



**ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHS) VE VERİ ZARFLAMA  
ANALİZİ (VZA) YÖNTEMLERİNİN BİRLİKTE KULLANIMI:  
OECD ÜLKELERİNİN EĞİTİM PERFORMANSLARI ÜZERİNE  
BİR UYGULAMA**

**Ayşe Kübra KILIÇ**

**HAZİRAN, 2019**

**DENİZLİ**

**ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHS) VE VERİ ZARFLAMA  
ANALİZİ (VZA) YÖNTEMLERİNİN BİRLİKTE KULLANIMI:  
OECD ÜLKELERİNİN EĞİTİM PERFORMANSLARI ÜZERİNE  
BİR UYGULAMA**

**Pamukkale Üniversitesi  
Sosyal Bilimler Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi  
İşletme Anabilim Dalı  
Sayısal Yöntemler Programı**

---

**Ayşe Kübra KILIÇ**

**Danışman: Doç. Dr. Ayşegül TUŞ**

**HAZİRAN, 2019**

**DENİZLİ**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

İşletme Ana Bilim Dalı Sayısal Yöntemler Bilim Dalı öğrencisi Ayşe Kübra KILIÇ tarafından Doç. Dr. Ayşegül TUŞ yönetiminde hazırlanan “ Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve Veri Zarflama Analizi (VZA) Yöntemlerinin Birlikte Kullanımı: OECD Ülkelerinin Eğitim Performansları Üzerine Bir Uygulama” başlıklı tez aşağıdaki jüri üyeleri tarafından 26.06.2019 tarihinde yapılan tez savunma sınavında başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Başkanı**

**Doç. Dr. Esra Aytaç ADALI**

**Jüri-Danışman**

**Doç. Dr. Ayşegül TUŞ**

**Jüri**

**Dr. Öğr. Üyesi Engin ÇAKIR**

Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun 10/07/2019 tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Ahmet BARDAKCI**

**Enstitü Müdürü**

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atıfta bulunulduğunu beyan ederim.

Ayşe Kübra KILIÇ



## ÖNSÖZ

“Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve Veri Zarflama Analizi (VZA) Yöntemlerinin Birlikte Kullanımı: OECD Ülkelerinin Eğitim Performansları Üzerine Bir Uygulama” başlıklı tezimin hazırlanmasında bana bilimsel katkılarda bulunan, incelemeleri ile tezime yön veren değerli tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Ayşegül TUŞ’a; kıymetli tecrübelerinden yararlandığım Sayın Doç. Dr. Esra Aytaç ADALI’ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca her konuda üzerimden desteğini esirgemeyen anneme, babama ve kardeşime; her daim yanımda olan nişanlıma ve beni motive eden tüm arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

## ÖZET

# ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHS) VE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (VZA) YÖNTEMLERİNİN BİRLİKTE KULLANIMI: OECD ÜLKELERİNİN EĞİTİM PERFORMANSLARI ÜZERİNE BİR UYGULAMA

KILIÇ, Ayşe Kübra  
Yüksek Lisans Tezi  
İşletme ABD  
Sayısal Yöntemler Programı  
Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Ayşegül TUŞ

Haziran 2019, VIII+141 sayfa

Eğitim, modern dünyanın en önemli parametrelerinden biridir. Eğitimin önemi, dünyanın tüm toplumları tarafından fark edilmekte ve eğitim faaliyetlerine olan önem, gün geçtikçe artmaktadır. Dolayısıyla eğitilmiş toplumların, eğitim seviyesi düşük toplumlara oranla birçok yönden geri kaldığı ve gelişmelere ayak uydurmakta güçlük çektiği açıkça görülmektedir.

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve Veri Zarflama Analizi (VZA), birçok problemde bir arada kullanılan ve olumlu sonuçlar elde edilen çok kriterli karar verme yöntemleridir. OECD ülkelerinin eğitim performanslarının değerlendirildiği bu çalışmada VZA yöntemi, VZA/AHS sıralı yöntemi ve VZAHS yöntemi detaylı bir şekilde ele alınmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. VZA/AHS sıralı yöntemi ve VZAHS yöntemi kullanılarak Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemlerinin dezavantajları ortadan kaldırılmaya çalışılmış ve daha anlamlı sonuçlar elde edilmesi amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), Veri Zarflama Analizi (VZA), OECD ülkeleri, Eğitim Performansı

**ABSTRACT****THE USE OF ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) AND  
DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) METHODS: A  
PRACTICE ON EDUCATIONAL PERFORMANCE OF THE OECD  
COUNTRIES**

KILIÇ, Ayşe Kübra

Master Thesis

Business Administration

Quantitative Methods Programme

Adviser of Thesis: Doç. Dr. Ayşegül TUŞ

**June 2019, VIII+141 Pages**

**Education is one of the most important parameters of the modern world. The importance of education is recognized by all societies of the world and the importance of education activities is increasing day by day. Therefore it is clear that the educated societies have many problems in terms of keeping up with the developments.**

**Analytic Hierarchy Process (AHP) and Data Envelopment Analysis (DEA) are multi-criteria decision making methods that are used together in many problems and have positive results. In this study which evaluates the educational performance of OECD countries, DEA method, DEA/AHP sequence method and DEAHP method are discussed in detail and the results are evaluated. The disadvantages of Analytical Hierarchy Process (AHS) and Data Envelopment Analysis (DEA) methods are tried to be eliminated by using DEA / AHS sequential method and DEA method and it is aimed to obtain more meaningful results.**

**Key Words:** Analytic Hierarchy Process (AHP), Data Envelopment Analysis (DEA), OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) Countries, Educational Performance

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT .....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
TABLolar DİZİNİ .....	vii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	viii
GİRİŞ .....	1

### BİRİNCİ BÖLÜM

#### ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHS) VE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (VZA) YÖNTEMLERİ

1.1 Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS).....	2
1.2 AHS Yönteminin Aşamaları .....	4
1.2.1 Karar Verme Probleminin Tanımlanması .....	4
1.2.2 Karar Kriterlerinin Belirlenmesi ve Hiyerarşik Yapının Oluşturulması .....	4
1.2.3 İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması .....	5
1.2.4 Tutarlılığın Kontrol Edilmesi ve Öncelik Değerlerinin Hesaplanması .....	7
1.3 Veri Zarflama Analizi (VZA) .....	8
1.4 VZA Yönteminin Aşamaları .....	10
1.4.1 KVB'lerin Seçimi.....	10
1.4.2 Seçilmiş Olan KVB'lerin Etkinliklerinin Değerlendirilmesi için Uygun Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi .....	10
1.5 VZA Modelleri.....	11
1.5.1 CCR Modeli .....	11
1.5.1.1 Girdiye Yönelik CCR Modeli .....	12
1.5.1.2 Çıktıya Yönelik CCR Modeli.....	14
1.5.2 BCC Modeli .....	16
1.5.2.1 Girdiye Yönelik BCC Modeli .....	16
1.5.2.2 Çıktıya Yönelik BCC Modeli.....	19
1.5.3 Toplamsal Model.....	21

### İKİNCİ BÖLÜM

#### ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHS) VE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (VZA) YÖNTEMLERİNİN BİRLİKTE KULLANIMI

2.1. Literatür Taraması.....	22
2.2. VZA/AHS Sıralı Yöntemi.....	28
2.3 VZAHS Yöntemi .....	31
2.3.1 Ramanathan'ın VZAHS Yöntemi .....	31
2.3.2 Wang ve Chin'in VZAHS Yöntemi .....	33

### ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

#### OECD ÜLKELERİNİN EĞİTİM PERFORMANSLARININ ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHS) VE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (VZA) YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1 OECD' ye Genel Bakış .....	35
3.2 Eğitim ve OECD Göstergeleri .....	36
3.2.1 Eğitimin Tanımı ve Önemi.....	36



3.2.2 OECD Ülkelerinde Eğitim Göstergeleri.....	37
3.2.2.1 Eğitime Erişim.....	38
3.2.2.2 Eğitim Kaynakları .....	38
3.2.2.3 Uluslararası Öğrenci Değerlendirmesi (PISA).....	39
3.2.2.4 Öğrenciler .....	40
3.2.2.5 Öğretmenler.....	41
3.2.2.6 Gençlik ve İşgücü Piyasası.....	42
3.3 Uygulama .....	43
3.3.1 KVB'lerin Seçimi.....	43
3.3.2 Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi.....	44
3.3.3 VZA Yönteminin Uygulanması .....	48
3.3.4 VZA/AHS Sıralı Yönteminin Uygulanması.....	50
3.3.5 Wang ve Chin'in VZAHS Yönteminin Uygulanması.....	58
SONUÇ VE ÖNERİLER .....	64
KAYNAKÇA .....	66
EKLER.....	75
ÖZGEÇMİŞ .....	141

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: AHS’de Analitik Hiyerarşinin Genel Yapısı .....	5
Şekil 2: VZA Modelleri .....	11
Şekil 3:AHS Karar Matrisinin VZAHS Matrisine Dönüşümü .....	32

## TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1: İkili Karşılaştırma Matrisinde Kullanılan 1-9 Ölçeği .....	6
Tablo 2: Rastgele Değer İndeksi Tablosu .....	7
Tablo 3: E Matrisi.....	30
Tablo 4: Uygulamaya Dâhil Edilen Ülkeler.....	43
Tablo 5: Eğitim Performansı Ölçümünde Kullanılan Kriterler Üzerine Literatür Taraması.....	45
Tablo 6: Veri Matrisi .....	48
Tablo 7: VZA Yöntemi ile Elde Edilen Değerler.....	50
Tablo 8: E Matrisi.....	51
Tablo 9: E Matrisi (Devamı) .....	52
Tablo 10: A Matrisi .....	53
Tablo 11: A Matrisi (Devamı).....	54
Tablo 12: A' Matrisi .....	55
Tablo 13: A' Matrisi (Devamı) .....	56
Tablo 14: A'' Matrisi.....	57
Tablo 15: VZA/AHS Sıralı Yöntemi ile Elde Edilen Değerler.....	58
Tablo 16: Wang ve Chin'in VZAHS Yöntemi ile Elde Edilen Değerler.....	60
Tablo 17: VZA Yöntemi, VZA/AHS Sıralı Yöntemi ve Wang ve Chin'in VZAHS Yöntemi ile Elde Edilen Değerler .....	61
Tablo 18: VZA Yöntemi, VZA/AHS Sıralı Yöntemi ve VZAHS Arasındaki Spearman Korelasyon Katsayıları.....	63

**SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ**

AHS	Analitik Hiyerarşi Süreci
BBC Modeli	Banker, Charnes, Cooper Modeli
CCR Modeli	Charnes, Cooper, Rhodes Modeli
GSYİH	Gayrisafhi Yurt İçi Hasıla
KVB	Karar Verme Birimi
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü)
VZA	Veri Zarflama Analizi
VZAHS	Veri Zarflama Analitik Hiyerarşi Süreci

## GİRİŞ

Eğitimin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Bilginin temel güç olarak kabul edildiği günümüz anlayışında özellikle eğitimin önemi üzerinde durulmaktadır. Öyle ki toplumların ilerlemesi ve gelişmesinde eğitim, birinci sırada yer almaktadır. Eğitimin birey ve toplum hayatı üzerindeki etkisi, ülkelerin bu alandaki performansını belirlemekte olup ülkelerin kalkınmasına ve büyümesine katkı sağlamaktadır. İnsanlık tarihinden çıkarılabilecek en temel ders olan eğitimin toplumlardaki önemi, hem maddi hem de manevi alanda avantaj sağlamaktadır. Eğitilmiş bireylere sahip toplumlarda gelişmişlik düzeyinin yüksek olması; toplumsal yaşamı, toplumun refah düzeyini, toplumdaki eşitlik, adalet kavramlarını ve toplumların bağımsız olabilmelerini temelden etkilemektedir. Ulu Önder Mustafa Kemal Atatürk'ün söylemiş olduğu “*Gerçek kurtuluş, ancak cehaletin ortadan kaldırılmasıyla olur. Cehalet kaldırılmadıkça toplum yerinde kalıyor demektir. Yerinde duran bir şey ise geriye gidiyor demektir.*” sözü de eğitimin önemini vurgulamaktadır.

Bu tez çalışmasında amaç; OECD ülkelerinin eğitim performanslarını, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemlerini birlikte kullanarak değerlendirmektir. Ayrıca çalışma, bu yöntemlerden elde edilen sonuçları incelemeyi, anlamlı bir sıralama bulmayı ve bunu yorumlamayı hedeflemektedir.

OECD ülkelerinin eğitim performansları üzerine bir uygulama yapılan bu tez, dört ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, AHS ve VZA yöntemlerinin genel yapısı incelenmiş, literatür taraması yapılmış ve uygulama aşamaları anlatılmıştır. İkinci bölümde AHS ve VZA yöntemlerinin birlikte kullanıldığı çalışmaların literatür taraması yapılmıştır. Ayrıca bu iki yöntemin birlikte kullanıldığı VZA/AHS sıralı yöntemi ve VZAHS yöntemi detaylı bir şekilde incelenmiştir. Üçüncü bölümde ilk olarak OECD'nin tanımı, amaçları, OECD'ye üye ülkeler ve OECD'de eğitim göstergeleri tanıtılmıştır. Daha sonra OECD'ye üye ülkelerin eğitim performansları VZA, VZA/AHS sıralı yöntemi ve VZAHS yöntemi ile değerlendirilmiştir. Sonuç bölümünde ise uygulamanın genel bir değerlendirilmesi yapılarak, ulaşılan bulgular yorumlanmıştır.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHS) VE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (VZA) YÖNTEMLERİ

#### 1.1 Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), problemleri hiyerarşik bir yapıda ele alan ve ikili karşılaştırma mantığına dayanan çok kriterli bir karar verme tekniğidir (Felek ve Yuluğkural, 2007: 6). Bu yöntemin temeli, 1971 yılında Thomas L. Saaty ve Savunma Bakanlığı'nın ortaklaşa yaptığı bir çalışma ile atılmıştır. Çalışma, zaman içerisinde genişletilmiş ve Thomas L. Saaty 1980 yılında "The Analytic Hierarchy Process" adlı kitabında bu konu üzerinde detaylı bir şekilde durmuştur.

AHS, ortaya çıkışından bu yana geniş bir kullanım alanı bulan bir yöntemdir. AHS yöntemi, ikili karşılaştırmalarla uzmanların yargılarına dayanarak ve kriterler için öncelikler belirleyerek problemlerin karmaşıklığını azaltmakta, kararları basitleştirmekte, planlama yapmakta ve anlaşmazlıkların çözümünde kullanılmaktadır (Kannan, 2010: 645). Ayrıca seçim ve sıralama problemlerinde nitel ve nicel kriterleri birleştirme olanağı sunan bu yöntem; sosyal bilimlere ilişkin model oluşturulmayan problemleri kendi sistemiyle modellendirerek basit bir hale getirmekte ve problemlerin çözümüne imkân tanımaktadır (Topel, 2006: 5).

AHS yönteminin en belirgin özelliği, kararın hem objektif hem de subjektif yönlerini yakalayabilmesidir. Bu yöntem, tamamıyla insani ve içgüdüsel davranışları benimseyen bir karar mekanizması şeklinde kullanılmaktadır. Ayrıca karar vericinin kararının tutarlılığını kontrol etmesine imkân sağladığı için önyargıları azaltabilmektedir.

Bir karar verme yaklaşımının doğru olabilmesi için; sorunun tanımlanması, aranan bilgi türünün belirlenmesi, karar hiyerarşisinin yapısının belirlenmesi, karşılaştırma matrislerinin oluşturulması ve tutarlılığın ölçülerek yorumlanması gerekmektedir.

AHS yöntemi, ülkemizde değişik karar verme problemlerinde uygulanmıştır. Kuruüzüm ve Atsan (2001), AHS yöntemini işletmecilik alanındaki uygulamalarda incelemiştir. Dağdeviren, Akay ve Kurt (2004) iş değerlendirme sürecinde, Güngör ve İşler (2005) otomobil seçiminde bu yöntemi kullanmıştır. Öztürk, Ertuğrul ve

Karakaşoğlu (2008), nakliye firması seçiminde bulanık AHS ve bulanık TOPSIS yöntemleri üzerinde karşılaştırmalar yaparak AHS yöntemini farklı yöntemlerle değerlendirmiştir. Aydın, Öznehir ve Akçalı (2009), Ankara için optimal hastane yeri seçiminde AHS yöntemi ile örnek bir model geliştirmiştir. Ömürbek ve Şimşek (2014) AHS ve Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemlerini bir arada kullanarak online alışveriş site seçimi üzerine bir uygulama yapmıştır. Bu çalışmalar, AHS yönteminin kullanıldığı çalışmaların sadece bir kısmı olup daha pek çok kuruluş yeri seçimi, işe alma süreci, yatırım kararları, performans değerlendirme, en uygun stratejinin belirlenmesi vb. alanda kullanılmıştır. AHS, tek başına kullanılabilirdiği gibi diğer çok kriterli karar verme yöntemleri ile ilişkilendirilerek de öncelik sıralaması yapılması sağlayan bir yöntemdir. AHS yöntemi ile hem ölçülebilen hem de ölçülemeyen veriler kullanılabilir. Basit bir kullanımı olmakla birlikte kriter sayısının çokluğu tutarlılığı azaltabilmektedir.

Saaty (1986), AHS yönteminin temelini oluşturan 4 aksiyom tanımlamıştır:

**1. Terslik (Karşılıklı Kıyaslama) Aksiyomu:** Çift taraflılık olarak isimlendirilen bu aksiyom, karşılıklı olma veya tersi olma olarak da ifade edilmektedir (Kuruüzüm ve Atsan, 2001: 85). Bu aksiyom, karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasında kullanılmaktadır. İkili karşılaştırmalarda kriterlere göre alternatifleri veya kriterleri birbirine göre kıyaslarken,  $i$ . kriter veya alternatifi,  $j$ 'ye göre  $x$  kat üstün oluyorsa  $j$ . kriter veya alternatifi,  $i$ 'ye göre  $1/x$  kat üstün olmalıdır şeklinde göstermiştir (İmren, 2011: 19).

**2. Homojenlik Aksiyomu:** Karşılaştırılan kriterlerin birbirinden farklı olduğu durumlarda hatalı sonuçlara varılabilmektedir. Bu nedenle kriterler birbirinden çok farklı olmamalıdır. Bu karşılaştırmalar yapılırken Saaty'nin 1-9 ölçeği kullanılmalıdır. Ölçeğin yeterli olmadığı durumlarda gruptandırma ele alınmalıdır (Ünal, 2012: 40).

**3. Bağımsızlık (Sentez) Aksiyomu:** Sentez aksiyomu olarak da adlandırılan bu aksiyomda temel kural, kriterler ve alternatiflerin arasında bir ilişkinin bulunmamasıdır. Yani üst seviyedeki kriterlerin öncelikleri, yeni bir alternatifin eklendiği veya herhangi bir alternatifin çıkarıldığı durumlarda değişmemelidir.

**4. Beklentiler Aksiyomu:** Bu aksiyomun temeli, karar vericinin beklentilerini karşılamaya ve karar vericiye istediği sonuca ulaştırmaya dayanmaktadır. Bunun için hiyerarşide yer alan bütün kriterler ile problem çözülmeye çalışılmalı ve gereksiz

unsurlar probleme dâhil edilmemelidir. Bu şekilde elde edilen öncelik sıralaması sonucu, karar vericiyi şaşırtmamış olacaktır.

## **1.2 AHS Yönteminin Aşamaları**

AHS yöntemi; karar verme probleminin tanımlanması, yani gerekli verilerin, amacın, kriterlerin ve alternatiflerin belirlenerek problem için hiyerarşik yapının oluşturulması, ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması, matrislerin öncelik değerlerinin hesaplanması ve tutarlılığın kontrol edilmesi aşamalarından oluşmaktadır (Saaty, 1994: 3). Aşağıda bu aşamalar detaylı şekilde açıklanmaktadır.

### **1.2.1 Karar Verme Probleminin Tanımlanması**

Karar verme için doğru ve güvenilir kaynaklara ihtiyaç duyulur. Bunun için yöneticilerin veya karar vericilerin bilimsel yolları kullanarak sonuçlar elde etmesi gerekmektedir. Karar verme, en genel anlamıyla mevcut seçeneklerin içinden karar vericinin kendi amacı ve görüşü doğrultusunda uygun seçeneği tercih etmesi şeklinde tanımlanabilir. Karar vermede mevcut durum koşulları ve çevresel kriterler önemli rol oynamaktadır. Bir karar verme probleminin yapısının, basit ve anlaşılır olması, karar vericilere uyum sağlaması ve karar verme aşamalarının açıkça belirtilmesi gerekmektedir (Durdudiler, 2006: 23).

### **1.2.2 Hiyerarşik Yapının Oluşturulması**

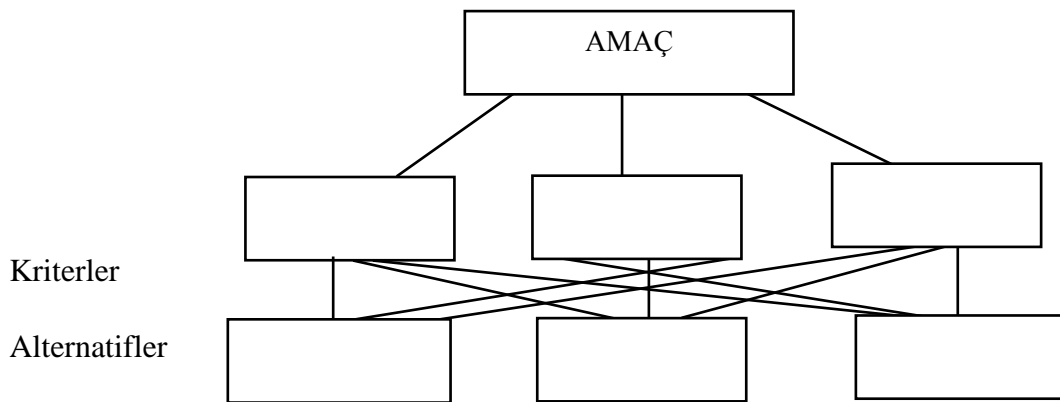
Hiyerarşik yapı; karar problemlerindeki karmaşayı ve hata oranını azaltmayı amaçlayan, kriterleri önem seviyelerine göre düzenleyen, öğelerin kümeler halinde gruplaşabildiği özel bir sistemdir. Hiyerarşik bir yapının oluşturulabilmesi için öncelikle karar probleminin amacının belirlenmesi gerekir. Hiyerarşik yapıda kararın karmaşıklığı artıkça kriter sayısında ve buna bağlı olarak da alt kriter sayısında artma görülmektedir. Hiyerarşik yapıda tüm kriterler birbiri ile bağlantılı olmakla birlikte herhangi bir kriterdeki değişimin diğer kriterleri kolay bir şekilde etkilediği görülmektedir.

Hiyerarşik yapının oluşturulmasında problemi etkileyen tüm kriterlerin yer alması en önemli husustur. Problemi etkileyen tüm kriterlerin değerlendirildiği bir hiyerarşik yapı mantıklı ve tutarlı sonuçlar elde edilmesini sağlar. Hiyerarşik yapıya sonradan da karar verici tarafından yeni kriterler eklenebilir veya mevcut kriterlerden biri çıkartılabilir. Hiyerarşik yapı oluşturulurken, hiyerarşiye üstten başlanması ve karar noktalarının saptanması gereklidir. Hiyerarşideki en üst yapı, hiyerarşinin genel amacını



tanımlamaktadır. Daha sonra kriterler ve varsa alt kriterler belirlenerek hiyerarşik yapıya uygun biçimde konumlandırılır. Son olarak da karar seçenekleri yani alternatifler hiyerarşinin en alt kısmında yer alır ve hiyerarşik yapı oluşturulur.

Hiyerarşik yapı oluşturulurken problemi etkileyen tüm unsurlar dikkate alınmalı ve problemle ilgili veriler tespit edilmelidir (Saaty, 1990: 13). Ayrıca karar problemlerini etkileyen tüm kriterlerin belirlenmesi için yaygın olarak anket çalışmalarına ve uzman kişilerin görüşlerine başvurulmaktadır.



**Şekil 1:** AHS’de Analitik Hiyerarşinin Genel Yapısı (Ömürbek vd., 2013: 106)

Şekil 1’de amaç, kriterler ve alternatiflerden oluşan hiyerarşik bir yapı görülmektedir. Hiyerarşik yapının en önemli özelliği, birçok kriteri bir arada sentezleyebiliyor olmasıdır.

Hiyerarşik yapının oluşturulmasında dikkat edilmesi gereken özellikler şu şekilde sıralanmıştır:

- Hiyerarşik yapı, problemi doğru şekilde ifade etmelidir.
- Problemi etkileyen tüm alt kriterler değerlendirilmelidir.
- Çözümü sağlayabilecek olan tüm belge ve yayınlar dikkate alınmalıdır.
- Problemin içerisinde rol alacak katılımcılar belirlenmelidir.

### 1.2.3 İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması

Hiyerarşik yapının kurulması ile birlikte karar verici, kriterlerin birbirine olan görece önemlerini belirlemek için ikili karşılaştırmalar yapar. Daha sonra problemi oluşturan kriterler ve alternatiflerin etkileşimleri belirlenerek 1-9 ölçeği ile

değerlendirilir. Oluşturulan matris üzerinde işlemler yapılarak görelî önem matrisi belirlenir. Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen ikili karşılaştırma matrisinde kullanılan ölçek Tablo 1'deki gibidir.

**Tablo 1:** İkili Karşılaştırma Matrisinde Kullanılan 1-9 Ölçeği (Saaty, 1990: 10)

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önemli	İki faaliyet eşit düzeyde katkıda bulunuyor
3	Orta Derecede Önemli	Tecrübe ve yargıları göre bir faaliyet diğerine göre biraz daha önemlidir
5	Kuvvetli Derecede Önemli	Bir faaliyet diğerinden kuvvetle daha önemlidir.
7	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Bir faaliyet diğerine göre yüksek derecede kuvvetle daha önemlidir.
9	Mutlak Derecede Önemli	Faaliyetlerden biri diğerine göre çok yüksek derecede önemlidir.
2, 4, 6, 8	Ortalama Değerler	Yukarıda listelenen öncelikler arasında uzlaşma gerektiğinde kullanılır.

Tabloda bulunan faaliyet ifadesi, hem kriteri hem de alternatifi içerir. Literatürde yer alan çalışmalarda da Saaty'nin kullandığı "activity" kelimesi faaliyet olarak çevrilmiştir (Tüter, 2013: 26). Hiyerarşinin bir düzeyini oluşturan öğelerin birbirine olan görelî önemleri sayısal olarak 1, 3, 5, 7 ve 9 rakamları ile temsil edilir. Karar verici bu kıstası belirlerken "iki faaliyet eşit düzeyde katkıda bulunuyor", "Bir faaliyet diğerinden kuvvetle daha önemli" vs. gibi sözel tercihini ortaya koyar. Görelî önem dereceleri belirlenirken bu beş temel puan denk gelmeyen ve de uzlaşma gerektiren ikili karşılaştırmalarda, ortalama değer (2, 4, 6, 8) puanları kullanılır.

İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması ile elde edilen değerler, ikili karşılaştırma matrisinin köşegeni 1 olacak şekilde kare matris biçiminde düzenlenir. Köşegenlerin 1 olması ve matriste çapraz olarak 1 rakamının bulunması faaliyetlerin kendileriyle karşılaştırıldığını göstermektedir. Karşılıklı kıyaslama aksiyomuna göre  $a_{ji} = 1/a_{ij}$ 'dir. İkili karşılaştırma matrisinin genel şekli aşağıdaki gibidir.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1N} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2N} \\ \vdots & \vdots & 1 & \vdots \\ a_{N1} & a_{N2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

#### 1.2.4 Tutarlılığın Kontrol Edilmesi ve Öncelik Değerlerinin Hesaplanması

Karar kriterlerinin ve alternatiflerinin tutarlı olup olmadığının belirlenmesi için tutarlılık oranının hesaplanması gerekir. Tutarlılık oranı 0'a yaklaştıkça tutarlılık artmaktadır. Thomas L. Saaty, tutarlılık oranını 0,10'dan küçük olması halinde kabul edilebilir saymıştır. Bu orandan büyük olduğu durumda yeniden değerlendirme yapılmalıdır (Tekçe ve Dikbaş, 2011: 160).

CI: Tutarlılık indeksi

$$CI = \frac{\lambda_{max} - N}{N - 1}$$

CR: Tutarlılık oranı

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

RI: Rastgele değer indeksi

RI, Tablo 2'de verilen değerlerden uygun olan seçilerek işleme alınır.

**Tablo 2:** Rastgele Değer İndeksi Tablosu (Ömürbek vd., 2016: 178)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,0	0,0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49	1,52	1,54	1,56	1,58	1,59

Reel elemanlı bir  $A_{N \times N}$  kare matrisi ve sıfırdan farklı  $w_{N \times 1}$  vektörü ele alındığında  $Aw = \lambda w$  eşitliğini gerçekleyen bir  $\lambda$  skaleri varsa,  $\lambda$  skaleri A matrisinin özdeğeri (karakteristik değeri),  $w$  vektörü de A kare matrisinin bir özvektörüdür.  $\lambda_{max}$ , en büyük özdeğer olmak üzere  $Aw = \lambda_{maks}w$  şeklinde ifade edilebilir.  $\lambda_{max}$ , her zaman N'den büyük veya N'ye eşit olmalıdır.  $\lambda_{max}$ , N'ye ne kadar yakınsa o kadar yüksek tutarlılık olacaktır. En büyük özdeğere karşılık gelen özvektör, öncelikleri belirler ve  $(A - \lambda_{maks}I)w = 0$  denkleminde elde edilir.

AHS yönteminde ikili karşılaştırma matrisinde her sütuna ait elemanlar sütun toplamına bölünerek normalize edilmiş matris değerleri elde edilir. Satır elemanların ortalaması alınarak öncelik vektörü (ağırlık) hesaplanır. Kriterlere ait öncelikler ve

alternatiflere ait öncelikler kullanılarak hiyerarşi boyunca global öncelikler belirlenir ve alternatiflerin skorları hesaplanır.

