272v_{11} - 32.67v_{12} \\
& -506.727v_{13} - 104.69232v_{14} - 618.617v_{15} - 0.5591v_{16} - 14.2755v_{17} - 1.12v_{18} - 29.2v_{19} \\
& +d_{67} = 0
\end{aligned}$$

$$M - d_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_i, d_j \geq 0$$

F , karar uzayındaki uygun çözüm alanı olarak belirlendiğinden, (4.1) modelinin kısıtları $x \in F$ olarak tanımlanmıştır.

(4.1)'de birinci amaç fonksiyonu ($Maks h_1$) KVB₁'in çıktı değişkeni değerlerinden oluşmaktadır. Bu amaç fonksiyonunun çözümünden elde edilen pozitif ideal çözüm aynı zamanda etkinlik değeri olarak ifade edilmektedir. İkinci amaç fonksiyonu ($Min M$) 67 sapma değişkeninden en büyüğünü minimum yapmayı amaçlamaktadır. Üçüncü amaç fonksiyonu ($Min \sum_{j=1}^n d_j$) 67 sapma değişkeninin toplamını minimum yapmayı amaçlamaktadır. İkinci ve üçüncü amaç fonksiyonlarının çözümünden etkinlik değerlerine

ulaşabilmek için, çözüm sonucu elde edilen çıktı değerleri ile çıktıların değişken değerleri çarpılmıştır.

4.2. ÇKVZA Modeli Kullanılarak Pozitif İdeal Çözüm ve Etkinliklerin Belirlenmesi

Her bir KVB'nin etkinlik değerini maksimum yapan $Maks\ h_0$ amaç fonksiyonunun çözümü sonucunda ulaşılan etkinlik değerlerine göre KVB_{12} , KVB_{13} , KVB_{17} , KVB_{18} , KVB_{25} , KVB_{29} , KVB_{31} , KVB_{39} ve KVB_{54} haricindeki diğer 58 tesis etkin olarak bulunmuş ve sonuçlar Tablo 15'te verilmiştir. Klasik VZA modelindeki etkinlik değeri h_0 ÇKVZA modeli ile karşılaştırıldığında $1 - d_0$ ile eşdeğer sonucu vermektedir. Yani etkinlik değerinden sapmayı minimum yapan d_0 , klasik VZA modeli sonucu olarak da yorumlanabilmektedir. Maksimum sapmanın minimizasyonunu amaçlayan $Min\ M$ amaç fonksiyonuna ait çözümler Tablo 15'te yer almaktadır. Bu amaç fonksiyonunun çözümüne göre sadece KVB_8 ve KVB_{19} etkin olarak bulunmuştur. Toplam sapmanın minimizasyonunu amaçlayan $Min\ \sum d_j$ amaç fonksiyonuna ait çözümler de Tablo 15'te yer almaktadır. Bu amaç fonksiyonunun çözümüne göre KVB_8 , KVB_{11} , KVB_{15} , KVB_{19} , KVB_{32} , KVB_{33} , KVB_{37} , KVB_{41} ve KVB_{62} etkin olarak bulunmuştur. Her üç amaç fonksiyonunun belirlediği etkin KVB'lere göre ortak olan KVB_8 ve KVB_{19} etkin tesisler olarak ön plana çıkmıştır.

Tablo 15: ÇKVZA modeli Pozitif İdeal Çözüm ve Etkinlik Değerleri

KVB	h_0		M		$\sum d_j$	
	Pozitif İdeal Çözüm	Etkinlik	Pozitif İdeal Çözüm	Etkinlik	Pozitif İdeal Çözüm	Etkinlik
KVB1	1	1	0.517241	0.61092618	11.531490	0.533471
KVB2	1	1	0.867099	0.13254	22.364350	0.019998
KVB3	1	1	0.501947	0.49961952	7.749636	0.130249
KVB4	1	1	1.016935	0.1590741	39.779990	0.168823
KVB5	1	1	0.720544	0.30510024	27.360710	0.948803
KVB6	1	1	0.656718	0.3429495	7.977501	0.018654
KVB7	1	1	0.3825	0.6153876	7.846670	0.970643
KVB8	1	1	0.418213	1	7.740029	1
KVB9	1	1	0.390247	0.621119	4.717732	0.586017
KVB10	1	1	0.364366	0.636476	4.597029	0.329942
KVB11	1	1	0.336827	0.6611152	6.619768	1
KVB12	0.998301	0.998301	0.46179	0.537853	1.329991	0.003320
KVB13	0.9983718	0.9983718	0.247733	0.7947624	4.038096	0.905103
KVB14	1	1	0.53789	0.76228536	9.140236	0.621910
KVB15	1	1	0.390312	0.75472337	8.174212	1
KVB16	1	1	0.736201	0.3694667	25.467990	0.445886
KVB17	0.957	0.957	0.662324	0.38923744	19.654650	0.381508
KVB18	0.9986616	0.9986616	0.227492	0.7942776	2.590687	0.758282
KVB19	1	1	0.549436	1	6.618764	1
KVB20	1	1	0.755415	0.2440177	23.344250	0.227731
KVB21	1	1	0.52227	0.5428876	11.813360	0.971695
KVB22	1	1	0.640445	0.3934435	19.783380	0.983864
KVB23	1	1	0.866436	0.13358694	17.711520	0.083732
KVB24	1	1	0.478114	0.542884	8.297642	0.507108
KVB25	0.998836	0.998836	0.434691	0.678423	8.439923	0.988426
KVB26	1	1	0.913691	0.08632853	30.356350	0.063841
KVB27	1	1	0.888031	0.1121265	28.717370	0.071258
KVB28	1	1	0.741108	0.39656916	25.107770	0.454158
KVB29	0.9190716	0.9190716	0.779932	0.22067563	26.486050	0.179147
KVB30	1	1	0.627857	0.4079759	19.783240	0.961986
KVB31	0.99749178	0.99749178	0.599765	0.4091098	16.392070	0.983020
KVB32	1	1	0.478127	0.62669	9.874085	1
KVB33	1	1	0.311674	0.71322007	6.194202	1
KVB34	1	1	0.408562	0.5936606	7.006082	0.494752
KVB35	1	1	0.884965	0.16264112	34.884680	0.181323
KVB36	1	1	0.883587	0.11633562	39.053840	0.118045
KVB37	1	1	0.36918	0.74105964	6.198122	1
KVB38	1	1	0.413714	0.8519435	5.356513	0.638216
KVB39	0.998545	0.998545	0.472747	0.52564259	9.071719	0.919166
KVB40	1	1	0.29626	0.703754	3.468403	0.152840
KVB41	1	1	0.443528	0.553588	8.481757	1
KVB42	1	1	0.834913	0.16520758	28.387460	0.153626
KVB43	1	1	0.475311	0.52486998	6.244657	0.533551
KVB44	1	1	0.925023	0.186748	41.393440	0.305330
KVB45	1	1	0.616908	0.3823354	6.379861	0.301737
KVB46	1	1	0.847245	0.1529355	15.291230	0.010448
KVB47	1	1	0.998988	0.077555	40.120290	0.112167
KVB48	1	1	1.010252	0.10754652	44.394940	0.155682
KVB49	1	1	1.058591	0.06995832	46.121270	0.063554
KVB50	1	1	0.96255	0.172047	32.087430	0.020557
KVB51	1	1	0.783879	0.375232	31.712140	0.378818
KVB52	1	1	0.889641	0.34931226	37.598020	0.340091
KVB53	1	1	1.008668	0.16374744	44.635340	0.176986

KVB54	0.984847	0.984847	1.003562	0.1168045	44.157120	0.107015
KVB55	1	1	0.616459	0.3834976	4.231312	0.188534
KVB56	1	1	0.856278	0.3305194	37.944040	0.371787
KVB57	1	1	0.962224	0.28214977	42.726600	0.321329
KVB58	1	1	0.866289	0.13376948	25.070490	0.094710
KVB59	1	1	0.715495	0.31340276	31.755740	0.923477
KVB60	1	1	0.55405	0.4457909	4.682597	0.081404
KVB61	1	1	0.887856	0.11205843	38.056200	0.087889
KVB62	1	1	0.365255	0.801564	5.904202	1
KVB63	1	1	0.414684	0.58663269	4.930664	0.550872
KVB64	1	1	0.735826	0.264149	29.219650	0.121602
KVB65	1	1	0.543947	0.45567529	10.929440	0.666704
KVB66	1	1	0.627522	0.37181716	12.973380	0.195076
KVB67	1	1	0.731848	0.26802434	10.418620	0.075489

Tablo 15’de verilen sonuçlara göre klasik VZA h_0 (veya d_0) çözümü sonucunda ortaya çıkan etkinlik değerleri minmax ve minsum amaçlarına göre hesaplanan etkinlik değerlerine göre daha iyimser bir sonuç vermiştir. Çünkü klasik VZA amacının çözümüne göre 58, $Min M$ amacının çözümüne göre 2, $Min \sum d$ amacının çözümüne göre ise 9 tesis etkin tesisler olarak bulunmuştur. Çözüm sonucu elde edilen değişken değerleri Ek-9, Ek-10, Ek-11, Ek-12, Ek-13 ve Ek-14’de yer almaktadır.

4.3. G- ÇKVZA Modelinin Kurulması ve Çözümü

G-ÇKVZA modelinin amacı ÇKVZA modeli çözümünden elde edilen üç farklı etkinlik skorunu karar vericiler için daha anlaşılır tek bir etkinlik değerine dönüştürmektir. G-ÇKVZA amaç fonksiyonu oluşturulurken ÇKVZA modeli amaçlarının, pozitif ideal çözüm değerleri kullanılmaktadır. Öncelikle (3.19) denklemi kullanılarak amaç fonksiyonları bir araya getirilir. KVB_1 için oluşturulan G- ÇKVZA amaç fonksiyonu aşağıda verilmiştir. ;

$$Min \frac{1 - h_1}{1} + \frac{M - 0.517241}{0.517241} + \frac{\sum d_j - 11.53149}{11.53149} \quad (4.2)$$

Daha sonra (3.20) notasyonu kullanılarak sadeleştirilen model, kısıtlar da eklendikten sonra önerilen (3.21)’e göre G-ÇKVZA modeli haline getirilmiştir. KVB_1 için oluşturulan G-ÇKVZA modeli aşağıda verilmiştir.

$$Min (1.933334751M + 0.086719d_1 + 0.086719d_2 + 0.086719d_3 + 0.086719d_4 + 0.086719d_5 + 0.086719d_6 + 0.086719d_7 + 0.086719d_8 + 0.086719d_9 + 0.086719d_{10} + 0.086719d_{11} + 0.086719d_{12} + 0.086719d_{13} + 0.086719d_{14} + 0.086719d_{15} + 0.086719d_{16} + 0.086719d_{17} + 0.086719d_{18} + 0.086719d_{19} + 0.086719d_{20} + 0.086719d_{21} + 0.086719d_{22} + 0.086719d_{23} + 0.086719d_{24} + 0.086719d_{25} + 0.086719d_{26} + 0.086719d_{27} + 0.086719d_{28} + 0.086719d_{29} + 0.086719d_{30} +$$

$$\begin{aligned}
&0.086719d_{31} + 0.086719d_{32} + 0.086719d_{33} + 0.086719d_{34} + 0.086719d_{35} + \\
&0.086719d_{36} + 0.086719d_{37} + 0.086719d_{38} + 0.086719d_{39} + 0.086719d_{40} + \\
&0.086719d_{41} + 0.086719d_{42} + 0.086719d_{43} + 0.086719d_{44} + 0.086719d_{45} + \\
&0.086719d_{46} + 0.086719d_{47} + 0.086719d_{48} + 0.086719d_{49} + 0.086719d_{50} + \\
&0.086719d_{51} + 0.086719d_{52} + 0.086719d_{53} + 0.086719d_{54} + 0.086719d_{55} + \\
&0.086719d_{56} + 0.086719d_{57} + 0.086719d_{58} + 0.086719d_{59} + 0.086719d_{60} + \\
&0.086719d_{61} + 0.086719d_{62} + 0.086719d_{63} + 0.086719d_{64} + 0.086719d_{65} + \\
&0.086719d_{66} + 0.086719d_{67} - 19.2u_1 - 5.72u_2 - 65.28u_3 - 5.76u_4 - 1863.94u_5 - 4u_6) - 1
\end{aligned}$$

$$\text{Kısıtlar} \quad (4.3)$$

$$x \in F$$

(4.3) birinci KVB için oluşturulmuştur. Benzer düşünceden hareketle diğer 66 KVB için de modeller kurulmuştur. Her bir KVB için oluşturulan G-ÇKVZA amaç fonksiyonları Ek-15'te verilmiştir. G- ÇKVZA model için kullanılan kısıtlar ise $x \in F$ olarak tanımlanan ÇKVZA modelinin kısıtları ile aynı kısıtlardır. KVB₁ için G-ÇKVZA modeli çözülmüş ve sonuçlar Tablo 16'da gösterilmiştir. Ayrıca, çözüm sonucu ulaşılan değişken değerleri de Ek- 16 ve Ek- 17'de yer almaktadır.

Tablo 16: G-ÇKVZA Modeli Çözüm ve Etkinlik Değerleri

KVB	Çözüm	Etkinlik	KVB	Çözüm	Etkinlik	KVB	Çözüm	Etkinlik
KVB1	2.451288	0.695841	KVB24	2.507501	0.651812	KVB47	2.041400	0.077533
KVB2	2.418567	0.157464	KVB25	2.253584	0.670060	KVB48	1.899006	0.152976
KVB3	2.669643	0.587825	KVB26	1.952304	0.091146	KVB49	1.943946	0.069257
KVB4	2.016910	0.132316	KVB27	1.967214	0.090828	KVB50	2.233139	0.174237
KVB5	1.846294	0.307260	KVB28	1.649585	0.398858	KVB51	1.564570	0.494094
KVB6	2.416503	0.102112	KVB29	1.802342	0.219421	KVB52	1.806894	0.330737
KVB7	2.431392	0.634597	KVB30	1.871271	0.390908	KVB53	1.888819	0.169710
KVB8	1.932142	1	KVB31	1.731825	0.663643	KVB54	1.954006	0.102821
KVB9	2.232112	0.530352	KVB32	2.192201	0.655221	KVB55	2.123342	0.190633
KVB10	2.046087	0.460526	KVB33	2.394770	1	KVB56	1.833111	0.324458
KVB11	2.243089	0.835760	KVB34	2.511979	0.618173	KVB57	1.755958	0.320154
KVB12	3.148512	0.007837	KVB35	1.886299	0.179476	KVB58	2.300532	0.101701
KVB13	2.353075	0.802062	KVB36	1.951526	0.117270	KVB59	1.859507	0.299506
KVB14	2.167920	1	KVB37	2.122465	1	KVB60	2.376049	0.223997
KVB15	2.242327	0.718229	KVB38	2.441512	0.620771	KVB61	1.962872	0.090691
KVB16	1.664849	0.398608	KVB39	2.628973	0.746424	KVB62	2.328174	0.849060
KVB17	1.786520	0.380715	KVB40	2.407560	0.522654	KVB63	2.480949	0.405534
KVB18	1.856424	0.676608	KVB41	2.088464	1	KVB64	1.910371	0.246583
KVB19	2.063642	1	KVB42	2.071028	0.136738	KVB65	2.781488	0.409469
KVB20	1.939134	0.233785	KVB43	2.799129	0.522700	KVB66	2.799400	0.259339
KVB21	2.181816	0.558034	KVB44	1.771516	0.305280	KVB67	3.546372	0.112153
KVB22	1.731125	0.463861	KVB45	2.523610	0.327982			
KVB23	2.438972	0.103394	KVB46	2.164245	0.019454			

G- ÇKVZA modeli çözümünden elde edilen etkinlik değerleri hesaplandıktan sonra, bu çalışmada önerilen “ideal çözümünden uzaklığın normalleştirilmiş dereceleri” hesaplanmıştır. G- ÇKVZA modelinden belirlenen çözümlerin sapma değişkeni değerleri her bir KVB’nin ÇKVZA amaçlarında ($Max h_0$, $Min M$ ve $Min \sum d$) yerine yazılarak üstün olmayan çözümler bulunmuştur. Daha sonra, üstün olmayan çözümler ve pozitif ideal çözümler kullanılarak ideal çözümünden uzaklığın normalleştirilmiş dereceleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamada kullanılan, KVB_1 ’in G- ÇKVZA modeli çözümünden elde edilen, sapma değişkeni değerleri Tablo 17’de gösterilmiştir.

Tablo 17: KVB_1 için Üstün Olmayan Çözümler

$M = 0.696634$	$d_{17} = 0.384311$	$d_{34} = 0.296032$	$d_{51} = 0.280653$
$d_1 = 0.303513$	$d_{18} = 0.000000$	$d_{35} = 0.407465$	$d_{52} = 0.174800$
$d_2 = 0.222726$	$d_{19} = 0.000000$	$d_{36} = 0.221725$	$d_{53} = 0.203866$
$d_3 = 0.342102$	$d_{20} = 0.452206$	$d_{37} = 0.000000$	$d_{54} = 0.231765$
$d_4 = 0.212728$	$d_{21} = 0.427081$	$d_{38} = 0.186249$	$d_{55} = 0.696634$
$d_5 = 0.437433$	$d_{22} = 0.333366$	$d_{39} = 0.322086$	$d_{56} = 0.229031$
$d_6 = 0.444528$	$d_{23} = 0.461368$	$d_{40} = 0.489321$	$d_{57} = 0.153356$
$d_7 = 0.450454$	$d_{24} = 0.345607$	$d_{41} = 0.000000$	$d_{58} = 0.489822$
$d_8 = 0.000000$	$d_{25} = 0.432391$	$d_{42} = 0.449522$	$d_{59} = 0.195382$
$d_9 = 0.449559$	$d_{26} = 0.446899$	$d_{43} = 0.522577$	$d_{60} = 0.696634$
$d_{10} = 0.696634$	$d_{27} = 0.472007$	$d_{44} = 0.169164$	$d_{61} = 0.229308$
$d_{11} = 0.153526$	$d_{28} = 0.355928$	$d_{45} = 0.560216$	$d_{62} = 0.260835$
$d_{12} = 0.354541$	$d_{29} = 0.463395$	$d_{46} = 0.515496$	$d_{63} = 0.480388$
$d_{13} = 0.056919$	$d_{30} = 0.452374$	$d_{47} = 0.215381$	$d_{64} = 0.232916$
$d_{14} = 0.000000$	$d_{31} = 0.154230$	$d_{48} = 0.212932$	$d_{65} = 0.421906$
$d_{15} = 0.099819$	$d_{32} = 0.418559$	$d_{49} = 0.215024$	$d_{66} = 0.136801$
$d_{16} = 0.339052$	$d_{33} = 0.000000$	$d_{50} = 0.208598$	$d_{67} = 0.453399$
$\text{Min } h_1 = 0.695841$	$\text{Min } M = 0.696634$	$\text{Min } \sum d = 20.72254$	

İdeal çözümden uzaklığın normalleştirilmiş dereceleri hesaplanırken maksimizasyon yönlü tek amaç olan $\text{Max } h_0$ amacı için (3.14), minimizasyon yönlü $\text{Min } M$ ve $\text{Min } \sum d$ amaçları için de (3.15) formülleri kullanılmıştır. (3.14) ve (3.15) denklemlerinin çözümünün nasıl gerçekleştirildiğini göstermek amacıyla KVB_1 , KVB_2 , KVB_8 ve KVB_{19} 'nin her bir amaç fonksiyonu için ideal çözüme uzaklığın normalleştirilmiş derecesi hesaplanmış ve Tablo 18'de gösterilmiştir.

Tablo 18: KVB_1 , KVB_2 , KVB_8 ve KVB_{19} için İdeal Çözümden Uzaklığın Normalleştirilmiş Dereceleri

KVB	Amaç Fonksiyonu	ÇKVZA Pozitif İdeal Çözüm	ÇKVZA Etkinlik	G-ÇKVZA Etkinlik	G-ÇKVZA Üstün Olmayan Çözüm	İdeal Çözümden Uzaklığın Normalleştirilmiş Derecesi
KVB_1	$\text{Maks } h_1$	1	1	0.695841	0.695841	0.304158
	$\text{Min } M$	0.517241	0.610962		0.696634	0.346826
	$\text{Min } \sum d$	11.531490	0.533471		20.72254	0.797039
KVB_2	$\text{Maks } h_2$	1	1	0.157464	0.157464	0.842536
	$\text{Min } M$	0.867099	0.132540		0.961623	0.109011
	$\text{Min } \sum d$	22.364350	0.019998		32.80885	0.467015
KVB_8	$\text{Maks } h_8$	1	1	1	1	0
	$\text{Min } M$	0.418213	1		0.573908	0.372286
	$\text{Min } \sum d$	7.740029	1		12.07332	0.559855
KVB_{19}	$\text{Maks } h_{19}$	1	1	1	1	0
	$\text{Min } M$	0.549436	1		0.926983	0.687153
	$\text{Min } \sum d$	6.618764	1		9.110656	0.376489

KVB_1 için yapılan hesaplamalarda $\text{Maks } h_1$ amacının normalleştirilmiş derecesi 0.304158 bulunmuştur. Yani uzaklığın normalleştirilmiş dereceleri arasında 0'a en yakın değer $\text{Max } h_1$

amacı için bulunmuştur. Bunun anlamı G- ÇKVZA modeli etkinlik değerinin, $Max h_1$ amacının çözümünden elde edilen etkinliğe en yakın noktada gerçekleştiğidir. KVB_2 için bulunan normalleştirilmiş dereceler içerisinde de 0 değeri bulunmadığından çözüm 0'a en yakın olan $Min M$ amacına en yakın noktada gerçekleşmiştir. KVB_8 ve KVB_{19} için bulunan normalleştirilmiş dereceler ise 0 olarak bulunmuştur. Yani iki amaç fonksiyonu için de çözüm $Maks h_8$ ve $Maks h_{19}$ amaçlarının üzerinde çıkmıştır. KVB_1 , KVB_2 , KVB_8 ve KVB_{19} için yapılan hesaplamalar tüm KVB'ler için yapılmış ve sonuçlar Tablo 19'da verilmiştir.



Tablo 19: İdeal Çözümünden Uzaklığın Normalleştirilmiş Dereceleri

KVB	İdeal Çözümünden Uzaklığın Normalleştirilmiş Dereceleri			ÇKVZA Etkinlikler			G- ÇKVZA Etkinlik
	Maks h ₀	Min M	Min Σd	Maks h ₀	Min M	Min Σd	
KVB 1	0.304159	0.346827	0.797039	1	0.61092618	0.533471	0.695841
KVB 2	0.842536	0.109012	0.467016	1	0.13254	0.019998	0.157464
KVB 3	0.412175	0.994177	0.262748	1	0.49961952	0.130249	0.587825
KVB 4	0.867684	0.010926	0.138347	1	0.1590741	0.168823	0.132316
KVB 5	0.692740	0.039342	0.113760	1	0.30510024	0.948803	0.307260
KVB 6	0.897888	0.368086	0.149970	1	0.3429495	0.018654	0.102112
KVB 7	0.365403	0.249561	0.815517	1	0.6153876	0.970643	0.634597
KVB 8	0	0.372286	0.559855	1	1	1	1
KVB 9	0.469648	0.686288	0.078051	1	0.621119	0.586017	0.530352
KVB 10	0.539474	0.476164	0.032059	1	0.636476	0.329942	0.460526
KVB 11	0.164240	0.196157	0.885061	1	0.6611152	1	0.835760
KVB 12	0.992163	1.152058	0.000653	0.998301	0.537853	0.003320	0.007837
KVB 13	0.197938	0.397032	0.757123	0.9983718	0.7947624	0.905103	0.802062
KVB 14	0	0.348047	0.819873	1	0.76228536	0.621910	1
KVB 15	0.281771	0.208292	0.752626	1	0.75472337	1	0.718229
KVB 16	0.601392	0.061565	0.002619	1	0.3694667	0.445886	0.398608
KVB 17	0.602178	0.063418	0.121786	0.957	0.38923744	0.381508	0.380715
KVB 18	0.323392	0.388994	0.151444	0.9986616	0.7942776	0.758282	0.676608
KVB 19	0	0.687154	0.376489	1	1	1	1
KVB 20	0.766215	0.053804	0.119353	1	0.2440177	0.227731	0.233785
KVB 21	0.441966	0.176131	0.563547	1	0.5428876	0.971695	0.558034
KVB 22	0.536139	0.081576	0.114262	1	0.3934435	0.983864	0.463861
KVB 23	0.896606	0.034906	0.507386	1	0.13358694	0.083732	0.103394
KVB 24	0.348188	0.315270	0.843998	1	0.542884	0.507108	0.651812
KVB 25	0.329940	0.167429	0.756942	0.998836	0.678423	0.988426	0.670060
KVB 26	0.908854	0.027946	0.015562	1	0.08632853	0.063841	0.091146
KVB 27	0.909172	0.023810	0.034228	1	0.1121265	0.071258	0.090828
KVB 28	0.601142	0.053214	0.004931	1	0.39656916	0.454158	0.398858
KVB 29	0.761258	0.052315	0.010931	0.9190716	0.22067563	0.179147	0.219421
KVB 30	0.609092	0.045233	0.216602	1	0.4079759	0.961986	0.390908
KVB 31	0.336357	0.091016	0.303953	0.99749178	0.4091098	0.983020	0.663643
KVB 32	0.344779	0.142912	0.703306	1	0.62669	1	0.655221
KVB 33	0	0.494273	0.900498	1	0.71322007	1	1
KVB 34	0.381827	0.067309	1.198226	1	0.5936606	0.494752	0.618173
KVB 35	0.820524	0.028971	0.036808	1	0.16264112	0.181323	0.179476
KVB 36	0.882730	0.049381	0.019412	1	0.11633562	0.118045	0.117270
KVB 37	0	0.491465	0.631000	1	0.74105964	1	1
KVB 38	0.379229	0.738590	0.322575	1	0.8519435	0.638216	0.620771
KVB 39	0.253576	0.725517	0.652396	0.998545	0.52564259	0.919166	0.746424
KVB 40	0.477346	0.610872	0.319451	1	0.703754	0.152840	0.522654
KVB 41	0	0.348224	0.740241	1	0.553588	1	1
KVB 42	0.863262	0.033960	0.173799	1	0.16520758	0.153626	0.136738
KVB 43	0.477300	0.769046	0.552505	1	0.52486998	0.533551	0.522700
KVB 44	0.694720	0.038692	0.038297	1	0.186748	0.305330	0.305280
KVB 45	0.672018	0.596343	0.254088	1	0.3823354	0.301737	0.327982
KVB 46	0.980546	0.157486	0.026084	1	0.1529355	0.010448	0.019454
KVB 47	0.922467	0.006578	0.112357	1	0.077555	0.112167	0.077533
KVB 48	0.847024	0.019073	0.032912	1	0.10754652	0.155682	0.152976
KVB 49	0.930743	0.001701	0.011502	1	0.06995832	0.063554	0.069257
KVB 50	0.825763	0.017828	0.389549	1	0.172047	0.020557	0.174237
KVB 51	0.505906	0.049615	0.010126	1	0.375232	0.378818	0.494094
KVB 52	0.669263	0.029759	0.107444	1	0.34931226	0.340091	0.330737
KVB 53	0.830290	0.022652	0.035873	1	0.16374744	0.176986	0.169710

KVB 54	0.895597	0.013937	0.044623	0.984847	0.1168045	0.107015	0.102821
KVB 55	0.809367	0.311289	0.003696	1	0.3834976	0.188534	0.190633
KVB 56	0.675542	0.002089	0.155985	1	0.3305194	0.371787	0.324458
KVB 57	0.679846	0.033582	0.042497	1	0.28214977	0.321329	0.320154
KVB 58	0.898299	0.036951	0.365282	1	0.13376948	0.094710	0.101701
KVB 59	0.700494	0.043499	0.115251	1	0.31340276	0.923477	0.299506
KVB 60	0.776003	0.400121	0.200191	1	0.4457909	0.081404	0.223997
KVB 61	0.909309	0.024166	0.029393	1	0.11205843	0.087889	0.090691
KVB 62	0.150940	0.583521	0.594478	1	0.801564	1	0.849060
KVB 63	0.594466	0.571758	0.312692	1	0.58663269	0.550872	0.405534
KVB 64	0.753417	0.023897	0.133064	1	0.264149	0.121602	0.246583
KVB 65	0.590531	0.117311	1.073939	1	0.45567529	0.666704	0.409469
KVB 66	0.740661	0.728174	0.330571	1	0.37181716	0.195076	0.259339
KVB 67	0.887847	1.356875	0.301559	1	0.26802434	0.075489	0.112153

Tablo 19’da her bir KVB için hesaplanan ideal çözümden uzaklığın normalleştirilmiş dereceleri incelendiğinde, KVB_8 , KVB_{14} , KVB_{19} , KVB_{33} , KVB_{37} ve KVB_{41} için $Max h_0 = 0$ olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç ise G-ÇKVZA etkinlik değerlerinin $Max h_0$ amacıyla gerçekleştiğini göstermektedir. Yani bu 6 KVB’nin G-ÇKVZA modelde etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Diğer amaçlar için ($Min M$ ve $Min \sum d$) “0” değerine ulaşamadığından çözümler 0’a en yakın olan uzaklıklarda gerçekleşmiştir.

4.4. G- ÇKVZA Modeli Sonucu Bulunan Etkinlik Değeri ile ÇKVZA Modeli Sonucu Bulunan Etkinlik Değerlerinin Karşılaştırılması

ÇKVZA modelinin çözümü sonucunda, $Max h_0$ amacına göre 58, $Min M$ amacına göre 2 ve $Min \sum d$ amacına göre 9 KVB etkin bulunmuştur. KVB_8 ve KVB_{19} bütün ÇKVZA amaçlarına göre etkin KVB’lerdir. Ayrıca ÇKVZA’ya göre her bir amaç fonksiyonunun aynı anda etkin olmasına gerek yoktur. Burada karar verici amaçlardan herhangi birine göre KVB’lerin etkinliğine karar verebilmektedir. Eğer ÇKVZA’da her bir amaç etkin ise tüm modelin etkin olduğu kanaatine varılır. Fakat örneğin, KVB_1 için $Max h_1 = 1$ (etkin) iken diğer amaçlar etkin sonuç vermemiştir. Bu durum da karar vericiyi tercih yapmaya zorlamaktadır. Önerilen G-ÇKVZA modeline göre ÇKVZA’nın etkinliğinin belirlenmesinde tek bir etkinlik (Global Etkinlik) elde edilmiştir. G-ÇKVZA’ya göre etkin bir ÇKVZA modelinin varlığından bahsedebilmek için tüm amaçların etkin olması gerekir. Sonuçlar Tablo 20’de özetlenmiştir.

Tablo 20: ÇKVZA ve G-ÇKVZA Modellerine Göre Etkin KVB'lerin Karşılaştırılması

KVB	İdeal Çözümünden Uzaklığın Normalleştirilmiş Dereceleri			ÇKVZA Etkinlikler			G- ÇKVZA Etkinlik
	Maks h_0	Min M	Min $\sum d$	Maks h_0	Min M	Min $\sum d$	
KVB 8	0	0.372286	0.559855	1	1	1	1
KVB 11	0.164240	0.196157	0.885061	1	0.6611152	1	0.835760
KVB 14	0	0.348047	0.819873	1	0.76228536	0.621910	1
KVB 15	0.281771	0.208292	0.752626	1	0.75472337	1	0.718229
KVB 19	0	0.687154	0.376489	1	1	1	1
KVB 32	0.344779	0.142912	0.703306	1	0.62669	1	0.655221
KVB 33	0	0.494273	0.900498	1	0.71322007	1	1
KVB 37	0	0.491465	0.631000	1	0.74105964	1	1
KVB 41	0	0.348224	0.740241	1	0.553588	1	1
KVB 62	0.150940	0.583521	0.594478	1	0.801564	1	0.849060

Tablo 20 incelendiğinde, ideal çözümünden uzaklığın normalleştirilmiş dereceleri 0 olan KVB'lere göre G- ÇKVZA etkinlik değerleri KVB_8 , KVB_{14} , KVB_{19} , KVB_{33} , KVB_{37} ve KVB_{41} $Max h_0$ amacı üzerinde gerçekleşmiştir. Bu KVB'lerden KVB_8 ve KVB_{19} tüm amaçlara göre, KVB_{33} , KVB_{37} ve KVB_{41} 'de $Max h_0$ ve $Min \sum d$ amacına göre etkin tesisler olmasına rağmen, çözümlerin hepsi $Max h_0$ amacı üzerinde gerçekleşmiştir. Yine Tablo 20'deki sonuçlar incelendiğinde, KVB_{11} , KVB_{15} , KVB_{32} ve KVB_{62} tesisleri $Max h_0$ ve $Min \sum d$ amaçlarına göre etkin tesisler olarak ortaya çıkmışken, G-ÇKVZA modeline göre etkin değildir. Bu sonuca göre, G-ÇKVZA modelinin Klasik VZA ($Max h_0$)'ya göre ayırım gücü daha yüksek sonuçlar verdiği yorumu yapılabileceği gibi, $Min \sum d$ amacına göre etkin olan tesislerin G-ÇKVZA'ya göre etkin olmaması bir dezavantaj olarak yorumlanabilir.

