

TOBB EKONOMİ VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SAĞLIK SEKTÖRÜNDE VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN UYGULANMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuvana Başak GÜNEY VERGÜN

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Tahir HANALIOĞLU

Eş Danışman: Doç Dr. Babek ERDEBİLLİ

AĞUSTOS 2021

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SAĞLIK SEKTÖRÜNDE VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN UYGULANMASI

Tuvana Başak GÜNEY VERGÜN

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Tahir HANALIOĞLU

Eş Danışman: Doç Dr. Babek ERDEBİLLİ

Tarih: Ağustos 2021

Sağlık sektörü zamanın ilerlemesi ile birlikte ve teknoloji geliştikçe daha önemli ve kritik bir noktada yer almaya başlamıştır. Bu sebeple sağlık alanında yapılan çalışmalar sektörün kendisini geliştirmesi ve yenileyebilmesi adına önem arz etmektedir. Yapılan tez çalışmasında sağlık sektörü ele alınarak belirlenen bazı hastanelerin performansları belirli yöntemler kullanılarak değerlendirilmiştir.

Genel olarak performans değerlendirme alanında çok kriterli karar verme yöntemleri pek çok sektörde uygulanmaktadır. Bu yöntemlerin içerisinde yer alan VZA(Veri Zarflama Analizi) ve AHS(Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemleri ayrı ayrı kullanılmakla beraber VZA/AHS hibrit yöntemi olarak birlikte de değerlendirilebilmektedirler. Bu çalışmada tüm Dünya’da öne çıkan sektörlerden biri olan sağlık sektörü ele alınarak Türkiye’nin başkenti olan Ankara’daki 8 kamu hastanesinin etkinlik performanslarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada ilk olarak kapsamlı bir literatür çalışması yapılarak 166 adet makale incelenmiştir. VZA/AHS sıralı hibrit uygulamasında farklı girdi parametreleri kullanılarak dört farklı senaryo üzerinden çözüm yapılmıştır. Belirlenen ilk senaryo için üç adet girdi değişkeni sırasıyla “Uzman ve Pratisyen Hekim Sayısı”, “Yatak Sayısı” ve “Başvuru Sayısı”dır. Çıktı değişkenleri ise sırasıyla “Ameliyat Sayısı” ve “Yatan Hasta Sayısı”dır. Belirlenen ikinci senaryo için ise ilk senaryodaki girdi değişkenleri

arasında yer alan “Başvuru Sayısı” çıkarılmış, diğer girdi ve çıktı parametreleri ise aynı kalmıştır. Üçüncü senaryo için “Yatak Sayısı” belirli bir miktarda artırılarak diğer parametreler aynı kalmıştır. Dördüncü senaryo için ise “Uzman ve Pretisyen Hekim Sayısı” belirli bir miktarda artırılarak diğer parametreler aynı kalmıştır. Sonrasında her dört senaryo için ayrı ayrı VZA/AHS sıralı hibrit yöntemi ele alınarak çözülmüş ve Karar Verici Bileşenler (KVB) sıralanmıştır. Çözülen hibrit yöntemin ek olarak değerlendirilmesi için Wang ve Chin’in VZA/AHS hibrit yöntemi ile yeniden çözümlenerek sıralama tekrardan yapılmıştır. VZA/AHS modellerinin çözümünde LINGO 19.0 programından destek alınmıştır. Bu çalışmada VZA ve AHS yöntemlerinin ayrı ayrı kullanılması ile yaşanan olumsuz yönler kaldırılarak VZA/AHS yönteminin avantajlarından yararlanılmıştır. Çalışmanın sonucunda hastaneler kendi içlerinde sıralanarak iyileştirilmesi gereken hastaneler çıktı olarak sunulmuştur. Her dört senaryo incelenerek analiz sonuçlarının sıralamaya nasıl etki ettiği yorumlanarak gelecekte yapılabilecek iyileştirmeler ve alınabilecek tedbirler değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Veri Zarflama Analizi, Analitik Hiyerarşi Süreci, VZA/AHS, Sağlık Sektörü.

ABSTRACT

Master of Science

APPLICATION OF DATA ENVELOPMENT ANALYSIS IN THE HEALTH SECTOR

Tuvana Başak GÜNEY VERGÜN

TOBB University of Economics and Technology
Institute of Natural and Applied Sciences

Department of Industrial Engineering

Supervisor: Prof Dr. Tahir HANALIOĞLU

Co Supervisor: Doç Dr. Babek ERDEBİLLİ

Date: August 2021

The health sector has become increasingly essential and critical as time progresses and technology develops. For this reason, studies in the field of health are important for the sector to develop and renew itself. In this thesis, the performances of some hospitals, which were determined by considering the health sector, were evaluated using certain methods.

In general, multi-criteria decision-making methods in the field of performance evaluation are applied in many sectors. DEA (Data Envelopment Analysis) and AHP (Analytical Hierarchy Process) methods, which are among these methods, are used separately, but they can also be evaluated together as a DEA/AHP hybrid method. In this study, it is aimed to evaluate the efficiency performances of 8 public hospitals in Ankara, the capital of Turkey, by considering the health sector, which is one of the prominent sectors in the world. In the study, firstly, a comprehensive literature study was made and 166 articles were examined. In the DEA/AHS sequential hybrid application, a solution has been made over four different scenarios using different input parameters. Three input variables for the first scenario determined are "Number of Specialists and Practitioners", "Number of Beds" and "Number of Applications", respectively. Output variables are "Number of Operations" and "Number of

Inpatients”, respectively. For the second scenario determined, "Number of Applications", which is among the input variables in the first scenario, was removed, while other input and output parameters remained the same. For the third scenario, “Number of Beds” was increased by a certain amount and other parameters remained the same. For the fourth scenario, the “Number of Specialists and Practitioners” was increased by a certain amount and other parameters remained the same. Then, for each of the four scenarios, the DEA/AHP sequential hybrid method is handled and solved and Decision Making Components (DMU) are listed. In order to evaluate the solved hybrid method additionally, the ranking was redone by resolving with Wang and Chin's DEA/AHS hybrid method. In the solution of DEA/AHP models, support was received from the LINGO 19.0 program. In this study, the advantages of DEA/AHP method were utilized by removing the negative aspects experienced by using DEA and AHP methods separately. As a result of the study, the hospitals were listed among themselves and the hospitals that needed improvement were presented as output. By examining each of the four scenarios, how the results of the analysis affected the rankings were interpreted and future improvements and measures that could be taken were evaluated.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Analytical Hierarchy Process, DEA / AHP, Health Sector.

TEŐEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren değerli hocalarım Prof. Dr. Tahir HANALIOğLU ve Doç Dr. Babek ERDEBİLLİ'ye, kıymetli tecrübelerinden faydalandığım TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine ve her anlamda yanımda olarak mezuniyetimde çok büyük katkıları olan değerli annem Deniz GÜNEY'e ve değerli babam Nadir GÜNEY'e çok teőekkür ederim. Son olarak, her zaman yanımda olarak bana her anlamda destek veren sevgili eőim Tolga VERGÜN'e çok teőekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
KISALTMALAR	xv
SEMBOL LİSTESİ	xvii
1. GİRİŞ	1
2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ, ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ VE VZA/AHS YÖNTEMİ	3
2.1. Veri Zarflama Analizi (VZA)	3
2.1.1 Veri Zarflama Analizi (VZA) Güçlü ve Zayıf Yönleri	3
2.1.1.1 Veri Zarflama Analizi Güçlü Yönleri	3
2.1.1.2 Veri Zarflama Analizi Zayıf Yönleri	4
2.1.2 VZA Yönteminin Aşamaları	4
2.1.2.1 Karar Verici Bileşenlerin (KVB) Seçilmesi	5
2.1.2.2 Girdi ve Çıktı Değerlerinin Belirlenmesi	5
2.1.2.3 Verilerin Toplanması	5
2.1.2.4 VZA Modelinin Kurulması ve Etkinlik Ölçümü	6
2.1.2.5 Etkinlik Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve İyileştirmeler	6
2.2 Temel VZA Modelleri	6
2.2.1 CCR Modeli	7
2.2.1.1 Girdi Odaklı CCR	7
2.2.1.2 Çıktı Odaklı CCR	8
2.2.2 BCC Modeli	9
2.2.2.1 Girdi Odaklı BCC	10
2.2.2.2 Çıktı Odaklı BCC	11
2.2.3 Toplamsal Model	12
2.3 Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)	12
2.3.1 AHS'nin Aksiyomları	13
2.3.2 AHS İşlem Adımları	14
2.3.2.1 Problemin Tanımlanması	15
2.3.2.2 Hiyerarşik Yapının Oluşturulması	15
2.3.2.3 İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması	15
2.3.2.4 Tutarlılık Oranlarının Hesaplanması	17
2.3.2.5 Öncelik Değerlerine Göre Alternatiflerin Sıralanması	17
2.4 VZA/AHS Yöntemi	18
2.4.1 VZA/AHS Yöntemi Literatür Araştırması	18
2.4.2 Tezin Literatürdeki Yeri	19
2.4.3 VZA/AHS Sıralı Hibrit Yöntemi Uygulama Adımları	20
2.4.4 VZA/AHS Uygulama Adımları (Ramanathan ile Wang-Chin Modeli)	22
3. SAĞLIK ALANINDA VZA UYGULAMALARI LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	25
3.1 Literatür Taraması	25
3.1.1 Literatür Taraması Gözlemleri	28
3.1.2 Literatür Taraması Gözlem Sonuçları	31
4. UYGULAMA	33
4.1 Çalışmanın Amacı	33

4.1.1 Karar Verici Bileşenlerin Belirlenmesi	33
4.1.2 Uygulamada Kullanılacak Girdi ve Çıktı Parametrelerinin Belirlenmesi ..	34
4.1.3 Uygulamalarda Kullanılacak Veriler	35
4.2 Birinci Senaryo İçin VZA/AHS Sıralı Hibrit Uygulaması	36
4.2.1 Tutarlılık Analizi	38
4.3 Birinci Senaryo İçin VZA/AHS Uygulaması (Wang-Chin Modeli)	39
4.4 İkinci Senaryo İçin VZA/AHS Sıralı Hibrit ve VZA/AHS Wang-Chin Modeli Uygulaması	44
4.4.1 İkinci Senaryo İçin VZA/AHS Sıralı Hibrit Uygulaması	44
4.4.2 İkinci Senaryo İçin VZA/AHS Uygulaması (Wang-Chin Modeli)	46
4.5 Üçüncü Senaryo İçin VZA/AHS Sıralı Hibrit ve VZA/AHS Wang-Chin Modeli Uygulaması	47
4.5.1 Üçüncü Senaryo İçin VZA/AHS Sıralı Hibrit Uygulaması	47
4.5.2 Üçüncü Senaryo İçin VZA/AHS Uygulaması (Wang-Chin Modeli)	49
4.6 Dördüncü Senaryo İçin VZA/AHS Sıralı Hibrit ve VZA/AHS Wang-Chin Modeli Uygulaması	50
4.6.1 Dördüncü Senaryo İçin VZA/AHS Sıralı Hibrit Uygulaması	50
4.6.2 Dördüncü Senaryo İçin VZA/AHS Uygulaması (Wang-Chin Modeli)	52
4.7 Duyarlılık Analizi	53
4.8 İki Model Arasında İstatistik Testi	53
5. SONUÇLAR	55
6. KAYNAKLAR	59
7. EKLER	69
EK 1 – İncelenen Yayınların Tam Listesi	69
EK 2 –Birinci Senaryo İçin VZA/AHS Yöntemi Karşılaştırma Matrisi KVB 1 İçin LİNGO Çıktıları	83
EK 3 –İkinci Senaryo İçin VZA/AHS Yöntemi Karşılaştırma Matrisi KVB 1 İçin LİNGO Çıktıları	85
EK 4 –Üçüncü Senaryo İçin VZA/AHS Yöntemi Karşılaştırma Matrisi KVB 1 İçin LİNGO Çıktıları	87
EK 5 –Dördüncü Senaryo İçin VZA/AHS Yöntemi Karşılaştırma Matrisi KVB 1 İçin LİNGO Çıktıları	89
EK 6 –Birinci Senaryo İçin VZA/AHS Wang-Chin Modeli LİNGO Çıktıları	91
EK 7 –İkinci Senaryo İçin VZA/AHS Wang-Chin Modeli LİNGO Çıktıları	93
EK 8 –Üçüncü Senaryo İçin VZA/AHS Wang-Chin Modeli LİNGO Çıktıları	95
EK 9 –Üçüncü Senaryo İçin VZA/AHS Wang-Chin Modeli LİNGO Çıktıları	97

TABLolar LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1 : Veri Zarflama Analizine Dâhil Edilen KVB Sayısı.....	5
Tablo 2.2 : CCR Modeli İndisleri.....	7
Tablo 2.3 : BCC Modeli İndisleri.....	10
Tablo 2.4 : AHS Ölçeğinin Dereceleri (Saaty, 1990).....	16
Tablo 2.5 : VZA/AHS Yöntemi E Matrisi.....	21
Tablo 2.6 : VZA/AHS Yöntemi A Matrisi.....	21
Tablo 4.1 : Karar Verici Bileşenler.....	34
Tablo 4.2 : Birinci Senaryo İçin Belirlenen Girdi ve Çıktı Parametreleri.....	34
Tablo 4.3 : İkinci Senaryo İçin Belirlenen Girdi ve Çıktı Parametreleri.....	34
Tablo 4.4 : Üçüncü Senaryo İçin Belirlenen Girdi ve Çıktı Parametreleri.....	35
Tablo 4.5 : Dördüncü Senaryo İçin Belirlenen Girdi ve Çıktı Parametreleri.....	35
Tablo 4.6 : Uygulamada Kullanılacak Veriler.....	36
Tablo 4.7 : E Matrisi.....	37
Tablo 4.8 : A Matrisi.....	37
Tablo 4.9 : A^4 Matrisi.....	38
Tablo 4.10 : A^1 Matrisi ve Sıralama.....	38
Tablo 4.11 : VZA/AHS Wang-Chin Modeli Sonuçları ve Sıralama.....	43
Tablo 4.12 : E Matrisi.....	44
Tablo 4.13 : A Matrisi.....	45
Tablo 4.14 : A^4 Matrisi.....	45
Tablo 4.15 : A^1 Matrisi ve Sıralama.....	45
Tablo 4.16 : VZA/AHS Wang-Chin Modeli Sonuçları ve Sıralama.....	46
Tablo 4.17 : E Matrisi.....	47
Tablo 4.18 : A Matrisi.....	48
Tablo 4.19 : A^4 Matrisi.....	48
Tablo 4.20 : A^1 Matrisi ve Sıralama.....	48
Tablo 4.21 : VZA/AHS Wang-Chin Modeli Sonuçları ve Sıralama.....	49
Tablo 4.22 : E Matrisi.....	50
Tablo 4.23 : A Matrisi.....	51
Tablo 4.24 : A^4 Matrisi.....	51
Tablo 4.25 : A^1 Matrisi ve Sıralama.....	51
Tablo 4.26 : VZA/AHS Wang-Chin Modeli Sonuçları ve Sıralama.....	52
Tablo 5.1 : Birinci Senaryo İçin VZA/AHS Sıralı Hibrit ve VZA/AHS Wang-Chin Modeli Etkinlik Değerleri ve Sıralamaları.....	56
Tablo 5.2 : İkinci Senaryo İçin VZA/AHS Sıralı Hibrit ve VZA/AHS Wang-Chin Modeli Etkinlik Değerleri ve Sıralamaları.....	57
Tablo 5.3 : Üçüncü Senaryo İçin VZA/AHS Sıralı Hibrit ve VZA/AHS Wang-Chin Modeli Etkinlik Değerleri ve Sıralamaları.....	57
Tablo 5.4 : Dördüncü Senaryo İçin VZA/AHS Sıralı Hibrit ve VZA/AHS Wang-Chin Modeli Etkinlik Değerleri ve Sıralamaları.....	58



ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Veri Zarflama Analizi Aşamaları.....	4
Şekil 2.2 : Analitik Hiyerarşi Süreci Aşamaları.	14
Şekil 2.3 : AHS Hiyerarşik Yapısı.....	15
Şekil 3.1 : PRISMA Diyagramı Arama Süreci.....	28
Şekil 3.2 : İncelenen Makalelerin Yayın Dili Dağılımı	28
Şekil 3.3 : İncelenen Makalelerin Yıllara Göre Dağılımı	29
Şekil 3.4 : Konu İle İlgili Çalışma Yapılan Ülkeler/Bölgeler	29
Şekil 3.5 : Kullanılan Girdi Değişkenleri.....	30
Şekil 3.6 : Kullanılan Çıktı Değişkenleri	30
Şekil 3.7 : Kullanılan Model/Yöntemler	30
Şekil 3.8 : Kullanılan Anahtar Kelimeler.....	31





KISALTMALAR

VZA	: Veri Zarflama Analizi
AHS	: Analitik Hiyerarşi Süreci
AHP	: Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Süreci)
KVB	: Karar Verici Bileşen
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü)
BCC	: Banker, Charnes ve Cooper
CCR	: Chares, Cooper ve Rhodes
CRS	: Constant Return to Scale (Ölçeğe Göre Sabit Getiri)
VRS	: Variable Returns to Scale (Ölçeğe Göre Değişken Getiri)
DEA	: Data Envelopment Analysis (Veri Zarflama Analizi)
DMU	: Decision Making Unit (Karar Verici Bileşen)
MI	: Malmquist Index (Malmquist Endeksi)



SEMBOL LİSTESİ

Bu çalışmada kullanılmış olan simgeler açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
n	Karar Verme Birimi sayısı
m	Girdi sayısı
s	Çıktı sayısı
v_i	Etkinliği ölçülen karar verme birimi tarafından i . girdiye verilen ağırlık
x_{ik}	Etkinliği ölçülen k . karar verme biriminin i . girdi miktarı
u_r	Etkinliği ölçülen karar verme birimi tarafından r . çıktıya verilen ağırlık
y_{rk}	Etkinliği ölçülen k . karar verme biriminin r . çıktı miktarı
x_{ij}	j . karar verme biriminin i . girdi miktarı
y_{rj}	j . karar verme biriminin r . çıktı miktarı
μ_0	Ölçeğe göre getirinin yönüyle ilgili değişken
e_{k,k^1}	k . KVB'in verimliliği, k^1 . KVB ile karşılaştırıldığında



1. GİRİŞ

Sağlık sektörünün günümüzdeki önemi zaman geçtikçe artmaktadır. Sağlık sektörüne duyulan ihtiyaç ve zamanla gelişen teknolojik gelişmeler sayesinde hastaneler sürekli iyileştirme yaparak daha iyi bir konumda olmaya çaba sarf etmektedirler. Bu yüzden bir ülkenin sağlık sektörünün performansının o ülkenin kalkınmasında çok büyük etkilerinin olduğu çıkarımı rahatlıkla yapılabilmektedir. Bu denli büyük ve gelişmekte olan bir sektörün ülkemizde de gelişmesine katkıda bulunmak amacı ile pek çok çalışma yapılarak ve performans ölçüm yöntemleri kullanılarak sağlık kuruluşları değerlendirilmekte ve çeşitli öneriler sunulmaktadır.

Bu tezin yazılmasındaki amaç; Ankara'da seçilen kamu hastanelerinin sağlık performanslarını Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemlerini birlikte kullanılarak değerlendirilmesidir. Değerlendirme sonucunda hastanelerin performanslarına göre kendi aralarında sıralanması hedeflenmektedir. Çalışma sonucunda VZA/AHS sıralı hibrit yöntemi ile etkinliklerine göre sıralanan hastanelerin sağlık sektöründe kendilerini konumlandırabilmeleri için ipuçları elde edilmiştir.

Bu çalışma giriş bölümü hariç tutulursa dört ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde temel olarak VZA, AHS ve VZA/AHS yöntemlerinden bahsedilmektedir.

Yukarıda verilen üç yöntemin hangi adımlarından detaylı olarak bahsedildiği aşağıda yer almaktadır;

- VZA için; yöntemin güçlü ve zayıf yönleri, aşamaları ve temel VZA modellerinden bahsedilmektedir.
- AHS için; yöntemin aksiyomları ve işlem adımlarından bahsedilmektedir.
- VZA/AHS için; yöntemin literatür araştırması, VZA/AHS sıralı hibrit ve VZA/AHS Wang-Chin modelinin uygulama adımlarından bahsedilmektedir.

İkinci bölüm ise VZA yöntemi ile sağlık alanında yapılan çalışmalar ve VZA/AHS sıralı hibrit yöntemi kullanılarak yayınlanan çalışmaların detaylı literatür taramasını içermektedir. Literatür taramasında sağlık sektöründe VZA yöntemi uygulanan 166 makale kapsamlı olarak incelenmiş olup detaylı bir araştırma yapılmıştır. Ek olarak, VZA/AHS sıralı hibrit yöntemi kullanılarak yayınlanan çalışmalar incelenmiştir.

Üçüncü bölümde ilk olarak Karar Verici Bileşenlerin (KVB) belirlenmesi, her dört senaryo için girdi-çıkıtı parametrelerinin belirlenmesi ve veriler hakkında detaylı bilgilere yer verilmiştir. İlk senaryoda girdi değişkenleri “Uzman ve Pratisyen Hekim Sayısı”, “Yatak Sayısı”, “Başvuru Sayısı” ve çıkıtı değişkenleri “Ameliyat Sayısı” ile “Yatan Hasta Sayısı” olarak belirlenirlerken, ikinci senaryoda girdi değişkenlerinden biri olan “Başvuru Sayısı” çıkarılarak, üçüncü senaryoda “Yatak Sayısı” girdi parametresi belirli bir oranda artırılarak diğer parametreler aynı kalarak, dördüncü senaryoda ise “Uzman ve Pratisyen Hekim Sayısı” belirli bir oranda artırılarak diğer parametreler aynı kalarak analizler yapılmıştır.

Dördüncü bölümde mevcut veriler ile her dört senaryo için VZA/AHS sıralı hibrit yöntemi uygulanarak KVB’ler sıralanmıştır. Sonrasında VZA/AHS Wang-Chin modeli çözülerek KVB’lerin etkinlik sıralamaları yeniden yapılmıştır. Modellerin çözümü için LİNGO 19.0 programından yararlanılmıştır. Uygulanan dört senaryoda KVB’ler için sıralama ve etkinlik performans değerlerinin nasıl değişkenlik gösterdiği yorumlanmış ve gelecekte yapılabilecek çalışmalardan bahsedilerek tez çalışması tamamlanmıştır.

2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ, ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ VE VZA/AHS YÖNTEMİ

2.1. Veri Zarflama Analizi (VZA)

Parametrik olmayan bir yaklaşım olan VZA performans yönetim sistemlerinde ilk sıralarda yer almaktadır. VZA, Karar Verici Bileşenlerin (KVB) performanslarını doğrusal programlama yöntemi ile belirlemeye çalışır. VZA, 1978 yılında Charles, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilmiştir (Charnes A., 1978). Farklı bir şekilde tanımlamak gerekirse VZA, girdi ve çıktıların mukayese edilmesinin güçlük vereceği durumlarda birimlerin etkinliklerini ölçebilmek amacı ile ele alınan bir tekniktir (Dyson vd., 1990). Etkinliklerin değerlerini 0-1 aralığında belirleyerek performanslarını gösteren VZA, çıktıların girdilere oranını ölçerek KVB'lerin birbirleri ile mukayese edildiği etkinliklerini ölçer. Etkinlik değerinin 1 olarak bulunduğu birimler tam etkin anlamını taşımaktadır. 1 dışında değer alan birimler etkin olmayan olarak nitelendirilebilmektedir (Ayçin E., 2019).

2.1.1 Veri Zarflama Analizi (VZA) Güçlü ve Zayıf Yönleri

Etkin olmayan karar verici bileşenlerin etkinliklerinin iyileştirilmesi için nelerin yapılması gerektiği hususlarında yol gösterici bir yöntem olan VZA'nın güçlü ve zayıf yönlerinden aşağıda bahsedilmiştir.

2.1.1.1 Veri Zarflama Analizi Güçlü Yönleri

- Aydemir'e göre "VZA girdi ve çıktı verilerinin rassal bir mekanizma ile üretilmediğini, deterministik olduğunu varsaymaktadır. Bu sebepten dolayı parametrik olmayan ve verilerin belirli bir fonksiyonel dağılım kuralına uyması gibi bir varsayımı taşımayan bir verimlilik analizi yöntemi olarak kullanılmaktadır (Aydemir, 2002)."
- VZA birçok girdi ve çıktıyı bir arada değerlendirerek kapsamlı bir değerlendirme yapmamıza olanak sağlar.
- Birbirleri ile aynı birimlere sahip olmayan girdi ve çıktı değerleri bulunabilmektedir.
- Parametrik olan yöntemlerde görüldüğü üzere girdi ve çıktı değerlerinin ilişkilerinin fonksiyonel bağlantısının olması zorunluluğu yoktur.

2.1.1.2 Veri Zarflama Analizi Zayıf Yönleri

- “VZA parametrik olmayan bir teknik olduğu için, sonuçlara istatistiksel hipotez testlerinin uygulanması zordur (Esenbel vd., 2000).”
- Girdi ve çıktı değişkenleri birbirleri ile bağlantılı olduğu için KVB'lere uygun olacak biçimde ve birbiri ile bağlantılı olarak girdi ve çıktı değişkenleri belirlenmelidir. Birbiri ile alakasız ve ilişkilendirilemeyecek parametrelerin belirlenmesi olumsuz sonuçlara yol açabilir.
- KVB'ler için farklı doğrusal modellerin oluşturularak çözülmesi gerektiğinden, çok fazla KVB bulunan analizler için modellerin oluşturulması ve hesaplaması uzun süre alabilmektedir.
- Ölçümlerlerdeki yanılığlara karşı VZA fazla hassastır.

2.1.2 VZA Yönteminin Aşamaları

VZA'nın aşamalarını Şekil 2.1'deki gibi özetlemek mümkündür. Özetlenen aşamaların açıklamaları aşağıda detaylı bir şekilde anlatılmaktadır.



Şekil 2.1: Veri Zarflama Analizi Aşamaları

2.1.2.1 Karar Verici Bileşenlerin (KVB) Seçilmesi

VZA'nın ilk aşaması, yapılacak çalışma için hangi KVB'nin uygun olduğunun belirlenmesidir. KVB'ler mutlaka homojen yapıda olmalıdır.

KVB'ler seçilirken dikkat edilmesi gereken diğer husus ise KVB sayısıdır. Literatürde KVB sayısının belirlenmesi hususunda farklı araştırmalar bulunmaktadır. “n” KVB sayısı, “m” girdi sayısı ve “s” çıktı sayısı olarak düşünürsek bazı literatür araştırmalarında yer verilen hesaplamalar Tablo 2.1'de görülmektedir (Ayçin E., 2019).

Yazarlar	Karar Verme Birimi Sayısı
Golony ve Roll (1989)	$n \geq 2(m + s)$
Dyson vd. (2001)	$n \geq (2m \times s)$
Cooper vd. (2002, 2006)	$n \geq \max\{m \times s, 3(m + s)\}$

Tablo 2.1: Veri Zarflama Analizine Dâhil Edilen KVB Sayısı

2.1.2.2 Girdi ve Çıktı Değerlerinin Belirlenmesi

Girdi ve çıktıların doğru bir şekilde ve analizin amacına uygun olarak belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Uygulanacak analizin amacına uygun olmayacak şekilde belirlenmesi gerçek dışı sonuçlar doğurabilmektedir. Girdi ve çıktı değişkenlerinin gereğinden fazla olması durumunda etkin veya etkin olmayan KVB'lerin belirlenmesi zorlaşmaktadır. Değerlerin belirlenme aşamasında girdi ve çıktılarının bulunması için genel bir kural olmamasına rağmen çok kriterli karar verme tekniklerinden yararlanılabilir.

2.1.2.3 Verilerin Toplanması

Verilerin hatasız ve düzgün olarak elde edilmesi KVB'lerin etkinliklerinin doğru ölçülmesi açısından önem arz etmektedir. Bulanık küme teorisinden faydalanılarak eksik verileri bulunan KVB'ler değerlendirmeye katılabilmektedir (Sarkis, 2007; Kao & Liu, 2000).

2.1.2.4 VZA Modelinin Kurulması ve Etkinlik Ölçümü

Uygun model seçilerek yapılan analize uygun olarak belirli bir amaç doğrultusunda ilerlenmelidir. Analizin amacına uygun olacak şekilde kullanılacak modelin belirlenmesi gerekmektedir. VZA modelleri zarflama şekline göre “ölçeğe göre sabit getirili” ve “ölçeğe göre değişken getirili” modeller olarak sınıflandırılabilir (Ayçin E., 2019). VZA modellerinin çözümü için kullanılan birçok program bulunmaktadır. Bu programlardan bazıları DEA Solver, Excel Solver (Çözücü), DEAP, EMS (Efficiency Measurement System) ve Warwick DEA gibi yazılımlardır.

2.1.2.5 Etkinlik Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve İyileştirmeler

En iyi performansa sahip KVB'nin etkinlik değeri 1'dir ve bu değer o KVB'nin en etkin performansa sahip olduğunu göstermektedir. Etkin olmayan KVB'ler için ise referans kümeleri yeniden belirlenmelidir. Ayrıca etkin hale getirilebilmeleri için girdi ve çıktı değerlerinin ne oranda iyileştirme yapılması gerektiği belirlenerek farklı stratejiler geliştirilmelidir.