### 1.3 Veri Zarflama Analizi (VZA)

Veri Zarflama Analizi (VZA) yönteminin temeli, Farrell'in 1957 yılında yayınlanan "The Measurement of Productive Efficiency" adlı çalışmasına dayanmaktadır. Farrell, bu çalışmada etkinlik kavramı ve etkinlik hesaplamalarına değinmiştir. Literatürde etkinlik kavramına ilk olarak Koopsman'ın 1951'deki teknik etkinliğe dayalı çalışmasında yer verilmiştir. Koopsman teknik etkinliği, eş zamanlı bir çıktı veya girdiyi azaltmadan diğer bir çıktı veya girdi miktarını artırmanın mümkün olmadığı bir vektör şeklinde tanımlamıştır. Farrell ise 1957 yılındaki çalışmasında bir işletmenin etkinliğinin, maksimum çıktıyı üretme başarısı olduğunu ve maliyet etkinliğinin teknik etkinlik ve tahsis etkinliği olarak iki unsurdan oluştuğunu savunmuştur. Farrell'in çalışması temel alınarak VZA yönteminin kullanıldığı ilk çalışma; Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) tarafından 1981'de Amerika devlet okullarında değerlendirilen "Follow Through" adlı eğitim programı olmuştur. Bu programda 25 adet girdi ve 11 adet çıktı ile eğitim programının etkileri görece olarak ölçülmeye çalışılmıştır (Ayna, 2018: 3).

VZA, etkinlik ölçümünde yaygın olarak kullanılan doğrusal programlama tabanlı, parametrik olmayan bir yöntemdir (Savaş, 2015: 201). Parametrik olmayan yöntemler, birden çok girdi ve çıktının olduğu ve bu girdiler ile çıktılar farklı ölçü birimleri ile ölçülebildiği yöntemlerdir (Özden,2008: 168). VZA yönteminin temel düşüncesi, Karar Verme Birimi (KVB)'ler arasında en iyi olanı seçmek ve etkin olmayan KVB'lerin kaynaklarını tespit etmektir.

VZA yönteminde performans, etkililik ve verimlilik kavramlarına sıkça rastlanmaktadır. Bu kavramlar birbirlerine çok yakın tanımlamalar içermekle beraber birbirleri yerine de kullanılabilirlerdir. Performans, en genel tanımıyla belirli bir amacın ne kadarına ulaşıldığını gösteren nicel bir kavram olarak adlandırılmaktadır. Etkililik kavramı, işletmelerin istedikleri sonuca ulaşma düzeyi olarak tanımlanmakla beraber performansın bir boyutu olarak da adlandırılmaktadır. Verimlilik; üretim süreci için kullanılan çeşitli girdiler ile bu sürecin sonunda elde edilen çıktılar arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. Verimlilik, birçok alanda büyük önem taşımakta ve farklı bilim dallarında çeşitli şekillerde tanımlanmaktadır (Yükçü ve Atağan, 2009: 4).

VZA yöntemi, bugüne kadar birçok sektörde uygulanmıştır. Ayırcay ve Özçalıcı (2014), 1997-2012 yılları arasında Türkiye'deki VZA yönteminin kullanıldığı akademik çalışmaları incelemiş, yapılan çalışmaları özelliklerine göre sınıflandırmış ve VZA yönteminin en fazla finans ve sağlık sektörlerinde kullanıldığını belirtmiştir. Bu sektörlere ek olarak VZA yönteminin kamu kuruluşları, bankalar, imalat sektörleri, tarım işletmeleri, çimento şirketleri vb. gibi alanlarda da yaygın olarak uygulandığı bilinmektedir. VZA yöntemi, geleneksel yöntemlere kıyasla sahip olduğu avantajlar nedeni ile birçok çalışmada dikkat çeken bir yöntem olmuştur.

Literatürde VZA yöntemi ile ilgili pek çok çalışma yer almaktadır. Baysal, Uygur ve Toklu (2004), Türkiye'ye hizmet veren TCDD'ye bağlı 7 limanın etkinliğini ölçmek için VZA yönteminden yararlanmışlardır. Her limana ait etkinlik verileri ve etkin olmayan limanlar belirlenerek çalışma, TCDD üst yönetimine sunulmuştur. Özden (2008), VZA yöntemini Türkiye'deki vakıf üniversitelerinin etkinliğinin ölçülmesinde kullanmış olup 24 üniversiteden 15'inin etkin, 9 üniversitenin etkin olmadığı sonucuna varmıştır. Altın (2010), mevcut çalışmasında VZA yöntemi ile küresel kriz ortamında şirketlerin finansal etkinliğini belirlemek istemiş ve 142 şirket için ölçüm yapmıştır. Budak (2011), Türk bankacılık sektöründeki bankaların etkinlik değerini VZA yöntemini kullanarak tespit etmek için 2008-2010 yıllarında faaliyet gösteren 22 ticari bankayı ele almıştır. Okursoy ve Tezsürücü (2014), Türkiye'nin 81 iline ait kültürel göstergeler kullanarak, Türkiye İstatistik Kurumu'nun verileriyle birlikte VZA yöntemini kullanmıştır. Demirci ve Tarhan (2017), Mersin ilinde faaliyet gösteren 25 nakliye şirketinin VZA yöntemi ile etkinliklerini hesaplamıştır.

VZA yöntemi, daha çok akademik çalışmalarda kullanılmış, günlük hayatta sınırlı kalmıştır. Bunun nedeni ise yöntemin karmaşık bir yapıda görülmesi ve verilere ulaşmada zorluk yaşanmasıdır. Bunun yanında VZA, doğru bir şekilde kullanıldığında etkin bir karar verme yöntemidir.

VZA yönteminin sağladığı avantajlar şu şekilde sıralanabilir:

- Parametrik olmama özelliği sayesinde çok farklı birimlere sahip olabilen girdi ve çıktıları aynı biçimde ölçebilmek için çeşitli varsayımlar kullanmaya, dönüşümler yapmaya gerek yoktur.
- Herhangi bir problem için çok sayıda girdi ve çıktıyı işleyecek yetenektedir.

- Doğrusal şekil dışında, girdi ve çıktıları ilişkilendiren fonksiyonel bir şekle ihtiyaç duymaz.
- Etkinlikleri hesaplanan KVB'ler göreceli olarak tam etkinliğe sahip olanlarla kıyaslanır.

VZA, sağlandığı avantajlar kadar dezavantajlara da sahip bir yöntemdir. En büyük dezavantajı ise ölçüm hatalarına çok duyarlı olmasıdır. Bir diğer dezavantajı ise VZA yönteminin doğrusal programlama tabanlı bir yaklaşım olmasından dolayı büyük boyutlu problemlerde çözüm sürecini uzatmasıdır. Ayrıca VZA yönteminin parametrik olmama özelliği, sonuçlara hipotez testlerinin uygulanmasını zorlaştırmaktadır.

#### **1.4 VZA Yönteminin Aşamaları**

VZA yöntemi, KVB'leri göreceli olarak etkin olan ve etkin olmayan birimler olmak üzere iki ana gruba ayırır. Etkin olan KVB'ler ile etkin bir üretim sınırı oluşturulur ve bu sınır üzerinde yer almayan KVB'lerin değerleri bu sınıra göre belirlenir. Genel olarak VZA, merkezden çok sınırlara yönelik bir yöntemdir (Özden, 2008: 169). VZA, göreceli etkin olmayan KVB'lerin etkin olan KVB'lere benzetilmeye çalışılması ve etkinliklerinin iyileştirilmesi için neler yapılması gerektiği noktasında yöneticilere ve karar vericilere yol gösteren bir yöntemdir.

##### **1.4.1 KVB'lerin Seçimi**

VZA'da KVB'ler, girdileri çıktıya dönüştürülebilen homojen birimler olmalıdır. VZA, karşılaştırmalı bir yöntem olduğu için doğru bir sonuç vermesi, bu koşula bağlıdır (Golany ve Roll, 1989: 242). Diğer yandan KVB'lerin sayısı, girdi ve çıktıların sayısının en az iki katı kadar ya da girdi ve çıktı sayıları toplamının bir fazlası kadar olması, araştırmanın güvenilirliği açısından gerekli bir kısıttır (Ertuğrul ve Işık, 2008: 205).

##### **1.4.2 Seçilmiş Olan KVB'lerin Etkinliklerinin Değerlendirilmesi için Uygun Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi**

VZA, veri tabanlı bir etkinlik ölçme yöntemi olup, kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerine bağlıdır. Bununla birlikte, VZA yönteminde doğru ve güvenilir bir sonuca erişmek için girdi ve çıktı sayısının mümkün olduğunca çok olması önemlidir.

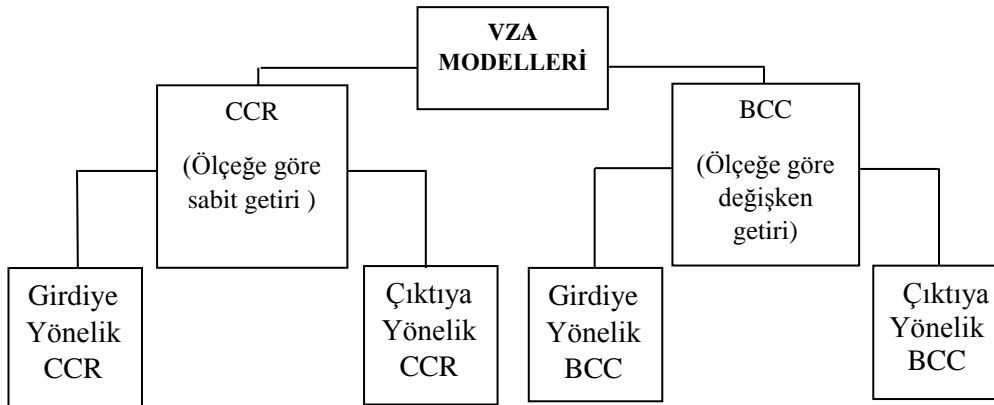
### 1.4.3 VZA Modellerinin Uygulanması ve Etkinlik Sonuçlarının Değerlendirilmesi:

VZA yönteminde, etkinlik değerlendirilirken CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) ve BCC (Banker-Charnes-Cooper) modelleri kullanılabilir. CCR yöntemi, toplam teknik etkinliği bir bütün olarak hesaplarken, BBC yöntemi, teknik etkinliği ve ölçek etkinliğini ayırarak hesaplama yapma imkânı sağlamaktadır (Okursoy ve Tezsürücü, 2014: 8).

### 1.5 VZA Modelleri

VZA modelleri, Şekil 2’de gösterildiği gibi ölçeğe göre sabit getiri ve ölçeğe göre değişken getiri olarak ikiye ayrılır (Kula ve Özdemir, 2007: 61). Ayrıca VZA modelleri, girdi ve çıktı yönlü olarak da sınıflandırılır. Girdi yönlü olması, belirli bir çıktı bileşimini etkin bir şekilde elde etmek amacı ile en uygun girdi bileşiminin kullanılmasıdır. Çıktı yönlü olması ise, belirli bir girdi bileşimini etkin bir şekilde elde etmek amacı ile en uygun çıktı bileşiminin kullanılmasıdır. Temel olarak üç VZA modeli kullanılmaktadır:

- CCR ( Charnes-Cooper-Rhodes 1978) Modeli
- BCC ( Banker-Charnes-Cooper 1984) Modeli
- Toplamsal model



Şekil 2: VZA modelleri (Üstündağ, 2009: 30)

#### 1.5.1 CCR Modeli

CCR modeli; Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında geliştirilmiştir. Bu modelde,  $N$  tane KVB ve her bir KVB'nin  $m$  tane farklı girdisi ile  $s$  tane farklı çıktısı olduğu kabul edilir. CCR modeli, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında çalışmaktadır (Charnes vd.,1978: 429). Yani bir birimlik girdi artışı veya azalışı,

bir birimlik çıktı artışı veya azalışına sebep olmaktadır. Model, girdiye yönelik CCR modeli ve çıktıya yönelik CCR modeli olarak ikiye ayrılır.

### 1.5.1.1 Girdiye Yönelik CCR Modeli

Girdiye yönelik CCR modeli, girdilerin minimize edilmesi ve belirli bir çıktı bileşiminin maksimum olmasına yönelik bir model oluşturmaktadır.

*Model 1: Kesirli Model*

Girdiye yönelik CCR kesirli modelinin amaç fonksiyonunda ağırlıklı toplam çıktının, ağırlıklı toplam girdiye oranı maksimize edilmeye çalışılmaktadır. Modelin kısıt bölümünde ise ağırlıklı çıktıların ağırlıklı girdilere oranının en fazla 1 olabileceği görülmektedir.

*Model 1: Kesirli Model*

*Amaç fonksiyonu*

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

*Kısıtlar*

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

$$u_r, v_i \geq 0$$

$$j = 1, 2, \dots, N; k = 1, 2, \dots, N; r = 1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m$$

*Modelde kullanılan değişkenler:*

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

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

$x_{ij}$ : j. KVB'ye ait i. girdi miktarı

$y_{rj}$ : j. KVB'ye ait r. çıktı miktarı

$u_r$ : r. çıktının ağırlığı

$v_i$ : i. girdinin ağırlığı



$m$  : Girdi sayısı

$s$  : Çıktı sayısı

$N$  : KVB sayısı

Kesirli programlama şeklindeki parametrik olmayan Model 1’de amaç fonksiyonunun paydası 1’e eşitlenip ve bu eşitlik modele kısıt olarak eklenerek doğrusal programlama modeli (Model 2) elde edilmektedir (Eroğlu ve Lorcu, 2007: 37).

*Model 2: Doğrusal Model*

*Amaç fonksiyonu*

$$\text{maks } z = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk}$$

*Kısıtlar*

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

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

$$u_r, v_i \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, N; k: 1, 2, \dots, N; r = 1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m$$

Model 2’deki doğrusal modelin duali alınarak Model 3’teki zarflama modeli elde edilmektedir. Bu model ile etkinliği ölçülen KVB’lerin hangi girdi veya hangi çıktıyı ne oranda atıl bıraktığı ölçülebilmektedir. Ayrıca bu model ile referans kümesine ulaşmak daha kolaydır (Eroğlu, 2007: 28).

*Model 3: Zarflama Modeli*

*Amaç fonksiyonu*

$$\text{min } \alpha - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$$

*Kısıtlar*

$$\sum_{j=1}^N x_{ij} \lambda_j + s_i^- \leq \alpha x_{ik}$$

$$\sum_{j=1}^N y_{rj} \lambda_j - s_i^+ \geq y_{rk}$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_i^+ \geq 0$$

$$j = 1, 2 \dots N; k: 1, 2 \dots N; r = 1, 2 \dots s; i = 1, 2 \dots m$$

$\alpha$  : Büzülme katsayısı (Çıktı miktarında bir değişiklik yapmadan girdi miktarının ne kadar azaltılabileceğini gösterir.)

$\lambda_j$  : j'inci KVB'nin aldığı yoğunluk değeri

$\varepsilon$  : küçük pozitif bir sayı (örneğin 0,00001)

$s_i^-$  : girdi fazlalığını gösteren aylak değişken

$s_i^+$  : çıktı eksikliğini gösteren aylak değişken

### 1.5.1.2 Çıktıya Yönelik CCR Modeli

Çıktıya yönelik CCR modeli, girdi yönlü CCR modelinin tersi olmakla birlikte belirli bir girdi düzeyi ile en fazla çıktı elde etmeyi amaçlamaktadır. Diğer bir deyişle, çıktı yönlü CCR modeli ile çıktıların ne oranda artırılacağı hesaplanmaktadır.

*Model 1: Kesirli Model*

Çıktıya yönelik CCR kesirli modelinin amaç fonksiyonunda ağırlıklı toplam girdinin, ağırlıklı toplam çıktıya oranı maksimize edilmeye çalışılmaktadır. Modelin kısıt bölümünde ise ağırlıklı girdilerin ağırlıklı çıktılara oranının en fazla 1 olabileceği görülmektedir.

*Model 1: Kesirli Model*

*Amaç fonksiyonu*

$$\min h_k = \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}$$

*Kısıtlar*

$$\frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}} \geq 1$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

$$j = 1, 2 \dots N; k: 1, 2 \dots N; r = 1, 2 \dots s; i = 1, 2 \dots m$$

*Model 2: Doğrusal Model*

*Amaç fonksiyonu*

$$\min z = \sum_{i=1}^m v_i x_{ik}$$

*Kısıtlar*

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} = 1$$

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

$$u_r, v_i \geq 0$$

$$j = 1, 2 \dots N; k: 1, 2 \dots N; r = 1, 2 \dots s; i = 1, 2 \dots m$$

Modellerde görüldüğü gibi girdi yönlü CCR modelinde her bir KVB'nin ağırlıklı ortalaması maksimum yapılmaya çalışılırken, çıktı yönlü CCR modelinde her bir KVB'nin ağırlıklı ortalaması minimum yapılmaya çalışılır. Her ikisi için de kısıtlarda kullanılan KVB'lerin ağırlıklı ortalaması 1'e eşitlenmiştir. Buradan anlaşılacağı gibi 1'e en yakın olan KVB, en etkin KVB olarak kabul edilir. Ayrıca girdiye yönelik CCR modelinde etkin bulunan bir KVB, çıktıya yönelik modelde de etkin bulunmaktadır.

*Model 3: Zarflama Modeli*

*Amaç fonksiyonu*

$$\max \beta - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$$

*Kısıtlar*

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- \leq x_{ik}$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_i^+ \geq \beta y_{rk}$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_i^+ \geq 0$$

$$j = 1, 2, \dots, N; k: 1, 2, \dots, N; r = 1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m$$

$\beta$  : Genişleme katsayısı (Girdi miktarında bir değişiklik yapmadan çıktı miktarının ne kadar arttırılabileceğini gösterir.)

$\lambda_j$  : j'inci KVB'nin aldığı yoğunluk değeri

$\varepsilon$  : küçük pozitif bir sayı (örneğin 0,00001)

$s_i^-$  : girdi fazlalığını gösteren aylak değişken

$s_i^+$  : çıktı eksikliğini gösteren aylak değişken

### 1.5.2 BCC Modeli

BCC modeli, Banker, Charnes ve Cooper tarafından 1984 yılında ortaya atılmıştır. Bu model, CCR modeli gibi girdi ve çıktı yönelimlidir. Fakat CCR modelinde ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında KVB'lerin toplam etkinliği ölçülürken, BCC modelinde ise ölçeğe göre değişken getiri varsayımı ile teknik etkinlik ölçümü yapılmaktadır. Dolayısıyla CCR modelinde etkinlik sınırının şekli, orijinden geçen bir doğru şeklinde iken BCC modelinde ise etkinlik sınırı CCR modelinden farklı olarak parçalı doğrusal ve iç bükey şeklindedir (Okursoy ve Tezsürücü, 2014: 4).

#### 1.5.2.1 Girdiye Yönelik BCC Modeli

Girdiye yönelik BCC modeli, çıktı miktarını sabit tutarak minimum girdiyi hesaplamayı amaçlanmaktadır. Girdiye yönelik BCC modeli, girdiye yönelik CCR modeline konvekslik kısıtı eklenerek oluşturulmaktadır.

##### Konvekslik Kısıtı

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

Ayrıca bu kısıt  $\lambda_j \geq 0$  şartını taşımakta ve görelî etkinliği daha esnek hale getirmektedir.

*Model 1: Kesirli Model*

Girdiye yönelik BCC modelinin CCR modelinden en temel farkı,  $\mu_0$  değişkeninin yer almasıdır.  $\mu_0$  değişkeni, CCR modelinden farklı olarak BCC modelinin ölçeğe göre değişken getiri varsayımı ile yapıldığını göstermektedir.  $\mu_0$  değişkeni modelin çözümünde pozitif değer alırsa ölçeğe göre azalan getiri, negatif değer alırsa ölçeğe göre artan getiri, sıfır değeri alırsa ölçeğe göre değişken getiri olduğunu gösteririr (Budak, 2010: 38).

*Model 1: Kesirli Model*

*Amaç fonksiyonu*

$$\text{maks } h_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} - \mu_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}}$$

*Kısıtlar*

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \mu_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad \mu_0 : \text{işareti kısıtlanmamış}$$

$$j = 1, 2, \dots, N; k: 1, 2, \dots, N; r = 1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m$$

$\mu_0$  : ölçeğe göre getirinin yönüyle ilgili değişken

*Model 2: Doğrusal Model*

*Amaç fonksiyonu*

$$\text{maks } z = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} - \mu_0$$

*Kısıtlar*

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

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \mu_0 \leq 0$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon \quad \mu_0 : \text{işareti kısıtlanmamış}$$

$$j = 1, 2, \dots, N; k: 1, 2, \dots, N; r = 1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m$$

*Model 3: Zarflama Modeli*

*Amaç fonksiyonu*

$$\min \alpha - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- - \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$$

*Kısıtlar*

$$\sum_{j=1}^N x_{ij} \lambda_j + s_i^- \leq \alpha_0 x_{ik}$$

$$\sum_{j=1}^N y_{rj} \lambda_j - s_r^+ \geq y_{rk}$$

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

$$\lambda_j, s_i^-, s_i^+ \geq 0$$

$$j = 1, 2, \dots, N; k = 1, 2, \dots, N; r = 1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m$$

$\alpha$  : Büzülme katsayısı (Çıktı miktarında bir değişiklik yapmadan girdi miktarının ne kadar azaltılabileceğini gösterir.)

$\lambda_j$  : j'inci KVB'nin aldığı yoğunluk değeri

$\varepsilon$  : küçük pozitif bir sayı (örneğin 0,00001)

$s_i^-$  : girdi fazlalığını gösteren aylak değişken

$s_i^+$  : çıktı eksikliğini gösteren aylak değişken

Modelden de görüldüğü üzere BCC modeli, CCR modeli ile büyük oranda benzemekte olup sadece etkinlik sınırlarında değişim görülmektedir. CCR modelinde etkinlik doğrusu, orjinden geçer. BCC modelinde ise orjinden geçme zorunluluğu yoktur (Üstündağ, 2009: 32). Ayrıca BBC modelindeki konveks üretim imkânları kümesi, CCR modelindeki üretim imkânları kümesinin bir alt kümesi olduğu için CCR

modeli ile etkin bulunan bir KVB, BCC modeli için de mutlaka etkindir. Ancak tam tersi bir durum mümkün değildir (Sarı, 2015: 23).

### 1.5.2.2 Çıktıya Yönelik BCC Modeli

Çıktıya yönelik BBC modelinin amacı, çıktıya yönelik CCR modeli ile aynı olup, belirli bir girdi miktarı ile en fazla ne kadar çıktı elde edilebileceği üzerinedir. Ayrıca girdiye yönelik BCC modelinde etkin bulunan KVB ile çıktıya yönelik BCC modelinde etkin bulunan KVB aynı olmayabilir. Bunun nedeni ise modelin ölçeğe göre değişen getiri varsayımı altında ilerlemesidir.

*Model 1: Kesirli Model*

*Amaç fonksiyonu*

$$\min h_k = \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} - \mu_0}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}$$

*Kısıtlar*

$$\frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \mu_0}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}} \geq 1$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon \quad \mu_0: \text{işareti kısıtlanmamış}$$

$$j = 1, 2, \dots, N; k: 1, 2, \dots, N; r = 1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m$$

*Model 2: Doğrusal Model*

*Amaç fonksiyonu*

$$\min z = \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} - \mu_0$$

*Kısıtlar*

$$\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rk} = 1$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \mu_0 \leq 0$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon \quad \mu_0: \text{işareti kısıtlanmamış}$$

$$j = 1, 2 \dots N; k: 1, 2 \dots N; r = 1, 2 \dots s; i = 1, 2 \dots m$$

*Model 3: Zarflama Modeli*

*Amaç fonksiyonu*

$$\text{maks } \beta + \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_i^+ \right)$$

*Kısıtlar*

$$\sum_{j=1}^N x_{ij} \lambda_j + s_i^- \leq x_{ik}$$

$$\sum_{j=1}^N y_{rj} \lambda_j - s_i^+ \geq \beta_0 y_{rk}$$

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

$$\lambda_j, s_i^-, s_i^+ \geq 0$$

$$j = 1, 2 \dots N; k: 1, 2 \dots N; r = 1, 2 \dots s; i = 1, 2 \dots m$$

$\beta$  : Genişleme katsayısı (Girdi miktarında bir değişiklik yapmadan çıktı miktarının ne kadar arttırılabileceğini gösterir.)

$\lambda_j$  : j'inci KVB'nin aldığı yoğunluk değeri

$\varepsilon$  : küçük pozitif bir sayı (örneğin 0,00001)

$s_i^-$  : girdi fazlalığını gösteren aylak değişken

$s_i^+$  : çıktı eksikliğini gösteren aylak değişken

Çıktıya yönelik BBC modelinde etkin olmayan KVB'lerin referans kümesini bulmak oldukça zordur. Bu nedenle doğrusal model uygulanması tavsiye edilmektedir. Diğer yandan BBC modelinde de CCR modelinde olduğu gibi ağırlık "1" olduğunda KVB etkin; 1'den büyük veya küçük olduğunda da KVB etkin değildir.



### 1.5.3 Toplamsal Model

Toplamsal model; Charnes, Cooper, Golany, Seiford ve Stutz tarafından geliştirilmiştir. Bu modelde, girdiye yönelik veya çıktıya yönelik diye bir ayırım yapılmayıp, iki durum birlikte değerlendirilmektedir. Yani, girdi eksikliği ve çıktı fazlalığı oluşan durumlar aynı anda dikkate alınmaktadır. Toplamsal model her iki modelin tek bir model üzerinde birleştirilmiş halidir (Savaş, 2015: 217).

*Amaç fonksiyonu*

$$\text{maks} \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_i^+$$

*Kısıtlar*

$$\sum_{j=1}^N x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{ik}$$

$$\sum_{j=1}^N y_{rj} \lambda_j - s_i^+ = y_{rk}$$

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

$$\lambda_j, s_i^-, s_i^+ \geq 0$$

$$j = 1, 2, \dots, N; k: 1, 2, \dots, N; r = 1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m$$

## İKİNCİ BÖLÜM

### ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHS) VE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (VZA) YÖNTEMLERİNİN BİRLİKTE KULLANIMI

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), ortaya çıkışından bugüne kadar birçok yöntemle bir arada kullanılan, seçim ve sıralama problemlerinde nitel ve nicel kriterleri birleştirme olanağı sunan önemli bir yöntemdir. Veri Zarflama Analizi (VZA) ise girdi ve çıktılarının farklı ölçüm birimleri ile ölçülebildiği, Karar Verme Birimi (KVB)'lerin etkin ve etkin olmayan olarak ayrıldığı, etkin olmayan KVB'lerin etkin olmama durumunun ne derecede olduğunun görülebildiği bir diğer önemli yöntemdir.

AHS ve VZA, birçok problemde popüler olarak kullanılan çok kriterli karar verme yöntemleri olmasına rağmen her iki yöntemin sağladığı avantajların yanında bazı dezavantajları mevcuttur. Her iki yöntemin birlikte kullanımı ile bu dezavantajların en aza indirilmesi amaçlanmaktadır. VZA ve AHS yöntemleri birçok gerçek problemde birlikte ele alınmış ve problemlerden olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

#### 2.1. Literatür Taraması

Bowen (1990), AHS ve VZA yöntemlerini bir arada kullanarak yer seçimi üzerine bir çalışma yapmış ve her iki yöntemin yapılarını ve sonuçlarını değerlendirmiştir. Çalışmada iki aşamalı bir yöntem kullanılmış ve değerlendirme sonucunda bu iki yöntemin birlikte kullanılmasının avantaj sağlayacağı ve karar vericiye bağlı olan ikili karşılaştırma kararlarının sayısının azaltılabileceği kanısına varılmıştır.

Shang ve Sueyoshi (1995), çalışmalarında bir imalathane için en uygun esnek imalat sistemini seçmek için AHS, VZA ve simülasyon yöntemlerinden yararlanmışlardır. VZA yöntemi için gerekli çıktıları üretmek amacı ile AHS ve VZA yöntemleri kullanılmıştır. AHS yöntemi ile maddi olmayan kriterler; simülasyon yöntemi ile maddi kriterler incelenmiştir.

Seifert ve Zhu (1998), VZA yöntemini Delphi, AHS ve AR (Güven Bölgesi) gibi yöntemler ile birleştirerek Çin endüstriyel verimliliği üzerinde bir çalışma yapmıştır. Çin sanayisinin genel performansını, endüstriyel gelişimini ve verimliliğini incelemek için çok sayıda girdi ve çıktı belirlenmiştir. Çalışmadan, VZA yönteminden

daha geçerli sonuçlar elde etmek için bu yöntemin diğer yöntemlerle birleştirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Zhang ve Cui (1999), Çin Devlet Bilgi Merkezi'ndeki Çin Devlet Ekonomik Bilgi Sistemi'nin (SEIS) çeşitli bölümlerindeki yatırımlarını yönetebilmesi için bir proje tasarlamıştır. Proje için 5 ana sistem ve bunların alt sistemleri bulunmaktadır. VZA yöntemi ile alt sistemlerinin göreceli ağırlıkları değerlendirilmiş ve karar süreci oluşturmak için de AHS yönteminden faydalanılmıştır.

Sinuany-Stern vd. (2000), birden fazla girdiye ve çıktıya sahip olan KVB'lerin sıralanabilmesi için iki aşamalı bir yöntem önermiştir. Yöntemde hem AHS hem de VZA yöntemlerinin en iyi tarafları alınmıştır. İlk aşamada VZA yöntemi ile ikili karşılaştırma matrisleri elde edilmiş ve ikinci aşamada AHS yöntemi ile bu matrisler değerlendirilmiştir. Sonuç olarak VZA/AHS sıralı yönteminin sıralamayı kolaylaştırdığı görülmüştür.

Yang ve Kuo (2003), tesis yerleşim planı probleminde AHS/VZA yöntemini kullanmıştır. Çalışmada yer alan nitel verileri toplamak için AHS yöntemi kullanılmış ve veriler AHS yöntemi ile değerlendirilmiş, değerlendirilen nitel veriler, nicel veriler ile birlikte VZA yönteminde yer almış, performans sınırları belirlenmiştir.

Takamura ve Tone (2003), Japon devlet kurumlarının Tokyo dışına taşınması için bir saha değerlendirme çalışması yapmıştır. Bir yer seçim problemi ile ilgili olan bu çalışmada kriterler AHS yöntemi ile ağırlıklandırılmış ve VZA-AR yöntemi kullanılmıştır.

Kocakoç (2003), VZA ve AHS yöntemlerini birlikte kullanmış ve deneysel bir veri kümesi üzerinde uygulama yapmıştır. İlk olarak VZA yönteminde kullanılacak kısıtlar için AHS yöntemi uygulanmış, daha sonra elde edilen sonuçlar, VZA yöntemi ile değerlendirilmiştir.

Erol ve Royendegh (2004), İran'da bulunan Amir Kabir Üniversitesi'nin fakültelerinin etkinliğini, VZA/AHS sıralı yöntemini kullanarak ölçmeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada, 13 fakülte ele alınmıştır. Öncelikle VZA yöntemi ile ikili karşılaştırmalar yapılmış, daha sonra bulunan sonuçlar AHS yönteminde kullanılarak problemin tam bir hiyerarşik yapısı oluşturulmuştur.