BÖLÜM V

SONUÇ VE TARTIŞMA

Sanayi devriminden sonra artan üretim kapasitesi 20. yüzyıl başlarında “ne üretirsem onu satarım” anlayışını ortaya çıkarmıştır. 1929 Dünya ekonomik krizinin ardından üretim değil, pazarlamanın önemli olduğu görülmüştür. Pazarlamanın en temel dayanak noktası olan müşteri beklentilerine göre üretim yapılması anlayışı 20. yüzyılın ortalarında kalite kavramını ortaya çıkarmıştır. Kalite kavramının ortaya çıkışını istatistiksel kalite kontrol ve Toplam Kalite Yönetimi (TKY) uygulamaları izlemiştir. Ambalajlı ürünlerin yaygınlaşması da kalite kavramının ortaya çıkmasıyla birlikte hız kazanmıştır. Çünkü ambalajlar, ürünleri koruma fonksiyonunun yanında tanıtım, bilgilendirme, kolaylık gibi birçok fonksiyonu yerine getirmektedir. Hem üreticinin tüketiciyi bilgilendirmesi ve ürününü tanıtması, hem de tüketicinin ürünü sağlıklı ve sağlam bir şekilde muhafaza edebilmesi için ambalaj hayati bir önem arz etmektedir.

Gelir seviyesi yükselen tüketicilerin ambalajlı ürünlere olan talebinin artması ile ambalaj atıkları çevreyi tehdit eder hale gelmiştir. Ambalaj atıklarının doğada çözünmeyen materyallerden yapılmış olmasından kaynaklanan çevresel zararların farkına varan ülkeler ambalaj atıkları ile ilgili önlemler almaya başlamış ve bu materyallerin tekrar kullanılabilir olarak üretilmesini yasalarla zorunlu kılmıştır. Ayrıca kağıt, metal, cam, plastik, ahşap, tekstil, kompozit gibi materyallerden oluşan ambalajlar ürün maliyetinin büyük bir kısmını oluşturduğundan, üreticiler bu materyalleri tekrar ekonomiye kazandırmanın yollarını aramaya başlamıştır. Bu çevresel ve ekonomik etkilerinden dolayı ambalaj atıklarının tekrar kullanılması zorunluluğu geri dönüşüm sürecinin ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Geri dönüşüm sürecinin başarılı olabilmesi kaynağında ayrı toplanan ambalaj atıklarının tekrar işlem görmeden önce toplanıp türlerine göre ayrıştırılması ile mümkündür. Geri dönüşüm sürecinin bu ilk ve en önemli aşamasını ülkemizde ÇŞB tarafından yetkilendirilen

TAT'lar yürütmektedir. TAT'ların etkin bir şekilde faaliyetlerine devam etmesi geri dönüşüm sürecinin başarısını doğrudan etkileyeceğinden, bu çalışmanın iki amacından birincisi “TAT'ların faaliyette bulunduğu bölgenin, bu bölgedeki demografik yapının, tesisin gelir-gider dengesinin ve tesis süreçlerinin nicel verileri kullanılarak tesislerin etkinliğini belirlemek” olarak tanımlanmıştır.

Etkinlik analizi, Farrell (1957) tarafından önerilen “üretim etkinliğinin ölçümü” çalışmasıyla başlamış olmasına rağmen, Charnes vd. (1978) tarafından önerilen klasik VZA yöntemi günümüzde hala geçerliliği olan ve kullanılan parametrik olmayan bir yöntem olarak alanyazındaki yerini almıştır. Fakat zamanla klasik VZA'nın eksik yanları ortaya çıkmış (ayrım gücü eksikliği ve ağırlık dağılım problemi) ve ilerleyen yıllarda yapılan çalışmalar klasik VZA'nın bu eksik yanlarını tamamlamak üzerine yoğunlaşmıştır. Klasik Doğrusal Programlama problemi olarak önerilen klasik VZA'nın eksik yanlarını geliştirmek için ÇADP, Hedef Programlama gibi ÇKKV yöntemlerinden sıklıkla faydalanılmıştır. Bu çalışmada da klasik VZA'nın ayrım gücü ve ağırlık dağılımı problemlerinin önüne geçmek için Li ve Reeves (1999) tarafından geliştirilen Hedef Programlama tabanlı ÇKVZA modeli kullanılmıştır. ÇKVZA modeli klasik VZA'nın ayrım gücü ve ağırlık dağılımı problemleri için bir iyileştirme sağlamış olmasına rağmen modelin üç amaç fonksiyonuna sahip olması, karar vericilerin üç farklı etkinlik skoru arasından seçim yapmasını gerektirmektedir. Farklı etkinlik skorları arasında karar vericinin tercih yapılması süreci insan hatası faktörünü bir dezavantaj olarak ortaya çıkarmıştır. İnsan hatası ihtimalinin önüne geçilmesi ve alınacak kararlarda insan tercihi yerine kantitatif tekniklerin kullanılması için bu çalışmada ÇKVZA modelinin üç amaç fonksiyonu, Yu (1973) ve Zeleny (1973) tarafından ÇADP problemlerini çözebilmek için önerilen Global Kriter Yöntem ile tek bir amaç fonksiyonu haline getirilmiştir. Önerilen modelde Global Kriter Yöntemin kullanılmasının sebebi, Global Kriter Yöntemin birden fazla amaç fonksiyonuna sahip ÇADP problemlerini tek amaçlı optimizasyon problemine dönüştürmesi özelliğinden kaynaklanmıştır. Bu düşünceyle karar vericinin sadece global etkinlik değerini kullanarak daha isabetli kararlar alması amaçlanmıştır. Mevcut alanyazında ÇKVZA ve Global Kriter Yöntemin tek bir modelde birleştirildiği bir çalışmaya rastlanmadığından çalışma özgün sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Çalışmada daha önce uygulanmamış bir model kullanıldığından, bu çalışmanın ikinci amacı ise “Global-Çok Kriterli Veri Zarflama Analizi (G-ÇKVZA) olarak isimlendirilip önerilen hibrit modelin çözüm prosedürü ve çözüm algoritmalarını açıklamak” olarak belirlenmiştir.

Dünya’da genellikle belediyeler ve yerel idareler tarafından gerçekleştirilen, Türkiye’de ise yetkilendirilmiş TAT’lar tarafından yapılan toplama ayırma faaliyetlerinin etkinlik incelemesi konusunda alanyazında herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır. Bu yüzden, TAT’ların etkinliğini belirlemek için yapılan bu uygulama alanyazındaki bir boşluğu doldurması açısından önemli sonuçlar ortaya çıkarmıştır.

G-ÇKVZA modeli ile yapılan etkinlik analizine İç Anadolu Bölgesinde faaliyetlerine devam eden TAT’lar örnek olarak seçilmiştir. Diğer coğrafi bölgelere uygulamayı genişletmenin büyük bir maliyet ve çok fazla zaman gerektirmesi, İç Anadolu Bölgesi’ndeki TAT’ların örnek olarak seçilmesine sebep olmuştur. Uygulama için verilerin toplandığı 2015 yılında İç Anadolu Bölgesinde 85 TAT faaliyetlerini sürdürmektedir. Gerçekleştirilen tesis ziyaretleri ve yapılan görüşmeler sonucunda 85 TAT’ın 67’si çalışmaya katılmaya gönüllü olmuştur. Uygulama verilerinin toplandığı TAT’ların 29’u Ankara, 14’ü Kayseri, 6’sı Eskişehir, 5’i Aksaray, 4’ü Konya, 2’si Karaman, 2’si Kırıkkale, 2’si Nevşehir, 1’i Niğde, 1’i de Sivas’ta faaliyetlerine devam etmektedir.

Uygulamada kullanılan, girdi ve çıktıları belirleme süreci alanyazında yer alan atık yönetim sistemi çalışmalarındaki girdi ve çıktıların tespit edilmesi ile başlamıştır. Alanyazında yer alan girdi ve çıktılar ile oluşturulan bu değişken havuzuna, uzmanların (çevre mühendisleri ve TAT yöneticileri) fikirleri doğrultusunda yeni değişkenler eklenmiştir. Değişken havuzunu oluşturduktan sonra ilk olarak çevre mühendisi akademisyenler ve VZA ile ilgilenen akademisyenlere, oluşturulan değişken havuzundan hangi değişkenlerin girdi, hangi değişkenlerin çıktı olabileceğini sorabilmek için online bir uzman görüş formu uygulanmıştır. Uzman görüş formu kullanılarak akademisyenlerden alınan uzman görüşleri doğrultusunda değişken havuzundaki 33 değişkenin 26’sı girdi, 7’si ise çıktı olarak belirlenmiştir. Daha sonra, yöntemin ayırım gücünü zayıflatmamak adına, girdi ve çıktı sayısını azaltmak için alanyazında sıklıkla kullanılan korelasyon katsayılarından yararlanılarak 7 girdi ile 1 çıktı değişkeni uygulama dışında bırakılmıştır. Korelasyon katsayılarına göre, tüm çıktıları negatif yönde etkilediği için “Tesisin Bulunduğu İldeki Hane Geliri İçinde Gıda ve Alkolsüz İçecek/ Alkollü İçecek, Sigara ve Tütün Alımı Yüzdesi” girdisi ve 1 girdiyle çok düşük, 3 girdi ile negatif ilişki içerisinde olan “Toplanan ve Tesiste Ayrıştırılan Diğer Ambalaj Atığı Miktarı” çıktısı modele dâhil edilmemiştir. Ayrıca, “Toplam Çalışan Sayısı”, “Tesisin Toplam Araç Sayısı”, “Tesis Başına Düşen Konut Sayısı”, “Tesisin Bulunduğu İldeki Nüfus Yoğunluğu”, “Tesisin Toplu Yaşam Alanlarına Dağıttığı İç Mekan Kutusu Sayısı” ve “Tesisin Bulunduğu İldeki İnsanların Aylık Ücret

Düzeyi” girdileri diğer girdiler ile çok yüksek korelasyon değerine sahip olduğundan model dışında bırakılmıştır. Korelasyon analizi sonucunda modele uymayan değişkenler model dışında bırakıldıktan sonra 19 girdi ve 6 çıktı çalışmada kullanılmıştır.

İç Anadolu bölgesinde faaliyet gösteren 67 TAT’ın verileri ile G-ÇKVZA modeli kullanılarak gerçekleştirilen etkinlik analizi sonucunda 6 TAT etkin tesis olarak bulunmuştur. Etkin tesislerin 4’ü lisanslı tesislerden, 2’si ise geçici faaliyet belgeli tesislerden oluşmaktadır. Ayrıca etkin olarak bulunan bu tesislerin 4’ü Ek-2 kapsamında (sadece toplama-ayırma faaliyeti yapan tesis) faaliyetlerini sürdürürken, 2’si ise Ek-1 kapsamında (toplama-ayırma faaliyetinin yanında tehlikeli atık geri kazanımı, hava emisyonu vb. faaliyetlerde yapan tesisler) faaliyetlerini sürdürmektedir. Etkin tesislerin 4’ü Ankara’da, 2’si ise Eskişehir’de faaliyetlerini sürdürmektedir. Yani 6 küçük şehrin (nüfusu 750 000’den az olan Aksaray, Karaman, Kırıkkale, Nevşehir, Niğde, Sivas), 4 büyük şehrin (nüfusu 750 000’den fazla olan Ankara, Eskişehir, Konya, Kayseri) tesislerinin yer aldığı örnekleme, tüm etkin tesisler büyükşehirlerden çıkmıştır. Bunun sebebi, büyükşehirlerde faaliyet gösteren tesislerin belediyeler ile anlaşma yapma fırsatlarının (birden fazla belediye olduğundan) daha fazla olması, bunun sonucunda da daha büyük miktarlarda ambalaj atığına erişebilmesi olarak değerlendirilmektedir.

Chen (2010), farklı girdiler ve çıktılar kullanarak belediyelerin toplama ve ayırma performanslarını klasik VZA ile incelemiştir. Çalışmasının sonucunda kentsel bölgelerin atık ayırma etkinliğinin, kırsal bölgelerin ayırma etkinliğinden yüksek olduğunu, toplama etkinliklerinin ise kırsal bölgelere göre düşük bulunmuştur. Bu çalışmada ise benzer girdi ve çıktılar kullanılarak (bütçe, toplanan atık miktarı vb.) yapılan etkinlik araştırmasında büyükşehirlerin performansının küçük şehirlerin performansından daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Yani toplama ve ayırma etkinlikleri ayrı ayrı incelenmemiş olsa bile benzer girdi ve çıktılar ile analiz yapıldığından Chen (2010)’in yaptığı analizle ayırma performansı açısından aynı yönde, toplama performansı açısından tersine bulgulara ulaşılmıştır.

ÇKVZA modeli sonucunda ise klasik VZA çözümü olarak nitelendirilen $Max h_0$ amacı için 58, çözümünden maksimum sapmanın minimizasyonu anlamına gelen $Min M$ amacı için 2 ve çözümünden sapmalar toplamının minimizasyonu anlamına gelen $Min \sum d$ amacı için 9 TAT etkin tesisler olarak ortaya çıkmıştır.

Marbini ve Toloo (2017), tarafından yapılan çalışmada ÇKVZA modeli için $Min M$ amacının $Min \sum d$ amacına göre daha kötümser sonuçlar verdiği bulgularına ulaşılmıştır.

Bu uygulama sonuçlarına göre de ÇKVZA modelinde $Min M$ amacı $Min \sum d$ amacına göre daha kötümser sonuçlar verdiğiinden, ulaşılan bulgular Marbini ve Toloo (2017) tarafından yapılan çalışma ile aynı yöndedir. Önerilen G-ÇKVZA modeli ise $Max h_0$ ve $Min \sum d$ amaçlarına göre daha kötümser, $Min M$ amacına göre ise daha iyimser etkinlik sonuçları vermiştir.

San Cristóbal (2011), yaptığı çalışmada ÇKVZA modeli için bir KVB $Min M$ ve $Min \sum d$ amaçlarının herhangi birinde veya her ikisinde etkin sonuçlar veriyse, $Max h_0$ amacının da kesinlikle etkin sonuçlar vereceğini savunmuştur. Aynı durumun G-ÇKVZA modeli için de geçerli olduğu yapılan uygulamada kanıtlanmıştır. Yani herhangi bir KVB G-ÇKVZA modelinde etkin sonuç veriyse, $Max h_0$ amacı (klasik VZA) için de kesinlikle etkin sonuç verecektir. Yapılan uygulama sonucunda elde edilen bulgular San Cristóbal (2011)'in bulguları ile benzer sonuçlar vermiştir.

Ayrıca bu çalışmada G-ÇKVZA modeli sonucu ulaşılan çözümün, ÇKVZA modelinin üç amacından hangisine daha yakın olduğunu belirlemek için “ideal çözümden uzaklığın normalleştirilmiş derecesi” hesaplanmıştır. Bu çalışmada önerilen “ideal çözümden uzaklığın normalleştirilmiş derecesi” 0 ile 1 arasında değer almaktadır. Uzaklığın normalleştirilmiş derecesi 0 ise çözüm o amacın üzerinde gerçekleşmiştir anlamına gelir. Eğer uzaklığın normalleştirilmiş derecesi 0 değilse, 0'a yaklaşan değer global etkinliğin pozitif ideal çözüme yaklaştığını, 1'e yaklaşan değer de global etkinliğin pozitif ideal çözümden uzaklaştığını göstermektedir.

G-ÇKVZA ve ÇKVZA modellerinin çözümü sonucunda 2 tesis tüm modeller için etkin tesisler olarak bulunmuştur. KVB 8 ve KVB 19 olarak adlandırılan tesislerin her ikisinde Ankara'da yer almakta ve ÇEVKO tarafından orta ölçekli tesis olarak nitelendirilmektedir. Bu iki tesisin ortak özellikleri tesis kapasitesi, dağıtılan konteynır sayısı, yönetim ve malzeme maliyeti, makine ve teçhizat maliyeti, atık toplama maliyeti, tesis başına düşen nüfus, yaşam indeksi, kişi başı ortalama atık miktarı girdileri ve ayrıştırılan kağıt ve plastik miktarları ile elde edilen gelir çıktılarının araştırmaya katılan tesislerin ortalamalarından daha yüksek değere sahip olmasıdır. Etkin olmayan tesislerin etkin tesisler haline gelebilmesi için kontrol edilebilir girdilerini sabit tutup veya azaltarak, kontrol edilebilir çıktıları arttırması gerekmektedir. Çünkü tesisler bazı girdi ve çıktıları kendi inisiyatifleri ile arttırıp azaltma şansına sahipken bazı girdi ve çıktıları kontrol edebilme kabiliyetine sahip değildirler. Örneğin tesisler topladığı atık miktarı veya dağıttığı konteynır sayısını arttırma kabiliyetine sahipken, tesisin bulunduğu ildeki ortalama atık miktarı veya tesisin bulunduğu

ilin yaşam indeksi değişkenlerini değiştirme kabiliyetine sahip değildir. Bu kısıtlar göz önünde bulundurularak, kontrol edilebilir çıktılar arttırılarak tesislerin etkinliği yükseltilebilir.

Önerilen G-ÇKVZA modeli ile elde edilen sonuçlara göre etkin olmayan tesislerin, çıktıların arttırarak etkin tesisler haline gelebilmesi için herhangi bir belediye ile ambalaj atığı toplama işi konusunda anlaşması gerekebilir. Çünkü belediyeler ile anlaşması olmayan tesislerin ambalaj atığı toplama ayırma sürecindeki rolü komisyonculuğun önüne geçememektedir. Bu etkin olmayan tesislerin, etkin tesisler haline gelebilmesi için en büyük sorumluluklar ÇŞB'ye düşmektedir. Nüfusa göre TAT lisansı verilmesi, belediyelerin birden fazla TAT ile çalışması, kağıt toplayıcılarının belediyeler bünyesinde istihdam edilmesi gibi önlemler hem bazı TAT'ların komisyoncu gibi çalışan tesisler olmasının önüne geçebilecek, hem de artan kalite ve nicelik ile TAT'lar faaliyetlerini daha etkin bir şekilde sürdürebileceklerdir.

ÇKVZA ve Global Kriter Yöntem ile modellenip G-ÇKVZA olarak isimlendirilen model TAT etkinliklerinin değerlendirilmesi problemini başarılı bir şekilde çözümlenmiştir. Önerilen G-ÇKVZA modelinin kabul edilebilir sonuçlar vermesi girdi ve çıktı seçiminin titizlikle yapılmasıyla mümkündür. Farklı VZA modellerinin kullanılması, ekonomik ve çevresel şartlara göre modele yeni girdi veya çıktıların ilave edilmesi/çıkarılması TAT'ların etkinlik değerlerinin değişmesine yol açacaktır.

Çalışmada önerilen ÇKVZA modelinin çözüm adımları, TAT'ların etkinliğinin belirlenmesinde sorunsuz olarak uygulanmıştır. Ayrıca modelin uygulamasının yapıldığı İç Anadolu bölgesindeki TAT'ların sayısı arttırılabilir veya uygulama tüm Türkiye'deki TAT'lar için genişletilerek TAT'ların ülke ölçeğindeki genel etkinlik durumu incelenebilir.

KAYNAKÇA

- Adler, N., & Yazhemsky, E. (2010). Improving discrimination in data envelopment analysis: PCA–DEA or variable reduction. *European Journal of Operational Research*, 202(1), 273-284.
- Agrawal, S., Singh, R. K., & Murtaza, Q. (2015). A literature review and perspectives in reverse logistics. *Resources, Conservation and Recycling*, 97(2015), 76-92.
- Akçay Han, G. S., Bektaş, N., & Öncel, M. S. (2010). Separate collection practice of packaging waste as an example of Küçükçekmece, Istanbul, Turkey. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(12), 1317-1321.
- Akdoğan, M. Ş., & Coşkun, A. (2012). Drivers of reverse logistics activities: An empirical investigation. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 58(2012), 1640-1649.
- Alizadeh, M. H., Rasouli, S. M., & Tavakkoli-Moghaddam, R. (2011). The use of multi-criteria data envelopment analysis (MCDEA) for location–allocation problems in a fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 38(5), 5687-5695.
- Al-Shammari, M. (1999). A multi-criteria data envelopment analysis model for measuring the productive efficiency of hospitals. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(9), 879-891.
- Alvarez-Gil, M. J., Berrone, P., Husillos, F. J., & Lado, N. (2007). Reverse logistics, stakeholders' influence, organizational slack, and managers' posture. *Journal of business research*, 60(5), 463-473.
- Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (AAKY) (Resmi Gazete, 28035) (2011). 12 Eylül 2016 tarihinde <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/08/20110824-6.htm> sayfasından erişilmiştir.
- Arora, J. S. (2012). *Introduction to optimum design*. California: Elsevier Academic Press.
- Atık Yönetimi Çevre Yönetim Portalı, Maltepe Belediyesi (2016). 8 Kasım 2016 tarihinde atikyonetimi.maltepe.bel.tr adresinden erişilmiştir.
- Bal, H., Örkücü, H. H., & Çelebioğlu, S. (2010). Improving the discrimination power and weights dispersion in the data envelopment analysis. *Computers & Operations Research*, 37(1), 99-107.

- Ballestero, E. & Romero, C. (1998). *Multiple Criteria Decision Making and Its Applications to Economic Problems*. New York: Springer Science+Business Media.
- Banker, R. D., Charnes, A. & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078- 1092.
- Bashiri, M., & Tabrizi, M. M. (2010). Supply chain design: A holistic approach. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 688-693.
- Baud, I. (2004). Reuse, recovery and recycling of urban inorganic solid waste; modalities, commodity chains and sustainable development. In *Solid waste management and recycling* (pp. 115-131). Netherlands: Springer.
- Belenson, S. M., & Kapur, K. C. (1973). An algorithm for solving multicriterion linear programming problems with examples. *Journal of the Operational Research Society*, 24(1), 65-77.
- Belton, V. & Stewart, T. J. (2002). *Multiple criteria decision analysis: An integrated approach*. Dordrecht: Springer Science+Business Media.
- Belton, V., & Vickers, S. P. (1993). Demystifying DEA-a visual interactive approach based on multiple criteria analysis. *Journal of the Operational research Society*, 44(9), 883-896.
- Benayoun, R., De Montgolfier, J., Tergny, J., & Laritchev, O. (1971). Linear programming with multiple objective functions: Step method (STEM). *Mathematical programming*, 1(1), 366-375.
- Bosch, N., Pedraja, F., & Suárez-Pandiello, J. (2000). Measuring the efficiency of Spanish municipal refuse collection services. *Local Government Studies*, 26(3), 71-90.
- Bouyssou, D. (1999). Using DEA as a tool for MCDM: some remarks. *Journal of the operational Research Society*, 50(9), 974-978.
- Bouzon, M., Govindan, K., & Rodriguez, C. M. T. (2015). Reducing the extraction of minerals: Reverse logistics in the machinery manufacturing industry sector in Brazil using ISM approach. *Resources Policy*, 46(1), 27-36.
- Boyчук, L. & Ovchinnikov, V.,(1973). Principal methods of solution of multicriterial optimization problems. *Soviet Automatic Control*, 6, 1-4.

- Carayannis, E. G., Grigoroudis, E., & Goletsis, Y. (2016). A multilevel and multistage efficiency evaluation of innovation systems: A multiobjective DEA approach. *Expert Systems with Applications*, 62(2016), 63-80.
- Chamberlain, D. & Kirwan, M. J. (2013). Paper and paperboard – raw materials, processing and properties. In M. J. Kirwan (Ed), *Handbook of Paper and Paperboard Packaging Technology* (pp. 1-50). London: Wiley- Blackwell.
- Chang, D. S., Liu, W., & Yeh, L. T. (2013). Incorporating the learning effect into data envelopment analysis to measure MSW recycling performance. *European Journal of Operational Research*, 229(2), 496-504.
- Charnes, A., & Cooper, W. W. (1977). Goal programming and multiple objective optimizations: Part 1. *European Journal of Operational Research*, 1(1), 39-54.
- Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(1978), 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Stedry, A. (1969). Static and dynamic assignment models with multiple objectives, and some remarks on organization design. *Management Science*, 15(8), 365- 375.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Golany, B. & Seiford, L. (1985). foundations of data envelopment analysis for pareto-koopmans efficient empirical production functions. *Journal of Econometrics*, 30(1985), 91-107.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Seiford, L., & Stutz, J. (1982). A multiplicative model for efficiency analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 16(5), 223-224.
- Chen, C. C. (2010). A performance evaluation of MSW management practice in Taiwan. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(12), 1353-1361.
- Chen, R. W., Navin-Chandra, D., & Print, F. B. (1994). A cost-benefit analysis model of product design for recyclability and its application. *IEEE Transactions on Components, Packaging, and Manufacturing Technology: Part A*, 17(4), 502-507.
- Chen, Y., Li, K. W., Xu, H., & Liu, S. (2009). A DEA-TOPSIS method for multiple criteria decision analysis in emergency management. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 18(4), 489-507.

- Chiou, H. K., Chu, Y. F., & Tzeng, G. H. (2005). *Comparing AHP/GRA with DEA to evaluate the performance of municipal waste recycling in Taiwan*. International Symposium on the Analytic Hierarchy Process'nde sunulmuş bildiri. Honolulu, Havai, USA.
- Christopoulos, A. G., Dokas, I. G., Katsimardou, S., & Vlachogiannatos, K. (2016). Investigation of the relative efficiency for the Greek listed firms of the construction sector based on two DEA approaches for the period 2006–2012. *Operational Research*, 16(3), 423-444.
- Cohon, J. L. (1978). *Multiobjective programming and planning*. New York: Academic Press.
- Cohon, J. L., & Marks, D. H. (1975). A review and evaluation of multiobjective programming techniques. *Water Resources Research*, 11(2), 208-220.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M. & Tone, K. (2002). *Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Creswell, J. W. (2003). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*. London: Sage Publications.
- Creswell, J. W. & Clark, V. L. P. (2011). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. California: Sage Publications.
- Cruz-Rivera, R., & Ertel, J. (2009). Reverse logistics network design for the collection of end-of-life vehicles in Mexico. *European Journal of Operational Research*, 196(3), 930-939.
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (ÇSGB), (2016). Asgari ücretin net hesabı ve işverene maliyeti. 8 Aralık 2016 tarihinde https://www.csgeb.gov.tr/media/2985/2015_birincialtiay.pdf adresinden erişilmiştir.
- Çevre Koruma ve Ambalaj Atıkları Değerlendirme Vakfı (ÇEVKO) (2016), 12 Kasım 2016 tarihinde <http://www.cevko.org.tr/> adresinden erişilmiştir.
- Çevre Mühendisleri Odası (ÇMO) (2016). Çevre mühendisi asgari ücret tarifesı, 8 Aralık 2016 tarihinde http://www.cmo.org.tr/mesleki_denetim/asgari_ucret_tarifesi.php, adresinden erişilmiştir.

- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2016). Çevresel Etki Değerlendirmesi İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü. 16 Ekim 2016 tarihinde <http://www.csb.gov.tr/gm/ced/index.php?Sayfa=sayfaicerik&IcId=664> adresinden erişilmiştir.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2016). Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği. 14 Aralık 2016 tarihinde webdosya.csb.gov.tr/db/sakarya/webmenu/webmenu36675.docx adresinden erişilmiştir.
- Dat, L. Q., Linh, D. T. T., Chou, S. Y., & Vincent, F. Y. (2012). Optimizing reverse logistic costs for recycling end-of-life electrical and electronic products. *Expert Systems with Applications*, 39(7), 6380-6387.
- De Brito, M. (2004). *Managing reverse logistics or reversing logistics management?* (No. ERIM PhD Series; EPS-2004-035-LIS).
- De Brito, M. P., & Dekker, R. (2004). A framework for reverse logistics. In *Reverse Logistics* (pp. 3-27). Heidelberg: Springer Berlin.
- De Brito, M., & Dekker, R. (2002). *Reverse logistics-a framework*, *Econometric Institute Report* (No. EI 2002-38).
- Deb, K., Miettinen, K. & Sharma, D. (2009). A hybrid integrated multi-objective optimization procedure for estimating nadir point. In M. Ehrgott, C. M. Fonseca, X. Gandibleux, J. Kao Hao & M. Sevaux (Eds.), *Evolutionary multi-criterion optimization* (pp. 569- 583). Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.
- Deckro, R. F. (1977). Multiple objective districting: a general heuristic approach using multiple criteria. *Journal of the Operational Research Society*, 28(4), 953-961.
- Değerlendirilebilir Atık Malzemeler Sanayicileri Derneği (TÜDAM) (2016). 19 Ekim 2016 tarihinde <http://www.tudam.org.tr/> adresinden erişilmiştir.
- De Jaeger, S., & Rogge, N. (2014). Cost-efficiency in packaging waste management: The case of Belgium. *Resources, Conservation and Recycling*, 85(2014), 106-115.
- Dixon-Hardy, D. W., & Curran, B. A. (2009). Types of packaging waste from secondary sources (supermarkets)–The situation in the UK. *Waste management*, 29(3), 1198-1207.
- Dowlathshahi, S. (2000). Developing a theory of reverse logistics. *Interfaces*, 30(3), 143-155.

- Dyson, R. G., Allen, R., Camanho, A. S., Podinovski, V. V., Sarrico, C. S., & Shale, E. A. (2001). Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of operational research*, 132(2), 245-259.
- Ebrahimnejad, A., & Tavana, M. (2014). An interactive MOLP method for identifying target units in output-oriented DEA models: The NATO enlargement problem. *Measurement*, 52(2014), 124-134.
- Ecker, J. G., & Kouada, I. A. (1975). Finding efficient points for linear multiple objective programs. *Mathematical Programming*, 8(1), 375-377.
- Ehrgott, M. & Wiecek, M. M. (2005). Multiobjective programming. In J. Figueira, S. Greco & M. Ehrgott (Eds.), *Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys* (pp. 667- 722). Boston: Springer Science + Business Media, Inc.
- Expósito, A., & Velasco, F. (2018). Municipal solid-waste recycling market and the European 2020 Horizon Strategy: A regional efficiency analysis in Spain. *Journal of Cleaner Production*, 172(2018), 938-948.
- Evans, J. P., & Steuer, R. E. (1973). A revised simplex method for linear multiple objective programs. *Mathematical Programming*, 5(1), 54-72.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of The Royal Statistical Society*, 120(3), 253-290.
- Fleischmann, M., Bloemhof-Ruwaard, J. M., Dekker, R., Van der Laan, E., Van Nunen, J. A., & Van Wassenhove, L. N. (1997). Quantitative models for reverse logistics: A review. *European journal of operational research*, 103(1), 1-17.
- Fleischmann, M., Krikke, H. R., Dekker, R., & Flapper, S. D. P. (2000). A characterisation of logistics networks for product recovery. *Omega*, 28(6), 653-666.
- French, M. (2018). *Fundamentals of Optimization: Methods, Minimum Principles, and Applications for Making Things Better*. Switzerland: Springer.
- Friedman, L., & Sinuany-Stern, Z. (1998). Combining ranking scales and selecting variables in the DEA context: The case of industrial branches. *Computers & Operations Research*, 25(9), 781-791.
- García-Sánchez, I. M. (2008). The performance of Spanish solid waste collection. *Waste Management & Research*, 26(4), 327-336.