2.2 Temel VZA Modelleri

Veri Zarflama Analizi ile ilgili zaman içinde birçok model geliştirilmiştir. Aşağıda yaygın olarak kullanılan CCR modeli, BCC modeli ve Toplamsal Modelden bahsedilmiştir.

“VZA modelleri, zarflama şekli ve etkin olmayan birimlerin etkinlik sınırına olan uzaklıklarına göre sınıflandırılabilir (Paradi ve Schaffnit, 2004; Topçuoğlu, 2015).”

Zarflama Şekline Göre;

- Ölçeğe Göre Sabit Getiri – CCR (Constant Return to Scale – CRS) : Kullanılan girdilerin bileşim oranı değiştirilmeden miktarları artırıldığında, çıktılarında aynı oranda arttığı varsayımı.
- Ölçeğe Göre Değişen Getiri – BCC (Variable Returns to Scale – VRS) : Kullanılan girdilerin bileşim oranı değiştirilmeden miktarları artırıldığında çıktılarının farklı oranda arttığı varsayımı.

Etkin Olmayan Birimlerin Etkinlik Sınırına Olan Uzaklıklarına Göre;

- Girdi Odaklı: Belirli bir çıktı seviyesini değiştirmeden girdi bileşiminin ne kadar azaltılması gerektiğini araştıran model.
- Çıktı Odaklı: Belirli bir girdi seviyesini değiştirmeden çıktı miktarlarının ne kadar artırılması gerektiğini araştıran model.

2.2.1 CCR Modeli

Charnes, Cooper ve Rhodes pek çok girdi ve çıktı parametrelerinin göreliliklerini ölçmeye imkân tanıyan CCR modelini geliştirmişlerdir. Bu modelin çalışma mantığı ölçeye göre sabit getiri varsayımı olarak belirtilebilir. CCR modeli girdi odaklı veya çıktı odaklı olarak kullanılabilir. CCR modelinin temel özelliği, Karar Verici Bileşenlerin (KVB) pek çok sayıdaki girdi ya da çıktıların ağırlığı olan bir girdiye ya da çıktıya indirgenmesidir (Ray, 2004).

n	Karar verme birimi sayısı
m	Girdi sayısı
s	Çıktı sayısı
k	k. karar verme birimi
j	j. karar verme birimi
v_i	Etkinliği ölçülen karar verme birimi tarafından i. girdiye verilen ağırlık
x_{ik}	Etkinliği ölçülen k. karar verme biriminin i. girdi miktarı
u_r	Etkinliği ölçülen karar verme birimi tarafından r. çıktıya verilen ağırlık
y_{rk}	Etkinliği ölçülen k. karar verme biriminin r. çıktı miktarı
x_{ij}	j. karar verme biriminin i. girdi miktarı
y_{rj}	j. karar verme biriminin r. çıktı miktarı

Tablo 2.2: CCR Modeli İndisleri

2.2.1.1 Girdi Odaklı CCR

Girdi odaklı CCR modelinde amaç belirli bir çıktı seviyesini değiştirmeden girdi miktarını azaltmaya çalışılarak etkinliği sağlamaktır.

Model 1: Kesirli Programlama Modeli

Amaç Fonksiyonu

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

Kısıtlar

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

$$v_i, u_r \geq \varepsilon \geq 0$$

$$(j = 1, 2, \dots, n); (i = 1, 2, \dots, m); (r = 1, 2, \dots, s); (k = 1, 2, \dots, n)$$

Yukarıdaki modelde yer alan ilk kısıt tüm karar verici bileşenin etkinlik değerinin 1'i aşamayacağını ifade etmektedir. Kesirli programlama modelinden dönüştürülen doğrusal programlama primal modeli aşağıda yer almaktadır.

Model 2: Doğrusal Programlama Modeli

Amaç Fonksiyonu

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

Kısıtlar

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

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

$$v_i, u_r \geq \varepsilon \geq 0$$

$$(i = 1, 2, \dots, m); (r = 1, 2, \dots, s); (j = 1, 2, \dots, n); (k = 1, 2, \dots, n)$$

Doğrusal programlama modeli çözüldüğünde z değeri 1'e eşit çıktığı takdirde karar verici bileşenin etkin olduğu yorumu yapılacaktır. 1'den daha küçük çıkması durumu ise etkin olmama durumunu göstermektedir (Ayçin E., 2019).

2.2.1.2 Çıktı Odaklı CCR

Çıktı odaklı CCR modelinde amaç belirli bir girdi seviyesini değiştirmeden çıktı miktarını artırmaya çalışılarak etkinliği sağlamaktır.

Model 1: Kesirli Programlama Modeli

Amaç Fonksiyonu

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

Kısıtlar

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

$$v_i, u_r \geq 0$$

$$(j = 1, 2, \dots, n); (i = 1, 2, \dots, m); (r = 1, 2, \dots, s); (k = 1, 2, \dots, n)$$

Model 2: Doğrusal Programlama Modeli

Amaç Fonksiyonu

$$\text{Enk } z = \sum_{i=1}^s v_i x_{ik}$$

Kısıtlar

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

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

$$v_i, u_r \geq 0; (i = 1, 2, \dots, m); (r = 1, 2, \dots, s); (j = 1, 2, \dots, n); (k = 1, 2, \dots, n)$$

Yukarıda yer verilen kesirli programlama modeli doğrusal programlama modeline dönüştürülerek çıktı odaklı CCR modeline ait primal model tanımlanmıştır. Girdi odaklı CCR modelinde belirtildiği gibi doğrusal programlama modeli çözüldüğünde z değeri 1'e eşit çıktığı takdirde karar verici bileşenin etkin olduğu yorumu yapılacaktır. 1'den daha büyük çıkması durumu ise etkin olmama durumunu göstermektedir (Ayçin, E. (2019). Anlaşılabacağı üzere 1'e en yakın olan karar verici bileşen en etkin karar verici bileşen olarak kabul edilebilir.

2.2.2 BCC Modeli

VZA'nın BCC (Baker, Charnes, Cooper) olarak adlandırılan ve ölçüğe göre değişken getiri temeline dayanan diğer modeli Banker ve diğerleri tarafından geliştirilmiştir (Charnes vd., 1994). CCR, girdi odaklı model olarak ölçüğe göre sabit getiri varsayımına dayalı KVB'ler için kullanılırken, BCC çıktı odaklı model olarak ölçüğe göre değişken varsayımına dayalı bilgiyi elde etmek için kullanılmaktadır (Ray, 2004).

<i>n</i>	Karar verme birimi sayısı
<i>m</i>	Girdi sayısı
<i>s</i>	Çıktı sayısı
<i>k</i>	k. karar verme birimi
<i>j</i>	j. karar verme birimi
<i>v_i</i>	Etkinliği ölçülen karar verme birimi tarafından i. girdiye verilen ağırlık
<i>x_{ik}</i>	Etkinliği ölçülen k. karar verme biriminin i. girdi miktarı
<i>u_r</i>	Etkinliği ölçülen karar verme birimi tarafından r. çıktıya verilen ağırlık
<i>y_{rk}</i>	Etkinliği ölçülen k. karar verme biriminin r. çıktı miktarı
<i>x_{ij}</i>	j. karar verme biriminin i. girdi miktarı
<i>y_{rj}</i>	j. karar verme biriminin r. çıktı miktarı
<i>μ₀</i>	Ölçeğe göre getirinin yönüyle ilgili değişken

Tablo 2.3: BCC Modeli İndisleri

2.2.2.1 Girdi Odaklı BCC

BCC modelinin ölçeğe göre değişken getiri varsayımı ile etkinlik analizi yapması CCR modelinin dualine konvekslik kısıtı eklenmesi açısından CCR modelinden farklılık göstermektedir (Ayçin E., 2019).

Konvekslik Kısıtı

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

$$\lambda_j \geq 0$$

Yukarıda yer alan konvekslik kısıtının BCC modeline eklenmesi ile parçalı doğrusal üretim sınırı ortaya çıkmaktadır. BCC modellerinde yer alan μ_0 değişkeni hesaplama sonucu pozitif bir değer çıkarsa ölçeğe göre azalan getiri, negatif bir değer çıkarsa ölçeğe göre artan getiri olarak yorumlayabiliriz (Budak, 2010: 38).

Model 1: Kesirli Programlama Modeli

Amaç Fonksiyonu

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

Kısıtlar

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

$$v_i, u_r \geq 0; (i = 1, 2, \dots, m); (j = 1, 2, \dots, n); (r = 1, 2, \dots, s); (k = 1, 2, \dots, n)$$

$$\mu_0 = \text{işareti kısıtlanmamış}$$

Model 2: Doğrusal Programlama Modeli

Amaç Fonksiyonu

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

Kısıtlar

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

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

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

$$(i = 1, 2, \dots, m); (r = 1, 2, \dots, s); (j = 1, 2, \dots, n); (k = 1, 2, \dots, n)$$

2.2.2.2 Çıktı Odaklı BCC

Çıktı odaklı CCR modelinde olduğu gibi çıktı odaklı BCC modelinde de amaç belirli bir girdi miktarı ile en fazla çıktı miktarını elde etmektir.

Model 1: Kesirli Programlama Modeli

Amaç Fonksiyonu

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

Kısıtlar

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

$$v_i, u_r \geq \varepsilon; (i = 1, 2, \dots, m); (r = 1, 2, \dots, s); (j = 1, 2, \dots, n); (k = 1, 2, \dots, n)$$

$$\mu_0 = \text{işareti kısıtlanmamış}$$

Model 2: Doğrusal Programlama Modeli

Amaç Fonksiyonu

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

Kısıtlar

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

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

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

$$(i = 1, 2, \dots, m); (r = 1, 2, \dots, s); (j = 1, 2, \dots, n); (k = 1, 2, \dots, n)$$

2.2.3 Toplamsal Model

Toplamsal model Charnes, Cooper, Golany, Seiford ve Stuz tarafından geliştirilmiştir. Çeşitli toplamsal modeller bulunmaktadır. En temel toplamsal modellerden biri aşağıda gösterilmektedir (Cooper vd., 2001).

Amaç Fonksiyonu

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

Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{ik} \quad (i = 1, 2, \dots, m); (k = 1, 2, \dots, n)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{rk} \quad (r = 1, 2, \dots, s); (k = 1, 2, \dots, n)$$

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

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m); (r = 1, 2, \dots, s); (j = 1, 2, \dots, n)$$

Toplamsal modelde girdi veya çıktı yönelimli şeklinde bir ayırım yapılmayarak iki durumda birlikte değerlendirilir. Karar verme birimlerinin ne kadar etkin olup olmadığına modelde yer alan s_i^- ve s_i^+ değişkenlerine bakılarak karar verilmektedir. Karar verme birimlerine etkin diyebilmek için s_i^- ve s_i^+ değişkenleri 0'a eşit olmalıdır (Yıldırım B. F. ve Önder E. 2018).

2.3 Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)

Yaygın olarak kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir (Saaty, T. L., 1980). AHS karar vericinin birçok seçenek arasından belirlenerek önem

sırasına göre sıralandığı bir yöntemdir. AHS’de öncelikle amaç belirlenir sonrasında kriterlerin ve alt kriterlerin önem dereceleri belirlenir ve problem tek boyut hale getirilir. AHS aynı zamanda uygulanacağı konu hakkında tecrübe ve bilgi sahibi insanların görüşlerini birleştirerek tek bir sonuç ortaya koyabilmektedir.

AHS’nin hiyerarşik yapısına baktığımız zaman en az üç kademeli olarak yapıyı tanımlayabiliriz. En üst seviyesinde amaç bulunur. İkinci seviyede ana kriterler ve üçüncü seviyede alt kriterler bulunmaktadır. Yapılan karşılaştırmaların tutarlı ve doğru sonuçları verebilmesi için kriterlerin sayısı düzgün tespit edilmelidir. Kriterlerin önem dereceleri arasında fark bulunmamalıdır (Özbek ve Eren, 2013).

AHS yönteminin farklı sektörlerde uygulandığı pek çok örnek bulunmaktadır. Ren ve Lützen (2017), taşımacılık sektöründe enerji kaynaklarından en uygun olanını tespiti için AHS yöntemini Dempster-Shafer teorisi ile kullanarak model geliştirmişlerdir. Kurşunoğlu ve Önder (2015), kömür madeninin havalandırması için fan seçimi yapılmasına yönelik kriterlerin değerlendirmesini AHS yöntemi kullanarak uygulamıştır. Çalışmada üç farklı fan değerlendirilmek üzere dört adet ana kriter ve 10 adet alt kriter belirlenmiştir. Kim vd. (2017), AHS yöntemini kullanarak turizm işletmecileri ve öğrenciler arasındaki temel yeterliliklerdeki algısal farklılıkları değerlendirmişlerdir (Özbek A., 2017).

2.3.1 AHS’nin Aksiyomları

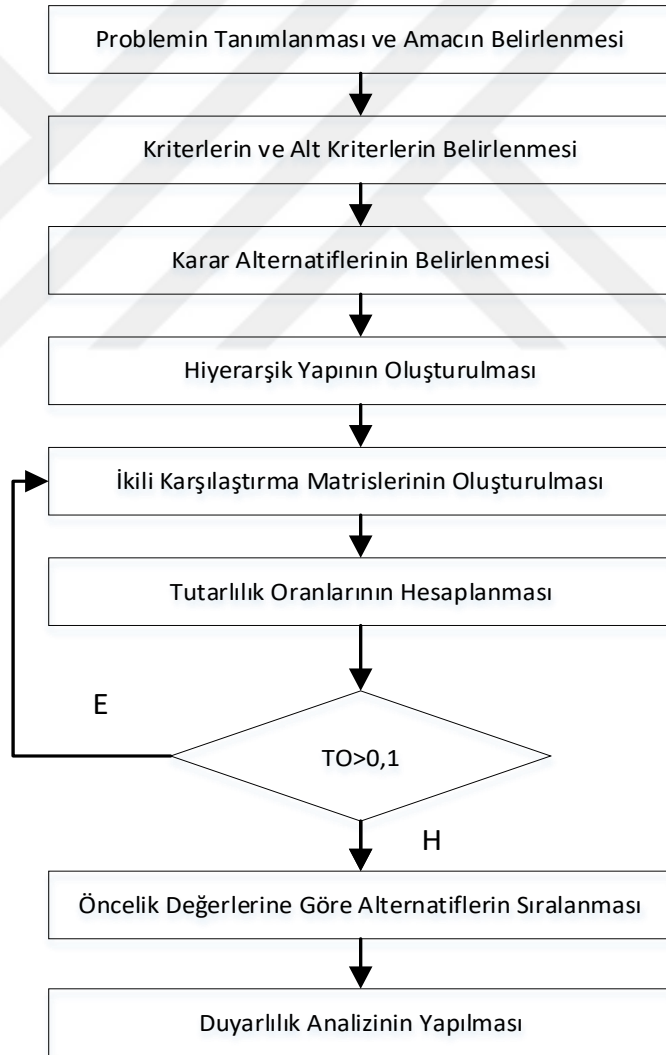
Saaty tarafından geliştirilen dört farklı AHS aksiyomu bulunmaktadır.

- 1. Karşılıklı Kıyas:** Karşılaştırma matrisleri yazılırken kullanılan bu aksiyomda ise bir a ölçütü b ölçütüne göre y katı kadar önemli ise, b ölçütü de a’ya göre 1/y katı kadar önemlidir denilebilmektedir ($a_{ij} = 1/a_{ji}$).
- 2. Homojenlik:** Bu aksiyomda karşılaştırılan kriterler birbirlerinden farklı olmamalıdır. Farklı olması durumunda yanlış sonuçlar alınabilmektedir (Kuruüzüm A., ve Atsan N., 2001).
- 3. Bağımsızlık:** Kriterler ve alternatifler arasında herhangi bir bağ bulunmamalıdır. Bu şekilde problemin formüle edilebilmesi hiyerarşik olarak sağlanabilmektedir.

- 4. Beklentiler:** Analitik Hiyerarşi Süreci karar vericinin beklentilerini karşılamalı ve öncelik sıralamaları karar vericinin tahminleri ile çok büyük farklılıklar göstermemelidir.

2.3.2 AHS İşlem Adımları

AHS işlemi kurgulanırken bazı adımların uygulanması gerekir. Sırasıyla problemin tanımlanarak amacın belirlenmesi, kriterlerin ve alt kriterlerin belirlenmesi, karar alternatiflerinin belirlenmesi, hiyerarşik yapının oluşturulması, ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması, tutarlılık oranlarının hesaplanması, öncelik değerlerinin bulunarak alternatiflerin sıralanması ve son olarak duyarlılık analizinin yapılması ile süreç tamamlanmaktadır. Şekil 2.2’de sürecin adımları yer almaktadır.



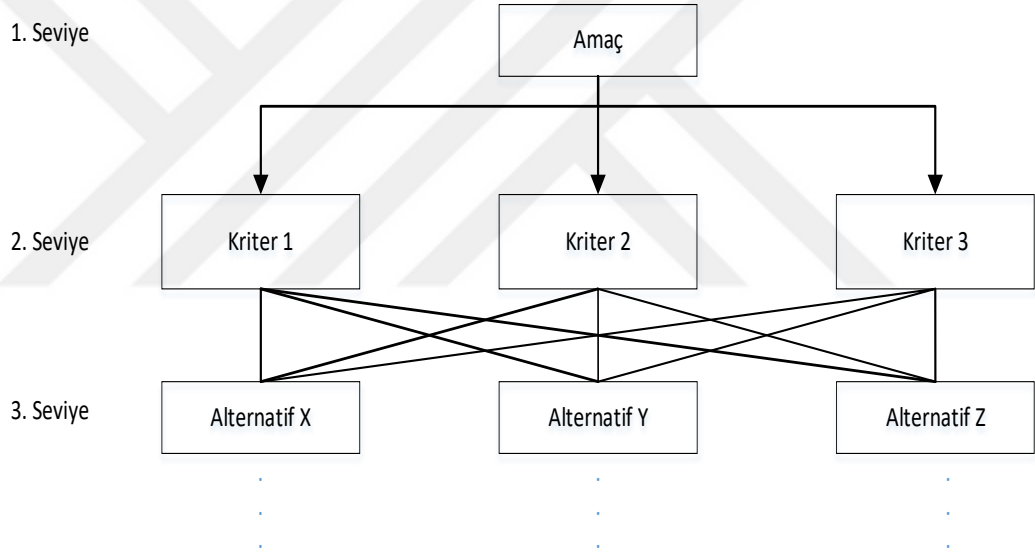
Şekil 2.2: Analitik Hiyerarşi Süreci Aşamaları

2.3.2.1 Problemin Tanımlanması

Öncelikle uygulanması planlanan problemin AHS yöntemine uygun olup olmadığının değerlendirilmesi gerekmektedir. Uygunluğu belirlenen problem alt problemlere ayrılarak çözüm adımları oluşturulmaktadır. Belirlenen ana ve alt kriterlerin anlaşılır bir şekilde ve açıkça oluşturulması gerekmektedir.

2.3.2.2 Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Hiyerarşik yapının en üst kısmında amaç yer alır. İkinci seviyede yer alan kriterlerin amacına uygun olacak şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Sonrasında eğer varsa amacına uygun olacak şekilde alternatifler belirlenir. Aşağıda genel hiyerarşik yapı görülmektedir.



Şekil 2.3: AHS Hiyerarşik Yapısı

2.3.2.3 İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması

İkili karşılaştırma yapılırken Saaty tarafından önerilen 1-9 karşılaştırma ölçeği kullanılarak matris oluşturulur. Karşılaştırma matrisi oluşturulduktan sonra alanında uzman kişilerden değerlendirmeler alınarak ölçeklendirmeler yapılır. Saaty'nin 1-9 ölçeğinin yer aldığı tablo aşağıda yer almaktadır.

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Derecede Önemli	İki faaliyet hedefe eşit derecede katkıda bulunmaktadır
3	Orta Derece Önemli	Deneyim ve muhakemelere göre bir faaliyet diğerine göre biraz üstün kılınmaktadır
5	Kuvvetli Derecede Önemli	Bir faaliyet diğerinden kuvvetli derecede daha önemlidir
7	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Bir faaliyet diğerinden çok kuvvetli derecede daha önemlidir
9	Kesin Önemli	Bir faaliyet diğerinden mümkün olan en yüksek derecede daha önemlidir
2,4,6,8	Ara Değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılan ara değerlerdir

Tablo 2.4: AHS Ölçeğinin Dereceleri (Saaty, 1990)

Karşılıklı değerlendirmeler yapılırken Tablo 2.4'te yer alan ölçeklerden yararlanılarak ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Bu matrisin köşegen elemanları 1'dir. Köşegen elemanları dışında kalan değerleri ise $a_{ji} = 1/a_{ij}$ olan kare matristir. Matriste yer alan a_{ij} değeri, i.karar alternatifi ya da kriterinin, j. karar alternatifi ya da kriteri ile karşılaştırılması sırasında kullanılan kişisel görüşlerdir. İkili karşılaştırma matrisinin genel yapısı aşağıda gösterilmiştir (Ayçin E., 2019).

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nm} \end{bmatrix}$$

2.3.2.4 Tutarlılık Oranlarının Hesaplanması

AHS’de ikili karşılaştırma matrisine bağlı olarak ölçeklendirilen karar kriterleri ve alternatiflerin öncelik değerleri hesaplanırken yapılan karşılaştırmalarda tutarsızlıklar veya yanlışlar meydana gelebilir. Bu tutarlılığın yüzde kaç olduğunun belirlenmesi için bir Tutarlılık Oranı hesaplaması yapılmaktadır. Tutarlılık oranının 0,1’den küçük olması kabul edilebilir bir oran olarak sayılırken 0,1’den büyük olması halinde tekrar değerlendirme yapılmalıdır. Tutarlılık oranı hesaplanırken izlenecek adımlar aşağıdaki şekilde sıralanmıştır (Yıldırım B. F. ve Önder E. 2018).

1. Karşılaştırma matrisinin satırları için sütunlarda bulunan öğelerin ağırlıkları toplamı hesaplanır.
2. Karşılaştırma matrisinin her bir sütunundaki öge, elde edilen toplam sütun ağırlığına bölünerek normalize edilmiş matris hesaplanır.
3. Normalize edilmiş matrisin her satırının ortalaması alınarak “Öncelikler Vektörü” hesaplanır.
4. Öncelikler vektörü hesaplandıktan sonra, elde edilen vektör başlangıçta verilen karşılaştırma matrisi ile çarpılarak, karşılaştırma matrisini dikkate alan, “Tüm Öncelikler Matrisi” oluşturulur.
5. CI: Tutarlılık İndeksi olup aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)}$$

6. Tutarlılık Oranının (CR) hesaplanabilmesi için aşağıdaki formül kullanılmaktadır (Yıldırım B. F. ve Önder E. 2018).

$$CR = \frac{CI}{RI(Rassallık\ İndeksi)}$$

2.3.2.5 Öncelik Değerlerine Göre Alternatiflerin Sıralanması

Alternatiflerin sıralanmasında kriterler için kendi aralarında karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Seçenekler için ise her kritere göre ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak öncelik vektörleri belirlenir. Kriterlerin genel önceliklerini belirleyebilmek için alt kriterlerin yerel öncelikleri ile ana kriterlerin önceliği çarpılmalıdır. Her kriterin genel ağırlığı ile seçeneklerin o alt kritere göre olan tercih değerleri çarpılarak her seçeneğin ağırlık değerleri belirlenmiş olur. Tüm seçeneklerin ağırlıklı değerleri toplanarak o seçeneğin sıralama değeri bulunur. Bulunan sıralama değerleri büyükten küçüğe sıralanarak en uygun seçenek belirlenir (Özbek A., 2017).

2.4 VZA/AHS Yöntemi

Performans ölçüm yöntemlerinden biri olan VZA ile KVB'lerin etkin olup olmama durumu değerlendirilmektedir. VZA yöntemi kullanılarak KVB'ler kendi aralarında değerlendirilememektedir. Bu sebeple etkin olan bileşenleri kendi içerisinde sıralamaya koymak mümkün olmamaktadır. AHS yöntemine baktığımızda ise KVB'ler subjektif olarak değerlendirildikleri için değerlendiricilere göre farklı gözlem ve değerlendirmeler yer almaktadır. Bu iki yöntemin birlikte kullanılması ile oluşan yöntem VZA/AHS sıralı hibrit yöntemi olarak adlandırılır.

2.4.1 VZA/AHS Yöntemi Literatür Araştırması

Rouyendegh ve Erkan (2010), otellerin etkinliklerini değerlendirmek için VZA/AHS sıralı hibrit yöntemini kullanmışlardır. İlk önce VZA ile modelin çözümü yapılmış sonrasında AHS yöntemi ile tam hiyerarşi uygulanmıştır. VZA/AHS yöntemi kullanılarak yapılan çalışmanın en önemli özelliklerinden biri ise öznel hiçbir değerlendirme içermemesi ve tamamen somut değerler ile hesaplama yapılmasıdır.

Bowen (1990), yer seçimi için VZA ile AHS yöntemini kullanarak sonuçları yorumlanmıştır. Burada AHS yönteminin öznel yargıları kullanılarak VZA yöntemi ile karşılaştırması yapılmıştır. Yer seçimine öznel ve nesnel karar vermeyi entegre etmek için iki aşamalı bir süreç önerilmektedir.

Stern vd. (2000), VZA/AHS yöntemini kullanarak sıralama yapmayı amaçlamıştır. İlk aşamada VZA ile her birim için karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Diğer aşamada AHS uygulanarak sıralama yöntemi ile birimler sıralanmıştır.

Kocakoç (2003), uzman görüşlerini dikkate alarak oluşturulan AHS ile ağırlık kısıtlamalı VZA yöntemini bir arada kullanmıştır. Ayrıca ağırlık kısıtlamasız VZA yöntemini kullanarak iki yöntem arasında etkinlik karşılaştırması yapmıştır.

Lorcu ve Eroğlu (2007), otomotiv sektöründeki ücretlendirmelere ilişkin yapılan araştırmada VZA ile AHS süreçlerini bir arada ele alınmıştır. Uygulama sonucu problemde yer alan kriter, alt kriter ve seçeneklerin ağırlıkları AHS ve VZA/AHS yöntemi ile değerlendirilmiş ve karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucu VZA/AHS yönteminin daha doğru sonuçlar verdiği görülmüştür.

FıŖkın vd. (2016), liman rekabetçiliğini konu alan bir alıŖma yaparak VZA/AHS bütnleŖik yöntemini kullanmıŖtır. alıŖmada AHS'nin öznel yargılarından yararlanılarak alanında uzman kiŖilerin grŖlerinin alınması için bir soru seti oluŖturulmuŖtur. Ağırlıklandırma aŖamasında ise VZA/AHS yöntemi uygulanarak en uygun seçenek belirlenmeye alıŖılmıŖtır.

ağlar ve ztaŖ (2016), sigorta Ŗirketlerinin finansal durumu üzerine bir VZA/AHS alıŖması yapmıŖtır. İki farklı uzman grŖne göre elde edilen sonuçlar karŖılaŖtırılmıŖtır.

Rezaeitaziani ve Barkhordariahmadı (2015), karar verici bileŖenleri niversiteler olarak belirlenmiŖ olan alıŖmada kriter ağırlıklarını önce VZA yöntemi ile hesaplamıŖtır. Sonrasında karar verici bileŖenler değerlendirilerek ikili karŖılaŖtırma matrisleri oluŖturulmuŖtur. Son olarak ise AHS ile sıralama yapılarak nceliklendirilmiŖlerdir.

Doğan ve Gencan (2014), kamu hastaneleri üzerine bir alıŖma yaparak VZA ve VZA/AHS yöntemini kullanmıŖtır. 26 kamu hastanesinin değerlendirildiği alıŖmada AHS yönteminin sübjektif faydalarından yararlanılmıŖ, alanında uzman kiŖilerin grŖleri alınarak girdi ve çıktı değerleri ađırlıklandırılmıŖtır. Sonraki aŖamada ağırlıklandırılan değerler VZA modeline eklenerek analiz yapılmıŖtır.

2.4.2 Tezin Literatürdeki Yeri

Yapılan literatür araŖtırmaları sonucunda sağlık sektöründe VZA/AHS hibrit metodunun kullanıldığı alıŖmalarda AHS'nin sübjektif yaklaŖımından yararlanılarak uzman grŖlerinin alınarak çözüldüğü grlmŖtir. Bu alıŖmanın amacı AHS'nin sübjektif olan özelliğini kullanmadan, yalnızca elde edilen gerçek verilerden yararlanılarak oluŖturulmasıdır. OluŖturulan karŖılaŖtırma matrisleri sonucunda hastanelerin kendi aralarında etkinlik sıralaması yapılması amacına yönelik olarak hazırlanmıŖtır. VZA/AHS sıralı hibrit yöntemine ek olarak literatürde yer alan VZA/AHS Wang-Chin modeli ile KVB'lerin sıralamaları karŖılaŖtırılarak sonuçların benzerlikleri deđerlendirilmiŖtir. Girdi ve çıktı parametreleri üzerinden dört farklı senaryo ile ilenlenmiŖtir. Dört senaryo uygulamaya alınarak duyarlılık analizi yapılmıŖ

ve hem VZA/AHS sıralı hibrit hem de VZA/SHS Wang-Chin yöntemi yeniden uygulanmıştır.