Guo vd. (2006), tedarik zinciri performansını değerlendirmek için VZA/AHS sıralı yöntemini kullanmıştır. Bu yöntem, VZA yönteminin tüm KVB'leri sıralayamadığı ve AHS yönteminin son derece öznel olduğu sınırlamaların üstesinden gelerek, tedarik zinciri performansını daha bilimsel ve daha makul bir şekilde değerlendirebilmiştir.

Ramanathan (2006), VZA ve AHS yöntemlerini birleştirerek bir VZAHS yöntemi önermiştir. Çalışmada, kriterlerin yerel ağırlıkları AHS yöntemi ile bulunmuş ve ikili karşılaştırma matrislerine kukla girdi eklenmiştir. VZA yöntemi ile kısıtlar eklendikten sonra sonuçlar karşılaştırılmış ve bu yöntemin uygulanabilir olduğu, herhangi bir alternatif eklendiğinde veya çıkarıldığında sıralamanın değişmediği görülmüştür.

Eroğlu ve Lorcu (2007), Ramanathan (2006)'ın önermiş olduğu VZAHS yöntemini detaylı bir şekilde anlatmış ve araç fiyatlandırma stratejisinin belirlenmesi için mevcut bir çalışmanın verilerini kullanarak bu yöntem ile bir değerlendirme yapmıştır.

Sevklı vd. (2007), tarafından bir tedarikçi seçim problemi için BEKO firmasının ele alındığı çalışmada, VZAHS yöntemi kullanılmış ve yöntemin tedarikçi seçim problemlerinde uygulanabilir olduğu görülmüştür.

Korpela vd. (2007), depo operatör ağını seçmek için AHS ve VZA yöntemlerini birlikte kullanmıştır. AHS yöntemi ile alternatif depo işletmecileri birden fazla şekilde değerlendirilmiştir. Elde edilen bilgiler ile VZA modeli kurularak çok kriterli problem çözülmüştür. Böylece hizmet/maliyet etkinliğini en üst düzeye çıkaran depo ağı seçimi için sistematik ve esnek bir sonuca ulaşılmıştır.

Nachiappan ve Ramanathan (2008), VZAHS yönteminin eleştirildiği bir konu olan derece tersine çevirme özelliğini incelemek için simülasyon deneyleri yapmıştır. Deneylerde rastgele oluşturulmuş farklı boyutlarda matrisler kullanılmıştır. Sonuçlar, VZAHS yönteminin istenen derece tersine çevirme özelliğine sahip olduğunu göstermiştir

Azadeh vd. (2008), demiryolu sisteminin iyileştirilmesi ve optimizasyonu için entegre bir simülasyon modeli ile VZA ve AHS yöntemlerinden yararlanmıştır. AHS yöntemi ile alternatifler ağırlıklandırılmış, VZA yöntemi ile en iyi alternatif

belirlenmiştir. Çalışmada VZA yöntemi ve simülasyon modeli, en iyi senaryoyu belirlemek için kullanılmıştır. Kullanılan yöntemin verimliliği değerlendirmede ve performans optimizasyonu için gerçek dünya problemlerinde uygulanabilir olduğu savunulmuştur.

Tseng ve Lee (2009), insan kaynakları uygulamalarının ve örgütsel performans değişkenlerinin ilişkisel önemini, AHS ve VZA yöntemlerini kullanarak ölçmüştür. Tayvan elektronik endüstrisindeki 129 şirketi ve Çin'deki 112 şubeyi içeren bu çalışmada, 5 insan kaynakları uygulama değişkeni ve 7 örgütsel performans değişkeni ile değerlendirme yapılmıştır. Çalışma sonucunda AHS ve VZA yöntemlerinin kullanımının yöneticiler için nesnel bir referans sağladığı görülmüştür.

Wang vd. (2010), inşaat endüstrisindeki verimliliği analiz etmek ve değerlendirmek için AHS ve VZA yöntemlerini birleştiren iki aşamalı bir yöntem önermiştir. Çalışma için Şangay'daki 1997-2007 yılları arasında olan istatistik verileri kullanılmıştır. İlk aşamada, mevcut veriler AHS yöntemi ile ağırlıklandırılmış, daha sonra VZA yöntemi kullanılarak problem çözülmüştür. Yöntem bilimsel ve objektif bulunmuş olup, benzer problemleri çözmek için uygun olabileceği savunulmuştur.

Öztürk (2010), OECD ülkelerinin Ar-Ge etkinliklerini ve OECD ülkelerinin arasında Türkiye'nin yerini belirlemek amacı ile VZA/AHS sıralı yönteminden yararlanmıştır. Çalışma sonucunda, kullanılan yöntemin, etkin KVB'leri belirlemede olduğu kadar etkin olmayan KVB'leri belirlemedeki üstünlüğü vurgulanmıştır.

Rouyendegh ve Erkan (2010), Ankara'da bulunan 4 yıldızlı otellerin etkinliklerini VZA/AHS sıralı yönteminden yararlanarak belirlemiştir. Bu çalışmada, Ankara'daki 21 tane 4 yıldızlı otel arasından birbirine en yakın 8 otel seçilmiştir. Girdi değişkenleri; yatak sayısı, çalışan sayısı, restoran kapasitesi ve konferans salonu kapasitesi; çıktı değişkenleri ise otel geliri, oda doluluk oranı ve müşteri memnuniyeti olarak belirlenmiştir.

Hadad ve Hanani (2011), çalışmalarında alternatiflerden en iyisini seçmek için hem niteliksel hem de niceliksel kriterleri birlikte kullanmıştır. İlk aşamada AHS yöntemi uygulanmış ve AHS'nin tek başına yeterli olmadığı görülmüştür. Bu nedenle problemde en iyi alternatifi bulmak için AHS ve VZA yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Nitel veriler AHS yöntemi ile değerlendirilmiştir. VZA yönteminin de objektif ağırlık atama, verimsiz alternatifleri ortadan kaldırma özelliğinden yararlanılmıştır.

Zhang vd. (2012), bir tedarikçi seçim problemi için VZAHS yöntemini ve faaliyete dayalı maliyetleme (ABC) yöntemini birleştiren bütünleşik bir yöntem önermiştir. Bu yöntem ile tedarikçi seçimi ve sipariş miktarı hakkındaki kararlar için bir vaka analizi sunulmuştur.

Falsini vd. (2012), endüstriyel alanda tedarikçi seçimi için AHS, VZA ve doğrusal programlamayı birleştiren bir matematiksel yöntem önermiştir. İlk aşamada AHS yöntemi ile ağırlıklar bulunmuş, daha sonra bu ağırlıklar VZA yöntemi ile formüle edilmiş ve doğrusal programlama ile kısıtlar oluşturularak problem çözülmüştür. Çalışma, uluslararası bir lojistik servis sağlayıcı firmasında uygulanmış ve firma tarafından sonuçlar doğrulanmıştır.

Stiakakis ve Sifaleras (2013), Avrupa Birliği endüstriyel Ar-Ge yatırım skor tablosundaki en büyük Avrupa Birliği şirketlerinin öncelik sıralaması için VZA ve AHS yöntemlerini birlikte kullanmıştır. Şirketlerin VZA yöntemi ile etkinlikleri bulunmuş ve AHS yöntemi ile sıralaması yapılmıştır. Her iki yöntem ile elde edilen sonuçlar analiz edilmiş ve yöntemlerin zayıf yönleri bulunmuştur.

Hosseinpour vd. (2013), VZAHS yönteminin uygulanmasında karşılaşılan zorluklar üzerinde durmuştur. Örnek bir matris ile VZAHS yöntemi ve diğer ağırlık hesaplama yöntemlerinin kıyaslaması yapılmıştır.

Pakkar (2014), oran analizi için AHS ve VZA yöntemlerini birlikte kullanarak bütünleşik bir yaklaşım önermiştir. Bu yaklaşıma göre VZA yöntemi için iki ağırlık kümesi tanımlanmıştır. İlk küme için her KVB'nin verimliliği kesin girdiler olmadan orana dayalı VZA yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. İkinci küme ise; AHS yöntemi ile tüm KVB'lerin ağırlıklarının hesaplanması şeklindedir. İlk küme, minimum verimlilik kaybı ile birlikte oranların ağırlığını, ikinci küme ise maksimum verimlilik kaybı ile öncelikli ağırlıkları temsil etmektedir. Her KVB'nin performansı diğer KVB'ler ile kıyaslanarak değerlendirilmiştir. Çalışmada KVB'lerin çeşitli sıralamaları araştırılmıştır.

Ertuğ (2014), aynı sektörde faaliyet göstermekte olan 4 şirketin ticari kredi başvurusunda bulunduğu bankaları VZAHS ve AHS yöntemleri ile değerlendirmiştir. Bu çalışmada, VZAHS ve AHS yöntemlerinin birbirine oldukça yakın sonuçlar verdiği, her iki yöntemin de benzer olduğu görülmüştür.

Doğan ve Gencan (2014), Ankara’da kamu hastanelerinin etkinliğini ölçmek için VZA/AHS bütünleşik yöntemini kullanmış, 26 kamu hastanesi üzerinde bir değerlendirme yapmıştır. İki farklı VZA modeli ile çözülen problemdeki ilk model, girdi ve çıktı kısıtı olmayan VZA modeli, diğeri ise girdi ve çıktı ağırlıklarının AHS yöntemi ile bulunduğu VZA modelidir. Uygulanan modellerin sonuçları üzerinden iki model arasında kıyaslama yapılmıştır.

Mahapatra vd. (2015), bir kuruluşun performansını değerlendirmek için VZA ve AHS yöntemlerini birleştirmeyi önermiştir. Hindistan çelik fabrikasına ait 8 yıllık mali veriler kullanılmıştır. VZA ve AHS yöntemlerini birleştiren bu modelin temel amacı; AHS yönteminin öznel değerlendirmesini ortadan kaldırmak ve VZA yönteminin sıralamadaki yetersizliğini gidermektir. Model, iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, VZA yöntemi kullanılarak nispi verimlilik oranları elde edilmiş, daha sonra bu oranlar karşılaştırma matrisinde yer almış ve problem çözülmüştür. Çalışmanın sonucunda, önerine modelin VZA ve AHS yöntemlerine ait zayıf yönleri ortadan kaldırdığı kanısına varılmıştır.

Tezsürücü ve Sofyalıoğlu (2015), Türkiye’de beyaz eşya sektörü üzerinde faaliyet gösteren bir firmanın tedarikçilerinin performanslarını ölçmek ve değerlendirmek için VZA ve AHS yöntemlerinden yararlanmıştır. İlk olarak AHS yöntemi ile tedarikçi seçiminde kullanılacak olan kriterler belirlenmiş, daha sonra seçilen kriterler VZA modeline dâhil edilerek problem çözülmüştür.

Rezaeitaziani ve Barkhordariahmedi (2015), 23 üniversiteyi sıralamak ve karşılaştırmak için iki aşamalı bir model önermiştir. İlk aşamada KVB’leri VZA ile değerlendirmiş, ikinci aşamada ise AHS ile KVB’leri sıralamıştır. Bu sıralama için VZA/ AHS sıralı yönteminden yararlanmıştır.

Lim ve Zhang (2016), tedarikçi seçimi için VZA ve AHS yöntemlerinden yararlanmış ve yeni bir yaklaşım önermiştir. Bu yaklaşım, iki aşamalı olup ilk aşamada tedarikçilerin kriterleri üzerinde ikili karşılaştırma yapmak için AHS yöntemi uygulanmış, ikinci aşamada ise AHS yönteminden elde edilen ağırlıklar, VZA modelinin çıktısı olarak kullanılmış ve problem çözülmüştür. Yaklaşımındaki sınırlılıklar tartışılmış ve sonraki çalışmalarda daha fazla iyileştirme yapılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Çağlar ve Öztaş (2016), Pakkar (2014)'ın AHS ve VZA yöntemleri ile oran analizi için önerdiği bütünleşik yaklaşımı temel alarak, Türkiye'de faaliyet gösteren 8 adet hayat dışı sigorta şirketinin finansal oranlarını VZA yöntemi için çıktı olarak ele almış ve iki ayrı ağırlık kümesi elde etmiştir. İlk aşamada minimum etkinlik kaybı belirlenmiş, İkinci aşamada ise ağırlık kümesinin belirlenmesinde, iki adet uzman görüşünden yararlanılmıştır.

Fışkın vd. (2016), liman rekabetçiliği üzerine bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, Ege bölgesinde faaliyet göstermekte olan 3 adet konteyner terminali ve liman rekabetçiliğini etkileyen 7 kriter ile AHS ve VZAHS yöntemleri uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. KVB sayısının artması halinde gerçekçi sonuçlar elde edilebilmesi için VZAHS yönteminin kullanımı gerekli görülmüştür.

Thanassoulis vd. (2017), Yunanistan'daki yükseköğretim okullarının performansını değerlendirmek için VZA ve AHS yöntemlerinden faydalanmıştır. Öncelikle yapılan ankete uygun olarak AHS yöntemi ile hiyerarşi kurulmuş, ağırlıklandırma yapılmıştır. Daha sonra öğretmenlerin verimliliğini ölçmek için VZA yöntemi kullanılmıştır. Son olarak elde edilen sonuçlar birleştirilmiş ve analiz edilmiştir. Çalışmada, AHS ve VZA yöntemlerinin birlikte kullanımı ile gerçekçi sonuçlar elde edildiği ve amaçlara ulaşılabilirdiği görülmüştür.

Xiaoxin vd. (2018), belediye atık su tesislerinin performansını değerlendirmek için VZA ve AHS yöntemlerini kullanarak kapsamlı bir model oluşturmuştur. İlk olarak AHS yöntemi ile ağırlıklar belirlenmiş, daha sonra VZA yöntemi ile her KVB'nin performans değerleri hesaplanmıştır. Yapılan çalışma ile AHS/VZA yönteminin hesaplama sürecini basitleştirdiği ve uygulanabilir olduğu görülmüştür.

Zuhrufillah vd. (2018), Endonezya'da memurların iş davranışlarının değerlendirilmesi için VZAHS ve 360 derece geribildirim sistemi yöntemlerini birlikte kullanarak bütünleşik bir yöntem önermiştir.

## **2.2. VZA/AHS Sıralı Yöntemi**

İlk kez Stern ve Hadad tarafından 2000 yılında ortaya atılan bu yöntem, yaygın olarak kullanılmakta olan VZA ve AHS yöntemlerinin dezavantajlarını ortadan kaldırmayı ve KVB'leri doğru bir şekilde sıralamayı amaçlamaktadır.



VZA yöntemi, KVB'leri "etkin" ve "etkin değil" olarak iki sınıfa ayırmaktadır. Bu da etkin olan KVB'lerin aynı önem derecesine sahip olduğu anlamına gelmektedir. Birimler arasında en önemli olanı seçmek veya birimleri kendi arasında sıralamak olanaksızdır. AHS yönteminde ise KVB'ler öznel olarak değerlendirilir. Bu durum her karar vericiye göre ayrı bir sonuç elde edileceği anlamına gelmekte, yöntemi kısıtlamakta ve yönetime bir dezavantaj oluşturmaktadır.

VZA/AHS sıralı yöntemi, hem VZA yönteminin hem de AHS yönteminin avantajlı olduğu noktaları birleştirerek, her iki yöntemin de verimli olduğu kısımlar üzerinde işlem yapmaktadır. Ayrıca VZA yönteminin sıralama problemine, AHS yönteminin ise öznel yargı ve tutarlılık testi ihtiyacına çözüm oluşturmaktadır.

VZA/AHS sıralı yöntemi, iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, VZA yöntemi ile karşılaştırma matrisi oluşturulmaktadır. İkinci aşamada ise VZA yöntemi ile oluşturulan karşılaştırma matrisi üzerinde AHS uygulaması yapılarak problem çözülmektedir. (Stern vd., 2000: 113). Aşağıda bu iki aşama detaylı olarak açıklanmaktadır:

**1. Aşama:** VZA yöntemi kullanılarak her bir KVB için karşılaştırma yapılır. Her KVB  $m$  sayıdaki girdiyi,  $s$  sayıdaki çıktı üretimi için kullanır ve karşılaştırma matrisi oluşturulur (Rouyendegh ve Erkan, 2010: 83).

*Amaç fonksiyonu:*

$$e_{k,k'} = maks \sum_{r=1}^s u_r y_{rk}$$

*Kısıtlar:*

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

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \leq 0 \quad k = 1, 2 \dots N$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rk'} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik'} \leq 0 \quad k' = 1, 2 \dots N \quad k \neq k'$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad j = 1, 2 \dots N; k: 1, 2 \dots N; r = 1, 2 \dots s; i = 1, 2 \dots m$$

$e_{k,k'}$  : k. KVB'nin,  $k'$ . KVB'ye göre etkinliği

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

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

$u_r$  : r. çıktının ağırlığı

$v_i$  : i. girdinin ağırlığı

$m$  : Girdi sayısı

$s$  : Çıktı sayısı

$N$  : KVB sayısı

Ağırlıklı doğrusal modelin çözümü ile  $e_{k,k'}$  elemanları bulunur ve bulunan elemanlar ile E matrisi oluşturulur. E matrisi Tablo 3'te gösterilmektedir.

**Tablo 3:** E Matrisi (Öztürk, 2010: 31)

	1	2	3	...	N
1	1	$e_{1,2}$	$e_{1,3}$	...	$e_{1,N}$
2	$e_{2,1}$	1	$e_{2,3}$	...	$e_{2,N}$
3	$e_{3,1}$	$e_{3,2}$	1	...	$e_{3,N}$
.	.	.	.	...	
.	.	.	.	...	
.	.	.	.	...	
N	$e_{N,1}$	$e_{N,2}$	$e_{N,3}$	....	1

**2. Aşama:** Bu aşama iki adımdan oluşmaktadır.

*Adım 1:* İkinci aşamada, ilk aşamada oluşturulan E matrisi esas alınarak AHS uygulaması yapılır ve ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur.

$$a_{k,k'} = \frac{e_{k,k} + e_{k,k'}}{e_{k',k'} + e_{k',k}}$$

$$a_{k,k} = 1 \quad a_{k',k} = \frac{1}{a_{k,k'}}$$

*Adım 2:* Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisine satır normalizasyonu ve sütun normalizasyonu uygulanır ve yeni bir ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. Yeni ikili karşılaştırma matrisi  $A'$  olarak adlandırılmaktadır. Elde edilen  $A'$  matrisine tekrar satır normalizasyonu işlemi uygulanır ve  $A''$  matrisi bulunur.  $A''$  matrisinin elde edilmesi ile sonuç değerlerine ulaşılır.

### 2.3 VZAHS Yöntemi


Literatürde çok sayıda VZAHS yöntemi kullanılmakla birlikte, bu çalışmada sadece Ramanathan (2006)'ın VZAHS yöntemi ile Wang ve Chin'in VZAHS yöntemi detaylı olarak ele alınmıştır.

#### 2.3.1 Ramanathan'ın VZAHS Yöntemi

VZAHS, ilk olarak Ramanathan'ın 2006 yılında yayınlanan makalesinde görülmüş bir yöntemdir. Ramanathan, VZAHS yönteminin amacını, AHS yöntemi ile ağırlık hesaplamaya alternatif olarak belirtmiş ve yöntemin aşamalarını detaylı bir şekilde ele almıştır. VZAHS, VZA ve AHS yöntemlerinin sentezlenerek elde edilmesi ile ortaya çıkan bir yöntem olmakla birlikte tutarlı matrislerde gerçek ağırlıkları ortaya koymaktadır (Ramanathan, 2006: 1305). VZAHS yönteminde temel mantık, VZA yönteminin, AHS yönteminin içine yerleştirilmesidir. VZAHS yöntemi, birçok çalışmada en uygun kararın verilmesi için kullanılmış olup, AHS yöntemine alternatif olarak sunulmuştur. VZAHS yöntemi şu aşamalardan oluşmaktadır:

**1. Aşama:** VZAHS yönteminde ilk aşamada, AHS yöntemine benzer şekilde ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması gerekmektedir. Karşılaştırma matrisinin her satırı KVB, her sütunu çıktı olarak görülmektedir. Bu sebeple  $N \times N$  boyutundaki bir matrisin  $N$  adet KVB ve  $N$  adet çıktısı bulunmaktadır. Fakat VZA hesaplamaları sadece çıktılar ile elde edilemediğinden ve en az bir girdiye ihtiyaç duyulduğu için tüm KVB'ler için "1" değerinde olan kukla girdi eklenmektedir (Ramanathan, 2006: 1295).

	Özellik 1	Özellik 2	...	Özellik N
Özellik 1	1	$a_{12}$	...	$a_{1N}$
Özellik 2	$1/a_{12}$	1	...	$a_{2N}$
...	...	...	...	...
Özellik N	$1/a_{N1}$	$1/a_{N2}$	...	1



	Çıktı 1	Çıktı 2	...	Kukla Girdi
$KVB_1$	1	$a_{12}$	...	1
$KVB_2$	$1/a_{12}$	1	...	1
...	...	...	...	...
$KVB_N$	$1/a_{N1}$	$1/a_{N2}$	...	1

**Şekil 3:**AHS Karar Matrisinin VZAHS Matrisine Dönüşümü (Ramanathan, 2006: 1296)

Her KVB için, değeri “1” olan tek girdi ile  $N$  sayıda çıktı üreten  $N$  adet KVB'nin performansları VZA yöntemi ile hesaplanmaktadır. Hesaplanan performans değerleri, ilgili KVB'nin yerel ağırlığı olarak adlandırılmaktadır (Sevklı vd., 2007: 10).

**2. Aşama:** VZAHS yönteminin yerel ağırlıklarının elde edilmesi için Ramanathan'ı önermiş olduğu doğrusal programlama modeli kullanılmaktadır. Modele göre yerel ağırlıkların hesaplanması için her bir alternatifin ayrı bir doğrusal programlama modeli ile çözülmesi gerekmektedir.

*Amaç fonksiyonu*

$$\text{maks } z = \sum_{j=1}^N a_{kj} y_j$$

*Kısıtlar*

$$\sum_{j=1}^N a_{ij} y_j - 1 \leq 0$$

$$j = 1, 2, \dots, N; k: 1, 2, \dots, N; r = 1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m$$

Elde edilen mevcut ağırlıklar, AHS yöntemi ile hesaplanan öncelik vektörü gibi yorumlanmakta ve sıralanmaktadır. Eğer hesaplanan yerel ağırlıklar, birbirlerinin aynısı olursa denkleme yeni kısıtlar eklenmektedir.

VZAHS yöntemi ile hesaplanan yerel ağırlıkların ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlı olması durumunda doğruluğu, Ramanathan (2006) tarafından ispatlanmıştır.

### 2.3.2 Wang ve Chin'in VZAHS Yöntemi

Wang ve Chin 2009 yılında öncelik belirme yöntemlerine ikame niteliğinde bir yöntem önermiş ve Ramanathan (2006)'ın VZAHS yöntemine bazı eleştirilerde bulunmuştur.

Ramanathan (2006)'ın önerdiği VZAHS yönteminin en büyük dezavantajı; bu yöntemin sadece tutarlı matrislerde uygulanabileceği, tutarsız matrislerde rasyonel ağırlık üretmede sorunlarla karşılaşılabilmesi üzerinedir. VZAHS yöntemi ile tutarsız matrislerden elde edilen ağırlıkların mantıksız ve kullanılamaz derecede olması, VZAHS yönteminin uygulama alanlarını önemli ölçüde kısıtlamaktadır (Wang vd., 2008: 913). İkinci bir eleştirisi ise; VZAHS yönteminin ikili karşılaştırma matrislerinde bazı karşılaştırmalara karşı duyarsız olması üzerinedir. Bu, VZAHS yönteminin ikili bir karşılaştırma matrisindeki bilgilerin bir kısmını etkin bir biçimde kullandığı ve diğer bilgilerin kaybolduğu veya çalışmadığı anlamına gelmektedir (Wang vd., 2008: 914). Diğer bir eleştiri ise; VZAHS yönteminde etkin bir alternatif eklenir veya çıkarılırsa sıralama problemi oluşması üzerinedir (Wang vd., 2008: 3919).

Ramanathan (2006)'ın önerdiği VZAHS yönteminin bu dezavantajlarını ortadan kaldırmak ve öncelik belirme yöntemlerine alternatif bir yöntem geliştirmek amacı ile Wang ve Chin, yeni bir VZAHS yöntemi önermiştir. Bu yöntem, model 1'de gösterilmektedir.

*Amaç fonksiyonu*

$$\text{maks} \sum_{j=1}^N a_{kj} y_j$$

*Kısıtlar*

$$\sum_{j=1}^N \left( \sum_{i=1}^N a_{ij} \right) y_j = 1$$

$$\sum_{j=1}^N a_{ij} y_j \geq N y_i$$

$$j = 1, 2, \dots, N; k: 1, 2, \dots, N; r = 1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m$$

Önerilen VZAHS yöntemi, Ramanathan (2006)'ın VZAHS yöntemi ile birçok yönden ayrılmaktadır. Modeller ve toplama davranışlarındaki önemli farklılıkların yanı sıra, bu yöntemin tutarlı ve tutarsız matrislerde kullanılabilir olması, sadece bir tek ikili karşılaştırma matrisi için geçerli değil, aynı zamanda bir grup ikili karşılaştırma matrisi için de geçerli olması ve normalizasyona gerek duymadan en iyi yerel ağırlıkları üretebilmesi, çalışma alanındaki sınırlamaları ortadan kaldırmakta olup önemli avantajlar oluşturmaktadır.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### OECD ÜLKELERİNİN EĞİTİM PERFORMANSLARININ ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHS) VE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (VZA) YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

#### 3.1 OECD' ye Genel Bakış

OECD (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü), 30 Eylül 1961 yılında kurulan bir ekonomi örgütüdür. Bu örgüt daha önce Paris Sözleşmesi'ne dayandırılarak kurulan OEEC (Avrupa Ekonomi İşbirliği Teşkilatı)'nin mirasçısıdır.

OECC, 2. Dünya Savaşı sonrası Amerika Marshall Planı kapsamında zarar gören Avrupa'nın yeniden iyileştirilmesi için 5 Haziran 1947'de kurulmuş, Avrupa Ekonomik İşbirliği Örgütü'dür. OECC etkinliklerine 16 kurucu üye ile başlamış olmakla beraber üye ülkeler arasında ticaret kısıtlamalarının kaldırılması, Avrupa içi ticaretin teşvik edilmesi ve yıllık ekonomik iyileşme programlarının hazırlanması gibi görevler içermektedir (OECD, 2018).

OECD, OECC'nin devamı niteliğinde bir örgüt olup, 20 kurucu üyesi (ABD, Avusturya, Kanada, Fransa, Hollanda, Lüksemburg, Almanya, İtalya, İngiltere, Belçika, Danimarka, İrlanda, Yunanistan, İsviçre, İsveç, İspanya, İzlanda, Norveç, Portekiz ve Türkiye) bulunmaktadır. OECD'ye ait 36 üye ülke bulunmakta, buna ek olarak sonradan işbirliğine katılan ancak üye olmayan ülkelerle birlikte ülke sayısı 70'i aşmaktadır.

OECD'nin en temel amacı; demokratik yapıya sahip olan ve piyasa ekonomisi bulunan üye ülkelerde ekonomik ve sosyal kalkınmayı sağlamak ve sürdürülebilirlik. Bu amaç doğrultusunda OECD'ye üye ülkeler 5 ana hedef üzerinde durmaktadır:

- Ekonomik büyüme, milli istikrar, ticaret ve yatırım, teknoloji, yenilik, girişimcilik ve kalkınma alanlarında işbirliği ile ülkelerin refahını sağlamak ve ülkelerin yoksullukla mücadele konularında yardımcı olmak,
- Ekonomik ve sosyal gelişmenin yanı sıra çevrenin korunmasını sağlamak,
- İşsizlik sorununu ortadan kaldırmak ve ülkelerde sosyal eşitsizlik sorununu ortadan kaldırmak,

- Gün geçtikçe büyüyen ve küreselleşen dünyada oluşabilecek sosyo-ekonomik sorunlara çözümler üretmek ve hükümetlere bu konuda yardımcı olmak,
- Uluslararası sorumluluklara uygun biçimde çok taraflı ve eşit şartlar altında dünya ticaretinin gelişimini sağlamaktır (Türkiye Dışişleri Bakanlığı, 2019).

## 3.2 Eğitim ve OECD Göstergeleri

### 3.2.1 Eğitimin Tanımı ve Önemi

Eğitim sözcüğü, Latince “Educere” kelimesinden gelmekte olup ilk zamanlar çocuk ve hayvanların yetiştirilmesi anlamında kullanılmıştır. Türkçe’de ise “eğitim” kelimesi ilk olarak 1940’larda maarif, tedrisat, talim ve terbiye kelimelerine karşılık gelecek şekilde kullanılmıştır. Eğitim üzerine geçmişten günümüze birçok bilim adamı ve eğitimcinin farklı tanımları bulunmaktadır. Tyler modelinin kurucusu Ralph W. Tyler’a göre eğitim; “Kişinin davranış değiştirme sürecidir.” Eğitim kuramcısı John Dewey için eğitim; “Yaşantıyı yeniden inşa etme yoluyla yetiştirmektir.” Fidan (1996), eğitimin tanımını “Eğitim insanları belli amaçlara göre yetiştirme sürecidir.” şeklinde tanımlamıştır.

Eğitimin anlamı ve önemi için birçok tanım olmakla birlikte eğitimle ilgili en yaygın tanımı “Bireyin davranışında, kendi yaşantısına yönelik kasıtlı olarak istenilen yönde değişim meydana getirme sürecidir.” şeklindedir (Keskin, 2008: 2). Tanımlara dayanarak eğitim için, bireyin kendisini ve bulunduğu toplumu geliştirmesi süreci demek mümkündür. Eğitimin bireye ekonomik ve sosyal alanlarda birçok faydası bulunmaktadır.

Eğitimin bireye ve dolayısıyla topluma olan etkileri göz ardı edilmemelidir. Nitekim eğitilmiş birey, eğitilmiş toplum demektir. Eğitilmiş toplum ise refahlı ülke demektir. Eğitim, bireyi ve toplumu çağdaş dünyaya uyumlu hale getirecek ve uluslararası konumda söz sahibi bir ülke olmasını sağlayacak yegâne şeydir. Dolayısıyla eğitim, bir ülkenin dünyadaki konumunu belirlemede önemli bir değişkendir. Ayrıca eğitim alanındaki bütün planlı faaliyetler, belirli hedeflere ulaşmak ve belirli işlevleri gerçekleştirmek için yapılmaktadır. Nitekim tüm eğitim sistemlerinin temel aldığı bir eğitim felsefesi ve bu felsefeye göre teorik olarak yetiştirilmesi planlanan bir insan tipi ve oluşturulmak istenen bir toplum modeli vardır (Şişman, 2007: 19).