- Gass, S., & Saaty, T. (1955). The computational algorithm for the parametric objective function. *Naval Research Logistics (NRL)*, 2(1-2), 39-45.
- Gelir İdaresi Başkanlığı (GİB) (2016). Amortisman oranları. 8 Aralık 2016 tarihinde http://www.gib.gov.tr/sites/default/files/fileadmin/user_upload/Yararli_Bilgiler/amortisman_oranlari.pdf, adresinden erişilmiştir.
- Gelir İdaresi Başkanlığı, (2014). Asgari ölçüde arsa ve arazi metrekaresi birim değerleri. 8 Aralık 2016 tarihinde https://intvd.gib.gov.tr/2014_Emlak_Arsa/, adresinden erişilmiştir.
- Gelir İdaresi Başkanlığı, (2016). Kira geliri elde edenler için beyanname düzenleme rehberi 8 Aralık 2016 tarihinde http://www.gib.gov.tr/sites/default/files/fileadmin/beyannamerehberi/2016_kirageliri.pdf, adresinden erişilmiştir.
- Geoffrion, A. M., Dyer, J. S., & Feinberg, A. (1972). An interactive approach for multi-criterion optimization, with an application to the operation of an academic department. *Management science*, 19(4-part-1), 357-368.
- Ghasemi, M. R., Ignatius, J., & Emrouznejad, A. (2014). A bi-objective weighted model for improving the discrimination power in MCDEA. *European Journal of Operational Research*, 233(3), 640-650.
- Ginter, P. M., & Starling, J. M. (1978). Reverse distribution channels for recycling. *California Management Review*, 20(3), 72-82.
- Golany, B. (1988). An interactive MOLP procedure for the extension of DEA to effectiveness analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 39(8), 725-734.
- Golany, B., & Roll, Y. (1989). An application procedure for DEA. *Omega*, 17(3), 237-250.
- Guiltnan, J. P., & Nwokoye, N. G. (1975). Developing distribution channels and systems in the emerging recycling industries. *International Journal of Physical Distribution*, 6(1), 28-38.
- Gungor, A., & Gupta, S. M. (1999). Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey. *Computers & Industrial Engineering*, 36(4), 811-853.
- Hadi-Vencheh, A., & Mohamadghasemi, A. (2011). A fuzzy AHP-DEA approach for multiple criteria ABC inventory classification. *Expert Systems with Applications*, 38(4), 3346-3352.

- Hage, O., & Söderholm, P. (2008). An econometric analysis of regional differences in household waste collection: the case of plastic packaging waste in Sweden. *Waste management*, 28(10), 1720-1731.
- Hanay, Ö., & Koçer, N. (2006). Elazığ kenti katı atıkları geri kazanım potansiyelinin belirlenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(4), 507-511.
- Hassan-Shirdel, G., & Mortezaee, A. (2015). A DEA-based approach for the multi-criteria assignment problem. *Croatian Operational Research Review*, 6(1), 145-154.
- Hatefi, S. M., & Torabi, S. A. (2010). A common weight MCDA–DEA approach to construct composite indicators. *Ecological Economics*, 70(1), 114-120.
- Hinojosa, M. A., & Mármol, A. M. (2011). Axial solutions for multiple objective linear problems. An application to target setting in DEA models with preferences. *Omega*, 39(2), 159-167.
- Huang, Y. T., Pan, T. C., & Kao, J. J. (2011). Performance assessment for municipal solid waste collection in Taiwan. *Journal of environmental management*, 92(4), 1277-1283.
- Huguenin, J. M. (2015). Data Envelopment Analysis and non-discretionary inputs: How to select the most suitable model using multi-criteria decision analysis. *Expert Systems with Applications*, 42(5), 2570-2581.
- Hurda Fiyatları (hurdafiyatlari.org) (2017) Geri Dönüştürülebilir Malzemeler 2015 Fiyatları. 15 Kasım 2017 tarihinde <http://www.hurdafiyatlari.org> adresinden erişilmiştir.
- Hwang, C. L. & Masud, A. S. M. (1979). *Multiple objective decision making - methods and applications: a state-of-the-art survey*. New York: Springer-Verlag.
- Hwang, C. L. & Yoon, K. (1981). *Multiple attribute decision making methods and applications: A state-of-the-art survey*. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Hwang, C. L., Lai, Y. J., & Liu, T. Y. (1993). A new approach for multiple objective decision making. *Computers & operations research*, 20(8), 889-899.
- Ichinose, D., Yamamoto, M., & Yoshida, Y. (2013). Productive efficiency of public and private solid waste logistics and its implications for waste management policy. *IATSS Research*, 36(2), 98-105.

- Ilgin, M. A., & Gupta, S. M. (2010). Environmentally conscious manufacturing and product recovery (ECMPRO): a review of the state of the art. *Journal of environmental management*, 91(3), 563-591.
- Inderfurth, K. (2004). Product recovery behaviour in a closed loop supply chain. In *Supply Chain Management and Reverse Logistics*, Ed. Dyckhoff, H., Lackes, R. & Reese, J. (pp. 91-113). Heidelberg: Springer Berlin.
- Isermann, H. (1977). The enumeration of the set of all efficient solutions for a linear multiple objective program. *Journal of the Operational Research Society*, 28(3), 711-725.
- Jafarian -Moghaddam, A. R., & Ghoseiri, K. (2011). Fuzzy dynamic multi-objective Data Envelopment Analysis model. *Expert Systems with Applications*, 38(1), 850-855.
- Jahanshahloo, G. R., Soleimani-Damaneh, M., & Ghobadi, S. (2015). Inverse DEA under inter-temporal dependence using multiple-objective programming. *European Journal of Operational Research*, 240(2), 447-456.
- Jenkins, L., & Anderson, M. (2003). A multivariate statistical approach to reducing the number of variables in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 147(1), 51-61.
- Jim Wu, Y. C., & Cheng, W. P. (2006). Reverse logistics in the publishing industry: China, Hong Kong, and Taiwan. In. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Ed. B.S. Sahay 36(7), 507-523.
- Joro, T., Korhonen, P., & Wallenius, J. (1998). Structural comparison of data envelopment analysis and multiple objective linear programming. *Management Science*, 44(7), 962-970.
- Kao, H. Y., Chan, C. Y., & Wu, D. J. (2014). A multi-objective programming method for solving network DEA. *Applied Soft Computing*, 24(2014), 406-413.
- Kapetanopoulou, P., & Tagaras, G. (2011). Drivers and obstacles of product recovery activities in the Greek industry. *International Journal of Operations & Production Management*, 31(2), 148-166.
- Kapur, K. C. (1970). Mathematical methods of optimization for multi-objective transportation systems. *Socio-Economic Planning Sciences*, 4(4), 451-467.

- Keshavarz, E., & Toloo, M. (2015). Efficiency status of a feasible solution in the Multi-Objective Integer Linear Programming problems: A DEA methodology. *Applied Mathematical Modelling*, 39(12), 3236-3247.
- Khadivi, M. R., & Ghomi, S. F. (2012). Solid waste facilities location using of analytical network process and data envelopment analysis approaches. *Waste management*, 32(6), 1258-1265.
- Kim, K., Song, I., Kim, J., & Jeong, B. (2006). Supply planning model for remanufacturing system in reverse logistics environment. *Computers & Industrial Engineering*, 51(2), 279-287.
- Kontodimopoulos, N., Bellali, T., Labiris, G., & Niakas, D. (2006). Investigating sources of inefficiency in residential mental health facilities. *Journal of Medical Systems*, 30(3), 169-176.
- Korhonen, P. (2005). Multiobjective mathematical programming. In J. Figueira, S. Greco & M. Ehrgott (Eds.), *Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys* (pp. 641-665). Boston: Springer Science + Business Media, Inc.
- Kornbluth, J. S. H. (1974). Duality, indifference and sensitivity analysis in multiple objective linear programming. *Journal of the Operational Research Society*, 25(4), 599-614.
- Köse, N., Sun, D., Tulum, M., Türegün, A. Y., Yamaner, C., Kırca, Ö., & Süral, H. (2015). Geri Dönüştürülebilir Ambalaj Atıkları Yönetim Sistemi Tasarımı. *Journal of Industrial Engineering (Turkish Chamber of Mechanical Engineers)*, 26(2), 35-51.
- Krikke, H. R. (1998). Recovery strategies and reverse logistic network design. *Universiteit Twente*.
- Kroon, L., & Vrijens, G. (1995). Returnable containers: an example of reverse logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 25(2), 56-68.
- Kuhn, H. W. ,& Tucker, AW (1951). Nonlinear programming. In *Proceedings of 2nd Berkeley Symposium*. Berkeley: University of California Press (pp. 481-492).
- Kumar, S., & Malegeant, P. (2006). Strategic alliance in a closed-loop supply chain, a case of manufacturer and eco-non-profit organization. *Technovation*, 26(10), 1127-1135.

- Lai, Y. J. & Hwang, C. L. (1994). *Fuzzy multiple objective decision making: Methods and applications*. Heidelberg: Springer Verlag Berlin.
- Lawrence, K. D., & Burbidge, J. J. (1976). A multiple goal linear programming model for coordinated production and logistics planning. *The International Journal of Production Research*, 14(2), 215-222.
- Ledón, R. A., & Sobrino, D. R. D. (2014). Priority Index of Production Equipment: A DEA-Based Multi-Criteria Approach to Setting Investment Priorities for Industrial Production Processes. *Applied Mechanics and Materials*, 693, 30-41.
- Lee, S. K., Mogi, G., & Kim, J. W. (2008). Multi-criteria decision making for measuring relative efficiency of greenhouse gas technologies: AHP/DEA hybrid model approach. *Engineering Letters*, 16(4), 493-7.
- Lee, S. K., Mogi, G., Shin, S. C., & Kim, J. W. (2007). An AHP/DEA hybrid model for measuring the relative efficiency of energy efficiency technologies. In *Industrial Engineering and Engineering Management, 2007 IEEE International Conference on* (pp. 55-59). IEEE.
- Lewin, A. Y., Morey, R. C., & Cook, T. J. (1982). Evaluating the administrative efficiency of courts. *Omega*, 10(4), 401-411.
- Li, X. B., & Reeves, G. R. (1999). A multiple criteria approach to data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 115(3), 507-517.
- Liou, J. J., Lee, H. Y., & Yeh, W. C. (2013). A Multiple Objectives Based DEA Model to Explore the Efficiency of Airports in Asia-Pacific. In *Proceedings of the Institute of Industrial Engineers Asian Conference 2013* (pp. 295-302). Singapore: Springer.
- Liu, F. H. F., Huang, C. C., & Yen, Y. L. (2000). Using DEA to obtain efficient solutions for multi-objective 0–1 linear programs. *European Journal of Operational Research*, 126(1), 51-68.
- Loeffe, C. V. (2006). *Conservation and recycling of resources: new research*. New York: Nova Science Pub Incorporated.
- Lotfi, F. H., Jahanshahloo, G. R., Soltanifar, M., Ebrahimnejad, A., & Mansourzadeh, S. M. (2010). Relationship between MOLP and DEA based on output-orientated CCR dual model. *Expert Systems with Applications*, 37(6), 4331-4336.

- Lozano, S., Villa, G., & Adenso-Diaz, B. (2004). Centralised target setting for regional recycling operations using DEA. *Omega*, 32(2), 101-110.
- MacCrimmon, K. R. (1973). An overview of multiple objective decision making. In J. L. Cochrane & M. Zeleny (Eds.), *Multiple criteria decision making* (pp. 18-44). South Carolina: University of South Carolina Press.
- Madlener, R., Antunes, C. H., & Dias, L. C. (2009). Assessing the performance of biogas plants with multi-criteria and data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 197(3), 1084-1094.
- Magrinho, A., Didelet, F., & Semiao, V. (2006). Municipal solid waste disposal in Portugal. *Waste Management*, 26(12), 1477-1489.
- Malczewski, J. (1999). *GIS and multicriteria decision analysis*. USA: John Wiley & Sons, Inc..
- Malekmohammadi, N., Lotfi, F. H., & Jaafar, A. B. (2011). Target setting in data envelopment analysis using MOLP. *Applied Mathematical Modelling*, 35(1), 328-338.
- Marques, R. C., & Simões, P. (2009). Incentive regulation and performance measurement of the Portuguese solid waste management services. *Waste Management & Research*, 27(2), 188-196.
- Masud, A. S., & Hwang, C. L. (1980). An aggregate production planning model and application of three multiple objective decision methods. *International Journal of Production Research*, 18(6), 741-752.
- Masud, A. S., & Ravindran, A. R. (2008). Multiple Criteria Decision Making. In Ravindran, A. R. (Ed.), *Operations research and management science handbook* (pp. (5)1-35). Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Metin, E., Eröztürk, A., & Neyim, C. (2003). Solid waste management practices and review of recovery and recycling operations in Turkey. *Waste Management*, 23(5), 425-432.
- Miettinen, K. (1998). *Nonlinear multiobjective optimization*. New York: Springer Science+Business Media.
- Miller, D. A. (2010). *Garbage and recycling*. Michigan: Lucent Books.

- Monarchi, D. E., Kisiel, C. C., & Duckstein, L. (1973). Interactive multiobjective programming in water resources: A case study. *Water Resources Research*, 9(4), 837-850.
- Murphy, P. (1986). A preliminary study of transportation and warehousing aspects of reverse distribution. *Transportation Journal*, 25(4), 12-21.
- Mutha, A., & Pokharel, S. (2009). Strategic network design for reverse logistics and remanufacturing using new and old product modules. *Computers & Industrial Engineering*, 56(1), 334-346.
- Nakıboğlu, G. (2007). Tersine lojistik: önemi ve dünyadaki uygulamaları. *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(2), 1-16.
- Nataraja, N. R., & Johnson, A. L. (2011). Guidelines for using variable selection techniques in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 215(3), 662-669.
- Neuman, S. P., & Krzysztofowicz, R. (1977). An iterative algorithm for interactive multiobjective programming. *Advances in Water Resources*, 1(1), 1-14.
- Nijkamp, P., & Rietveld, P. (1976). Multi-objective programming models: New ways in regional decision-making. *Regional Science and Urban Economics*, 6(3), 253-274.
- Parthiban, P., Zubar, H. A., & Katarak, P. (2013). Vendor selection problem: a multi-criteria approach based on strategic decisions. *International Journal of Production Research*, 51(5), 1535-1548.
- Payaro, A. (2004). The role of ICT in reverse logistics: a hypothesis of RFID implementation to manage the recovery process. In *Proceedings of the 2004 eChallenges Conference* (Vol. 7).
- Perez, J. S. (1985). *Multiple objective decision making using goal programming techniques: An interactive microcomputer approach*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Graduate College of Texas A&M University, Texas.
- Pericot, N. G., Sáez, P. V., Merino, M. D. R., & Carrasco, O. L. (2014). Production patterns of packaging waste categories generated at typical Mediterranean residential building worksites. *Waste Management*, 34(11), 1932-1938.

- Ploskas, N., Stiakakis, E., & Fouliras, P. (2015). Assessing computer network efficiency using data envelopment analysis and multicriteria decision analysis techniques. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 22(5-6), 260-278.
- Pongracz, E. (2007). The environmental impacts of packaging. In M. Kutz (Ed), *Environmentally Conscious Materials and Chemicals Processing* (pp. 237-278). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Pohlen, T. L., & Theodore Farris, M. (1992). Reverse logistics in plastics recycling. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 22(7), 35-47.
- Ramanathan, R. (2003). *An Introduction to Data Envelopment Analysis: A Tool for Performance Measurement*. California: Sage Publications.
- Raut, R. D. (2014). An integrated Delphi-AHP-DEA-LPP multi criteria decision making approach for supplier selection and order quantity allocation system. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 18(3), 366-393.
- Ravi, V., Shankar, R., & Tiwari, M. K. (2005). Analyzing alternatives in reverse logistics for end-of-life computers: ANP and balanced scorecard approach. *Computers & industrial engineering*, 48(2), 327-356.
- Resmi Gazete (29300 numaralı) (2015). Mimarlık ve mühendislik hizmet bedellerinin hesabında kullanılacak 2015 yılı yapı yaklaşık birim maliyetleri hakkında tebliğ. 8 Aralık 2016 tarihinde <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/03/20150319-13.htm>, adresinden erişilmiştir.
- Ritzman, L., Bradford, J., & Jacobs, R. (1979). A multiple objective approach to space planning for academic facilities. *Management Science*, 25(9), 895-906.
- Rogers, D. S., & Tibben-Lembke, R. (2001). An examination of reverse logistics practices. *Journal of business logistics*, 22(2), 129-148.
- Rogers, D. S., & Tibben-Lembke, R. S. (1998). *Going backwards: reverse logistics trends and practices* (Vol. 2). Pittsburgh, PA: Reverse Logistics Executive Council.
- Rogge, N., & De Jaeger, S. (2012). Evaluating the efficiency of municipalities in collecting and processing municipal solid waste: A shared input DEA-model. *Waste management*, 32(10), 1968-1978.

- Rogoff, M. J., & Williams, J. F. (1994). *Approaches to implementing solid waste recycling facilities*. New Jersey: Noyes Publications.
- Romero, C. (1991). *Handbook of Critical Issues in Goal Programming*. Great Britain: Pergamon Press.
- Romero, C., & Rehman, T. (2003). *Multiple Criteria Analysis for Agricultural Decisions*. Amsterdam: Elsevier Science.
- Roy, B. (1971). Problems and methods with multiple objective functions. *Mathematical programming*, 1(1), 239-266.
- Rubem, A. P. S., & Brandão, L. C. (2015). Multiple criteria data envelopment analysis—an application to UEFA EURO 2012. *Procedia Computer Science*, 55(2015), 186-195.
- San Cristóbal, J. R. (2011). A multi criteria data envelopment analysis model to evaluate the efficiency of the Renewable Energy technologies. *Renewable Energy*, 36(10), 2742-2746.
- Sarkis, J. (2000). A comparative analysis of DEA as a discrete alternative multiple criteria decision tool. *European journal of operational research*, 123(3), 543-557.
- Sarkis, J. (2003). A strategic decision framework for green supply chain management. *Journal of cleaner production*, 11(4), 397-409.
- Sen, P., Roy, M., & Pal, P. (2017). Evaluation of environmentally conscious manufacturing programs using a three-hybrid multi-criteria decision analysis method. *Ecological Indicators*, 73(2017), 264-273.
- Sexton, T.R., Silkman, R.H. & Hogan, A.J., (1986). Data envelopment analysis: critique and extensions. In: Silkman, R.H. (Ed.), *Measuring efficiency: an assessment of data envelopment analysis* (pp. 73– 105). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Shih, C. J., & Chang, C. J. (1995). Pareto optimization of alternative global criterion method for fuzzy structural design. *Computers & structures*, 54(3), 455-460.
- Simon, H. A. (1955). A behavioral model of rational choice. *The quarterly journal of economics*, 69(1), 99-118.
- Sinuany-Stern, Z., Mehrez, A., & Hadad, Y. (2000). An AHP/DEA methodology for ranking decision making units. *International Transactions in Operational Research*, 7(2), 109-124.

- Srivastava, S. K., & Srivastava, R. K. (2006). Managing product returns for reverse logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 36(7), 524-546.
- Steuer, R. E. (1976). Multiple objective linear programming with interval criterion weights. *Management Science*, 23(3), 305-316.
- Steuer, R. E., & Oliver, R. L. (1976). An application of multiple objective linear programming to media selection. *Omega*, 4(4), 455-462.
- Steuer, R. E., & Schuler, A. T. (1978). An interactive multiple-objective linear programming approach to a problem in forest management. *Operations Research*, 26(2), 254-269.
- Steven, M. (2004). Networks in reverse logistics. In *Supply chain management and reverse logistics*, Ed. Dyckhoff, H., Lackes, R. & Reese, J. (pp. 163-180). Heidelberg: Springer Berlin.
- Stewart, T. J. (1996). Relationships between data envelopment analysis and multicriteria decision analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 47(5), 654-665.
- Şengül, Ü. (2010). Atıkların Geri Dönüşümü ve Tersine Lojistik. *PARADOKS Ekonomi, Sosyoloji ve Politika Dergisi*, 6(1), 73-86.
- Tabucanon, M. T. (1988). *Multiple Criteria Decision Making in Industry*. Elsevier Science Publishers B. V.: Amsterdam.
- Taylan, O., Alidrisi, H., & Kabli, M. (2014). A multi-criteria decision-making approach that combines fuzzy topsis and DEA methodologies. *South African Journal of Industrial Engineering*, 25(3), 39-56.
- Thanassoulis, E., Dyson, R. G., & Foster, M. J. (1987). Relative efficiency assessments using data envelopment analysis: an application to data on rates departments. *Journal of the Operational Research Society*, 38(5), 397-411.
- Thanassoulis, E. (2001). *Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: A foundation text with integrated software*. New York: Springer Science+Business Media.
- Thierry, M., Salomon, M., Van Nunen, J., & Van Wassenhove, L. (1995). Strategie issues in product recovery management. *California management review*, 37(2), 114-135.

- Toffel, M. W. (2003). The growing strategic importance of end-of-life product management. *California Management Review*, 45(3), 102-129.
- Turan, N. G., Çoruh, S., Akdemir, A., & Ergun, O. N. (2009). Municipal solid waste management strategies in Turkey. *Waste Management*, 29(1), 465-469.
- Türk Dil Kurumu (TDK) (2016). Türkçe sözlük 20 Eylül 2016 tarihinde http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.5910c5f6284171.61675234 adresinden erişilmiştir.
- Umarusman, N., & Türkmen, A. (2013). Building optimum production settings using De Novo programming with global criterion method. *International Journal of Computer Applications*, 82(18), 12-15.
- Umarusman, N. (2018). *Çok Amaçlı Doğrusal Programlama Problemlerinin Çözümde Kullanılan Yöntemler*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Vassiloglou, M., & Giokas, D. (1990). A study of the relative efficiency of bank branches: an application of data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 41(7), 591-597.
- Vergheze, K., Crossin, E. & Jollands, M. (2012). Packaging Materials. In K. Vergheze, H. Lewis & L. Fitzpatrick (Eds), *Packaging for Sustainability* (pp. 211-250). London: Springer.
- Verma, M. K., Mukherjee, V., & Yadav, V. K. (2016). Greenfield distribution network expansion strategy with hierarchical GA and MCDEA under uncertainty. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 79(2016), 245-252.
- Wadhwa, S., Madaan, J., & Chan, F. T. S. (2009). Flexible decision modeling of reverse logistics system: A value adding MCDM approach for alternative selection. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 25(2), 460-469.
- Wagner, J. M., & Shimshak, D. G. (2007). Stepwise selection of variables in data envelopment analysis: Procedures and managerial perspectives. *European journal of operational research*, 180(1), 57-67.
- Wang, H. (2015). A generalized MCDA–DEA (multi-criterion decision analysis–data envelopment analysis) approach to construct slacks-based composite indicator. *Energy*, 80(2015), 114-122.

- Wang, W. K., Lu, W. M., & Liu, P. Y. (2014). A fuzzy multi-objective two-stage DEA model for evaluating the performance of US bank holding companies. *Expert Systems with Applications*, 41(9), 4290-4297.
- Wells, P., & Seitz, M. (2005). Business models and closed-loop supply chains: a typology. *Supply Chain Management: An International Journal*, 10(4), 249-251.
- Wiel, A. V. D., Bossink, B., & Masurel, E. (2012). Reverse logistics for waste reduction in cradle-to-cradle-oriented firms: waste management strategies in the Dutch metal industry. *International Journal of Technology Management*, 60(1-2), 96-113.
- Worthington, A. C., & Dollery, B. E. (2001). Measuring efficiency in local government: an analysis of New South Wales municipalities' domestic waste management function. *Policy Studies Journal*, 29(2), 232-249.
- Wöber, K. W., & Fesenmaier, D. R. (2004). A multi-criteria approach to destination benchmarking: A case study of state tourism advertising programs in the United States. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 16(2-3), 1-18.
- Yadav, V. K., Jha, D. K., & Chauhan, Y. K. (2012). A Multi Criteria DEA approach to performance evaluation of Indian thermal power plants. In *Power System Technology (POWERCON), 2012 IEEE International Conference on* (pp. 1-5). IEEE.
- Yager, R. R. (1977). Multiple objective decision-making using fuzzy sets. *International Journal of Man-Machine Studies*, 9(4), 375-382.
- Yang, Z. (2009). Bank branch operating efficiency: a DEA approach. In *Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists, 18-20 March 2009*, (Vol. 2, pp. 18-20).
- Yang, Z., & Liang, L. (2009). A multi-objective DEA approach in Chinese University evaluation. In *2009 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering* (pp. 400-403). IEEE.
- Yaralıoğlu, K. & Umarusman, N. (2010). Çok amaçlı doğrusal programlamadan sistem tasarımı: De Novo. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(4), 61-74.
- Youghbaré, J. W., & Teghem, J. (2007). Relationships between Pareto optimality in multi-objective 0–1 linear programming and DEA efficiency. *European journal of operational research*, 183(2), 608-617.

- Yu, J. R., Tzeng, Y. C., Tzeng, G. H., Yu, T. Y., & Sheu, H. J. (2004). A fuzzy multiple objective programming to DEA with imprecise data. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 12(5), 591-600.
- Yu, P. L. (1973). A class of solutions for group decision problems. *Management Science*, 19(8), 936-946.
- Yu, P. L., & Zeleny, M. (1975). The set of all nondominated solutions in linear cases and a multicriteria simplex method. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 49(2), 430-468.
- Yun, Y. B., Nakayama, H., & Arakawa, M. (2004). Multiple criteria decision making with generalized DEA and an aspiration level method. *European Journal of Operational Research*, 158(3), 697-706.
- Zaim, S., Bayyurt, N., Turkyilmaz, A., Solakoglu, N., & Zaim, H. (2008). Measuring and evaluating efficiency of hospitals through total quality management: A multi-criteria data envelopment analysis model. *Journal of Transnational Management*, 12(4), 77-97.
- Zeleny, M. (1973). Compromise Programming. In J. L. Cochrane & M. Zeleny (Eds.), *Multiple criteria decision making* (pp. 262-301). South Carolina: University of South Carolina Press.
- Zeleny, M. (1982). *Multiple Criteria sDecision Making*. Boston: McGraw- Hill Book Company.
- Zeleny, M. (2005). *Human systems management : integrating knowledge, management and systems*. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Zhao, M. Y., Cheng, C. T., Chau, K. W., & Li, G. (2006). Multiple criteria data envelopment analysis for full ranking units associated to environment impact assessment. *International Journal of Environment and Pollution*, 28(3-4), 448-464.
- Zikmund, W. G., & Stanton, W. J. (1971). Recycling solid wastes: a channels-of-distribution problem. *The Journal of Marketing*, 35(3), 34-39.
- Zionts, S. (1977). Integer linear programming with multiple objectives. *Annals of Discrete Mathematics*, 1(1977), 551-562.
- Zionts, S. (1988). Multiple criteria mathematical programming: an updated overview and several approaches. In G. Mitra, H. J. Greenberg, F. A. Lootsma, M. J. Rijckaert & H.

- J. Zimmermann (Eds.), *Mathematical models for decision support* (pp. 135-167). Grünstadt: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Zionts, S. (1989). Multiple criteria mathematical programming: an updated overview and several approaches. In B. Karpak & S. Zionts (Eds.), *Multiple criteria decision making and risk analysis using microcomputers* (pp. 7-60). Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.
- Zionts, S., & Wallenius, J. (1976). An interactive programming method for solving the multiple criteria problem. *Management science*, 22(6), 652-663.
- Zuluaga, J. P. S., & Lourenço, H. R. (2002). A recoverable production planning model. *Barcelona: Universitat Pompeu Fabra*, 1-39.





EKLER

EK 1: Veri Toplama Formu

GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİR AMBALAJ ATIKLARINI TOPLAMA VE AYIRMA TESİSLERİ (TAT) ETKİNLİKLERİNİN HİBRİD BİR MODEL ÖNERİSİ İLE İNCELENMESİ

Araştırmanın temel amacı İç Anadolu Bölgesinde faaliyet gösteren TAT'ların girdi ve çıktı odaklı etkinliklerini belirlemek ve bu etkinlik değerleri baz alınarak tesisler hakkında çıkarımlar yapıp, öneriler sunmaktır. Çünkü kullanılmış materyallerin doğadan arındırılması ile çevre kirliliğinin önüne geçmek ve söz konusu materyallerin tekrar ekonomiye kazandırılması işlemi olan geri dönüşümün, ilk ve en temel süreci olan toplama ve ayırma işlemini yürüten tesislerin etkinlikleri, geri dönüşüm sektörü için çok değerli bir girdi sağlayacaktır. Ayrıca bu çalışma da kullanılacak yöntemler bir bütün olarak daha önce herhangi bir akademik çalışmada kullanılmadığından önerilecek model alanyazına bir katkı sağlayacaktır.

Çalışmada kullanılacak verilerin tesislerin özel bilgilerini içermemesi için “İl Çevre Müdürlüğü” ve “Çevre ve Şehircilik Bakanlığı” ile paylaşılan bilgiler içermesi sağlanmıştır.

- Çalışmada şirketlerden edinilen bilgiler kesinlikle üçüncü kişiler ile paylaşılmayacak ve şirket isimleri tez çalışmasında zikredilmeyecektir. Her bir tesisten sadece bir karar verme birimi olarak bahsedilecektir.
- Çalışmanın çıkarımları yapılırken akademik ahlak ve etik kuralları çerçevesinde kesinlikle tarafsız yorumlara yer verilecek ve herhangi bir tesisi işaret eden yorumlardan kaçınılacaktır.
- Çalışmanın sonucunda yazılacak olan tezin elektronik kopyası çalışmaya katılan tüm tesisler ile paylaşılarak tesislere katkı sağlaması amaçlanmıştır.

Bu metin bilgilendirme amaçlı olmayıp bir taahhüt niteliğindedir. Söz konusu bu çalışmaya vereceğiniz katkılar için şimdiden teşekkür ederiz.

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Nurullah UMARUSMAN

Tez Öğrencisi

Talip ARSU

Personel	Sayı
Toplama Personeli	
Ayırma Personeli	
Şoför	
İdari Personel	
Büro Personeli	
Diğer (.....)	

Araç	Sayı
Toplama Aracı	
Forklift	
Vinç	
Özel Amaçlı Taşıma Aracı	
Kamyon/Tır	
Diğer (.....)	

Kutu	Sayı
Geri Dönüşüm Kutusu (Küçük)	
Geri Dönüşüm Kutusu (Bölmeli)	
Konteyner	
Kumbara	
Çöp Torbası	
Diğer (.....)	

Atık Alınan Kurum	Sayı
Devlet Kurumu	
Fabrika	
Özel İşletme	
AVM	
Market	
Diğer (.....)	

Tesis Kapasitesi (Ton/Yıl)	
Tesisin Büyüklüğü (M²)	
Toplanan Atık Miktarı (Ton/Yıl)	
Ayrıştırılan Materyalin Satıldığı GDT Sayısı	
Atık Toplanan Bölge	
Atık Toplama Araçlarının Günlük Aldığı Ortalama Yol (Km/Gün)	

Ayrıştırılan Kağıt Miktarı (Ton/Yıl)	
Ayrıştırılan Cam Miktarı (Ton/Yıl)	
Ayrıştırılan Plastik Miktarı (Ton/Yıl)	
Ayrıştırılan Metal Miktarı (Ton/Yıl)	
Diğer (.....) (Ton/Yıl)	

Kağıt Satış Fiyatı (TL/Ton)	
Cam Satış Fiyatı (TL/Ton)	
Plastik Satış Fiyatı (TL/Ton)	
Metal Satış Fiyatı (TL/Ton)	
Diğer (.....) Satış Fiyatı (TL/Ton)	

Toplama Maliyeti (Araç başına personel maliyeti ve amortisman dahil)	
Ayırma Maliyeti (Personel maliyeti dahil)	
Yapı Maliyeti (Tesis yapım Maliyeti)	
Yer Maliyeti (Tesisin bulunduğu alanın kira bedeli)	
Materyal Maliyeti (Toplama ve ayırma için kullanılan materyal maliyeti)	
Ortalama Şoför Maaşı	
Ortalama Toplama Personeli Maaşı	
Ortalama Ayırma Personeli Maaşı	

EK 2: Uzman Görüş Formu

Merhaba Sayın Katılımcı,

Bu formun amacı “Geri Dönüştürülebilir Ambalaj Atıklarını Toplama- Ayırma Tesisleri (TAT) Etkinliklerinin Hibrid Bir Model Önerisi İle İncelenmesi” konulu tez çalışmasında kullanılacak olan girdi-çıktı değişkenlerinin seçiminde uzman görüşünden kaynaklanabilecek subjektif tutarsızlığın önüne geçmektir. Bu amaçla sizden aşağıdaki tabloda alanyazın ve uzman görüşleri göz önünde bulundurularak oluşturulan veri setini incelemenizi ve söz konusu verinin bir TAT için girdi mi, yoksa çıktı mı olduğuna karar vermenizi rica ediyoruz.