2.4.3 VZA/AHS Sıralı Hibrit Yöntemi Uygulama Adımları

VZA ile KVB'lerin etkin olup olmadıklarına bakılabilirken KVB'lerin kendi aralarında karşılaştırılarak değerlendirilmesi mümkün olmamaktadır. VZA/AHS yönteminde KVB'ler kendi aralarında değerlendirilerek elde edilen sonuçlar AHS yöntemi uygulanarak sıralanabilmektedir. Hibrit VZA/AHS sürecinin adımları aşağıda belirtilmiştir.

- 1. Adım:** KVB'ler k ($k=1,2,\dots,n$) olarak tanımlanırsa ilk aşamada her KVB için birbirleri ile karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Girdi değişkeni m , çıktı değişkeni s olarak tanımlanırsa aşağıdaki model karşılaştırma için uygulanabilmektedir. İki KVB değerlendirilirken x . birim y . birim ile karşılaştırıldığında oluşturulan model aşağıda yer almaktadır (Rouyendegh ve Erkan, 2010).

Amaç Fonksiyonu

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

Kısıtlar

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \quad (k = 1, 2, \dots, N)$$

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

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

$$u_r, v_i \geq 0; k \neq k^l \quad (i = 1, 2, \dots, m); (r = 1, 2, \dots, s)$$

m: Girdi sayısı

s: Çıktı sayısı

N: Karar verici bileşen sayısı

u_r : r . çıktıya atanan ağırlık

v_i : i . girdiye atanan ağırlık

x_{ik} : karar verici k 'nin ürettiği i . girdi miktarı

y_{rk} : karar verici k 'nin ürettiği r . çıktı miktarı

e_{k,k^l} : k . KVB'in verimliliği k^l . KVB ile karşılaştırıldığında

Yukarıda yer alan model her KVB için karşılaştırma yapılarak çözüldükten sonra e_{k,k^l} değerleri tespit edilerek E matrisine yerleştirilir. Elde edilen örnek E matrisi aşağıda verilmiştir.

	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

Tablo 2.5: VZA/AHS Yöntemi E Matrisi

2. Adım: İlk adım tamamlandıktan sonra AHS hiyerarşisi kurularak ikili karşılaştırma A matrisi oluşturulur.

$$a_{k,k^l} = \frac{e_{k,k^l}}{e_{k^l,k}}$$

	1	2	3	...	N
1	1	$a_{1,2}$	$a_{1,3}$	...	$a_{1,N}$
2	$a_{2,1}$	1	$a_{2,3}$	...	$a_{2,N}$
3	$a_{3,1}$	$a_{3,2}$	1	...	$a_{3,N}$
...
N	$a_{N,1}$	$a_{N,2}$	$a_{n,3}$	...	1

Tablo 2.6: VZA/AHS Yöntemi A Matrisi

Oluşturulan A matrisinin sütunları teker teker toplanarak her bir değer bulunduğu sütun değerlerinin toplamına bölünür ve A^l matrisi oluşturulur.

$$a^l_{k,k^l} = \frac{a_{k,k^l}}{\sum_{k=1}^n a_{k,k^l}}$$

Oluşturulan A^l matrisinin satırlarında yer alan değerler toplanır ve normalizasyon uygulanarak A^{ll} matrisi elde edilir. Elde edilen matris ile sıralama yapılarak KVB'lerin nihai sıralamalarına ulaşılır.

2.4.4 VZA/AHS Uygulama Adımları (Ramanathan ile Wang-Chin Modeli)

2006 yılında Ramanathan VZA ve AHS yöntemlerini birleştirerek sıralanmış bir şekilde ortaya bir model koymuştur. Bu yöntem ile öncelikle KVB'lerin ağırlıklandırılmaları AHS uygulanarak tespit edilmektedir. Sonraki aşamada kıyaslama matrisine ek olarak kukla girdi değişkenleri eklenerek çözülmüştür. Sonrasında VZA yöntemi ile kısıtlar eklendikten sonra bu yöntemin makul sonuçlar verdiği ve sıralamanın değişmediği görülmüştür. Buradaki yöntem ile tüm KVB'lere değeri 1 olan bir kukla girdi eklenerek N tane çıktısı olan ve N tane bileşeni olan KVB'ler VZA uygulanarak bulunmaktadır. En son elde edilen değerler KVB'lerin ağırlığı olarak belirlenmektedir (Sevklı vs., 2007).

Ramanathan, önermiş olduğu yöntemin yalnızca tutarlı olan matrisler için uygulanabilir olduğunu öne sürmektedir. Aşağıda Ramanathan'ın önerdiği yöntem iki adım altında toplanarak açıklanmaktadır.

1. Adım: Ramanathan'ın önermiş olduğu VZA/AHS yönteminde öncelikle AHS yönteminde uygulandığı hali ile ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmaktadır. Oluşturulan karşılaştırma matrisinin tüm sütunları çıktı değerleri olarak, tüm satırları Karar Verici Bileşen (KVB) olarak bulunmaktadır. Oluşturulan matrisin eşit sayıda KVB sayısı ve çıktı sayısı bulunmaktadır. Ancak VZA yönteminin uygulanmasında çıktı değerleri dışında girdi değerlerine de ihtiyaç duyulduğu için sütuna her KVB için "1" değerinde olan kukla girdi eklenmelidir (Ramanathan, 2006: 1295). KVB'lerin performansları VZA yöntemi uygulanarak hesaplanmaktadır. KVB'lerin yerel ağırlıkları hesaplanan performans değerleri ile bulunmaktadır.

2. Adım: 1. adımda bahsedilen yerel ağırlıkların hesaplanması için tüm alternatifler ayrı ayrı doğrusal programlama modeli ile çözümlenmelidirler.

Amaç Fonksiyonu

$$\text{enb} \sum_{j=1}^N a_{kj} y_j \quad (k = 1, 2, \dots, N)$$

Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^N a_{ij} y_j - 1 \leq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

Ramanathan (2006)'nın öne sürdüğü model ile VZA/AHS uygulamasının tutarsız olan matrislerde problem yaşanabileceği için Wang ve Chin tutarsız olarak tespit edilen matrislerde de uygulanabilecek farklı bir model öne sürmüşlerdir. Ayrıca Wang ve Chin görüşlerine göre yöntemin ikili karşılaştırma matrislerinin bazı karşılaştırmalara karşı duyarsız olması durumu matristeki verilerin bazılarının etkin olduğu bazılarının ise değerlendirmeye alınmadığı anlamına gelmektedir (Wang vd., 2008). Önerilen modelin tutarlı ve tutarsız olan matrislerde uygulanabilir olduğu ve yalnızca toplu halde bulunan karşılaştırma matrisleri için uygulanabilir olduğu belirtilmiştir. Wang-Chin'in önermiş olduğu model aşağıda yer almaktadır.

N	Karar verici bileşen sayısı
y_i	Karar değişkeni
y_j	Karar değişkeni
a_{0j}	j. karar verici bileşenin A matrisindeki katsayısı
a_{ij}	i.karar verici bileşenin j.karar verici bileşen ile ikili karşılaştırmasının A matrisindeki katsayısı

Amaç Fonksiyonu

$$\text{enb} \sum_{j=1}^N a_{0j} y_j$$

Kısıtlar

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

$$\sum_{j=1}^N a_{ij} y_j \geq N y_i \quad (i = 1, 2, \dots, N)$$



3. SAĞLIK ALANINDA VZA UYGULAMALARI LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Çok kriterli ölçüm yöntemlerinden biri olan VZA günümüz şartlarında pek çok alanda efektif olarak kullanıldığı gibi sağlık sektöründe de sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir. Sağlık kuruluşlarının performans ölçümleri için kendi içerisinde çeşitli ölçüm düzeyleri vardır. Bahse konu ölçüm düzeylerinin belirlenmesi ve ölçülmesi için kıyaslama yöntemi ile VZA gibi yöntemler kullanılmaktadır.

3.1 Literatür Taraması

Bhat vd. (2001), Hindistan Gujarat eyaletindeki bölge hastaneleri ve devlet ödenekli hastaneler üzerine yapmış oldukları çalışmada Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemini uygulamışlardır. Yapılan çalışmadaki amaç devlet ödenekli hastanelerin devlet hastanelerinden nispeten daha verimli olup olmadığı konusunu ele almaktır. Veri zarflama analizinde girdi olarak on dört değişken ve çıktı olarak üç değişken baz alınmıştır. Ölçeğe göre sabit getiri yöntemi kullanılarak model oluşturulmuştur. Devlet ödenekli kuruluşların genel verimlilik düzeyleri bölge düzeyindeki hastanelerden daha yüksek çıkmıştır. Yani devlet ödenekli hastaneler ilçede bulunan bölge hastanelerine kıyasla daha verimlidir (Bhat vd., 2001).

Friedman vd. (1996), bu makalede çoklu girdi ve çıktıları olan karar verme birimlerini değerlendirmiştir. Veri zarflama analizini (VZA), kanonik korelasyon analizi (CCA) ile birlikte kullanarak tüm birimleri ölçeklendiren bir yaklaşım geliştirilmiştir. Bu iki model arasında uyum olup olmadığı istatistiksel olarak test edilmiştir. CCA ile tüm birimler için tek bir ağırlık seti belirlenirken, VZA ile genellikle her bir birim için farklı ağırlıklar belirlenmiştir (Friedman ve Sinuany-Stern, 1997).

Giuffrida (1999), İngiltere’de 90 adet Aile Sağlığı Hizmetleri Otoritesinin (FHSA) verimliliklerindeki değişikliğin tahmini için Malmquist endeksi kullanmıştır. Girdi olarak kısıtlanmamış FHSA’daki pratisyen hekimlerin sayısı (GP) ve FHSA’daki uygulama hemşireleri (WTE) sayısı baz alınmıştır. Çıktı olarak FHSA’ya kayıtlı hasta sayısının yoksunluk alanları hesaba katılmış ve yaş sınıflarına ayrılarak modele katılmıştır. Verimlilik değişimi, teknik değişim ve ölçek verimliliği değişikliği ile

Malmquist verimlilik endeksi, örnekteki 90 FHSA'nın tamamı için tahmin edilememiştir (Giuffrida, 1999).

Hollingsworth vd. (1999) tarafından, Amerika'daki ve Avrupa'daki sağlık kurumlarının verimliliğini inceleyen ve stokastik veri zarflama analizi üzerine yapılan çalışmada, sağlık alanında parametrik olmayan performans değerlendirme uygulamalarının kapsamlı bir şekilde gözden geçirilmesi sağlanmıştır. Sağlık hizmetlerine uygulanan sınır verimlilik ölçüm teknikleri incelenmiştir. Bu çalışmada duyarlılık analizi ve istatistiksel analizler yapılmıştır. ABD'de devlet hastanelerinin özel hastanelerden daha yüksek performans gösterdiği ve benzer şekilde, Avrupa hastanelerinin ABD hastanelerini geride bıraktığı görülmüştür. Her iki bulgu da kamu sağlık hizmeti sunumunun genel olarak özel hizmetten daha etkili olduğu anlamına gelmektedir (Hollingsworth vd.,1999).

Özgen ve Özcan (2004), Amerika'daki bağımsız diyaliz kliniklerinin etkinliğini 1994-2000 yılları arasında incelemek için veri zarflama analizi temelli Malmquist endeksini kullanmışlardır. Malmquist endeksinin kullanılması, bu çalışmanın verimlilikteki değişimi teknolojik değişim ve verimlilik değişimi bileşenlerine ayrıştırmasına izin vermiştir. Sonuçlar 1994-2000 dönemleri arasında çok çıktı, bağımsız diyaliz tesislerinin üretkenlikte iyileşme sağlamadığını ancak dönem boyunca teknik verimliliğinin arttığını göstermiştir. Malmquist endeksinden ve teknolojik değişim bileşeninden elde edilen sonuçlar, çok çıkışlı diyaliz tedavileri üreten bağımsız tesislerin teknolojik yeniliklerden faydalanmadığını ve bunun 1994-2000 dönemi boyunca üretkenlikte olumsuz bir eğilime katkıda bulunduğunu ortaya koymaktadır (Ozgen ve Ozcan (2004).

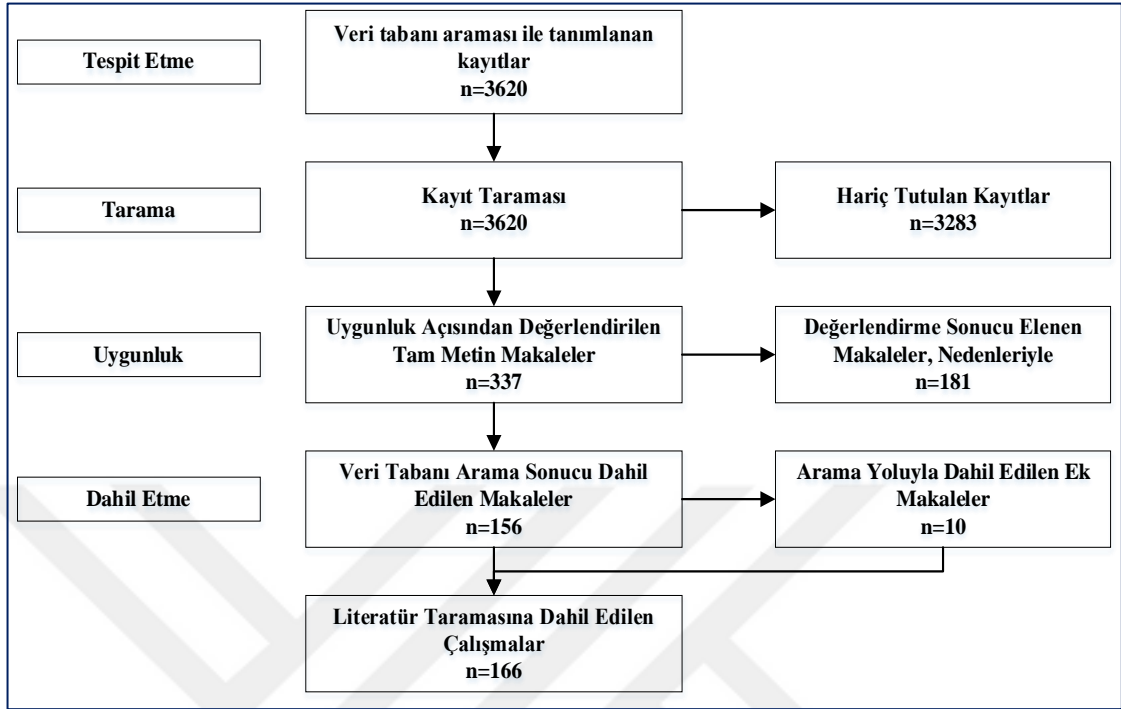
Due vd. (2014), Pennsylvania'daki 119 genel akut bakım hastanelerinin verimliliğini değerlendirmek için veri zarflama analizi (VZA) kullanmıştır. Modele ek bir süper verimlilik modeli uygulanmıştır. Örnekte her hastane, çıktıları (sağlık hizmetleri ve sağlık sonuçları) üretmek için girdileri (hem fiziksel hem de finansal) kullanan bir karar verme birimi (KVB) olarak görülmektedir. Önerilen DEA modelinden elde edilen sonuçlarla, hastanelerin bakım kalitesinden ödün vermeden geliştirebilecekleri alanların tespit edilebilmesi sağlanmıştır (Du vd, 2014).

Rouyendegh vd. (2016), Türkiye’deki 7 hastanenin sağlık alanındaki performanslarını artırmak amacı ile VZA (Veri Zarflama Analizi) tabanlı bulanık çok kriterli bir karar alma modeli öne sürmüşlerdir. Bulanık analitik hiyerarşi süreci (AHS) ile birlikte veri zarflama analizi (VZA) birleştirilerek uygulanmıştır. Girdi olarak yatak sayısı ve doktor sayısı, çıktı olarak yatak oranı, toplam cerrahi operasyon sayısı ve hasta sayısı kullanılmıştır. Karşılaştırılan DEA – FAHP ve DEA – AHP yöntemlerinde benzer sonuçlar gözlemlendiği belirtilmiştir (Rouyendegh vd., 2019).

Tambour vd. (1997), İsveç’teki 20 oftalmoloji bölümündeki sağlık hizmeti sunumundaki 1988-1993 yılları arasındaki verimlilik artışını ve sağlık hizmeti girişimlerinin üretkenlik üzerindeki etkisini analiz etmektedir. Parametrik olmayan doğrusal programlama modellerini kullanarak Malmquist verimlilik endekslerinin tahmin edilmesi ile verimlilik artışının ölçülmesi hedeflenmiştir. İsveç oftalmoloji departmanlarının bir örneği için verimlilik, teknik verimlilik, ölçek verimliliği ve sınır teknolojisindeki değişimler tahmin edilmiştir. Verimlilikteki ortalama değişim pozitifdir ancak önemli bir değişim görülmemiştir, teknoloji değişimi genel olarak pozitifdir, genel üretkenlik değişimi tıpkı teknoloji veya idari sistemler gibi teknolojideki değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Genel verimlilik değişiminin teknolojideki değişikliklerden kaynaklandığı gözlemlenmiştir (Tambour, 1997).

Literatür taraması kapsamında Dünya’da sağlık sektöründe VZA yöntemi kullanılarak 2000-2020 yılları arasında yayınlanan çalışmalar detaylı olarak incelenmiştir. Yayınlarında kullanılan metodlar, karar verme birimleri, girdi-çıkıtı değerleri, anahtar kelimeler yayınladığı yıl ve uygulamaların yapıldığı ülkeler ele alınarak nasıl bir dağılım gösterdikleri incelenmiştir. Sağlık alanında VZA kullanılarak yapılan çalışmaların özet bölümleri okunarak değerlendirme kapsamına alınıp alınmayacağı belirlenmiştir. Türkçe ve İngilizce kaynaklar taranmıştır. Araştırma yapılırken kullanılan anahtar kelimeler; “Data Envelopment Analysis”, “Veri Zarflama Analizi”, “Health Sector”, “Sağlık Kurumları”, “Productivity”, “Hastane”, “Sağlık Sistemleri Performansı” ve “Verimlilik” olarak belirlenerek tarama yapılmıştır. Elde edilen makalelerin sağlık alanında Veri Zarflama Yöntemi kullanılarak yapılan araştırma makalesi olmasına dikkat edilmiştir. Şekil 3.1’de yer alan PRISMA diyagramı bir akış

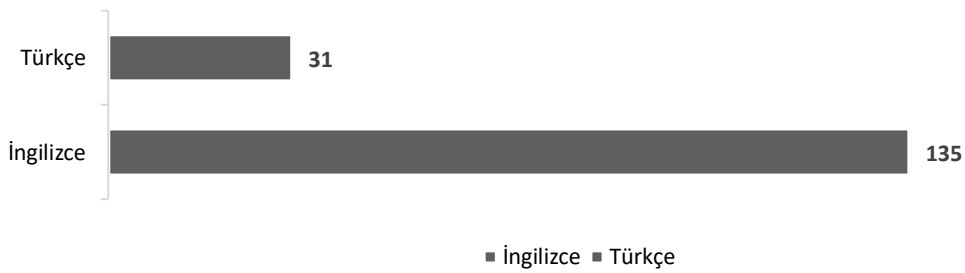
diyagramıdır. Literatür taraması boyunca her aşamda alınan ve dışlanan çalışmaların sayısını göstermektedir.



Şekil 3.1: PRISMA Diyagramı Arama Süreci

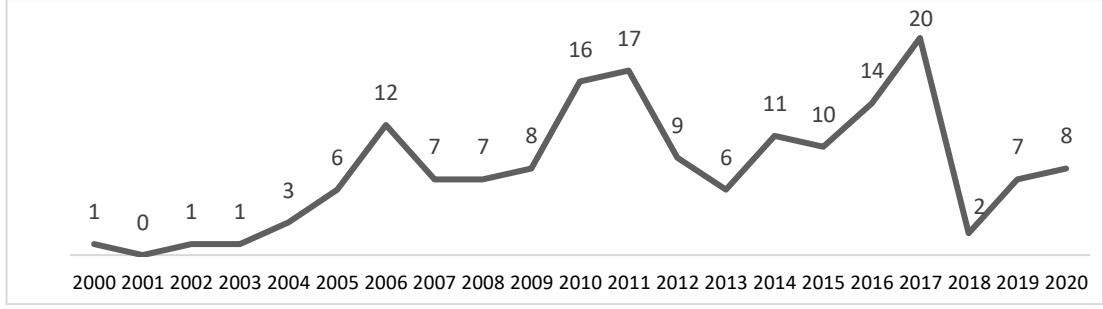
3.1.1 Literatür Taraması Gözlemleri

İncelenen 166 makalenin %81.3' ünün yayın dilinin İngilizce kalanının ise Türkçe olduğu görülmektedir.



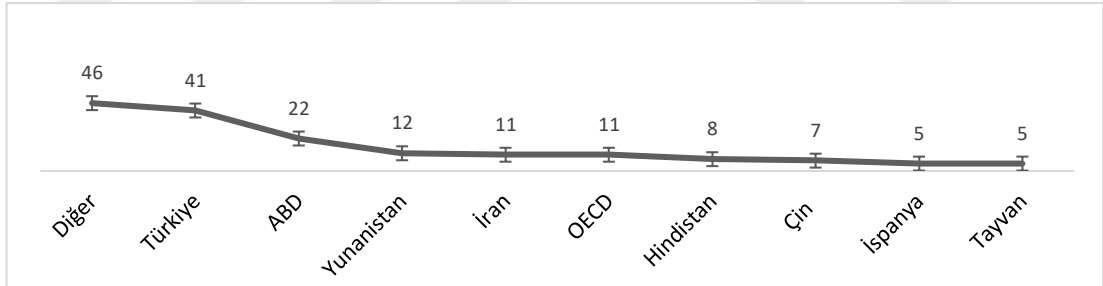
Şekil 3.2: İncelenen Makalelerin Yayın Dili Dağılımı

Yapılan incelemeler sonucunda makalelerin yayınlandığı yıllara göre dağılım grafiğine Şekil 3.3'te yer verilmiştir. Konuyla ilgili en fazla makale 2017 yılında yayınlanmıştır (20 adet).



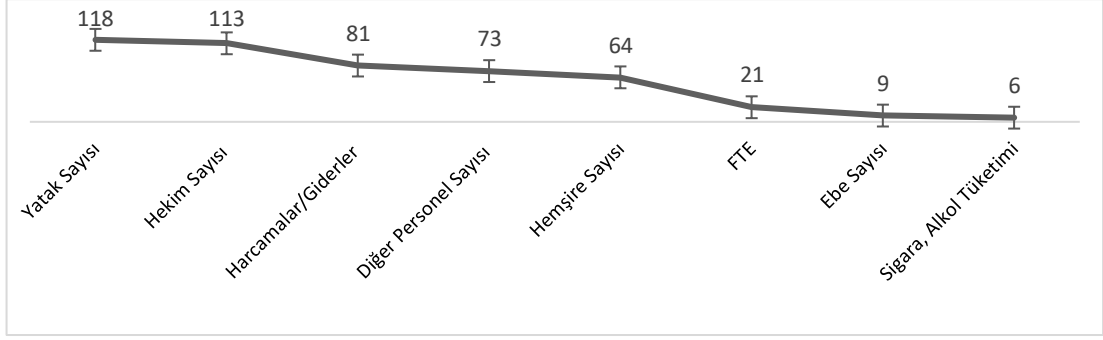
Şekil 3.3: İncelenen Makalelerin Yıllara Göre Dağılımı

Şekil 3.4’te incelenen makalelerdeki çalışmaların hangi ülkeyi/bölgeyi içerdiğinin dağılımı görülmektedir. Şekil 3.4’e çalışma yapılan ülke/bölgelerden sayısı en az 5 olanlar dâhil edilmiştir. Sayısı 5’ten az olan ülke/bölgeler grafikte “Diğer” alanının içerisinde yer almaktadır. “Diğer” olarak yer alan ülke/bölgeleri belirtecek olursak; “Afrika, Danimarka, Etiyopya, Gana, İtalya, Norveç, Portekiz, Tayland, Vietnam, Almanya, Arap Körfez Ülkeleri, Avrupa, Burkina Faso, Çin ve ABD, Doğu Akdeniz Bölgesi, Eritre, Finlandiya, Hollanda, İrlanda, İskoçya, İsveç, Kenya, Kenya, Kosta Rika, Macaristan, Malezya, Namibiya, Nepal, Sierra Leone, Sudan, Suudi Arabistan, Tanzanya, Türkiye ve Avrupa Birliğine Üye Ülkeler, Uganda, Umman, Zambiya” olarak sıralayabiliriz.



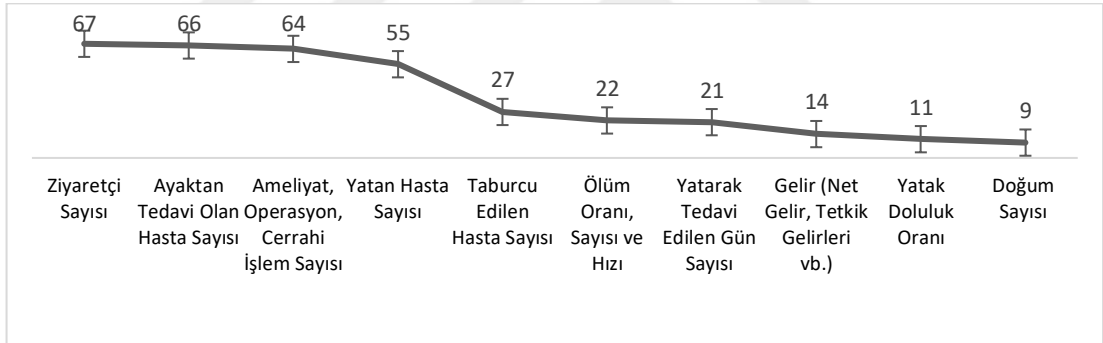
Şekil 3.4: Konu İle İlgili Çalışma Yapılan Ülkeler/Bölgeler

Çalışmada kullanılan girdi değişkenleri Şekil 3.5’te verilmiştir. Şekilde, incelenen makalelerdeki tüm girdi parametrelerine yer verilmemiş olup belli bir sayıyı geçen girdi değişkenlerine yer verilmiştir. Girdi değişkenleri belirlenirken genel kategorilerde toplanarak gruplandırılmışlardır. Görüldüğü üzere en çok kullanılan girdi değişkeni “Yatak Sayısı” (118) olarak belirtilmiştir. Sonrasında takip eden girdi değişkenlerine baktığımızda en çok kullanılanların “Hekim Sayısı” (113), “Harcamalar/Giderler”(81), “Diğer Personel Sayısı”(73), “Hemşire Sayısı” (64), “FTE” (21), “Ebe Sayısı” (9) ve “Sigara Alkol Tüketimi” (6) olduğu görülmektedir.



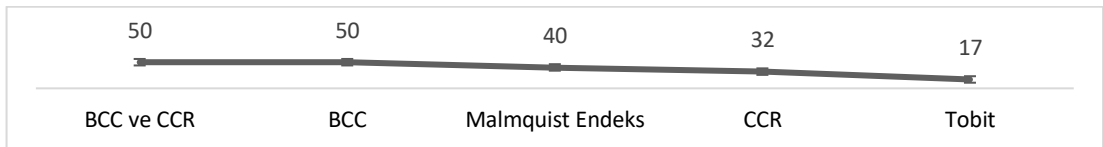
Şekil 3.5: Kullanılan Girdi Değişkenleri

Çalışmada kullanılan çıktı değişkenleri Şekil 3.6’da verilmiştir. Şekilde, incelenen makalelerdeki tüm çıktı parametrelerine yer verilmemiş olup belli bir sayıyı geçen çıktı değişkenlerine yer verilmiştir. Çıktı değişkenleri belirlenirken genel kategorilerde toplanarak gruplandırılmışlardır. İncelenen çalışmalarda çıktı değişkeni olarak kullanılan parametrelere baktığımızda ilk dört sırada “Ziyaretçi Sayısı” (67), “Ayaktan Tedavi Olan Hasta Sayısı” (66), “Ameliyat, Operasyon, Cerrahi İşlem Sayısı” (64), “Yatan Hasta Sayısı” (55) olduğu görülmektedir.



Şekil 3.6: Kullanılan Çıktı Değişkenleri

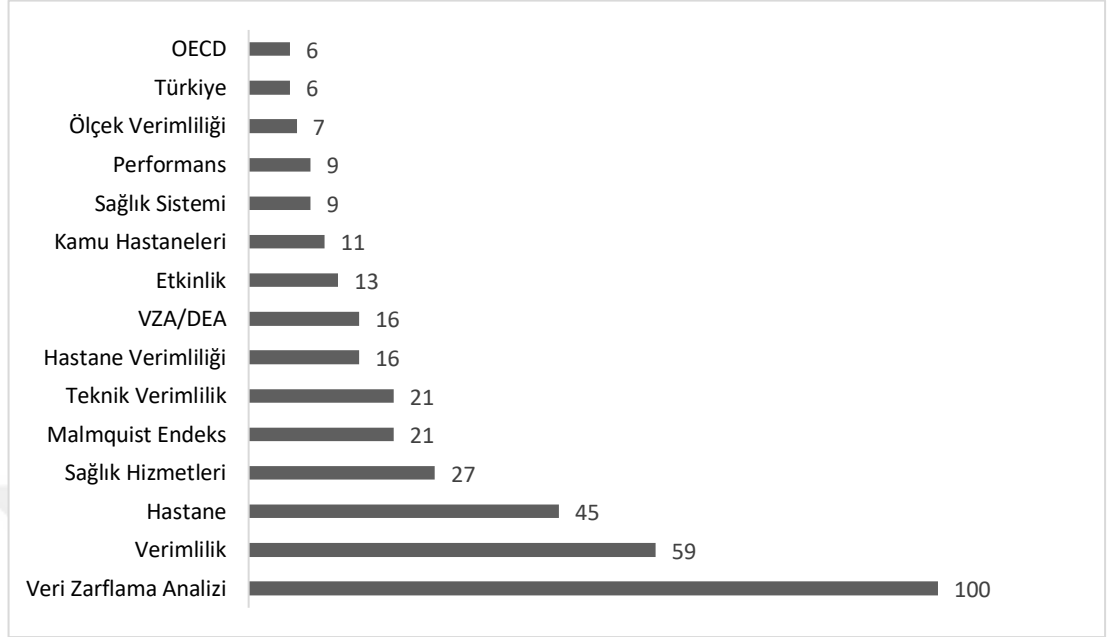
İncelenen makalelerde kullanılan model/yöntemlere ilişkin başlıklar aşağıda belirtilmiştir. Şekil 3.7’de görüldüğü üzere en çok kullanılan yöntemler 50 adet ile BCC ve CCR modeli ortak kullanımı ve BCC olarak görülmektedir.