### 3.2.2 OECD Ülkelerinde Eğitim Göstergeleri

OECD her sene düzenli olarak eğitim göstergeleri ve eğitim politikaları ile ilgili “Bir Bakışta Eğitim” adı altında rapor yayınlamaktadır. Bu rapor, dünyadaki eğitim durumu hakkında bilgi için yetkili bir kaynak olup üye ülkelere eğitim sistemi, eğitim finansmanı ve eğitim performansı hakkında veri sağlamaktadır. Ayrıca eğitim kurumlarının çıktısı, ülkeler arasında öğrenmenin etkisi, dünya çapında eğitime erişim ve eğitime yapılan yatırımların getirisi hakkında bilgiler içermektedir (OECD, 2018: 13).

OECD ülkelerinin eğitim seviyelerinin karşılaştırılmasında kullanılan eğitim göstergeleri şunlardır (OECD, 2018):

1. Eğitime Erişim
  - 1.1 Yükseköğretime sahip nüfus oranı
  - 1.2 Yetişkin eğitim seviyesi
2. Eğitim Kaynakları
  - 2.1 Eğitim harcamaları
  - 2.2 Yükseköğretim harcamaları
  - 2.3 Kamu harcaması
  - 2.4 Özel harcamalar
3. Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA)
  - 3.1 PISA okuma performansı
  - 3.2 PISA matematik performansı
  - 3.3 PISA bilim performansı
4. Öğrenciler
  - 4.1 İkincil mezuniyet oranı
  - 4.2 Üçüncül mezuniyet oranı
  - 4.3 Alana göre yüksek lisans mezun oranı
  - 4.4 Orta ve yükseköğretimde okullaşma oranı
  - 4.5 Erken çocukluk eğitiminde okullaşma oranı
  - 4.6 Öğrenci sayısı
  - 4.7 Uluslararası öğrenci hareketliliği
5. Öğretmenler
  - 5.1 Öğretmen maaşları
  - 5.2 Öğretmen- öğrenci oranı

5.3 Kadın öğretmenler

5.4 Yaş ile öğretmenler

5.5 Ders saatleri

5.6 Öğretim kadrosu

5.7 Okul müdürleri

## 6. Gençlik ve İşgücü Piyasası

6.1 İstihdam, eğitim veya öğretimde olmayan gençlik oranı

### 3.2.2.1 Eğitime Erişim

Eğitim, hem bir hak hem de bir ihtiyaçtır. Eğitim, temel bir insan hakkı olarak evrensel ölçekte kabul görmüş bir etkidir. Birey doğduğu andan itibaren eğitim ve öğretime erişim hakkına sahiptir. Anayasamızın 42. Maddesinde de “*Kimse, eğitim ve öğretim hakkından yoksun bırakılamaz.*” ifadesi yer almaktadır.

*Yükseköğretime sahip nüfus oranı:* Yükseköğretime sahip nüfus, yaş grubuna göre en yüksek eğitim seviyesini tamamlayanlar olarak tanımlanmaktadır. Aynı zamanda ölçek kadın ve erkek sınıflandırması olarak da ayrılmaktadır (OECD, 2019).

*Yetişkin eğitim seviyesi:* Bu gösterge 25-64 yaş arası nüfus tarafından tamamlanan en yüksek eğitim seviyesi ile tanımlanmaktadır (OECD, 2019).

### 3.2.2.2 Eğitim Kaynakları

Eğitim kaynakları, bir ülkenin eğitim ve öğretim için yapmış olduğu harcamalarla ifade edilebilmektir. Eğitim, hem bireysel hem de toplumsal bir gelişim sürecidir. Eğitime sağlanan kaynaklar ile bu gelişim süreci hızlandırılmakta ve başarı daha kısa sürede elde edilebilmektedir.

Eğitim kaynakları OECD verilerinde eğitimde kamu harcaması ve eğitimde özel harcama olarak ikiye ayrılmaktadır. Kamu harcaması, devletlerin işlevlilerini yerine getirebilmek için yapmış oldukları işlerin maliyetine verilen addır. Özel harcama ise, bölünebilir nitelikteki mal veya hizmetin kar amacı güdülerek harcanması olarak tanımlanmaktadır.

*Eğitim Harcaması:* Eğitim harcaması, okulöncesi, ilköğretim ve ortaöğretim kurumlarına, üniversitelere ve diğer kamu ve özel eğitim kurumlarına yapılan harcamaları kapsamaktadır. Harcamalar genellikle eğitim kurumları tarafından sağlanan öğrenciler ve aileleri için öğretim ve yardımcı hizmetleri içermektedir (OECD, 2019).

*Yükseköğretime Yapılan Harcama:* Okullara, üniversitelere ve eğitim hizmetlerini veren veya destekleyen diğer özel kuruluşlara yapılan özel harcamaları kapsayan en yüksek eğitim düzeyindeki toplam harcama olarak tanımlanmaktadır (OECD, 2019).

*Eğitimde Kamu Harcaması:* Hane halklarına verilen ve eğitim kurumları tarafından yönetilen eğitimle ilgili kamu harcamalarının yanı sıra eğitim kurumlarına yapılan doğrudan harcamaları da içermektedir (OECD, 2019).

*Eğitimde Özel Harcama:* Hane halkı ve diğer özel kaynaklar tarafından finanse edilen harcamalardır (OECD, 2019).

### **3.2.2.3 Uluslararası Öğrenci Değerlendirmesi (PISA)**

PISA (The Programme for International Student Assessment), açılımı “Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı” olan ve OECD tarafından 2000 yılından beri üçer yıllık dönemler halinde yapılan 15 yaş grubundaki öğrencilerin kazanmış oldukları bilgi ve becerileri değerlendiren bir araştırma sınavıdır. PISA değerlendirmesinin en temel amacı, öğrencilerin okulda öğrenmiş oldukları bilgi ve becerileri kullanabilme yetisini ölçmek, karşılaştıkları sorunlar karşısında çözüm üretebilme ve gereken bilgiye ulaşabilme durumunu değerlendirmek, edindiği bilgileri günlük hayatta veya ihtiyaç anında kullanabilme özelliklerini araştırmaktır (Bozkurt, 2016: 1674). PISA değerlendirmesi ile ayrıca öğrencilerin eğitim durumlarına, derslerdeki performanslarına ve öğrenme ortamlarına ait bilgilere de ulaşılabilmektedir.

PISA, katılımcı ülkeler tarafından ortaklaşa geliştirilen ve okullardaki zorunlu eğitimin sonunda örgün eğitime devam eden 15 yaş grubundaki öğrencilere uygulanan standartlaşmış bir uygulamadır. PISA’ya verilen önem ve katılım gittikçe artmaktadır. Anketler, 2000 yılında 41 ülkede, 2003 ve 2006 yılında 57 ülkede, 2009 yılında 62 ülkede, 2012 yılında 65 ülkede ve son olarak 2015 yılında 72 ülkede PISA’nın uygulandığını göstermiştir (OECD, 2015).

PISA araştırma testleri, ülkemizde Nisan ayı içerisinde uygulanmakta ve araştırmaya 15 yaş grubu öğrencilerin bulunduğu tüm okullar katılmaktadır. Ülkemizin sınava katılma amacı, küreselleşen ve günden güne gelişmekte olan dünyada ülkemizin eğitimdeki konumunu görebilmek ve yetersiz kalınan alanlarda iyileştirmeler yapabilmektir (MEB, 2019).

PISA sınavı 3 alana ayrılmaktadır:

*Okuma Performansı:* Okuma performansı, belli bir amaç doğrultusunda metinle ilgili genel bir anlayışı ve edinilen bilgiyi doğru kullanabilme ve yansıtılabilmeyi içermektedir (OECD, 2019).

*Matematik Performansı:* Matematiğin dünya üzerindeki rolünü tanımak, matematiği formüle edebilmek, kullanmak ve yorumlamak için 15 yaşındaki çocuklara yapılan matematik okuryazarlığını ölçen bir ölçüttür (OECD, 2019).

*Bilim Performansı:* 15 yaşındaki bir çocuğun bilimsel okuryazarlığını ölçen bu test, sorunları tanımlama, yeni bilgiler edinme, bilimsel olayları açıklama ve bilimle ilgili konularda kanıta dayalı sonuçlar çıkarmayı içermektedir (OECD, 2019).

### 3.2.2.4 Öğrenciler

Öğrenci, Türk Dil Kurumu'na göre "Belli bir alanda öğrenim görmek amacıyla ders alan kimse" olarak tanımlanmıştır. OECD göstergeleri içerisinde öğrenci grubu 7 alana ayrılmaktadır:

*İkincil Mezuniyet Oranı:* Ortaöğretim mezun sayısını içermektedir. Ayrıca veriler kadın mezun oranı ve erkek mezun oranı olarak da ayrılmaktadır (OECD, 2019).

*Üçüncül Mezuniyet Oranı:* Yükseköğretim mezuniyet oranı, yükseköğretimden mezun olan kişilerin tahmini oranını içermektedir. Doktora, yüksek lisans ve eşdeğeri alanları da kapsamaktadır (OECD, 2019).

*Alana Göre Yüksek Lisans Mezun Oranı:* Yüksek lisans mezunlarının çalışma alanlarının toplam mezun sayısına oranını içermektedir. Bu alanlar iş, sağlık, mühendislik, sanat, eğitim ve sosyal bilimler olarak sınıflandırılmaktadır (OECD, 2019).

*Orta ve Yükseköğretimde Okullaşma Oranı:* Bu oran, orta ve yükseköğretimde kayıtlı belirli bir yaştaki öğrencilerin o yaştaki nüfusun sayısına bölünmesi ile hesaplanmaktadır. Veriler, ülkelerdeki 17 yaş, 18 yaş ve 19 yaş nüfusunu içermektedir (OECD, 2019).

*Erken Çocukluk Eğitiminde Okullaşma Oranı:* Erken çocukluk eğitiminde okullaşma oranı, belirli bir yaş grubundaki öğrenci sayısının o yaş grubu nüfusuna bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Erken çocukluk eğitiminde okullaşma oranını

belirlemek için 3 yaş, 4 yaş ve 5 yaş grubu çocukların net kayıt oranları bulunmaktadır (OECD, 2019).

*Öğrenci Sayısı:* Birincil, ikincil, üçüncül ve ikincil sonrası üçüncü derece olmayan öğrencilerin kayıt sayısı olarak tanımlanmaktadır (OECD, 2019).

*Uluslararası Öğrenci Hareketliliği:* Uluslararası öğrenciler, önceki eğitimlerini başka bir ülkede almış olan ve şu anda o ülkede bulunmayan öğrenci oranıdır (OECD, 2019).

### 3.2.2.5 Öğretmenler

Öğretmen, Türk Dil Kurumunun tanımına göre “ Bir bilim dalını, bir sanatı, bir tekniği veya belli bir bilgiyi öğretmeyi kendisine meslek edinmiş kimse” demektir. OECD’nin tanımına göre ise öğretmen “Eğitim programlarının öngördüğü şekilde mesleki aktivitesi öğrencilerin bilgi, beceri ve tutumlarını geliştirmek için grup etkinliklerini planlayan, organize eden ve yürüten kişidir” denilmektedir. OECD eğitim göstergeleri öğretmen grubunu 7 alana ayırmaktadır:

*Öğretmen Maaşları:* Eğitim personellerinin emeklilik, sağlık hizmeti, sosyal sigorta veya diğer amaçlara yönelik katkılar ve primleri de içeren resmi ücret ölçeklerine göre ortalama brüt maaşlarıdır (OECD, 2019).

*Öğretmen-Öğrenci Oranı:* Aynı eğitim düzeyi personeli sayısının, o eğitim düzeyindeki öğrenci sayısına oranını ifade etmektedir. Öğretmen-öğrenci oranı okul öncesi eğitim, birincil, ikincil ve üçüncül eğitim seviyeleri olarak ayrılmaktadır (OECD, 2019).

*Kadın Öğretmenler:* OECD ülkelerindeki mesleki etkinliği öğrenci olan eğitimi olan kadın öğretmen oranını içermektedir. Birincil, ikincil ve üçüncül eğitim seviyeleri olarak da ayrılmaktadır (OECD, 2019).

*Yaş ile Öğretmenler:* Bu göstergede öğretmenlerin ortalama yaşları ve yıllara göre iş tecrübeleri karşılaştırılmaktadır. Birincil 30 yaş altı, birincil 30-49 yaş arası, birincil 50 yaş ve üzeri, ikincil 30 yaş altı, ikincil 30-49 yaş arası, ikincil 50 yaş ve üzeri, üçüncül 30 yaş altı, üçüncül 30-49 yaş arası ve üçüncül 50 yaş ve üzeri oranları ayrı ayrı bulunmaktadır (OECD, 2019).

*Ders Saatleri:* Bu gösterge, ülkelerdeki hazırlık zamanı ve yasal öğretim süresini kapsamaktadır. Öğretim süreleri, ülkelerdeki mevcut resmi politikaya göre belirlenmektedir. Okul öncesi eğitim, birincil, ikincil ve üçüncül eğitim seviyeleri olarak ayrılmaktadır (OECD, 2019).

*Öğretim Kadrosu:* Öğretim kadrosu, sınıf öğretmenleri, özel eğitim öğretmenleri ve diğer bütün öğretmenleri içermektedir. Ayrıca öğretmenliğin yanında bölüm başkanlığı yapan profesyonel personeli de kapsamaktadır. Okul öncesi eğitim, birincil, ikincil ve üçüncül eğitim seviyeleri olarak ayrılmaktadır (OECD, 2019).

*Okul Müdürleri:* Okul müdürleri, okulun nasıl organize edileceği konusunda yetkili kişilerdir. Okul müdürleri, eğitim-öğretim personelinin yeni öğretim uygulamalarına teşvik ederek ve eğitimlerle öğretmenlerin becerilerini geliştirerek öğrenci ve öğretmenlere fayda sağlamaktadır. Göstergede, okul müdürlerinin ortalama yaş ve yıllık iş tecrübeleri karşılaştırılmakta, cinsiyete göre ayrılmaktadır (OECD, 2019).

### **3.2.2.6 Gençlik ve İşgücü Piyasası**

Gençlik, insan yaşamındaki belirli yaş arası olarak nitelendirilen bir safhadır. Birçok araştırmaya göre, gençlik dönemi bireyin psikolojik ve fizyolojik olarak en aktif dönemi olmakla birlikte bu dönemde alınmış olan bilgi ve beceriler hem bireyin şahsi yaşamını hem de bulunduğu toplumu derinden etkilemektedir. Genç nüfusun çoğunluk bulunduğu ülkeler için eğitimde olan genç sayısı ve eğitimde olmayan genç sayısı çok önemlidir. Çünkü bir toplumun veya ülkenin geleceği genç nüfustur. Ulu Önder Mustafa Kemal Atatürk de “Bütün ümidim gençliktedir.” sözü ile genç nüfusun önemini vurgulamaktadır.

İşgücü piyasası, bir ülkedeki işgücü miktarı ve niteliği olarak belirtilmektedir (Şentürk, 2015: 114). Genç nüfusta eğitimde bulunmayan ve iş piyasasına da dâhil olmayan bir kesim bulunmaktadır. Hiçbir faaliyette bulunmayan bu kesimin oranı ülkeler için önem arz etmektedir.

*İstihdam, Eğitim veya Öğretimde Olmayan Gençlik Oranı:* Bir ekonomide, işgücünün ekonomik faaliyetlere katılması istihdam olarak tanımlanmaktadır (Condur ve Bölükbaş, 2014: 81). Bu göstergede, istihdamda eğitim veya öğretimde olmayan

genç nüfus oranının, toplam genç nüfus oranına payı gösterilmektedir. Veriler 15-19 yaş, 20-24 yaş ve 15-29 yaş ve cinsiyet olarak ayrılmaktadır (OECD, 2018).

OECD'nin misyonu, üye ülkelerin ekonomik, sosyal ve yönetim sorunları çözmek ayrıca ülkelerin refahını artıracak politikaların teşvikini sağlamaktır. Bu amaçla ülkelerin ekonomik büyüme, mali istikrar, sağlık, eğitim, teknoloji, girişimcilik, kalkınma ve yoksullukla mücadele gibi alanlarıyla ilgilenmektedir.

### 3.3 Uygulama

Bu bölümde OECD'ye üye ülkelerinin eğitim performans düzeyleri; VZA yöntemi, VZA/AHS sıralı yöntemi ve Wang ve Chin'in VZAHS yöntemi ile değerlendirilmiştir. Uygulama, şu aşamalardan oluşmaktadır:

- KVB (Karar Verme Birimi)'lerin Seçimi
- Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi
- VZA Yönteminin Uygulanması
- VZA/AHS Sıralı Yönteminin Uygulanması
- Wang ve Chin'in VZAHS Yönteminin Uygulanması
- Karar Birimlerinin Sıralanması ve Sonuçların Yorumlanması

#### 3.3.1 KVB'lerin Seçimi

Bu çalışmada, OECD'ye üye olan 36 ülkeden 21'i KVB (Karar Verme Birimi) olarak incelenmiştir. Diğer üye ülkeler, eksik veri nedeniyle doğru ve güvenilir sonuçlar elde etmeyi engelleyeceği düşünüldüğü için uygulamaya dâhil edilmemiştir. Tablo 4'te uygulamaya dâhil edilen ülkeler gösterilmektedir.

**Tablo 4:** Uygulamaya Dâhil Edilen Ülkeler (KVB'ler)

KVB'ler	ÜLKE ADI
KVB 1	Avusturya
KVB 2	Şili
KVB 3	Çek Cumhuriyeti
KVB 4	Finlandiya
KVB 5	Almanya

KVB 6	Macaristan
KVB 7	İtalya
KVB 8	Japonya
KVB 9	Kore
KVB 10	Letonya
KVB 11	Lüksemburg
KVB 12	Meksika
KVB 13	Hollanda
KVB 14	Yeni Zelenda
KVB 15	Polonya
KVB 16	Portekiz
KVB 17	Slovakya
KVB 18	Slovenya
KVB 19	İspanya
KVB 20	Türkiye
KVB 21	ABD

### 3.3.2 Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi

Girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi, sonuçları doğrudan etkileyecek bir aşamadır. Burada amaca yönelik, etkili girdi ve çıktı değişkenlerinin seçilmesi gerekir. Çalışmada kullanılacak girdi ve çıktıları daha doğru bir şekilde belirlemek için eğitim performansı ölçümünde kullanılan kriterler üzerine literatür taraması yapılmıştır ve Tablo 5'te özetlenmiştir.



**Tablo 5:** Eğitim Performansı Ölçümünde Kullanılan Kriterler Üzerine Literatür Taraması

YAZAR (YIL)	ÇALIŞMA ALANLARI	GİRDİ DEĞİŞKENLERİ	ÇIKTI DEĞİŞKENLERİ
Bessent ve Bessent (1979)	ABD İlköğretim Okulları	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bir yıl boyunca devam eden öğrencilerin bir önceki yıl okuma sınav sonuçları</li> <li>- Bir yıl boyunca devam eden öğrencilerin bir sonraki yıl matematik sınav sonuçları</li> <li>- Anglo-Amerikan öğrencilerin yüzdesi</li> <li>- Düşük gelirli olmayan aileye sahip öğrencilerin oranı</li> <li>- Değişkenlik indeksi</li> <li>- Ortalama katılımın yüzdesi</li> <li>- 100 öğrenci başına düşen profesyonel personel sayısı</li> <li>- Öğrenci başına düşen eğitim harcaması</li> <li>- İş tatmini</li> <li>- Öğretmenler arasında sosyal faaliyet oranı</li> <li>- Öğretmenlerin motivasyonu</li> <li>- Müdür öğrenci yakınlığı ve öğretmen işbirliği</li> <li>- Eğitim indeksi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Öğrencilerin bir sonraki yıl okuma sınav sonuçları</li> <li>- Öğrencilerin bir sonraki yıl matematik sınav sonuçları</li> </ul>
Kirjavainen ve Loikkanen (1998)	Finlandiya'da bulunan Ortaöğretim Okulları	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Haftalık ders saati</li> <li>- Haftalık ders dışı saat</li> <li>- Öğretmenlerin tecrübesi</li> <li>- Giriş seviyeleri</li> <li>- Ebeveynlerin eğitim durumu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sınıfı geçen öğrenci sayısı</li> <li>- Mezun öğrenci sayısı</li> <li>- Zorunlu ders matematik sınavı puanı</li> <li>- Diğer zorunlu derslerin sınav puanları</li> </ul>

Baysal vd. (2005)	Türkiye Devlet Üniversiteleri	- Personel giderleri - Diğer cari giderler - Yatırım giderleri - Transferler - Öğretim üyesi sayısı	- Lisans öğrencileri - Yüksek Lisans öğrencileri - Doktora öğrencileri - Yayın sayıları
Afonso ve Aubyn (2006)	Çoğu OECD ülkesi olan 25 ülkenin eğitim sistemi	- Öğretmen başına düşen öğrenci sayısı - Yıllık eğitim süresi	- PISA 2003 sonuçları
Bali ve Çelen (2009)	OECD Ülkeleri	- Eğitim harcamaları	- PISA sonuçları - İşsizlik oranı - Emek verimliliğinin artış oranı - Hapishanelerdeki 100.000 kişi başına mahkûm sayısı
Toth (2009)	Avrupa Ülkeleri	- Eğitim harcaması	- Diplomaya sahip kişilerin toplam nüfusa oranı - İstihdam oranı
Aristovnik (2012)	Doğu Avrupa Ülkeleri	- Eğitim harcaması	- PISA 2006 sonuçları
Aristovnik (2012)	Avrupa Birliğine üye 27 ülke ve OECD ülkeleri	- Bilgi ve iletişim teknoloji harcaması - 100 kişi başına internet kullanıcıları - Uluslararası internet bant genişliği	- İlkokula kayıtlı öğrenci yüzdesi - Ortaokula kayıtlı öğrenci yüzdesi - Liseye kayıtlı öğrenci yüzdesi - Ortaokulda her 100 öğrenci başına öğretmen yüzdesi
Çınar (2013)	Kamu Üniversiteleri	- Genel harcamalar - Yatırım harcaması	- Lisans öğrenci sayısı - Yüksek lisans öğrenci sayısı - Doktora öğrenci sayısı

			- Yayın sayısı - Proje destek miktarı(TL)
Aristovnik ve Obadic (2014)	Avrupa Birliğine üye ülkeler ve OECD ülkeleri	- Öğrenci başına harcama oranı - Öğretmen öğrenci oranı - Ortaokula kayıt oranı	- PISA 2006 sonuçları
Agasisti (2014)	Avrupa Ülkeleri	- Öğrenci başına yapılan harcama - Öğrenci öğretmen oranı	- 2006 PISA matematik ve bilim puanları - 2009 PISA matematik ve bilim puanları
Lorcu ve Bolat (2015)	Türkiye ve Avrupa Birliğine üye olan ülkeler	- GSYİH'nin yüzdesi olarak eğitim harcamaları - Öğrenci öğretmen oranı	- PISA matematik puanı - PISA bilim puanı - PISA okuma puanı
Afonso ve Kazemi (2016)	20 OECD Ülkesi	- Eğitim harcaması	- Kamu sektör performansı
Çınaroğlu vd. (2018)	Erciyes Üniversite Fakülteleri	- Öğrenci sayısı - Genel bütçe giderleri - Akademik personel sayısı	- Toplam çıktı sayısı - Proje sayısı - Mezun öğrenci sayısı
Aparicio vd. (2018)	OECD Ülkeleri	- Öğrencinin ekonomik, sosyal ve kültürel durumu - Her 100 öğrenci başına düşen öğretmen sayısı - Okul kaynakları	- PISA okuma puanı - PISA matematik puanı

Tablo 5'te verilen literatür taraması ve 2 uzman görüşü dikkate alınarak kriterler belirlenmiştir. Eğitim performansını değerlendirmek için girdi değişkenleri öğretmen-öğrenci oranı (X1), yıllık ders saati (X2) ve eğitim harcaması (GSYİH %) (X3); çıktı değişkenleri ise mezuniyet oranı (Y1), PISA 2015 matematik puanları (Y2) ve PISA

2015 bilim puanları (Y3) olarak belirlenmiştir. Ayrıca PISA sınavı 15 yaş öğrenci grubunu kapsadığı için veriler ikincil öğretimden alınmıştır. Tablo 6'da uygulamaya dâhil edilen 21 üye ülkenin bu değişkenlere ait değerleri verilmektedir.

**Tablo 6:** Veri Matrisi (OECD, 2019)

Girdi ve Çıktı Değişkenleri	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3
ÜLKELER (KVB'LER)	Öğrenci/ Öğretmen Oranı	Yıllık Ders Saatleri	Eğitim Harcaması (% GSYİH)	Mezuniyet Oranı	PISA 2015 Matematik Puanları	PISA 2015 Bilim Puanları
Avusturya	9.3	588.6	2.2	89.8	497	495
Şili	22.6	1157.4	1.7	90.3	423	447
Çek Cumhuriyeti	11.5	589	1.8	76.1	492	493
Finlandiya	12.9	550.1	1.4	98.7	511	531
Almanya	13.2	713.9	2.1	86.6	506	509
Macaristan	11.0	648	1.8	85.7	477	477
İtalya	12.1	615.6	1.9	92.4	490	481
Japonya	12.7	510.8	1.5	97.7	532	538
Kore	14.8	551	2.3	93	524	516
Letonya	8.7	610.2	1.6	89.1	482	490
Lüksemburg	10.9	739.2	1.6	75	486	483
Meksika	27.0	847.7	2.0	56.3	408	416
Hollanda	17.0	750	2.4	93.3	512	509
Yeni Zelanda	14.4	760	2.7	94.9	495	513
Polonya	10.0	480.6	1.6	87.8	504	501
Portekiz	9.9	605	2.4	86.4	492	501
Slovakya	12.4	617.1	1.9	80.3	475	461
Slovenya	10.9	570	1.7	91.6	510	513
İspanya	11.5	692.5	1.7	74.8	486	493
Türkiye	15.4	504	2.0	73.3	420	425
ABD	15.4	965.7	1.8	82.9	470	496

### 3.3.3 VZA Yönteminin Uygulanması

VZA yönteminin uygulamasında, belirlenen girdi ve çıktı değişkenleri girdi odaklı CCR modeli ile çözülmüştür. Modeller LINGO 17.0 paket programı ile çözülmüştür. KVB 1 (Avusturya) için model aşağıda gösterilmektedir. Diğer KVB'ler için modellerin tamamı Ek-1'de yer almaktadır.

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$9.3*X1 + 588.6*X2 + 2.2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 10.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

**Tablo 7:** VZA Yöntemi ile Elde Edilen Değerler

ÜLKELER	Değerler
Polonya	1
Japonya	1
Finlandiya	1
Letonya	1
Avusturya	0,9924
Slovenya	0,9436
Portekiz	0,9410
Lüksemburg	0,9332
Kore	0,9090
İspanya	0,8807
İtalya	0,8614
Çek Cumhuriyeti	0,8604
Macaristan	0,8466
Türkiye	0,8006
Slovakya	0,7810
Almanya	0,7626
Şili	0,7534
ABD	0,7518
Yeni Zelenda	0,7248
Hollanda	0,6666
Meksika	0,5589

VZA yönteminin girdi odaklı CCR modeli ile elde edilen OECD ülkelerinin değerleri sıralanmış şekilde Tablo 7'deki gibidir. Elde edilen sonuçlardan da görülebileceği gibi Finlandiya, Japonya Letonya ve Polonya aynı etkinliğe sahip olup ilk sıradır. Bu ülkeleri sırasıyla Avusturya, Slovenya ve Portekiz takip etmektedir. Türkiye 21 ülkenin içinde 11. sırada yer almaktadır.

### 3.3.4 VZA/AHS Sıralı Yönteminin Uygulanması

VZA/AHS sıralı yönteminin uygulanması için ilk olarak VZA yöntemi ile ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. 21 ülke için ikili karşılaştırmalar yapılırken 441 model oluşturulmuş ve LINGO 17.0 paket programı ile bu modeller çözülmüştür. KVB 1 (Avusturya)'in, KVB 2 (Şili)'ye göre etkinliği için oluşturulan model aşağıda verilmektedir. KVB1 (Avusturya)'in diğer ülkelere etkinliği için oluşturulan modeller Ek-2'de yer almaktadır. Diğer KVB'lerin göreceli etkinliği için de aynı hesaplamalar yapılmaktadır.

*KVB 1'in, KVB 2'ye göre etkinliği için oluşturulan model*

*Amaç fonksiyonu:*

$$e_{1,2} = maks 89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$9.3*X1 + 588.6*X2 + 2.2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

21 ülkenin doğrusal programlama modelinin çözümü ile  $E$  matrisi elde edilmektedir.  $E$  matrisi Tablo 8 ve 9'da gösterilmektedir.

**Tablo 8:**  $E$  Matrisi

Ülkeler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	0,7534	1	1	1	0,8155	1	0,9538
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	0,9914	0,9677	1	0,9685	0,9700	0,9151	1	0,8973
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9318
7	1	1	1	1	1	1	1	0,9926	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	0,9131	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	0,9244	1	0,7594	0,5589	0,8581	0,7849	0,8216	0,5799	0,9271	0,6791
13	0,9523	1	0,9628	0,7603	1	0,9406	0,8685	0,7189	0,9614	0,8642
14	0,8610	1	0,9959	0,8677	1	0,9441	0,8961	0,8566	1	0,8551
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	0,9846	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	0,9670	1	1	0,9693	0,9144	1	0,9744
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9489
20	1	1	1	0,8970	1	1	1	0,8006	0,9471	1
21	1	1	1	0,7824	1	1	1	0,7682	1	0,8997

**Tablo 9: E Matrisi (Devamı)**

Ülkeler	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	0,9680	1	1	0,9858	1	1	1
3	1	1	1	1	0,8747	1	1	0,9336	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	0,7741	1	1	0,8193	1	1	1
6	1	1	1	1	0,8873	1	1	0,9271	1	1	1
7	1	1	1	1	0,8862	1	1	0,9340	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	0,9238	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	0,9643	1	1	1	1	1	1
12	0,7510	1	0,9807	1	0,6643	0,9964	0,8572	0,6893	0,7172	0,9788	0,9889
13	1	1	1	1	0,7084	1	0,9560	0,7741	1	1	1
14	1	1	1	1	0,7506	0,9763	1	0,7842	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	0,7937	1	1	0,8603	1	1	1
18	1	1	1	1	0,9819	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	0,9261	1	1	0,9610	1	1	1
20	1	1	1	1	0,8089	1	1	0,9369	1	1	1
21	0,9825	1	1	1	0,8800	1	1	0,9131	1	1	1

*E* matrisi’den elde edilen değerlere AHS yöntemi uygulanarak Tablo 10 ve 11’deki gibi *A* matrisi elde edilmektedir.