Dr. Öğr. Üyesi Nurullah UMARUSMAN

Talip ARSU

Değişkenler	Girdi	Çıktı
Tesisin Çalışan Sayısı (L)		
Tesisin Toplam Araç Sayısı (L)		
Tesis Kapasitesi (L)		
Tesisin Büyüklüğü		
Ambalaj Atığı Alınan Kurum Sayısı (L)		
Ambalaj Atığı Alınan Fabrika ve Özel İşletme Sayısı (L)		
Ambalaj Atığı Alınan AVM Sayısı (L)		
Ambalaj Atığı Alınan Market Sayısı (L)		
Tesisin Toplu Yaşam Alanlarına Dağıttığı İç Mekan Kutusu Sayısı (L)		
Tesisin Toplu Yaşam Alanlarına Dağıttığı Konteyner/Kumbara/Kafes Sayısı (L)		
Tesisin Dağıttığı Çöp Torbası Miktarı (L)		
Tesisin Yapı Maliyeti (L)		
Tesisin Arazi Maliyeti (L)		
Tesisin Yönetim ve Malzeme Maliyeti (L)		
Tesisin Makine ve Teçhizat Maliyeti (L)		
Tesisin Ambalaj Atığı Toplama Maliyeti (L)		
Tesisin Ambalaj Atığı Ayırma Maliyeti (L)		
Tesis Başına Düşen Nüfus (L)		
Tesis Başına Düşen Konut Sayısı (L)		
Tesisin Bulunduğu İldeki Nüfus Yoğunluğu (L)		
Tesisin Bulunduğu İldeki İnsanların Aylık Ücret Düzeyi (L)		
Tesisin Bulunduğu İlin Yaşam Kalitesi İndeksi		
Tesisin Bulunduğu İldeki Önlisans, Lisans ve Lisans Üstü Mezunu Nüfusun 25+ Yaş Nüfusa Oranı		
Tesisin Bulunduğu İldeki Kişi Başı Ortalama Atık Miktarı (L)		
Tesisin Bulunduğu İldeki Hane Geliri İçinde Gıda ve Alkolsüz İçecek/ Alkollü İçecek, Sigara ve Tütün Alımı Yüzdesi		
Tesisin Topladığı Atık Miktarı (L)		
Toplanan ve Tesiste Ayrıştırılan Kağıt Miktarı (L)		
Toplanan ve Tesiste Ayrıştırılan Plastik Miktarı (L)		
Toplanan ve Tesiste Ayrıştırılan Cam Miktarı (L)		
Toplanan ve Tesiste Ayrıştırılan Metal Miktarı (L)		
Toplanan ve Tesiste Ayrıştırılan Diğer Ambalaj Atığı Miktarı (L)		
Tesiste Ayrıştırılan ve GDT'lere Satılan Ambalaj Atığından Elde Edilen Gelir (L)		
Ayrıştırılan materyalin satıldığı GDT Sayısı (L)		

EK 3: Girdiler ve Çıktılar Arasındaki Korelasyon

	AKM	APM	ACM	AMM	ADA	AEG	AMG
TÇS	0.466	0.467	0.400	0.373	0.022	0.428	0.547
TAS	0.584	0.406	0.441	0.482	0.059	0.495	0.434
TKA	0.590	0.320	0.449	0.478	0.180	0.617	0.469
TBU	0.158	0.087	0.090	0.159	-0.038	0.102	0.077
AKS	0.541	0.429	0.515	0.521	0.180	0.445	0.573
AFS	0.224	0.365	0.117	0.356	0.281	0.323	0.338
AAS	0.493	0.262	0.406	0.348	0.026	0.347	0.379
AMS	0.165	0.099	0.243	0.208	0.155	0.035	0.310
IKS	0.529	0.424	0.498	0.468	0.172	0.416	0.552
KKS	0.442	0.331	0.491	0.389	0.165	0.335	0.450
ÇTM	0.465	0.317	0.605	0.438	0.297	0.363	0.404
TYM	0.459	0.235	0.289	0.285	0.049	0.385	0.290
TAM	0.457	0.330	0.175	0.177	0.043	0.449	0.235
TMM	0.512	0.386	0.594	0.530	0.160	0.478	0.500
TTM	0.549	0.319	0.350	0.305	0.114	0.536	0.400
TOM	0.617	0.472	0.459	0.511	0.079	0.507	0.554
AAM	0.381	0.446	0.424	0.292	0.074	0.371	0.507
TDS	0.571	0.246	0.508	0.459	0.261	0.514	0.556
TDK	0.564	0.267	0.505	0.472	0.283	0.537	0.536
INY	0.254	0.187	0.193	0.130	-0.013	0.221	0.225
IUD	0.324	0.218	0.178	0.126	0.062	0.300	0.231
IYK	0.353	0.225	0.152	0.192	0.115	0.364	0.288
ILM	0.313	0.276	0.213	0.161	0.039	0.364	0.244
KOA	0.441	0.113	0.337	0.322	0.018	0.294	0.297
HGY	-0.408	-0.301	-0.244	-0.205	-0.040	-0.414	-0.320
TAM	0.764	0.625	0.449	0.555	0.127	0.950	0.460

İrdilerin Kendi Arasındaki Korelasyonu

İrdilerin Kendi Arasındaki Korelasyonu

EK 5: Çıktıların Kendi Arasındaki Korelasyon

AKM							
AKM	1	APM					
APM	0.494	1	ACM				
ACM	0.491	0.208	1	AMM			
AMM	0.593	0.357	0.558	1	ADA		
ADA	-0.025	0.024	0.275	0.100	1	AEG	
AEG	0.719	0.782	0.362	0.524	0.139	1	AMG
AMG	0.540	0.483	0.529	0.499	0.039	0.457	1

EK 6: Modelde Kullanılan Girdilerin Değişken Değerleri

KVB	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19
KVB1	55.41	9.99	0	30	0	0	47	0	22.09	3.99	141.87	32.67	394.21	122.14	219.83	0.51	13.72	1.01	96
KVB2	2.88	10	0	10	0	0	4	0	16.55	4	67.93	17.82	97.62	17.45	11.43	0.51	13.72	1.01	20
KVB3	14.41	3	566	20	2	68	50	0.24	16.12	1.05	153.64	32.67	488.1	52.35	57.18	0.51	13.72	1.01	108
KVB4	5.4	2.24	0	6	0	0	37	0	9.91	0.78	157.77	17.82	401.66	52.35	21.42	0.51	13.72	1.01	6
KVB5	19.32	3.6	0	13	0	0	0	0	16.63	3.6	83.4	32.67	300.31	69.79	76.65	0.51	13.72	1.01	43.2
KVB6	51	6.4	38	14	6	97	38	0	19.03	137.6	196.96	32.67	525.35	314.08	357.8	0.62	42.85	1.1	35
KVB7	16	1	0	2	0	0	0	0	14.54	12.5	65.95	32.67	304.04	17.45	112.25	0.62	42.85	1.1	150
KVB8	37.44	2	121	0	0	0	130	0.4	15.26	30	510.43	32.67	1156.55	174.49	262.67	0.62	42.85	1.1	153.75
KVB9	23.5	3	206	0	7	0	53	56	16.12	91.5	696.08	32.67	1539.58	279.18	164.87	0.62	42.85	1.1	150
KVB10	67.2	8	371	1	12	0	600	57.6	20.39	124	1539.26	32.67	2760.23	575.81	471.46	0.62	42.85	1.1	150
KVB11	38.21	8	2	40	0	0	150	0	20.39	48	210.15	32.67	882.31	348.97	268.06	0.62	42.85	1.1	180
KVB12	33.02	1.5	104	24863	0	22	40	0	14.84	18.75	193.05	32.67	788.42	174.49	231.69	0.62	42.85	1.1	90
KVB13	35	1.8	71	170	2	0	17	9.6	15.09	22.5	258.47	32.67	591.31	139.59	245.55	0.62	42.85	1.1	270
KVB14	36.72	1.03	22	20	3	0	330	0	14.84	2.32	768.15	32.67	618.47	122.14	257.62	0.62	42.85	1.1	93.6
KVB15	27.6	2	57	60	0	160	123	0.4	15.26	25	268.62	32.67	600.62	139.59	193.64	0.62	42.85	1.1	145
KVB16	11.25	1.6	90	3	0	0	50	0	14.92	2.16	157.35	32.67	304.04	174.49	78.93	0.62	42.85	1.1	36
KVB17	20.99	10	51	200	0	0	70	0	22.1	22.5	266.18	32.67	484.38	296.63	147.25	0.62	42.85	1.1	48
KVB18	40	2.05	188	516	9	0	111	48	15.31	25.63	709.05	32.67	1060.79	191.94	280.63	0.62	42.85	1.1	360
KVB19	36	1	95	90	5	0	100	64	14.54	3	565.05	32.67	600.62	34.9	252.57	0.62	42.85	1.1	60
KVB20	20.52	5	30	260	2	0	4	0	17.83	45	180.13	32.67	488.1	87.24	143.96	0.62	42.85	1.1	30
KVB21	22.64	2.25	0	3	2	0	0	0	15.48	28.18	118.3	32.67	225.04	17.45	158.87	0.62	42.85	1.1	100
KVB22	11.3	1.5	0	15	0	0	0	0	14.84	18.75	138.75	32.67	202.69	69.79	79.28	0.62	42.85	1.1	60
KVB23	14.08	7	30		0	0	175	0	19.54	15.75	245.07	32.67	307.76	87.24	98.75	0.62	42.85	1.1	8.2
KVB24	18.36	1.8	0	10	5	0	0	0	15.09	45	83.4	32.67	401.66	191.94	128.81	0.62	42.85	1.1	120
KVB25	21.24	11	101	200	2	0	0	0	22.96	27.5	118.3	32.67	116.24	226.83	148.99	0.62	42.85	1.1	140
KVB26	11.26	2.5	0	11	0	0	20	0	15.69	2.38	75.85	32.67	311.49	34.9	79	0.62	42.85	1.1	3.6
KVB27	14.83	1.1	0	11	0	0	2	0	14.55	13.75	84.39	32.67	221.31	52.35	104.01	0.62	42.85	1.1	10
KVB28	20.23	1.6	0	15	0	0	0	0	14.92	20	83.4	32.67	206.42	87.24	141.94	0.62	42.85	1.1	36
KVB29	19.2	3.96	0	17	0	0	0	0	16.94	35.67	100.85	32.67	225.04	52.35	134.7	0.62	42.85	1.1	27.08
KVB30	12	1.5	0	3	0	0	0	0	14.84	18.75	100.85	32.67	123.69	122.14	84.19	0.62	42.85	1.1	60
KVB31	9.07	1.5	0	5	0	0	0	0	14.84	18.75	65.95	32.67	202.69	52.35	63.6	0.62	42.85	1.1	72
KVB32	36	3	210	6	0	0	0	0	16.12	37.5	100.85	32.67	488.1	174.49	252.57	0.62	42.85	1.1	120
KVB33	27.13	18	0	10	0	0	113	0	28.94	54	297.29	32.67	262.29	87.24	190.35	0.62	42.85	1.1	190
KVB34	19.47	4	415	503	6	96	200	0	16.97	50	400.1	32.67	694.52	122.14	136.58	0.62	42.85	1.1	144
KVB35	15.36	1.2	1	35	0	0	47	0	14.58	3.7	148.2	32.67	318.94	122.14	115.35	0.62	27.76	0.93	10
KVB36	0.97	4	0	7	0	0	10	0	11.42	12.35	70.9	17.82	105.07	139.59	7.3	0.62	27.76	0.93	8.2
KVB37	19.66	5	15	200	0	0	6	0	17.83	7.5	86.37	32.67	299.53	34.9	147.61	0.62	27.76	0.93	192
KVB38	18	15	121	350	4	120	80	44	26.38	46.3	653.14	32.67	1160.27	697.95	135.17	0.62	27.76	0.93	140
KVB39	18.6	7	93	70	0	0	130	5.61	19.54	21.61	268.51	32.67	784.69	348.97	139.68	0.62	27.76	0.93	120
KVB40	225	1.52	0	20	0	0	0	0	14.85	4.68	118.3	32.67	99.48	34.9	168.97	0.62	27.76	0.93	200
KVB41	15	1.05	1	10	0	0	11	0	14.55	3.24	88.85	32.67	1051.48	87.24	112.64	0.62	27.76	0.93	140

KVB42	14.4	0.64	0	7	0	20	21	0	14.49	0.22	76.35	32.67	593.17	69.79	115.88	0.59	15.88	1.21	15.87
KVB43	15.7	10	94	171	2	116	134	40	22.1	3.5	511.04	32.67	780.97	383.87	126.31	0.59	15.88	1.21	115
KVB44	3	1.5	0	10	0	0	0	0	9.28	2.63	83.4	17.82	108.79	52.35	57.24	0.55	24.73	0.87	20
KVB45	7.2	1.6	275	51	5	260	45	67.2	14.92	8	563.59	32.67	965.03	209.38	137.37	0.55	24.73	0.87	60
KVB46	15	14.4	0	5	1	0	0	0	25.87	25.2	83.4	32.67	225.04	52.35	286.2	0.55	24.73	0.87	15
KVB47	1	0.4	0	20	0	0	0	0	8.5	0.7	240.44	17.82	108.79	139.59	19.08	0.55	24.73	0.87	5
KVB48	2	2	0	10	0	0	0	0	9.71	3.5	100.85	17.82	108.79	69.79	38.16	0.55	24.73	0.87	9.2
KVB49	0.67	1	0	25	0	0	0	0	8.85	1.75	48.5	17.82	108.79	34.9	12.82	0.55	24.73	0.87	2.93
KVB50	1.92	6.97	0	14	0	0	0	0	13.95	6.97	48.5	17.82	202.69	52.35	36.63	0.55	24.73	0.87	10
KVB51	7.27	4	0	27	0	0	0	0	16.97	7	83.4	32.67	202.69	174.49	138.61	0.55	24.73	0.87	30
KVB52	4.7	1.71	0	10	0	3	0	0	9.46	1.71	65.95	17.82	401.66	17.45	89.67	0.55	24.73	0.87	25
KVB53	3.21	2.4	0	9	0	0	0	0	10.05	4.2	83.4	17.82	217.59	122.14	61.25	0.55	24.73	0.87	8.4
KVB54	1.44	1.38	0	8	0	0	0	0	9.18	7.59	65.95	17.82	202.69	52.35	27.47	0.55	24.73	0.87	10
KVB55	12	2	1420	170	4	350	500	120	15.26	0.4	1133.78	32.67	792.14	523.46	228.96	0.55	24.73	0.87	55
KVB56	6.72	1.4	0	51	0	0	0	0	9.19	0.14	65.95	17.82	262.29	17.45	128.22	0.55	24.73	0.87	30
KVB57	4.16	3	0	25	0	0	0	0	10.56	5.25	100.85	17.82	217.59	157.04	79.37	0.55	24.73	0.87	15
KVB58	34.64	2.5	17	7	0	8	50	0.4	15.69	0.94	83.03	32.67	243.66	17.45	230.37	0.63	13.25	0.86	4.87
KVB59	6	5.8	1	10	0	5	5	0	12.95	2.9	85.88	17.82	131.14	104.69	39.9	0.63	13.25	0.86	37.2
KVB60	122.4	2	721	2380	5	214	32	64	15.26	2.2	563.9	32.67	1997.89	1221.41	1380.07	0.62	17.19	1.03	60
KVB61	6	1.5	95	21	0	27	50	0.8	9.28	1.13	180.56	17.82	198.97	69.79	67.65	0.62	17.19	1.03	7.2
KVB62	32	2.5	0	70	0	0	100	0	15.69	3.13	153.35	32.67	412.83	69.79	360.8	0.62	17.19	1.03	200
KVB63	28.56	2.41	545	3200	0	0	450	57.6	15.62	20.49	829.01	32.67	1434.51	296.63	322.02	0.62	17.19	1.03	132
KVB64	2.4	4	0	3	0	0	0	0	11.42	3.2	100.85	17.82	198.97	52.35	60.37	0.56	14.28	1.4	20
KVB65	9	2	0		0	0	49	18.72	15.26	1.6	354.7	32.67	213.86	139.59	226.4	0.56	14.28	1.4	73.24
KVB66	6	3.96	341	20	0	80	205	6.91	11.38	3.17	246.92	17.82	304.04	104.69	346.11	0.53	15.66	1.12	58
KVB67	10	5	123	50	2	57	40	0.4	17.83	7.5	108.13	32.67	506.73	104.69	618.62	0.56	14.28	1.12	29.2

EK 7: Modelde Kullanılan Çıktıların Değişken Değerleri

KVB	u1	u2	u3	u4	u5	u6
KVB1	19.2	5.76	65.28	5.76	1863.936	4
KVB2	10	10	0	0	1031	3
KVB3	72	30	2.4	3.6	4559.28	5
KVB4	1.8	3	0	1.2	330.3	5
KVB5	25.92	12.96	0	4.32	1935.36	2
KVB6	19.6	10.5	2.1	2.8	1511.02	10
KVB7	140	7	2	1	4817.4	6
KVB8	100	45	4.5	4.25	6549.65	46
KVB9	90	30	15	15	5763	7
KVB10	120	10	5	10	4887	8
KVB11	84.6	95.4	0	0	9508.5	5
KVB12	50	20	0	20	3927	10
KVB13	108	81	27	27	11836.8	8
KVB14	9.36	6.55	74.88	2.8	1568.208	30
KVB15	50.17	55.1	24.36	14.5	6565.571	12
KVB16	18	15.84	1.08	1.08	1759.896	10
KVB17	19.2	14.4	4.8	4.8	2104.32	8
KVB18	144	108	36	36	15782.4	12
KVB19	126	36	9	9	6949.8	6
KVB20	19	9.1	0	1.9	1329	3
KVB21	85	14	0.1	0.9	3638.62	6
KVB22	27	30	0	3	3145.5	4
KVB23	5	2.4	0.5	0.2	340.28	4
KVB24	84	36	0	0	5166	4
KVB25	120	10	5	5	4648	9
KVB26	1.98	1.44	0	0.18	173.43	4
KVB27	7	1	1	1	341.7	1
KVB28	18	15.84	1.08	1.08	1759.896	10
KVB29	16.42	4.3	0	1.1	1084.066	3
KVB30	55	2	1	1	1868.9	5
KVB31	1.22	67.5	0.51	0.55	5066.686	6
KVB32	90	10	10	10	4023	7
KVB33	28.5	3.8	153.9	1.9	2695.91	1
KVB34	93.6	43.2	0	7.2	6325.2	7
KVB35	0.6	8	0	0	659.38	6
KVB36	0.1	8	0	0.1	590.21	1
KVB37	7.68	87.68	0	96.64	11235.2	5
KVB38	91	41	5	3	5930.5	40
KVB39	62.42	44.58	3.41	6.83	5608.574	3
KVB40	0	0	0	0	8400	1
KVB41	20	120	0	0	9342	1
KVB42	12.16	3.71	0	0	638.536	3
KVB43	69	23	4.6	3.45	3971.41	10
KVB44	0	20	0	0	1456	1
KVB45	42	12	3	3	2316.6	7
KVB46	15	0	0	0	454.5	2
KVB47	0	5	0	0	364	2
KVB48	0	9.2	0	0	669.76	1
KVB49	1	1.4	0.01	0.5	157.05	4
KVB50	0	10	0	0	728	3
KVB51	0	30	0	0	2184	10
KVB52	10	4.64	5.26	5.1	931.912	6
KVB53	0	8.4	0	0	611.52	3
KVB54	5.5	2	0	0	417.25	2
KVB55	22	16.5	5.5	5.5	2411.2	5
KVB56	22.8	1.2	0	6	1065	4
KVB57	0.6	13.5	0.45	0.45	1026.54	7
KVB58	4.48	0.2	0.05	0.1	157.214	5
KVB59	24	12	0	1.2	1658.16	5
KVB60	18.46	13.33	12.3	8.71	2358.36	9
KVB61	3.37	3.38	0.11	0.34	365.417	3

KVB62	160	30	0	10	7510	23
KVB63	104.76	20.95	3.15	3.15	4878.308	17
KVB64	0	0	0	20	956	1
KVB65	47.61	7.32	14.64	3.66	2282.187	5
KVB66	23.2	17.4	5.8	2.8	2525.32	8
KVB67	27.75	0.35	0.08	0.12	876.961	6



EK 8: KVB₁ için ÇKVZA Modeli

Maks 19.2u1+5.76u2+65.28u3+5.76u4+1863.94u5+4u6

Min M

Min

d₁+d₂+d₃+d₄+d₅+d₆+d₇+d₈+d₉+d₁₀+d₁₁+d₁₂+d₁₃+d₁₄+d₁₅+d₁₆+d₁₇+d₁₈+d₁₉+d₂₀+d₂₁+d₂₂+d₂₃+d₂₄+d₂₅+d₂₆+d₂₇+d₂₈+d₂₉+d₃₀
+d₃₁+d₃₂+d₃₃+d₃₄+d₃₅+d₃₆+d₃₇+d₃₈+d₃₉+d₄₀+d₄₁+d₄₂+d₄₃+d₄₄+d₄₅+d₄₆+d₄₇+d₄₈+d₄₉+d₅₀+d₅₁+d₅₂+d₅₃+d₅₄+d₅₅+d₅₆+d₅₇+d₅₈
+d₅₉+d₆₀+d₆₁+d₆₂+d₆₃+d₆₄+d₆₅+d₆₆+d₆₇

s.t.

55.41v1+9.99v2+30v4+47v7+22.09v9+3.99v10+141.87v11+32.67v12+394.21v13+122.14v14+219.83v15+0.51v16+13.72v17+1.01v18+96v19=1

19.2u1+5.76u2+65.28u3+5.76u4+1863.94u5+4u6-55.41v1-9.99v2-30v4-47v7-22.09v9-3.99v10-141.87v11-32.67v12-394.21v13-122.14v14-219.83v15-0.51v16-13.72v17-1.01v18-96v19+d1=0

10u1+10u2+1031u5+3u6-2.88v1-10v2-10v4-4v7-16.55v9-4v10-67.93v11-17.82v12-97.62v13-17.45v14-11.43v15-0.51v16-13.72v17-1.01v18-20v19+d2=0

72u1+30u2+2.4u3+3.6u4+4559.28u5+5u6-14.41v1-3v2-566v3-20v4-2v5-68v6-50v7-0.24v8-16.12v9-1.05v10-153.64v11-32.67v12-488.1v13-52.35v14-57.18v15-0.51v16-13.72v17-1.01v18-108v19+d3=0

1.8u1+3u2+1.2u4+330.3u5+5u6-5.4v1-2.24v2-6v4-37v7-9.91v9-0.78v10-157.77v11-17.82v12-401.66v13-52.35v14-21.42v15-0.51v16-13.72v17-1.01v18-6v19+d4=0

25.92u1+12.96u2+4.32u4+1935.36u5+2u6-19.32v1-3.6v2-13v4-16.63v9-3.6v10-83.4v11-32.67v12-300.31v13-69.79v14-76.65v15-0.51v16-13.72v17-1.01v18-43.2v19+d5=0

19.6u1+10.5u2+2.1u3+2.8u4+1511.02u5+10u6-51v1-6.4v2-38v3-14v4-6v5-97v6-38v7-19.03v9-137.6v10-196.96v11-32.67v12-525.35v13-314.08v14-357.8v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-35v19+d6=0

140u1+7u2+2u3+1u4+4817.4u5+6u6-16v1-1v2-2v4-14.54v9-12.5v10-65.95v11-32.67v12-304.04v13-17.45v14-112.25v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-150v19+d7=0

100u1+45u2+4.5u3+4.25u4+6549.65u5+46u6-37.44v1-2v2-121v3-130v7-0.4v8-15.26v9-30v10-510.43v11-32.67v12-1156.55v13-174.49v14-262.67v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-153.75v19+d8=0

90u1+30u2+15u3+15u4+5763u5+7u6-23.5v1-3v2-206v3-7v5-53v7-56v8-16.12v9-91.5v10-696.08v11-32.67v12-1539.58v13-279.18v14-164.87v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-150v19+d9=0

120u1+10u2+5u3+10u4+4887u5+8u6-67.2v1-8v2-371v3-1v4-12v5-600v7-57.6v8-20.39v9-124v10-1539.26v11-32.67v12-2760.23v13-575.81v14-471.46v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-150v19+d10=0

84.6u1+95.4u2+9508.5u5+5u6-38.21v1-8v2-2v3-40v4-150v7-20.39v9-48v10-210.15v11-32.67v12-882.31v13-348.97v14-268.06v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-180v19+d11=0

50u1+20u2+20u4+3927u5+10u6-33.02v1-1.5v2-104v3-24863v4-22v6-40v7-14.84v9-18.75v10-193.05v11-32.67v12-788.42v13-174.49v14-231.69v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-90v19+d12=0

108u1+81u2+27u3+27u4+11836.8u5+8u6-35v1-1.8v2-71v3-170v4-2v5-17v7-9.6v8-15.09v9-22.5v10-258.47v11-32.67v12-591.31v13-139.59v14-245.55v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-270v19+d13=0

9.36u1+6.55u2+74.88u3+2.8u4+1568.21u5+30u6-36.72v1-1.03v2-22v3-20v4-3v5-330v7-14.84v9-2.32v10-768.15v11-32.67v12-618.47v13-122.14v14-257.62v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-93.6v19+d14=0

50.17u1+55.1u2+24.36u3+14.5u4+6565.57u5+12u6-27.6v1-2v2-57v3-60v4-160v6-123v7-0.4v8-15.26v9-25v10-268.62v11-32.67v12-600.62v13-139.59v14-193.64v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-145v19+d15=0

18u1+15.84u2+1.08u3+1.08u4+1759.9u5+10u6-11.25v1-1.6v2-90v3-3v4-50v7-14.92v9-2.16v10-157.35v11-32.67v12-304.04v13-174.49v14-78.93v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-36v19+d16=0

19.2u1+14.4u2+4.8u3+4.8u4+2104.32u5+8u6-20.99v1-10v2-51v3-200v4-70v7-22.1v9-22.5v10-266.18v11-32.67v12-484.38v13-296.63v14-147.25v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-48v19+d17=0

144u1+108u2+36u3+36u4+15782.4u5+12u6-40v1-2.05v2-188v3-516v4-9v5-111v7-48v8-15.31v9-25.63v10-709.05v11-32.67v12-1060.79v13-191.94v14-280.63v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-360v19+d18=0

126u1+36u2+9u3+9u4+6949.8u5+6u6-36v1-1v2-95v3-90v4-5v5-100v7-64v8-14.54v9-3v10-565.05v11-32.67v12-600.62v13-34.9v14-252.57v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-60v19+d19=0

19u1+9.1u2+1.9u4+1329u5+3u6-20.52v1-5v2-30v3-260v4-2v5-4v7-17.83v9-45v10-180.13v11-32.67v12-488.1v13-87.24v14-143.96v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-30v19+d20=0

85u1+14u2+0.1u3+0.9u4+3638.62u5+6u6-22.64v1-2.25v2-3v4-2v5-15.48v9-28.18v10-118.3v11-32.67v12-225.04v13-17.45v14-158.87v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-100v19+d21=0

27u1+30u2+3u4+3145.5u5+4u6-11.3v1-1.5v2-15v4-14.84v9-18.75v10-138.75v11-32.67v12-202.69v13-69.79v14-79.28v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-60v19+d22=0

5u1+2.4u2+0.5u3+0.2u4+340.28u5+4u6-14.08v1-7v2-30v3-175v7-19.54v9-15.75v10-245.07v11-32.67v12-307.76v13-87.24v14-98.75v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-8.2v19+d23=0

84u1+36u2+5166u5+4u6-18.36v1-1.8v2-10v4-5v5-15.09v9-45v10-83.4v11-32.67v12-401.66v13-191.94v14-128.81v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-120v19+d24=0

120u1+10u2+5u3+5u4+4648u5+9u6-21.24v1-11v2-101v3-200v4-2v5-22.96v9-27.5v10-118.3v11-32.67v12-116.24v13-226.83v14-148.99v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-140v19+d25=0

1.98u1+1.44u2+0.18u4+173.43u5+4u6-11.26v1-2.5v2-11v4-20v7-15.69v9-2.38v10-75.85v11-32.67v12-311.49v13-34.9v14-79v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-3.6v19+d26=0

7u1+1u2+1u3+1u4+341.7u5+1u6-14.83v1-1.1v2-11v4-2v7-14.55v9-13.75v10-84.39v11-32.67v12-221.31v13-52.35v14-104.01v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-10v19+d27=0

18u1+15.84u2+1.08u3+1.08u4+1759.9u5+10u6-20.23v1-1.6v2-15v4-14.92v9-20v10-83.4v11-32.67v12-206.42v13-87.24v14-141.94v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-36v19+d28=0