Şekil 3.7: Kullanılan Model/Yöntemler

İncelenen makalelerde kullanılan anahtar kelimeler açısından inceleme yapıldığında, “Veri Zarflama Analizi” veya “VZA” kelimeleri kullanılan çalışma sayısının (n=64) en yüksek oranda olduğu görülmüştür. İkinci sırada 31 adet çalışma ile “Verimlilik”

kelimesi kullanılırken üçüncü sırada 15 adet çalışmada “Hastane” kelimesinin kullanıldığı görülmektedir.



Şekil 3.8: Kullanılan Anahtar Kelimeler

3.1.2 Literatür Taraması Gözlem Sonuçları

Dünyadaki hastane ve sağlık kurumlarının kuruluş amaçları farklılık gösterse de hepsi için geçerli olan bazı temel amaçlar vardır. Genellikle çoğu sağlık kurumu tedavi hizmetlerini ve hasta bakımını en düşük maliyetle karşılayıp kaliteli bir hizmet sunmayı, tıbbi ve teknolojik gelişmeleri yakından takip ederek bilgiye dayalı araştırma metotları kullanmayı ve tedavi için gereken tüm tedbirleri alarak elde edilen geliri en uygun şekilde kullanmayı amaçlar. Rekabetin yoğun olduğu hastane sektöründe hastaların ve çalışanların ihtiyaç miktarlarını, hizmet düzeyini, kalite seviyesini en iyi şekilde karşılayabilmeyi ve hastanenin amaçlarına uygun hareket ederek doğru bir şekilde gelişmeyi sağlamayı temel amaçları arasında tutar. Tüm bu sistemlerin performansının ölçülerek işletmeyi oluşturan tüm bileşenlerin doğru ve verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamak için performans yönetim sisteminin kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Yapılan literatür incelemesinde 2000-2020 yılları arasındaki çalışmalar incelenmiştir. Ele alınan 166 çalışmanın %12'sinin 2017 yılında yayınlandığı tespit edilmiştir. Sağlık alanında Veri Zarflama Analizi alanında yapılan çalışmalara bakıldığında BCC ve CCR yönteminin birlikte kullanıldığı 50 çalışma olduğu gözlemlenmiştir. BCC

modelinin yalnız kullanıldığı çalışma sayısının da 50 olduğu görülmektedir. Girdi değişkenleri incelendiğinde ise kullanılan girdi değişkenleri arasından en fazla tercih edilenin “Yatak Sayısı” (118) olduğu görülmektedir. İkinci sıraya baktığımız zaman “Hekim Sayısı” (113) olarak belirtilmiştir. Sonrasında takip eden girdi değişkenlerine baktığımızda “Harcamalar/Giderler” (81), “Diğer Personel Sayısı” (73), “Hemşire Sayısı” (64), “FTE” (21), “Ebe Sayısı” (9) ve “Sigara, Alkol Tüketimi” (6) olduğu görülmektedir. İncelenen makaleler arasından çıktı değişkenlerine bakıldığında “Ziyaretçi Sayısı” (67), “Ayaktan Tedavi Olan Hasta Sayısı” (66), “Yatan Hasta Sayısı” (55), “Taburcu Edilen Hasta Sayısı” (27), “Ölüm Oranı, Sayısı ve Hızı” (22), “Yatarak Tedavi Edilen Gün Sayısı” (21), “Gelir” (14), “Yatak Doluluk Oranı” (11) ve “Doğum Sayısı” (9) olduğu görülmektedir.

Ek-1 tabloda görülen girdi-çıktı değişkeni sayılarına baktığımız zaman 2000-2020 yılları arasında ortalama girdi değişkeni sayısının 3,6 ve ortalama çıktı değişkeni sayısının ise 3,3 olduğu görülmektedir.

Karar verici bileşenler ile bağlantılı olarak en uygun ve güvenilir sonucu alabilmek için girdi ve çıktı değişkenlerinin seçimi önem arz etmektedir (Asandului et al. 2014). VZA amaç olarak birden çok girdi ve çıktıyı bir arada analiz etmeyi sağlayan ve birbirinden farklı ölçü birimleri ile gösterilen verilerin anlamlı bir çalışma yapılabilmesine imkân veren bir yöntemdir. Bu sebeple pek çok sektörde tercih edilen bir analiz yöntemidir. Genel olarak bakıldığında sağlık sektöründeki rekabetin hızla artışı, hastane ve sağlık hizmetlerine olan ihtiyaçtaki artış ve gelişen teknoloji ile birlikte sağlık hizmetlerindeki performansın ölçülmesi ve inceleme sonucu iyileştirilerek kalitenin artması gitgide daha önemli hale gelmektedir.

4. UYGULAMA

Uygulama aşamasında izlenen adımlar aşağıdaki bölümlerde detaylı bir şekilde açıklanmıştır. İlk aşamada çalışmanın amacı, KVB (Karar Verici Bileşen) parametrelerinin belirlenmesi, her dört senaryo için girdi-çıkıtı değerlerinin belirlenmesi ve verilerin yer aldığı bölüm bulunmaktadır. Diğer aşamada dört senaryo için VZA/AHS sıralı hibrit modeli uygulamaları ve tutarlılık analizleri yer almaktadır. Son bölümde ise dört senaryo için VZA/AHS Wang-Chin modeli uygulanarak çalışma tamamlanmıştır.

4.1 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı Ankara'da seçilen kamu hastanelerinin performanslarını Veri Zarflama Analizi ve Analitik Hiyerarşi Süreci sıralı hibrit yöntemi ile ölçerek performans sıralamalarını yapmak ve sektördeki yerlerini göstermektedir. Oluşturulan çalışmada VZA/AHS yöntemi uygulanırken AHS yönteminin sübjektif yaklaşımı yerine VZA yönteminin objektif yaklaşımı ile daha nesnel bir sonuç elde edilmesi hedeflenmiştir. Çalışmanın adımları aşağıdaki gibidir:

1. Kamu hastanelerinin rollerinin değerlendirilerek Karar Verici Bileşenlerin (KVB) seçilmesi
2. Detaylı literatür taraması ve uzman kişilerin görüşleri ışığında girdi ve çıkıtı parametrelerinin belirlenmesi
3. Uygulamalarda kullanılacak verilerin elde edilmesi
4. VZA/AHS sıralı hibrit yönteminin belirlenen veriler ile dört farklı senaryoya uygulanması ve tutarlılık analizi yapılması
5. VZA/AHS Wang-Chin yönteminin dört farklı senaryoya uygulanması ve elde edilen sonuçlar ile kamu hastanelerinin sıralanarak elde edilen nihai değerlerin yorumlanması

4.1.1 Karar Verici Bileşenlerin Belirlenmesi

KVB'ler seçilirken bileşenlerin birbirleri ile aynı kategoride yer almaları değerlendirme açısından önem arz etmektedir. Burada önemli olan bir diğer durum ise KVB'lerin ölçülebilir ve karşılaştırılabilir olmalarıdır. Çalışmada değerlendirmeye alınacak olan KVB'ler Ankara'daki kamu hastaneleri olarak belirlenmiştir. Seçilen KVB'lerin yer aldığı tablo aşağıda belirtilmiştir. Gizlilik nedeni ile hastane isimlerine yapılan çalışmada yer verilmemiş olup numaralandırılarak belirtilmiştir.

Karar Verici Bileşenler	Kamu Hastaneleri
1	HASTANE 1
2	HASTANE 2
3	HASTANE 3
4	HASTANE 4
5	HASTANE 5
6	HASTANE 6
7	HASTANE 7
8	HASTANE 8

Tablo 4.1: Karar Verici Bileşenler

4.1.2 Uygulamada Kullanılacak Girdi ve Çıktı Parametrelerinin Belirlenmesi

Girdi ve çıktı değerleri belirlenirken birbiri ile bağlantılı olan yorumlanabilecek parametrelerin seçilmesi önem arz etmektedir. Bu detaylı bir literatür çalışması yapılarak 166 adet yayın incelenmiş ve girdi ve çıktılar kamu hastanelerinde çalışan alanında uzman kişiler ile görüşülerek belirlenmiştir. Oluşturulacak VZA modelleri için girdi odaklı yaklaşım benimsenmiştir. Girdi odaklı yaklaşımın belirlenmesinin en büyük etkenlerinden biri genel olarak hastanelerdeki çıktılara müdahale edilememesidir. Bu sebeple çalışmada girdi odaklı yaklaşım benimsenmiştir. Tablo 4.2, Tablo 4.3, Tablo 4.4 ve Tablo 4.5'te dört senaryo için girdi ve çıktı parametrelerinin yer aldığı tablo gösterilmektedir.

Girdi Değişkeni 1 (X_1)	Uzman ve Pratisyen Hekim Sayısı
Girdi Değişkeni 2 (X_2)	Yatak Sayısı
Girdi Değişkeni 3 (X_3)	Başvuru Sayısı
Çıktı Değişkeni 1 (Y_1)	Ameliyat Sayısı
Çıktı Değişkeni 2 (Y_2)	Yatan Hasta Sayısı

Tablo 4.2: Birinci Senaryo İçin Belirlenen Girdi ve Çıktı Parametreleri

Girdi Değişkeni 1 (X_1)	Uzman ve Pratisyen Hekim Sayısı
Girdi Değişkeni 2 (X_2)	Yatak Sayısı
Çıktı Değişkeni 1 (Y_1)	Ameliyat Sayısı
Çıktı Değişkeni 2 (Y_2)	Yatan Hasta Sayısı

Tablo 4.3: İkinci Senaryo İçin Belirlenen Girdi ve Çıktı Parametreleri

Girdi Değişkeni 1 (X₁)	Uzman ve Pratisyen Hekim Sayısı
Girdi Değişkeni 2 (X₂)	Yatak Sayısı (Belirli bir miktarda artırılarak)
Girdi Değişkeni 3 (X₃)	Başvuru Sayısı
Çıktı Değişkeni 1 (Y₁)	Ameliyat Sayısı
Çıktı Değişkeni 2 (Y₂)	Yatan Hasta Sayısı

Tablo 4.4: Üçüncü Senaryo İçin Belirlenen Girdi ve Çıktı Parametreleri

Girdi Değişkeni 1 (X₁)	Uzman ve Pratisyen Hekim Sayısı (Belirli bir miktarda artırılarak)
Girdi Değişkeni 2 (X₂)	Yatak Sayısı
Girdi Değişkeni 3 (X₃)	Başvuru Sayısı
Çıktı Değişkeni 1 (Y₁)	Ameliyat Sayısı
Çıktı Değişkeni 2 (Y₂)	Yatan Hasta Sayısı

Tablo 4.5: Dördüncü Senaryo İçin Belirlenen Girdi ve Çıktı Parametreleri

4.1.3 Uygulamalarda Kullanılacak Veriler

Tablo 4.4’te uygulamada kullanılacak verilere yer verilmiştir. Uygulama 2017 yılındaki veriler baz alınarak oluşturulmuştur. Veriler 02.03.2021 tarihinde “Kamu Hastaneleri İstatistik Raporu 2017” den alınmıştır (T.C. Sağlık Bakanlığı. “Kamu Hastaneleri İstatistik Raporu – 2017” Erişim: 2 Mart 2021. <https://khgm.saglik.gov.tr/TR,40113/kamu-hastaneleri-istatistik-raporu--2017.html>).

Çalışma kapsamında hastane isimlerine yer verilmemiş olup numaralandırılarak belirtilmiştir.

Girdi Değişkenleri

X₁: Uzman ve Pratisyen Hekim Sayısı (Dördüncü senaryoda belirli miktarda artırılmıştır.)

X₂: Yatak Sayısı (Üçüncü senaryoda belirli miktarda artırılmıştır.)

X₃: Başvuru Sayısı (İkinci senaryoya dâhil edilmemiştir.)

Çıktı Değişkenleri

Y₁: Ameliyat Sayısı

Y₂: Yatan Hasta Sayısı

Karar Verici Bileşenler	X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂
HASTANE 1	68	152	637381	1789	6744
HASTANE 2	420	1010	1180879	13060	25416
HASTANE 3	78	110	512956	1301	1668
HASTANE 4	415	779	2724860	22648	38595
HASTANE 5	237	260	1506379	9646	16216
HASTANE 6	22	52	110728	342	2362
HASTANE 7	230	442	352768	7343	19706
HASTANE 8	175	308	1505811	10634	20244

Tablo 4.6: Uygulamada Kullanılacak Veriler

4.2 Birinci Senaryo İçin VZA/AHS Sıralı Hibrit Uygulaması

İlk olarak ikili karşılaştırmaların oluşturulacağı bu aşamada 8 KVB için 64 adet model oluşturulmuştur. Oluşturulan modellerden 2 adedine (KVB 1'in KVB 2'ye ve KVB 2'nin KVB 1'e göre oluşturulduğu modeller) aşağıda yer verilmiştir.

Hastane 1'in Hastane 2'ye göre etkinlik değerlendirmesi modeli;

Amaç Fonksiyonu

$$e_{1,2} = \text{enb } 1789Y_1 + 6744Y_2$$

Kısıtlar

$$68X_1 + 152X_2 + 637381X_3 = 1$$

$$1789Y_1 + 6744Y_2 - 68X_1 - 152X_2 - 637381X_3 \leq 0$$

$$13060Y_1 + 25416Y_2 - 420X_1 - 1010X_2 - 1180879X_3 \leq 0$$

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, X_3 \geq 0, Y_1 \geq 0, Y_2 \geq 0$$

Hastane 2'nin Hastane 1'e göre etkinlik değerlendirmesi modeli;

Amaç Fonksiyonu

$$e_{2,1} = \text{enb } 13060Y_1 + 25416Y_2$$

Kısıtlar

$$420X_1 + 1010X_2 + 1180879X_3 = 1$$

$$13060Y_1 + 25416Y_2 - 420X_1 - 1010X_2 - 1180879X_3 \leq 0$$

$$1789Y_1 + 6744Y_2 - 68X_1 - 152X_2 - 637381X_3 \leq 0$$

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, X_3 \geq 0, Y_1 \geq 0, Y_2 \geq 0$$

8 KVB için yazılan 64 model sonucunda çıkan değerler ile oluşturulan E matrisine aşağıda yer verilmiştir. Oluşturulan E matrisindeki değerler ile AHS uygulanarak A

matrisi elde edilmiştir. Sonrasında A matrisine sütun normalizasyonu uygulanarak A^1 matrisi elde edilmiştir. Elde edilen matrisin satır normalizasyonu işleminin uygulanması ile süreç sonlandırılmış ve elde edilen A^1 ile nihai KVB sıralamaları yapılmıştır.

	KVB 1	KVB 2	KVB 3	KVB 4	KVB 5	KVB 6	KVB 7	KVB 8
KVB 1	1	1	1	1	1	1	1	0,8573
KVB 2	1	1	1	1	1	1	0,9739	1
KVB 3	1	0,9146	1	0,4068	0,4098	1	0,7119	0,3591
KVB 4	1	1	1	1	1	1	1	1
KVB 5	1	1	1	1	1	1	1	1
KVB 6	1	1	1	1	1	1	1	1
KVB 7	1	1	1	1	1	1	1	1
KVB 8	1	1	1	1	1	1	1	1

Tablo 4.7: E Matrisi

	KVB 1	KVB 2	KVB 3	KVB 4	KVB 5	KVB 6	KVB 7	KVB 8
KVB 1	1	1	1	1	1	1	1	0,8573
KVB 2	1	1	1,0933	1	1	1	0,9739	1
KVB 3	1	0,9146	1	0,4068	0,4098	1	0,7119	0,3591
KVB 4	1	1	2,4582	1	1	1	1	1
KVB 5	1	1	2,4402	1	1	1	1	1
KVB 6	1	1	1	1	1	1	1	1
KVB 7	1	1,0267	1,4046	1	1	1	1	1
KVB 8	1,1664	1	2,7847	1	1	1	1	1

Tablo 4.8: A Matrisi

	KVB 1	KVB 2	KVB 3	KVB 4	KVB 5	KVB 6	KVB 7	KVB 8
KVB 1	0,1225	0,1259	0,0759	0,1350	0,1350	0,1250	0,1301	0,1188
KVB 2	0,1225	0,1259	0,0829	0,1350	0,1350	0,1250	0,1267	0,1386
KVB 3	0,1225	0,1152	0,0759	0,0549	0,0553	0,1250	0,0926	0,0498
KVB 4	0,1225	0,1259	0,1865	0,1350	0,1350	0,1250	0,1301	0,1386
KVB 5	0,1225	0,1259	0,1851	0,1350	0,1350	0,1250	0,1301	0,1386
KVB 6	0,1225	0,1259	0,0759	0,1350	0,1350	0,1250	0,1301	0,1386
KVB 7	0,1225	0,1293	0,1066	0,1350	0,1350	0,1250	0,1301	0,1386
KVB 8	0,1428	0,1259	0,2113	0,1350	0,1350	0,1250	0,1301	0,1386

Tablo 4.9: A^I Matrisi

Karar Verici Bileşenler	VZA/AHS Uygulama Sonuçları	Sıralama
Hastane 1	0,1210	7
Hastane 2	0,1239	5
Hastane 3	0,0864	8
Hastane 4	0,1373	2
Hastane 5	0,1371	3
Hastane 6	0,1235	6
Hastane 7	0,1277	4
Hastane 8	0,1430	1

Tablo 4.10: A^{II} Matrisi ve Sıralama

VZA/AHS uygulaması sonucunda en son aşamada elde edilen etkinlik değerlerine bakıldığında 8. Hastanenin ilk sırada yer alarak performansının en üstte yer aldığı görülmektedir. İkinci sırada ise “Hastane 4” yer almaktadır. Diğer hastaneler için sıralamaların yer aldığı bilgiler Tablo 4.10’da yer almaktadır. Yapılan analizin tutarlılığının değerlendirilmesi için tutarlılık analizi aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

4.2.1 Tutarlılık Analizi

KVB’ler arasında kıyaslama yapılırken tutarlı davranıp davranmadığının ölçülmesi için tutarlılık oranı hesaplanmalıdır. Bu oran 0,1’den küçük bir değer çıkarsa matrisin tutarlı olduğu yorumu yapılabilmektedir.

Adım 1: λ Hesaplaması

$$\lambda = \frac{(A * w)}{w}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0,8573 \\ 1 & 1 & 1,0933 & 1 & 1 & 1 & 0,9739 & 1 \\ 1 & 0,9146 & 1 & 0,4068 & 0,4098 & 1 & 0,7119 & 0,3591 \\ 1 & 1 & 2,4582 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2,4582 & 2,4402 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2,4402 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1,4046 & 1,4046 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1,1664 & 2,7847 & 2,7847 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,1210 \\ 0,1239 \\ 0,0864 \\ 0,1373 \\ 0,1371 \\ 0,1235 \\ 0,1277 \\ 0,1430 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,9509 \\ 0,9999 \\ 0,5012 \\ 1,2988 \\ 1,2947 \\ 0,9879 \\ 1,0770 \\ 1,4226 \end{bmatrix}$$

- $0,9509 / 0,1210 = 7,8573$
- $0,9999 / 0,1239 = 8,0672$
- $0,5012 / 0,0864 = 5,8022$
- $1,2988 / 0,1373 = 9,4582$
- $1,2947 / 0,1371 = 9,4402$
- $0,9879 / 0,1235 = 8,0000$
- $1,0770 / 0,1277 = 8,4313$
- $1,4226 / 0,1430 = 9,9511$

$$\lambda = (7,8573 + 8,0672 + 5,8022 + 9,4582 + 9,4402 + 8 + 8,4313 + 9,9511) / 8$$

$$\lambda = 8,3759$$

Adım 2: CI (Tutarlılık Göstergesi) Hesaplama

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{8,3759 - 8}{7} = 0,0537$$

Adım 3: CR (Tutarlılık Oranı) Hesaplama

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,0537}{1,41} = 0,0380 \quad (\text{RI(Rassallık göstergesi), n:8 için RI: 1,41})$$

$0,0380 < 0,1$ olduğu için tutarlı sayılabilir.

4.3 Birinci Senaryo İçin VZA/AHS Uygulaması (Wang-Chin Modeli)

Wang ve Chin'in geliştirdiği ve tutarlı olmayan matrislerde de kullanılabilen model, 8 KVB için uygulanmıştır. 8 KVB için oluşturulan modellere aşağıda yer verilmiştir.

KVB 1 İçin Oluşturulan Wang-Chin Modeli

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Enb } Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + 0,8573 Y_8$$

Kısıtlar:

$$8,1664Y_1+7,9413Y_2+13,181Y_3+7,4068Y_4+7,4098Y_5+8Y_6+7,6858Y_7+7,2164Y_8=1$$

$$Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + 0,8573Y_8 \geq 8Y_1$$

$$Y_1 + Y_2 + 1,0933Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + 0,9739Y_7 + Y_8 \geq 8Y_2$$

$$Y_1 + 0,9146Y_2 + Y_3 + 0,4068Y_4 + 0,4098Y_5 + Y_6 + 0,7119Y_7 + 0,3591Y_8 \geq 8Y_3$$

$$Y_1 + Y_2 + 2,4582Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_4$$

$$Y_1 + Y_2 + 2,4402Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_5$$

$$Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_6$$

$$Y_1 + 1,0267Y_2 + 1,4046Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_7$$

$$1,1664Y_1 + Y_2 + 2,7847Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_8$$

$$Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_8 \geq 0$$

KVB 2 İçin Oluşturulan Wang-Chin Modeli

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Enb } Y_1 + Y_2 + 1,0933Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + 0,9739Y_7 + Y_8$$

Kısıtlar:

$$8,1664Y_1+7,9413Y_2+13,181Y_3+7,4068Y_4+7,4098Y_5+8Y_6+7,6858Y_7+7,2164Y_8=1$$

$$Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + 0,8573Y_8 \geq 8Y_1$$

$$Y_1 + Y_2 + 1,0933Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + 0,9739Y_7 + Y_8 \geq 8Y_2$$

$$Y_1 + 0,9146Y_2 + Y_3 + 0,4068Y_4 + 0,4098Y_5 + Y_6 + 0,7119Y_7 + 0,3591Y_8 \geq 8Y_3$$

$$Y_1 + Y_2 + 2,4582Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_4$$

$$Y_1 + Y_2 + 2,4402Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_5$$

$$Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_6$$

$$Y_1 + 1,0267Y_2 + 1,4046Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_7$$

$$1,1664Y_1 + Y_2 + 2,7847Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_8$$

$$Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_8 \geq 0$$

KVB 3 İçin Oluşturulan Wang-Chin Modeli

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Enb } Y_1 + 0,9146Y_2 + Y_3 + 0,4068Y_4 + 0,4098Y_5 + Y_6 + 0,7119Y_7 + 0,3591Y_8$$

Kısıtlar:

$$8,1664Y_1+7,9413Y_2+13,181Y_3+7,4068Y_4+7,4098Y_5+8Y_6+7,6858Y_7+7,2164Y_8=1$$

$$Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + 0,8573Y_8 \geq 8Y_1$$

$$Y_1 + Y_2 + 1,0933Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + 0,9739Y_7 + Y_8 \geq 8Y_2$$

$$Y_1 + 0,9146Y_2 + Y_3 + 0,4068Y_4 + 0,4098Y_5 + Y_6 + 0,7119Y_7 + 0,3591Y_8 \geq 8Y_3$$

$$Y_1 + Y_2 + 2,4582Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_4$$

$$Y_1 + Y_2 + 2,4402Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_5$$

$$Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_6$$

$$Y_1 + 1,0267Y_2 + 1,4046Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_7$$

$$1,1664Y_1 + Y_2 + 2,7847Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_8$$

$$Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_8 \geq 0$$

KVB 4 İçin Oluşturulan Wang-Chin Modeli

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Enb } Y_1 + Y_2 + 2,4582Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8$$

Kısıtlar:

$$8,1664Y_1 + 7,9413Y_2 + 13,181Y_3 + 7,4068Y_4 + 7,4098Y_5 + 8Y_6 + 7,6858Y_7 + 7,2164Y_8 = 1$$

$$Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + 0,8573Y_8 \geq 8Y_1$$

$$Y_1 + Y_2 + 1,0933Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + 0,9739Y_7 + Y_8 \geq 8Y_2$$

$$Y_1 + 0,9146Y_2 + Y_3 + 0,4068Y_4 + 0,4098Y_5 + Y_6 + 0,7119Y_7 + 0,3591Y_8 \geq 8Y_3$$

$$Y_1 + Y_2 + 2,4582Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_4$$

$$Y_1 + Y_2 + 2,4402Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_5$$

$$Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_6$$

$$Y_1 + 1,0267Y_2 + 1,4046Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_7$$

$$1,1664Y_1 + Y_2 + 2,7847Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_8$$

$$Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_8 \geq 0$$

KVB 5 İçin Oluşturulan Wang-Chin Modeli

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Enb } Y_1 + Y_2 + 2,4402Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8$$

Kısıtlar:

$$8,1664Y_1 + 7,9413Y_2 + 13,181Y_3 + 7,4068Y_4 + 7,4098Y_5 + 8Y_6 + 7,6858Y_7 + 7,2164Y_8 = 1$$

$$Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + 0,8573Y_8 \geq 8Y_1$$

$$Y_1 + Y_2 + 1,0933Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + 0,9739Y_7 + Y_8 \geq 8Y_2$$

$$Y_1 + 0,9146Y_2 + Y_3 + 0,4068Y_4 + 0,4098Y_5 + Y_6 + 0,7119Y_7 + 0,3591Y_8 \geq 8Y_3$$

$$\begin{aligned}
Y_1 + Y_2 + 2,4582Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 &\geq 8Y_4 \\
Y_1 + Y_2 + 2,4402Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 &\geq 8Y_5 \\
Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 &\geq 8Y_6 \\
Y_1 + 1,0267Y_2 + 1,4046Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 &\geq 8Y_7 \\
1,1664Y_1 + Y_2 + 2,7847Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 &\geq 8Y_8 \\
Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_8 &\geq 0
\end{aligned}$$

KVB 6 İçin Oluşturulan Wang-Chin Modeli

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Enb } Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned}
8,1664Y_1 + 7,9413Y_2 + 13,181Y_3 + 7,4068Y_4 + 7,4098Y_5 + 8Y_6 + 7,6858Y_7 + 7,2164Y_8 &= 1 \\
Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + 0,8573Y_8 &\geq 8Y_1 \\
Y_1 + Y_2 + 1,0933Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + 0,9739Y_7 + Y_8 &\geq 8Y_2 \\
Y_1 + 0,9146Y_2 + Y_3 + 0,4068Y_4 + 0,4098Y_5 + Y_6 + 0,7119Y_7 + 0,3591Y_8 &\geq 8Y_3 \\
Y_1 + Y_2 + 2,4582Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 &\geq 8Y_4 \\
Y_1 + Y_2 + 2,4402Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 &\geq 8Y_5 \\
Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 &\geq 8Y_6 \\
Y_1 + 1,0267Y_2 + 1,4046Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 &\geq 8Y_7 \\
1,1664Y_1 + Y_2 + 2,7847Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 &\geq 8Y_8 \\
Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_8 &\geq 0
\end{aligned}$$

KVB 7 İçin Oluşturulan Wang-Chin Modeli

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Enb } Y_1 + 1,0267Y_2 + 1,4046Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned}
8,1664Y_1 + 7,9413Y_2 + 13,181Y_3 + 7,4068Y_4 + 7,4098Y_5 + 8Y_6 + 7,6858Y_7 + 7,2164Y_8 &= 1 \\
Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + 0,8573Y_8 &\geq 8Y_1 \\
Y_1 + Y_2 + 1,0933Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + 0,9739Y_7 + Y_8 &\geq 8Y_2 \\
Y_1 + 0,9146Y_2 + Y_3 + 0,4068Y_4 + 0,4098Y_5 + Y_6 + 0,7119Y_7 + 0,3591Y_8 &\geq 8Y_3 \\
Y_1 + Y_2 + 2,4582Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 &\geq 8Y_4 \\
Y_1 + Y_2 + 2,4402Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 &\geq 8Y_5 \\
Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 &\geq 8Y_6
\end{aligned}$$

$$Y_1 + 1,0267Y_2 + 1,4046Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_7$$

$$1,1664Y_1 + Y_2 + 2,7847Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_8$$

$$Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_8 \geq 0$$

KVB 8 İçin Oluşturulan Wang-Chin Modeli

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Enb } 1,1664Y_1 + Y_2 + 2,7847Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8$$

Kısıtlar:

$$8,1664Y_1 + 7,9413Y_2 + 13,181Y_3 + 7,4068Y_4 + 7,4098Y_5 + 8Y_6 + 7,6858Y_7 + 7,2164Y_8 = 1$$

$$Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + 0,8573Y_8 \geq 8Y_1$$

$$Y_1 + Y_2 + 1,0933Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + 0,9739Y_7 + Y_8 \geq 8Y_2$$

$$Y_1 + 0,9146Y_2 + Y_3 + 0,4068Y_4 + 0,4098Y_5 + Y_6 + 0,7119Y_7 + 0,3591Y_8 \geq 8Y_3$$

$$Y_1 + Y_2 + 2,4582Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_4$$

$$Y_1 + Y_2 + 2,4402Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_5$$

$$Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_6$$

$$Y_1 + 1,0267Y_2 + 1,4046Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_7$$

$$1,1664Y_1 + Y_2 + 2,7847Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 \geq 8Y_8$$

$$Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_8 \geq 0$$

Karar Verici Bileşenler	VZA/AHS Wang/Chin Modeli	
Hastane	Etkinlik Değerleri	Sıra
1	0,1210	7
2	0,1240	5
3	0,0862	8
4	0,1384	2
5	0,1382	3
6	0,1236	6
7	0,1278	4
8	0,1443	1

Tablo 4.11: VZA/AHS Wang-Chin Modeli Sonuçları ve Sıralama

VZA/AHS Wang-Chin modelinin sonuçlarına baktığımızda 8. Hastanenin ilk sırada ve 3. Hastanenin son sırada olduğu görülmektedir. Etkinlik değerleri genel olarak

incelendiğinde VZA/AHS sıralı hibrit yöntemi ile çok benzer sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

4.4 İkinci Senaryo İçin VZA/AHS Sıralı Hibrit ve VZA/AHS Wang-Chin Modeli Uygulaması

Yukarıda birinci senaryo için uygulama yapılan bölümlerde üç girdi parametresi ve iki çıktı parametresi ile yapılan analizler bu bölümde bir girdi parametresi (X_3 : Başvuru Sayısı) çıkarılarak yenilenmiştir. Aşağıda yeni senaryoda kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerine yer verilmiştir.

