

**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ÇOK KRİTERLİ SIRALI SINIFLANDIRMA PROBLEMİ  
VE SAĞLIK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA**

**Hazırlayan  
Emine Gülden MACİT**

**Danışman  
Doç. Dr. Banu SOYLU**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Haziran 2014  
KAYSERİ**

**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ÇOK KRİTERLİ SIRALI SINIFLANDIRMA PROBLEMİ  
VE SAĞLIK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA  
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan  
Emine Gülden MACİT**

**Danışman  
Doç. Dr. Banu SOYLU**

**Haziran 2014  
KAYSERİ**

## BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Emine Gülden MACİT



## YÖNERGEYE UYGUNLUK

Çok Kriterli Sıralı Sınıflandırma Problemi ve Sağlık Sektöründe Bir Uygulama adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.



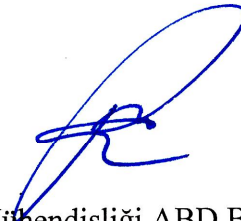
Tezi Hazırlayan

Emine Gülden MACİT



Danışman

Doç. Dr. Banu SOYLU






Endüstri Mühendisliği ABD Başkanı

Doç. Dr. İbrahim DOĞAN

Doç. Dr. Banu SOYLU danışmanlığında **Emine Gül den MACİT** tarafından hazırlanan “**Çok Kriterli Sıralı Sınıflandırma Problemi Ve Sağlık Sektöründe Bir Uygulama**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

20 /06 / 2014

**JÜRİ:**

Danışman :Doç. Dr. Banu SOYLU   
Üye :Doç. Dr. Mithat ZEYDAN   
Üye :Yrd. Doç. Dr. Selda Kapan ULUSOY 

**ONAY:**

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun ~~15.07.2014~~ tarih ve ~~2014/32-15~~ sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. Kâzım KEŞLİOĞLU

Enstitü Müdürü

## TEŐEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca farklı bakıő aılları ve bilimsel katkılarıyla beni aydınlatan, yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve bu günlere gelmemde en büyük katkı sahibi çok değerli danışman hocam Doç. Dr. Banu SOYLU'ya teőekkürü bir borç bilirim.

Çalıőmalarım sırasında bana destek olan Erciyes Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü değerli hocalarıma teőekkür ederim.

Ayrıca; çalıőmalarım süresince sabır göstererek beni daima destekleyen aileme en içten teőekkürlerimi sunarım.

Emine Gülden MACİT

Kayseri,

Haziran 2014

# ÇOK KRİTERLİ SIRALI SINIFLANDIRMA PROBLEMİ VE SAĞLIK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Emine Gülden MACİT

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2014

Danışman: Doç. Dr. Banu SOYLU

## ÖZET

Türkiye’de Sağlık Bakanlığına bağlı kamu hastaneleri 663 sayılı kanun hükmünde kararname ile 6 kriterde değerlendirilerek A, B, C, D, E olmak üzere 5 sıralı sınıfa kategorize edilmektedir. Bu değerlendirme sonucunda hastanelere buldukları sınıfa göre ek ödemeleri belirlenmektedir. Dolayısıyla hastaneler yüksek sınıfa girmeye çalışmakta, bazen küçük bir fark ile hastanelerin alt sınıfa ya da yanlış sınıfa atanması dezavantaj oluşturmaktadır. Mevcut sistemde Balanced Score Card modeli Türkiye’ye uyarlanarak verimlilik modeli geliştirilmiştir. Aslında bu problem tipik bir, çok kriterli sıralı sınıflandırma problemidir. Bu çalışmada çok kriterli karar verme tekniklerinden bu amaçla kullanılan Ağırlıklandırılmış Toplam, Doğrusal Utadis, Utadis, R-model, Lineer Discriminant Analiz(LDA) ve Quadratic Discriminant Analiz(QDA) yöntemleri sanal olarak oluşturulan veriye uygulanmış ve mevcut sistemde kullanılan yöntemin sonuçları ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Analizlerimize göre mevcut sistemde ki kullanılan yöntemin verdiği sonuçlar ile çok kriterli karar verme yöntemlerinin verdiği sonuçlar arasında önemli farklar olduğu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla mevcut sistemde hastanelerin olması gerektiği sınıftan çok daha farklı sınıflara atanması söz konusu olabilir. Buda hastanelerin dezavantajlı duruma düşmesine sebep olabilir. Sonuçta mevcut sınıflandırma sisteminin güncellenmesi ile ilgili öneriler sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Çok kriterli sıralı sınıflandırma problemleri, Ağırlıklandırılmış Toplam,