16.42u1+4.3u2+1.1u4+1084.07u5+3u6-19.2v1-3.96v2-17v4-16.94v9-35.67v10-100.85v11-32.67v12-225.04v13-
 52.35v14-134.7v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-27.08v19+d29=0
 55u1+2u2+1u3+1u4+1868.9u5+5u6-12v1-1.5v2-3v4-14.84v9-18.75v10-100.85v11-32.67v12-123.69v13-122.14v14-
 84.19v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-60v19+d30=0
 1.22u1+67.5u2+0.51u3+0.55u4+5066.69u5+6u6-9.07v1-1.5v2-5v4-14.84v9-18.75v10-65.95v11-32.67v12-202.69v13-
 52.35v14-63.6v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-72v19+d31=0
 90u1+10u2+10u3+10u4+4023u5+7u6-36v1-3v2-210v3-6v4-16.12v9-37.5v10-100.85v11-32.67v12-488.1v13-
 174.49v14-252.57v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-120v19+d32=0
 28.5u1+3.8u2+153.9u3+1.9u4+2695.91u5+1u6-27.13v1-18v2-10v4-113v7-28.94v9-54v10-297.29v11-32.67v12-
 262.29v13-87.24v14-190.35v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-190v19+d33=0
 93.6u1+43.2u2+7.2u4+6325.2u5+7u6-19.47v1-4v2-415v3-503v4-6v5-96v6-200v7-16.97v9-50v10-400.1v11-32.67v12-
 694.52v13-122.14v14-136.58v15-0.62v16-42.85v17-1.1v18-144v19+d34=0
 0.6u1+8u2+659.38u5+6u6-15.36v1-1.2v2-1v3-35v4-47v7-14.58v9-3.7v10-148.2v11-32.67v12-318.94v13-122.14v14-
 115.35v15-0.62v16-27.76v17-0.93v18-10v19+d35=0
 0.1u1+8u2+0.1u4+590.21u5+1u6-0.97v1-4v2-7v4-10v7-11.42v9-12.35v10-70.9v11-17.82v12-105.07v13-139.59v14-
 7.3v15-0.62v16-27.76v17-0.93v18-8.2v19+d36=0
 7.68u1+87.68u2+96.64u4+11235.2u5+5u6-19.66v1-5v2-15v3-200v4-6v7-17.83v9-7.5v10-86.37v11-32.67v12-
 299.53v13-34.9v14-147.61v15-0.62v16-27.76v17-0.93v18-192v19+d37=0
 91u1+41u2+5u3+3u4+5930.5u5+40u6-18v1-15v2-121v3-350v4-4v5-120v6-80v7-44v8-26.38v9-46.3v10-653.14v11-
 32.67v12-1160.27v13-697.95v14-135.17v15-0.62v16-27.76v17-0.93v18-140v19+d38=0
 62.42u1+44.58u2+3.41u3+6.83u4+5608.57u5+3u6-18.6v1-7v2-93v3-70v4-130v7-5.61v8-19.54v9-21.61v10-268.51v11-
 32.67v12-784.69v13-348.97v14-139.68v15-0.62v16-27.76v17-0.93v18-120v19+d39=0
 40u1+40u2+40u3+80u4+8308u5+1u6-225v1-1.52v2-20v4-14.85v9-4.68v10-118.3v11-32.67v12-99.48v13-34.9v14-
 168.97v15-0.62v16-27.76v17-0.93v18-200v19+d40=0
 20u1+120u2+9342u5+1u6-15v1-1.05v2-1v3-10v4-11v7-14.55v9-3.24v10-88.85v11-32.67v12-1051.48v13-87.24v14-
 112.64v15-0.62v16-27.76v17-0.93v18-140v19+d41=0
 12.16u1+3.71u2+638.54u5+3u6-14.4v1-0.64v2-7v4-20v6-21v7-14.49v9-0.22v10-76.35v11-32.67v12-593.17v13-
 69.79v14-115.88v15-0.59v16-15.88v17-1.21v18-15.87v19+d42=0
 69u1+23u2+4.6u3+3.45u4+3971.41u5+10u6-15.7v1-10v2-94v3-171v4-2v5-116v6-134v7-40v8-22.1v9-3.5v10-
 511.04v11-32.67v12-780.97v13-383.87v14-126.31v15-0.59v16-15.88v17-1.21v18-115v19+d43=0
 u1+20u2+1456u5+1u6-3v1-1.5v2-10v4-9.28v9-2.63v10-83.4v11-17.82v12-108.79v13-52.35v14-57.24v15-0.55v16-
 24.73v17-0.87v18-20v19+d44=0
 42u1+12u2+3u3+3u4+2316.6u5+7u6-7.2v1-1.6v2-275v3-51v4-5v5-260v6-45v7-67.2v8-14.92v9-8v10-563.59v11-
 32.67v12-965.03v13-209.38v14-137.37v15-0.55v16-24.73v17-0.87v18-60v19+d45=0
 15u1+454.5u5+2u6-15v1-14.4v2-5v4-1v5-25.87v9-25.2v10-83.4v11-32.67v12-225.04v13-52.35v14-286.2v15-0.55v16-
 24.73v17-0.87v18-15v19+d46=0
 5u2+364u5+2u6-1v1-0.4v2-20v4-8.5v9-0.7v10-240.44v11-17.82v12-108.79v13-139.59v14-19.08v15-0.55v16-
 24.73v17-0.87v18-5v19+d47=0
 9.2u2+669.76u5+1u6-2v1-2v2-10v4-9.71v9-3.5v10-100.85v11-17.82v12-108.79v13-69.79v14-38.16v15-0.55v16-
 24.73v17-0.87v18-9.2v19+d48=0
 1u1+1.4u2+0.01u3+0.5u4+157.05u5+4u6-0.67v1-1v2-25v4-8.85v9-1.75v10-48.5v11-17.82v12-108.79v13-34.9v14-
 12.82v15-0.55v16-24.73v17-0.87v18-2.93v19+d49=0
 10u2+728u5+3u6-1.92v1-6.97v2-14v4-13.95v9-6.97v10-48.5v11-17.82v12-202.69v13-52.35v14-36.63v15-0.55v16-
 24.73v17-0.87v18-10v19+d50=0
 30u2+2184u5+10u6-7.27v1-4v2-27v4-16.97v9-7v10-83.4v11-32.67v12-202.69v13-174.49v14-138.61v15-0.55v16-
 24.73v17-0.87v18-30v19+d51=0
 10u1+4.64u2+5.26u3+5.1u4+931.91u5+6u6-4.7v1-1.71v2-10v4-3v6-9.46v9-1.71v10-65.95v11-17.82v12-401.66v13-
 17.45v14-89.67v15-0.55v16-24.73v17-0.87v18-25v19+d52=0
 8.4u2+611.52u5+3u6-3.21v1-2.4v2-9v4-10.05v9-4.2v10-83.4v11-17.82v12-217.59v13-122.14v14-61.25v15-0.55v16-
 24.73v17-0.87v18-8.4v19+d53=0
 5.5u1+2u2+417.25u5+2u6-1.44v1-1.38v2-8v4-9.18v9-7.59v10-65.95v11-17.82v12-202.69v13-52.35v14-27.47v15-
 0.55v16-24.73v17-0.87v18-10v19+d54=0
 22u1+16.5u2+5.5u3+5.5u4+2411.2u5+5u6-12v1-2v2-142v3-170v4-4v5-350v6-500v7-120v8-15.26v9-0.4v10-
 1133.78v11-32.67v12-792.14v13-523.46v14-228.96v15-0.55v16-24.73v17-0.87v18-55v19+d55=0
 22.8u1+1.2u2+6u4+1065u5+4u6-6.72v1-1.4v2-51v4-9.19v9-0.14v10-65.95v11-17.82v12-262.29v13-17.45v14-
 128.22v15-0.55v16-24.73v17-0.87v18-30v19+d56=0
 0.6u1+13.5u2+0.45u3+0.45u4+1026.54u5+7u6-4.16v1-3v2-25v4-10.56v9-5.25v10-100.85v11-17.82v12-217.59v13-
 157.04v14-79.37v15-0.55v16-24.73v17-0.87v18-15v19+d57=0
 4.48u1+0.2u2+0.05u3+0.1u4+157.21u5+5u6-34.64v1-2.5v2-17v3-7v4-8v6-50v7-0.4v8-15.69v9-0.94v10-83.03v11-
 32.67v12-243.66v13-17.45v14-230.37v15-0.63v16-13.25v17-0.86v18-4.87v19+d58=0
 24u1+12u2+1.2u4+1658.16u5+5u6-6v1-5.8v2-1v3-10v4-5v6-5v7-12.95v9-2.9v10-85.88v11-17.82v12-131.14v13-
 104.69v14-39.9v15-0.63v16-13.25v17-0.86v18-37.2v19+d59=0
 18.46u1+13.33u2+12.3u3+8.71u4+2358.36u5+9u6-122.4v1-2v2-721v3-2380v4-5v5-214v6-32v7-64v8-15.26v9-2.2v10-
 563.9v11-32.67v12-1997.89v13-1221.41v14-1380.07v15-0.62v16-17.19v17-1.03v18-60v19+d60=0
 3.37u1+3.38u2+0.11u3+0.34u4+365.42u5+3u6-6v1-1.5v2-95v3-21v4-27v6-50v7-0.8v8-9.28v9-1.13v10-180.56v11-
 17.82v12-198.97v13-69.79v14-67.65v15-0.62v16-17.19v17-1.03v18-7.2v19+d61=0

160u1+30u2+10u4+7510u5+23u6-32v1-2.5v2-70v4-100v7-15.69v9-3.13v10-153.35v11-32.67v12-412.83v13-69.79v14-
 360.8v15-0.62v16-17.19v17-1.03v18-200v19+d62=0
 104.76u1+20.95u2+3.15u3+3.15u4+4878.31u5+17u6-28.56v1-2.41v2-545v3-3200v4-450v7-57.6v8-15.62v9-20.49v10-
 829.01v11-32.67v12-1434.51v13-296.63v14-322.02v15-0.62v16-17.19v17-1.03v18-132v19+d63=0
 20u4+956u5+1u6-2.4v1-4v2-3v4-11.42v9-3.2v10-100.85v11-17.82v12-198.97v13-52.35v14-60.37v15-0.56v16-
 14.28v17-1.4v18-20v19+d64=0
 47.61u1+7.32u2+14.64u3+3.66u4+2282.19u5+5u6-9v1-2v2-49v7-18.72v8-15.26v9-1.6v10-354.7v11-32.67v12-
 213.86v13-139.59v14-226.4v15-0.56v16-14.28v17-1.4v18-73.24v19+d65=0
 23.2u1+17.4u2+5.8u3+2.8u4+2525.32u5+8u6-6v1-3.96v2-341v3-20v4-80v6-205v7-6.91v8-11.38v9-3.17v10-
 246.92v11-17.82v12-304.04v13-104.69v14-346.11v15-0.53v16-15.66v17-1.12v18-58v19+d66=0
 27.75u1+0.35u2+0.08u3+0.12u4+876.96u5+6u6-10v1-5v2-123v3-50v4-2v5-57v6-40v7-0.4v8-17.83v9-7.5v10-
 108.13v11-32.67v12-506.73v13-104.69v14-618.62v15-0.56v16-14.28v17-1.12v18-29.2v19+d67=0
 M-d1>=0
 M-d2>=0
 M-d3>=0
 M-d4>=0
 M-d5>=0
 M-d6>=0
 M-d7>=0
 M-d8>=0
 M-d9>=0
 M-d10>=0
 M-d11>=0
 M-d12>=0
 M-d13>=0
 M-d14>=0
 M-d15>=0
 M-d16>=0
 M-d17>=0
 M-d18>=0
 M-d19>=0
 M-d20>=0
 M-d21>=0
 M-d22>=0
 M-d23>=0
 M-d24>=0
 M-d25>=0
 M-d26>=0
 M-d27>=0
 M-d28>=0
 M-d29>=0
 M-d30>=0
 M-d31>=0
 M-d32>=0
 M-d33>=0
 M-d34>=0
 M-d35>=0
 M-d36>=0
 M-d37>=0
 M-d38>=0
 M-d39>=0
 M-d40>=0
 M-d41>=0
 M-d42>=0
 M-d43>=0
 M-d44>=0
 M-d45>=0
 M-d46>=0
 M-d47>=0
 M-d48>=0
 M-d49>=0
 M-d50>=0
 M-d51>=0
 M-d52>=0
 M-d53>=0
 M-d54>=0
 M-d55>=0

M-d56>=0
M-d57>=0
M-d58>=0
M-d59>=0
M-d60>=0
M-d61>=0
M-d62>=0
M-d63>=0
M-d64>=0
M-d65>=0
M-d66>=0
M-d67>=0
End



EK 9: ÇKVZA Modelinin Min M Amacına Göre Girdi Değişkeni Değerleri

KVB	v ₁	v ₂	v ₃	v ₄	v ₅	v ₆	v ₇	v ₈	v ₉	v ₁₀	v ₁₁	v ₁₂	v ₁₃	v ₁₄	v ₁₅	v ₁₆	v ₁₇	v ₁₈	v ₁₉
K1	0.0009						0.0001	0.0010	0.0006			0.0152						0.0098	0.0046
K2	0.0002	0.0195						0.0005								0.1662		0.6285	0.0042
K3			0.0002					0.0008				0.0069					0.0009	0.2325	0.0040
K4											0.0003					0.5871		0.6176	0.0066
K5	0.0009	0.0004						0.0007				0.0223							0.0059
K6	0.0024					0.0006		0.0007								0.3232	0.0104		0.0049
K7	0.0014				0.0021			0.0020					0.0001				0.0090		0.0041
K8								0.0015									0.0065	0.1389	0.0037
K9								0.0014									0.0061	0.1296	0.0034
K10	0.0019		0.0002		0.0035			0.0018					0.0001		0.0000		0.0084		0.0038
K11	0.0012	0.0017						0.0017					0.0001		0.0001		0.0074		0.0036
K12								0.0016								0.2318	0.0078		0.0041
K13	0.0010		0.0001		0.0062			0.0014					0.0001		0.0001		0.0043		0.0029
K14	0.0013							0.0017									0.0055	0.2735	0.0043
K15	0.0020		0.0001					0.0020					0.0001				0.0088		0.0042
K16			0.0004					0.0014				0.0120					0.0087		0.0056
K17		0.0059						0.0024									0.0091	0.2639	0.0054
K18								0.0008									0.0035	0.0755	0.0020
K19	0.0018							0.0021									0.0062	0.2574	0.0043
K20		0.0062			0.0067			0.0020								0.6714	0.0084		0.0059
K21								0.0019									0.0081	0.1734	0.0046
K22								0.0024									0.0100	0.2126	0.0057
K23		0.0078						0.0031									0.0119	0.3439	0.0071
K24								0.0018									0.0074	0.1587	0.0042
K25								0.0016	0.0028								0.0069	0.1905	0.0040
K26		0.0030										0.0002				1.0682	0.0009	0.1950	0.0034
K27	0.0049				0.0298			0.0050									0.0175	0.0890	0.0079
K28								0.0027									0.0115	0.2461	0.0065
K29		0.0069						0.0028									0.0107	0.3108	0.0064
K30	0.0014							0.0027								0.0249	0.0152		0.0058
K31								0.0022									0.0093	0.1991	0.0053
K32								0.0018									0.0074	0.1588	0.0042
K33	0.0012	0.0019			0.0018			0.0018		0.0000		0.0001		0.0001			0.0068		0.0034
K34	0.0008							0.0010								0.2873	0.0054		0.0038
K35							0.0002			0.0000	0.0024		0.0002			1.3362			0.0053
K36		0.0076			0.0013			0.0016				0.0001	0.0002			1.4467			0.0056
K37	0.0003							0.0007				0.0003			0.0001		0.6012		0.0033
K38	0.0010	0.0048			0.0027			0.0010								0.6105	0.0006		0.0037
K39	0.0007	0.0022	0.0001					0.0009								0.7714			0.0043
K40	0.0017							0.0005				0.0031					0.0043		0.0020
K41	0.0003							0.0008								0.7337			0.0040
K42	0.0009							0.0016				0.0087					0.0008	0.4765	0.0066

K43	0.0008				0.0015					0.0015	0.3799	0.0039
K44					0.0017					1.5253	0.0034	0.0079
K45		0.0001	0.0092	0.0001	0.0001		0.0184			0.0644		0.0043
K46			0.0106		0.0014	0.0123	0.0092	0.0001	0.0003		0.0085	0.0064
K47							0.0002		0.0001	1.6414		0.0047
K48					0.0021					1.6785		0.0084
K49		0.0001	0.0342		0.0017					1.7907		0.0050
K50	0.0089				0.0021			0.0001		1.5852		0.0078
K51	0.0006				0.0002		0.0244		0.0001			0.0061
K52					0.0016					1.4711		0.0076
K53	0.0072				0.0017			0.0001	0.0003	1.6584		0.0061
K54					0.0021					1.6674		0.0083
K55					0.0024					0.4139	0.0089	0.0047
K56					0.0016					1.4171		0.0073
K57					0.0016				0.0000	1.5857		0.0080
K58	0.0034									1.3711		0.0067
K59	0.0008	0.0039	0.0049		0.0014			0.0001		1.1766		0.0065
K60	0.0005				0.0010					0.9553	0.0006	0.0046
K61		0.0003		0.0004	0.0004					1.4776		0.0067
K62					0.0007					0.5544	0.0308	0.0032
K63		0.0002		0.0001	0.0008					0.4474	0.1436	0.0034
K64	0.0003		0.0080		0.0017					0.0810	0.0015	0.5823
K65	0.0010		0.0026		0.0016						0.0013	0.4510
K66		0.0003		0.0001	0.0001	0.0006				0.1057	0.0013	0.4847
K67	0.0037		0.0032		0.0008		0.0087		0.0001		0.0005	0.3931

EK 10: ÇKVZA Modelinin Min M Amacına Göre Çıktı Değişkeni Değerleri

KVB	u ₁	u ₂	u ₃	u ₄	u ₅	u ₆
KVB1	0.002112		0.005883	0.002894	0.000065	0.012127
KVB2	0.004749		0.005257	0.01082	0.000039	0.014947
KVB3	0.002613		0.003506	0.006229	0.000049	0.011448
KVB4	0.005891		0.011278	0.012069	0.000075	0.021843
KVB5	0.002801		0.005331	0.008742	0.000083	0.017049
KVB6	0.003122		0.007948	0.006654	0.000065	0.014822
KVB7	0.001978		0.003707	0.003327	0.000059	0.00725
KVB8	0.002524		0.00329	0.004759	0.000044	0.00922
KVB9	0.002355		0.00307	0.004441	0.000041	0.008603
KVB10	0.002466		0.005808	0.00436	0.000044	0.006611
KVB11	0.001762		0.003399	0.003293	0.00005	0.007325
KVB12	0.002715		0.003626	0.005367	0.000049	0.010234
KVB13	0.000941		0.003802	0.001774	0.000043	0.0042
KVB14	0.003681		0.003879	0.006567	0.000048	0.011457
KVB15	0.002381		0.00601	0.004657	0.00005	0.007755
KVB16	0.004479		0.004894	0.009181	0.000063	0.016277
KVB17	0.003962		0.005409	0.007438	0.000067	0.013814
KVB18	0.001373		0.001789	0.002589	0.000024	0.005015
KVB19	0.003745		0.007429	0.006564	0.000048	0.010868
KVB20	0.00471		0.005806	0.009583	0.000068	0.015316
KVB21	0.003152		0.004108	0.005943	0.000055	0.011514
KVB22	0.003865		0.005038	0.007288	0.000067	0.014119
KVB23	0.005179		0.007101	0.009724	0.000088	0.018063
KVB24	0.002886		0.003761	0.005441	0.00005	0.01054
KVB25	0.0027		0.003392	0.00496	0.000048	0.009951
KVB26	0.004903	0.000178	0.008774	0.006809	0.000055	0.0164
KVB27	0.004433		0.01306	0.007829	0.000115	0.020911
KVB28	0.004473		0.005829	0.008433	0.000078	0.016338
KVB29	0.004665		0.00637	0.008758	0.000079	0.016267
KVB30	0.003481		0.0078	0.006629	0.000071	0.01388
KVB31	0.00362		0.004718	0.006825	0.000063	0.013222
KVB32	0.002886		0.003761	0.005441	0.00005	0.01054
KVB33	0.001695		0.003417	0.003085	0.000047	0.006467
KVB34	0.003681		0.001965	0.008373	0.000017	0.011615
KVB35	0.003685		0.010412	0.00969	0.000074	0.018606
KVB36	0.00136	0.003863	0.005352	0.00221	0.000122	0.013069
KVB37	0.001563		0.002874	0.00187	0.000045	0.008551
KVB38	0.001788		0.003752	0.0051	0.000051	0.008818
KVB39	0.002082		0.004119	0.00341	0.000058	0.011017
KVB40	0.001823		0.003808	0.003319	0.000025	0.005294
KVB41	0.001936		0.003557	0.002276	0.000054	0.0104
KVB42	0.004774		0.009698	0.00204	0.000081	0.018478
KVB43	0.00267		0.005931	0.005626	0.000048	0.010332
KVB44	0.003707		0.006997	0.011188	0.000111	0.021425
KVB45	0.002654		0.0074	0.007304	0.000059	0.012868
KVB46	0.00582		0.006829	0.002451	0.000071	0.016683
KVB47	0.006209	0.008531	0.011222	0.010095	0.000009	0.015812
KVB48	0.003588		0.011794	0.011188	0.000127	0.022487
KVB49	0.007062	0.006809	0.010952	0.009	0.000044	0.010461
KVB50	0.002094		0.007332		0.000162	0.018037
KVB51	0.00278		0.005437	0.006324	0.000088	0.018304
KVB52	0.003603		0.00673	0.01084	0.000106	0.020636
KVB53	0.004503	0.011962	0.011271	0.007259	0.000032	0.014566
KVB54	0.003558		0.011726	0.011099	0.000126	0.022331
KVB55	0.002132		0.007792	0.002992	0.000093	0.010608
KVB56	0.003453		0.006489	0.01043	0.000103	0.019879
KVB57	0.003955		0.00714	0.011695	0.000113	0.022186
KVB58	0.002861		0.00812	0.009702	0.0001	0.020771
KVB59	0.002701		0.006163	0.003608	0.000101	0.015355
KVB60	0.002332		0.00653	0.007066	0.000062	0.01274
KVB61	0.002809		0.009618	0.009429	0.000103	0.02023

KVB62	0.001542	0.002829	0.002872	0.000044	0.008508
KVB63	0.0012	0.00503	0.003526	0.000059	0.008597
KVB64	0.004453	0.009468	0.009335	0.000065	0.015309
KVB65	0.003307	0.00699	0.006712	0.00005	0.011444
KVB66	0.003548	0.006117	0.007772	0.000048	0.013881
KVB67	0.004102	0.008932	0.001666	0.000066	0.0159



EK 11: ÇKVZA Modelinin Maks h_0 Amacına Göre Girdi Değişkeni Değerleri

KVB	v ₁	v ₂	v ₃	v ₄	v ₅	v ₆	v ₇	v ₈	v ₉	v ₁₀	v ₁₁	v ₁₂	v ₁₃	v ₁₄	v ₁₅	v ₁₆	v ₁₇	v ₁₈	v ₁₉
K1			0.0000				0.0000	0.0194							0.0000	0.0042			0.0104
K2							0.0073	0.0193							0.0053		0.0091		0.0393
K3	0.0045			0.0001				0.0145		0.0012					0.0001	0.0043	0.0002		0.0084
K4		0.0012	0.0010	0.0001	0.4511			0.1733		0.0436		0.0015	0.0001	0.0008	0.0072				0.1149
K5			0.0013	0.0002	0.1892	0.0006	0.0003	0.0264							0.0002		0.0003		0.0227
K6						0.0000	0.0000	0.0529								0.0071			0.0285
K7					0.0587		0.0000	0.0077											0.0067
K8	0.0025				0.0414		0.0000	0.0072									0.0001		0.0059
K9	0.0019			0.0026											0.0007	0.7269	0.0031		0.0017
K10				0.0097												0.0798			0.0063
K11		0.0012	0.0002		0.0122			0.0001		0.0000		0.0174			0.0001				0.0025
K12	0.0132				0.1858						0.0001	0.0007	0.0001				0.0003		0.0093
K13		0.0044	0.0002		0.0136			0.0011			0.0000		0.0001	0.0001		0.3443		0.1360	0.0023
K14	0.0053		0.0003	0.0001		0.0010		0.0147			0.0000	0.0002					0.0003		0.0087
K15	0.0010	0.0282			0.0295			0.0051							0.0001	0.5363			0.0039
K16				0.0001		0.0003		0.0308		0.0125		0.0019	0.0001		0.0009				0.0229
K17					0.0150	0.0008		0.1042										0.0076	0.0207
K18	0.0010		0.0001			0.0000	0.0000			0.0000	0.0000			0.0001		0.3743	0.0011		0.0019
K19			0.0002		0.0419			0.0064						0.0000			0.0002		0.0058
K20						0.0004	0.0004	0.0573					0.0001			0.0414			0.0337
K21								0.0156		0.0002			0.0001	0.0001	0.0001			0.0106	0.0095
K22	0.0012	0.0187	0.0113		0.5106		0.0006							0.0000					0.0158
K23				0.0018	3.7022	0.0016													0.1217
K24		0.0001	0.0013	0.0001			0.0000	0.0138								0.0178			0.0083
K25	0.0001		0.0001	0.0001		0.0003	0.0002	0.0126						0.0000	0.0001	0.0036			0.0070
K26			0.0270	0.0015	1.9488									0.0067		0.4082			0.1382
K27		0.0036	0.0105	0.0000	0.6262			0.1222			0.0001								0.1001
K28		0.0486	0.0086	0.0002	0.0566		0.0044		0.0091			0.0030					0.0041		0.0142
K29			0.0087	0.0007	0.7343		0.0008	0.1016											0.0365
K30	0.0000	0.0390	0.0012					0.0193					0.0002		0.0002				0.0150
K31						0.0004							0.0002		0.0006			0.3151	0.0081
K32					0.1760	0.0028										0.0088		0.0255	0.0081
K33	0.0043		0.0004		0.0415									0.0000			0.0012		0.0044
K34								0.0096							0.0004	0.1986			0.0057
K35		0.0873	0.0103	0.0001					0.0111	0.0037							0.0042	0.1748	0.0427
K36					0.9399			0.1315							0.0016				0.1205
K37			0.0000			0.0003		0.0006								0.0861	0.0089		0.0036
K38	0.0046	0.0008				0.0009	0.0017	0.0016							0.0005		0.0013		0.0037
K39	0.0001				0.1908	0.0041					0.0001		0.0001		0.0003		0.0020		0.0080
K40	0.0003		0.0001		0.0056	0.0004	0.0000								0.0001		0.0050	0.2152	0.0029
K41			0.0007		0.0292			0.0079		0.0001		0.0014		0.0001					0.0068
K42		0.1258		0.0001			0.0017	0.0834		0.0390									0.0552

K43	0.0209		0.0003	0.0001				0.0358		0.0033	0.0057	
K44	0.0215				0.0775		0.0419				0.0528	0.0445
K45	0.0531	0.0547		0.0004						0.0003	0.0011	0.0075
K46			0.0000	0.0001		0.0010	0.0003	0.1226		0.0001	0.0005	0.0661
K47	0.1166	1.2059	0.0157	0.0009			0.0009	0.0258		0.0003		0.0716
K48			0.0100			0.0145	0.0003	0.0630				0.1087
K49		0.0226					0.0056		0.0099	0.0012	0.0090	0.6743
K50	0.0810		0.0129	0.0009			0.0205	0.0428		0.0012		0.0776
K51	0.0015					0.0037	0.0002				0.9867	0.0150
K52					0.3254			0.0443		0.0001	0.0001	0.0227
K53	0.0013		0.0105	0.0002	0.0905			0.1174		0.0000		0.1183
K54	0.4222		1.0781	0.0490	76.574	0.0752						
K55	0.0247							0.2477			0.0024	0.0099
K56	0.0023				0.2203		0.0276		0.0001	0.0018	0.1439	0.0276
K57	0.0245	0.0627					0.0395		0.0065			0.0397
K58				0.0003				0.0410		0.0009	0.0470	0.0631
K59	0.0076				0.1506		0.0011	0.0263		0.0001	0.0018	0.0248
K60		0.0067					0.0040	0.0173			0.0089	0.0111
K61	0.0003	0.0074			3.3341		0.0001		0.0001	0.0001		0.1401
K62		0.0130			0.0214		0.0004			0.0001	0.6747	0.0018
K63	0.0009	0.0050				0.0012		0.0003		0.0003	0.0146	0.0054
K64	0.0209			0.0001		0.0037	0.0027				0.0438	0.0162
K65	0.0059	0.0989			0.1544	0.0058		0.0026	0.0025		0.0074	0.0076
K66	0.0212	0.0016		0.0002	0.2332		0.0025	0.0006		0.0001	0.0011	0.0140
K67	0.0002						0.0543	0.0003		0.0000	0.0008	0.0330

EK 12: ÇKVZA Modelinin Maks h_0 Amacına Göre Çıktı Değişkeni Değerleri

KVB	u ₁	u ₂	u ₃	u ₄	u ₅	u ₆
KVB1	0.006161		0.00916	0.003807	0.00014	0.000323
KVB2	0.031353	0.04513				0.078391
KVB3	0.005176		0.008616	0.002838	0.000127	0.00373
KVB4	0.070909		0.123649	0.03234	0.001694	0.054819
KVB5	0.013643			0.008361	0.000315	0.000713
KVB6	0.016921		0.024849	0.010009	0.000381	0.00119
KVB7	0.003979		0.005935	0.002187	0.000089	0.000335
KVB8	0.003564		0.005538	0.00212	0.000085	0.001216
KVB9	0.003509		0.004975	0.005007	0.00009	0.002651
KVB10	0.006763	0.003697	0.007214	0.009851		0.002105
KVB11	0.004304	0.007474	0.002341		0.000008	0.000491
KVB12	0.006323		0.009058	0.003864	0.000143	0.004331
KVB13	0.001068		0.004268	0.000801	0.000061	0.003015
KVB14	0.009154	0.009296	0.009659	0.009354		0.003465
KVB15	0.005818	0.006614	0.009209	0.006471		0.002127
KVB16	0.021197	0.025157	0.000846			0.021905
KVB17	0.012055		0.018209	0.007649	0.000279	0.001736
KVB18	0.000186		0.003323		0.000054	
KVB19	0.003347			0.002075	0.00008	0.000399
KVB20	0.019114			0.012084	0.000458	0.001678
KVB21	0.009825	0.010217		0.002859		0.00321
KVB22	0.015911	0.016619	0.01828	0.018008		0.004456
KVB23	0.120765	0.11622	0.123734	0.111865		0.008251
KVB24	0.004874		0.007333	0.002017	0.000114	0.000415
KVB25	0.004084		0.006444	0.002437	0.000098	0.000983
KVB26	0.137897		0.146874	0.107586	0.000074	0.173699
KVB27	0.05974		0.088668	0.036028	0.001333	0.001705
KVB28	0.012838	0.017779	0.026704	0.011597		0.044593
KVB29	0.022016			0.013038	0.000487	0.004914
KVB30	0.015092		0.011003	0.023564	0.00002	0.019652
KVB31	0.006119	0.018347	0.002916		0.000074	0.020842
KVB32	0.008318	0.004513	0.008379	0.00989		0.003371
KVB33	0.003948	0.001772	0.0056	0.005245		0.008866
KVB34	0.00686	0.00692		0.006326		0.001918
KVB35	0.001622		0.005676	0.043098	0.000403	0.122181
KVB36	0.069465			0.042417	0.001666	0.005446
KVB37	0.003049	0.002713	0.003605	0.005942	0.00001	0.009902
KVB38	0.004618	0.004831				0.009543
KVB39	0.005387		0.007672	0.00363	0.000109	
KVB40	0.003554	0.002154	0.005786	0.006634		0.009476
KVB41	0.003098		0.006383		0.0001	0.004195
KVB42	0.058894	0.023547	0.043682			0.065499
KVB43	0.004793	0.006974	0.005803			0.04822
KVB44	0.013993	0.000932	0.002907	0.014049	0.000664	
KVB45	0.006918		0.020872		0.000192	0.028733
KVB46	0.039385		0.058241	0.023794	0.000885	0.003583
KVB47			0.045949		0.001387	0.247645
KVB48			0.107985	0.02055	0.001493	
KVB49	0.041207		0.064295	0.143292		0.221626
KVB50	0.086499	0.088854				0.037154
KVB51	0.00012	0.014012	0.011014		0.000107	0.034495
KVB52	0.037146	0.037886	0.039697	0.040387		0.006329
KVB53	0.049435	0.049417	0.11906	0.074625	0.000908	0.009862
KVB54	0.020698				0.000376	0.357061
KVB55	0.00014		0.001492		0.000274	0.065626
KVB56	0.028181	0.013669	0.03029	0.041473		0.023057
KVB57	0.024498	0.037666	0.035593	0.039665	0.000093	0.049605
KVB58	0.009483		0.015962	0.075821	0.000353	0.178729
KVB59	0.025501	0.024368		0.026667		0.012714
KVB60	0.001802		0.01572	0.011424	0.000109	0.046356
KVB61	0.082973		0.124571	0.051603	0.001867	0.002319

KVB62	0.006093		0.002232	0.002515		
KVB63	0.004032		0.00493	0.001323	0.000056	0.01679
KVB64	0.028739		0.006843	0.051911	0.000047	0.0071
KVB65	0.012123		0.022964	0.023669		
KVB66	0.00914		0.015893	0.004601	0.000233	0.011918
KVB67	0.033678	0.02826	0.002531	0.017901		0.008866