**Tablo 10: A Matrisi**

Ülkeler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	0,7534	1	1	1	0,8155	1	0,9539
3	1	1	1	1	1,0087	1	1	1	1	1
4	1	1,3272	1	1	1,0334	1	1	1	1	1
5	1	1	0,9914	0,9677	1	0,9686	0,9700	0,9151	1	0,8973
6	1	1	1	1	1,0324	1	1	1	1	0,9318
7	1	1	1	1	1,0309	1	1	0,9926	1	1
8	1	1,2262	1	1	1,0928	1	1,0074	1	1,0951	1
9	1	1	1	1	1	1	1	0,9131	1	1
10	1	1,0484	1	1	1,1144	1,0731	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	0,9244	1	0,7594	0,5589	0,8581	0,7849	0,8216	0,5799	0,9271	0,6792
13	0,9524	1	0,9628	0,7603	1	0,9406	0,8686	0,7190	0,9614	0,8642
14	0,8611	1	0,9959	0,8678	1	0,9442	0,8962	0,8567	1	0,8552
15	1	1,0331	1,1432	1	1,2918	1,1270	1,1284	1	1,0824	1
16	0,9847	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	0,9670	1	1	0,9694	0,9144	1	0,9745
18	1	1,0143	1,0711	1	1,2205	1,0786	1,0706	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9490
20	1	1	1	0,8970	1	1	1	0,8006	0,9471	1
21	1	1	1	0,7824	1	1	1	0,7683	1	0,8998

**Tablo 11: A Matrisi (Devamı)**

Ülkeler	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	1	1,0817	1,050	1,1613	1	1,0156	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	0,9680	1	1	0,9858	1	1	1
3	1	1,3168	1,039	1,0041	0,8747	1	1	0,9335	1	1	1
4	1	1,7892	1,315	1,1524	1	1	1,0341	1	1	1,1147	1,2780
5	1	1,1653	1	1	0,7741	1	1	0,8193	1	1	1
6	1	1,2740	1,063	1,0591	0,8873	1	1	0,9270	1	1	1
7	1	1,2171	1,151	1,1158	0,8862	1	1,0316	0,9340	1	1	1
8	1	1,7244	1,391	1,1673	1	1	1,0935	1	1	1,2490	1,3016
9	1	1,0786	1,040	1	0,9239	1	1	1	1	0,9640	1
10	1	1,4724	1,157	1,1694	1	1	1,0262	1	1,0538	1	1,1114
11	1	1,3315	1	1	0,9643	1	1	1	1	1	1,0178
12	0,7510	1	0,981	1	0,6643	0,9964	0,8573	0,6893	0,7172	0,9788	0,9889
13	1	1,0196	1	1	0,7084	1	0,9560	0,7741	1	1	1
14	1	1	1	1	0,7506	0,9763	1	0,7842	1	1	1
15	1,0370	1,5054	1,412	1,3323	1	1	1,2600	1,0184	1,0797	1,2362	1,1363
16	1	1,0036	1	1,0242	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1,1665	1,046	1	0,7937	1	1	0,8602	1	1	1
18	1	1,4508	1,292	1,2752	0,9819	1	1,1624	1	1,0405	1,0673	1,0951
19	1	1,3942	1	1	0,9261	1	1	0,9610	1	1	1
20	1	1,0216	1	1	0,8089	1	1	0,9369	1	1	1
21	0,9825	1,0112	1	1	0,8800	1	1	0,9131	1	1	1

A matrisinden elde edilen değerlere sütun normalizasyonu işlemi uygulanarak Tablo 12 ve 13'teki  $A'$  matrisi elde edilmektedir.

**Tablo 12:**  $A'$  Matrisi

Ülkeler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,0483	0,0462	0,0478	0,0511	0,0461	0,0478	0,0482	0,0519	0,0476	0,0500
2	0,0483	0,0462	0,0478	0,0385	0,0461	0,0478	0,0482	0,0423	0,0476	0,0477
3	0,0483	0,0462	0,0478	0,0511	0,0465	0,0478	0,0482	0,0519	0,0476	0,0500
4	0,0483	0,0613	0,0478	0,0511	0,0477	0,0478	0,0482	0,0519	0,0476	0,0500
5	0,0483	0,0462	0,0474	0,0495	0,0461	0,0463	0,0468	0,0475	0,0476	0,0449
6	0,0483	0,0462	0,0478	0,0511	0,0476	0,0478	0,0482	0,0519	0,0476	0,0466
7	0,0483	0,0462	0,0478	0,0511	0,0475	0,0478	0,0482	0,0515	0,0476	0,0500
8	0,0483	0,0566	0,0478	0,0511	0,0504	0,0478	0,0486	0,0519	0,0521	0,0500
9	0,0483	0,0462	0,0478	0,0511	0,0461	0,0478	0,0482	0,0474	0,0476	0,0500
10	0,0483	0,0484	0,0478	0,0511	0,0514	0,0513	0,0482	0,0519	0,0476	0,0500
11	0,0483	0,0462	0,0478	0,0511	0,0461	0,0478	0,0482	0,0519	0,0476	0,0500
12	0,0446	0,0462	0,0363	0,0286	0,0396	0,0375	0,0396	0,0301	0,0441	0,0340
13	0,0460	0,0462	0,0460	0,0389	0,0461	0,0450	0,0419	0,0373	0,0458	0,0432
14	0,0416	0,0462	0,0476	0,0444	0,0461	0,0451	0,0432	0,0444	0,0476	0,0427
15	0,0483	0,0477	0,0546	0,0511	0,0596	0,0539	0,0544	0,0519	0,0515	0,0500
16	0,0475	0,0462	0,0478	0,0511	0,0461	0,0478	0,0482	0,0519	0,0476	0,0500
17	0,0483	0,0462	0,0478	0,0495	0,0461	0,0478	0,0468	0,0474	0,0476	0,0487
18	0,0483	0,0469	0,0512	0,0511	0,0563	0,0516	0,0516	0,0519	0,0476	0,0500
19	0,0483	0,0462	0,0478	0,0511	0,0461	0,0478	0,0482	0,0519	0,0476	0,0474
20	0,0483	0,0462	0,0478	0,0459	0,0461	0,0478	0,0482	0,0415	0,0451	0,0500
21	0,0483	0,0462	0,0478	0,0400	0,0461	0,0478	0,0482	0,0399	0,0476	0,0450

**Tablo 13: A' Matrisi (Devamı)**

Ülkeler	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0,0481	0,0416	0,0458	0,0517	0,0532	0,0484	0,0467	0,0512	0,0479	0,0463	0,0456
2	0,0481	0,0384	0,0436	0,0445	0,0515	0,0476	0,0467	0,0505	0,0479	0,0463	0,0456
3	0,0481	0,0506	0,0453	0,0447	0,0465	0,0476	0,0467	0,0478	0,0479	0,0463	0,0456
4	0,0481	0,0688	0,0573	0,0513	0,0532	0,0476	0,0483	0,0512	0,0479	0,0516	0,0583
5	0,0481	0,0448	0,0436	0,0445	0,0412	0,0476	0,0467	0,0419	0,0479	0,0463	0,0456
6	0,0481	0,0490	0,0464	0,0472	0,0472	0,0476	0,0467	0,0475	0,0479	0,0463	0,0456
7	0,0481	0,0468	0,0502	0,0497	0,0472	0,0476	0,0482	0,0478	0,0479	0,0463	0,0456
8	0,0481	0,0663	0,0606	0,0520	0,0532	0,0476	0,0510	0,0512	0,0479	0,0578	0,0594
9	0,0481	0,0414	0,0453	0,0445	0,0492	0,0476	0,0467	0,0512	0,0479	0,0446	0,0456
10	0,0481	0,0566	0,0504	0,0521	0,0532	0,0476	0,0479	0,0512	0,0504	0,0463	0,0507
11	0,0481	0,0512	0,0436	0,0445	0,0513	0,0476	0,0467	0,0512	0,0479	0,0463	0,0464
12	0,0362	0,0384	0,0428	0,0445	0,0353	0,0475	0,0400	0,0353	0,0343	0,0453	0,0451
13	0,0481	0,0392	0,0436	0,0445	0,0377	0,0476	0,0446	0,0396	0,0479	0,0463	0,0456
14	0,0481	0,0384	0,0436	0,0445	0,0399	0,0465	0,0467	0,0401	0,0479	0,0463	0,0456
15	0,0499	0,0578	0,0615	0,0593	0,0532	0,0476	0,0588	0,0521	0,0517	0,0572	0,0518
16	0,0481	0,0386	0,0436	0,0456	0,0532	0,0476	0,0467	0,0512	0,0479	0,0463	0,0456
17	0,0481	0,0448	0,0456	0,0445	0,0422	0,0476	0,0467	0,0440	0,0479	0,0463	0,0456
18	0,0481	0,0557	0,0563	0,0568	0,0523	0,0476	0,0543	0,0512	0,0498	0,0494	0,0499
19	0,0481	0,0536	0,0436	0,0445	0,0493	0,0476	0,0467	0,0492	0,0479	0,0463	0,0456
20	0,0481	0,0393	0,0436	0,0445	0,0430	0,0476	0,0467	0,0480	0,0479	0,0463	0,0456
21	0,0473	0,0389	0,0436	0,0445	0,0468	0,0476	0,0467	0,0467	0,0479	0,0463	0,0456

$A'$  matrisinin sütun normalizasyon işlemini, satır normalizasyon işlemi takip etmekte ve yeni matris  $A''$  matrisi olarak adlandırılmaktadır. Tablo 14'de gösterilen  $A''$  matrisi, uygulamanın son aşaması olmakla birlikte OECD ülkelerinin sıralamasını ortaya koymaktadır.

**Tablo 14:** A'' Matrisi

ÜLKELER	VZA/AHS Sıralı Yöntemi
Avusturya	0,0482
Şili	0,0462
Çek Cumhuriyeti	0,0477
Finlandiya	0,0517
Almanya	0,0461
Macaristan	0,0477
İtalya	0,0482
Japonya	0,0524
Kore	0,0473
Letonya	0,0500
Lüksemburg	0,0481
Meksika	0,0393
Hollanda	0,0439
Yeni Zelenda	0,0446
Polonya	0,0535
Portekiz	0,0476
Slovakya	0,0466
Slovenya	0,0513
İspanya	0,0478
Türkiye	0,0461
ABD	0,0457

VZA/AHS sıralı yöntemi, hem VZA yöntemini hem de AHS yöntemini sentezleyerek bünyesinde barındıran her iki yöntemin de dezavantajlarını ortadan kaldırmayı amaçlayan bir yöntemdir. İlk aşamada ülkelerin etkinlik değerlendirilmesi için VZA yönteminden faydalanılmış ikinci aşamada ise elde edilen ağırlıklar AHS yöntemi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen değerler sıralı olarak Tablo 15'te verilmektedir.

**Tablo 15:** VZA/AHS Sıralı Yöntemi ile Elde Edilen Değerler

ÜLKELER	Değerler
Polonya	0,0535
Japonya	0,0524
Finlandiya	0,0517
Slovenya	0,0513
Letonya	0,0500
Avusturya	0,0482
İtalya	0,0482
Lüksemburg	0,0481
İspanya	0,0478
Çek Cumhuriyeti	0,0477
Macaristan	0,0477

Portekiz	0,0476
Kore	0,0473
Slovakya	0,0466
Şili	0,0462
Almanya	0,0461
Türkiye	0,0461
ABD	0,0457
Yeni Zelenda	0,0446
Hollanda	0,0439
Meksika	0,0393

VZA/AHS sıralı yöntemine göre elde edilen değerler doğrultusunda ilk sırada Polonya'nın yer aldığı ve onu Japonya, Finlandiya ve Slovenya'nın takip ettiği görülmektedir. Türkiye ise 17. sırada yer almaktadır.

### 3.3.5 Wang ve Chin'in VZAHS Yönteminin Uygulanması

Wang ve Chin'in VZAHS yöntemi, ilk olarak modelin kurulması ile başlamaktadır. Doğrusal programlama modelinin kurulması için VZA/AHS sıralı yönteminde ikili karşılaştırma matrisi olarak yer alan A matrisi kullanılmıştır. Modeller LINGO 17.0 paket programı ile çözülmüştür. KVB 1 (Avusturya) için model aşağıda gösterilmektedir. Diğer KVB'ler için modellerin tamamı Ek-3'de yer almaktadır.

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.08173*Y12 + 1.0499*Y13 + 1.1613*Y14 + 1*Y15 + 1.0155*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21$$

*Kısıtlar:*

$$20.7226*Y1 + 21.6493*Y2 + 20.9240*Y3 + 19.5547*Y4 + 21.6831*Y5 + 20.9170*Y6 + 20.7322*Y7 + 19.2753*Y8 + 21.0133*Y9 + 20.0049*Y10 + 20.7706*Y11 + 26.0239*Y12 + 22.9365*Y13 + 22.4611*Y14 + 18.7924*Y15 + 20.9883*Y16 + 21.4211*Y17 + 19.5372*Y18 + 20.8913*Y19 + 21.6101*Y20 + 21.9292*Y21 = 1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0817*Y12 + 1.0499*Y13 + 1.1613*Y14 + 1*Y15 + 1.0155*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7534*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8155*Y8 + 1*Y9 + 0.9538*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 1 + 0.9679*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9858*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y2$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0086*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3167*Y12 + 1.0386*Y13 + 1.0041*Y14 + 0.8747*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9335*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y3$$

$$1*Y1 + 1.3272*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0333*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7892*Y12 + 1.3152*Y13 + 1.1523*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0340*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.1147*Y20 + 1.2780*Y21 \geq 21*Y4$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 0.9914*Y3 + 0.9677*Y4 + 1*Y5 + 0.9685*Y6 + 0.9700*Y7 + 0.9151*Y8 + 1*Y9 + 0.8973*Y10 + 1*Y11 + 1.1652*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7740*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8193*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y5$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0324*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9319*Y10 + 1*Y11 + 1.2740*Y12 + 1.0631*Y13 + 1.0591*Y14 + 0.8873*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9270*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y6$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0309*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9926*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.2171*Y12 + 1.1513*Y13 + 1.1158*Y14 + 0.8862*Y15 + 1*Y16 + 1.0315*Y17 + 0.9340*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y7$$

$$1*Y1 + 1.2262*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0927*Y5 + 1*Y6 + 1.0074*Y7 + 1*Y8 + 1.0951*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7243*Y12 + 1.3908*Y13 + 1.1673*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0935*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.2490*Y20 + 1.3016*Y21 \geq 21*Y8$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9131*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0786*Y12 + 1.0401*Y13 + 1*Y14 + 0.9238*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 0.9640*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y9$$

$$1*Y1 + 1.0483*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.1144*Y5 + 1.0730*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4723*Y12 + 1.1570*Y13 + 1.1693*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0262*Y17 + 1*Y18 + 1.0537*Y19 + 1*Y20 + 1.1113*Y21 \geq 21*Y10$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.01779*Y21 \geq 21*Y11$$

$$0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

$$0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

$$0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

$$1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15$$

$$0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17$$

$$1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, Y14, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y21 \geq 0$$

**Tablo 16:** Wang ve Chin'in VZAHS Yöntemi ile Elde Edilen Değerler

ÜLKELER	Değerler
Finlandiya	0,0597
Japonya	0,0557
Polonya	0,0518
Slovenya	0,0497
Letonya	0,0487
Avusturya	0,0468
Lüksemburg	0,0467
İtalya	0,0466
İspanya	0,0465
Portekiz	0,0465
Çek Cumhuriyeti	0,0463
Macaristan	0,0462
Kore	0,0462
Şili	0,0458
Slovakya	0,0456
Türkiye	0,0455
Almanya	0,0454
ABD	0,0454
Yeni Zelenda	0,0450
Hollanda	0,0449
Meksika	0,0447



Wang ve Chin'in VZAHS yöntemi ile elde edilen değerler, Tablo 16'daki gibidir. Elde edilen değerler ile Finlandiya'nın ilk sırada yer aldığı ve onu Japonya, Polonya ve Slovenya'nın takip ettiği görülmektedir. Türkiye 14. sırada yer almaktadır.

VZA yöntemi, VZA/AHS sıralı yöntemi ve Wang ve Chin'in VZAHS yöntemi ile OECD ülkelerindeki eğitim performanslarının değerleri ve sıralamaları Tablo 17'deki gibi özetlenmektedir.

**Tablo 17:** VZA Yöntemi, VZA/AHS Sıralı Yöntemi ve Wang ve Chin'in VZAHS Yöntemi ile Elde Edilen Değerler ve Sıralamalar

ÜLKELER	VZA		VZA/AHS Sıralı Yöntemi		Wang ve Chin'in VZAHS Yöntemi	
	Değerler	Sıralama	Değerler	Sıralama	Değerler	Sıralama
Avusturya	0,9924	2	0,0482	6	0,0468	6
Şili	0,7534	14	0,0462	15	0,0458	14
Çek Cumhuriyeti	0,8604	9	0,0477	10	0,0463	11
Finlandiya	1	1	0,0517	3	0,0597	1
Almanya	0,7626	13	0,0461	16	0,0454	17
Macaristan	0,8466	10	0,0477	11	0,0462	12
İtalya	0,8614	8	0,0482	7	0,0466	8
Japonya	1	1	0,0524	2	0,0557	2
Kore	0,9090	6	0,0473	13	0,0462	13
Letonya	1	1	0,0500	5	0,0487	5
Lüksemburg	0,9332	5	0,0481	8	0,0467	7
Meksika	0,5589	18	0,0393	21	0,0447	21
Hollanda	0,6666	17	0,0439	20	0,0449	20
Yeni Zelenda	0,7248	16	0,0446	19	0,0450	19
Polonya	1	1	0,0535	1	0,0518	3
Portekiz	0,9410	4	0,0476	12	0,0465	10
Slovakya	0,7810	12	0,0466	14	0,0456	15
Slovenya	0,9436	3	0,0513	4	0,0497	4
İspanya	0,8807	7	0,0478	9	0,0465	9
Türkiye	0,8006	11	0,0461	17	0,0455	16
ABD	0,7518	15	0,0457	18	0,0454	18

VZA yöntemi ile Finlandiya, Japonya, Letonya ve Polonya ülkeleri 21 ülke içinden en etkin ülkeler olarak bulunmuştur. Fakat bu 4 ülke, aynı etkinlik değerine sahip olduğu için içlerinde sıralama yapmak mümkün değildir. VZA yönteminin bu dezavantajını ortadan kaldırmak için VZA/AHS sıralı yöntemi ve Wang ve Chin'in VZAHS yöntemi ile problem tekrar değerlendirmiştir.

VZA/AHS sıralı yönteminde ilk olarak VZA yöntemi ile ülkelerin etkinlik değerleri hesaplanmış ve daha sonra elde edilen değerler AHS yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. VZA/AHS sıralı yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre Polonya ilk sıraya yerleşmiş ve onu VZA yöntemi ile de etkin bulunan Japonya ve Finlandiya takip etmiştir.

Wang ve Chin'in VZAHS yöntemi, ilk olarak AHS yöntemi ile ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmasını, daha sonra oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinin VZA yöntemi ile değerlendirilmesini içermektedir. VZA/AHS sıralı yöntemi ile oluşturulmuş ikili karşılaştırma matrisi, Wang ve Chin'in VZAHS yöntemi için ilk aşama olarak kullanılmış ve ikinci aşamada VZA yöntemi ile değerlendirme yapılmıştır. Bu yöntemle göre ilk sırada Finlandiya yer almakta ve onu VZA yöntemi ile etkin bulunan Japonya ve Polonya takip etmektedir.

VZA, VZA/AHS sıralı yöntemi ve Wang ve Chin'in VZAHS yöntemi ile OECD ülkelerinde bulunan eğitim performans değerleri birbirleri ile uyumaktadır. VZA yöntemi ile etkin bulunan Polonya, Japonya, Finlandiya ve Letonya ülkeleri, VZA/AHS sıralı yöntemi ve Wang ve Chin'in VZAHS yöntemi ile bulunan sonuçlara göre ilk sıralarda yer almaktadır. Öte yandan ABD, Yeni Zelanda, Hollanda ve Meksika'nın her üç yöntem ile bulunan sonuçlara göre son dört sırada yer aldığı görülmektedir. Ülkelerin ilk ve son sıralamalar haricinde her yöntem için farklı sırada yer aldığı, fakat sıralamada büyük değişikliklerin olmadığı görülmektedir.

Ayrıca yöntemler arası korelasyon analizi yapılmıştır. Yöntemler arasındaki korelasyon analizi Tablo 18'deki gibidir. Spearman korelasyon katsayıları; VZA ve VZA/AHS sıralı yöntemi arasında 0,9726, VZA ve VZAHS yöntemi arasında 0,9775, VZA/AHS sıralı yöntemi ve VZAHS yöntemi arasında 0,9978 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak her üç yöntemin de birbirleri ile uyum içinde olduğu özellikle VZA/AHS sıralı yönteminin ve VZAHS yönteminin birbirleri ile son derece yüksek ilişkili olduğu görülmektedir.

**Tablo 18:** VZA, VZA/AHS Sıralı yöntemi ve VZAHS Arasındaki Spearman Korelasyon Katsayıları

	<b>VZA</b>	<b>VZA/AHS Sıralı Yöntemi</b>	<b>VZAHS</b>
<b>VZA</b>	1	0,9726	0,9775
<b>VZA/AHS Sıralı Yöntemi</b>		1	0,9978
<b>VZAHS</b>			1

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilgiyi edinme ve bilgiye erişmenin kolaylığı, hem eğitimin önemini artırmakta hem de ülkeler arası rekabete yol açmaktadır. Geçmişten bugüne kadar hayat sürmüş olan uluslarda eğitim ve öğretimin önemini kavrayan toplumlar; ekonomi, hukuk ve sağlık gibi birçok alanda kısa sürede gelişim göstermiştir. Eğitimin gereklerini yerine getirmekte yetersiz kalan toplumlarda ise sosyal ve ekonomik sorunların baş gösterdiği tespit edilmektedir. Eğitim, bireyi toplum için yararlı hale getiren en büyük etkenlerden biri olmakta ve toplumsal kalkınmanın sağlanmasında büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, OECD'ye üye olan ülkelerin eğitim performansları değerlendirilmekte ve ülkelerin eğitim üzerindeki etkinliklerini ölçmek için farklı yöntemlerin uygulanabilirliği araştırılmaktadır. Ülkelerin eğitim performansı ölçümü için öncelikle uluslararası olma niteliği taşıyan PISA sınavı temel alınarak PISA sınavının uygulandığı yaş olan, 15 yaş üzerinde durularak kriterler belirlenmiştir.

Çalışmanın ilk bölümünde; etkinlik analizinde kullanılan VZA yöntemi ile seçim ve sıralama problemlerinde uygulanan AHS yönteminin tarihsel süreci, aşamaları, uygulandığı, avantaj ve dezavantajları ele alınmıştır. İkinci bölümde, AHS ve VZA yöntemlerinin birlikte kullanıldığı çalışmalar incelenmiş ve bu iki yöntemi bir arada kullanan VZA/AHS sıralı yöntemi, Ramanathan'ın VZAHS yöntemi ile Wang ve Chin'in VZAHS yöntemi detaylı biçimde anlatılmıştır. Üçüncü bölümde ise öncelikle OECD'nin tanımı, amacı, üye ülkeleri açıklanmış ayrıca analizin esas noktası olan OECD'nin belirlemiş olduğu eğitim göstergeleri üzerinde durulmuştur. Öte yandan eğitimin tanımı ve önemi konusuna değinilmiş ve OECD'nin belirlemiş olduğu eğitim göstergeleri açıklanmıştır. Uygulama için öncelikle OECD'ye üye olan 36 ülkeden verilerin tam olarak erişilebildiği 21 ülke, KVB olarak ele alınmıştır. Daha sonra, eğitim performansının değerlendirilmesinde kullanılan değişkenlerin belirlenmesi için literatür taraması yapılmıştır. Yapılan literatür taraması ve uzman görüşleri sonucu; girdi değişkeni olarak öğrenci-öğretmen oranı, yıllık ders saatleri, eğitim harcaması (% GSYİH), çıktı değişkeni olarak ise mezuniyet oranı, PISA 2015 matematik ve PISA 2015 bilim puanı belirlenmiştir. KVB'lerin ve girdi-çıktı değişkenlerinin belirlenmesi ile uygulama aşamasına geçilmiştir.

Uygulamada ilk olarak etkin ülkelerin belirlenmesi için VZA yönteminin girdi odaklı CCR modeli kullanılmış ve etkin 4 ülke belirlenmiştir. Fakat bulunan 4 ülke

içerisinde hangi ülkenin en etkin olduğu konusunda VZA yöntemi zayıf kalmaktadır. Bu nedenle ardından her iki yöntemi bünyesinde barındıran ve KVB'leri içerisinde sıralama yapma imkânı sunan VZA/AHS sıralı yöntemi ile Wang ve Chin'in VZAHS yöntemi uygulanmıştır. VZA/AHS sıralı yönteminin, Wang ve Chin'in VZAHS yöntemi ile arasında büyük bir farklılık mevcuttur. VZA/AHS sıralı yönteminde ilk olarak VZA yönteminden sonra AHS yönteminden faydalanılarak problem çözülmektedir. Wang ve Chin'in VZAHS yönteminde ise ilk önce AHS yöntemi, daha sonra VZA yöntemi kullanılmaktadır. VZA yöntemi, VZA/AHS sıralı yöntemi ve Wang ve Chin'in VZAHS yönteminde elde edilen sonuçlar birbirleri ile uyum içindedir. Her üç yöntem ile problem çözüldüğünde, ilk ve son sıralamalar değişmemektedir. Yapılan uygulama ile VZA/AHS sıralı yöntemi ve Wang ve Chin'in VZAHS yönteminin uygulanabilir olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca VZA/AHS sıralı yönteminin ve Wang ve Chin'in VZAHS yönteminin uygulanmasında bazı avantajlar görülmektedir. VZA/AHS sıralı yönteminin avantajı olarak, VZA ve AHS yöntemlerinin dezavantajlarının üstesinden geldiği, Wang ve Chin'in VZAHS yönteminin avantajı olarak ise ikili karşılaştırma matrisinin tutarlı olup olmadığına bakılmaksızın uygulanabilir olduğu görülmektedir. Ayrıca çalışma, Wang ve Chin'in VZAHS yönteminin kullanımı ile Türkçe literatüre önemli bir katkı sağlamaktadır. Çalışmada kullanılan yöntemlerin ilişkilerini belirlemek amacı ile yapılan Spearman korelasyon analizi sonuçlarına göre tüm yöntemlerin uyumlu olduğu görülmektedir.

Uygulama sonucunda OECD üye ülkelerinin eğitim performansları sıralamasında Türkiye'nin bir hayli gerilerde kaldığı tespit edilmiştir. Türkiye'nin genel ölçekte zayıf eğitim performansını düzeltmek için eğitim politikalarında ciddi düzenlemeler ve uygulanabilir prensipler kullanması gerektiği açıkça görülmektedir. Türkiye gibi Yeni Zelanda, Hollanda ve Meksika'nın da eğitim sistemlerini gözden geçirmesi ve gerekli düzenlemelerde bulunması gerekmektedir.

Bundan sonraki çalışmalarda, VZA/AHS sıralı yöntemi ile Wang ve Chin'in VZAHS yöntemi diğer çok kriterli karar verme yöntemleri karşılaştırılabilir veya her iki yöntem performans ölçümü için farklı konularda kullanılabilir. Ayrıca farklı eğitim göstergeleri ve çok kriterli karar verme yöntemleri ile sıralamalar tekrar değerlendirilebilir.

## KAYNAKÇA

- Afonso A., Kazemi M. (2016). "Assessing Public Spending Efficiency in 20 OECD Countries", *Lisbon School of Economics&Management*, 2-40.
- Afonso A., Aubyn M. (2005). "Cross-Country Efficiency of Secondary Education Provision a Semi-Parametric Analysis with Nondiscretionary Inputs, Economic Modelling, *Working Papers Series*, Vol: 23, 479-491.
- Agasisti T. (2014). "The Efficiency of Public Spending on Education: an Empirical Comparison of EU Countries", *European Journal of Education*, Vol: 49/4, 544-557.
- Altın H. (2010). "Küresel Kriz Ortamında İMKB Sınai Şirketlerine Yönelik Finansal Etkinlik Sınaması: Veri Zarflama Analizi Uygulaması", *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt:10/2, 15-30.
- Aristovnik A. (2012). "The Impact of İct on Educational Performance and Its Efficiency in Selected EU and OECD Countries: A Non-Parametric Analysis", *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, Vol: 11/3, 144-152.
- Aristovnik A. (2012). "Measuring Relative Efficiency in Health and Education Sector: The Case of East European Countries", *Actual Problems of Economics*, 305-314.
- Aristovnik A., Obadic A. (2014). "Measuring Relative Efficiency of Secondary Education in Selected EU and OECD Countries: The Case of Slovenia and Croatia", *Tecnological and Economic Development of Economy*, Vol: 20/3, 419-433.
- Aydın Ö., Öznehir S, Akçalı E. (2009). "Ankara İçin Hastane Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci İle Modellenmesi", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt:14/2, s.69-86
- Ayna R. (2018). İzmir'deki Ortaöğretim Kurumlarının Veri Zarflama Analizi ve Analitik Hiyerarşi Süreci Bütünleşik Yöntemi(VZAHP) ile Etkinliklerinin Değerlendirilmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Ayrıçay Y., Özçalıcı M. (2014). "1997-2012 Yılları Arasında Türkiye'de Veri Zarflama Analizi ile İlgili Yayınlanan Akademik Çalışmalar", *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt:4/1, 245-278.
- Azadeh A., Ghaderi S. F., Izadbakhsh H. (2008). "Integration of DEA and AHP With Computer Simulation for Railway System Improvement and Optimization", *Applied Mathematics and Computation*, Vol: 195/2, 775-785.
- Bali B. B., Çelen M. (2009). " Kamu Eğitim Harcamalarında Etkinlik ve Etkenlik Analizi: OECD Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama", *24. Türkiye Maliye Sempozyumu*, 17-44.
- Baysal M. E., Alçılar B., Çerçioğlu H. Toklu B. (2005). "Türkiye'deki Devlet Üniversitelerinin Performanslarının, Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle

- Belirlenip Buna Göre 2005 Yılı Bütçe Tahsislerinin Yapılması”, *SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt:9/1, 67-73.
- Baysal Ö. E., Uygur M., Toklu B. (2004). “Veri Zarflama Analizi ile TCDD Limanlarında Bir Etkinlik Ölçümü Çalışması”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt:19/4, 437-442.
- Bessent A., Bessent W. (1979). “Determinig The Comparative Efficiency of Schools Through Data Envelopment Analysis”, *Research Report*, 1-24.
- Bowen W. M. (1990). “Subjective Judgments and Data Envelopment Analysis in Site Selection”, *Computers, Enviroment and Urban Systems*, Vol: 14/2, 133-144.
- Bozkurt B. Ü. (2016). “Türkiye’de okuma eğitiminin karnesi: PISA ölçeğinden çıkarımlar” *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt:16 /4, 1673-1686.
- Budak H. (2010). Veri Zarflama Analizi ve Hisse Senedi Seçiminde Bir Uygulama, Fen Bilimler Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Budak H. (2011). “Veri Zarflama Analizi ve Türk Bankacılık Sektöründe Uygulaması”, *Fen Bilimleri Dergisi*, Cilt:23/3, 95-110.
- Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E. (1978). “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, *European Journal of Operational Research*, Vol:2, 429-44.
- Condur F., Bölükbaş M. (2014). “Türkiye’de İşgücü Piyasası ve Genç İşsizlik-Büyüme İlişkisi Üzerine Bir İnceleme”, *Amme İdaresi Dergisi*, Cilt:47/2, 77-93.
- Çağlar A., Öztaş G. Z. (2016). “Veri Zarflama Analizi ve Analitik Hiyerarşi Süreci ile Sigorta Analizi Şirketlerinin Finansal Oran”, *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt:6/2, 221-248.
- Çınaroğlu E., Doruk N., Avcı T. (2018). “Erciyes Üniversitesi Fakültelerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Etkinlik Analizi”, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, Cilt:14/4, 1025-1043.
- Demirci A., Tarhan D. B. (2017). “Karayolu Taşımacılığı Optimizasyonu (Veri Zarflama Analizi ile Mersin İlinde Bir Uygulama”, *İSBF sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt:4/2, 110-131.
- Doğan N. Ö., Gencan S. (2014). “VZA/AHP Bütünleşik Yöntemi ile Performans Ölçümü: Ankara’daki Kamu Hastaneleri Üzerine Bir Uygulama”, *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt:16/2, 88-112.
- Durdudiler M. (2006). “Perakende Sektöründe Tedarikçi Performans Değerlemede AHP ve Bulanık AHP uygulaması”, Fen Bilimleri Enstitüsü, FBE Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Eroğlu E., Lorcu F. (2007). “Veri Zarflama Hiyerarşi Prosesi (VZAHP) ile Sayısal Karar Verme”, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, Cilt:36/2, 36-37.