Girdi Değişkenleri

X_1 : Uzman ve Pratisyen Hekim Sayısı

X_2 : Yatak Sayısı

Çıktı Değişkenleri

Y_1 : Ameliyat Sayısı

Y_2 : Yatan Hasta Sayısı

4.4.1 İkinci Senaryo İçin VZA/AHS Sıralı Hibrit Uygulaması

İlk olarak 8 KVB için 64 adet karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Karşılaştırmalar neticesinde E matrisi oluşturulmuştur. Oluşturulan E matrisindeki değerler ile AHS uygulanarak elde edilmiş, A matrisine sütun normalizasyonu uygulanarak A^1 matrisi oluşturulmuş ve elde edilen matrise satır normalizasyonu işlemi uygulanarak süreç tamamlanmıştır. A^1 ile nihai KVB sıralamaları yapılmıştır.

	KVB 1	KVB 2	KVB 3	KVB 4	KVB 5	KVB 6	KVB 7	KVB 8
KVB 1	1	1	1	1	1	1	1	0,8573
KVB 2	1	1	1	0,6506	0,8844	1	0,9739	0,5231
KVB 3	1	0,9146	1	0,4068	0,4098	1	0,7119	0,3425
KVB 4	1	1	1	1	1	1	1	0,898
KVB 5	1	1	1	1	1	1	1	1
KVB 6	1	1	1	1	1	1	1	0,9281
KVB 7	1	1	1	0,9212	1	1	1	0,7406
KVB 8	1	1	1	1	1	1	1	1

Tablo 4.12: E Matrisi

	KVB 1	KVB 2	KVB 3	KVB 4	KVB 5	KVB 6	KVB 7	KVB 8
KVB 1	1	1	1	1	1	1	1	0,8573
KVB 2	1	1	1,0933	0,6506	0,8844	1	0,9739	0,5231
KVB 3	1	0,9146	1	0,4068	0,4098	1	0,7119	0,3425
KVB 4	1	1,5370	2,4582	1	1	1	1,0855	0,898
KVB 5	1	1,1307	2,4402	1	1	1	1	1
KVB 6	1	1	1	1	1	1	1	0,9281
KVB 7	1	1,0267	1,4046	0,9212	1	1	1	0,7406
KVB 8	1,1664	1,9116	2,9197	1,1135	1	1,0774	1,3502	1

Tablo 4.13: A Matrisi

	KVB 1	KVB 2	KVB 3	KVB 4	KVB 5	KVB 6	KVB 7	KVB 8
KVB 1	0,1225	0,1050	0,0751	0,1410	0,1371	0,1238	0,1231	0,1363
KVB 2	0,1225	0,1050	0,0821	0,0917	0,1212	0,1238	0,1199	0,0832
KVB 3	0,1225	0,0961	0,0751	0,0574	0,0562	0,1238	0,0877	0,0545
KVB 4	0,1225	0,1614	0,1846	0,1410	0,1371	0,1238	0,1337	0,1428
KVB 5	0,1225	0,1188	0,1833	0,1410	0,1371	0,1238	0,1231	0,1590
KVB 6	0,1225	0,1050	0,0751	0,1410	0,1371	0,1238	0,1231	0,1476
KVB 7	0,1225	0,1078	0,1055	0,1299	0,1371	0,1238	0,1231	0,1177
KVB 8	0,1428	0,2008	0,2193	0,1570	0,1371	0,1334	0,1663	0,1590

Tablo 4.14: A^I Matrisi

Karar Verici Bileşenler	VZA/AHS Uygulama Sonuçları	Sıralama
Hastane 1	0,1205	6
Hastane 2	0,1062	7
Hastane 3	0,0841	8
Hastane 4	0,1434	2
Hastane 5	0,1386	3
Hastane 6	0,1219	4
Hastane 7	0,1209	5
Hastane 8	0,1645	1

Tablo 4.15: A^{II} Matrisi ve Sıralama

VZA/AHS uygulaması sonucunda en son aşamada elde edilen etkinlik değerlerine bakıldığında Tablo 4.15’de ilk sıradaki hastanenin “Hastane 8” olduğu ve performansının en üstte yer aldığı görülmektedir. İkinci sıradaki hastanenin “Hastane 4” olduğu görülmektedir. Diğer hastaneler için sıralamaların yer aldığı bilgiler Tablo 4.15’de yer almaktadır.

Yapılan analizin tutarlılığının değerlendirilmesi için tutarlılık analizi bölüm 4.2.1’de anlatılan aşamalar uygulanarak hesaplanmıştır. Hesaplama sonucu aşağıdaki sonuç elde edilmiştir.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,0692}{1,41} = 0,0491 \quad (RI(\text{Rassallık göstergesi}), n:8 \text{ için } RI: 1,41)$$

0,0491 < 0,1 olduğu için tutarlı sayılabilir.

4.4.2 İkinci Senaryo İçin VZA/AHS Uygulaması (Wang-Chin Modeli)

Wang ve Chin’in geliştirdiği ve tutarlı olmayan matrislerde de kullanılabilen model, 8 KVB için uygulanmıştır. Uygulanan model sonucu elde edilen değerlere Tablo 4.16’da yer verilmiştir.

Karar Verici Bileşen	VZA/AHS Wang/Chin Modeli	
Hastane	Etkinlik Değerleri	Sıra
1	0,1207	6
2	0,106	7
3	0,084	8
4	0,1443	2
5	0,1396	3
6	0,1221	4
7	0,1209	5
8	0,1657	1

Tablo 4.16: VZA/AHS Wang-Chin Modeli Sonuçları ve Sıralama

VZA/AHS Wang-Chin modelinin sonuçlarına bakıldığında, VZA/AHS sıralı hibrit ile sonuçların çok benzer çıktığı ve aynı sıralamaların verildiği görülmektedir.

4.5 Üçüncü Senaryo İçin VZA/AHS Sıralı Hibrit ve VZA/AHS Wang-Chin Modeli Uygulaması

İlk senaryoda üç girdi parametresi ve iki çıktı parametresi ile yapılan analizler bu bölümde “Yatak Sayısı” girdi parametresi her bir KVB için 100 birim artırılarak yeniden VZA/AHS Sıralı Hibrit ve VZA/AHS Wang-Chin yöntemi uygulanmıştır. Aşağıda üçüncü senaryoda kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerine yer verilmiştir.

Girdi Değişkenleri

X₁: Uzman ve Pratisyen Hekim Sayısı

X₂: Yatak Sayısı (Belirli miktarda artırılarak)

X₃: Başvuru Sayısı

Çıktı Değişkenleri

Y₁: Ameliyat Sayısı

Y₂: Yatan Hasta Sayısı

4.5.1 Üçüncü Senaryo İçin VZA/AHS Sıralı Hibrit Uygulaması

İlk olarak 8 KVB için 64 adet karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Karşılaştırmalar neticesinde E matrisi oluşturulmuştur. Oluşturulan E matrisindeki değerler ile AHS uygulanarak elde edilmiş, A matrisine sütun normalizasyonu uygulanarak A¹ matrisi oluşturulmuş ve elde edilen matrisin satır normalizasyonu işlemi uygulanarak süreç tamamlanmıştır. A¹¹ ile nihai KVB sıralamaları yapılmıştır.

	KVB 1	KVB 2	KVB 3	KVB 4	KVB 5	KVB 6	KVB 7	KVB 8
KVB 1	1	1	1	1	1	1	1	0,8573
KVB 2	1	1	1	1	1	1	0,9739	1
KVB 3	0,9036	0,5364	1	0,3056	0,4098	1	0,5224	0,3591
KVB 4	1	1	1	1	1	1	1	1
KVB 5	1	1	1	1	1	1	1	1
KVB 6	1	1	1	1	1	1	1	1
KVB 7	1	1	1	1	1	1	1	1
KVB 8	1	1	1	1	1	1	1	1

Tablo 4.17: E Matrisi

	KVB 1	KVB 2	KVB 3	KVB 4	KVB 5	KVB 6	KVB 7	KVB 8
KVB 1	1	1	1,1066	1	1	1	1	0,8573
KVB 2	1	1	1,8642	1	1	1	0,9739	1
KVB 3	0,9036	0,5364	1	0,3056	0,4098	1	0,5224	0,3591
KVB 4	1	1	3,2722	1	1	1	1	1
KVB 5	1	1	2,4402	1	1	1	1	1
KVB 6	1	1	1	1	1	1	1	1
KVB 7	1	1,0267	1,9142	1	1	1	1	1
KVB 8	1,1664	1	2,7847	1	1	1	1	1

Tablo 4.18: A Matrisi

	KVB 1	KVB 2	KVB 3	KVB 4	KVB 5	KVB 6	KVB 7	KVB 8
KVB 1	0,1239	0,1322	0,0719	0,1369	0,1350	0,1250	0,1334	0,1188
KVB 2	0,1239	0,1322	0,1212	0,1369	0,1350	0,1250	0,1299	0,1386
KVB 3	0,1120	0,0709	0,0650	0,0418	0,0553	0,1250	0,0697	0,0498
KVB 4	0,1239	0,1322	0,2127	0,1369	0,1350	0,1250	0,1334	0,1386
KVB 5	0,1239	0,1322	0,1586	0,1369	0,1350	0,1250	0,1334	0,1386
KVB 6	0,1239	0,1322	0,0650	0,1369	0,1350	0,1250	0,1334	0,1386
KVB 7	0,1239	0,1358	0,1244	0,1369	0,1350	0,1250	0,1334	0,1386
KVB 8	0,1445	0,1322	0,1810	0,1369	0,1350	0,1250	0,1334	0,1386

Tablo 4.19: A¹ Matrisi

Karar Verici Bileşenler	VZA/AHS Uygulama Sonuçları	Sıralama
Hastane 1	0,1221	7
Hastane 2	0,1303	5
Hastane 3	0,0737	8
Hastane 4	0,1422	1
Hastane 5	0,1354	3
Hastane 6	0,1237	6
Hastane 7	0,1316	4
Hastane 8	0,1408	2

Tablo 4.20: A^{II} Matrisi ve Sıralama

VZA/AHS uygulaması sonucunda en son aşamada elde edilen etkinlik değerlerine bakıldığında Tablo 4.20’de ilk sıradaki hastanenin “Hastane 4” olduğu ve performansının en üstte yer aldığı görülmektedir. Diğer hastaneler için sıralamaların yer aldığı bilgiler Tablo 4.20’de yer almaktadır.

Yapılan analizin tutarlılığının değerlendirilmesi için tutarlılık analizi bölüm 4.2.1’de anlatılan aşamalar uygulanarak hesaplanmıştır. Hesaplama sonucu aşağıdaki sonuç elde edilmiştir.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,0793}{1,41} = 0,0562 \quad (RI(\text{Rassallık göstergesi}), n:8 \text{ için } RI: 1,41)$$

0,0562 < 0,1 olduğu için tutarlı sayılabilir.

4.5.2 Üçüncü Senaryo İçin VZA/AHS Uygulaması (Wang-Chin Modeli)

Wang ve Chin’in geliştirdiği ve tutarlı olmayan matrislerde de kullanılabilen model, 8 KVB için uygulanmıştır. Uygulanan model sonucu elde edilen değerlere Tablo 4.21’de yer verilmiştir.

Karar Verici Bileşen	VZA/AHS Wang/Chin Modeli	
Hastane	Etkinlik Değerleri	Sıra
1	0,1213	7
2	0,1303	5
3	0,0735	8
4	0,1435	1
5	0,1360	3
6	0,1238	6
7	0,1317	4
8	0,1416	2

Tablo 4.21: VZA/AHS Wang-Chin Modeli Sonuçları ve Sıralama

VZA/AHS Wang-Chin modelinin sonuçlarına bakıldığında, VZA/AHS sıralı hibrit ile sonuçların çok benzer çıktığı ve aynı sıralamaların verildiği görülmektedir.

4.6 Dördüncü Senaryo İçin VZA/AHS Sıralı Hibrit ve VZA/AHS Wang-Chin Modeli Uygulaması

İlk senaryoda üç girdi parametresi ve iki çıktı parametresi ile yapılan analizler bu bölümde “Uzman ve Pratisyen Hekim Sayısı” girdi parametresi her bir KVB için 100 birim artırılarak yeniden VZA/AHS Sıralı Hibrit ve VZA/AHS Wang-Chin yöntemi uygulanmıştır. Aşağıda dördüncü senaryoda kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerine yer verilmiştir.

Girdi Değişkenleri

X₁: Uzman ve Pratisyen Hekim Sayısı (Belirli miktarda artırılarak)

X₂: Yatak Sayısı

X₃: Başvuru Sayısı

Çıktı Değişkenleri

Y₁: Ameliyat Sayısı

Y₂: Yatan Hasta Sayısı

4.6.1 Dördüncü Senaryo İçin VZA/AHS Sıralı Hibrit Uygulaması

İlk olarak 8 KVB için 64 adet karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Karşılaştırmalar neticesinde E matrisi oluşturulmuştur. Oluşturulan E matrisindeki değerler ile AHS uygulanarak elde edilmiş, A matrisine sütun normalizasyonu uygulanarak A¹ matrisi oluşturulmuş ve elde edilen matrise satır normalizasyonu işlemi uygulanarak süreç tamamlanmıştır. Aⁿ ile nihai KVB sıralamaları yapılmıştır.

	KVB 1	KVB 2	KVB 3	KVB 4	KVB 5	KVB 6	KVB 7	KVB 8
KVB 1	1	1	1	0,8955	0,9828	1	0,9951	0,787
KVB 2	1	1	1	1	1	1	1	1
KVB 3	1	0,9146	1	0,4068	0,396	1	0,7119	0,3591
KVB 4	1	1	1	1	1	1	1	1
KVB 5	1	1	1	1	1	1	1	1
KVB 6	1	1	1	1	1	1	1	1
KVB 7	1	1	1	1	1	1	1	1
KVB 8	1	1	1	1	1	1	1	1

Tablo 4.22: E Matrisi

	KVB 1	KVB 2	KVB 3	KVB 4	KVB 5	KVB 6	KVB 7	KVB 8
KVB 1	1	1	1	0,8955	0,9828	1	0,9951	0,787
KVB 2	1	1	1,0933	1	1	1	1	1
KVB 3	1	0,9146	1	0,4068	0,396	1	0,7119	0,3591
KVB 4	1,1166	1	2,4582	1	1	1	1	1
KVB 5	1,0175	1	2,5252	1	1	1	1	1
KVB 6	1	1	1	1	1	1	1	1
KVB 7	1,0049	1	1,4046	1	1	1	1	1
KVB 8	1,2706	1	2,7847	1	1	1	1	1

Tablo 4.23: A Matrisi

	KVB 1	KVB 2	KVB 3	KVB 4	KVB 5	KVB 6	KVB 7	KVB 8
KVB 1	0,1189	0,1263	0,0754	0,1226	0,1332	0,1250	0,1291	0,1101
KVB 2	0,1189	0,1263	0,0824	0,1369	0,1355	0,1250	0,1298	0,1399
KVB 3	0,1189	0,1156	0,0754	0,0557	0,0537	0,1250	0,0924	0,0503
KVB 4	0,1328	0,1263	0,1853	0,1369	0,1355	0,1250	0,1298	0,1399
KVB 5	0,1210	0,1263	0,1904	0,1369	0,1355	0,1250	0,1298	0,1399
KVB 6	0,1189	0,1263	0,0754	0,1369	0,1355	0,1250	0,1298	0,1399
KVB 7	0,1195	0,1263	0,1059	0,1369	0,1355	0,1250	0,1298	0,1399
KVB 8	0,1511	0,1263	0,2099	0,1369	0,1355	0,1250	0,1298	0,1399

Tablo 4.24: A^I Matrisi

Karar Verici Bileşenler	VZA/AHS Uygulama Sonuçları	Sıralama
Hastane 1	0,1176	7
Hastane 2	0,1244	5
Hastane 3	0,0859	8
Hastane 4	0,1389	2
Hastane 5	0,1381	3
Hastane 6	0,1235	6
Hastane 7	0,1274	4
Hastane 8	0,1443	1

Tablo 4.25: A^{II} Matrisi ve Sıralama

VZA/AHS uygulaması sonucunda en son aşamada elde edilen etkinlik değerlerine bakıldığında Tablo 4.25’de ilk sıradaki hastanenin “Hastane 8” olduğu ve performansının en üstte yer aldığı görülmektedir. Diğer hastaneler için sıralamaların yer aldığı bilgiler Tablo 4.25’de yer almaktadır.

Yapılan analizin tutarlılığının değerlendirilmesi için tutarlılık analizi bölüm 4.2.1’de anlatılan aşamalar uygulanarak hesaplanmıştır. Hesaplama sonucu aşağıdaki sonuç elde edilmiştir.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,0558}{1,41} = 0,0395 \quad (\text{RI(Rassallık göstergesi), n:8 için RI: 1,41})$$

0,0395 < 0,1 olduğu için tutarlı sayılabilir.

4.6.2 Dördüncü Senaryo İçin VZA/AHS Uygulaması (Wang-Chin Modeli)

Wang ve Chin’in geliştirdiği ve tutarlı olmayan matrislerde de kullanılabilen model, 8 KVB için uygulanmıştır. Uygulanan model sonucu elde edilen değerlere Tablo 4.26’da yer verilmiştir.

Karar Verici Bileşen	VZA/AHS Wang/Chin Modeli	
Hastane	Etkinlik Değerleri	Sıra
1	0,1176	7
2	0,1245	5
3	0,0856	8
4	0,1399	2
5	0,1393	3
6	0,1236	6
7	0,1274	4
8	0,1456	1

Tablo 4.26: VZA/AHS Wang-Chin Modeli Sonuçları ve Sıralama

VZA/AHS Wang-Chin modelinin sonuçlarına bakıldığında, VZA/AHS sıralı hibrit ile sonuçların çok benzer çıktığı ve aynı sıralamaların verildiği görülmektedir.

4.7 Duyarlılık Analizi

Uygulama kapsamında girdi odaklı bir model kullanılmıştır. Modelde yer alan girdilerin farklı senaryolarda uygulanarak etkinlik değerlerine olan değişimini görmek açısından duyarlılık analizi yapılmıştır. Uygulanan dört farklı senaryodan aşağıdaki çıkarımlar yapılabilir:

- Birinci senaryo için girdi değişkenleri “Uzman ve Pratisyen Hekim Sayısı”, “Yatak Sayısı”, “Başvuru Sayısı” olarak değerlendirme yapıldığında hastanelerin sıralamaları KVB 8 – KVB 4 – KVB 5 – KVB 7 – KVB 2 – KVB 6 – KVB 1 – KVB 3 şeklinde olduğu görülmektedir.
- İkinci senaryo için girdi değişkenlerindeki parametreler aynı kalarak “Başvuru Sayısı” değişkeni çıkarıldığında sıralama KVB 8 – KVB 4 – KVB 5 – KVB 6 – KVB 7 – KVB 1 – KVB 2 – KVB 3 şeklinde olup ilk senaryoya göre 6. KVB, 7. KVB, 2. KVB ve 6. KVB’in sıralamalarının değiştiği görülmektedir.
- Üçüncü senaryo için girdi değişkenlerindeki parametreler ilk senaryo ile aynı kalarak yalnızca “Yatak Sayısı” değişkeni her KVB için 100 birim artırılmıştır. Bu çözümün sıralamaya etkisine bakıldığında ilk senaryodaki sıralamaya kıyasla burada KVB 4’ün ilk sırada yer aldığı ve KVB 8’in ikinci sırada yer aldığı görülmektedir.
- Dördüncü ve son senaryoda ise girdi değişkenlerindeki parametreler aynı kalarak “Uzman ve Pratisyen Hekim Sayısı” her KVB için 100 birim artırılmıştır. Bu çözümün ilk senaryodaki sıralama ile aynı sıralamaya sahip olduğu görülmektedir.

4.8 İki Model Arasında İstatistik Testi

Sıralamalar karşılaştırıldığında VZA/AHS Sıralı Hibrit ve VZA/AHS Wang-Chin yöntemleri arasında tam bir uyumun bulunup bulunmadığını ölçebilmek için parametrik olmayan istatistiksel testler kullanılmaktadır. Bağımsız iki grubun karşılaştırılmasında kullanılan ve parametrik olmayan bir test olan Mann-Whitney U testi VZA/AHS Sıralı Hibrit ile VZA/AHS Wang-Chin yöntemleri aralarındaki uyumu ölçmek için kullanılabilir. Mann-Whitney U testinin çözümünde SPSS programından yararlanılmıştır.

Mann-Whitney U testi uygulandığında P değeri 0,280 olduğu görülmektedir. Sonuçta senaryo için $P > 0,05$ olduğu görülmektedir. Bu sebeple VZA/AHS Sıralı Hibrit ve VZA/AHS Wang-Chin yönteminin birbirleri ile tutarlı olduğu ve aralarında önemli bir farklılık olmadığı yorumu yapılabilir.



5. SONUÇLAR

Bu çalışmada Ankara’da yer alan 8 adet kamu hastanesinin VZA/AHS sıralı hibrit yöntemi ve VZA/AHS Wang-Chin modeli ile etkinlik performanslarının belirlenerek sıralanması amaçlanmıştır. İlk olarak VZA/AHS sıralı hibrit yöntemi uygulanarak KVB’ler (Karar Verici Bileşenler) sıralanmıştır. Sonrasında temellerini Ramanathan’ın attığı ve sonrasında Wang ve Chin’in geliştirdiği bir başka VZA/AHS yöntemi ile KVB’ler için yeni modeller oluşturularak çözülmüş ve yeniden sıralama yapılmıştır. Böylelikle her dört senaryo için KVB’lerin nihai sıralamaları bulunmuştur. VZA/AHS sıralı hibrit yöntemi ile Wang ve Chin’in geliştirdiği VZA/AHS yöntemi arasında farklılıklar mevcuttur. VZA/AHS sıralı hibrit yönteminde öncelikle VZA uygulanmaktadır ve devamında AHS yöntemi uygulanarak sonuca ulaşılmaktadır. Fakat Wang ve Chin’in geliştirmiş olduğu VZA/AHS yönteminde öncelikle AHS ve sonrasında VZA yöntemi uygulanmaktadır. Sonuçlar kıyaslandığında her iki çözüm yönteminin de birbirleri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Wang ve Chin’in geliştirdiği yöntemin VZA/AHS sıralı hibrit yöntemine göre avantajı karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının hesaplanmasına gerek kalmadan KVB’lerin sıralanmasına olanak sağlamasıdır. Sonuçlar değerlendirildiğinde Wang-Chin modeli sonuçları için ise her iki senaryoda da VZA/AHS sıralı hibrit yönteminin sonuçlarının VZA/AHS sıralı hibrit yöntemi ile aynı sıralamaları verdiği görülmektedir.

Çalışmanın temelinde VZA/AHS sıralı hibrit yönteminin uygulanmasının sebebi iki yöntemin de yararlı noktalarını alarak VZA yönteminin gerçek verilerin kullanılması ve AHS yönteminin sıralama hususundan faydalanması olarak düşünülebilir. VZA/AHS yöntemini hem VZA hem de AHS yönteminden ayıran en önemli özelliklerden biri de öznel hiçbir değerlendirmeye yer vermemesidir. Nesnel verilerden yararlanarak geliştirilmiş bir yöntemdir. Ayrıca en etkin KVB’nin belirlenmesinde VZA’nın zayıf kaldığı noktaları nesnel olarak değerlendirerek en etkin olan KVB’in bulunması bir diğer özellik olarak değerlendirilebilir.

VZA/AHS sıralı hibrit yöntemi ve VZA/AHS Wang-Chin yöntemine bakıldığında en etkin olan hastaneden etkin olmayan hastaneye her iki yöntem için de sıralama yapıldığı zaman, birinci senaryoda KVB 8 – KVB 4 – KVB 5 – KVB 7 – KVB 2 – KVB 6 – KVB 1 – KVB 3 şeklinde bir sıralama olduğu, ikinci senaryoda KVB 8 –

KVB 4 – KVB 5 – KVB 6 – KVB 7 – KVB 1 – KVB 2 – KVB 3 şeklinde bir sıralama olduğu, üçüncü senaryoda KVB 4 – KVB 8– KVB 5 – KVB 7 – KVB 2 – KVB 6 – KVB 1 – KVB 3 şeklinde bir sıralama olduğu ve dördüncü senaryoda KVB 8 – KVB 4 – KVB 5 – KVB 7 – KVB 2 – KVB 6 – KVB 1 – KVB 3 şeklinde bir sıralama olduğu görülmektedir.

İlk senaryoda yer alan üçüncü girdi değişkeni “Başvuru Sayısı” ikinci senaryoda yer almamaktadır. Burada üçüncü girdi değişkeninin çıkarılmasının VZA/AHS sıralamaları üzerindeki etkisine bakıldığında iki senaryo için en etkin ve en etkin olmayan hastaneler aynı kalmıştır. İlk senaryo ile üçüncü senaryo arasındaki farka bakıldığında üçüncü senaryoda “Yatak Sayısı” girdi değişkenininin 100 birim artırılmasının dördüncü hastaneyi en etkin yaptığı, sekizinci hastaneyi ikinci sıraya koyduğu ve diğer sıralamalarda bir değişiklik olmadığı görülmektedir. İlk senaryo ile dördüncü senaryo arasında karşılaştırma yaptığımızda dördüncü senaryoda “Uzman ve Pretisyen Hekim Sayısı” parametresininin 100 birim artırılmasının ilk senaryodaki sıralamadan farklı bir sıralama vermediği görülmektedir.