EK 13: ÇKVZA Modelinin Min $\sum d$ Amacına Göre Girdi Değişkeni Değerleri

KVB	v ₁	v ₂	v ₃	v ₄	v ₅	v ₆	v ₇	v ₈	v ₉	v ₁₀	v ₁₁	v ₁₂	v ₁₃	v ₁₄	v ₁₅	v ₁₆	v ₁₇	v ₁₈	v ₁₉
K1	0.0114							0.0041								0.0271	0.0002		0.0037
K2		0.1000			0.0037			0.0001											
K3	0.0001	0.0002	0.0015				0.0001									0.0137		0.0083	0.0012
K4												0.0008					0.6406		0.0042
K5	0.0002							0.0404			0.0019								0.0217
K6	0.0001				0.0085				0.0066					0.0001					0.0003
K7	0.0001				0.0022			0.0122										0.0085	0.0067
K8	0.0001							0.0120							0.0055				0.0065
K9					0.0027			0.0072							0.0079				0.0039
K10					0.0540				0.0000										0.0023
K11								0.0104									0.0001	0.0026	0.0056
K12								0.0000	0.0000		0.0001		0.0000					0.0016	
K13	0.0001				0.0011		0.0001	0.0069									0.0002	0.0072	0.0035
K14	0.0001	0.0006					0.0012				0.0004	0.0018					0.0002		0.0024
K15							0.0000	0.0129									0.0001	0.0043	0.0069
K16								0.0039									0.0174		0.0071
K17	0.0013	0.0432					0.0003				0.0010						0.0009		0.0045
K18	0.0001				0.0016			0.0043									0.0001	0.0029	0.0023
K19					0.0006			0.0104				0.0001					0.0001	0.0015	0.0056
K20	0.0043				0.1169				0.0087					0.0002			0.0016		0.0062
K21	0.0003				0.0069			0.0178						0.0001			0.0003	0.0045	0.0098
K22								0.0302									0.0005		0.0163
K23	0.0010	0.0148					0.0039										0.0041		0.0028
K24	0.0001				0.0946		0.0001	0.0006					0.0000		0.0126		0.0001		0.0044
K25	0.0000				0.0009			0.0133				0.0002					0.0001	0.0004	0.0071
K26												0.0078					0.0170		0.0045
K27												0.0078					0.0164		0.0043
K28	0.0031							0.0045									0.0159		0.0071
K29	0.0039								0.0034		0.0014						0.0149		0.0043
K30								0.0302									0.0005		0.0163
K31								0.0258				0.0001					0.0002		0.0138
K32	0.0001							0.0156									0.0003	0.0026	0.0083
K33					0.0023			0.0098				0.0007					0.0004	0.0245	0.0053
K34					0.0827		0.0001											0.0040	0.0034
K35										0.0008	0.0255								0.0047
K36					0.0225											0.9378	0.0135		0.0053
K37					0.0001			0.0097										0.0029	0.0052
K38					0.0004			0.0085					0.0000		0.0016	0.0001	0.0006		0.0046
K39	0.0002				0.0006			0.0144					0.0000				0.0002	0.0023	0.0077
K40	0.0042							0.0005									0.0001		0.0003
K41					0.0023			0.0132								0.0065	0.0001		0.0071
K42												0.0154	0.0007						0.0035

K43	0.0001		0.0002	0.0100			0.0001	0.0029	0.0053
K44				0.0024		0.8767	0.0159		0.0063
K45			0.0003	0.0095			0.0002		0.0051
K46	0.0009	0.0682	0.0044						
K47					0.0015		1.1119		0.0076
K48				0.0026			0.9404	0.0170	0.0067
K49			0.0625				1.6094	0.0041	0.0048
K50	0.1435		0.0054	0.0002					
K51				0.0081		0.0257			0.0054
K52						0.0007	0.6913	0.0080	0.0051
K53				0.0026			0.9455	0.0171	0.0068
K54				0.0026			0.9354	0.0169	0.0067
K55	0.0001			0.0067				0.0001	0.0011
K56				0.0063			0.0014	0.3684	0.0160
K57				0.0025			0.9051	0.0164	0.0065
K58	0.0255	0.0275		0.0006		0.0009			0.0034
K59		0.0008		0.0453			0.1465		0.0243
K60		0.0006				0.0001	0.0006		0.0018
K61		0.0021		0.0002			1.2359		0.0033
K62	0.0001		0.0004	0.0095		0.0000		0.0006	0.0050
K63	0.0001			0.0078			0.0061		0.0042
K64				0.0055					0.6542
K65			0.0001	0.0169					0.0128
K66	0.0001	0.0018		0.0004			0.0004	0.0485	0.0022
K67		0.0025	0.0032	0.0006		0.0001	0.0001	0.0015	0.0060

EK 14: ÇKVZA Modelinin Min Σd Amacına Göre Çıktı Değişkeni Değerleri

KVB	u ₁	u ₂	u ₃	u ₄	u ₅	u ₆
KVB1	0.002706		0.004941	0.001259	0.000069	0.005776
KVB2	0.000567	0.000762	0.000455	0.00098		0.002236
KVB3	0.000659		0.001222	0.000639	0.000017	0.000012
KVB4	0.005268	0.015157	0.009589	0.001629		0.022383
KVB5	0.012628		0.019402	0.007273	0.000304	0.000858
KVB6	0.000333		0.000791	0.0005	0.000006	
KVB7	0.003704		0.00567	0.00236	0.000091	
KVB8	0.003736		0.00569	0.00225	0.000089	0.000246
KVB9	0.002259		0.003394	0.001373	0.000054	
KVB10	0.00133		0.002007	0.000805	0.000031	0.000095
KVB11	0.003262		0.004875	0.001986	0.000076	
KVB12	0.000022		0.000038	0.000096		0.00003
KVB13	0.002159		0.003087	0.001348	0.000047	0.000518
KVB14	0.00138		0.004076	0.000389	0.000043	0.007842
KVB15	0.004023		0.006027	0.002439	0.000094	
KVB16	0.001522		0.00839	0.000439	0.000153	0.013969
KVB17	0.001795		0.011328	0.002239	0.000081	0.013934
KVB18	0.001251		0.001828	0.00074	0.000031	0.000297
KVB19	0.003257		0.00487	0.00197	0.000076	0.000001
KVB20	0.003026		0.00973	0.001956	0.000102	0.010321
KVB21	0.005649		0.008646	0.003434	0.000134	
KVB22	0.009379		0.014243	0.005512	0.000226	0.000803
KVB23	0.005686	0.009155	0.009056	0.006565	0.000069	0.012742
KVB24	0.002347		0.003796	0.001592	0.00006	
KVB25	0.004118		0.006192	0.00249	0.000097	
KVB26	0.005363	0.010315	0.010468	0.006159		0.009315
KVB27	0.005695	0.011148	0.010322	0.006661	0.000016	0.008729
KVB28	0.00207		0.010616	0.000693	0.000153	0.013542
KVB29	0.000947		0.009382		0.000119	0.011531
KVB30	0.009379		0.014243	0.005512	0.000226	0.000803
KVB31	0.00806		0.012049	0.004717	0.00019	0.000296
KVB32	0.004837		0.007235	0.0029	0.000114	0.000007
KVB33	0.003057		0.004614	0.001852	0.000072	
KVB34	0.002016		0.003015	0.001218	0.000047	
KVB35	0.007245	0.01155	0.01099	0.006913		0.014096
KVB36	0.006871	0.01289	0.012307	0.007417		0.013496
KVB37	0.003053		0.004547	0.001856	0.000071	
KVB38	0.002674		0.003984	0.001637	0.000062	0.000059
KVB39	0.004526		0.006858	0.002743	0.000106	0.000008
KVB40	0.000437		0.000849	0.000232	0.00001	0.00024
KVB41	0.004128		0.006183	0.0025	0.000098	
KVB42	0.0026	0.007472	0.007098	0.000071	0.000054	0.019936
KVB43	0.003123		0.0047	0.001899	0.000073	0.000002
KVB44	0.007593	0.01413	0.013739	0.008444		0.015137
KVB45	0.002893		0.004301	0.001722	0.00007	
KVB46	0.001853	0.003981	0.001044	0.005228	0.000046	0.00178
KVB47	0.003258	0.000309	0.012602		0.000188	0.021095
KVB48	0.008145	0.015157	0.014738	0.009058		0.016238
KVB49	0.008487	0.013343	0.01146	0.007777		0.008096
KVB50	0.000813	0.001093	0.000652	0.001406		0.003209
KVB51	0.008596	0.010843	0.010042	0.008341	0.000002	0.004916
KVB52	0.003695	0.013154	0.010563		0.00005	0.023325
KVB53	0.00819	0.015239	0.014818	0.009107		0.016326
KVB54	0.008102	0.015076	0.014659	0.009009		0.016151
KVB55	0.002094		0.003152	0.001273	0.000049	0.000004
KVB56	0.00461		0.012714	0.000834	0.000191	0.014565
KVB57	0.007839	0.014587	0.014184	0.008717		0.015628
KVB58	0.005425	0.005412	0.010577	0.005845	0.000016	0.013139
KVB59	0.014168		0.021913	0.008134	0.000343	0.000987
KVB60	0.000511		0.001234	0.000351	0.000014	0.002302
KVB61	0.005206	0.009311	0.007838	0.00536		0.012063

KVB62	0.002979		0.004402	0.001732	0.000068	
KVB63	0.002449		0.003691	0.001479	0.000057	0.000002
KVB64	0.006698	0.00882	0.008308	0.005819		0.005222
KVB65	0.005318		0.008061	0.003381	0.000124	0.000027
KVB66	0.001383		0.002813	0.001329	0.000032	0.007768
KVB67	0.001363		0.002768	0.001142	0.00003	0.001833



EK 15: G-ÇKVZA Modeli Amaç Fonksiyonları

1. 1.933334751M+0.086719062d1+0.086719062d2+0.086719062d3+0.086719062d4+0.086719062d5+0.086719062d6+0.086719062d7+0.086719062d8+0.086719062d9+0.086719062d10+0.086719062d11+0.086719062d12+0.086719062d13+0.086719062d14+0.086719062d15+0.086719062d16+0.086719062d17+0.086719062d18+0.086719062d19+0.086719062d20+0.086719062d21+0.086719062d22+0.086719062d23+0.086719062d24+0.086719062d25+0.086719062d26+0.086719062d27+0.086719062d28+0.086719062d29+0.086719062d30+0.086719062d31+0.086719062d32+0.086719062d33+0.086719062d34+0.086719062d35+0.086719062d36+0.086719062d37+0.086719062d38+0.086719062d39+0.086719062d40+0.086719062d41+0.086719062d42+0.086719062d43+0.086719062d44+0.086719062d45+0.086719062d46+0.086719062d47+0.086719062d48+0.086719062d49+0.086719062d50+0.086719062d51+0.086719062d52+0.086719062d53+0.086719062d54+0.086719062d55+0.086719062d56+0.086719062d57+0.086719062d58+0.086719062d59+0.086719062d60+0.086719062d61+0.086719062d62+0.086719062d63+0.086719062d64+0.086719062d65+0.086719062d66+0.086719062d67-19.2u1-5.76u2-65.28u3-5.76u4-1863.94u5-4u6
2. 1.153270849M+0.044714020d1+0.044714020d2+0.044714020d3+0.044714020d4+0.044714020d5+0.044714020d6+0.044714020d7+0.044714020d8+0.044714020d9+0.044714020d10+0.044714020d11+0.044714020d12+0.044714020d13+0.044714020d14+0.044714020d15+0.044714020d16+0.044714020d17+0.044714020d18+0.044714020d19+0.044714020d20+0.044714020d21+0.044714020d22+0.044714020d23+0.044714020d24+0.044714020d25+0.044714020d26+0.044714020d27+0.044714020d28+0.044714020d29+0.044714020d30+0.044714020d31+0.044714020d32+0.044714020d33+0.044714020d34+0.044714020d35+0.044714020d36+0.044714020d37+0.044714020d38+0.044714020d39+0.044714020d40+0.044714020d41+0.044714020d42+0.044714020d43+0.044714020d44+0.044714020d45+0.044714020d46+0.044714020d47+0.044714020d48+0.044714020d49+0.044714020d50+0.044714020d51+0.044714020d52+0.044714020d53+0.044714020d54+0.044714020d55+0.044714020d56+0.044714020d57+0.044714020d58+0.044714020d59+0.044714020d60+0.044714020d61+0.044714020d62+0.044714020d63+0.044714020d64+0.044714020d65+0.044714020d66+0.044714020d67-10u1-10u2-1031u5-3u6
3. 1.992242209M+0.129038319d1+0.129038319d2+0.129038319d3+0.129038319d4+0.129038319d5+0.129038319d6+0.129038319d7+0.129038319d8+0.129038319d9+0.129038319d10+0.129038319d11+0.129038319d12+0.129038319d13+0.129038319d14+0.129038319d15+0.129038319d16+0.129038319d17+0.129038319d18+0.129038319d19+0.129038319d20+0.129038319d21+0.129038319d22+0.129038319d23+0.129038319d24+0.129038319d25+0.129038319d26+0.129038319d27+0.129038319d28+0.129038319d29+0.129038319d30+0.129038319d31+0.129038319d32+0.129038319d33+0.129038319d34+0.129038319d35+0.129038319d36+0.129038319d37+0.129038319d38+0.129038319d39+0.129038319d40+0.129038319d41+0.129038319d42+0.129038319d43+0.129038319d44+0.129038319d45+0.129038319d46+0.129038319d47+0.129038319d48+0.129038319d49+0.129038319d50+0.129038319d51+0.129038319d52+0.129038319d53+0.129038319d54+0.129038319d55+0.129038319d56+0.129038319d57+0.129038319d58+0.129038319d59+0.129038319d60+0.129038319d61+0.129038319d62+0.129038319d63+0.129038319d64+0.129038319d65+0.129038319d66+0.129038319d67-72u1-30u2-2.4u3-3.6u4-4559.28u5-5u6
4. 0.983347018M+0.025138267d1+0.025138267d2+0.025138267d3+0.025138267d4+0.025138267d5+0.025138267d6+0.025138267d7+0.025138267d8+0.025138267d9+0.025138267d10+0.025138267d11+0.025138267d12+0.025138267d13+0.025138267d14+0.025138267d15+0.025138267d16+0.025138267d17+0.025138267d18+0.025138267d19+0.025138267d20+0.025138267d21+0.025138267d22+0.025138267d23+0.025138267d24+0.025138267d25+0.025138267d26+0.025138267d27+0.025138267d28+0.025138267d29+0.025138267d30+0.025138267d31+0.025138267d32+0.025138267d33+0.025138267d34+0.025138267d35+0.025138267d36+0.025138267d37+0.025138267d38+0.025138267d39+0.025138267d40+0.025138267d41+0.025138267d42+0.025138267d43+0.025138267d44+0.025138267d45+0.025138267d46+0.025138267d47+0.025138267d48+0.025138267d49+0.025138267d50+0.025138267d51+0.025138267d52+0.025138267d53+0.025138267d54+0.025138267d55+0.025138267d56+0.025138267d57+0.025138267d58+0.025138267d59+0.025138267d60+0.025138267d61+0.025138267d62+0.025138267d63+0.025138267d64+0.025138267d65+0.025138267d66+0.025138267d67-1.8u1-3u2-1.2u4-330.3u5-5u6
5. 1.387840298M+0.036548759d1+0.036548759d2+0.036548759d3+0.036548759d4+0.036548759d5+0.036548759d6+0.036548759d7+0.036548759d8+0.036548759d9+0.036548759d10+0.036548759d11+0.036548759d12+0.036548759d13+0.036548759d14+0.036548759d15+0.036548759d16+0.036548759d17+0.036548759d18+0.036548759d19+0.036548759d20+0.036548759d21+0.036548759d22+0.036548759d23+0.036548759d24+0.036548759d25+0.036548759d26+0.036548759d27+0.036548759d28+0.036548759d29+0.036548759d30+0.036548759d31+0.036548759d32+0.036548759d33+0.036548759d34+0.036548759d35+0.036548759d36+0.036548759d37+0.036548759d38+0.036548759d39+0.036548759d40+0.036548759d41+0.036548759d42+0.036548759d43+0.036548759d44+0.036548759d45+0.036548759d46+0.036548759d47+0.036548759d48+0.036548759d49+0.036548759d50+0.036548759d51+0.036548759d52+0.036548759d53+0.036548759d54+0.036548759d55+0.036548759d56+0.036548759d57+0.036548759d58+0.036548759d59+0.036548759d60+0.036548759d61+0.036548759d62+0.036548759d63+0.036548759d64+0.036548759d65+0.036548759d66+0.036548759d67-25.92u1-12.96u2-4.32u4-1935.36u5-2u6
6. 1.522723604M+0.125352538d1+0.125352538d2+0.125352538d3+0.125352538d4+0.125352538d5+0.125352538d6+0.125352538d7+0.125352538d8+0.125352538d9+0.125352538d10+0.125352538d11+0.125352538d12+0.125352538d13+0.125352538d14+0.125352538d15+0.125352538d16+0.125352538d17+0.125352538d18+0.125352538d19+0.125352538d20+0.125352538d21+0.125352538d22+0.125352538d23+0.125352538d24+0.125352538d25+0.125352538d26+0.125352538d27+0.125352538d28+0.125352538d29+0.125352538d30+0.125352538d31+0.125352538d32+0.125352538d33+0.125352538d34+0.125352538d35+0.125352538d36+0.125352538d37+0.125352538d38+0.125352538d39+0.125352538d40+0.125352538d41+0.125352538d42+0.125352538d43+0.125352538d44+0.125352538d45+0.125352538d46+0.125352538d47+0.125352538d48+0.125352538d49+0.125352538d50+0.125352538d51+0.125352538d52+0.125352538d53+0.125352538d54+0.125352538d55+0.125352538d56+0.125352538d57+0.125352538d58+0.125352538d59+0.125352538d60+0.125352538d61+0.125352538d62+0.125352538d63+0.125352538d64+0.125352538d65+0.125352538d66+0.125352538d67-19.6u1-10.5u2-2.1u3-2.8u4-1511.02u5-10u6
7. 2.614379085M+0.127442597d1+0.127442597d2+0.127442597d3+0.127442597d4+0.127442597d5+0.127442597d6+0.127442597d7+0.127442597d8+0.127442597d9+0.127442597d10+0.127442597d11+0.127442597d12+0.127442597d13+0.127442597d14+0.127442597d15+0.127442597d16+0.127442597d17+0.127442597d18+0.127442597d19+0.127442597d20+0.127442597d21+0.127442597d22+0.127442597d23+0.127442597d24+0.127442597d25+0.127442597d26+0.127442597d27+0.127442597d28+0.127442597d29+0.127442597d30+0.127442597d31+0.127442597d32+0.127442597d33+0.127442597d34+0.127442597d35+0.127442597d36+0.127442597d37+0.127442597d38+0.127442597d39+0.127442597d40+0.127442597d41+0.127442597d42+0.127442597d43+0.127442597d44+0.127442597d45+0.127442597d46+0.127442597d47+0.127442597d48+0.127442597d49+0.127442597d50+0.127442597d51+0.127442597d52+0.127442597d53+0.127442597d54+0.127442597d55+0.127442597d56+0.127442597d57+0.127442597d58+0.127442597d59+0.127442597d60+0.127442597d61+0.127442597d62+0.127442597d63+0.127442597d64+0.127442597d65+0.127442597d66+0.127442597d67-140u1-7u2-2u3-1u4-4817.4u5-6u6
8. 2.391126053M+0.129198482d1+0.129198482d2+0.129198482d3+0.129198482d4+0.129198482d5+0.129198482d6+0.129198482d7+0.129198482d8+0.129198482d9+0.129198482d10+0.129198482d11+0.129198482d12+0.129198482d13+0.129198482d14+0.129198482d15+0.129198482d16+0.129198482d17+0.129198482d18+0.129198482d19+0.129198482d20+0.129198482d21+0.129198482d22+0.129198482d23+0.129198482d24+0.129198482d25+0.129198482d26+0.129198482d27+0.129198482d28+0.129198482d29+0.129198482d30+0.129198482d31+0.129198482d32+0.129198482d33+0.129198482d34+0.129198482d35+0.129198482d36+0.129198482d37+0.129198482d38+0.129198482d39+0.129198482d40+0.129198482d41+0.129198482d42+0.129198482d43+0.129198482d44+0.129198482d45+0.129198482d46+0.129198482d47+0.129198482d48+0.129198482d49+0.129198482d50+0.129198482d51+0.129198482d52+0.129198482d53+0.129198482d54+0.129198482d55+0.129198482d56+0.129198482d57+0.129198482d58+0.129198482d59+0.129198482d60+0.129198482d61+0.129198482d62+0.129198482d63+0.129198482d64+0.129198482d65+0.129198482d66+0.129198482d67-19.2u1-5.76u2-65.28u3-5.76u4-1863.94u5-4u6

- 22+0.129198482d23+0.129198482d24+0.129198482d25+0.129198482d26+0.129198482d27+0.129198482d28+0.129198482d29+0.129198482d30+0.129198482d31+0.129198482d32+0.129198482d33+0.129198482d34+0.129198482d35+0.129198482d36+0.129198482d37+0.129198482d38+0.129198482d39+0.129198482d40+0.129198482d41+0.129198482d42+0.129198482d43+0.129198482d44+0.129198482d45+0.129198482d46+0.129198482d47+0.129198482d48+0.129198482d49+0.129198482d50+0.129198482d51+0.129198482d52+0.129198482d53+0.129198482d54+0.129198482d55+0.129198482d56+0.129198482d57+0.129198482d58+0.129198482d59+0.129198482d60+0.129198482d61+0.129198482d62+0.129198482d63+0.129198482d64+0.129198482d65+0.129198482d66+0.129198482d67-100u1-45u2-4.5u3-4.25u4-6549.65u5-46u6
9. 2.562479660M+0.211966258d1+0.211966258d2+0.211966258d3+0.211966258d4+0.211966258d5+0.211966258d6+0.211966258d7+0.211966258d8+0.211966258d9+0.211966258d10+0.211966258d11+0.211966258d12+0.211966258d13+0.211966258d14+0.211966258d15+0.211966258d16+0.211966258d17+0.211966258d18+0.211966258d19+0.211966258d20+0.211966258d21+0.211966258d22+0.211966258d23+0.211966258d24+0.211966258d25+0.211966258d26+0.211966258d27+0.211966258d28+0.211966258d29+0.211966258d30+0.211966258d31+0.211966258d32+0.211966258d33+0.211966258d34+0.211966258d35+0.211966258d36+0.211966258d37+0.211966258d38+0.211966258d39+0.211966258d40+0.211966258d41+0.211966258d42+0.211966258d43+0.211966258d44+0.211966258d45+0.211966258d46+0.211966258d47+0.211966258d48+0.211966258d49+0.211966258d50+0.211966258d51+0.211966258d52+0.211966258d53+0.211966258d54+0.211966258d55+0.211966258d56+0.211966258d57+0.211966258d58+0.211966258d59+0.211966258d60+0.211966258d61+0.211966258d62+0.211966258d63+0.211966258d64+0.211966258d65+0.211966258d66+0.211966258d67-90u1-30u2-15u3-15u4-5763u5-7u6
10. 2.744493174M+0.217531802d1+0.217531802d2+0.217531802d3+0.217531802d4+0.217531802d5+0.217531802d6+0.217531802d7+0.217531802d8+0.217531802d9+0.217531802d10+0.217531802d11+0.217531802d12+0.217531802d13+0.217531802d14+0.217531802d15+0.217531802d16+0.217531802d17+0.217531802d18+0.217531802d19+0.217531802d20+0.217531802d21+0.217531802d22+0.217531802d23+0.217531802d24+0.217531802d25+0.217531802d26+0.217531802d27+0.217531802d28+0.217531802d29+0.217531802d30+0.217531802d31+0.217531802d32+0.217531802d33+0.217531802d34+0.217531802d35+0.217531802d36+0.217531802d37+0.217531802d38+0.217531802d39+0.217531802d40+0.217531802d41+0.217531802d42+0.217531802d43+0.217531802d44+0.217531802d45+0.217531802d46+0.217531802d47+0.217531802d48+0.217531802d49+0.217531802d50+0.217531802d51+0.217531802d52+0.217531802d53+0.217531802d54+0.217531802d55+0.217531802d56+0.217531802d57+0.217531802d58+0.217531802d59+0.217531802d60+0.217531802d61+0.217531802d62+0.217531802d63+0.217531802d64+0.217531802d65+0.217531802d66+0.217531802d67-120u1-10u2-5u3-10u4-4887u5-8u6
11. 2.968883136M+0.151062696d1+0.151062696d2+0.151062696d3+0.151062696d4+0.151062696d5+0.151062696d6+0.151062696d7+0.151062696d8+0.151062696d9+0.151062696d10+0.151062696d11+0.151062696d12+0.151062696d13+0.151062696d14+0.151062696d15+0.151062696d16+0.151062696d17+0.151062696d18+0.151062696d19+0.151062696d20+0.151062696d21+0.151062696d22+0.151062696d23+0.151062696d24+0.151062696d25+0.151062696d26+0.151062696d27+0.151062696d28+0.151062696d29+0.151062696d30+0.151062696d31+0.151062696d32+0.151062696d33+0.151062696d34+0.151062696d35+0.151062696d36+0.151062696d37+0.151062696d38+0.151062696d39+0.151062696d40+0.151062696d41+0.151062696d42+0.151062696d43+0.151062696d44+0.151062696d45+0.151062696d46+0.151062696d47+0.151062696d48+0.151062696d49+0.151062696d50+0.151062696d51+0.151062696d52+0.151062696d53+0.151062696d54+0.151062696d55+0.151062696d56+0.151062696d57+0.151062696d58+0.151062696d59+0.151062696d60+0.151062696d61+0.151062696d62+0.151062696d63+0.151062696d64+0.151062696d65+0.151062696d66+0.151062696d67-84.6u1-95.4u2-9508.5u5-5u6
12. 2.165486477M+0.751884787d1+0.751884787d2+0.751884787d3+0.751884787d4+0.751884787d5+0.751884787d6+0.751884787d7+0.751884787d8+0.751884787d9+0.751884787d10+0.751884787d11+0.751884787d12+0.751884787d13+0.751884787d14+0.751884787d15+0.751884787d16+0.751884787d17+0.751884787d18+0.751884787d19+0.751884787d20+0.751884787d21+0.751884787d22+0.751884787d23+0.751884787d24+0.751884787d25+0.751884787d26+0.751884787d27+0.751884787d28+0.751884787d29+0.751884787d30+0.751884787d31+0.751884787d32+0.751884787d33+0.751884787d34+0.751884787d35+0.751884787d36+0.751884787d37+0.751884787d38+0.751884787d39+0.751884787d40+0.751884787d41+0.751884787d42+0.751884787d43+0.751884787d44+0.751884787d45+0.751884787d46+0.751884787d47+0.751884787d48+0.751884787d49+0.751884787d50+0.751884787d51+0.751884787d52+0.751884787d53+0.751884787d54+0.751884787d55+0.751884787d56+0.751884787d57+0.751884787d58+0.751884787d59+0.751884787d60+0.751884787d61+0.751884787d62+0.751884787d63+0.751884787d64+0.751884787d65+0.751884787d66+0.751884787d67-50u1-20u2-3927u5-10u6
13. 4.036603924M+0.247641463d1+0.247641463d2+0.247641463d3+0.247641463d4+0.247641463d5+0.247641463d6+0.247641463d7+0.247641463d8+0.247641463d9+0.247641463d10+0.247641463d11+0.247641463d12+0.247641463d13+0.247641463d14+0.247641463d15+0.247641463d16+0.247641463d17+0.247641463d18+0.247641463d19+0.247641463d20+0.247641463d21+0.247641463d22+0.247641463d23+0.247641463d24+0.247641463d25+0.247641463d26+0.247641463d27+0.247641463d28+0.247641463d29+0.247641463d30+0.247641463d31+0.247641463d32+0.247641463d33+0.247641463d34+0.247641463d35+0.247641463d36+0.247641463d37+0.247641463d38+0.247641463d39+0.247641463d40+0.247641463d41+0.247641463d42+0.247641463d43+0.247641463d44+0.247641463d45+0.247641463d46+0.247641463d47+0.247641463d48+0.247641463d49+0.247641463d50+0.247641463d51+0.247641463d52+0.247641463d53+0.247641463d54+0.247641463d55+0.247641463d56+0.247641463d57+0.247641463d58+0.247641463d59+0.247641463d60+0.247641463d61+0.247641463d62+0.247641463d63+0.247641463d64+0.247641463d65+0.247641463d66+0.247641463d67-108u1-81u2-27u3-27u4-11836.8u5-8u6
14. 1.859116176M+0.109406365d1+0.109406365d2+0.109406365d3+0.109406365d4+0.109406365d5+0.109406365d6+0.109406365d7+0.109406365d8+0.109406365d9+0.109406365d10+0.109406365d11+0.109406365d12+0.109406365d13+0.109406365d14+0.109406365d15+0.109406365d16+0.109406365d17+0.109406365d18+0.109406365d19+0.109406365d20+0.109406365d21+0.109406365d22+0.109406365d23+0.109406365d24+0.109406365d25+0.109406365d26+0.109406365d27+0.109406365d28+0.109406365d29+0.109406365d30+0.109406365d31+0.109406365d32+0.109406365d33+0.109406365d34+0.109406365d35+0.109406365d36+0.109406365d37+0.109406365d38+0.109406365d39+0.109406365d40+0.109406365d41+0.109406365d42+0.109406365d43+0.109406365d44+0.109406365d45+0.109406365d46+0.109406365d47+0.109406365d48+0.109406365d49+0.109406365d50+0.109406365d51+0.109406365d52+0.109406365d53+0.109406365d54+0.109406365d55+0.109406365d56+0.109406365d57+0.109406365d58+0.109406365d59+0.109406365d60+0.109406365d61+0.109406365d62+0.109406365d63+0.109406365d64+0.109406365d65+0.109406365d66+0.109406365d67-9.36u1-6.55u2-74.88u3-2.8u4-1568.21u5-30u6
15. 2.562052922M+0.122335951d1+0.122335951d2+0.122335951d3+0.122335951d4+0.122335951d5+0.122335951d6+0.122335951d7+0.122335951d8+0.122335951d9+0.122335951d10+0.122335951d11+0.122335951d12+0.122335951d13+0.122335951d14+0.122335951d15+0.122335951d16+0.122335951d17+0.122335951d18+0.122335951d19+0.122335951d20+0.122335951d21+0.122335951d22+0.122335951d23+0.122335951d24+0.122335951d25+0.122335951d26+0.122335951d27+0.122335951d28+0.122335951d29+0.122335951d30+0.122335951d31+0.122335951d32+0.122335951d33+0.122335951d34+0.122335951d35+0.122335951d36+0.122335951d37+0.122335951d38+0.122335951d39+0.122335951d40+0.122335951d41+0.122335951d42+0.122335951d43+0.122335951d44+0.122335951d45+0.122335951d46+0.122335951d47+0.122335951d48+0.122335951d49+0.122335951d50+0.122335951d51+0.122335951d52+0.122335951d53+0.122335951d54+0.122335951d55+0.122335951d56+0.122335951d57+0.122335951d58+0.122335951d59+0.122335951d60+0.122335951d61+0.122335951d62+0.122335951d63+0.122335951d64+0.122335951d65+0.122335951d66+0.122335951d67-108u1-81u2-27u3-27u4-11836.8u5-8u6