- Erol S., Royendegh D. B. (2004). “DEA/AHP Sıralı Metodu ile İran Amir Kabir Üniversitesinin Fakültelerin Performans Değerlendirmesi”, *Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği - XXIV Ulusal Kongresi*, 1-3.
- Ertuğ Z. K. (2014). “The Data Envelopment Analytic Hierarchy Process (DEAHP) Approach in The Evaluation of Commercial Credit Applications”, *European Journal of Business and Management*, Vol: 6/35, 132-146.
- Ertuğrul İ., Işık A. T. (2008). “İşletmelerin VZA İle Mali Tablolarına Dayalı Etkinlik Ölçümü: Metal Ana Sanayiinde Bir Uygulama”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, Cilt:10/1, 201-2017.
- Falsini D., Fondi F., Schiraldi M. M. (2012). “A Logistics Provider Evaluation and Selection Methodology Based on AHP, DEA and Linear Programming Integration”, *International Journal of Production Research*, Vol:50/17, 4822-4829.
- Fışkın C. S., Akgül E. F., Çetin Ç. K. (2016). “Liman Rekabetçiliğini Etkileyen Faktörler: Ege Bölgesi Konteyner Terminalleri Kullanıcılarına Yönelik Bir VZAHP Uygulaması”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 1-23.
- Fidan N. (1996). *Okulda Öğrenme ve Öğretme*, Alkım Yayınevi, Ankara.
- OECD (2018) “Education at a Glance 2018: OECD Indicators”, OECD Publishing, Paris. 1-460
- Golany B., Roll Y. (1989). “An Application Procedure For DEA”, *Omega, International Journal of Management Science*, Vol:17/3, 237-250.
- Guo J., Liu J., Qiu L. (2006). “Research on Supply Chain Performance Evaluation Based on DEA/AHP Model”, *Proceedings of the 2006 IEEE Asia-Pacific Conference on Services Computing*, 609-613.
- Güngör İ., İşler B. D. (2005). “Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı ile Otomobil Seçimi”, *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt:1/2, 21-33.
- Hadad Y., Hanani M.Z. (2011). “Combining The AHP and DEA Methodologies for Selecting The Best Alternative”, *International Journal of Logistics Systems and Management*, Vol: 9/2, 251-267.
- Hosseinpour S., Pourmahmoud J., Masrouri N. (2013). “Using Cross Efficiency with Symmetric Weights for the Method DEAHP”, *Journal of Educational and Management Studies*, Vol:3/4, 384-389.
- Huzvar M., Rıgova Z. (2016). “Efficiency of Education Expenditure in OECD Countries”, *19th Applications of Mathematics and Statistics in Economics*, 152-162.
- İmren E. (2011). “Mobilya Endüstrisinde Analitik Hiyerarşi Prosesi(AHP) Yöntemi İle Kuruluş Yeri Seçimi”, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bartın



- Kannan V. (2010). Benchmarking The Service Quality Of Ocean ContainerCarriers Using AHP. *Benchmarking: An International Journal*, Vol: 17 /5, 637-656
- Keskin M. (2008). “İlköğretim 1. Kademe Sınıf Öğretmenlerinin Bilişim Teknolojileri Okuryazarlık Düzeylerinin Öğrenci Başarısını Etkileme Düzeyi (Afyonkarahisar İli Örneği)”, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar.
- Kirjavainen T., Loikkanent H. A. (1988). “Efficiency Differances of Finnish Senior Secondary Schools: An Application of DEA and Tobit Analysis”, *Economic Of Education Review*, Vol:17/4, 377-394.
- Kocakoç D. İ. (2003). “Veri Zarflama Analizindeki Ağırlık Kısıtlamalarının Belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Sürecinin Kullanımı”, *D.E.Ü.İ.İ.B.F Dergisi*, Cilt:18/2, 1-12.
- Korpela J., Lehmusvaara A., Nisonen J. (2007). “Warehouse operator selection by combining AHP and DEA methodologies”, *International Journal of Production Economics*, Vol:108/1-2, 135-142.
- Kula V., Özdemir L. (2007). “Çimento Sektöründe Göreceli Etkinsizlik Alanlarının Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Tespiti” *Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Vol:9/1, 55-70.
- Kuruüzüm A., Atsan N. (2001), “Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları”, *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, Cilt:1/1, 83-105.
- Lim J. J., Zhang A. N. (2016). “A DEA Approach for Supplier Selection with AHP and Risk Consideration”, *Conference: 2016 IEEE International Conference on Big Data*, 3749-3758.
- Lorcu F., Bolat B. A. (2015). “Comparison of Secondary Education PISA Results in European Member States and Turkey via DEA and SEM”, *Journal of WEI Business and Economics*, Cilt:4/3, 7-17.
- Mahapatra B., Mukherjee K., Bhar C. (2015). “Performance Measurement–An DEA-AHP Based Approach”, *Journal of Advanced Management Science*, Vol: 3/1, 26-30.
- Nachiappan S., Ramanathan R. (2008), “Robust Decision Making Using Data Envelopment Analytic Hierarchy Prosess”, *7th WSEAS Int. Conf. on Artificial Intelligence*, 269-275.
- Okursoy A., Tezsürücü D. (2014). “Veri Zarflama Analizi ile Görelî Etkinliklerin Karşılaştırılması: Türkiye’deki İllerin Kültürel Göstergelerine İlişkin Bir Uygulama”, *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, Cilt:21/2, 1-18.
- Ömürbek N., Şimşek A. (2014). “Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci Yöntemleri İle Online Alışveriş Site Seçimi”, *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, Cilt:12/22, 306-327.

- Ömürbek N., Üstündağ S., Helvacıoğlu Ö. C. (2013). “Kuruluş Yeri Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Kullanımı: Isparta Bölgesi’nde Bir Uygulama”, *Yönetim Bilimleri Dergisi*, Cilt:11/21, 101-116.
- Özden Ü. H. (2008). “ Veri Zarflama Analizi(VZA) ile Türkiye’deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi”, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, Cilt:37/2, 167-185.
- Öztürk S. P. (2010). OECD Ülkelerinin Ar-ge Etkinliklerinin VZA/AHP Sıralı Metodu ile Belirlenmesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Pakkar M. S. (2014). “Using DEA and AHP for Ratio Analysis”, *American Journal of Operations Research*, Vol:4, 268-279.
- Ramanathan R. (2006). “ Data Envelopment Analysis For Weight Derivation and Aggregation in the Analytic Hierarchy Proses”, *Computers & Operations Research*, Vol: 33/5, 1289-1307.
- Rezaeitaziani T., Barkhordariahmadi M. (2015). “A two-stage Model for Ranking DMUs Using DEA/AHP”, *Int. J. Industrial Mathematics*, Vol: 7/2, 161-169.
- Rouyendegh B., Erkan T. E. (2010). “Ankara’da Bulunan 4 Yıldızlı Otellerin, VZA-AHS Sıralı Hibrit Yöntemiyle Etkinlik Değerlendirmesi”, *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Vol: 12/3, 6990.
- Saaty T.L. (1990), “How to make A Decision: The Analytic Hierarchy Process” *European Journal of Operational Research*, Vol: 48/1, 9-26.
- Saaty T.L. (1994), “Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the AHP”, RWS Publications, Pittsburg.
- Sarı Z. (2015). “Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama”, İstatistik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Savaş F. (2015). (edit. Yıldırım B., Önder E.) *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, DORA yayını, Bursa, 1-338.
- Seifert L. M., Zhu J. (1998). “Identifying Excesses and Deficits In Chinese Industrial Productivity (1953–1990): A Weighted Data Envelopment Analysis Approach”, *Omega*, Vol: 26/2, 143-332.
- Sevklı M., S.C. Koh L., Zaim S., Demirbağ M. Tatoğlu E. (2007). “An Application of Data Envelopment Analytic Hierarchy Process for Supplier Selection: A Case Study of BEKO in Turkey”, *International Journal of Production Research*, Vol: 45/9, 1973-2003.
- Shang J., Sueyoshi T. (1995).”A United Framework for the Selection of A Flexible Manufacturing System”, *European Journal of Operational Research*, Vol: 85/2, 297-315.

- Sinuany-Stern Z., Mehrez A., Hadad Y. (2000). "An AHP/DEA Methodology for Ranking Decision Making Units", *International Transactions in Operational Research*, Vol: 7/2, 109-124.
- Stiakakis E., Sifaleras A. (2013). "Combining the Priority Rankings of DEA and AHP Methodologies: A Case Study on An ICT Industry", *International Journal Data Analysis Techniques and Strategies*, Vol: 5/1, 101-114.
- Şentürk F. (2015). "Türkiye’de İşgücü Piyasası ve İstihdamın Yapısı", *DergiPark Elektronik Dergi*, Sayı:7, 113-143.
- Şişman M. (2007). Eğitim Bilimine Giriş, Pegem Yayıncılık, Ankara.
- Takamura Y., Tone K. (2003). "A Comparative Site Evaluation Study for Relocating Japanese Government Agencies out of Tokyo", *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol: 37/2, 85-102.
- Tekçe I., Dikbaş A. (2011), "Yüklenici İnşaat Firmaları İçin Çok Kriterli Performans Ölçme Modeli Geliştirilmesi". *İTÜ Dergisi / A Mimarlık*. Cilt:10, Sayı:1, s.151-164.
- Tezsürücü D., Sofyalıoğlu Ç. (2015). "AHS –VZA Yöntemi ile Tedarikçilerin Performans Değerlendirmesi: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama", *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt: -/33, 113-128.
- Thanassoulis E., Dey P. K., Petridis K., Goniadis I., Georgiou A. C. (2017). "Evaluating Higher Education Teaching Performance using Combined Analytic Hierarchy Process and Data Envelopment Analysis", *Operations & Information Management Group, Aston Business School, Aston University Aston Triangle, Birmingham*, 1-37.
- Topel A. (2006). "Analitik Hiyerarşi Prosesinin Bulanık Mantık Ortamındaki Uygulamaları-Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi", Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Toth R. (2009). "Using DEA to Evaluate Efficiency of Higher Education", *Applied Studies in Agribusiness and Commerce*, 79-82.
- Tseng Y., Lee T. (2009). "Comparing Appropriate Decision Support of Human Resource Practices on Organizational Performance with DEA/AHP Model", *Expert Systems with Applications*, Vol:36/3/2, 6548-6558.
- Tüter K. (2013). "Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Müşteri Memnuniyeti Açısından Uygun Granitin Seçimi Üzerine Bir Uygulama", Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Ünal Ö. F.,(2012), "Performans Değerlemede Analitik Hiyerarşi Prosesi(AHP) Uygulamaları", *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, Cilt:1, Sayı:1, s.37-55.
- Üstündağ E. ( 2009). Veri Zarflama Analizi ile Çimento Sektörü Üzerine Uygulama, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.

- Wang H., Ye G. Yuan H. (2010). "An AHP/DEA Methodology for Assessing the Productive Efficiency in Construction Industry", *International Transactions in Operational Research*, Vol:7/2, 109-124.
- Wang Y., Chin K. (2009). "A New Data Envelopment Analysis Method for Priority Determination and Group Decision Making in the Analytic Hierarchy Process", *European Journal of Operational Research*, Vol: 195, 239-250.
- Wang Y., Chin K., Poon G. K. K. (2008). "A Data Envelopment Analysis Method with Assurance Region for Weight Generation in the Analytic Hierarchy Process", *Decision Support Systems*, Vol:45, 913-921.
- Wang Y., Parkan C., Luo Y. (2008). "A Linear Programming Method for Generating the Most Favorable Weights from a Pairwise Comparison Matrix", *Computers & Operations Research*, Vol:35, 3918-3930.
- Xiaoxin Z., Jin H., Ling L., Yueping W., Xinheng Z. (2018). "Research of AHP/DEA Evaluation Model for Operation Performance of Municipal Wastewater Treatment Plants", *E3S Web of Conferences*, Vol: 53, 1-5.
- Yang T., Kuo C. (2003). "A Hierarchical AHP/DEA Methodology For The Facilities Layout Design Problem", *European Journal of Operational Research*, Vol:147/1, 128-136.
- Yükçü S., Atağan G. (2009). "Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karışıklık", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt:23/4, 1-13.
- Zhang X. S., Cui J. C. (1999). "A Project Evaluation System In The State Economic Information System of China", *International Transactions in Operational Research*, Vol:6/5, 441-452.
- Zhang X., Lee C.K.M., Chen S. (2012). "Supplier Evaluation and Selection: A Hybrid Model Based on DEAHP and ABC", *International Journal of Production Research*, Vol:50/7, 1877-1889.
- Zuhrufillah I., Farikhin I. R. (2018). "Civil Servant Behaviors Performance Evaluation: Combining DEAHP and 360-degree Feedback", *Conference: 2018 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)*, 280-285.
- OECD (2019). Adult education level (indicator)  
<https://data.oecd.org/eduatt/adult-education-level.htm#indicator-chart> (25.04.2019)
- OECD(2019).Population with tertiary education (indicator)  
<https://data.oecd.org/eduatt/population-with-tertiary-education.htm>(25.04.2019)
- OECD (2019). Private spending on education (indicator)

<https://data.oecd.org/eduresource/private-spending-on-education.htm#indicator-chart>  
(25.04.2019)

OECD (2019). Public spending on education (indicator)

<https://data.oecd.org/eduresource/public-spending-on-education.htm#indicator-chart>  
(25.04.2019)

OECD (2019). Spending on tertiary education (indicator)

<https://data.oecd.org/eduresource/spending-on-tertiary-education.htm#indicator-chart>  
(25.04.2019)

OECD (2019). Education spending (indicator)

<https://data.oecd.org/eduresource/education-spending.htm#indicator-chart> (25.04.2019)

OECD (2019). Science performance (PISA) (indicator)

<https://data.oecd.org/pisa/science-performance-pisa.htm#indicator-chart> (25.04.2019)

OECD (2019). Mathematics performance (PISA) (indicator)

<https://data.oecd.org/pisa/mathematics-performance-pisa.htm#indicator-chart>  
(25.04.2019)

OECD (2019). Reading performance (PISA) (indicator)

<https://data.oecd.org/pisa/reading-performance-pisa.htm> (25.04.2019)

OECD (2019). Number of students (indicator)

<https://data.oecd.org/students/number-of-students.htm#indicator-chart> (25.04.2019)

OECD (2019). Enrolment rate in early childhood education (indicator)

<https://data.oecd.org/students/enrolment-rate-in-early-childhood-education.htm#indicator-chart> (25.04.2019)

OECD (2019). Enrolment rate in secondary and tertiary education (indicator)

<https://data.oecd.org/students/enrolment-rate-in-secondary-and-tertiary-education.htm#indicator-chart> (25.04.2019)

OECD (2019). Tertiary graduates by field (indicator)

<https://data.oecd.org/students/tertiary-graduates-by-field.htm#indicator-chart>  
(25.04.2019)

OECD (2019). Secondary graduation rate (indicator)

<https://data.oecd.org/students/secondary-graduation-rate.htm#indicator-chart>  
(25.04.2019)

OECD (2019). Tertiary graduation rate (indicator)

<https://data.oecd.org/students/tertiary-graduation-rate.htm#indicator-chart> (25.04.2019)

OECD (2019). International student mobility (indicator)

<https://data.oecd.org/students/international-student-mobility.htm#indicator-chart> (25.04.2019)

OECD (2019). Teachers' salaries (indicator)

<https://data.oecd.org/teachers/teachers-salaries.htm#indicator-chart> (25.04.2019)

OECD (2019). Students per teaching staff (indicator)

<https://data.oecd.org/teachers/students-per-teaching-staff.htm#indicator-chart> (25.04.2019)

OECD (2019). Women teachers (indicator)

<https://data.oecd.org/teachers/women-teachers.htm#indicator-chart> (25.04.2019)

OECD (2019). Teachers by age (indicator)

<https://data.oecd.org/teachers/teachers-by-age.htm#indicator-chart> (25.04.2019)

OECD (2019). Teaching hours (indicator)

<https://data.oecd.org/teachers/teaching-hours.htm#indicator-chart> (25.04.2019)

OECD (2019). School principals (indicator)

<https://data.oecd.org/teachers/school-principals.htm#indicator-chart> (25.04.2019)

OECD (2018). Youth not in employment, education or training (NEET) (indicator)

<https://data.oecd.org/youthinac/youth-not-in-employment-education-or-training-neet.htm> (25.04.2019)

PISA Türkiye Resmi Web Sitesi <http://pisa.meb.gov.tr> (15.03.2019).

OECD (2015).

[https://www.oecd-ilibrary.org/education/data/oecd-education-statistics/pisa-programme-for-international-student-assessment\\_data-00365-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/data/oecd-education-statistics/pisa-programme-for-international-student-assessment_data-00365-en) (17.03.2019).

OECD (2019). <https://data.oecd.org/education> (20.03.2019).

<https://www.doviz.com/makale/ekonomik-kalkinma-ve-isbirligi-orgutu-oecd-nedir> (23.03.2019)

Türkiye Dışişleri Bakanlığı Resmi Web Sitesi [http://www.mfa.gov.tr/iktisadi-isbirligi\\_ve-gelisme-teskilati\\_-oecd\\_.tr.mfa](http://www.mfa.gov.tr/iktisadi-isbirligi_ve-gelisme-teskilati_-oecd_.tr.mfa) (12.03.2019)

<https://www.dmy.info/egitim-nedir/> (14.03.2019).

<https://alonot.com/kamu-harcamalarinin-ozellikleri> (10.03.2019).

## **EKLER**

**Ek-1: VZA Yöntemi***KVB 2 için VZA Modeli**Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$22.6*X1 + 1157.4*X2 + 1.7*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 10.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$



*KVB 3 için VZA Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$11.5*X1 + 589*X2 + 1.8*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 10.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 4 için VZA Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$12.9*X1 + 550.1*X2 + 1.4*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 10.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 5 için VZA Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$13.2*X1 + 713.9*X2 + 2.1*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 10.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 6 için VZA Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$11*X1 + 648*X2 + 1.8*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 10.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 7 için VZA Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$12.1*X1 + 615.6*X2 + 1.9*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 10.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 8 için VZA Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$12.7*X1 + 510.8*X2 + 1.5*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 10.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 9 için VZA Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$12.7*X1 + 510.8*X2 + 1.5*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 10.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 10 için VZA Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$14.8*X1 + 551*X2 + 2.3*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 10.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$



*KVB 11 için VZA Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$8.7*X1 + 610.2*X2 + 1.6*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 10.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 12 için VZA Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$10.9*X1 + 739.2*X2 + 1.6*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 10.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 13 için VZA Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$27*X1 + 847.7*X2 + 2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 10.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 14 için VZA Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$17*X1 + 750*X2 + 2.4*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 10.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 15 için VZA Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$14.4*X1 + 760*X2 + 2.7*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 10.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 16 için VZA Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$10*X1 + 480.6*X2 + 1.6*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 10.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 17 için VZA Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$9.9*X1 + 605*X2 + 2.4*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 10.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 18 için VZA Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$12.4*X1 + 617.1*X2 + 1.9*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 10.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$



*KVB 19 için VZA Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$10.9*X1 + 570*X2 + 1.7*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 10.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 20 için VZA Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$11.5*X1 + 692.5*X2 + 1.7*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 10.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 21 için VZA Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$15.4*X1 + 504*X2 + 2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$90.3*Y1 + 423*Y2 + 447*Y3 - 22.6*X1 - 1157.4*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 10.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

**Ek-2: VZA/AHS Sıralı Yöntemi***KVB 1'in, KVB 3'e göre etkinliği için oluşturulan model**Amaç fonksiyonu:*

$$e_{1,3} = \text{maks } 89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$9.3*X1 + 588.6*X2 + 2.2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$76.1*Y1 + 492*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 589*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 1'in, KVB 4'e göre etkinliği için oluşturulan model**Amaç fonksiyonu:*

$$e_{1,4} = \text{maks } 89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3;$$

*Kısıtlar:*

$$9.3*X1 + 588.6*X2 + 2.2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$98.7*Y1 + 511*Y2 + 531*Y3 - 12.9*X1 - 550.1*X2 - 1.4*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 1'in, KVB 5'e göre etkinliği için oluşturulan model**Amaç fonksiyonu:*

$$e_{1,5} = \text{maks } 89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3$$

*Kısıtlar*

$$9.3*X1 + 588.6*X2 + 2.2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$86.6*Y1 + 506*Y2 + 509*Y3 - 13.2*X1 - 713.9*X2 - 2.1*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 1'in, KVB 6'ya göre etkinliği için oluşturulan model*

*Amaç fonksiyonu:*

$$e_{1,6} = maks 89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$9.3*X1 + 588.6*X2 + 2.2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$85.7*Y1 + 477*Y2 + 477*Y3 - 11*X1 - 648*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 1'in, KVB 7'ye göre etkinliği için oluşturulan model*

*Amaç fonksiyonu:*

$$e_{1,7} = maks 89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$9.3*X1 + 588.6*X2 + 2.2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$92.4*Y1 + 490*Y2 + 481*Y3 - 12.1*X1 - 615.6*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 1'in, KVB 8'e göre etkinliği için oluşturulan model*

*Amaç fonksiyonu:*

$$e_{1,8} = maks 89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$9.3*X1 + 588.6*X2 + 2.2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$97.7*Y1 + 532*Y2 + 538*Y3 - 12.7*X1 - 510.8*X2 - 1.5*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 1'in, KVB 9'a göre etkinliği için oluşturulan model*

*Amaç fonksiyonu:*

$$e_{1,9} = maks 89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$9.3*X1 + 588.6*X2 + 2.2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$93*Y1 + 524*Y2 + 516*Y3 - 14.8*X1 - 551*X2 - 2.3*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 1'in, KVB 10'a göre etkinliği için oluşturulan model*

*Amaç fonksiyonu:*

$$e_{1,10} = \text{maks } 89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$9.3*X1 + 588.6*X2 + 2.2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$89.1*Y1 + 482*Y2 + 490*Y3 - 8.7*X1 - 610.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 1'in, KVB 11'e göre etkinliği için oluşturulan model*

*Amaç fonksiyonu:*

$$e_{1,11} = \text{maks } 89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$9.3*X1 + 588.6*X2 + 2.2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$75*Y1 + 486*Y2 + 483*Y3 - 10.9*X1 - 739.2*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 1'in, KVB 12'ye göre etkinliği için oluşturulan model*

*Amaç fonksiyonu:*

$$e_{1,12} = \text{maks } 89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$9.3*X1 + 588.6*X2 + 2.2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$56.3*Y1 + 408*Y2 + 416*Y3 - 27*X1 - 847.7*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 1'in, KVB 13'e göre etkinliği için oluşturulan model*

*Amaç fonksiyonu:*

$$e_{1,13} = \text{maks } 89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$9.3*X1 + 588.6*X2 + 2.2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$93.3*Y1 + 512*Y2 + 509*Y3 - 17*X1 - 750*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 1'in, KVB 14'e göre etkinliği için oluşturulan model*

*Amaç fonksiyonu:*

$$e_{1,14} = \text{maks } 89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$9.3*X1 + 588.6*X2 + 2.2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$94.9*Y1 + 495*Y2 + 513*Y3 - 14.4*X1 - 760*X2 - 2.7*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 1'in, KVB 15'e göre etkinliği için oluşturulan model*

*Amaç fonksiyonu:*

$$e_{1,15} = \text{maks } 9.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$9.3*X1 + 588.6*X2 + 2.2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$87.8*Y1 + 504*Y2 + 501*Y3 - 10*X1 - 480.6*X2 - 1.6*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 1'in, KVB 16'ya göre etkinliği için oluşturulan model*

*Amaç fonksiyonu:*

$$e_{1,16} = \text{maks } 89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$9.3*X1 + 588.6*X2 + 2.2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$86.4*Y1 + 492*Y2 + 501*Y3 - 9.9*X1 - 605*X2 - 2.4*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 1'in, KVB 17'ye göre etkinliği için oluşturulan model*

*Amaç fonksiyonu:*

$$e_{1,17} = \text{maks } 89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$9.3*X1 + 588.6*X2 + 2.2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$80.3*Y1 + 475*Y2 + 461*Y3 - 12.4*X1 - 617.1*X2 - 1.9*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 1'in, KVB 18'e göre etkinliği için oluşturulan model*

*Amaç fonksiyonu:*

$$e_{1,18} = \text{maks } 89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$9.3*X1 + 588.6*X2 + 2.2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$91.6*Y1 + 510*Y2 + 513*Y3 - 0.9*X1 - 570*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 1'in, KVB 19' göre etkinliği için oluşturulan model*

*Amaç fonksiyonu:*

$$e_{1,19} = \text{maks } 89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$9.3*X1 + 588.6*X2 + 2.2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$74.8*Y1 + 486*Y2 + 493*Y3 - 11.5*X1 - 692.5*X2 - 1.7*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 1'in, KVB 20'ye göre etkinliği için oluşturulan model*

*Amaç fonksiyonu:*

$$e_{1,20} = \text{maks } 89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$9.3*X1 + 588.6*X2 + 2.2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$73.3*Y1 + 420*Y2 + 425*Y3 - 15.4*X1 - 504*X2 - 2*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$

*KVB 1'in, KVB 21'e göre etkinliği için oluşturulan model*

*Amaç fonksiyonu:*

$$e_{1,21} = \text{maks } 89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$9.3*X1 + 588.6*X2 + 2.2*X3 = 1$$

$$89.8*Y1 + 497*Y2 + 495*Y3 - 9.3*X1 - 588.6*X2 - 2.2*X3 \leq 0$$

$$82.9*Y1 + 470*Y2 + 496*Y3 - 15.4*X1 - 965.7*X2 - 1.8*X3 \leq 0$$

$$X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3 \geq 0$$



**Ek-3: Wang ve Chin (2009)'in VZAHS Yöntemi***KVB 2 için VZAHS Modeli**Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7534*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8155*Y8 + 1*Y9 + 0.9538*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 1 + 0.9679*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9858*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y2$$

*Kısıtlar:*

$$20.7226*Y1 + 21.6493*Y2 + 20.924*Y3 + 19.5547*Y4 + 21.6831*Y5 + 20.917*Y6 + 20.7322*Y7 + 19.2753*Y8 + 21.0133*Y9 + 20.0049*Y10 + 20.7706*Y11 + 26.0239*Y12 + 22.9365*Y13 + 22.4611*Y14 + 18.7924*Y15 + 20.9883*Y16 + 21.4211*Y17 + 19.5372*Y18 + 20.8913*Y19 + 21.6101*Y20 + 21.9292*Y21 = 1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0817*Y12 + 1.0499*Y13 + 1.1613*Y14 + 1*Y15 + 1.0155*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7534*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8155*Y8 + 1*Y9 + 0.9538*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 1 + 0.9679*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9858*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y2$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0086*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3167*Y12 + 1.0386*Y13 + 1.0041*Y14 + 0.8747*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9335*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y3$$

$$1*Y1 + 1.3272*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0333*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7892*Y12 + 1.3152*Y13 + 1.1523*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0340*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.1147*Y20 + 1.2780*Y21 \geq 21*Y4$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 0.9914*Y3 + 0.9677*Y4 + 1*Y5 + 0.9685*Y6 + 0.9700*Y7 + 0.9151*Y8 + 1*Y9 + 0.8973*Y10 + 1*Y11 + 1.1652*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7740*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8193*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y5$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0324*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9319*Y10 + 1*Y11 + 1.2740*Y12 + 1.0631*Y13 + 1.0591*Y14 + 0.8873*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9270*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y6$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0309*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9926*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.2171*Y12 + 1.1513*Y13 + 1.1158*Y14 + 0.8862*Y15 + 1*Y16 + 1.0315*Y17 + 0.9340*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y7$$

$$1*Y1 + 1.2262*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0927*Y5 + 1*Y6 + 1.0074*Y7 + 1*Y8 + 1.0951*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7243*Y12 + 1.3908*Y13 + 1.1673*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0935*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.2490*Y20 + 1.3016*Y21 \geq 21*Y8$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9131*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0786*Y12 + 1.04012*Y13 + 1*Y14 + 0.9238*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 0.9640*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y9$$

$$1*Y1 + 1.0483*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.1144*Y5 + 1.0730*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4723*Y12 + 1.1570*Y13 + 1.1693*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0262*Y17 + 1*Y18 + 1.0537*Y19 + 1*Y20 + 1.1113*Y21 \geq 21*Y10$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.0177*Y21 \geq 21*Y11$$

$$0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

$$0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

$$0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

$$1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15$$

$$0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17$$

$$1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, Y14, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y21 \geq 0$$

*KVB 3 için VZAHS Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0086*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3167*Y12 + 1.0386*Y13 + 1.0041*Y14 + 0.8747*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9335*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y3$$