Karar Verici Bileşen	VZA/AHS Sıralı Hibrit		VZA/AHS (Wang-Chin)	
	Hastane	Etkinlik Değerleri	Sıra	Etkinlik Değerleri	Sıra
1	0,1210	7	0,1210	7
2	0,1239	5	0,1240	5
3	0,0864	8	0,0862	8
4	0,1373	2	0,1384	2
5	0,1371	3	0,1382	3
6	0,1235	6	0,1236	6
7	0,1277	4	0,1278	4
8	0,1430	1	0,1443	1

Tablo 5.1: Birinci Senaryo İçin VZA/AHS Sıralı Hibrit ve VZA/AHS Wang-Chin Modeli Etkinlik Değerleri ve Sıralamaları

Karar Verici Bileşen	VZA/AHS Sıralı Hibrit		VZA/AHS (Wang-Chin)	
	Hastane	Etkinlik Değerleri	Sıra	Etkinlik Değerleri	Sıra
1	0,1205	6	0,1207	6
2	0,1062	7	0,106	7
3	0,0841	8	0,084	8
4	0,1434	2	0,1443	2
5	0,1386	3	0,1396	3
6	0,1219	4	0,1221	4
7	0,1209	5	0,1209	5
8	0,1645	1	0,1657	1

Tablo 5.2: İkinci Senaryo İçin VZA, VZA/AHS Sıralı Hibrit ve VZA/AHS Wang-Chin Modeli Etkinlik Değerleri ve Sıralamaları

Karar Verici Bileşen	VZA/AHS Sıralı Hibrit		VZA/AHS (Wang-Chin)	
	Hastane	Etkinlik Değerleri	Sıra	Etkinlik Değerleri	Sıra
1	0,1221	7	0,1213	7
2	0,1303	5	0,1303	5
3	0,0737	8	0,0735	8
4	0,1422	1	0,1435	1
5	0,1354	3	0,1360	3
6	0,1237	6	0,1238	6
7	0,1316	4	0,1317	4
8	0,1408	2	0,1416	2

Tablo 5.3: Üçüncü Senaryo İçin VZA, VZA/AHS Sıralı Hibrit ve VZA/AHS Wang-Chin Modeli Etkinlik Değerleri ve Sıralamaları

Karar Verici Bileşen	VZA/AHS Sıralı Hibrit		VZA/AHS (Wang-Chin)	
	Etkinlik Değerleri	Sıra	Etkinlik Değerleri	Sıra
1	0,1176	7	0,1176	7
2	0,1244	5	0,1245	5
3	0,0859	8	0,0856	8
4	0,1389	2	0,1399	2
5	0,1381	3	0,1393	3
6	0,1235	6	0,1236	6
7	0,1274	4	0,1274	4
8	0,1443	1	0,1456	1

Tablo 5.4: Dördüncü Senaryo İçin VZA, VZA/AHS Sıralı Hibrit ve VZA/AHS Wang-Chin Modeli Etkinlik Değerleri ve Sıralamaları

Çalışmanın sonucunda tüm KVB'lerin sağlık sektöründe kendilerini konumlandırmaları için oldukça önemli ipuçları elde edilmiştir. Gelecek çalışmalarda birbirleri ile karşılaştırılan VZA/AHS ve Wang-Chin VZA/AHS yöntemlerine ek diğer yöntemler eklenerek karşılaştırma yapılabileceği ve hastanelerin 2020 ve 2021 yıllarında yaşanan Covid pandemisi sebebiyle değişen girdi ve çıktı parametrelerinin ele alınarak hastanelerin verimlilikleri ve sıralamalarının yeniden değerlendirilebileceği önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Albert, A.A., Cuevas, S., del Rio, J.A., Lopez de Haro, M., (2009).** Heat transfer enhancement in oscillatory flows of Newtonian and viscoelastic fluids, *Int. J. Heat Mass Transfer*, 52, 5472-5478.
- Ao, Chen, Xu-ping, W., Bo-jie, C., & Wu-wei, L. (2007, August).** Research on methods of reverse logistic vendor selection under closed-loop supply chain. In 2007 International Conference on Management Science and Engineering (pp. 879-884). IEEE.
- Aydemir Z.C., (2002),** Bölgesel Rekabet Edebilirlik Kapsamında İllerin Kaynak Kullanım Görece Verimlilikleri; Veri Zarflama Analizi Uygulaması, DPT Uzmanlık Tezleri Yayın 2664, Ankara.
- Bhat, R., Verma, B. B., & Reuben, E. (2001).** Hospital efficiency: an empirical analysis of district hospitals and grant-in-aid hospitals in Gujarat. *Journal of Health Management*, 3(2), 167-197.
- Bowen W. M. (1990).** Subjective Judgments and Data Envelopment Analysis in Site Selection, *Computers, Enviroment and Urban Systems*, Vol: 14/2, 133-144.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A.Y., Seiford, L. M. (1994),** *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application*, Kluwer Academic Publisher, Boston, USA.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978).** Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
- Cingi, S. & Tarım, A. (2000).** Türk Banka Sisteminde Performans Ölçümü: DEA, Malmquist, TFP Endeksi Uygulaması. *Türk Bankalar Birliği Araştırma Tebliği*, 1,1-34
- Cooper, W.W., Li, S., Seiford, L.M., Tone, K., Thrall, R.M., Zhu, J.,** Sensitivity and Stability Analysis in DEA: Some Recent Developments, vol,15, pp.217-246, (2001).
- 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.
- Dash, U., Vaishnavi, S. D., & Muraleedharan, V. R. (2010).** Technical Efficiency and Scale Efficiency of District Hospitals: A Case Study. *Journal Of Health Management*, 12(3).
- DeLellis, N. O., & Ozcan, Y. A. (2013).** Quality outcomes among efficient and inefficient nursing homes: A national study. *Health Care Management Review*, 38(2), 156-165.
- Dharmapala, P. S. (2009).** Adding value in healthcare service by improving operational efficiency using data envelopment analysis. *International Journal of Operational Research*, 5(1), 73-88.
- 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.
- Du, J., Wang, J., Chen, Y., Chou, S. Y., & Zhu, J. (2014).** Incorporating Health Outcomes In Pennsylvania Hospital Efficiency: An Additive Super-Efficiency Dea Approach. *Annals Of Operations Research*, 221(1), 161-172.
- Eroğlu E., Lorcu F. (2007).** Veri Zarflama Hiyerarşi Prosesi (VZAHP) ile Sayısal Karar Verme, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, Cilt:36/2, 36-37.

- Erus, B., & Hatipoglu, O. (2017).** Physician Payment Schemes and Physician Productivity: Analysis of Turkish Healthcare Reforms. *Health Policy*, 121(5), 553-557.
- Esenbel M., Mustafa Onur E., Fatih Korhan E., (2000),** Veri Zarflama Analizi ile Doküman, Giyim Eşyası ve Deri Sektöründe Faaliyet Gösteren Firmaların Etkinliğinin Karşılaştırılması Etkinlik Analizi: Bir Veri Zarflama Analiz Uygulaması, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul, 5-14.
- Fareed, N., Ozcan, Y. A., & DeShazo, J. P. (2012).** Hospital electronic medical record enterprise application strategies: do they matter. *Health Care Management Review*, 37(1), 4-13.
- Feng, Q., & Antony, J. (2010).** Integrating DEA into Six Sigma methodology for measuring health service efficiency. *Journal of the Operational Research Society*, 61(7), 1112-1121.
- Ferrari, A. (2006).** Market Oriented Reforms of Health Services: A Non-Parametric Analysis. *The Service Industries Journal*, 26(1), 1-13.
- Ferrier, G. D., Rosko, M. D., & Valdmanis, V. G. (2006).** Analysis of uncompensated hospital care using a DEA model of output congestion. *Health Care Management Science*, 9(2), 181-188.
- Fışkın C. S., Akgül E. F., Çetin Ç. K. (2016).** Liman Rekabetçiliğini Etkileyen Faktörler: Ege Bölgesi Konteyner Terminalleri Kullanıcılarına Yönelik Bir VZAHF Uygulaması, Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, 1- 23.
- Fragkiadakis, G., Doumpos, M., Zopounidis, C., & Germain, C. (2016).** Operational and Economic Efficiency Analysis of Public Hospitals In Greece. *Annals of Operations Research*, 247(2), 787-806.
- Friedman, L., & Sinuany-Stern, Z. (1997).** Scaling units via the canonical correlation analysis in the DEA context. *European Journal of Operational Research*, 100(3), 629-637.
- Gautam, S., Hicks, L., Johnson, T., & Mishra, B. (2013).** Measuring the Performance of Critical Access Hospitals In Missouri Using Data Envelopment Analysis. *The Journal Of Rural Health*, 29(2), 150-158.
- Giuffrida, A. (1999).** Productivity and efficiency changes in primary care: a Malmquist index approach. *Health Care Management Science*, 2(1), 11-26.
- Gülcü, A., Özkan, Ş., & Tutar, H. (2004).** Devlet Hastanelerinin 1998-2001 Yılları Arası Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Görece Verimlilik Analizi: Yönetim ve Organizasyon İlkeleri Açısından Bir Değerlendirme. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 18(3-4).
- Güler, M., Doğan, Ö. İ., & Erdem, S. (2017).** Sağlık Kuruluşları Performansının Veri Zarflama Analizi ile İncelenmesi ve Bir Uygulama. *Verimlilik Dergisi*, 4(4), 169-185.
- Harrison, J. P., & Meyer, S. (2014).** Measuring efficiency among US federal hospitals. *The Health Care Manager*, 33(2), 117-127.
- Harrison, J. P., & Ogniewski, R. J. (2005).** An efficiency analysis of Veterans Health Administration hospitals. *Military Medicine*, 170(7), 607-611.
- Harrison, J. P., & Sexton, C. (2006).** The improving efficiency frontier of religious not-for-profit hospitals. *Hospital Topics*, 84(1), 2-10.
- Hatam, N., Moslehi, S. H., Askarian, M., Shokrpour, N., Keshtkaran, A., & Abbasi, M. (2010).** The efficiency of general public hospitals in Fars Province, Southern Iran.

- Herwartz, H., & Strumann, C. (2012).** On the effect of prospective payment on local hospital competition in Germany. *Health care management science*, 15(1), 48-62.
- Hollingsworth, B., Dawson, P. J., & Maniadakis, N. (1999).** Efficiency measurement of health care: a review of non-parametric methods and applications. *Health care management science*, 2(3), 161-172.
- Iyengar, R. N., & Ozcan, Y. A. (2009).** Performance evaluation of ambulatory surgery centres: an efficiency approach. *Health services management research*, 22(4), 184-190.
- Jandaghi, G., Matin, H. Z., Doremami, M., & Aghaziyarati, M. (2010).** Efficiency evaluation of Qom public and private hospitals using data envelopment analysis. *European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences*, 22(2), 83-91.
- Kaitelidou, D., Katharaki, M., Kalogeropoulou, M., Economou, C., Siskou, O., Souliotis, K., ... & Liaropoulos, L. (2016).** The Impact of Economic Crisis to Hospital Sector and The Efficiency of Greek Public Hospitals, 4, 111-25.
- Kakeman, E., Forushani, A. R., & Dargahi, H. (2016).** Technical efficiency of hospitals in Tehran, Iran. *Iranian Journal Of Public Health*, 45(4), 494.
- Karacabey, A. A., (2002),** Türk Bankalarındaki Üretim Değişiklikleri ve Nedenleri, *İktisat, İşletme ve Finans*, Cilt:17, Sayı:191.
- Karaduman, Alper.** Data Envelopment Analysis and Malmquist Total Factor Productivity (Tfp) Index: An Application to Turkish Automotive Industry” Yüksek Lisans Tezi, Odtü, 2006
- Karahan, M. (2019).** Using Data Envelopment Analysis to Measure the Technical Efficiency of Public Hospitals In Turkey. *E-Journal Of Science & Technology*, 19(3), 373-387.
- Katharaki, M. (2008).** Approaching the management of hospital units with an operation research technique: The case of 32 Greek obstetric and gynaecology public units. *Health Policy*, 85(1), 19-31.
- Keskin, Ö. K., & Orhaner, E. (2017).** Public Hospitals and Special Hospitals Efficiency Effect Factors (Ankara Province Sample). *International Journal of Health Management and Tourism*, 2(2), 19-36.
- Ketabi, S. (2011).** Efficiency measurement of cardiac care units of Isfahan hospitals in Iran. *Journal of medical systems*, 35(2), 143-150.
- Kim, N., Park, J., & Choi, J. J. (2017).** Perceptual differences in core competencies between tourism industry practitioners and students using Analytic Hierarchy Process (AHP). *Journal of hospitality, leisure, sport & tourism education*, 20, 76-86.
- Kim, Y., Oh, D. H., & Kang, M. (2016).** Productivity Changes In OECD Healthcare Systems: Bias-Corrected Malmquist Productivity Approach. *The International Journal of Health Planning and Management*, 31(4), 537-553.
- Kirigia, J. M., & Asbu, E. Z. (2013).** Technical and scale efficiency of public community hospitals in Eritrea: an exploratory study. *Health economics review*, 3(1), 1-16.
- Kirigia, J. M., Emrouznejad, A., & Sambo, L. G. (2002).** Measurement of Technical Efficiency of Public Hospitals In Kenya: Using Data Envelopment Analysis. *Journal Of Medical Systems*, 26(1), 39-45.
- Kirigia, J. M., Sambo, L. G., Renner, A., Alemu, W., Seasa, S., & Bah, Y. (2011).** Technical efficiency of primary health units in Kailahun and Kenema districts of Sierra Leone. *International archives of medicine*, 4(1), 15.

- 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.
- Kocaman, A. M., Mutlu, M., Bayraktar, D., & Araz, Ö. M. (2012).** OECD Ülkelerinin Sağlık Sistemlerinin Etkinlik Analizi. *Engineer & The Machinery Magazine*, 635.
- Kontodimopoulos, N., & Niakas, D. (2006).** A 12-year analysis of Malmquist total factor productivity in dialysis facilities. *Journal Of Medical Systems*, 30(5), 333-342.
- Kontodimopoulos, N., Nanos, P., & Niakas, D. (2006).** Balancing efficiency of health services and equity of access in remote areas in Greece. *Health Policy*, 76(1), 49-57.
- Kounetas, K., & Papathanassopoulos, F. (2013).** How efficient are Greek hospitals? A case study using a double bootstrap DEA approach. *The European Journal of Health Economics*, 14(6), 979-994.
- Kristensen, T., Bogetoft, P., & Pedersen, K. M. (2010).** Potential gains from hospital mergers in Denmark. *Health care management science*, 13(4), 334-345.
- Kursunoglu, N., & Onder, M. (2015).** Selection of an appropriate fan for an underground coal mine using the Analytic Hierarchy Process. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 48, 101-109.
- Kuruüzüm, A., & Atsan, N. (2001).** Analitik hiyerarşi yöntemi ve işletmecilik alanındaki uygulamaları. *Akdeniz University Faculty of Economics & Administrative Sciences Faculty Journal*, 1(1), 83-105.
- Langabeer, J. R., & Ozcan, Y. A. (2009).** The economics of cancer care: longitudinal changes in provider efficiency. *Health Care Management Science*, 12(2), 192-200.
- Li, H., Dong, S., & Liu, T. (2014).** Relative Efficiency And Productivity: A Preliminary Exploration of Public Hospitals In Beijing, China. *Bmc Health Services Research*, 14(1), 158.
- Linna, M., Häkkinen, U., Peltola, M., Magnussen, J., Anthun, K. S., Kittelsen, S., ... & Rehnberg, C. (2010).** Measuring cost efficiency in the Nordic Hospitals—a cross-sectional comparison of public hospitals in 2002. *Health Care Management Science*, 13(4), 346-357.
- Lyroudi, K., Glaveli, N., Koulakiotis, A., & Angelidis, D. (2006).** The Productive Performance of Public Hospital Clinics In Greece: A Case Study. *Health Services Management Research*, 19(2), 67-72.
- Marnani, A. B., Sadeghifar, J., Pourmohammadi, K., Mostafaie, D., Abolhalaj, M., & Bastani, P. (2012).** Performance assessment indicators: how DEA and Pabon Lasso describe Iranian hospitals’ performance. *Health Med*, 6(3), 791-6.
- Marques, R. C., & Carvalho, P. (2013).** Estimating the efficiency of Portuguese hospitals using an appropriate production technology. *International Transactions in Operational Research*, 20(2), 233-249.
- Marschall, P., & Flessa, S. (2009).** Assessing The Efficiency of Rural Health Centres In Burkina Faso: An Application of Data Envelopment Analysis. *Journal Of Public Health*, 17(2).
- Masiye, F. (2007).** Investigating Health System Performance: An Application of Data Envelopment Analysis to Zambian Hospitals. *Bmc Health Services Research*, 7(1), 58.
- Mehrtak, M., Yusefzadeh, H., & Jaafaripooyan, E. (2014).** Pabon Lasso and Data Envelopment Analysis: A Complementary Approach to Hospital Performance Measurement. *Global Journal of Health Science*, 6(4), 107.

- Mitropoulos, P., Talias, M. A., & Mitropoulos, I. (2015).** Combining stochastic DEA with Bayesian analysis to obtain statistical properties of the efficiency scores: An application to Greek public hospitals. *European Journal of Operational Research*, 243(1), 302-311.
- Mogha, S. K., Yadav, S. P., & Singh, S. P. (2014).** New slack model based efficiency assessment of public sector hospitals of Uttarakhand: state of India. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 5(1), 32-42.
- Mogha, S. K., Yadav, S. P., & Singh, S. P. (2015).** Technical Efficiency and Productivity Growth In Public Sector Hospitals of Uttarakhand (India). *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 6(4), 390-406.
- Munuswamy, S. V. B., & Lokachari, P. S. (2019, August).** Health Management Information Systems In Public Hospitals Of Tamil Nadu, India: Productivity Analysis Using Malmquist Index. In 2019 Portland International Conference On Management Of Engineering And Technology (Picmet), 1-9, IEEE.
- Navarro-Espigares, J. L., & Torres, E. H. (2011).** Efficiency and quality in health services: a crucial link. *The service industries journal*, 31(3), 385-403.
- Ng, Y. C. (2008).** The productive efficiency of the health care sector of China. *Review of Regional Studies*, 38(3), 381-393.
- Ng, Y. C. (2011).** The productive efficiency of Chinese hospitals. *China Economic Review*, 22(3), 428-439.
- Oruç, K. O. (2016).** Bulanık Ortamda Malmquist Verimlilik Endeksi ve Üniversite Hastanelerinde Bir Uygulama. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 12(28), 163-188.
- Osei, D., d'Almeida, S., George, M. O., Kirigia, J. M., Mensah, A. O., & Kainyu, L. H. (2005).** Technical efficiency of public district hospitals and health centres in Ghana: a pilot study. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 3(1), 9.
- Ozbugday, F. C., Tirgil, A., & Kose, E. G. (2020).** Efficiency Changes In Long-Term Care In OECD Countries: A Non-Parametric Malmquist Index Approach. *Socio-Economic Planning Sciences*, 70, 100733.
- Ozcan, Y. A., & Khushalani, J. (2017).** Assessing Efficiency of Public Health and Medical Care Provision In OECD Countries After A Decade of Reform. *Central European Journal of Operations Research*, 25(2).
- Ozcan, Y. A., & Legg, J. S. (2014).** Performance measurement for radiology providers: a national study. *International Journal of Healthcare Technology and Management* 11, 14(3), 209-221.
- Ozcan, Y. A., & Luke, R. D. (2011).** Health care delivery restructuring and productivity change: assessing the Veterans Integrated Service Networks (VISNs) using the Malmquist approach. *Medical Care Research and Review*, 68(1), 20-35.
- Ozgen, H., & Ozcan, Y. A. (2004).** Longitudinal analysis of efficiency in multiple output dialysis markets. *Health Care Management Science*, 7(4), 253-261.
- Öksüzakaya, M.** Sağlık Sektöründe Bölgeler Arası Etkinliğin İncelenmesi. *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(10), 280-300.

- Özata, M., & Sevinç, İ. (2010).** Konya'daki Sağlık Ocaklarının Etkinlik Düzeylerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 24(1).
- Özgen, H., & Şahin, İ. (2010).** Measurement of Efficiency of the Dialysis Sector In Turkey Using Data Envelopment Analysis. *Health Policy*, 95(2-3).
- Paradı, Joseph C. Ve Schaffnit, Claire, (2004),** “Commercial Branch Performance Evaluation and Results Communication In a Canadian Bank – A Dea Application”, *European Journal Of Operational Research*, 156(3), 719-735.
- Park, J. S., Fowler, K. L., & Giebel, S. A. (2011).** Measuring hospital operating efficiencies for strategic decisions. *International Journal of business and social science*, 2(13).
- Polyzos, N. I. C. O. L. A. O. S. (2012).** A three-year performance evaluation of the NHS hospitals in Greece. *Hippokratia*, 16(4), 350.
- Prakash, V., & Annapoorni, D. (2015).** Performance evaluation of public hospitals in Tamil Nadu: DEA approach. *Journal of Health Management*, 17(4), 417-424.
- Prior, D. (2006).** Efficiency and total quality management in health care organizations: A dynamic frontier approach. *Annals of Operations Research*, 145(1), 281-299.
- Puenpatom, R. A., & Rosenman, R. (2008).** Efficiency of Thai provincial public hospitals during the introduction of universal health coverage using capitation. *Health Care Management Science*, 11(4), 319-338.
- Raei, B., Yousefi, M., Rahmani, K., Afshari, S., & Ameri, H. (2017).** Patterns of Productivity Changes In Hospitals By Using Malmquist–Dea Index: A Panel Data Analysis (2011–2016). *Australasian Medical Journal (Online)*, 10(10), 856-864.
- Ram Jat, T., & San Sebastian, M. (2013).** Technical Efficiency of Public District Hospitals In Madhya Pradesh, India: A Data Envelopment Analysis. *Global Health Action*, 6(1), 21742.
- Ramanathan R. (2006).** “Data Envelopment Analysis For Weight Derivation and Aggregation in the Analytic Hierarchy Proses”, *Computers & Operations Research*, Vol: 33/5, 1289-1307.
- Ren, J., & Lützen, M. (2017).** Selection of sustainable alternative energy source for shipping: Multi-criteria decision making under incomplete information. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, 1003-1019.
- Renner, A., Kirigia, J. M., Zere, E. A., Barry, S. P., Kirigia, D. G., Kamara, C., & Muthuri, L. H. (2005).** Technical efficiency of peripheral health units in Pujehun district of Sierra Leone: a DEA application. *BMC health services research*, 5(1), 77.
- Retzlaff-Roberts, D., Chang, C. F., & Rubin, R. M. (2004).** Technical Efficiency In The Use of Health Care Resources: A Comparison of OECD Countries. *Health Policy*, 69(1), 55-72.
- Rezaeitaziani T., Barkhordariahmadi M. (2015).** “A two-stage Model for Ranking DMUs Using DEA/AHP”, *Int. J. Industrial Mathematics*, Vol: 7/2, 161-169.
- Rezapour, A., Azar, F. E., Zadeh, N. Y., Roumiani, Y., & Faradonbeh, S. B. (2015).** Technical Efficiency and Resources Allocation In University Hospitals In Tehran, 2009-2012. *Medical Journal of The Islamic Republic of Iran*, 29, 266.

- Rouyendegh B., Erkan T. E. (2010).** “Ankara’da Bulunan 4 Yıldızlı Otellerin, VZAAHS Sıralı Hibrit Yöntemiyle Etkinlik Değerlendirmesi”, Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Vol: 12/3, 6990.
- Rouyendegh, B. D., Oztekin, A., Ekong, J., & Dag, A. (2019).** Measuring the efficiency of hospitals: a fully-ranking DEA–FAHP approach. *Annals of Operations Research*, 278(1), 361-378.
- Saaty, T. L. (1980).** *The Analytic Hierarchy Process*, New York: McGraw-Hill.
- Saaty T.L. (1990),** “How to make A Decision: The Analytic Hierarchy Process” *European Journal of Operational Research*, Vol: 48/1, 9-26.
- Sahin, I., & Ozcan, Y. A. (2000).** Public Sector Hospital Efficiency For Provincial Markets In Turkey. *Journal Of Medical Systems*, 24(6), 307-320.
- Samut, P. K., & Cafri, R. (2016).** Analysis Of The Efficiency Determinants Of Health Systems İn Oecd Countries By DEA and Panel Tobit. *Social Indicators Research*, 129(1), 113-132.
- San Sebastian, M., & Lemma, H. (2010).** Efficiency Of The Health Extension Programme In Tigray, Ethiopia: A Data Envelopment Analysis. *Bmc International Health and Human Rights*, 10(1), 1-8.
- Sarkis, J. (2007).** Preparing your data for DEA. In *Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis*, Springer US, 305-320.
- Sebetci, Ö., & Uysal, İ. (2017).** The Efficiency Of Clinical Departments In Medical Faculty Hospitals: A Case Study Based On Data Envelopment Analysis. *International Journal Of Computer Sciences and Engineering*, 5(7), 1-8.
- Seddighi, H., Nejad, F. N., & Basakha, M. (2020).** Health Systems Efficiency In Eastern Mediterranean Region: A Data Envelopment Analysis. *Cost Effectiveness And Resource Allocation*, 18(1), 1-7.
- Shahhoseini, R., Tofighi, S., Jaafaripooyan, E., & Safiaryan, R. (2011).** Efficiency Measurement In Developing Countries: Application of Data Envelopment Analysis For Iranian Hospitals. *Health Services Management Research*, 24(2), 75-80.
- Sheikhzadeh, Y., Roudsari, A. V., Vahidi, R. G., Emrouznejad, A., & Dastgiri, S. (2012).** Public and Private Hospital Services Reform Using Data Envelopment Analysis to Measure Technical, Scale, Allocative, And Cost Efficiencies. *Health Promotion Perspectives*, 2(1), 28.
- Sherman, H. And Zhu, J. (2006).** *Service Productivity Management: Improving Service Performance Using Data Envelopment Analysis (Dea)*. Usa: Springer.
- Siciliani, L. (2006).** Estimating technical efficiency in the hospital sector with panel data. *Applied Health Economics and Health Policy*, 5(2), 99-116.
- Sikka, V., Luke, R. D., & Ozcan, Y. A. (2009).** The efficiency of hospital-based clusters: Evaluating system performance using data envelopment analysis. *Health Care Management Review*, 34(3), 251-261.
- Simões, P., & Marques, R. C. (2011).** Performance and Congestion Analysis of the Portuguese Hospital Services. *Central European Journal of Operations Research*, 19(1), 39-63.
- Sinuany-Stern Z., Mehrez A., Hadad Y. (2000).** “An AHP/DEA Methodology for Ranking Decision Making Units”, *International Transactions in Operational Research*, 7/2, 109-124.

- Spinks, J., & Hollingsworth, B. (2009).** Cross-Country Comparisons of Technical Efficiency of Health Production: A Demonstration of Pitfalls. *Applied Economics*, 41(4), 417-427.
- Sulku, S. N. (2012).** The Health Sector Reforms and the Efficiency of Public Hospitals in Turkey: Provincial Markets. *The European Journal of Public Health*, 22(5), 634-638.
- Sun, B., Zhang, L., Yang, W., Zhang, J., Luo, D., & Han, C. (2016).** Data Envelopment Analysis on Evaluating the Efficiency of Public Hospitals in Tianjin, China. *Transactions of Tianjin University*, 22(2), 182-188.
- Sülkü, S. N. (2011).** Performansa Dayalı Ek Ödeme Sisteminin Kamu Hastanelerinin Verimliliği Üzerine Etkileri. *Maliye Dergisi*, 160, 242-268.
- Şahin, B., & İlgün, G. (2019).** Assessment of the Impact of Public Hospital Associations (Phas) On the Efficiency of Hospitals Under the Ministry of Health In Turkey With Data Envelopment Analysis. *Health Care Management Science*, 22(3), 437-446.
- Şener, M., & Yiğit, V. (2017).** Sağlık Sistemlerinin Teknik Verimliliği: OECD Ülkeleri Üzerinde Bir Araştırma. *Journal of Suleyman Demirel University Institute of Social Sciences*, (26), 266-290.
- Tambour, M. (1997).** The impact of health care policy initiatives on productivity. *Health Economics*, 6(1), 57-70.
- Taşlıdere, S., Saraçoğlu, G. V., & Topçu, B. (2017).** Tekirdağ'da Bir İlçenin Aile Hekimliği Performanslarının Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi, 5(2), 75-82.
- Temür, Y., & Bakırcı, F. (2008).** Türkiye'de Sağlık Kurumlarının Performans Analizi: Bir VZA Uygulaması. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(3), 262.
- Tigga, N. S., & Mishra, U. S. (2015).** On measuring technical efficiency of the health system in India: An application of Data Envelopment Analysis. *Journal of Health Management*, 17(3), 285-298.
- Timor, M., & Lorecu, F. (2010).** Türkiye ve Avrupa Birliğine Üye Ülkelerin Sağlık Sistem Performanslarının Kümeleme ve Veri Zarflama Analizi ile Karşılaştırılması. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 21(65).
- Topçuoğlu, Ö (2016).** Özelleştirmenin Etkinlik ve Verimliliğe Yansıması. *Verimlilik Dergisi*.
- Torabipour, A., Najarzadeh, M., Mohammad, A. R. A. B., Farzianpour, F., & Ghasemzadeh, R. (2014).** Hospitals productivity measurement using data envelopment analysis technique. *Iranian journal of public health*, 43(11), 1576.
- Valdmanis, V. G., Rosko, M. D., & Mutter, R. L. (2008).** Hospital quality, efficiency, and input slack differentials. *Health services research*, 43(5p2), 1830-1848.
- Van Ineveld, M., Van Oostrum, J., Vermeulen, R., Steenhoek, A., & Van De Klundert, J. (2016).** Productivity and Quality of Dutch Hospitals During System Reform. *Health Care Management Science*, 19(3), 279-290.
- VanderWielen, L. M., & Ozcan, Y. A. (2015).** An assessment of the health care safety net: performance evaluation of free clinics. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly*, 44(3), 474-486.
- 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.
- Wang, D. D. (2019).** Performance Assessment of Major Global Cities by DEA And Malmquist Index Analysis. *Computers, Environment and Urban Systems*, 77, 101365.
- Wang, X., Luo, H., Qin, X., Feng, J., Gao, H., & Feng, Q. (2016).** Evaluation of performance and impacts of maternal and child health hospital services using Data Envelopment Analysis in Guangxi Zhuang Autonomous Region, China: A Comparison Study Among Poverty And Non-Poverty County Level Hospitals. *International Journal for Equity in Health*, 15(1), 1-6.
- Watcharasriroj, B., & Tang, J. C. (2004).** The Effects of Size and Information Technology on Hospital Efficiency. *The Journal of High Technology Management Research*, 15(1), 1-16.
- Wei, C. K., Chen, L. C., Li, R. K., & Tsai, C. H. (2011).** Using the DEA-R model in the hospital industry to study the pseudo-inefficiency problem. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 2172-2176.
- Weng, S. J., Wu, T., Blackhurst, J. & Mackulak, G. (2009).** An Extended DEA Model for Hospital Performance Evaluation and Improvement. *Health Services and Outcomes Research Methodology*, 9: 39–53.
- Yesilyurt, E. (2007).** Efficiency, Congestion and slack analysis of General Hospitals. *Anadolu University Journal of Social Sciences*, 7(1), 391-414.
- Yeşilyurt, M. E., & Yeşilyurt, F. (2006).** Kadın, Doğum ve Çocuk Hastanelerinde Girdi Tıkanıklığı ve Aylak Girdilere Bağlı Kayıpların Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 7(2), 41-54.
- Yeşilyurt, Ö. G. D. M. E., & Yeşilyurt, A. G. F. (2007).** Poliklinik ve Doğum Hizmeti Veren Hastanelerde Girdi Tıkanıklığı ve Aylak Girdiler. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 28.
- Yeşilyurt, Ö., & Salamov, F. (2017).** Türk Devletleri Sağlık Sistemlerinde Etkinliğin ve Etkinliğe Etki Eden Faktörlerin Süper Etkinlik ve Tobit Modelleriyle Değerlendirilmesi. *Ibaness Congress Series-Edirne/Turkey*, 852-863.
- Yiğit, V., & Esen, H. (2017).** Pabon Lasso Modeli ve Veri Zarflama Analizi ile Hastanelerde Performans Ölçümü. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 8(2), 26-32.
- Zere, E., Mbeeli, T., Shangula, K., Mandlhate, C., Mutirua, K., Tjivambi, B., & Kapenambili, W. (2006).** Technical efficiency of district hospitals: evidence from Namibia using data envelopment analysis. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 4(1), 1-9.
- Zhou, F., & Zhang, Y. B. (2010, June).** Notice of Retraction: Relative Efficiency Evaluation of Chinese Health Care System Based On Data Envelopment Analysis (DEA) Model. In *2010 International Conference on Computer and Communication Technologies In Agriculture Engineering*. (Vol. 2, pp. 262-265). IEEE.