- 51d59+0.122335951d60+0.122335951d61+0.122335951d62+0.122335951d63+0.122335951d64+0.122335951d65+0.122335951d66
+0.122335951d67-50.17u1-55.1u2-24.36u3-14.5u4-6565.57u5-12u6
16. 1.358324697M+0.039264975d1+0.039264975d2+0.039264975d3+0.039264975d4+0.039264975d5+0.039264975d6+0.039264975d7
+0.039264975d8+0.039264975d9+0.039264975d10+0.039264975d11+0.039264975d12+0.039264975d13+0.039264975d14+0.03926
4975d15+0.039264975d16+0.039264975d17+0.039264975d18+0.039264975d19+0.039264975d20+0.039264975d21+0.039264975d
22+0.039264975d23+0.039264975d24+0.039264975d25+0.039264975d26+0.039264975d27+0.039264975d28+0.039264975d29+0.0
39264975d30+0.039264975d31+0.039264975d32+0.039264975d33+0.039264975d34+0.039264975d35+0.039264975d36+0.039264
975d37+0.039264975d38+0.039264975d39+0.039264975d40+0.039264975d41+0.039264975d42+0.039264975d43+0.039264975d4
4+0.039264975d45+0.039264975d46+0.039264975d47+0.039264975d48+0.039264975d49+0.039264975d50+0.039264975d51+0.03
9264975d52+0.039264975d53+0.039264975d54+0.039264975d55+0.039264975d56+0.039264975d57+0.039264975d58+0.0392649
75d59+0.039264975d60+0.039264975d61+0.039264975d62+0.039264975d63+0.039264975d64+0.039264975d65+0.039264975d66
+0.039264975d67-18u1-15.84u2-1.08u3-1.08u4-1759.9u5-10u6
17. 1.509835066M+0.050878545d1+0.050878545d2+0.050878545d3+0.050878545d4+0.050878545d5+0.050878545d6+0.050878545d7
+0.050878545d8+0.050878545d9+0.050878545d10+0.050878545d11+0.050878545d12+0.050878545d13+0.050878545d14+0.05087
8545d15+0.050878545d16+0.050878545d17+0.050878545d18+0.050878545d19+0.050878545d20+0.050878545d21+0.050878545d
22+0.050878545d23+0.050878545d24+0.050878545d25+0.050878545d26+0.050878545d27+0.050878545d28+0.050878545d29+0.0
50878545d30+0.050878545d31+0.050878545d32+0.050878545d33+0.050878545d34+0.050878545d35+0.050878545d36+0.050878
545d37+0.050878545d38+0.050878545d39+0.050878545d40+0.050878545d41+0.050878545d42+0.050878545d43+0.050878545d4
4+0.050878545d45+0.050878545d46+0.050878545d47+0.050878545d48+0.050878545d49+0.050878545d50+0.050878545d51+0.05
0878545d52+0.050878545d53+0.050878545d54+0.050878545d55+0.050878545d56+0.050878545d57+0.050878545d58+0.0508785
45d59+0.050878545d60+0.050878545d61+0.050878545d62+0.050878545d63+0.050878545d64+0.050878545d65+0.050878545d66
+0.050878545d67-20.06269592u1-15.04702194u2-5.015673981u3-5.015673981u4-2198.871473u5-8.359456635u6
18. 4.395758972M+0.385998000d1+0.385998000d2+0.385998000d3+0.385998000d4+0.385998000d5+0.385998000d6+0.385998000d7
+0.385998000d8+0.385998000d9+0.385998000d10+0.385998000d11+0.385998000d12+0.385998000d13+0.385998000d14+0.38599
8000d15+0.385998000d16+0.385998000d17+0.385998000d18+0.385998000d19+0.385998000d20+0.385998000d21+0.385998000d
22+0.385998000d23+0.385998000d24+0.385998000d25+0.385998000d26+0.385998000d27+0.385998000d28+0.385998000d29+0.3
85998000d30+0.385998000d31+0.385998000d32+0.385998000d33+0.385998000d34+0.385998000d35+0.385998000d36+0.385998
000d37+0.385998000d38+0.385998000d39+0.385998000d40+0.385998000d41+0.385998000d42+0.385998000d43+0.385998000d4
4+0.385998000d45+0.385998000d46+0.385998000d47+0.385998000d48+0.385998000d49+0.385998000d50+0.385998000d51+0.38
5998000d52+0.385998000d53+0.385998000d54+0.385998000d55+0.385998000d56+0.385998000d57+0.385998000d58+0.3859980
00d59+0.385998000d60+0.385998000d61+0.385998000d62+0.385998000d63+0.385998000d64+0.385998000d65+0.385998000d66
+0.385998000d67-144u1-108u2-36u3-36u4-15782.4u5-12u6
19. 1.820048195M+0.151085611d1+0.151085611d2+0.151085611d3+0.151085611d4+0.151085611d5+0.151085611d6+0.151085611d7
+0.151085611d8+0.151085611d9+0.151085611d10+0.151085611d11+0.151085611d12+0.151085611d13+0.151085611d14+0.15108
5611d15+0.151085611d16+0.151085611d17+0.151085611d18+0.151085611d19+0.151085611d20+0.151085611d21+0.151085611d
22+0.151085611d23+0.151085611d24+0.151085611d25+0.151085611d26+0.151085611d27+0.151085611d28+0.151085611d29+0.1
51085611d30+0.151085611d31+0.151085611d32+0.151085611d33+0.151085611d34+0.151085611d35+0.151085611d36+0.151085
611d37+0.151085611d38+0.151085611d39+0.151085611d40+0.151085611d41+0.151085611d42+0.151085611d43+0.151085611d4
4+0.151085611d45+0.151085611d46+0.151085611d47+0.151085611d48+0.151085611d49+0.151085611d50+0.151085611d51+0.15
1085611d52+0.151085611d53+0.151085611d54+0.151085611d55+0.151085611d56+0.151085611d57+0.151085611d58+0.1510856
11d59+0.151085611d60+0.151085611d61+0.151085611d62+0.151085611d63+0.151085611d64+0.151085611d65+0.151085611d66
+0.151085611d67-126u1-36u2-9u3-9u4-6949.8u5-6u6
20. 1.323775673M+0.042837101d1+0.042837101d2+0.042837101d3+0.042837101d4+0.042837101d5+0.042837101d6+0.042837101d7
+0.042837101d8+0.042837101d9+0.042837101d10+0.042837101d11+0.042837101d12+0.042837101d13+0.042837101d14+0.04283
7101d15+0.042837101d16+0.042837101d17+0.042837101d18+0.042837101d19+0.042837101d20+0.042837101d21+0.042837101d
22+0.042837101d23+0.042837101d24+0.042837101d25+0.042837101d26+0.042837101d27+0.042837101d28+0.042837101d29+0.0
42837101d30+0.042837101d31+0.042837101d32+0.042837101d33+0.042837101d34+0.042837101d35+0.042837101d36+0.042837
101d37+0.042837101d38+0.042837101d39+0.042837101d40+0.042837101d41+0.042837101d42+0.042837101d43+0.042837101d4
4+0.042837101d45+0.042837101d46+0.042837101d47+0.042837101d48+0.042837101d49+0.042837101d50+0.042837101d51+0.04
2837101d52+0.042837101d53+0.042837101d54+0.042837101d55+0.042837101d56+0.042837101d57+0.042837101d58+0.0428371
01d59+0.042837101d60+0.042837101d61+0.042837101d62+0.042837101d63+0.042837101d64+0.042837101d65+0.042837101d66
+0.042837101d67-19u1-9.1u2-1.9u4-1329u5-3u6
21. 1.914718441M+0.084649922d1+0.084649922d2+0.084649922d3+0.084649922d4+0.084649922d5+0.084649922d6+0.084649922d7
+0.084649922d8+0.084649922d9+0.084649922d10+0.084649922d11+0.084649922d12+0.084649922d13+0.084649922d14+0.08464
9922d15+0.084649922d16+0.084649922d17+0.084649922d18+0.084649922d19+0.084649922d20+0.084649922d21+0.084649922d
22+0.084649922d23+0.084649922d24+0.084649922d25+0.084649922d26+0.084649922d27+0.084649922d28+0.084649922d29+0.0
84649922d30+0.084649922d31+0.084649922d32+0.084649922d33+0.084649922d34+0.084649922d35+0.084649922d36+0.084649
922d37+0.084649922d38+0.084649922d39+0.084649922d40+0.084649922d41+0.084649922d42+0.084649922d43+0.084649922d4
4+0.084649922d45+0.084649922d46+0.084649922d47+0.084649922d48+0.084649922d49+0.084649922d50+0.084649922d51+0.08
4649922d52+0.084649922d53+0.084649922d54+0.084649922d55+0.084649922d56+0.084649922d57+0.084649922d58+0.0846499
22d59+0.084649922d60+0.084649922d61+0.084649922d62+0.084649922d63+0.084649922d64+0.084649922d65+0.084649922d66
+0.084649922d67-85u1-14u2-0.1u3-0.9u4-3638.62u5-6u6
22. 1.561141329M+0.050547480d1+0.050547480d2+0.050547480d3+0.050547480d4+0.050547480d5+0.050547480d6+0.050547480d7
+0.050547480d8+0.050547480d9+0.050547480d10+0.050547480d11+0.050547480d12+0.050547480d13+0.050547480d14+0.05054
7480d15+0.050547480d16+0.050547480d17+0.050547480d18+0.050547480d19+0.050547480d20+0.050547480d21+0.050547480d
22+0.050547480d23+0.050547480d24+0.050547480d25+0.050547480d26+0.050547480d27+0.050547480d28+0.050547480d29+0.0
50547480d30+0.050547480d31+0.050547480d32+0.050547480d33+0.050547480d34+0.050547480d35+0.050547480d36+0.050547
480d37+0.050547480d38+0.050547480d39+0.050547480d40+0.050547480d41+0.050547480d42+0.050547480d43+0.050547480d4
4+0.050547480d45+0.050547480d46+0.050547480d47+0.050547480d48+0.050547480d49+0.050547480d50+0.050547480d51+0.05
0547480d52+0.050547480d53+0.050547480d54+0.050547480d55+0.050547480d56+0.050547480d57+0.050547480d58+0.0505474
80d59+0.050547480d60+0.050547480d61+0.050547480d62+0.050547480d63+0.050547480d64+0.050547480d65+0.050547480d66
+0.050547480d67-27u1-30u2-3u4-3145.5u5-4u6
23. 1.154153336M+0.056460428d1+0.056460428d2+0.056460428d3+0.056460428d4+0.056460428d5+0.056460428d6+0.056460428d7
+0.056460428d8+0.056460428d9+0.056460428d10+0.056460428d11+0.056460428d12+0.056460428d13+0.056460428d14+0.05646
0428d15+0.056460428d16+0.056460428d17+0.056460428d18+0.056460428d19+0.056460428d20+0.056460428d21+0.056460428d
22+0.056460428d23+0.056460428d24+0.056460428d25+0.056460428d26+0.056460428d27+0.056460428d28+0.056460428d29+0.0

- 56460428d30+0.056460428d31+0.056460428d32+0.056460428d33+0.056460428d34+0.056460428d35+0.056460428d36+0.056460428d37+0.056460428d38+0.056460428d39+0.056460428d40+0.056460428d41+0.056460428d42+0.056460428d43+0.056460428d44+0.056460428d45+0.056460428d46+0.056460428d47+0.056460428d48+0.056460428d49+0.056460428d50+0.056460428d51+0.056460428d52+0.056460428d53+0.056460428d54+0.056460428d55+0.056460428d56+0.056460428d57+0.056460428d58+0.056460428d59+0.056460428d60+0.056460428d61+0.056460428d62+0.056460428d63+0.056460428d64+0.056460428d65+0.056460428d66+0.056460428d67-5u1-2.4u2-0.5u3-0.2u4-340.28u5-4u6
24. 2.091551387M+0.120516166d1+0.120516166d2+0.120516166d3+0.120516166d4+0.120516166d5+0.120516166d6+0.120516166d7+0.120516166d8+0.120516166d9+0.120516166d10+0.120516166d11+0.120516166d12+0.120516166d13+0.120516166d14+0.120516166d15+0.120516166d16+0.120516166d17+0.120516166d18+0.120516166d19+0.120516166d20+0.120516166d21+0.120516166d22+0.120516166d23+0.120516166d24+0.120516166d25+0.120516166d26+0.120516166d27+0.120516166d28+0.120516166d29+0.120516166d30+0.120516166d31+0.120516166d32+0.120516166d33+0.120516166d34+0.120516166d35+0.120516166d36+0.120516166d37+0.120516166d38+0.120516166d39+0.120516166d40+0.120516166d41+0.120516166d42+0.120516166d43+0.120516166d44+0.120516166d45+0.120516166d46+0.120516166d47+0.120516166d48+0.120516166d49+0.120516166d50+0.120516166d51+0.120516166d52+0.120516166d53+0.120516166d54+0.120516166d55+0.120516166d56+0.120516166d57+0.120516166d58+0.120516166d59+0.120516166d60+0.120516166d61+0.120516166d62+0.120516166d63+0.120516166d64+0.120516166d65+0.120516166d66+0.120516166d67-84u1-36u2-516u5-4u6
25. 2.300484712M+0.118484493d1+0.118484493d2+0.118484493d3+0.118484493d4+0.118484493d5+0.118484493d6+0.118484493d7+0.118484493d8+0.118484493d9+0.118484493d10+0.118484493d11+0.118484493d12+0.118484493d13+0.118484493d14+0.118484493d15+0.118484493d16+0.118484493d17+0.118484493d18+0.118484493d19+0.118484493d20+0.118484493d21+0.118484493d22+0.118484493d23+0.118484493d24+0.118484493d25+0.118484493d26+0.118484493d27+0.118484493d28+0.118484493d29+0.118484493d30+0.118484493d31+0.118484493d32+0.118484493d33+0.118484493d34+0.118484493d35+0.118484493d36+0.118484493d37+0.118484493d38+0.118484493d39+0.118484493d40+0.118484493d41+0.118484493d42+0.118484493d43+0.118484493d44+0.118484493d45+0.118484493d46+0.118484493d47+0.118484493d48+0.118484493d49+0.118484493d50+0.118484493d51+0.118484493d52+0.118484493d53+0.118484493d54+0.118484493d55+0.118484493d56+0.118484493d57+0.118484493d58+0.118484493d59+0.118484493d60+0.118484493d61+0.118484493d62+0.118484493d63+0.118484493d64+0.118484493d65+0.118484493d66+0.118484493d67-120u1-10u2-5u3-5u4-4648u5-9u6
26. 1.094461913M+0.032942037d1+0.032942037d2+0.032942037d3+0.032942037d4+0.032942037d5+0.032942037d6+0.032942037d7+0.032942037d8+0.032942037d9+0.032942037d10+0.032942037d11+0.032942037d12+0.032942037d13+0.032942037d14+0.032942037d15+0.032942037d16+0.032942037d17+0.032942037d18+0.032942037d19+0.032942037d20+0.032942037d21+0.032942037d22+0.032942037d23+0.032942037d24+0.032942037d25+0.032942037d26+0.032942037d27+0.032942037d28+0.032942037d29+0.032942037d30+0.032942037d31+0.032942037d32+0.032942037d33+0.032942037d34+0.032942037d35+0.032942037d36+0.032942037d37+0.032942037d38+0.032942037d39+0.032942037d40+0.032942037d41+0.032942037d42+0.032942037d43+0.032942037d44+0.032942037d45+0.032942037d46+0.032942037d47+0.032942037d48+0.032942037d49+0.032942037d50+0.032942037d51+0.032942037d52+0.032942037d53+0.032942037d54+0.032942037d55+0.032942037d56+0.032942037d57+0.032942037d58+0.032942037d59+0.032942037d60+0.032942037d61+0.032942037d62+0.032942037d63+0.032942037d64+0.032942037d65+0.032942037d66+0.032942037d67-1.98u1-1.44u2-0.18u4-173.43u5-4u6
27. 1.126086815M+0.034822130d1+0.034822130d2+0.034822130d3+0.034822130d4+0.034822130d5+0.034822130d6+0.034822130d7+0.034822130d8+0.034822130d9+0.034822130d10+0.034822130d11+0.034822130d12+0.034822130d13+0.034822130d14+0.034822130d15+0.034822130d16+0.034822130d17+0.034822130d18+0.034822130d19+0.034822130d20+0.034822130d21+0.034822130d22+0.034822130d23+0.034822130d24+0.034822130d25+0.034822130d26+0.034822130d27+0.034822130d28+0.034822130d29+0.034822130d30+0.034822130d31+0.034822130d32+0.034822130d33+0.034822130d34+0.034822130d35+0.034822130d36+0.034822130d37+0.034822130d38+0.034822130d39+0.034822130d40+0.034822130d41+0.034822130d42+0.034822130d43+0.034822130d44+0.034822130d45+0.034822130d46+0.034822130d47+0.034822130d48+0.034822130d49+0.034822130d50+0.034822130d51+0.034822130d52+0.034822130d53+0.034822130d54+0.034822130d55+0.034822130d56+0.034822130d57+0.034822130d58+0.034822130d59+0.034822130d60+0.034822130d61+0.034822130d62+0.034822130d63+0.034822130d64+0.034822130d65+0.034822130d66+0.034822130d67-7u1-1u2-1u3-1u4-341.7u5-1u6
28. 1.349331002M+0.039828308d1+0.039828308d2+0.039828308d3+0.039828308d4+0.039828308d5+0.039828308d6+0.039828308d7+0.039828308d8+0.039828308d9+0.039828308d10+0.039828308d11+0.039828308d12+0.039828308d13+0.039828308d14+0.039828308d15+0.039828308d16+0.039828308d17+0.039828308d18+0.039828308d19+0.039828308d20+0.039828308d21+0.039828308d22+0.039828308d23+0.039828308d24+0.039828308d25+0.039828308d26+0.039828308d27+0.039828308d28+0.039828308d29+0.039828308d30+0.039828308d31+0.039828308d32+0.039828308d33+0.039828308d34+0.039828308d35+0.039828308d36+0.039828308d37+0.039828308d38+0.039828308d39+0.039828308d40+0.039828308d41+0.039828308d42+0.039828308d43+0.039828308d44+0.039828308d45+0.039828308d46+0.039828308d47+0.039828308d48+0.039828308d49+0.039828308d50+0.039828308d51+0.039828308d52+0.039828308d53+0.039828308d54+0.039828308d55+0.039828308d56+0.039828308d57+0.039828308d58+0.039828308d59+0.039828308d60+0.039828308d61+0.039828308d62+0.039828308d63+0.039828308d64+0.039828308d65+0.039828308d66+0.039828308d67-18u1-15.84u2-1.08u3-1.08u4-1759.9u5-10u6
29. 1.282163606M+0.037755724d1+0.037755724d2+0.037755724d3+0.037755724d4+0.037755724d5+0.037755724d6+0.037755724d7+0.037755724d8+0.037755724d9+0.037755724d10+0.037755724d11+0.037755724d12+0.037755724d13+0.037755724d14+0.037755724d15+0.037755724d16+0.037755724d17+0.037755724d18+0.037755724d19+0.037755724d20+0.037755724d21+0.037755724d22+0.037755724d23+0.037755724d24+0.037755724d25+0.037755724d26+0.037755724d27+0.037755724d28+0.037755724d29+0.037755724d30+0.037755724d31+0.037755724d32+0.037755724d33+0.037755724d34+0.037755724d35+0.037755724d36+0.037755724d37+0.037755724d38+0.037755724d39+0.037755724d40+0.037755724d41+0.037755724d42+0.037755724d43+0.037755724d44+0.037755724d45+0.037755724d46+0.037755724d47+0.037755724d48+0.037755724d49+0.037755724d50+0.037755724d51+0.037755724d52+0.037755724d53+0.037755724d54+0.037755724d55+0.037755724d56+0.037755724d57+0.037755724d58+0.037755724d59+0.037755724d60+0.037755724d61+0.037755724d62+0.037755724d63+0.037755724d64+0.037755724d65+0.037755724d66+0.037755724d67-17.86585507u1-4.678634396u2-1.196859962u4-1179.527253u5-3.264163532u6
30. 1.592719361M+0.050547837d1+0.050547837d2+0.050547837d3+0.050547837d4+0.050547837d5+0.050547837d6+0.050547837d7+0.050547837d8+0.050547837d9+0.050547837d10+0.050547837d11+0.050547837d12+0.050547837d13+0.050547837d14+0.050547837d15+0.050547837d16+0.050547837d17+0.050547837d18+0.050547837d19+0.050547837d20+0.050547837d21+0.050547837d22+0.050547837d23+0.050547837d24+0.050547837d25+0.050547837d26+0.050547837d27+0.050547837d28+0.050547837d29+0.050547837d30+0.050547837d31+0.050547837d32+0.050547837d33+0.050547837d34+0.050547837d35+0.050547837d36+0.050547837d37+0.050547837d38+0.050547837d39+0.050547837d40+0.050547837d41+0.050547837d42+0.050547837d43+0.050547837d44+0.050547837d45+0.050547837d46+0.050547837d47+0.050547837d48+0.050547837d49+0.050547837d50+0.050547837d51+0.050547837d52+0.050547837d53+0.050547837d54+0.050547837d55+0.050547837d56+0.050547837d57+0.050547837d58+0.050547837d59+0.050547837d60+0.050547837d61+0.050547837d62+0.050547837d63+0.050547837d64+0.050547837d65+0.050547837d66+0.050547837d67-55u1-2u2-1u3-1u4-1868.9u5-5u6

31. 1.667319700M+0.061005108d1+0.061005108d2+0.061005108d3+0.061005108d4+0.061005108d5+0.061005108d6+0.061005108d7+0.061005108d8+0.061005108d9+0.061005108d10+0.061005108d11+0.061005108d12+0.061005108d13+0.061005108d14+0.061005108d15+0.061005108d16+0.061005108d17+0.061005108d18+0.061005108d19+0.061005108d20+0.061005108d21+0.061005108d22+0.061005108d23+0.061005108d24+0.061005108d25+0.061005108d26+0.061005108d27+0.061005108d28+0.061005108d29+0.061005108d30+0.061005108d31+0.061005108d32+0.061005108d33+0.061005108d34+0.061005108d35+0.061005108d36+0.061005108d37+0.061005108d38+0.061005108d39+0.061005108d40+0.061005108d41+0.061005108d42+0.061005108d43+0.061005108d44+0.061005108d45+0.061005108d46+0.061005108d47+0.061005108d48+0.061005108d49+0.061005108d50+0.061005108d51+0.061005108d52+0.061005108d53+0.061005108d54+0.061005108d55+0.061005108d56+0.061005108d57+0.061005108d58+0.061005108d59+0.061005108d60+0.061005108d61+0.061005108d62+0.061005108d63+0.061005108d64+0.061005108d65+0.061005108d66+0.061005108d67-1.22u1-67.5u2-0.51u3-0.55u4-5066.69u5-6u6
32. 2.091494519M+0.101275207d1+0.101275207d2+0.101275207d3+0.101275207d4+0.101275207d5+0.101275207d6+0.101275207d7+0.101275207d8+0.101275207d9+0.101275207d10+0.101275207d11+0.101275207d12+0.101275207d13+0.101275207d14+0.101275207d15+0.101275207d16+0.101275207d17+0.101275207d18+0.101275207d19+0.101275207d20+0.101275207d21+0.101275207d22+0.101275207d23+0.101275207d24+0.101275207d25+0.101275207d26+0.101275207d27+0.101275207d28+0.101275207d29+0.101275207d30+0.101275207d31+0.101275207d32+0.101275207d33+0.101275207d34+0.101275207d35+0.101275207d36+0.101275207d37+0.101275207d38+0.101275207d39+0.101275207d40+0.101275207d41+0.101275207d42+0.101275207d43+0.101275207d44+0.101275207d45+0.101275207d46+0.101275207d47+0.101275207d48+0.101275207d49+0.101275207d50+0.101275207d51+0.101275207d52+0.101275207d53+0.101275207d54+0.101275207d55+0.101275207d56+0.101275207d57+0.101275207d58+0.101275207d59+0.101275207d60+0.101275207d61+0.101275207d62+0.101275207d63+0.101275207d64+0.101275207d65+0.101275207d66+0.101275207d67-90u1-10u2-10u3-10u4-4023u5-7u6
33. 3.208480656M+0.161441296d1+0.161441296d2+0.161441296d3+0.161441296d4+0.161441296d5+0.161441296d6+0.161441296d7+0.161441296d8+0.161441296d9+0.161441296d10+0.161441296d11+0.161441296d12+0.161441296d13+0.161441296d14+0.161441296d15+0.161441296d16+0.161441296d17+0.161441296d18+0.161441296d19+0.161441296d20+0.161441296d21+0.161441296d22+0.161441296d23+0.161441296d24+0.161441296d25+0.161441296d26+0.161441296d27+0.161441296d28+0.161441296d29+0.161441296d30+0.161441296d31+0.161441296d32+0.161441296d33+0.161441296d34+0.161441296d35+0.161441296d36+0.161441296d37+0.161441296d38+0.161441296d39+0.161441296d40+0.161441296d41+0.161441296d42+0.161441296d43+0.161441296d44+0.161441296d45+0.161441296d46+0.161441296d47+0.161441296d48+0.161441296d49+0.161441296d50+0.161441296d51+0.161441296d52+0.161441296d53+0.161441296d54+0.161441296d55+0.161441296d56+0.161441296d57+0.161441296d58+0.161441296d59+0.161441296d60+0.161441296d61+0.161441296d62+0.161441296d63+0.161441296d64+0.161441296d65+0.161441296d66+0.161441296d67-28.5u1-3.8u2-153.9u3-1.9u4-2695.91u5-6u6
34. 2.447608931M+0.142733128d1+0.142733128d2+0.142733128d3+0.142733128d4+0.142733128d5+0.142733128d6+0.142733128d7+0.142733128d8+0.142733128d9+0.142733128d10+0.142733128d11+0.142733128d12+0.142733128d13+0.142733128d14+0.142733128d15+0.142733128d16+0.142733128d17+0.142733128d18+0.142733128d19+0.142733128d20+0.142733128d21+0.142733128d22+0.142733128d23+0.142733128d24+0.142733128d25+0.142733128d26+0.142733128d27+0.142733128d28+0.142733128d29+0.142733128d30+0.142733128d31+0.142733128d32+0.142733128d33+0.142733128d34+0.142733128d35+0.142733128d36+0.142733128d37+0.142733128d38+0.142733128d39+0.142733128d40+0.142733128d41+0.142733128d42+0.142733128d43+0.142733128d44+0.142733128d45+0.142733128d46+0.142733128d47+0.142733128d48+0.142733128d49+0.142733128d50+0.142733128d51+0.142733128d52+0.142733128d53+0.142733128d54+0.142733128d55+0.142733128d56+0.142733128d57+0.142733128d58+0.142733128d59+0.142733128d60+0.142733128d61+0.142733128d62+0.142733128d63+0.142733128d64+0.142733128d65+0.142733128d66+0.142733128d67-93.6u1-43.2u2-7.2u4-6325.2u5-7u6
35. 1.129988192M+0.028665879d1+0.028665879d2+0.028665879d3+0.028665879d4+0.028665879d5+0.028665879d6+0.028665879d7+0.028665879d8+0.028665879d9+0.028665879d10+0.028665879d11+0.028665879d12+0.028665879d13+0.028665879d14+0.028665879d15+0.028665879d16+0.028665879d17+0.028665879d18+0.028665879d19+0.028665879d20+0.028665879d21+0.028665879d22+0.028665879d23+0.028665879d24+0.028665879d25+0.028665879d26+0.028665879d27+0.028665879d28+0.028665879d29+0.028665879d30+0.028665879d31+0.028665879d32+0.028665879d33+0.028665879d34+0.028665879d35+0.028665879d36+0.028665879d37+0.028665879d38+0.028665879d39+0.028665879d40+0.028665879d41+0.028665879d42+0.028665879d43+0.028665879d44+0.028665879d45+0.028665879d46+0.028665879d47+0.028665879d48+0.028665879d49+0.028665879d50+0.028665879d51+0.028665879d52+0.028665879d53+0.028665879d54+0.028665879d55+0.028665879d56+0.028665879d57+0.028665879d58+0.028665879d59+0.028665879d60+0.028665879d61+0.028665879d62+0.028665879d63+0.028665879d64+0.028665879d65+0.028665879d66+0.028665879d67-0.6u1-8u2-659.38u5-6u6
36. 1.131750467M+0.025605677d1+0.025605677d2+0.025605677d3+0.025605677d4+0.025605677d5+0.025605677d6+0.025605677d7+0.025605677d8+0.025605677d9+0.025605677d10+0.025605677d11+0.025605677d12+0.025605677d13+0.025605677d14+0.025605677d15+0.025605677d16+0.025605677d17+0.025605677d18+0.025605677d19+0.025605677d20+0.025605677d21+0.025605677d22+0.025605677d23+0.025605677d24+0.025605677d25+0.025605677d26+0.025605677d27+0.025605677d28+0.025605677d29+0.025605677d30+0.025605677d31+0.025605677d32+0.025605677d33+0.025605677d34+0.025605677d35+0.025605677d36+0.025605677d37+0.025605677d38+0.025605677d39+0.025605677d40+0.025605677d41+0.025605677d42+0.025605677d43+0.025605677d44+0.025605677d45+0.025605677d46+0.025605677d47+0.025605677d48+0.025605677d49+0.025605677d50+0.025605677d51+0.025605677d52+0.025605677d53+0.025605677d54+0.025605677d55+0.025605677d56+0.025605677d57+0.025605677d58+0.025605677d59+0.025605677d60+0.025605677d61+0.025605677d62+0.025605677d63+0.025605677d64+0.025605677d65+0.025605677d66+0.025605677d67-0.1u1-8u2-0.1u4-590.21u5-1u6
37. 2.708705780M+0.161339193d1+0.161339193d2+0.161339193d3+0.161339193d4+0.161339193d5+0.161339193d6+0.161339193d7+0.161339193d8+0.161339193d9+0.161339193d10+0.161339193d11+0.161339193d12+0.161339193d13+0.161339193d14+0.161339193d15+0.161339193d16+0.161339193d17+0.161339193d18+0.161339193d19+0.161339193d20+0.161339193d21+0.161339193d22+0.161339193d23+0.161339193d24+0.161339193d25+0.161339193d26+0.161339193d27+0.161339193d28+0.161339193d29+0.161339193d30+0.161339193d31+0.161339193d32+0.161339193d33+0.161339193d34+0.161339193d35+0.161339193d36+0.161339193d37+0.161339193d38+0.161339193d39+0.161339193d40+0.161339193d41+0.161339193d42+0.161339193d43+0.161339193d44+0.161339193d45+0.161339193d46+0.161339193d47+0.161339193d48+0.161339193d49+0.161339193d50+0.161339193d51+0.161339193d52+0.161339193d53+0.161339193d54+0.161339193d55+0.161339193d56+0.161339193d57+0.161339193d58+0.161339193d59+0.161339193d60+0.161339193d61+0.161339193d62+0.161339193d63+0.161339193d64+0.161339193d65+0.161339193d66+0.161339193d67-7.68u1-87.68u2-96.64u4-11235.2u5-5u6
38. 2.417128741M+0.186688616d1+0.186688616d2+0.186688616d3+0.186688616d4+0.186688616d5+0.186688616d6+0.186688616d7+0.186688616d8+0.186688616d9+0.186688616d10+0.186688616d11+0.186688616d12+0.186688616d13+0.186688616d14+0.186688616d15+0.186688616d16+0.186688616d17+0.186688616d18+0.186688616d19+0.186688616d20+0.186688616d21+0.186688616d22+0.186688616d23+0.186688616d24+0.186688616d25+0.186688616d26+0.186688616d27+0.186688616d28+0.186688616d29+0.186688616d30+0.186688616d31+0.186688616d32+0.186688616d33+0.186688616d34+0.186688616d35+0.186688616d36+0.186688616d37+0.186688616d38+0.186688616d39+0.186688616d40+0.186688616d41+0.186688616d42+0.186688616d43+0.186688616d44

4+0.186688616d45+0.186688616d46+0.186688616d47+0.186688616d48+0.186688616d49+0.186688616d50+0.186688616d51+0.186688616d52+0.186688616d53+0.186688616d54+0.186688616d55+0.186688616d56+0.186688616d57+0.186688616d58+0.186688616d59+0.186688616d60+0.186688616d61+0.186688616d62+0.186688616d63+0.186688616d64+0.186688616d65+0.186688616d66+0.186688616d67-91u1-41u2-5u3-3u4-5930.5u5-40u6

39. 2.115296342M+0.110232691d1+0.110232691d2+0.110232691d3+0.110232691d4+0.110232691d5+0.110232691d6+0.110232691d7+0.110232691d8+0.110232691d9+0.110232691d10+0.110232691d11+0.110232691d12+0.110232691d13+0.110232691d14+0.110232691d15+0.110232691d16+0.110232691d17+0.110232691d18+0.110232691d19+0.110232691d20+0.110232691d21+0.110232691d22+0.110232691d23+0.110232691d24+0.110232691d25+0.110232691d26+0.110232691d27+0.110232691d28+0.110232691d29+0.110232691d30+0.110232691d31+0.110232691d32+0.110232691d33+0.110232691d34+0.110232691d35+0.110232691d36+0.110232691d37+0.110232691d38+0.110232691d39+0.110232691d40+0.110232691d41+0.110232691d42+0.110232691d43+0.110232691d44+0.110232691d45+0.110232691d46+0.110232691d47+0.110232691d48+0.110232691d49+0.110232691d50+0.110232691d51+0.110232691d52+0.110232691d53+0.110232691d54+0.110232691d55+0.110232691d56+0.110232691d57+0.110232691d58+0.110232691d59+0.110232691d60+0.110232691d61+0.110232691d62+0.110232691d63+0.110232691d64+0.110232691d65+0.110232691d66+0.110232691d67-62.42u1-44.58u2-3.41u3-6.83u4-5608.57u5-3u6

40. 3.375413488M+0.288317130d1+0.288317130d2+0.288317130d3+0.288317130d4+0.288317130d5+0.288317130d6+0.288317130d7+0.288317130d8+0.288317130d9+0.288317130d10+0.288317130d11+0.288317130d12+0.288317130d13+0.288317130d14+0.288317130d15+0.288317130d16+0.288317130d17+0.288317130d18+0.288317130d19+0.288317130d20+0.288317130d21+0.288317130d22+0.288317130d23+0.288317130d24+0.288317130d25+0.288317130d26+0.288317130d27+0.288317130d28+0.288317130d29+0.288317130d30+0.288317130d31+0.288317130d32+0.288317130d33+0.288317130d34+0.288317130d35+0.288317130d36+0.288317130d37+0.288317130d38+0.288317130d39+0.288317130d40+0.288317130d41+0.288317130d42+0.288317130d43+0.288317130d44+0.288317130d45+0.288317130d46+0.288317130d47+0.288317130d48+0.288317130d49+0.288317130d50+0.288317130d51+0.288317130d52+0.288317130d53+0.288317130d54+0.288317130d55+0.288317130d56+0.288317130d57+0.288317130d58+0.288317130d59+0.288317130d60+0.288317130d61+0.288317130d62+0.288317130d63+0.288317130d64+0.288317130d65+0.288317130d66+0.288317130d67-40u1-40u2-40u3-80u4-8308u5-1u6