*Kısıtlar:*

$$20.7226*Y1 + 21.6493*Y2 + 20.924*Y3 + 19.5547*Y4 + 21.6831*Y5 + 20.917*Y6 + 20.7322*Y7 + 19.2753*Y8 + 21.0133*Y9 + 20.0049*Y10 + 20.7706*Y11 + 26.0239*Y12 + 22.9365*Y13 + 22.4611*Y14 + 18.7924*Y15 + 20.9883*Y16 + 21.4211*Y17 + 19.5372*Y18 + 20.8913*Y19 + 21.6101*Y20 + 21.9292*Y21 = 1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0817*Y12 + 1.0499*Y13 + 1.1613*Y14 + 1*Y15 + 1.0155*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7534*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8155*Y8 + 1*Y9 + 0.9538*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 1 + 0.9679*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9858*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y2$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0086*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3167*Y12 + 1.0386*Y13 + 1.0041*Y14 + 0.8747*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9335*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y3$$

$$1*Y1 + 1.3272*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0333*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7892*Y12 + 1.3152*Y13 + 1.1523*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0340*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.1147*Y20 + 1.2780*Y21 \geq 21*Y4$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 0.9914*Y3 + 0.9677*Y4 + 1*Y5 + 0.9685*Y6 + 0.9700*Y7 + 0.9151*Y8 + 1*Y9 + 0.8973*Y10 + 1*Y11 + 1.1652*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7740*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8193*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y5$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0324*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9319*Y10 + 1*Y11 + 1.2740*Y12 + 1.0631*Y13 + 1.0591*Y14 + 0.8873*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9270*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y6$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0309*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9926*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.2171*Y12 + 1.1513*Y13 + 1.1158*Y14 + 0.8862*Y15 + 1*Y16 + 1.0315*Y17 + 0.9340*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y7$$

$$1*Y1 + 1.2262*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0927*Y5 + 1*Y6 + 1.0074*Y7 + 1*Y8 + 1.0951*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7243*Y12 + 1.3908*Y13 + 1.1673*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0935*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.2490*Y20 + 1.3016*Y21 \geq 21*Y8$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9131*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0786*Y12 + 1.0401*Y13 + 1*Y14 + 0.9238*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 0.9640*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y9$$

$$1*Y1 + 1.0483*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.11445*Y5 + 1.0730*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4723*Y12 + 1.1570*Y13 + 1.1693*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0262*Y17 + 1*Y18 + 1.0537*Y19 + 1*Y20 + 1.1113*Y21 \geq 21*Y10$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.0177*Y21 \geq 21*Y11$$

$$0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

$$0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

$$0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

$$1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15$$

$$0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17$$

$$1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, Y14, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y21 \geq 0$$

*KVB 4 için VZAHS Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 1*Y_1 + 1.3272*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0333*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 1*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.7892*Y_{12} + 1.3152*Y_{13} + 1.1523*Y_{14} + 1*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1.0340*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1.1147*Y_{20} + 1.2780*Y_{21} \geq 21*Y_4$$

*Kısıtlar:*

$$20.7226*Y_1 + 21.6493*Y_2 + 20.924*Y_3 + 19.5547*Y_4 + 21.6831*Y_5 + 20.917*Y_6 + 20.7322*Y_7 + 19.2753*Y_8 + 21.0133*Y_9 + 20.0049*Y_{10} + 20.7706*Y_{11} + 26.0239*Y_{12} + 22.9365*Y_{13} + 22.4611*Y_{14} + 18.7924*Y_{15} + 20.9883*Y_{16} + 21.4211*Y_{17} + 19.5372*Y_{18} + 20.8913*Y_{19} + 21.6101*Y_{20} + 21.9292*Y_{21} = 1$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 1*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.0817*Y_{12} + 1.0499*Y_{13} + 1.1613*Y_{14} + 1*Y_{15} + 1.0155*Y_{16} + 1*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_1$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 0.7534*Y_4 + 1*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 0.8155*Y_8 + 1*Y_9 + 0.9538*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1*Y_{12} + 1*Y_{13} + 1*Y_{14} + 1 + 0.9679*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1*Y_{17} + 0.9858*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_2$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0086*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 1*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.3167*Y_{12} + 1.0386*Y_{13} + 1.0041*Y_{14} + 0.8747*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1*Y_{17} + 0.9335*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_3$$

$$1*Y_1 + 1.3272*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0333*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 1*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.7892*Y_{12} + 1.3152*Y_{13} + 1.1523*Y_{14} + 1*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1.0340*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1.1147*Y_{20} + 1.2780*Y_{21} \geq 21*Y_4$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 0.9914*Y_3 + 0.9677*Y_4 + 1*Y_5 + 0.9685*Y_6 + 0.9700*Y_7 + 0.9151*Y_8 + 1*Y_9 + 0.8973*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.1652*Y_{12} + 1*Y_{13} + 1*Y_{14} + 0.7740*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1*Y_{17} + 0.8193*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_5$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0324*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 1*Y_8 + 1*Y_9 + 0.9319*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.2740*Y_{12} + 1.0631*Y_{13} + 1.0591*Y_{14} + 0.8873*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1*Y_{17} + 0.9270*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_6$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0309*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 0.9926*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.2171*Y_{12} + 1.1513*Y_{13} + 1.1158*Y_{14} + 0.8862*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1.0315*Y_{17} + 0.9340*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_7$$

$$1*Y_1 + 1.2262*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0927*Y_5 + 1*Y_6 + 1.0074*Y_7 + 1*Y_8 + 1.0951*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.7243*Y_{12} + 1.3908*Y_{13} + 1.1673*Y_{14} + 1*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1.0935*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1.2490*Y_{20} + 1.3016*Y_{21} \geq 21*Y_8$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 0.9131*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.0786*Y_{12} + 1.0401*Y_{13} + 1*Y_{14} + 0.9238*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1*Y_{19} + 0.9640*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_9$$

$$1*Y1 + 1.0483*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.11445*Y5 + 1.0730*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4723*Y12 + 1.1570*Y13 + 1.1693*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0262*Y17 + 1*Y18 + 1.0537*Y19 + 1*Y20 + 1.1113*Y21 \geq 21*Y10$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.0177*Y21 \geq 21*Y11$$

$$0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

$$0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

$$0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

$$1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15$$

$$0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17$$

$$1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, Y14, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y21 \geq 0$$

*KVB 5 için VZAHS Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 1*Y_1 + 1*Y_2 + 0.9914*Y_3 + 0.9677*Y_4 + 1*Y_5 + 0.9685*Y_6 + 0.9700*Y_7 + 0.9151*Y_8 + 1*Y_9 + 0.8973*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.1652*Y_{12} + 1*Y_{13} + 1*Y_{14} + 0.7740*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1*Y_{17} + 0.8193*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_5$$

*Kısıtlar:*

$$20.7226*Y_1 + 21.6493*Y_2 + 20.924*Y_3 + 19.5547*Y_4 + 21.6831*Y_5 + 20.917*Y_6 + 20.7322*Y_7 + 19.2753*Y_8 + 21.0133*Y_9 + 20.0049*Y_{10} + 20.7706*Y_{11} + 26.0239*Y_{12} + 22.9365*Y_{13} + 22.4611*Y_{14} + 18.7924*Y_{15} + 20.9883*Y_{16} + 21.4211*Y_{17} + 19.5372*Y_{18} + 20.8913*Y_{19} + 21.6101*Y_{20} + 21.9292*Y_{21} = 1$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 1*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.0817*Y_{12} + 1.0499*Y_{13} + 1.1613*Y_{14} + 1*Y_{15} + 1.0155*Y_{16} + 1*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_1$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 0.7534*Y_4 + 1*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 0.8155*Y_8 + 1*Y_9 + 0.9538*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1*Y_{12} + 1*Y_{13} + 1*Y_{14} + 1 + 0.9679*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1*Y_{17} + 0.9858*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_2$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0086*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 1*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.3167*Y_{12} + 1.0386*Y_{13} + 1.0041*Y_{14} + 0.8747*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1*Y_{17} + 0.9335*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_3$$

$$1*Y_1 + 1.3272*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0333*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 1*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.7892*Y_{12} + 1.3152*Y_{13} + 1.1523*Y_{14} + 1*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1.0340*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1.1147*Y_{20} + 1.2780*Y_{21} \geq 21*Y_4$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 0.9914*Y_3 + 0.9677*Y_4 + 1*Y_5 + 0.9685*Y_6 + 0.9700*Y_7 + 0.9151*Y_8 + 1*Y_9 + 0.8973*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.1652*Y_{12} + 1*Y_{13} + 1*Y_{14} + 0.7740*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1*Y_{17} + 0.8193*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_5$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0324*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 1*Y_8 + 1*Y_9 + 0.9319*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.2740*Y_{12} + 1.0631*Y_{13} + 1.0591*Y_{14} + 0.8873*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1*Y_{17} + 0.9270*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_6$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0309*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 0.9926*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.2171*Y_{12} + 1.1513*Y_{13} + 1.1158*Y_{14} + 0.8862*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1.0315*Y_{17} + 0.9340*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_7$$

$$1*Y_1 + 1.2262*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0927*Y_5 + 1*Y_6 + 1.0074*Y_7 + 1*Y_8 + 1.0951*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.7243*Y_{12} + 1.3908*Y_{13} + 1.1673*Y_{14} + 1*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1.0935*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1.2490*Y_{20} + 1.3016*Y_{21} \geq 21*Y_8$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 0.9131*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.0786*Y_{12} + 1.0401*Y_{13} + 1*Y_{14} + 0.9238*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1*Y_{19} + 0.9640*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_9$$

$$1*Y_1 + 1.0483*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.11445*Y_5 + 1.0730*Y_6 + 1*Y_7 + 1*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.4723*Y_{12} + 1.1570*Y_{13} + 1.1693*Y_{14} + 1*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1.0262*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1.0537*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1.1113*Y_{21} \geq 21*Y_{10}$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.0177*Y21 \geq 21*Y11$$

$$0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

$$0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

$$0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

$$1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15$$

$$0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17$$

$$1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, Y14, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y21 \geq 0$$



*KVB 6 için VZAHS Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0324*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9319*Y10 + 1*Y11 + 1.2740*Y12 + 1.0631*Y13 + 1.0591*Y14 + 0.8873*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9270*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y6$$

*Kısıtlar:*

$$20.7226*Y1 + 21.6493*Y2 + 20.924*Y3 + 19.5547*Y4 + 21.6831*Y5 + 20.917*Y6 + 20.7322*Y7 + 19.2753*Y8 + 21.0133*Y9 + 20.0049*Y10 + 20.7706*Y11 + 26.0239*Y12 + 22.9365*Y13 + 22.4611*Y14 + 18.7924*Y15 + 20.9883*Y16 + 21.4211*Y17 + 19.5372*Y18 + 20.8913*Y19 + 21.6101*Y20 + 21.9292*Y21 = 1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0817*Y12 + 1.0499*Y13 + 1.1613*Y14 + 1*Y15 + 1.0155*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7534*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8155*Y8 + 1*Y9 + 0.9538*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 1 + 0.9679*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9858*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y2$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0086*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3167*Y12 + 1.0386*Y13 + 1.0041*Y14 + 0.8747*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9335*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y3$$

$$1*Y1 + 1.3272*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0333*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7892*Y12 + 1.3152*Y13 + 1.1523*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0340*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.1147*Y20 + 1.2780*Y21 \geq 21*Y4$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 0.9914*Y3 + 0.9677*Y4 + 1*Y5 + 0.9685*Y6 + 0.9700*Y7 + 0.9151*Y8 + 1*Y9 + 0.8973*Y10 + 1*Y11 + 1.1652*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7740*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8193*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y5$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0324*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9319*Y10 + 1*Y11 + 1.2740*Y12 + 1.0631*Y13 + 1.0591*Y14 + 0.8873*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9270*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y6$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0309*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9926*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.2171*Y12 + 1.1513*Y13 + 1.1158*Y14 + 0.8862*Y15 + 1*Y16 + 1.0315*Y17 + 0.9340*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y7$$

$$1*Y1 + 1.2262*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0927*Y5 + 1*Y6 + 1.0074*Y7 + 1*Y8 + 1.0951*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7243*Y12 + 1.3908*Y13 + 1.1673*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0935*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.2490*Y20 + 1.3016*Y21 \geq 21*Y8$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9131*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0786*Y12 + 1.0401*Y13 + 1*Y14 + 0.9238*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 0.9640*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y9$$

$$1*Y1 + 1.0483*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.1144*Y5 + 1.0730*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4723*Y12 + 1.1570*Y13 + 1.1693*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0262*Y17 + 1*Y18 + 1.0537*Y19 + 1*Y20 + 1.1113*Y21 \geq 21*Y10$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.0177*Y21 \geq 21*Y11$$

$$0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

$$0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

$$0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

$$1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15$$

$$0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17$$

$$1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, Y14, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y21 \geq 0$$

*KVB 7 için VZAHS Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\begin{aligned} maks \quad & 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0309*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9926*Y8 + 1*Y9 \\ & + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.2171*Y12 + 1.1513*Y13 + 1.1158*Y14 + 0.8862*Y15 + 1*Y16 \\ & + 1.0315*Y17 + 0.9340*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y7 \end{aligned}$$

*Kısıtlar:*

$$\begin{aligned} 20.7226*Y1 + 21.6493*Y2 + 20.924*Y3 + 19.5547*Y4 + 21.6831*Y5 + 20.917*Y6 + \\ 20.7322*Y7 + 19.2753*Y8 + 21.0133*Y9 + 20.0049*Y10 + 20.7706*Y11 + \\ 26.0239*Y12 + 22.9365*Y13 + 22.4611*Y14 + 18.7924*Y15 + 20.9883*Y16 + \\ 21.4211*Y17 + 19.5372*Y18 + 20.8913*Y19 + 21.6101*Y20 + 21.9292*Y21 = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + \\ 1*Y11 + 1.0817*Y12 + 1.0499*Y13 + 1.1613*Y14 + 1*Y15 + 1.0155*Y16 + 1*Y17 + \\ 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7534*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8155*Y8 + 1*Y9 + \\ 0.9538*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 1 + 0.9679*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 \\ + 0.9858*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0086*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + \\ 1*Y11 + 1.3167*Y12 + 1.0386*Y13 + 1.0041*Y14 + 0.8747*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + \\ 0.9335*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1*Y1 + 1.3272*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0333*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + \\ 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7892*Y12 + 1.3152*Y13 + 1.1523*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + \\ 1.0340*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.1147*Y20 + 1.2780*Y21 \geq 21*Y4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1*Y1 + 1*Y2 + 0.9914*Y3 + 0.9677*Y4 + 1*Y5 + 0.9685*Y6 + 0.9700*Y7 + \\ 0.9151*Y8 + 1*Y9 + 0.8973*Y10 + 1*Y11 + 1.1652*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + \\ 0.7740*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8193*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0324*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + \\ 0.9319*Y10 + 1*Y11 + 1.2740*Y12 + 1.0631*Y13 + 1.0591*Y14 + 0.8873*Y15 + \\ 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9270*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0309*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9926*Y8 + 1*Y9 + \\ 1*Y10 + 1*Y11 + 1.2171*Y12 + 1.1513*Y13 + 1.1158*Y14 + 0.8862*Y15 + 1*Y16 + \\ 1.0315*Y17 + 0.9340*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1*Y1 + 1.2262*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0927*Y5 + 1*Y6 + 1.0074*Y7 + 1*Y8 + \\ 1.0951*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7243*Y12 + 1.3908*Y13 + 1.1673*Y14 + 1*Y15 + \\ 1*Y16 + 1.0935*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.2490*Y20 + 1.3016*Y21 \geq 21*Y8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9131*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 \\ + 1*Y11 + 1.0786*Y12 + 1.0401*Y13 + 1*Y14 + 0.9238*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + \\ 1*Y18 + 1*Y19 + 0.9640*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1*Y1 + 1.0483*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.1144*Y5 + 1.0730*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + \\ 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4723*Y12 + 1.1570*Y13 + 1.1693*Y14 + 1*Y15 + \\ 1*Y16 + 1.0262*Y17 + 1*Y18 + 1.0537*Y19 + 1*Y20 + 1.1113*Y21 \geq 21*Y10 \end{aligned}$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.0177*Y21 \geq 21*Y11$$

$$0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

$$0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

$$0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

$$1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15$$

$$0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17$$

$$1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, Y14, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y21 \geq 0$$

*KVB 8 için VZAHS Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 1*Y_1 + 1.2262*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0927*Y_5 + 1*Y_6 + 1.0074*Y_7 + 1*Y_8 + 1.0951*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.7243*Y_{12} + 1.3908*Y_{13} + 1.1673*Y_{14} + 1*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1.0935*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1.2490*Y_{20} + 1.3016*Y_{21} \geq 21*Y_8$$

*Kısıtlar:*

$$20.7226*Y_1 + 21.6493*Y_2 + 20.924*Y_3 + 19.5547*Y_4 + 21.6831*Y_5 + 20.917*Y_6 + 20.7322*Y_7 + 19.2753*Y_8 + 21.0133*Y_9 + 20.0049*Y_{10} + 20.7706*Y_{11} + 26.0239*Y_{12} + 22.9365*Y_{13} + 22.4611*Y_{14} + 18.7924*Y_{15} + 20.9883*Y_{16} + 21.4211*Y_{17} + 19.5372*Y_{18} + 20.8913*Y_{19} + 21.6101*Y_{20} + 21.9292*Y_{21} = 1$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 1*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.0817*Y_{12} + 1.0499*Y_{13} + 1.1613*Y_{14} + 1*Y_{15} + 1.0155*Y_{16} + 1*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_1$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 0.7534*Y_4 + 1*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 0.8155*Y_8 + 1*Y_9 + 0.9538*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1*Y_{12} + 1*Y_{13} + 1*Y_{14} + 1 + 0.9679*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1*Y_{17} + 0.9858*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_2$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0086*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 1*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.3167*Y_{12} + 1.0386*Y_{13} + 1.0041*Y_{14} + 0.8747*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1*Y_{17} + 0.9335*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_3$$

$$1*Y_1 + 1.3272*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0333*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 1*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.7892*Y_{12} + 1.3152*Y_{13} + 1.1523*Y_{14} + 1*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1.0340*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1.1147*Y_{20} + 1.2780*Y_{21} \geq 21*Y_4$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 0.9914*Y_3 + 0.9677*Y_4 + 1*Y_5 + 0.9685*Y_6 + 0.9700*Y_7 + 0.9151*Y_8 + 1*Y_9 + 0.8973*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.1652*Y_{12} + 1*Y_{13} + 1*Y_{14} + 0.7740*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1*Y_{17} + 0.8193*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_5$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0324*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 1*Y_8 + 1*Y_9 + 0.9319*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.2740*Y_{12} + 1.0631*Y_{13} + 1.0591*Y_{14} + 0.8873*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1*Y_{17} + 0.9270*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_6$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0309*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 0.9926*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.2171*Y_{12} + 1.1513*Y_{13} + 1.1158*Y_{14} + 0.8862*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1.0315*Y_{17} + 0.9340*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_7$$

$$1*Y_1 + 1.2262*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0927*Y_5 + 1*Y_6 + 1.0074*Y_7 + 1*Y_8 + 1.0951*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.7243*Y_{12} + 1.3908*Y_{13} + 1.1673*Y_{14} + 1*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1.0935*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1.2490*Y_{20} + 1.3016*Y_{21} \geq 21*Y_8$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 0.9131*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.0786*Y_{12} + 1.0401*Y_{13} + 1*Y_{14} + 0.9238*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1*Y_{19} + 0.9640*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_9$$

$$1*Y_1 + 1.0483*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.1144*Y_5 + 1.0730*Y_6 + 1*Y_7 + 1*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.4723*Y_{12} + 1.1570*Y_{13} + 1.1693*Y_{14} + 1*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1.0262*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1.0537*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1.1113*Y_{21} \geq 21*Y_{10}$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.0177*Y21 \geq 21*Y11$$

$$0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

$$0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

$$0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

$$1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15$$

$$0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17$$

$$1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, Y14, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y21 \geq 0$$

*KVB 9 için VZAHS Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9131*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0786*Y12 + 1.0401*Y13 + 1*Y14 + 0.9238*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 0.9640*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y9$$

*Kısıtlar:*

$$20.7226*Y1 + 21.6493*Y2 + 20.924*Y3 + 19.5547*Y4 + 21.6831*Y5 + 20.917*Y6 + 20.7322*Y7 + 19.2753*Y8 + 21.0133*Y9 + 20.0049*Y10 + 20.7706*Y11 + 26.0239*Y12 + 22.9365*Y13 + 22.4611*Y14 + 18.7924*Y15 + 20.9883*Y16 + 21.4211*Y17 + 19.5372*Y18 + 20.8913*Y19 + 21.6101*Y20 + 21.9292*Y21 = 1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0817*Y12 + 1.0499*Y13 + 1.1613*Y14 + 1*Y15 + 1.0155*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7534*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8155*Y8 + 1*Y9 + 0.9538*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 1 + 0.9679*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9858*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y2$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0086*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3167*Y12 + 1.0386*Y13 + 1.0041*Y14 + 0.8747*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9335*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y3$$

$$1*Y1 + 1.3272*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0333*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7892*Y12 + 1.3152*Y13 + 1.1523*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0340*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.1147*Y20 + 1.2780*Y21 \geq 21*Y4$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 0.9914*Y3 + 0.9677*Y4 + 1*Y5 + 0.9685*Y6 + 0.9700*Y7 + 0.9151*Y8 + 1*Y9 + 0.8973*Y10 + 1*Y11 + 1.1652*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7740*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8193*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y5$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0324*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9319*Y10 + 1*Y11 + 1.2740*Y12 + 1.0631*Y13 + 1.0591*Y14 + 0.8873*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9270*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y6$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0309*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9926*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.2171*Y12 + 1.1513*Y13 + 1.1158*Y14 + 0.8862*Y15 + 1*Y16 + 1.0315*Y17 + 0.9340*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y7$$

$$1*Y1 + 1.2262*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0927*Y5 + 1*Y6 + 1.0074*Y7 + 1*Y8 + 1.0951*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7243*Y12 + 1.3908*Y13 + 1.1673*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0935*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.2490*Y20 + 1.3016*Y21 \geq 21*Y8$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9131*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0786*Y12 + 1.0401*Y13 + 1*Y14 + 0.9238*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 0.9640*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y9$$

$$1*Y1 + 1.0483*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.1144*Y5 + 1.0730*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4723*Y12 + 1.1570*Y13 + 1.1693*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0262*Y17 + 1*Y18 + 1.0537*Y19 + 1*Y20 + 1.1113*Y21 \geq 21*Y10$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.0177*Y21 \geq 21*Y11$$

$$0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

$$0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

$$0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

$$1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15$$

$$0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17$$

$$1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, Y14, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y21 \geq 0$$



*KVB 10 için VZAHS Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 1*Y_1 + 1.0483*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.11445*Y_5 + 1.0730*Y_6 + 1*Y_7 + 1*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.4723*Y_{12} + 1.1570*Y_{13} + 1.1693*Y_{14} + 1*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1.0262*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1.0537*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1.1113*Y_{21} \geq 21*Y_{10}$$

*Kısıtlar:*

$$20.7226*Y_1 + 21.6493*Y_2 + 20.924*Y_3 + 19.5547*Y_4 + 21.6831*Y_5 + 20.917*Y_6 + 20.7322*Y_7 + 19.2753*Y_8 + 21.0133*Y_9 + 20.0049*Y_{10} + 20.7706*Y_{11} + 26.0239*Y_{12} + 22.9365*Y_{13} + 22.4611*Y_{14} + 18.7924*Y_{15} + 20.9883*Y_{16} + 21.4211*Y_{17} + 19.5372*Y_{18} + 20.8913*Y_{19} + 21.6101*Y_{20} + 21.9292*Y_{21} = 1$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 1*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.0817*Y_{12} + 1.0499*Y_{13} + 1.1613*Y_{14} + 1*Y_{15} + 1.0155*Y_{16} + 1*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_1$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 0.7534*Y_4 + 1*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 0.8155*Y_8 + 1*Y_9 + 0.9538*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1*Y_{12} + 1*Y_{13} + 1*Y_{14} + 1 + 0.9679*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1*Y_{17} + 0.9858*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_2$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0086*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 1*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.3167*Y_{12} + 1.0386*Y_{13} + 1.0041*Y_{14} + 0.8747*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1*Y_{17} + 0.9335*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_3$$

$$1*Y_1 + 1.3272*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0333*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 1*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.7892*Y_{12} + 1.3152*Y_{13} + 1.1523*Y_{14} + 1*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1.0340*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1.1147*Y_{20} + 1.2780*Y_{21} \geq 21*Y_4$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 0.9914*Y_3 + 0.9677*Y_4 + 1*Y_5 + 0.9685*Y_6 + 0.9700*Y_7 + 0.9151*Y_8 + 1*Y_9 + 0.8973*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.1652*Y_{12} + 1*Y_{13} + 1*Y_{14} + 0.7740*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1*Y_{17} + 0.8193*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_5$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0324*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 1*Y_8 + 1*Y_9 + 0.9319*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.2740*Y_{12} + 1.0631*Y_{13} + 1.0591*Y_{14} + 0.8873*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1*Y_{17} + 0.9270*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_6$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0309*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 0.9926*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.2171*Y_{12} + 1.1513*Y_{13} + 1.1158*Y_{14} + 0.8862*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1.0315*Y_{17} + 0.9340*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_7$$

$$1*Y_1 + 1.2262*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.0927*Y_5 + 1*Y_6 + 1.0074*Y_7 + 1*Y_8 + 1.0951*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.7243*Y_{12} + 1.3908*Y_{13} + 1.1673*Y_{14} + 1*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1.0935*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1*Y_{19} + 1.2490*Y_{20} + 1.3016*Y_{21} \geq 21*Y_8$$

$$1*Y_1 + 1*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1*Y_5 + 1*Y_6 + 1*Y_7 + 0.9131*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.0786*Y_{12} + 1.0401*Y_{13} + 1*Y_{14} + 0.9238*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1*Y_{19} + 0.9640*Y_{20} + 1*Y_{21} \geq 21*Y_9$$

$$1*Y_1 + 1.0483*Y_2 + 1*Y_3 + 1*Y_4 + 1.11445*Y_5 + 1.0730*Y_6 + 1*Y_7 + 1*Y_8 + 1*Y_9 + 1*Y_{10} + 1*Y_{11} + 1.4723*Y_{12} + 1.1570*Y_{13} + 1.1693*Y_{14} + 1*Y_{15} + 1*Y_{16} + 1.0262*Y_{17} + 1*Y_{18} + 1.0537*Y_{19} + 1*Y_{20} + 1.1113*Y_{21} \geq 21*Y_{10}$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.0177*Y21 \geq 21*Y11$$

$$0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

$$0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

$$0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

$$1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15$$

$$0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17$$

$$1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, Y14, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y21 \geq 0$$

*KVB 11 için VZAHS Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.0177*Y21 \geq 21*Y11$$

*Kısıtlar:*

$$20.7226*Y1 + 21.6493*Y2 + 20.924*Y3 + 19.5547*Y4 + 21.6831*Y5 + 20.917*Y6 + 20.7322*Y7 + 19.2753*Y8 + 21.0133*Y9 + 20.0049*Y10 + 20.7706*Y11 + 26.0239*Y12 + 22.9365*Y13 + 22.4611*Y14 + 18.7924*Y15 + 20.9883*Y16 + 21.4211*Y17 + 19.5372*Y18 + 20.8913*Y19 + 21.6101*Y20 + 21.9292*Y21 = 1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0817*Y12 + 1.0499*Y13 + 1.1613*Y14 + 1*Y15 + 1.0155*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7534*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8155*Y8 + 1*Y9 + 0.9538*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 1 + 0.9679*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9858*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y2$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0086*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3167*Y12 + 1.0386*Y13 + 1.0041*Y14 + 0.8747*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9335*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y3$$

$$1*Y1 + 1.3272*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0333*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7892*Y12 + 1.3152*Y13 + 1.1523*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0340*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.1147*Y20 + 1.2780*Y21 \geq 21*Y4$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 0.9914*Y3 + 0.9677*Y4 + 1*Y5 + 0.9685*Y6 + 0.9700*Y7 + 0.9151*Y8 + 1*Y9 + 0.8973*Y10 + 1*Y11 + 1.1652*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7740*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8193*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y5$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0324*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9319*Y10 + 1*Y11 + 1.2740*Y12 + 1.0631*Y13 + 1.0591*Y14 + 0.8873*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9270*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y6$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0309*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9926*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.2171*Y12 + 1.1513*Y13 + 1.1158*Y14 + 0.8862*Y15 + 1*Y16 + 1.0315*Y17 + 0.9340*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y7$$

$$1*Y1 + 1.2262*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0927*Y5 + 1*Y6 + 1.0074*Y7 + 1*Y8 + 1.0951*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7243*Y12 + 1.3908*Y13 + 1.1673*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0935*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.2490*Y20 + 1.3016*Y21 \geq 21*Y8$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9131*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0786*Y12 + 1.0401*Y13 + 1*Y14 + 0.9238*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 0.9640*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y9$$

$$1*Y1 + 1.0483*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.1144*Y5 + 1.0730*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4723*Y12 + 1.1570*Y13 + 1.1693*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0262*Y17 + 1*Y18 + 1.0537*Y19 + 1*Y20 + 1.1113*Y21 \geq 21*Y10$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.0177*Y21 \geq 21*Y11$$

$$0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

$$0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

$$0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

$$1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15$$

$$0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17$$

$$1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, Y14, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y21 \geq 0$$

*KVB 12 için VZAHS Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

*Kısıtlar:*

$$20.7226*Y1 + 21.6493*Y2 + 20.924*Y3 + 19.5547*Y4 + 21.6831*Y5 + 20.917*Y6 + 20.7322*Y7 + 19.2753*Y8 + 21.0133*Y9 + 20.0049*Y10 + 20.7706*Y11 + 26.0239*Y12 + 22.9365*Y13 + 22.4611*Y14 + 18.7924*Y15 + 20.9883*Y16 + 21.4211*Y17 + 19.5372*Y18 + 20.8913*Y19 + 21.6101*Y20 + 21.9292*Y21 = 1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0817*Y12 + 1.0499*Y13 + 1.1613*Y14 + 1*Y15 + 1.0155*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7534*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8155*Y8 + 1*Y9 + 0.9538*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 1 + 0.9679*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9858*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y2$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0086*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3167*Y12 + 1.0386*Y13 + 1.0041*Y14 + 0.8747*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9335*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y3$$

$$1*Y1 + 1.3272*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0333*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7892*Y12 + 1.3152*Y13 + 1.1523*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0340*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.1147*Y20 + 1.2780*Y21 \geq 21*Y4$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 0.9914*Y3 + 0.9677*Y4 + 1*Y5 + 0.9685*Y6 + 0.9700*Y7 + 0.9151*Y8 + 1*Y9 + 0.8973*Y10 + 1*Y11 + 1.1652*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7740*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8193*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y5$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0324*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9319*Y10 + 1*Y11 + 1.2740*Y12 + 1.0631*Y13 + 1.0591*Y14 + 0.8873*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9270*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y6$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0309*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9926*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.2171*Y12 + 1.1513*Y13 + 1.1158*Y14 + 0.8862*Y15 + 1*Y16 + 1.0315*Y17 + 0.9340*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y7$$

$$1*Y1 + 1.2262*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0927*Y5 + 1*Y6 + 1.0074*Y7 + 1*Y8 + 1.0951*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7243*Y12 + 1.3908*Y13 + 1.1673*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0935*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.2490*Y20 + 1.3016*Y21 \geq 21*Y8$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9131*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0786*Y12 + 1.0401*Y13 + 1*Y14 + 0.9238*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 0.9640*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y9$$

$$1*Y1 + 1.0483*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.11445*Y5 + 1.0730*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4723*Y12 + 1.1570*Y13 + 1.1693*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0262*Y17 + 1*Y18 + 1.0537*Y19 + 1*Y20 + 1.1113*Y21 \geq 21*Y10$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.0177*Y21 \geq 21*Y11$$

$$0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

$$0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

$$0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

$$1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15$$

$$0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17$$

$$1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, Y14, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y21 \geq 0$$