7. EKLER

EK 1 – İncelenen Yayınların Tam Listesi

No	Ülke	Yayınlandığı Yıl /Yazar	BCC,CCR, MI,Tobit Modeli	KVB Sayısı	KVB Türü
1	Türkiye	2000/ İsmet Şahin, Yasar A. Özcan	BCC	80	Kamu Hastaneleri
2	Kenya	2002/ Joses M. Kirigia, Ali Emrouznejad, Luis G. Sambo	BCC CCR	27	Kamu Hastaneleri
3	Norveç	2003/Bjørn, E., Hagen, T. P., Iversen, T., & Magnussen, J.	-	-	Hastane
4	Tayland	2004/Budsakorn Watcharasriroj, John C.S. Tang	Tobit	92	Kamu Hastaneleri
5	Türkiye	2004/Aslan Gülcü, Şule Özkan, Hasan Tutar	CCR	88	Kamu Hastaneleri
6	OECD	2004/ Donna Retzlaff-Roberts, Cyril F. Chang, Rose M. Rubin	BCC	27	OECD Üye Ülkeleri
7	ABD	2005/Timothy W. Butler, Ling Li	BCC	24	Kırsal Hastane
8	Türkiye	2006/ M. Ensar Yesilyurt, Filiz Yesilyurt	BCC	48	Kadın, Doğum ve Çocuk Hastaneleri
9	İskoçya	2006 / Dr. Alessandra Ferrari	Malmquist Endeks	53	Hastane
10	Yunanistan	2006 / K Lyroudi Vd.	Malmquist Endeks	10	Kamu Hastaneleri
11	Türkiye	2007/ Ensar Yesilyurt	BCC	600	Sağlık Bakanlığı'na Ve SSK'ya Bağlı Hastaneler İle Özel Hastaneler
12	Tayvan	2007 / Shih-Neng Chen	Malmquist Endeks	40	Tayvan Hastaneleri
13	Türkiye	2007/ M. Ensar Yeşilyurt, Filiz Yeşilyurt	BCC	125	Sağlık Bakanlığına Bağlı Hastaneler

No	Ülke	Yayımlandığı Yıl /Yazar	BCC,CCR, MI,Tobit Modeli	KVB Sayısı	KVB Türü
14	Zambiya	2007/Felix Masiye	BCC	30	Zambiya Hastaneleri
15	Vietnam	2007/Nguyen Khac Minh, Giang Thanh Long	CCR Tobit	44	Hastaneler ve Sağlık Merkezleri
16	Türkiye	2008/ Yusuf Temür, Fehim Bakırcı	BCC CCR	846	Kamu Hastaneleri
17	Gana	2008/James Akazili, Martin Adjuik, Caroline Jehu-Appiah, Eyob Zere	BCC CCR	89	Sağlık Merkezleri
18	Burkina Faso	2009/Paul Marschall, Steffen Flessa	BCC ve CCR	25	Sağlık Merkezi
19	Türkiye	2009/ Mehtap Çakmak, M. Kemal Öktem, Uğur Ömürgönülşen	-	41	Sağlık Bakanlığına Bağlı Kadın Doğum Hastaneleri
20	OECD	2009/ Jean Spinks, Bruce Hollingsworth	BCC	28	OECD Üye Ülkeleri
21	Türkiye	2010/ Musa Özata, İsmail Sevinç	CCR	24	Konya'daki Sağlık Merkezleri
22	Türkiye ve Avrupa Birliğine Üye Ülkeler	2010/ Mehpare Timor, Fatma Lorcu	CCR	28	Türkiye ve Avrupa Birliğine Üye Ülkeler
23	Türkiye	2010/Yusuf Temür	BCC CCR	849	Kamu Hastaneleri
24	Türkiye	2010/ Yıldız Ayanoğlu, Murat Atan, Umut Beylik	-	16	Sağlık Bakanlığı Hastaneleri
25	Türkiye	2010/ Hacer Özgen, İsmet Şahin	BCC	837	Diyaliz Merkezi
26	Türkiye	2010/ Caglar S. Aksezer, James C. Benneyan	CCR	30	Hastane
27	Çin ve Amerika	2010/Feng Zhou, Yuan-Biao Zhang	CCR	14	Sağlık Hizmetleri
28	Hindistan (Tamil Nadu)	2010/Umakant Dash, S.D. Vaishnavi, V.R. Muraleedharan	BCC CCR	29	İlçe Hastaneleri

No	Ülke	Yayınlandığı Yıl /Yazar	BCC,CCR, MI,Tobit Modeli	KVB Sayısı	KVB Türü
29	Etiyopya	2010/ Miguel San Sebastian, Hailemariam Lemma	Tobit	60	Sağlık Merkezi
30	Tayvan	2011 / Shyr-Juh Chang, Hsing, Chinhshiao, Li-Huahuang, Hsihuichang	Malmquist Endeks	31	Hastane
31	Türkiye	2011/ Caglar S. Aksezer	CCR	1	Sağlık Hizmetleri
32	Türkiye	2011/ Seher Nur Sülkü	BCC CCR	81	Kamu Hastaneleri
33	Türkiye	2011/ Sinan AYTEKİN	CCR	245	Sağlık Bakanlığı Hastaneleri
34	İran	2011/ Reza Shahhoseini, Shahram Tofighi, Ebrahim Jaafaripooyan, Reza Safiaryan	BCC ve CCR	12	Hastane
35	Portekiz	2011/Pedro Simões, Rui Cunha Marques	BCC ve CCR	68	Hastane Hizmeti
36	Türkiye	2012 / Seher Nur Sulku	Malmquist Endeks	81	Kamu Hastaneleri
37	İran	2012/Yaghoub Sheikhzadeh, Abdul V. Roudsari, Reza Gholi Vahidi, Ali Emrouznejad, Saeed Dastgiri	BCC ve CCR	11	Kamu ve Özel Hastaneler
38	Afrika	2012/Sophie Faye	BCC ve CCR	18	Kamu Hastaneleri
39	Yunanistan	2012/ G. Dimas, A. Goula, S. Soulis	Malmquist Endeks, Tobit	22	Kamu Hastaneleri
40	OECD	2012/ A. Mesut Kocaman, M. Esat Mutlu, Demet Bayraktar, Özgür M. Araz	CCR	34	OECD Üye Ülkeleri
41	Hindistan	2013/ Tej Ram Jat, Miguel San Sebastian	BCC	40	Kamu İlçe Hastaneleri
42	ABD (Missouri)	2013/ Shrinivas Gautam, Lanis Hicks, Thomas Johnson, Bhawani Mishra	BCC	33	Kritik Erişim Hastaneleri

No	Ülke	Yayınlandığı Yıl /Yazar	BCC,CCR, MI,Tobit Modeli	KVB Sayısı	KVB Türü
43	Çin	2014 / Hao Li Vd.	Malmquist Endeks	12	Kamu Hastaneleri
44	İran	2014/ Mohammad Mehrtak, Hasan Yusefzadeh, Ebrahim Jaafaripooyan	BCC	18	Hastane
45	Avrupa	2014/Laura Asandului, Monica Roman, Puiu Fatulescu	BCC ve CCR	30	Halk Sağlığı Sistemleri
46	Malezya	2014/Shri-Dewi Applanaidu, Shamzaeffa Samsudin, Jamal Ali, Umakant Dash, Abdul Razak Chik	BCC CCR	27	Kamu Bölge Hastaneleri
47	Amerika	2014/Juan Du, Justin Wang, Yao Chen, Shin-Yi Chou, Joe Zhu	BCC	119	Hastane
48	Sudan	2014/Tarig Hassan Mohammad Alamin, Atif Ali Yassin	BCC CCR	15	Kamu Hastaneleri Hizmetleri
49	Çin	2015 / Zhaohui Cheng Vd.	Malmquist Endeks	114	Hastane
50	Hindistan	2015/ Sandeep Kumar Mogha, Shiv Prasad Yadav, S. P. Singh	BCC CCR	27	Kamu Hastaneleri
51	İran(Tahran)	2015/ Aziz Rezapour, Farbod Ebadifard Azar, Negar Yousef Zadeh Yarallah Roumiani, Saeed Bagheri Faradonbeh	BCC	19	Üniversite Hastaneleri
52	Türkiye(Samsun)	2015/Talat Şenel, Serpil Gümüştekin	BCC CCR	19	Hastane
53	Hollanda	2016 / Martin Van Ineveld Vd.	Malmquist Endeks	65	Hastane
54	Uganda	2016 / Mujasi Pn, Kirigia Jm	Malmquist Endeks	13	Sevk Hastaneleri
55	OECD	2016 / Younhee Vd.	Malmquist Endeks	30	OECD Üye Ülkeleri
56	Türkiye	2016 / Kenan Oğuzhan Oruç	Malmquist Endeks	35	Üniversite Hastaneleri

No	Ülke	Yayımlandığı Yıl /Yazar	BCC,CCR, MI,Tobit Modeli	KVB Sayısı	KVB Türü
57	Yunanistan	2016 / George Fragkiadakis Vd.	Malmquist Endeks	87	Kamu Hastaneleri
58	Çin	2016/ Sun Bin, Zhang Lianyun, Yang Wenxiu, Zhang Jingchao, Luo Da, Han Chao	BCC ve CCR	19	Kamu Hastaneleri
59	Yunanistan	2016/ Kaitelidou, D, Katharaki M., Kalogeropoulou M, Economou Ch., Siskou O, Souliotis K, Tsavalias K, Liaropoulos L.	BCC CCR	90	Kamu Hastaneleri
60	Türkiye	2016/ Ahmet Kar, Fatih Şantaş, Gülcan Kahraman, Yetkin Gürvardar	BCC CCR	40	Jinekoloji ve Doğum Hastaneleri
61	Türkiye	2016/ Babak Daneshvar Rouyendegh, Asil Oztekin, Joseph Ekong, Ali Dag	CCR	7	Hastane
62	OECD	2016/ Pınar Kaya Samut, Reyhan Cafrı	CCR Malmquist Endeks Tobit	29	OECD Üye Ülkeleri
63	Afrika	2017/Abolaji Joachim Abiodun, Kenneth Sola Adeyemi	BCC	29	Halk Sağlığı Tesisleri
64	Nepal	2017/ Pushkar Raj Silwal, Toni Ashton	Malmquist Endeks	32	Kamu Hastaneleri
65	Türkiye	2017/ Özel Sebetci, İbrahim Uysal	BCC	40	Tıp Fakültesi Hastaneleri
66	Türkiye	2017/ Özel Sebetci, İbrahim Uysal	CCR	25	Tıp Fakültesi Hastaneleri
67	Macaristan	2017/Rita Veronika Dénes, Judit Kecskés, Tamás Koltai, Zoltán Dénes	BCC CCR	80	Rehabilitasyon Bölümlerinin Sağlık Hizmetleri
68	OECD	2017/ Mehmet Şener, Vahit Yiğit	BCC	34	OECD Üye Ülkeleri

No	Ülke	Yayımlandığı Yıl /Yazar	BCC,CCR, MI,Tobit Modeli	KVB Sayısı	KVB Türü
69	Türkiye	2017/ Burcay Erus, Ozan Hatipoglu	BCC	81	Sağlık Reformları
70	Türkiye	2017/ Sevgi Taşlıdere, Gamze Varol Saraçoğlu, Birol Topçu	BCC CCR	9	Aile Hekimliği
71	Türkiye	2017/ Osman Şenol, Mehmet Gençtürk	BCC CCR	80	Kamu Hastaneleri
72	OECD	2017/ Yasar A. Ozcan, Jaya Khushalani	CCR	34	OECD Üye Ülkeleri
73	Türkiye	2017/ Mehmet Öksüzkaya	BCC	12	Hastane
74	Türkiye	2017/ Özgül Karaman Keskin, Emine Orhaner	BCC CCR	40	Kamu ve Özel Hastaneler
75	Türkiye	2017/ Melis Almula Karadayı, Yeliz Ekinci, Can Akkan, Füsün Ülengin	BCC	7	Acil Servis Birimleri
76	OECD	2017/ Canser Boz, Emrah Önder	CCR	34	OECD Üye Ülkeleri
77	İran	2017 / Behzad Raei Vd.	Malmquist Endeks	11	Kamu Hastaneleri
78	Türkiye	2017/Mürsel Güler, Özlem İpekgil Doğan, Sabri Erdem	BCC CCR	25	Üniversite Hastanesi
79	Türkiye	2017/ Özgür Yeşilyurt, Fuad Salamov	BCC CCR Tobit	6	Devlet Hastaneleri
80	Türkiye	2017/ Vahit Yiğit, Hatice Esen	BCC CCR	12	Kamu Hastaneleri
81	Türkiye	2017/Vahit Yiğit	BCC CCR	49	Üniversite Hastanesi
82	Kenya	2018/Francis Kimani Mwhia, James Machoki M' Imunya, Germano Mwabu, Urbanus M. Kioko, Benson B. A. Estambale	BCC CCR	25	Kamu Hastaneleri
83	Türkiye	2018 / Salih Mollahaliloglu Vd.	Malmquist Endeks	359	Hastane

No	Ülke	Yayımlandığı Yıl /Yazar	BCC,CCR, MI,Tobit Modeli	KVB Sayısı	KVB Türü
84	Türkiye	2019/ Mehmet Karahan	BCC CCR	1533	Kamu Hastaneleri
85	Etiyopya	2019/ Kiddus Yitbare, Ayinengida Adamu, Gebeyehu Tsega, Yibeltal Siraneh, Belay Erchafo, Delenasaw Yewhalaw, Firew Tekle, Mirkuzie Woldie	BCC	14	Kamu Hastaneleri
86	Türkiye	2019/Ferhat Onur Ağaoğlu, Bülent Diclehan Çadırcı	BCC Malmquist Endeks	81	Hastane
87	Türkiye	2019/ Faruk Yılmaz, İlhan Kerem Şenel	BCC CCR	45	Genel Eğitim Hastaneleri, Üniversite Hastaneleri ve Sağlık Bakanlığı-Üniversite Ortak Hastaneleri
88	OECD	2019 / Pınar Yalçın Balçık, Murat Konca	Malmquist Endeks	26	OECD Üye Ülkeleri
89	Hindistan	2019 / Sri Vidhya Munuswamy, Prakash Sai Lokachari	Malmquist Endeks	31	Kamu Hastaneleri
90	Türkiye	2019 / Bayram Şahin Vd.	BCC Malmquist Endeks	865	Kamu Hastaneleri
91	Türkiye	2020/ Havva Çalışkan	CCR	89	Kamu Hastaneleri
92	Türkiye	2020/Sait Bardakçı, Mustafa Filiz	CCR	6	Kamu Hastaneleri
93	Doğu Akdeniz Bölgesi	2020/ Hamed Seddighi, Farhad Nosrati Nejad, Mehdi Basakha	BCC CCR	16	Hastane
94	Hindistan	2020/ Saswat Barpanda, Neena Sreekumar	BCC CCR	20	Hastane

No	Ülke	Yayınlandığı Yıl /Yazar	BCC,CCR, MI,Tobit Modeli	KVB Sayısı	KVB Türü
95	Türkiye	2020/ Hasan Bağcı, Murat Konca	Malmquist Endeks Tobit BCC	92	Eğitim ve Araştırma Hastaneleri
96	Türkiye	2020/Saadettin Aydın	CCR	34	Hastane
97	OECD	2020/Şenol Demirci, Birol Yetim, Murat Konca	BCC Malmquist Endeksi Tobit Regresyon Analizi	17	OECD Üye Ülkeleri
98	OECD	2020 / Fatih Cemil Ozbugday Vd.	Malmquist Endeks	17	OECD Üye Ülkeleri
99	Tayvan	2006/Shih-Neng Chen	Malmquist Endeks Tobit	40	Hastane
100	Yunanistan	2007/Vassilios Aletras, Nick Kontodimopoulos, Athanasios Zagouldoudis, Dimitris Niakas	CCR BCC	118	Hastane
101	Kosta Rika	2007/Pablo Arocena, Ariadna Garcia Prado	Malmquist Endeks	29	Hastane
102	Çin	2008/Ying Chu Ng	Malmquist Endeks	29	Bölgeler
103	Tayland	2008/ Rajitkanok A. Puenpatom, Robert Rosenman	BCC	93	Hastane
104	Çin	2011/ Ying Chu Ng	BCC Malmquist Endeks	463	Hastane
105	Amerika	2011/ Yasar A. Ozcan, Roice D. Luke	Malmquist Endeks	21	Bölgeler

No	Ülke	Yayımlandığı Yıl /Yazar	BCC,CCR, MI,Tobit Modeli	KVB Sayısı	KVB Türü
106	Vietnam	2011/ Thuy Linh Pham	Malmquist Endeks	101	Hastane
107	Almanya	2012/ Helmut Herwartz, Christoph Strumann	BCC	1600	Hastane
108	İspanya	2015/ José M. Alonso, Judith Cliftona, Daniel Díaz-Fuentesa	BCC	25	Hastane
109	Yunanistan	2016/Georgios I. Farantos, Nikitas Spiros Koutsoukis	CCR BCC	105	Hastane
110	İrlanda	2005/Brenda Gannon	BCC	35	Hastane
111	İtalya	2006/Luigi Siciliani	CCR BCC	17	Hastane
112	Amerika	2011/Darold T. Barnum, Surrey M. Walton, Karen L. Shields, Glen T. Schumock	CCR	87	Hastane
113	Tayvan	2011/Chun-Ling Chuang, Peng-Chan Chang, Rong-Ho Lin	BCC	82	Hastane
114	Tayvan	2011/Ching-Kuo Wei, Liang-Chih Chen, Rong-Kwei Li, Chih-Hung Tsai	CCR	21	Hastane
115	İran	2012/Ahmad Barati Marnani, Jamil Sadeghifar, Kimia Pourmohammadi, Davood Mostafaie, Masood Abolhalaj Peivand Bastani	BCC CCR	23	Hastane
116	Amerika	2014/Ali Reza Bahari, Ali Emrouznejad	BCC	38	Hastane
117	Amerika	2016/Hedayet Chowdhury, Valentin Zelenyuk	Malmquist Endeks	113	Hastane
118	Hindistan	2014/Sandeep Kumar Mogha, Shiv Prasad Yadav, S. P. Singh	CCR	27	Hastane
119	Amerika	2014/Yasar A. Ozcan, Jeffrey S. Legg	BCC	923	Radyoloji sağlayıcıları

No	Ülke	Yayımlandığı Yıl /Yazar	BCC,CCR, MI,Tobit Modeli	KVB Sayısı	KVB Türü
120	Yunanistan	2015/Panagiotis Mitropoulos, Michael A. Talias, Ioannis Mitropoulos	CCR	117	Hastane
121	İspanya	2017/Marianela Carrillo, Jesu´S M. Jorge	CCR	19	Bölgeler
122	Amerika	2005/Jeffrey P. Harrison, Richard J. Ogniewski	BCC	121	Hastane
123	Gana	2005/Daniel Osei, Selassi D'almeida, Melvill O George, Joses M Kirigia, Ayayi Omar Mensah, Lenity H Kainyu	BCC CCR	34	Hastane
124	Umman	2005/Ramakrishnan Ramanathan	BCC CCR	20	Hastane
125	Sierra Leone	2005/Ade Renner, Joses M Kirigia, Eyob A Zere, Saidou P Barry, Doris G Kirigia, Clifford Kamara, Lenity Hk Muthuri	BCC	37	Çevre Sağlık Birimleri
126	Yunanistan	2006/Nick Kontodimopoulos, Dimitris Niakas	Malmquist Endeks	73	Diyaliz Birimleri
127	Yunanistan	2006/Nick Kontodimopoulos, Panagiotis Nanos, Dimitris Niakas	CCR	17	Sağlık Merkezleri
128	Nambiya	2006/Eyob Zere, Thomas Mbeeli, Kalumbi Shangula, Custodia Mandlhate, Kautoo Mutirua, Ben Tjivambi, William Kapenambili	CCR	30	Hastane
129	Yunanistan	2008/Maria Katharaki	CCR	32	Klinik Departmanlar
130	OECD	2008/Sam Mirmirani, Bryant, H.C. Li, Bryant Joseph A. Ilacqua	CCR	9	Ülkeler
131	Arap Körfez Ülkeleri	2009/ P. Sunil Dharmapala	CCR	45	Hastane
132	Amerika	2009/ Reethi N Iyengar, Yasar A Ozcan	BCC	198	Ameliyat Merkezleri

No	Ülke	Yayınlandığı Yıl /Yazar	BCC,CCR, MI,Tobit Modeli	KVB Sayısı	KVB Türü
133	İspanya	2010/ María Caballer-Tarazona, Ismael Moya-Clemente, David Vivas-Consuelo, Isabel Barrachina-Martínez	CCR	22	Hastane
134	Çin	2010/Ruoyan Gai Vd.	BCC CCR	31	Hastane
135	İran	2010/ N Hatam, Sh Moslehi, M Askarian, N Shokrpour, A Keshtkaran, M Abbasi	Malmquist Endeks	21	Hastane
136	İran	2010 / Gholamreza Jandaghi, Hasan Zarei Matin, Mohsen Doremami, Masoumeh Aghaziyarati	BCC CCR	8	Hastane
137	Norveç, Finlandiya, İsveç, Danimarka	2010 / Miika Linna Vd.	BCC CCR	184	Hastane
138	Suudi Arabistan	2011/Adel Mohammed Al-Shayea	CCR	29	Klinik Birimler
139	İran	2011/Saeedeh Ketabi	BCC	23	Kardiyoloji Birimleri
140	Afrika	2011/Joses M Kirigia, Luis G Sambo, Ade Renner, Wondi Alemu, Santigie Seasa, Yankuba Bah	BCC CCR	79	Sağlık Merkezleri
141	Amerika	2011/Jong Soon Park, Karen L. Fowler, Susan A. Giebel	BCC CCR	24	Aylık Kayıtlar
142	Eritre	2013 / Joses M Kirigia, Eyob Z Asbu	BCC CCR Tobit	20	Hastane
143	Yunanistan	2013 / Kostas Kounetas , Fotis Papathanassopoulos	BCC CCR	111	Hastane
144	Amerika	2014/Jeffrey P. Harrison, Sean Meyer	BCC	157	Hastane

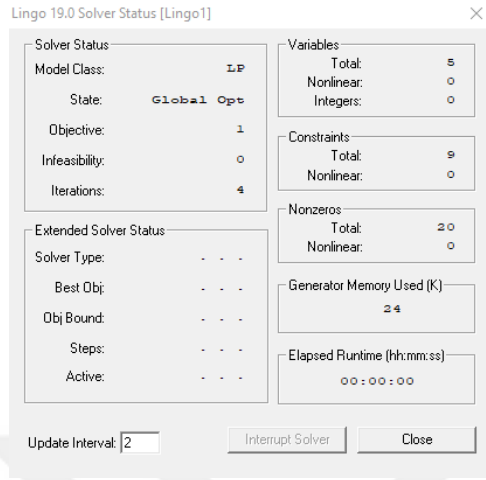
No	Ülke	Yayınlandığı Yıl /Yazar	BCC,CCR, MI,Tobit Modeli	KVB Sayısı	KVB Türü
145	İran	2014/Amin Torabipour, Maryam Najarzadeh, Mohammad Arab, Freshteh Farzianpour, Roya Ghasemzadeh	Malmquist Endeks	12	Hastane
146	Amerika	2015/Lynn M. Vanderwielen, Yasar A. Ozcan	BCC	48	Hastane
147	Tanzanya	2015/Kembo M. Bwana	BCC	15	Hastane
148	Hindistan	2015/V. Prakash, D. Annapoorni	BCC	31	Hastane
149	Hindistan	2015/ Nutan Shashi Tigga, Udaya S. Mishra	BCC	27	Bölgeler
150	İran	2016/Edris Kakeman, Abbas Rahımı Forushanı, Hossein Dargahı	BCC Tobit	54	Hastane
151	Çin	2016/Xuan Wang, Hongye Luo, Xianjin Qin, Jun Feng, Hongda Gao, Qiming Feng	BCC Tobit	32	Hastane
152	Amerika	2006/Laurie J. Bates, Kankana Mukherjee, Rexford E. Santerre	CCR Tobit	306	Hastane
153	Amerika	2006/Gary D. Ferrier, Michael D. Rosko, Vivian G. Valdmanis	BCC CCR	170	Hastane
154	Amerika	2006/Jeffrey P. Harrison, Christopher Sexton	BCC	951	Hastane
155	İspanya	2006/Diego Prior	CCR Malmquist Endeks	29	Hastane
156	Amerika	2008/Vivian G. Valdmanis, Michael D. Rosko, Ryan L. Mutter	CCR BCC	34	Hastane
157	İtalya	2009/A. Ancarani, C. Di Mauro, M.D. Giammanco	CCR BCC Tobit	48	Hastane Koşuşları

No	Ülke	Yayımlandığı Yıl /Yazar	BCC,CCR, MI,Tobit Modeli	KVB Sayısı	KVB Türü
158	Amerika	2009/James R. Langabeer, Yaşar A. Özcan	Malmquist Endeks BCC	40	Kanser Merkezleri
159	Amerika	2009/Veronica Sikka, Roice D. Luke, Yasar A. Ozcan	CCR Tobit	343	Bölgeler
160	Amerika	2010/Q Feng, J Antony	BCC	22	Doktorlar
161	Danimarka	2010/Troels Kristensen, Peter Bogetoft, Kjeld Moeller Pedersen	BCC	36	Hastane
162	İspanya	2011/Jose´ Luis Navarro-Espigares, Elisa Herna´ndez Torres	Malmquist Endeks	27	Hastane
163	Amerika	2012/ Naleef Fareed, Yasar A. Ozcan, Jonathan P. DeShazo	BCC Tobit	2171	Hastane
164	Yunanistan	2012/Polyzos N	BCC CCR	117	Hastane
165	Amerika	2013/Nailya O. DeLellis, Yasar A. Ozcan	BCC	1403	Hemşire Üniteleri
166	Portekiz	2013/Rui Cunha Marques, Pedro Carvalho	BCC CCR	40	Hastane

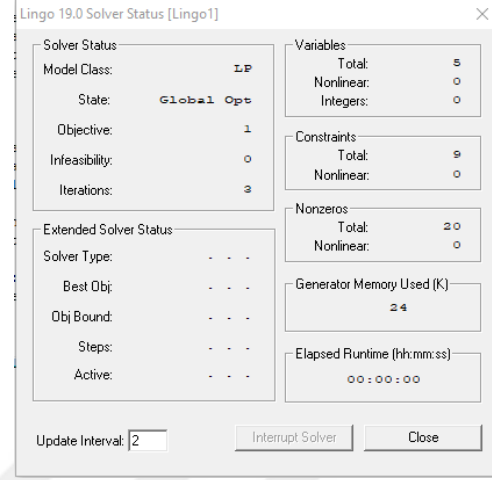


EK 2 –Birinci Senaryo İçin VZA/AHS Yöntemi Karşılaştırma Matrisi KVB 1 İçin LİNGO Çıktıları

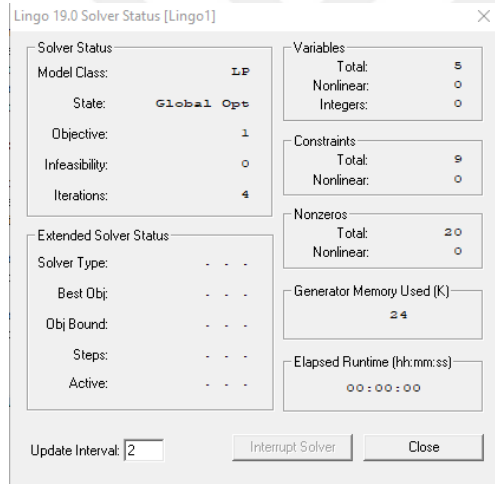
e(1,2)