41. 2.25469086M+0.117900100d1+0.117900100d2+0.117900100d3+0.117900100d4+0.117900100d5+0.117900100d6+0.117900100d7+0.117900100d8+0.117900100d9+0.117900100d10+0.117900100d11+0.117900100d12+0.117900100d13+0.117900100d14+0.117900100d15+0.117900100d16+0.117900100d17+0.117900100d18+0.117900100d19+0.117900100d20+0.117900100d21+0.117900100d22+0.117900100d23+0.117900100d24+0.117900100d25+0.117900100d26+0.117900100d27+0.117900100d28+0.117900100d29+0.117900100d30+0.117900100d31+0.117900100d32+0.117900100d33+0.117900100d34+0.117900100d35+0.117900100d36+0.117900100d37+0.117900100d38+0.117900100d39+0.117900100d40+0.117900100d41+0.117900100d42+0.117900100d43+0.117900100d44+0.117900100d45+0.117900100d46+0.117900100d47+0.117900100d48+0.117900100d49+0.117900100d50+0.117900100d51+0.117900100d52+0.117900100d53+0.117900100d54+0.117900100d55+0.117900100d56+0.117900100d57+0.117900100d58+0.117900100d59+0.117900100d60+0.117900100d61+0.117900100d62+0.117900100d63+0.117900100d64+0.117900100d65+0.117900100d66+0.117900100d67-20u1-120u2-9342u5-1u6

42. 1.197729584M+0.035226822d1+0.035226822d2+0.035226822d3+0.035226822d4+0.035226822d5+0.035226822d6+0.035226822d7+0.035226822d8+0.035226822d9+0.035226822d10+0.035226822d11+0.035226822d12+0.035226822d13+0.035226822d14+0.035226822d15+0.035226822d16+0.035226822d17+0.035226822d18+0.035226822d19+0.035226822d20+0.035226822d21+0.035226822d22+0.035226822d23+0.035226822d24+0.035226822d25+0.035226822d26+0.035226822d27+0.035226822d28+0.035226822d29+0.035226822d30+0.035226822d31+0.035226822d32+0.035226822d33+0.035226822d34+0.035226822d35+0.035226822d36+0.035226822d37+0

- 72d59+0.022403772d60+0.022403772d61+0.022403772d62+0.022403772d63+0.022403772d64+0.022403772d65+0.022403772d66
+0.022403772d67-8.4u2-6.11.52u5-3u6
54. 0.996450643M+0.022646404d1+0.022646404d2+0.022646404d3+0.022646404d4+0.022646404d5+0.022646404d6+0.022646404d7
+0.022646404d8+0.022646404d9+0.022646404d10+0.022646404d11+0.022646404d12+0.022646404d13+0.022646404d14+0.02264
6404d15+0.022646404d16+0.022646404d17+0.022646404d18+0.022646404d19+0.022646404d20+0.022646404d21+0.022646404d
22+0.022646404d23+0.022646404d24+0.022646404d25+0.022646404d26+0.022646404d27+0.022646404d28+0.022646404d29+0.0
22646404d30+0.022646404d31+0.022646404d32+0.022646404d33+0.022646404d34+0.022646404d35+0.022646404d36+0.022646
404d37+0.022646404d38+0.022646404d39+0.022646404d40+0.022646404d41+0.022646404d42+0.022646404d43+0.022646404d4
4+0.022646404d45+0.022646404d46+0.022646404d47+0.022646404d48+0.022646404d49+0.022646404d50+0.022646404d51+0.02
2646404d52+0.022646404d53+0.022646404d54+0.022646404d55+0.022646404d56+0.022646404d57+0.022646404d58+0.0226464
04d59+0.022646404d60+0.022646404d61+0.022646404d62+0.022646404d63+0.022646404d64+0.022646404d65+0.022646404d66
+0.022646404d67-5.584623805u1-2.030772293u2-423.6698695u5-2.030772293u6
55. 1.622167898M+0.236333317d1+0.236333317d2+0.236333317d3+0.236333317d4+0.236333317d5+0.236333317d6+0.236333317d7
+0.236333317d8+0.236333317d9+0.236333317d10+0.236333317d11+0.236333317d12+0.236333317d13+0.236333317d14+0.23633
3317d15+0.236333317d16+0.236333317d17+0.236333317d18+0.236333317d19+0.236333317d20+0.236333317d21+0.236333317d
22+0.236333317d23+0.236333317d24+0.236333317d25+0.236333317d26+0.236333317d27+0.236333317d28+0.236333317d29+0.2
36333317d30+0.236333317d31+0.236333317d32+0.236333317d33+0.236333317d34+0.236333317d35+0.236333317d36+0.236333
317d37+0.236333317d38+0.236333317d39+0.236333317d40+0.236333317d41+0.236333317d42+0.236333317d43+0.236333317d4
4+0.236333317d45+0.236333317d46+0.236333317d47+0.236333317d48+0.236333317d49+0.236333317d50+0.236333317d51+0.23
6333317d52+0.236333317d53+0.236333317d54+0.236333317d55+0.236333317d56+0.236333317d57+0.236333317d58+0.2363333
17d59+0.236333317d60+0.236333317d61+0.236333317d62+0.236333317d63+0.236333317d64+0.236333317d65+0.236333317d66
+0.236333317d67-22u1-16.5u2-5.5u3-5.5u4-2411.2u5-5u6
56. 1.167845022M+0.026354600d1+0.026354600d2+0.026354600d3+0.026354600d4+0.026354600d5+0.026354600d6+0.026354600d7
+0.026354600d8+0.026354600d9+0.026354600d10+0.026354600d11+0.026354600d12+0.026354600d13+0.026354600d14+0.02635
4600d15+0.026354600d16+0.026354600d17+0.026354600d18+0.026354600d19+0.026354600d20+0.026354600d21+0.026354600d
22+0.026354600d23+0.026354600d24+0.026354600d25+0.026354600d26+0.026354600d27+0.026354600d28+0.026354600d29+0.0
26354600d30+0.026354600d31+0.026354600d32+0.026354600d33+0.026354600d34+0.026354600d35+0.026354600d36+0.026354
600d37+0.026354600d38+0.026354600d39+0.026354600d40+0.026354600d41+0.026354600d42+0.026354600d43+0.026354600d4
4+0.026354600d45+0.026354600d46+0.026354600d47+0.026354600d48+0.026354600d49+0.026354600d50+0.026354600d51+0.02
6354600d52+0.026354600d53+0.026354600d54+0.026354600d55+0.026354600d56+0.026354600d57+0.026354600d58+0.0263546
00d59+0.026354600d60+0.026354600d61+0.026354600d62+0.026354600d63+0.026354600d64+0.026354600d65+0.026354600d66
+0.026354600d67-22.8u1-1.2u2-6u4-1065u5-4u6
57. 1.039259050M+0.023404624d1+0.023404624d2+0.023404624d3+0.023404624d4+0.023404624d5+0.023404624d6+0.023404624d7
+0.023404624d8+0.023404624d9+0.023404624d10+0.023404624d11+0.023404624d12+0.023404624d13+0.023404624d14+0.02340
4624d15+0.023404624d16+0.023404624d17+0.023404624d18+0.023404624d19+0.023404624d20+0.023404624d21+0.023404624d
22+0.023404624d23+0.023404624d24+0.023404624d25+0.023404624d26+0.023404624d27+0.023404624d28+0.023404624d29+0.0
23404624d30+0.023404624d31+0.023404624d32+0.023404624d33+0.023404624d34+0.023404624d35+0.023404624d36+0.023404
624d37+0.023404624d38+0.023404624d39+0.023404624d40+0.023404624d41+0.023404624d42+0.023404624d43+0.023404624d4
4+0.023404624d45+0.023404624d46+0.023404624d47+0.023404624d48+0.023404624d49+0.023404624d50+0.023404624d51+0.02
3404624d52+0.023404624d53+0.023404624d54+0.023404624d55+0.023404624d56+0.023404624d57+0.023404624d58+0.0234046
24d59+0.023404624d60+0.023404624d61+0.023404624d62+0.023404624d63+0.023404624d64+0.023404624d65+0.023404624d66
+0.023404624d67-0.6u1-13.5u2-0.45u3-0.45u4-1026.54u5-7u6
58. 1.154349184M+0.039887533d1+0.039887533d2+0.039887533d3+0.039887533d4+0.039887533d5+0.039887533d6+0.039887533d7
+0.039887533d8+0.039887533d9+0.039887533d10+0.039887533d11+0.039887533d12+0.039887533d13+0.039887533d14+0.03988
7533d15+0.039887533d16+0.039887533d17+0.039887533d18+0.039887533d19+0.039887533d20+0.039887533d21+0.039887533d
22+0.039887533d23+0.039887533d24+0.039887533d25+0.039887533d26+0.039887533d27+0.039887533d28+0.039887533d29+0.0
39887533d30+0.039887533d31+0.039887533d32+0.039887533d33+0.039887533d34+0.039887533d35+0.039887533d36+0.039887
533d37+0.039887533d38+0.039887533d39+0.039887533d40+0.039887533d41+0.039887533d42+0.039887533d43+0.039887533d4
4+0.039887533d45+0.039887533d46+0.039887533d47+0.039887533d48+0.039887533d49+0.039887533d50+0.039887533d51+0.03
9887533d52+0.039887533d53+0.039887533d54+0.039887533d55+0.039887533d56+0.039887533d57+0.039887533d58+0.0398875
33d59+0.039887533d60+0.039887533d61+0.039887533d62+0.039887533d63+0.039887533d64+0.039887533d65+0.039887533d66
+0.039887533d67-4.48u1-0.2u2-0.05u3-0.1u4-157.21u5-5u6
59. 1.397633806M+0.031490370d1+0.031490370d2+0.031490370d3+0.031490370d4+0.031490370d5+0.031490370d6+0.031490370d7
+0.031490370d8+0.031490370d9+0.031490370d10+0.031490370d11+0.031490370d12+0.031490370d13+0.031490370d14+0.03149
0370d15+0.031490370d16+0.031490370d17+0.031490370d18+0.031490370d19+0.031490370d20+0.031490370d21+0.031490370d
22+0.031490370d23+0.031490370d24+0.031490370d25+0.031490370d26+0.031490370d27+0.031490370d28+0.031490370d29+0.0
31490370d30+0.031490370d31+0.031490370d32+0.031490370d33+0.031490370d34+0.031490370d35+0.031490370d36+0.031490
370d37+0.031490370d38+0.031490370d39+0.031490370d40+0.031490370d41+0.031490370d42+0.031490370d43+0.031490370d4
4+0.031490370d45+0.031490370d46+0.031490370d47+0.031490370d48+0.031490370d49+0.031490370d50+0.031490370d51+0.03
1490370d52+0.031490370d53+0.031490370d54+0.031490370d55+0.031490370d56+0.031490370d57+0.031490370d58+0.0314903
70d59+0.031490370d60+0.031490370d61+0.031490370d62+0.031490370d63+0.031490370d64+0.031490370d65+0.031490370d66
+0.031490370d67-24u1-12u2-1.2u4-1658.16u5-5u6
60. 1.804891255M+0.213556708d1+0.213556708d2+0.213556708d3+0.213556708d4+0.213556708d5+0.213556708d6+0.213556708d7
+0.213556708d8+0.213556708d9+0.213556708d10+0.213556708d11+0.213556708d12+0.213556708d13+0.213556708d14+0.21355
6708d15+0.213556708d16+0.213556708d17+0.213556708d18+0.213556708d19+0.213556708d20+0.213556708d21+0.213556708d
22+0.213556708d23+0.213556708d24+0.213556708d25+0.213556708d26+0.213556708d27+0.213556708d28+0.213556708d29+0.2
13556708d30+0.213556708d31+0.213556708d32+0.213556708d33+0.213556708d34+0.213556708d35+0.213556708d36+0.213556
708d37+0.213556708d38+0.213556708d39+0.213556708d40+0.213556708d41+0.213556708d42+0.213556708d43+0.213556708d4
4+0.213556708d45+0.213556708d46+0.213556708d47+0.213556708d48+0.213556708d49+0.213556708d50+0.213556708d51+0.21
3556708d52+0.213556708d53+0.213556708d54+0.213556708d55+0.213556708d56+0.213556708d57+0.213556708d58+0.2135567
08d59+0.213556708d60+0.213556708d61+0.213556708d62+0.213556708d63+0.213556708d64+0.213556708d65+0.213556708d66
+0.213556708d67-18.46u1-13.33u2-12.3u3-8.71u4-2358.36u5-9u6
61. 1.126308771M+0.026276927d1+0.026276927d2+0.026276927d3+0.026276927d4+0.026276927d5+0.026276927d6+0.026276927d7
+0.026276927d8+0.026276927d9+0.026276927d10+0.026276927d11+0.026276927d12+0.026276927d13+0.026276927d14+0.02627
6927d15+0.026276927d16+0.026276927d17+0.026276927d18+0.026276927d19+0.026276927d20+0.026276927d21+0.026276927d
22+0.026276927d23+0.026276927d24+0.026276927d25+0.026276927d26+0.026276927d27+0.026276927d28+0.026276927d29+0.0

26276927d30+0.026276927d31+0.026276927d32+0.026276927d33+0.026276927d34+0.026276927d35+0.026276927d36+0.026276927d37+0.026276927d38+0.026276927d39+0.026276927d40+0.026276927d41+0.026276927d42+0.026276927d43+0.026276927d44+0.026276927d45+0.026276927d46+0.026276927d47+0.026276927d48+0.026276927d49+0.026276927d50+0.026276927d51+0.026276927d52+0.026276927d53+0.026276927d54+0.026276927d55+0.026276927d56+0.026276927d57+0.026276927d58+0.026276927d59+0.026276927d60+0.026276927d61+0.026276927d62+0.026276927d63+0.026276927d64+0.026276927d65+0.026276927d66+0.026276927d67-3.37u1-3.38u2-0.11u3-0.34u4-365.42u5-3u6

62. 2.737813309M+0.169370899d1+0.169370899d2+0.169370899d3+0.169370899d4+0.169370899d5+0.169370899d6+0.169370899d7+0.169370899d8+0.169370899d9+0.169370899d10+0.169370899d11+0.169370899d12+0.169370899d13+0.169370899d14+0.169370899d15+0.169370899d16+0.169370899d17+0.169370899d18+0.169370899d19+0.169370899d20+0.169370899d21+0.169370899d22+0.169370899d23+0.169370899d24+0.169370899d25+0.169370899d26+0.169370899d27+0.169370899d28+0.169370899d29+0.169370899d30+0.169370899d31+0.169370899d32+0.169370899d33+0.169370899d34+0.169370899d35+0.169370899d36+0.169370899d37+0.169370899d38+0.169370899d39+0.169370899d40+0.169370899d41+0.169370899d42+0.169370899d43+0.169370899d44+0.169370899d45+0.169370899d46+0.169370899d47+0.169370899d48+0.169370899d49+0.169370899d50+0.169370899d51+0.169370899d52+0.169370899d53+0.169370899d54+0.169370899d55+0.169370899d56+0.169370899d57+0.169370899d58+0.169370899d59+0.169370899d60+0.169370899d61+0.169370899d62+0.169370899d63+0.169370899d64+0.169370899d65+0.169370899d66+0.169370899d67-160u1-30u2-10u4-7510u5-23u6

63. 2.411474762M+0.202812441d1+0.202812441d2+0.202812441d3+0.202812441d4+0.202812441d5+0.202812441d6+0.202812441d7+0.202812441d8+0.202812441d9+0.202812441d10+0.202812441d11+0.202812441d12+0.202812441d13+0.202812441d14+0.202812441d15+0.202812441d16+0.202812441d17+0.202812441d18+0.202812441d19+0.202812441d20+0.202812441d21+0.202812441d22+0.202812441d23+0.202812441d24+0.202812441d25+0.202812441d26+0.202812441d27+0.202812441d28+0.202812441d29+0.202812441d30+0.202812441d31+0.202812441d32+0.202812441d33+0.202812441d34+0.202812441d35+0.202812441d36+0.202812441d37+0.202812441d38+0.202812441d39+0.202812441d40+0.202812441d41+0.202812441d42+0.202812441d43+0.202812441d44+0.202812441d45+0.202812441d46+0.202812441d47+0.202812441d48+0.202812441d49+0.202812441d50+0.202812441d51+0.202812441d52+0.202812441d53+0.202812441d54+0.202812441d55+0.202812441d56+0.202812441d57+0.202812441d58+0.202812441d59+0.202812441d60+0.202812441d61+0.202812441d62+0.202812441d63+0.202812441d64+0.202812441d65+0.202812441d66+0.202812441d67-104.76u1-20.95u2-3.15u3-3.15u4-4878.31u5-17u6

64. 1.359016942M+0.034223545d1+0.034223545d2+0.034223545d3+0.034223545d4+0.034223545d5+0.034223545d6+0.034223545d7+0.034223545d8+0.034223545d9+0.034223545d10+0.034223545d11+0.034223545d12+0.034223545d13+0.034223545d14+0.034223545d15+0.034223545d16+0.034223545d17+0.034223545d18+0.034223545d19+0.034223545d20+0.034223545d21+0.034223545d22+0.034223545d23+0.034223545d24+0.034223545d25+0.034223545d26+0.034223545d27+0.034223545d28+0.034223545d29+0.034223545d30+0.034223545d31+0.034223545d32+0.034223545d33+0.034223545d34+0.034223545d35+0.034223545d36+0.034223545d37+0.034223545d38+0.034223545d39+0.034223545d40+0.034223545d41+0.034223545d42+0.034223545d43+0.034223545d44+0.034223545d45+0.034223545d46+0.034223545d47+0.034223545d48+0.034223545d49+0.034223545d50+0.034223545d51+0.034223545d52+0.034223545d53+0.034223545d54+0.034223545d55+0.034223545d56+0.034223545d57+0.034223545d58+0.034223545d59+0.034223545d60+0.034223545d61+0.034223545d62+0.034223545d63+0.034223545d64+0.034223545d65+0.034223545d66+0.034223545d67-20u4-956u5-1u6

65. 1.838414404M+0.091495996d1+0.091495996d2+0.091495996d3+0.091495996d4+0.091495996d5+0.091495996d6+0.091495996d7+0.091495996d8+0.091495996d9+0.091495996d10+0.091495996d11+0.091495996d12+0.091495996d13+0.091495996d14+0.091495996d15+0.091495996d16+0.091495996d17+0.091495996d18+0.091495996d19+0.091495996d20+0.091495996d21+0.091495996d22+0.091495996d23+0.091495996d24+0.091495996d25+0.091495996d26+0.091495996d27+0.091495996d28+0.091495996d29+0.091495996d30+0.091495996d31+0.091495996d32+0.091495996d33+0.091495996d34+0.091495996d35+0.091495996d36+0.091495996d37+0.091495996d38+0.091495996d39+0.091495996d40+0.091495996d41+0.091495996d42+0.091495996d43+0.091495996d44+0.091495996d45+0.091495996d46+0.091495996d47+0.091495996d48+0.091495996d49+0.091495996d50+0.091495996d51+0.091495996d52+0.091495996d53+0.091495996d54+0.091495996d55+0.091495996d56+0.091495996d57+0.091495996d58+0.091495996d59+0.091495996d60+0.091495996d61+0.091495996d62+0.091495996d63+0.091495996d64+0.091495996d65+0.091495996d66+0.091495996d67-47.61u1-7.32u2-14.64u3-3.66u4-2282.19u5-5u6

66. 1.593569628M+0.077080915d1+0.077080915d2+0.077080915d3+0.077080915d4+0.077080915d5+0.077080915d6+0.077080915d7+0.077080915d8+0.077080915d9+0.077080915d10+0.077080915d11+0.077080915d12+0.077080915d13+0.077080915d14+0.077080915d15+0.077080915d16+0.077080915d17+0.077080915d18+0.077080915d19+0.077080915d20+0.077080915d21+0.077080915d22+0.077080915d23+0.077080915d24+0.077080915d25+0.077080915d26+0.077080915d27+0.077080915d28+0.077080915d29+0.077080915d30+0.077080915d31+0.077080915d32+0.077080915d33+0.077080915d34+0.077080915d35+0.077080915d36+0.077080915d37+0.077080915d38+0.077080915d39+0.077080915d40+0.077080915d41+0.077080915d42+0.077080915d43+0.077080915d44+0.077080915d45+0.077080915d46+0.077080915d47+0.077080915d48+0.077080915d49+0.077080915d50+0.077080915d51+0.077080915d52+0.077080915d53+0.077080915d54+0.077080915d55+0.077080915d56+0.077080915d57+0.077080915d58+0.077080915d59+0.077080915d60+0.077080915d61+0.077080915d62+0.077080915d63+0.077080915d64+0.077080915d65+0.077080915d66+0.077080915d67-23.2u1-17.4u2-5.8u3-2.8u4-2525.32u5-8u6

67. 1.366403953M+0.095982001d1+0.095982001d2+0.095982001d3+0.095982001d4+0.095982001d5+0.095982001d6+0.095982001d7+0.095982001d8+0.095982001d9+0.095982001d10+0.095982001d11+0.095982001d12+0.095982001d13+0.095982001d14+0.095982001d15+0.095982001d16+0.095982001d17+0.095982001d18+0.095982001d19+0.095982001d20+0.095982001d21+0.095982001d22+0.095982001d23+0.095982001d24+0.095982001d25+0.095982001d26+0.095982001d27+0.095982001d28+0.095982001d29+0.095982001d30+0.095982001d31+0.095982001d32+0.095982001d33+0.095982001d34+0.095982001d35+0.095982001d36+0.095982001d37+0.095982001d38+0.095982001d39+0.095982001d40+0.095982001d41+0.095982001d42+0.095982001d43+0.095982001d44+0.095982001d45+0.095982001d46+0.095982001d47+0.095982001d48+0.095982001d49+0.095982001d50+0.095982001d51+0.095982001d52+0.095982001d53+0.095982001d54+0.095982001d55+0.095982001d56+0.095982001d57+0.095982001d58+0.095982001d59+0.095982001d60+0.095982001d61+0.095982001d62+0.095982001d63+0.095982001d64+0.095982001d65+0.095982001d66+0.095982001d67-27.75u1-0.35u2-0.08u3-0.12u4-876.96u5-6u6

EK 16: G-ÇKVZA Modeli Çözümünden Elde Edilen Girdi Değişkeni Değerleri

KVB	v ₁	v ₂	v ₃	v ₄	v ₅	v ₆	v ₇	v ₈	v ₉	v ₁₀	v ₁₁	v ₁₂	v ₁₃	v ₁₄	v ₁₅	v ₁₆	v ₁₇	v ₁₈	v ₁₉
K1	0.0019	0.0030						0.0028				0.0139							0.0043
K2		0.0358						0.0047										0.5590	0.0039
K3			0.0006		0.0298			0.0064				0.0007					0.0006	0.0086	0.0053
K4	0.0006										0.0003					0.6212		0.5780	0.0045
K5	0.0019							0.0013				0.0229							0.0050
K6	0.0014			0.0112	0.0002				0.0045						0.0005	0.0080		0.0018	0.0008
K7	0.0001							0.0025									0.0084		0.0043
K8	0.0029							0.0037									0.0061		0.0055
K9	0.0001			0.0311				0.0044									0.0003		0.0036
K10	0.0010		0.0001	0.0271				0.0037								0.0058	0.0000	0.0002	0.0031
K11	0.0019							0.0020									0.0110		0.0034
K12		0.0001										0.0001					0.0000	0.0017	0.0000
K13								0.0025						0.0002			0.0040		0.0032
K14	0.0019							0.0033									0.0108		0.0050
K15					0.0007			0.0006									0.0090		0.0035
K16								0.0026				0.0069					0.0136		0.0054
K17		0.0106						0.0003				0.0010			0.0001		0.0154		0.0044
K18	0.0002			0.0135				0.0022						0.0001			0.0001	0.0076	0.0022
K19	0.0032			0.0307				0.0065									0.0002		0.0052
K20		0.0072						0.0012				0.0040					0.0158		0.0051
K21								0.0033									0.0106		0.0055
K22								0.0023				0.0061					0.0120		0.0048
K23		0.0128					0.0003					0.0057					0.0148		0.0042
K24								0.0038									0.0097		0.0049
K25								0.0027									0.0087		0.0045
K26		0.0084						0.0013				0.0051					0.0185		0.0059
K27								0.0030				0.0080					0.0158		0.0063
K28								0.0027				0.0072					0.0133		0.0054
K29								0.0028				0.0072					0.0142		0.0057
K30								0.0020				0.0042					0.0126		0.0054
K31								0.0022				0.0058					0.0113		0.0045
K32								0.0029									0.0095		0.0049
K33	0.0004	0.0120						0.0029									0.0060		0.0027
K34			0.0006		0.0365			0.0022									0.0112		0.0035
K35										0.0001	0.0285								0.0050
K36		0.0068		0.0216				0.0030					0.0003		1.5688				0.0057
K37								0.0038									0.0032		0.0048
K38		0.0041		0.0279				0.0049									0.0001		0.0044
K39								0.0057									0.0057		0.0067
K40	0.0023																0.0003		0.0024
K41								0.0040				0.0001					0.0073		0.0063
K42								0.0008				0.0261	0.0002						0.0037

K43	0.0023		0.0385		0.0056		0.0001	0.0001			0.0326	0.0060
K44					0.0025					1.5942		0.0062
K45		0.0001	0.0494		0.0064					0.0020		0.0054
K46	0.0009	0.0622	0.0070						0.0003			0.0004
K47							0.0003			1.6442		0.0048
K48					0.0024					1.7066		0.0063
K49			0.0341		0.0007					1.7943		0.0045
K50	0.0090				0.0025					1.5963		0.0059
K51					0.0014		0.0260					0.0053
K52					0.0026					1.5267		0.0068
K53					0.0024				0.0001	1.7076		0.0063
K54			0.0305		0.0017					1.7168		0.0056
K55	0.0001				0.0068	0.0001					0.0001	0.0034
K56					0.0016				0.0001	1.4117		0.0070
K57					0.0014					1.6449		0.0064
K58	0.0031			0.0004			0.0262					0.0031
K59		0.0059			0.0019					1.2342		0.0051
K60	0.0000	0.0003		0.0001	0.0063				0.0003		0.0013	0.0036
K61		0.0003					0.0003			1.4470		0.0039
K62	0.0029				0.0043						0.0010	0.0045
K63		0.0006		0.0002	0.0038		0.0007			0.0207		0.0028
K64	0.0007				0.0025						0.6459	0.0047
K65					0.0027						0.4510	0.0043
K66		0.0013		0.0008	0.0004						0.2294	0.0024
K67	0.0096			0.0002			0.0024		0.0013			0.0022

EK 17: G-ÇKVZA Modeli Çözümünden Elde Edilen Çıktı Değişkeni Değerleri

KVB	u1	u2	u3	u4	u5	u6
KVB1	0.000487		0.006777	0.000011	0.000114	0.007884
KVB2	0.005721	0.008184	0.009486	0.00514		0.006138
KVB3	0.002924		0.005554	0.001709	0.000076	0.002262
KVB4	0.005522		0.010308	0.008419	0.000079	0.017236
KVB5	0.001663		0.009043	0.003893	0.000114	0.013353
KVB6	0.000905		0.001672	0.000397	0.000021	0.004802
KVB7	0.002384		0.004955	0.00466	0.000048	0.009172
KVB8	0.0002		0.003679	0.000565	0.000095	0.008177
KVB9	0.002057		0.003066	0.001123	0.000049	
KVB10	0.001876		0.002827	0.001113	0.000043	
KVB11	0.000837		0.005176	0.000011	0.000077	0.006559
KVB12	0.000032		0.00004	0.0001	0.000001	0.000031
KVB13	0.000222		0.002569	0.00037	0.000056	0.004484
KVB14	0.001417		0.007167	0.000461	0.000106	0.009427
KVB15	0.000006		0.00427		0.000078	0.008483
KVB16	0.001418	0.000277	0.009148		0.000137	0.011771
KVB17	0.000258	0.000065	0.007341		0.000115	0.012433
KVB18	0.00068		0.001981	0.000657	0.00003	0.000854
KVB19	0.003176		0.005031	0.001767	0.000076	0.001677
KVB20	0.001022	0.0006	0.009135	0.000334	0.000127	0.013163
KVB21	0.002986		0.006362	0.00573	0.000063	0.011533
KVB22	0.00143	0.000627	0.00814	0.000217	0.000116	0.010228
KVB23	0.004511	0.009417	0.010926	0.005962	0.000003	0.013151
KVB24	0.001359		0.005465	0.000544	0.000098	0.007847
KVB25	0.002448		0.005233	0.004658	0.000052	0.009461
KVB26	0.001497	0.001461	0.01089	0.000821	0.000139	0.015456
KVB27	0.001615	0.000239	0.010632	0.000055	0.000161	0.013693
KVB28	0.001438		0.009145	0.000103	0.000139	0.011836
KVB29	0.001474		0.009606	0.000034	0.000146	0.012302
KVB30	0.002906		0.008217	0.00542	0.000081	0.013212
KVB31	0.001161	0.00017	0.007651	0.000041	0.000116	0.009856
KVB32	0.002826		0.005681	0.005626	0.000053	0.010656
KVB33	0.001342		0.005221	0.000954	0.000058	0.001421
KVB34	0.000038		0.004446	0.000165	0.000085	0.011166
KVB35	0.00509	0.011231	0.011014	0.008254		0.014429
KVB36	0.007066	0.013347	0.012193	0.00849		0.008938
KVB37	0.000731		0.003395	0.00181	0.00007	0.006848
KVB38	0.001827		0.004506	0.001591	0.000062	0.001488
KVB39	0.000766		0.005474	0.001084	0.000115	0.009185
KVB40	0.001315		0.002522	0.001059	0.000034	0.001982
KVB41	0.000394		0.005309	0.00153	0.000105	0.00937
KVB42	0.005776	0.006699	0.008935	0.009234		0.013883
KVB43	0.002039		0.00593	0.002405	0.000081	0.002475
KVB44	0.005173	0.012804	0.012206	0.007286	0.000021	0.013451
KVB45	0.003149		0.004787	0.001767	0.000076	
KVB46	0.001621	0.002787	0.001804	0.004347	0.000022	0.002569
KVB47	0.006746	0.009265	0.011381	0.010543		0.015604
KVB48	0.006219	0.015084	0.01304	0.008662		0.014203
KVB49	0.0079	0.009548	0.010875	0.010594		0.010646
KVB50	0.00597	0.013338	0.013049	0.009222		0.013619
KVB51	0.003804	0.010795	0.010476	0.00592	0.000021	0.012438
KVB52	0.000726		0.011021	0.002353	0.000173	0.015381
KVB53	0.006096	0.0151	0.013009	0.008598		0.01429
KVB54	0.004046		0.010551	0.005515	0.000134	0.012328
KVB55	0.002152		0.003237	0.001334	0.000049	
KVB56	0.003502		0.010117	0.010397	0.000098	0.019465
KVB57	0.004409	0.012638	0.012613	0.006972	0.000031	0.01518
KVB58	0.006616	0.002507	0.008755	0.012175		0.013981
KVB59	0.001405		0.008793	0.003581	0.00012	0.012502
KVB60	0.002152		0.003429	0.001237	0.000052	0.000965
KVB61	0.006281	0.007101	0.009582	0.0096		0.013735

KVB62	0.001753	0.003549	0.003247	0.000052	0.00633
KVB63	0.001443	0.002764	0.000967	0.000041	0.002506
KVB64	0.005067	0.008648	0.009631	0.000043	0.012855
KVB65	0.000626	0.006513		0.000107	0.008024
KVB66	0.001135	0.003948	0.000142	0.000057	0.008221
KVB67	0.000638	0.004921	0.00069	0.000056	0.007477