*KVB 13 için VZAHS Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

*Kısıtlar:*

$$20.7226*Y1 + 21.6493*Y2 + 20.924*Y3 + 19.5547*Y4 + 21.6831*Y5 + 20.917*Y6 + 20.7322*Y7 + 19.2753*Y8 + 21.0133*Y9 + 20.0049*Y10 + 20.7706*Y11 + 26.0239*Y12 + 22.9365*Y13 + 22.4611*Y14 + 18.7924*Y15 + 20.9883*Y16 + 21.4211*Y17 + 19.5372*Y18 + 20.8913*Y19 + 21.6101*Y20 + 21.9292*Y21 = 1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0817*Y12 + 1.0499*Y13 + 1.1613*Y14 + 1*Y15 + 1.0155*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7534*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8155*Y8 + 1*Y9 + 0.9538*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 1 + 0.9679*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9858*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y2$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0086*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3167*Y12 + 1.0386*Y13 + 1.0041*Y14 + 0.8747*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9335*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y3$$

$$1*Y1 + 1.3272*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0333*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7892*Y12 + 1.3152*Y13 + 1.1523*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0340*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.1147*Y20 + 1.2780*Y21 \geq 21*Y4$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 0.9914*Y3 + 0.9677*Y4 + 1*Y5 + 0.9685*Y6 + 0.9700*Y7 + 0.9151*Y8 + 1*Y9 + 0.8973*Y10 + 1*Y11 + 1.1652*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7740*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8193*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y5$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0324*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9319*Y10 + 1*Y11 + 1.2740*Y12 + 1.0631*Y13 + 1.0591*Y14 + 0.8873*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9270*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y6$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0309*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9926*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.2171*Y12 + 1.1513*Y13 + 1.1158*Y14 + 0.8862*Y15 + 1*Y16 + 1.0315*Y17 + 0.9340*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y7$$

$$1*Y1 + 1.2262*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0927*Y5 + 1*Y6 + 1.0074*Y7 + 1*Y8 + 1.0951*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7243*Y12 + 1.3908*Y13 + 1.1673*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0935*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.2490*Y20 + 1.3016*Y21 \geq 21*Y8$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9131*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0786*Y12 + 1.0401*Y13 + 1*Y14 + 0.9238*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 0.9640*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y9$$

$$1*Y1 + 1.0483*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.11445*Y5 + 1.0730*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4723*Y12 + 1.1570*Y13 + 1.1693*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0262*Y17 + 1*Y18 + 1.0537*Y19 + 1*Y20 + 1.1113*Y21 \geq 21*Y10$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.0177*Y21 \geq 21*Y11$$

$$0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

$$0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

$$0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

$$1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15$$

$$0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17$$

$$1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, Y14, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y21 \geq 0$$



*KVB 14 için VZAHS Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

*Kısıtlar:*

$$20.7226*Y1 + 21.6493*Y2 + 20.924*Y3 + 19.5547*Y4 + 21.6831*Y5 + 20.917*Y6 + 20.7322*Y7 + 19.2753*Y8 + 21.0133*Y9 + 20.0049*Y10 + 20.7706*Y11 + 26.0239*Y12 + 22.9365*Y13 + 22.4611*Y14 + 18.7924*Y15 + 20.9883*Y16 + 21.4211*Y17 + 19.5372*Y18 + 20.8913*Y19 + 21.6101*Y20 + 21.9292*Y21 = 1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0817*Y12 + 1.0499*Y13 + 1.1613*Y14 + 1*Y15 + 1.0155*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7534*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8155*Y8 + 1*Y9 + 0.9538*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 1 + 0.9679*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9858*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y2$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0086*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3167*Y12 + 1.0386*Y13 + 1.0041*Y14 + 0.8747*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9335*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y3$$

$$1*Y1 + 1.3272*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0333*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7892*Y12 + 1.3152*Y13 + 1.1523*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0340*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.1147*Y20 + 1.2780*Y21 \geq 21*Y4$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 0.9914*Y3 + 0.9677*Y4 + 1*Y5 + 0.9685*Y6 + 0.9700*Y7 + 0.9151*Y8 + 1*Y9 + 0.8973*Y10 + 1*Y11 + 1.1652*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7740*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8193*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y5$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0324*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9319*Y10 + 1*Y11 + 1.2740*Y12 + 1.0631*Y13 + 1.0591*Y14 + 0.8873*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9270*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y6$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0309*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9926*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.2171*Y12 + 1.1513*Y13 + 1.1158*Y14 + 0.8862*Y15 + 1*Y16 + 1.0315*Y17 + 0.9340*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y7$$

$$1*Y1 + 1.2262*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0927*Y5 + 1*Y6 + 1.0074*Y7 + 1*Y8 + 1.0951*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7243*Y12 + 1.3908*Y13 + 1.1673*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0935*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.2490*Y20 + 1.3016*Y21 \geq 21*Y8$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9131*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0786*Y12 + 1.0401*Y13 + 1*Y14 + 0.9238*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 0.9640*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y9$$

$$1*Y1 + 1.0483*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.1144*Y5 + 1.0730*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4723*Y12 + 1.1570*Y13 + 1.1693*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0262*Y17 + 1*Y18 + 1.0537*Y19 + 1*Y20 + 1.1113*Y21 \geq 21*Y10$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.0177*Y21 \geq 21*Y11$$

$$0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

$$0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

$$0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

$$1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15$$

$$0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17$$

$$1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, Y14, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y21 \geq 0$$

*KVB 15 için VZAHS Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\begin{aligned} maks \quad & 1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + \\ & 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 \\ & + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + \\ & 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15 \end{aligned}$$

*Kısıtlar:*

$$\begin{aligned} & 20.7226*Y1 + 21.6493*Y2 + 20.924*Y3 + 19.5547*Y4 + 21.6831*Y5 + 20.917*Y6 + \\ & 20.7322*Y7 + 19.2753*Y8 + 21.0133*Y9 + 20.0049*Y10 + 20.7706*Y11 + \\ & 26.0239*Y12 + 22.9365*Y13 + 22.4611*Y14 + 18.7924*Y15 + 20.9883*Y16 + \\ & 21.4211*Y17 + 19.5372*Y18 + 20.8913*Y19 + 21.6101*Y20 + 21.9292*Y21 = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + \\ & 1*Y11 + 1.0817*Y12 + 1.0499*Y13 + 1.1613*Y14 + 1*Y15 + 1.0155*Y16 + 1*Y17 + \\ & 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7534*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8155*Y8 + 1*Y9 + \\ & 0.9538*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 1 + 0.9679*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 \\ & + 0.9858*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0086*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + \\ & 1*Y11 + 1.3167*Y12 + 1.0386*Y13 + 1.0041*Y14 + 0.8747*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + \\ & 0.9335*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 1*Y1 + 1.3272*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0333*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + \\ & 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7892*Y12 + 1.3152*Y13 + 1.1523*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + \\ & 1.0340*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.1147*Y20 + 1.2780*Y21 \geq 21*Y4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 1*Y1 + 1*Y2 + 0.9914*Y3 + 0.9677*Y4 + 1*Y5 + 0.9685*Y6 + 0.9700*Y7 + \\ & 0.9151*Y8 + 1*Y9 + 0.8973*Y10 + 1*Y11 + 1.1652*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + \\ & 0.7740*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8193*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0324*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + \\ & 0.9319*Y10 + 1*Y11 + 1.2740*Y12 + 1.0631*Y13 + 1.0591*Y14 + 0.8873*Y15 + \\ & 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9270*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0309*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9926*Y8 + 1*Y9 + \\ & 1*Y10 + 1*Y11 + 1.2171*Y12 + 1.1513*Y13 + 1.1158*Y14 + 0.8862*Y15 + 1*Y16 + \\ & 1.0315*Y17 + 0.9340*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 1*Y1 + 1.2262*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0927*Y5 + 1*Y6 + 1.0074*Y7 + 1*Y8 + \\ & 1.0951*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7243*Y12 + 1.3908*Y13 + 1.1673*Y14 + 1*Y15 + \\ & 1*Y16 + 1.0935*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.2490*Y20 + 1.3016*Y21 \geq 21*Y8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9131*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 \\ & + 1*Y11 + 1.0786*Y12 + 1.0401*Y13 + 1*Y14 + 0.9238*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + \\ & 1*Y18 + 1*Y19 + 0.9640*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 1*Y1 + 1.0483*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.1144*Y5 + 1.0730*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + \\ & 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4723*Y12 + 1.1570*Y13 + 1.1693*Y14 + 1*Y15 + \\ & 1*Y16 + 1.0262*Y17 + 1*Y18 + 1.0537*Y19 + 1*Y20 + 1.1113*Y21 \geq 21*Y10 \end{aligned}$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.0177*Y21 \geq 21*Y11$$

$$0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

$$0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

$$0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

$$1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15$$

$$0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17$$

$$1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, Y14, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y21 \geq 0$$

*KVB 16 için VZAHS Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

*Kısıtlar:*

$$20.7226*Y1 + 21.6493*Y2 + 20.924*Y3 + 19.5547*Y4 + 21.6831*Y5 + 20.917*Y6 + 20.7322*Y7 + 19.2753*Y8 + 21.0133*Y9 + 20.0049*Y10 + 20.7706*Y11 + 26.0239*Y12 + 22.9365*Y13 + 22.4611*Y14 + 18.7924*Y15 + 20.9883*Y16 + 21.4211*Y17 + 19.5372*Y18 + 20.8913*Y19 + 21.6101*Y20 + 21.9292*Y21 = 1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0817*Y12 + 1.0499*Y13 + 1.1613*Y14 + 1*Y15 + 1.0155*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7534*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8155*Y8 + 1*Y9 + 0.9538*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 1 + 0.9679*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9858*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y2$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0086*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3167*Y12 + 1.0386*Y13 + 1.0041*Y14 + 0.8747*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9335*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y3$$

$$1*Y1 + 1.3272*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0333*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7892*Y12 + 1.3152*Y13 + 1.1523*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0340*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.1147*Y20 + 1.2780*Y21 \geq 21*Y4$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 0.9914*Y3 + 0.9677*Y4 + 1*Y5 + 0.9685*Y6 + 0.9700*Y7 + 0.9151*Y8 + 1*Y9 + 0.8973*Y10 + 1*Y11 + 1.1652*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7740*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8193*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y5$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0324*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9319*Y10 + 1*Y11 + 1.2740*Y12 + 1.0631*Y13 + 1.0591*Y14 + 0.8873*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9270*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y6$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0309*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9926*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.2171*Y12 + 1.1513*Y13 + 1.1158*Y14 + 0.8862*Y15 + 1*Y16 + 1.0315*Y17 + 0.9340*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y7$$

$$1*Y1 + 1.2262*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0927*Y5 + 1*Y6 + 1.0074*Y7 + 1*Y8 + 1.0951*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7243*Y12 + 1.3908*Y13 + 1.1673*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0935*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.2490*Y20 + 1.3016*Y21 \geq 21*Y8$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9131*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0786*Y12 + 1.0401*Y13 + 1*Y14 + 0.9238*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 0.9640*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y9$$

$$1*Y1 + 1.0483*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.1144*Y5 + 1.0730*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4723*Y12 + 1.1570*Y13 + 1.1693*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0262*Y17 + 1*Y18 + 1.0537*Y19 + 1*Y20 + 1.1113*Y21 \geq 21*Y10$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.0177*Y21 \geq 21*Y11$$

$$0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

$$0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

$$0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

$$1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15$$

$$0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17$$

$$1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, Y14, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y21 \geq 0$$

*KVB 17 için VZAHS Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\begin{aligned} maks \quad & 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 \\ & + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 \\ & + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17 \end{aligned}$$

*Kısıtlar:*

$$\begin{aligned} & 20.7226*Y1 + 21.6493*Y2 + 20.924*Y3 + 19.5547*Y4 + 21.6831*Y5 + 20.917*Y6 + \\ & 20.7322*Y7 + 19.2753*Y8 + 21.0133*Y9 + 20.0049*Y10 + 20.7706*Y11 + \\ & 26.0239*Y12 + 22.9365*Y13 + 22.4611*Y14 + 18.7924*Y15 + 20.9883*Y16 + \\ & 21.4211*Y17 + 19.5372*Y18 + 20.8913*Y19 + 21.6101*Y20 + 21.9292*Y21 = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + \\ & 1*Y11 + 1.0817*Y12 + 1.0499*Y13 + 1.1613*Y14 + 1*Y15 + 1.0155*Y16 + 1*Y17 + \\ & 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7534*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8155*Y8 + 1*Y9 + \\ & 0.9538*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 1 + 0.9679*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 \\ & + 0.9858*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0086*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + \\ & 1*Y11 + 1.3167*Y12 + 1.0386*Y13 + 1.0041*Y14 + 0.8747*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + \\ & 0.9335*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 1*Y1 + 1.3272*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0333*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + \\ & 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7892*Y12 + 1.3152*Y13 + 1.1523*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + \\ & 1.0340*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.1147*Y20 + 1.2780*Y21 \geq 21*Y4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 1*Y1 + 1*Y2 + 0.9914*Y3 + 0.9677*Y4 + 1*Y5 + 0.9685*Y6 + 0.9700*Y7 + \\ & 0.9151*Y8 + 1*Y9 + 0.8973*Y10 + 1*Y11 + 1.1652*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + \\ & 0.7740*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8193*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0324*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + \\ & 0.9319*Y10 + 1*Y11 + 1.2740*Y12 + 1.0631*Y13 + 1.0591*Y14 + 0.8873*Y15 + \\ & 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9270*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0309*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9926*Y8 + 1*Y9 + \\ & 1*Y10 + 1*Y11 + 1.2171*Y12 + 1.1513*Y13 + 1.1158*Y14 + 0.8862*Y15 + 1*Y16 + \\ & 1.0315*Y17 + 0.9340*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 1*Y1 + 1.2262*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0927*Y5 + 1*Y6 + 1.0074*Y7 + 1*Y8 + \\ & 1.0951*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7243*Y12 + 1.3908*Y13 + 1.1673*Y14 + 1*Y15 + \\ & 1*Y16 + 1.0935*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.2490*Y20 + 1.3016*Y21 \geq 21*Y8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9131*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 \\ & + 1*Y11 + 1.0786*Y12 + 1.0401*Y13 + 1*Y14 + 0.9238*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + \\ & 1*Y18 + 1*Y19 + 0.9640*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 1*Y1 + 1.0483*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.1144*Y5 + 1.0730*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + \\ & 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4723*Y12 + 1.1570*Y13 + 1.1693*Y14 + 1*Y15 + \\ & 1*Y16 + 1.0262*Y17 + 1*Y18 + 1.0537*Y19 + 1*Y20 + 1.1113*Y21 \geq 21*Y10 \end{aligned}$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.0177*Y21 \geq 21*Y11$$

$$0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

$$0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

$$0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

$$1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15$$

$$0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17$$

$$1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, Y14, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y21 \geq 0$$



*KVB 18 için VZAHS Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

*Kısıtlar:*

$$20.7226*Y1 + 21.6493*Y2 + 20.924*Y3 + 19.5547*Y4 + 21.6831*Y5 + 20.917*Y6 + 20.7322*Y7 + 19.2753*Y8 + 21.0133*Y9 + 20.0049*Y10 + 20.7706*Y11 + 26.0239*Y12 + 22.9365*Y13 + 22.4611*Y14 + 18.7924*Y15 + 20.9883*Y16 + 21.4211*Y17 + 19.5372*Y18 + 20.8913*Y19 + 21.6101*Y20 + 21.9292*Y21 = 1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0817*Y12 + 1.0499*Y13 + 1.1613*Y14 + 1*Y15 + 1.0155*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7534*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8155*Y8 + 1*Y9 + 0.9538*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 1 + 0.9679*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9858*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y2$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0086*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3167*Y12 + 1.0386*Y13 + 1.0041*Y14 + 0.8747*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9335*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y3$$

$$1*Y1 + 1.3272*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0333*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7892*Y12 + 1.3152*Y13 + 1.1523*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0340*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.1147*Y20 + 1.2780*Y21 \geq 21*Y4$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 0.9914*Y3 + 0.9677*Y4 + 1*Y5 + 0.9685*Y6 + 0.9700*Y7 + 0.9151*Y8 + 1*Y9 + 0.8973*Y10 + 1*Y11 + 1.1652*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7740*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8193*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y5$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0324*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9319*Y10 + 1*Y11 + 1.2740*Y12 + 1.0631*Y13 + 1.0591*Y14 + 0.8873*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9270*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y6$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0309*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9926*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.2171*Y12 + 1.1513*Y13 + 1.1158*Y14 + 0.8862*Y15 + 1*Y16 + 1.0315*Y17 + 0.9340*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y7$$

$$1*Y1 + 1.2262*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0927*Y5 + 1*Y6 + 1.0074*Y7 + 1*Y8 + 1.0951*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7243*Y12 + 1.3908*Y13 + 1.1673*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0935*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.2490*Y20 + 1.3016*Y21 \geq 21*Y8$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9131*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0786*Y12 + 1.0401*Y13 + 1*Y14 + 0.9238*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 0.9640*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y9$$

$$1*Y1 + 1.0483*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.1144*Y5 + 1.0730*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4723*Y12 + 1.1570*Y13 + 1.1693*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0262*Y17 + 1*Y18 + 1.0537*Y19 + 1*Y20 + 1.1113*Y21 \geq 21*Y10$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.0177*Y21 \geq 21*Y11$$

$$0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

$$0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

$$0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

$$1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15$$

$$0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17$$

$$1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, Y14, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y21 \geq 0$$

*KVB 19 için VZAHS Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

*Kısıtlar:*

$$20.7226*Y1 + 21.6493*Y2 + 20.924*Y3 + 19.5547*Y4 + 21.6831*Y5 + 20.917*Y6 + 20.7322*Y7 + 19.2753*Y8 + 21.0133*Y9 + 20.0049*Y10 + 20.7706*Y11 + 26.0239*Y12 + 22.9365*Y13 + 22.4611*Y14 + 18.7924*Y15 + 20.9883*Y16 + 21.4211*Y17 + 19.5372*Y18 + 20.8913*Y19 + 21.6101*Y20 + 21.9292*Y21 = 1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0817*Y12 + 1.0499*Y13 + 1.1613*Y14 + 1*Y15 + 1.0155*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7534*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8155*Y8 + 1*Y9 + 0.9538*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 1 + 0.9679*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9858*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y2$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0086*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3167*Y12 + 1.0386*Y13 + 1.0041*Y14 + 0.8747*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9335*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y3$$

$$1*Y1 + 1.3272*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0333*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7892*Y12 + 1.3152*Y13 + 1.1523*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0340*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.1147*Y20 + 1.2780*Y21 \geq 21*Y4$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 0.9914*Y3 + 0.9677*Y4 + 1*Y5 + 0.9685*Y6 + 0.9700*Y7 + 0.9151*Y8 + 1*Y9 + 0.8973*Y10 + 1*Y11 + 1.1652*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7740*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8193*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y5$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0324*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9319*Y10 + 1*Y11 + 1.2740*Y12 + 1.0631*Y13 + 1.0591*Y14 + 0.8873*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9270*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y6$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0309*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9926*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.2171*Y12 + 1.1513*Y13 + 1.1158*Y14 + 0.8862*Y15 + 1*Y16 + 1.0315*Y17 + 0.9340*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y7$$

$$1*Y1 + 1.2262*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0927*Y5 + 1*Y6 + 1.0074*Y7 + 1*Y8 + 1.0951*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7243*Y12 + 1.3908*Y13 + 1.1673*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0935*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.2490*Y20 + 1.3016*Y21 \geq 21*Y8$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9131*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0786*Y12 + 1.0401*Y13 + 1*Y14 + 0.9238*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 0.9640*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y9$$

$$1*Y1 + 1.0483*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.1144*Y5 + 1.0730*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4723*Y12 + 1.1570*Y13 + 1.1693*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0262*Y17 + 1*Y18 + 1.0537*Y19 + 1*Y20 + 1.1113*Y21 \geq 21*Y10$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.0177*Y21 \geq 21*Y11$$

$$0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

$$0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

$$0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

$$1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15$$

$$0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17$$

$$1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, Y14, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y21 \geq 0$$

*KVB 20 için VZAHS Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

*Kısıtlar:*

$$20.7226*Y1 + 21.6493*Y2 + 20.924*Y3 + 19.5547*Y4 + 21.6831*Y5 + 20.917*Y6 + 20.7322*Y7 + 19.2753*Y8 + 21.0133*Y9 + 20.0049*Y10 + 20.7706*Y11 + 26.0239*Y12 + 22.9365*Y13 + 22.4611*Y14 + 18.7924*Y15 + 20.9883*Y16 + 21.4211*Y17 + 19.5372*Y18 + 20.8913*Y19 + 21.6101*Y20 + 21.9292*Y21 = 1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0817*Y12 + 1.0499*Y13 + 1.1613*Y14 + 1*Y15 + 1.0155*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7534*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8155*Y8 + 1*Y9 + 0.9538*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 1 + 0.9679*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9858*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y2$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0086*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3167*Y12 + 1.0386*Y13 + 1.0041*Y14 + 0.8747*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9335*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y3$$

$$1*Y1 + 1.3272*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0333*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7892*Y12 + 1.3152*Y13 + 1.1523*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0340*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.1147*Y20 + 1.2780*Y21 \geq 21*Y4$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 0.9914*Y3 + 0.9677*Y4 + 1*Y5 + 0.9685*Y6 + 0.9700*Y7 + 0.9151*Y8 + 1*Y9 + 0.8973*Y10 + 1*Y11 + 1.1652*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7740*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8193*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y5$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0324*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9319*Y10 + 1*Y11 + 1.2740*Y12 + 1.0631*Y13 + 1.0591*Y14 + 0.8873*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9270*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y6$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0309*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9926*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.2171*Y12 + 1.1513*Y13 + 1.1158*Y14 + 0.8862*Y15 + 1*Y16 + 1.0315*Y17 + 0.9340*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y7$$

$$1*Y1 + 1.2262*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0927*Y5 + 1*Y6 + 1.0074*Y7 + 1*Y8 + 1.0951*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7243*Y12 + 1.3908*Y13 + 1.1673*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0935*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.2490*Y20 + 1.3016*Y21 \geq 21*Y8$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9131*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0786*Y12 + 1.0401*Y13 + 1*Y14 + 0.9238*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 0.9640*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y9$$

$$1*Y1 + 1.0483*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.1144*Y5 + 1.0730*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4723*Y12 + 1.1570*Y13 + 1.1693*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0262*Y17 + 1*Y18 + 1.0537*Y19 + 1*Y20 + 1.1113*Y21 \geq 21*Y10$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.0177*Y21 \geq 21*Y11$$

$$0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

$$0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

$$0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

$$1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15$$

$$0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17$$

$$1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, Y14, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y21 \geq 0$$

*KVB 21 için VZAHS Modeli*

*Amaç fonksiyonu:*

$$\text{maks } 1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

*Kısıtlar:*

$$20.7226*Y1 + 21.6493*Y2 + 20.924*Y3 + 19.5547*Y4 + 21.6831*Y5 + 20.917*Y6 + 20.7322*Y7 + 19.2753*Y8 + 21.0133*Y9 + 20.0049*Y10 + 20.7706*Y11 + 26.0239*Y12 + 22.9365*Y13 + 22.4611*Y14 + 18.7924*Y15 + 20.9883*Y16 + 21.4211*Y17 + 19.5372*Y18 + 20.8913*Y19 + 21.6101*Y20 + 21.9292*Y21 = 1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0817*Y12 + 1.0499*Y13 + 1.1613*Y14 + 1*Y15 + 1.0155*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y1$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7534*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8155*Y8 + 1*Y9 + 0.9538*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 1 + 0.9679*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9858*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y2$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0086*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3167*Y12 + 1.0386*Y13 + 1.0041*Y14 + 0.8747*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9335*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y3$$

$$1*Y1 + 1.3272*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0333*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7892*Y12 + 1.3152*Y13 + 1.1523*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0340*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.1147*Y20 + 1.2780*Y21 \geq 21*Y4$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 0.9914*Y3 + 0.9677*Y4 + 1*Y5 + 0.9685*Y6 + 0.9700*Y7 + 0.9151*Y8 + 1*Y9 + 0.8973*Y10 + 1*Y11 + 1.1652*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7740*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8193*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y5$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0324*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9319*Y10 + 1*Y11 + 1.2740*Y12 + 1.0631*Y13 + 1.0591*Y14 + 0.8873*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9270*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y6$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0309*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9926*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.2171*Y12 + 1.1513*Y13 + 1.1158*Y14 + 0.8862*Y15 + 1*Y16 + 1.0315*Y17 + 0.9340*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y7$$

$$1*Y1 + 1.2262*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.0927*Y5 + 1*Y6 + 1.0074*Y7 + 1*Y8 + 1.0951*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.7243*Y12 + 1.3908*Y13 + 1.1673*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0935*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1.2490*Y20 + 1.3016*Y21 \geq 21*Y8$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.9131*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0786*Y12 + 1.0401*Y13 + 1*Y14 + 0.9238*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 0.9640*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y9$$

$$1*Y1 + 1.0483*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1.1144*Y5 + 1.0730*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4723*Y12 + 1.1570*Y13 + 1.1693*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.0262*Y17 + 1*Y18 + 1.0537*Y19 + 1*Y20 + 1.1113*Y21 \geq 21*Y10$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.3314*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9642*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1.0177*Y21 \geq 21*Y11$$

$$0.9244*Y1 + 1*Y2 + 0.7594*Y3 + 0.5589*Y4 + 0.8581*Y5 + 0.7849*Y6 + 0.8216*Y7 + 0.5799*Y8 + 0.9271*Y9 + 0.6791*Y10 + 0.7510*Y11 + 1*Y12 + 0.9807*Y13 + 1*Y14 + 0.6642*Y15 + 0.9964*Y16 + 0.8572*Y17 + 0.6892*Y18 + 0.7172*Y19 + 0.9788*Y20 + 0.9889*Y21 \geq 21*Y12$$

$$0.9523*Y1 + 1*Y2 + 0.9628*Y3 + 0.7603*Y4 + 1*Y5 + 0.9406*Y6 + 0.8685*Y7 + 0.7189*Y8 + 0.9614*Y9 + 0.8642*Y10 + 1*Y11 + 1.0196*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7084*Y15 + 1*Y16 + 0.9560*Y17 + 0.7741*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y13$$

$$0.8610*Y1 + 1*Y2 + 0.9959*Y3 + 0.8677*Y4 + 1*Y5 + 0.9441*Y6 + 0.8961*Y7 + 0.8566*Y8 + 1*Y9 + 0.8551*Y10 + 1*Y11 + 1*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.7506*Y15 + 0.9763*Y16 + 1*Y17 + 0.7842*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y14$$

$$1*Y1 + 1.0330*Y2 + 1.1432*Y3 + 1*Y4 + 1.2918*Y5 + 1.1269*Y6 + 1.1283*Y7 + 1*Y8 + 1.0823*Y9 + 1*Y10 + 1.0370*Y11 + 1.5054*Y12 + 1.4115*Y13 + 1.3322*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1.26*Y17 + 1.0184*Y18 + 1.0797*Y19 + 1.2362*Y20 + 1.1363*Y21 \geq 21*Y15$$

$$0.9846*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0036*Y12 + 1*Y13 + 1.0242*Y14 + 1*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 1*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y16$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.9670*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 0.9693*Y7 + 0.9144*Y8 + 1*Y9 + 0.9744*Y10 + 1*Y11 + 1.1665*Y12 + 1.0460*Y13 + 1*Y14 + 0.7936*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.8602*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y17$$

$$1*Y1 + 1.0144*Y2 + 1.0711*Y3 + 1*Y4 + 1.2205*Y5 + 1.0786*Y6 + 1.0706*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.4507*Y12 + 1.2918*Y13 + 1.2751*Y14 + 0.9819*Y15 + 1*Y16 + 1.1624*Y17 + 1*Y18 + 1.0405*Y19 + 1.0672*Y20 + 1.0951*Y21 \geq 21*Y18$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 1*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 1*Y8 + 1*Y9 + 0.9489*Y10 + 1*Y11 + 1.3942*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.9261*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9610*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y19$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.8971*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.8006*Y8 + 0.9471*Y9 + 1*Y10 + 1*Y11 + 1.0216*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8089*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9369*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y20$$

$$1*Y1 + 1*Y2 + 1*Y3 + 0.7824*Y4 + 1*Y5 + 1*Y6 + 1*Y7 + 0.7682*Y8 + 1*Y9 + 0.8997*Y10 + 0.9825*Y11 + 1.0112*Y12 + 1*Y13 + 1*Y14 + 0.8800*Y15 + 1*Y16 + 1*Y17 + 0.9131*Y18 + 1*Y19 + 1*Y20 + 1*Y21 \geq 21*Y21$$

$$Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9, Y10, Y11, Y12, Y13, Y14, Y15, Y16, Y17, Y18, Y19, Y20, Y21 \geq 0$$



## ÖZGEÇMİŞ

### KİMLİK BİLGİLERİ

**Adı Soyadı** : Ayşe Kübra KILIÇ  
**Doğum Yeri** : Ankara  
**Doğum Tarihi** : 29.08.1994  
**E-posta** : kkubra94@hotmail.com

### EĞİTİM BİLGİLERİ

**Lise** : Denizli Lisesi (Anadolu)  
**Lisans** : Pamukkale Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi  
İşletme Bölümü  
**Yüksel Lisans** : Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü  
İşletme Ana Bilim Dalı Sayısal Yöntemler Programı