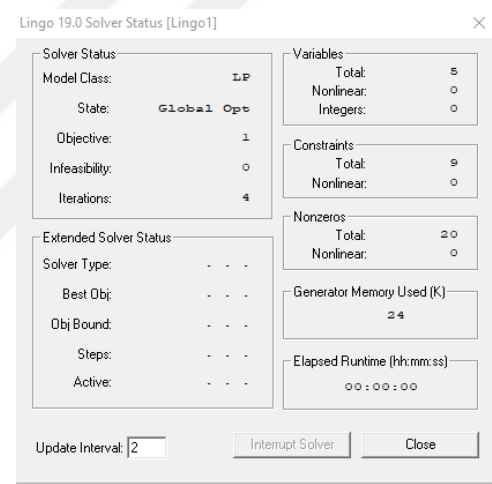
e(1,3)



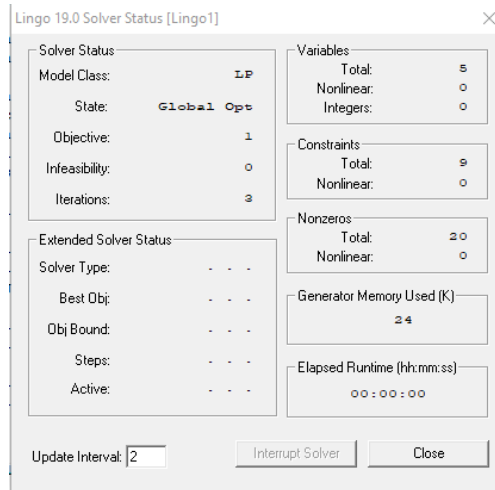
e(1,4)



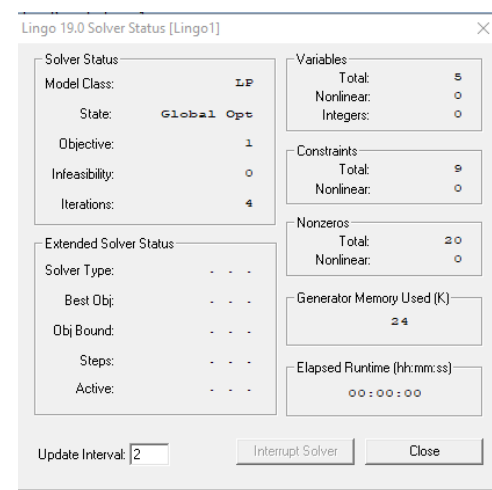
e(1,5)



e(1,6)



e(1,7)



e(1,8)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1] X

Solver Status		Variables	
Model Class:	LP	Total:	5
State:	Global Opt	Nonlinear:	0
Objective:	0.857935	Integers:	0
Infeasibility:	0	Constraints	
Iterations:	3	Total:	9
Extended Solver Status		Nonlinear:	0
Solver Type:	- - -	Nonzeros	
Best Obj:	- - -	Total:	20
Obj Bound:	- - -	Nonlinear:	0
Steps:	- - -	Generator Memory Used (K)	
Active:	- - -	24	
Update Interval: 2		Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
<input type="button" value="Interrupt Solver"/>		00:00:00	
<input type="button" value="Close"/>			



EK 3 –İkinci Senaryo İçin VZA/AHS Yöntemi Karşılaştırma Matrisi KVB 1 İçin LİNGO Çıktıları

e(1,2)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	1
Infeasibility:	0
Iterations:	2
Variables	
Total:	4
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	8
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	16
Nonlinear:	0
Generator Memory Used (K)	
	23
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval: 2	
<input type="button" value="Interrupt Solver"/> <input type="button" value="Close"/>	

e(1,3)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	1
Infeasibility:	0
Iterations:	1
Variables	
Total:	4
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	8
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	16
Nonlinear:	0
Generator Memory Used (K)	
	23
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval: 2	
<input type="button" value="Interrupt Solver"/> <input type="button" value="Close"/>	

e(1,4)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	1
Infeasibility:	0
Iterations:	2
Variables	
Total:	4
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	8
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	16
Nonlinear:	0
Generator Memory Used (K)	
	23
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval: 2	
<input type="button" value="Interrupt Solver"/> <input type="button" value="Close"/>	

e(1,5)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	1
Infeasibility:	0
Iterations:	1
Variables	
Total:	4
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	8
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	16
Nonlinear:	0
Generator Memory Used (K)	
	23
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval: 2	
<input type="button" value="Interrupt Solver"/> <input type="button" value="Close"/>	

e(1,6)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	1
Infeasibility:	0
Iterations:	1
Variables	
Total:	4
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	8
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	16
Nonlinear:	0
Generator Memory Used (K)	
	23
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval: 2	
<input type="button" value="Interrupt Solver"/> <input type="button" value="Close"/>	

e(1,7)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	1
Infeasibility:	0
Iterations:	2
Variables	
Total:	4
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	8
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	16
Nonlinear:	0
Generator Memory Used (K)	
	23
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval: 2	
<input type="button" value="Interrupt Solver"/> <input type="button" value="Close"/>	

e(1,8)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1] ×

Solver Status		Variables	
Model Class:	LP	Total:	4
State:	Global Opt	Nonlinear:	0
Objective:	0.857335	Integers:	0
Infeasibility:	0	Constraints	
Iterations:	1	Total:	8
Extended Solver Status		Nonlinear:	0
Solver Type:	- - -	Nonzeros	
Best Obj:	- - -	Total:	16
Obj Bound:	- - -	Nonlinear:	0
Steps:	- - -	Generator Memory Used (K)	
Active:	- - -	23	
Update Interval: 2		Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
<input type="button" value="Interrupt Solver"/>		00:00:00	
<input type="button" value="Close"/>			

EK 4 –Üçüncü Senaryo İçin VZA/AHS Yöntemi Karşılaştırma Matrisi KVB 1 İçin LİNGO Çıktıları

e(1,2)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	1
Infeasibility:	0
Iterations:	4
Variables	
Total:	5
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	9
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	20
Nonlinear:	0
Generator Memory Used (K)	
24	
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
00:00:00	
Extended Solver Status	
Solver Type: . . .	
Best Obj: . . .	
Obj Bound: . . .	
Steps: . . .	
Active: . . .	
Update Interval:	2
Interrupt Solver	
Close	

e(1,3)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	1
Infeasibility:	0
Iterations:	3
Variables	
Total:	5
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	9
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	20
Nonlinear:	0
Generator Memory Used (K)	
24	
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
00:00:00	
Extended Solver Status	
Solver Type: . . .	
Best Obj: . . .	
Obj Bound: . . .	
Steps: . . .	
Active: . . .	
Update Interval:	2
Interrupt Solver	
Close	

e(1,4)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	1
Infeasibility:	0
Iterations:	4
Variables	
Total:	5
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	9
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	20
Nonlinear:	0
Generator Memory Used (K)	
24	
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
00:00:00	
Extended Solver Status	
Solver Type: . . .	
Best Obj: . . .	
Obj Bound: . . .	
Steps: . . .	
Active: . . .	
Update Interval:	2
Interrupt Solver	
Close	

e(1,5)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	1
Infeasibility:	0
Iterations:	4
Variables	
Total:	5
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	9
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	20
Nonlinear:	0
Generator Memory Used (K)	
24	
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
00:00:00	
Extended Solver Status	
Solver Type: . . .	
Best Obj: . . .	
Obj Bound: . . .	
Steps: . . .	
Active: . . .	
Update Interval:	2
Interrupt Solver	
Close	

e(1,6)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	1
Infeasibility:	0
Iterations:	3
Variables	
Total:	5
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	9
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	20
Nonlinear:	0
Generator Memory Used (K)	
24	
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
00:00:00	
Extended Solver Status	
Solver Type: . . .	
Best Obj: . . .	
Obj Bound: . . .	
Steps: . . .	
Active: . . .	
Update Interval:	2
Interrupt Solver	
Close	

e(1,7)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	1
Infeasibility:	0
Iterations:	5
Variables	
Total:	5
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	9
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	20
Nonlinear:	0
Generator Memory Used (K)	
24	
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
00:00:00	
Extended Solver Status	
Solver Type: . . .	
Best Obj: . . .	
Obj Bound: . . .	
Steps: . . .	
Active: . . .	
Update Interval:	2
Interrupt Solver	
Close	

e(1,8)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1] ✕

Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	0.857335
Infeasibility:	0
Iterations:	3

Variables	
Total:	5
Nonlinear:	0
Integers:	0

Constraints	
Total:	9
Nonlinear:	0

Nonzeros	
Total:	20
Nonlinear:	0

Generator Memory Used (K)	
24	

Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
00:00:00	

Extended Solver Status	
Solver Type:	- - -
Best Obj:	- - -
Obj Bound:	- - -
Steps:	- - -
Active:	- - -

Update Interval: Interrupt Solver Close

EK 5 –Dördüncü Senaryo İçin VZA/AHS Yöntemi Karşılaştırma Matrisi KVB 1 İçin LİNGO Çıktıları

e(1,2)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	1
Infeasibility:	0
Iterations:	5
Variables	
Total:	5
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	9
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	20
Nonlinear:	0
Generator Memory Used (K)	
	24
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval: 2	
Interrupt Solver	
Close	

e(1,3)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	1
Infeasibility:	0
Iterations:	3
Variables	
Total:	5
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	9
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	20
Nonlinear:	0
Generator Memory Used (K)	
	24
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval: 2	
Interrupt Solver	
Close	

e(1,4)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	0.895531
Infeasibility:	0
Iterations:	3
Variables	
Total:	5
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	9
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	20
Nonlinear:	0
Generator Memory Used (K)	
	24
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval: 2	
Interrupt Solver	
Close	

e(1,5)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	0.992999
Infeasibility:	0
Iterations:	5
Variables	
Total:	5
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	9
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	20
Nonlinear:	0
Generator Memory Used (K)	
	24
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval: 2	
Interrupt Solver	
Close	

e(1,6)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	1
Infeasibility:	0
Iterations:	3
Variables	
Total:	5
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	9
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	20
Nonlinear:	0
Generator Memory Used (K)	
	24
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval: 2	
Interrupt Solver	
Close	

e(1,7)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	0.995171
Infeasibility:	0
Iterations:	2
Variables	
Total:	5
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	9
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	20
Nonlinear:	0
Generator Memory Used (K)	
	24
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval: 2	
Interrupt Solver	
Close	

e(1,8)

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1] ✕

Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	0.787032
Infeasibility:	0
Iterations:	3

Variables	
Total:	5
Nonlinear:	0
Integers:	0

Constraints	
Total:	9
Nonlinear:	0

Nonzeros	
Total:	20
Nonlinear:	0

Extended Solver Status	
Solver Type:	- - -
Best Obj:	- - -
Obj Bound:	- - -
Steps:	- - -
Active:	- - -

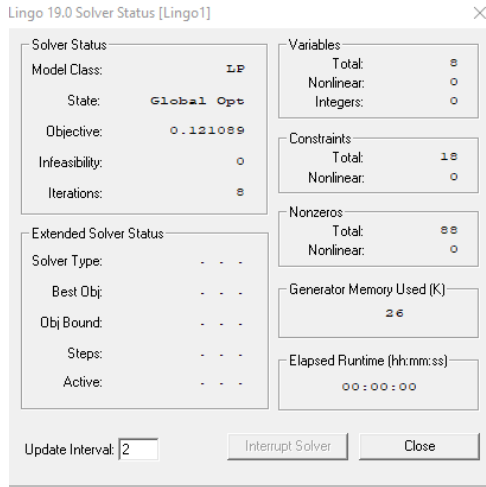
Generator Memory Used (K)	
24	

Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
00:00:00	

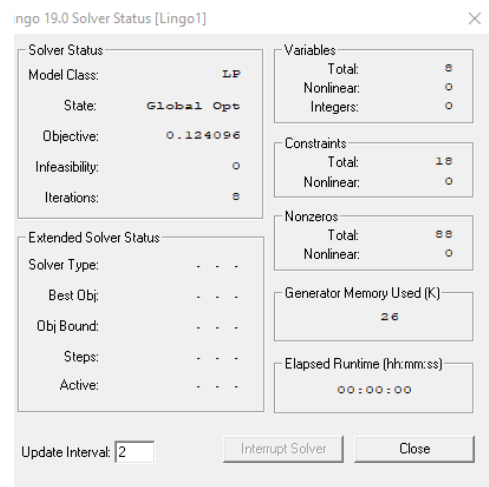
Update Interval:

EK 6 –Birinci Senaryo İçin VZA/AHS Wang-Chin Modeli LİNGO Çıktıları

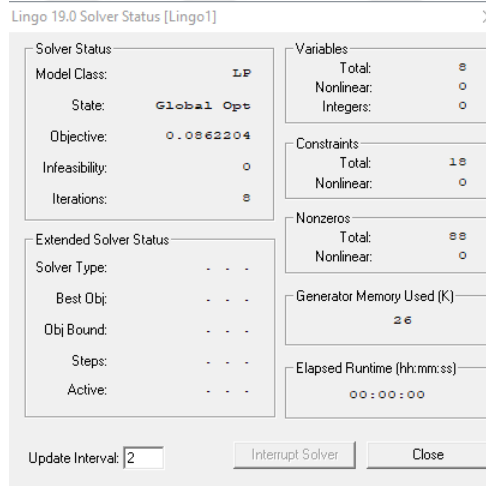
KVB 1



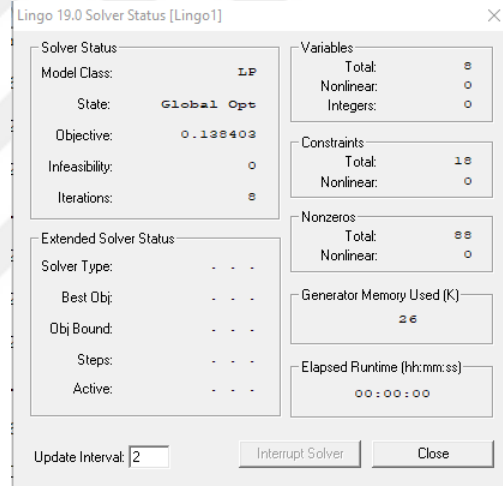
KVB 2



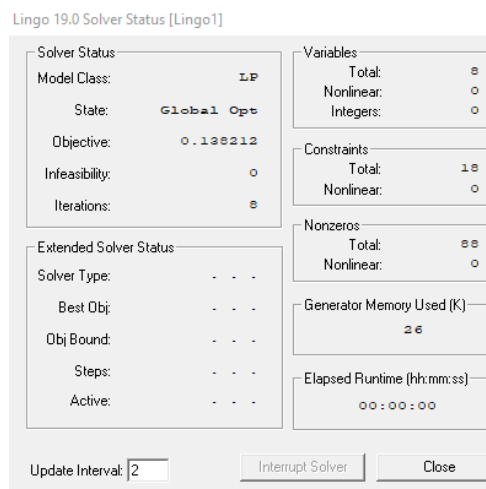
KVB 3



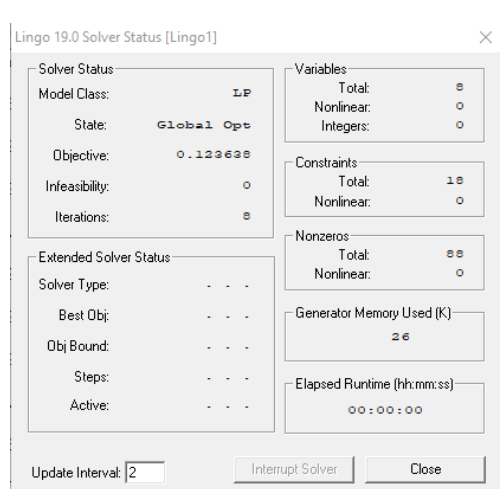
KVB 4



KVB 5



KVB 6



KVB 7

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1] X

Solver Status		Variables	
Model Class:	LP	Total:	8
State:	Global Opt	Nonlinear:	0
		Integers:	0
Objective:	0.127848	Constraints	
Infeasibility:	0	Total:	18
Iterations:	8	Nonlinear:	0
Extended Solver Status		Nonzeros	
Solver Type:	- - -	Total:	88
Best Obj:	- - -	Nonlinear:	0
Obj Bound:	- - -	Generator Memory Used (K)	
Steps:	- - -	26	
Active:	- - -	Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
		00:00:00	

Update Interval: 2

KVB 8

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1] X

Solver Status		Variables	
Model Class:	LP	Total:	8
State:	Global Opt	Nonlinear:	0
		Integers:	0
Objective:	0.144332	Constraints	
Infeasibility:	0	Total:	18
Iterations:	8	Nonlinear:	0
Extended Solver Status		Nonzeros	
Solver Type:	- - -	Total:	88
Best Obj:	- - -	Nonlinear:	0
Obj Bound:	- - -	Generator Memory Used (K)	
Steps:	- - -	26	
Active:	- - -	Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
		00:00:00	

Update Interval: 2



EK 7 –İkinci Senaryo İçin VZA/AHS Wang-Chin Modeli LİNGO Çıktıları

KVB 1

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]

Solver Status Model Class: LP State: Global Opt Objective: 0.120724 Infeasibility: 0 Iterations: 8		Variables Total: 8 Nonlinear: 0 Integers: 0	
Extended Solver Status Solver Type: - - - Best Obj: - - - Obj Bound: - - - Steps: - - - Active: - - -		Constraints Total: 18 Nonlinear: 0	
		Nonzeros Total: 88 Nonlinear: 0	
		Generator Memory Used (K) 26	
		Elapsed Runtime (hh:mm:ss) 00:00:00	

Update Interval: 2 Interrupt Solver Close

KVB 2

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]

Solver Status Model Class: LP State: Global Opt Objective: 0.106066 Infeasibility: 0 Iterations: 8		Variables Total: 8 Nonlinear: 0 Integers: 0	
Extended Solver Status Solver Type: - - - Best Obj: - - - Obj Bound: - - - Steps: - - - Active: - - -		Constraints Total: 18 Nonlinear: 0	
		Nonzeros Total: 88 Nonlinear: 0	
		Generator Memory Used (K) 26	
		Elapsed Runtime (hh:mm:ss) 00:00:00	

Update Interval: 2 Interrupt Solver Close

KVB 3

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]

Solver Status Model Class: LP State: Global Opt Objective: 0.0840235 Infeasibility: 0 Iterations: 8		Variables Total: 8 Nonlinear: 0 Integers: 0	
Extended Solver Status Solver Type: - - - Best Obj: - - - Obj Bound: - - - Steps: - - - Active: - - -		Constraints Total: 18 Nonlinear: 0	
		Nonzeros Total: 88 Nonlinear: 0	
		Generator Memory Used (K) 26	
		Elapsed Runtime (hh:mm:ss) 00:00:00	

Update Interval: 2 Interrupt Solver Close

KVB 4

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]

Solver Status Model Class: LP State: Global Opt Objective: 0.144338 Infeasibility: 0 Iterations: 8		Variables Total: 8 Nonlinear: 0 Integers: 0	
Extended Solver Status Solver Type: - - - Best Obj: - - - Obj Bound: - - - Steps: - - - Active: - - -		Constraints Total: 18 Nonlinear: 0	
		Nonzeros Total: 88 Nonlinear: 0	
		Generator Memory Used (K) 26	
		Elapsed Runtime (hh:mm:ss) 00:00:00	

Update Interval: 2 Interrupt Solver Close

KVB 5

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]

Solver Status Model Class: LP State: Global Opt Objective: 0.139695 Infeasibility: 0 Iterations: 8		Variables Total: 8 Nonlinear: 0 Integers: 0	
Extended Solver Status Solver Type: - - - Best Obj: - - - Obj Bound: - - - Steps: - - - Active: - - -		Constraints Total: 18 Nonlinear: 0	
		Nonzeros Total: 88 Nonlinear: 0	
		Generator Memory Used (K) 26	
		Elapsed Runtime (hh:mm:ss) 00:00:00	

Update Interval: 2 Interrupt Solver Close

KVB 6

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]

Solver Status Model Class: LP State: Global Opt Objective: 0.122188 Infeasibility: 0 Iterations: 8		Variables Total: 8 Nonlinear: 0 Integers: 0	
Extended Solver Status Solver Type: - - - Best Obj: - - - Obj Bound: - - - Steps: - - - Active: - - -		Constraints Total: 18 Nonlinear: 0	
		Nonzeros Total: 88 Nonlinear: 0	
		Generator Memory Used (K) 26	
		Elapsed Runtime (hh:mm:ss) 00:00:00	

Update Interval: 2 Interrupt Solver Close

KVB 7

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1] ✕

Solver Status		Variables	
Model Class:	LP	Total:	8
State:	Global Opt	Nonlinear:	0
		Integers:	0
Objective:	0.120979	Constraints	
Infeasibility:	0	Total:	18
Iterations:	8	Nonlinear:	0
Extended Solver Status		Nonzeros	
Solver Type:	- - -	Total:	88
Best Obj:	- - -	Nonlinear:	0
Obj Bound:	- - -	Generator Memory Used (K)	
Steps:	- - -	26	
Active:	- - -	Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
		00:00:00	
Update Interval:	2	Interrupt Solver	
		Close	

KVB 8

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1] ✕

Solver Status		Variables	
Model Class:	LP	Total:	8
State:	Global Opt	Nonlinear:	0
		Integers:	0
Objective:	0.165771	Constraints	
Infeasibility:	0	Total:	18
Iterations:	8	Nonlinear:	0
Extended Solver Status		Nonzeros	
Solver Type:	- - -	Total:	88
Best Obj:	- - -	Nonlinear:	0
Obj Bound:	- - -	Generator Memory Used (K)	
Steps:	- - -	26	
Active:	- - -	Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
		00:00:00	
Update Interval:	2	Interrupt Solver	
		Close	



EK 8 –Üçüncü Senaryo İçin VZA/AHS Wang-Chin Modeli LINGO Çıktıları

KVB 1

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	0.121358
Infeasibility:	0
Iterations:	8
Variables	
Total:	8
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	18
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	88
Nonlinear:	0
Extended Solver Status	
Solver Type:	- . .
Best Obj:	- . .
Obj Bound:	- . .
Steps:	- . .
Active:	- . .
Generator Memory Used (K)	
	26
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval:	2
<input type="button" value="Interrupt Solver"/> <input type="button" value="Close"/>	

KVB 2

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	0.130297
Infeasibility:	0
Iterations:	8
Variables	
Total:	8
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	18
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	88
Nonlinear:	0
Extended Solver Status	
Solver Type:	- . .
Best Obj:	- . .
Obj Bound:	- . .
Steps:	- . .
Active:	- . .
Generator Memory Used (K)	
	26
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval:	2
<input type="button" value="Interrupt Solver"/> <input type="button" value="Close"/>	

KVB 3

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	0.0738946
Infeasibility:	0
Iterations:	8
Variables	
Total:	8
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	18
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	88
Nonlinear:	0
Extended Solver Status	
Solver Type:	- . .
Best Obj:	- . .
Obj Bound:	- . .
Steps:	- . .
Active:	- . .
Generator Memory Used (K)	
	26
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval:	2
<input type="button" value="Interrupt Solver"/> <input type="button" value="Close"/>	

KVB 4

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	0.143569
Infeasibility:	0
Iterations:	8
Variables	
Total:	8
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	18
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	88
Nonlinear:	0
Extended Solver Status	
Solver Type:	- . .
Best Obj:	- . .
Obj Bound:	- . .
Steps:	- . .
Active:	- . .
Generator Memory Used (K)	
	26
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval:	2
<input type="button" value="Interrupt Solver"/> <input type="button" value="Close"/>	

KVB 5

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	0.136031
Infeasibility:	0
Iterations:	8
Variables	
Total:	8
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	18
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	88
Nonlinear:	0
Extended Solver Status	
Solver Type:	- . .
Best Obj:	- . .
Obj Bound:	- . .
Steps:	- . .
Active:	- . .
Generator Memory Used (K)	
	26
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval:	2
<input type="button" value="Interrupt Solver"/> <input type="button" value="Close"/>	

KVB 6

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	0.123869
Infeasibility:	0
Iterations:	8
Variables	
Total:	8
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	18
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	88
Nonlinear:	0
Extended Solver Status	
Solver Type:	- . .
Best Obj:	- . .
Obj Bound:	- . .
Steps:	- . .
Active:	- . .
Generator Memory Used (K)	
	26
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval:	2
<input type="button" value="Interrupt Solver"/> <input type="button" value="Close"/>	

KVB 7

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1] X

Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	0.131703
Infeasibility:	0
Iterations:	8

Variables	
Total:	8
Nonlinear:	0
Integers:	0

Constraints	
Total:	18
Nonlinear:	0

Nonzeros	
Total:	88
Nonlinear:	0

Generator Memory Used (K)	
26	

Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
00:00:00	

Extended Solver Status	
Solver Type:	- - -
Best Obj:	- - -
Obj Bound:	- - -
Steps:	- - -
Active:	- - -

Update Interval: 2

KVB 8

.ingo 19.0 Solver Status [Lingo1] X

Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	0.141641
Infeasibility:	0
Iterations:	8

Variables	
Total:	8
Nonlinear:	0
Integers:	0

Constraints	
Total:	18
Nonlinear:	0

Nonzeros	
Total:	88
Nonlinear:	0

Generator Memory Used (K)	
26	

Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
00:00:00	

Extended Solver Status	
Solver Type:	- - -
Best Obj:	- - -
Obj Bound:	- - -
Steps:	- - -
Active:	- - -

Update Interval: 2



EK 9 –Üçüncü Senaryo İçin VZA/AHS Wang-Chin Modeli LINGO Çıktıları

KVB 1

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	0.117615
Infeasibility:	0
Iterations:	8
Variables	
Total:	8
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	18
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	88
Nonlinear:	0
Extended Solver Status	
Solver Type:	- . .
Best Obj:	- . .
Obj Bound:	- . .
Steps:	- . .
Active:	- . .
Generator Memory Used (K)	
	26
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval:	2
<input type="button" value="Interrupt Solver"/> <input type="button" value="Close"/>	

KVB 2

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	0.124516
Infeasibility:	0
Iterations:	8
Variables	
Total:	8
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	18
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	88
Nonlinear:	0
Extended Solver Status	
Solver Type:	- . .
Best Obj:	- . .
Obj Bound:	- . .
Steps:	- . .
Active:	- . .
Generator Memory Used (K)	
	26
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval:	2
<input type="button" value="Interrupt Solver"/> <input type="button" value="Close"/>	

KVB 3

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	0.0856853
Infeasibility:	0
Iterations:	8
Variables	
Total:	8
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	18
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	88
Nonlinear:	0
Extended Solver Status	
Solver Type:	- . .
Best Obj:	- . .
Obj Bound:	- . .
Steps:	- . .
Active:	- . .
Generator Memory Used (K)	
	26
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval:	2
<input type="button" value="Interrupt Solver"/> <input type="button" value="Close"/>	

KVB 4

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	0.139969
Infeasibility:	0
Iterations:	8
Variables	
Total:	8
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	18
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	88
Nonlinear:	0
Extended Solver Status	
Solver Type:	- . .
Best Obj:	- . .
Obj Bound:	- . .
Steps:	- . .
Active:	- . .
Generator Memory Used (K)	
	26
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval:	2
<input type="button" value="Interrupt Solver"/> <input type="button" value="Close"/>	

KVB 5

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	0.139304
Infeasibility:	0
Iterations:	8
Variables	
Total:	8
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	18
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	88
Nonlinear:	0
Extended Solver Status	
Solver Type:	- . .
Best Obj:	- . .
Obj Bound:	- . .
Steps:	- . .
Active:	- . .
Generator Memory Used (K)	
	26
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval:	2
<input type="button" value="Interrupt Solver"/> <input type="button" value="Close"/>	

KVB 6

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]	
Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	0.123646
Infeasibility:	0
Iterations:	8
Variables	
Total:	8
Nonlinear:	0
Integers:	0
Constraints	
Total:	18
Nonlinear:	0
Nonzeros	
Total:	88
Nonlinear:	0
Extended Solver Status	
Solver Type:	- . .
Best Obj:	- . .
Obj Bound:	- . .
Steps:	- . .
Active:	- . .
Generator Memory Used (K)	
	26
Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
	00:00:00
Update Interval:	2
<input type="button" value="Interrupt Solver"/> <input type="button" value="Close"/>	

KVB 7

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]

Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	0.127489
Infeasibility:	0
Iterations:	8

Variables	
Total:	8
Nonlinear:	0
Integers:	0

Constraints	
Total:	18
Nonlinear:	0

Nonzeros	
Total:	88
Nonlinear:	0

Generator Memory Used (K)	
26	

Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
00:00:00	

Extended Solver Status	
Solver Type:	- . .
Best Obj:	- . .
Obj Bound:	- . .
Steps:	- . .
Active:	- . .

Update Interval: 2 Interrupt Solver Close

KVB 8

Lingo 19.0 Solver Status [Lingo1]

Solver Status	
Model Class:	LP
State:	Global Opt
Objective:	0.145662
Infeasibility:	0
Iterations:	8

Variables	
Total:	8
Nonlinear:	0
Integers:	0

Constraints	
Total:	18
Nonlinear:	0

Nonzeros	
Total:	88
Nonlinear:	0

Generator Memory Used (K)	
26	

Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
00:00:00	

Extended Solver Status	
Solver Type:	- . .
Best Obj:	- . .
Obj Bound:	- . .
Steps:	- . .
Active:	- . .

Update Interval: 2 Interrupt Solver Close