Doğrusal Utadis, Utadis, R-model, LDA, QDA

# MULTICRITERIA SORTING PROBLEM AND AN APPLICATION TO HEALTH SECTOR

Emine Gülden MACİT

Erciyes University, Graduate School of Natural And Applied Sciences Department of

Industrial Engineering

M. Sc. Thesis, June 2014

Thesis Supervisor: Doç. Dr. Banu SOYLU

## ABSTRACT

In Turkey, public hospitals connected to Health Ministry are categorized into five as A, B, C, D and E with the evaluation of six criteria according to Law Nr. 663. As a result of this evaluation, extra payments of those hospitals are determined by which category they are. Therefore, it is strongly important for hospitals to be in a higher category. However, in some cases, there are disadvantageous situation since hospitals are appointed to a wrong or lower category with small differences. In current system, the productivity model has been developed by adapting Balanced Score Card model to Turkey. Actually, this problem is typically a multicriteria sorting problem. Among the decision-making techniques, Weighted Sum, Linear Utadis, Utadis, R-model, Linear Discriminant Analysis (LDA) and Quadratic Discriminant Analysis (QDA) methods used for this purpose are applied to virtually developed data and compared with results of the method used in current system. In our analysis, we have observed crucial differences between the results of the method used in current system and multicriteria decision-making methods. Therefore, there is a possibility in current system that hospitals might be appointed to a different category instead of where they should be. This may cause disadvantageous situation for those hospitals. In conclusion, the recommendations are presented for the update of current categorization system.

**Keywords:** Multi Criteria Sorting Problem, Weighted Sum, Linear Utadis, Utadis, R-model,

LDA, QDA



## İÇİNDEKİLER

### ÇOK KRİTERLİ SIRALI SINIFLANDIRMA PROBLEMİ VE SAĞLIK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

	<u>Sayfa</u>
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK SAYFASI.....	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI .....	ii
KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT .....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar LİSTESİ .....	viii
<b>GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>

## 1. BÖLÜM

### GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

<b>1.1. Temel Kavramlar .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Literatür Çalışması .....</b>	<b>6</b>

## 2. BÖLÜM

### YÖNTEM VE MATERYAL

<b>3.1. Ağırlıklandırılmış Toplam.....</b>	<b>11</b>
<b>3.2. Doğrusal UTADİS .....</b>	<b>12</b>

<b>3.3. UTADİS Metodu .....</b>	<b>18</b>
<b>3.4. R-model .....</b>	<b>24</b>
<b>3.5. Discriminant Analizi .....</b>	<b>27</b>

### **3. BÖLÜM BULGULAR**

<b>Bulgular.....</b>	<b>31</b>
----------------------	-----------

### **4. BÖLÜM TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER**

<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>38</b>
<b>EK.....</b>	<b>41</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>43</b>

## TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Türkiye’deki Kamu hastanelerinin puan aralıkları ve başarı grupları.....	4
Tablo 2. Mevcut sistem için örnek veri seti .....	5
Tablo 3. Örnek veri seti için normalize edilmiş kriter değerleri.....	10
Tablo 4. Ağırlıklandırılmış toplam skorlarına göre hastanelerin atandığı sınıflar .....	11
Tablo 5. Doğrusal UTADIS modeli sonuçlarına göre hastanelerin sınıfları .....	17
Tablo 6. UTADIS skorlarına göre hastanelerin atandığı sınıflar .....	23
Tablo 7. R-model skorlarına göre hastanelerin atandığı sınıflar .....	26
Tablo 8. LDA yöntemi için doğrulama sonuçları (%).....	28
Tablo 9. Quadratic diskriminant analizin matlabdaki matrisi.....	30
Tablo 10. 5-kümelı çapraz doğrulama yöntemi girdileri.....	32
Tablo 11. Hastanelerde uygulanan yöntemlerin skorları ve sınıflandırmaları.....	33
Tablo 12. Farklı referanslar ile çözüm.....	34
Tablo 13. Doğrusal UTADIS yöntemi için 5-kümelı çapraz doğrulama sonuçları (%)....	35
Tablo 14. UTADIS yöntemi için 5-kümelı çapraz doğrulama sonuçları (%).....	35

## GİRİŞ

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemleri birbirleriyle çelişen birden fazla kriter olduğunda karar vericilerin gerçek hayat problemlerini modellemede kullanılan bir Yöneylem Araştırması alt disiplini. Bu problemlerde alternatifler, birden fazla kriter ele alınarak değerlendirilir. Çok Kriterli Karar Verme problemleri kararın doğasına göre şu şekilde sınıflandırılabilir [23].

- a) Seçme problemi (Choice): En iyi alternatifin seçilmesi ya da sınırlandırılmış en iyi alternatifler kümesinin bulunması;
- b) Sıralı sınıflandırma problemi (Sorting): Önceden belirlenmiş homojen sıralı sınıflara alternatiflerin yerleştirilmesi;
- c) Sıralama problemi (Ranking): Alternatifleri en iyiden en kötüye sıralandığı sıralama yapısının oluşturulması;
- d) Sınıflandırma problemi (Classification): Alternatiflerin önceden belirlenmiş kümelere benzerlik ilişkilerine göre ayrılması.

Karar verme problemleri kararın amacına göre bu dört temel problem tipinden biriyle eşleşmektedir.

ÇKKV problem tiplerinden biri olan sıralı sınıflandırma problemleri belirli değerlendirme kriterleri ışığında karar alternatiflerinin homojen olarak sıralı sınıflara ayrılmasıdır. Bu sıralı sınıflar arasında üstünlük ilişkisi söz konusudur. Örneğin,  $C_1$  en iyi alternatifler kümesi,  $C_2$  orta derecede iyi alternatifler kümesi ve  $C_3$  kötü alternatifler kümesi gibi tanımlanabilir.

Türkiye’de Sağlık Bakanlığına bağlı kamu hastaneleri 663 sayılı kanun hükmünde kararname ile 6 kriterde değerlendirilerek A, B, C, D, E olmak üzere 5 sıralı sınıfa kategorize edilmektedir. Bu kriterler ile hastaneler tıbbi, idari, mali, kalite, hasta ve

alışan güvenliği memnuniyeti ve eğitim olmak üzere 6 boyutta değerlendirilmektedir. Bu değerlendirme her hastanede yılsonunda yapılmakta ve birliğe bildirilmektedir. Buna göre hastanenin sınıfı belirlenmektedir. Hastanenin atandığı sınıf aynı zamanda o hastaneye yapılacak ek ödemeyi de belirlemektedir. Dolayısıyla yüksek sınıfta yer alan hastaneler daha fazla ek ödeme almaktadır. Hastaneleri alternatif olarak düşünecek olursak aslında bu problem çok kriterli karar verme literatüründen sıralı sınıflandırma problemine karşılık gelmektedir. Dolayısıyla bu alandaki yöntemler kullanılarak üzülmesi makuldür. Ancak mevcut sistemde kullanılan yöntem, kriterleri bağımsız olarak değerlendirmemektedir. Dolayısıyla bu kriterlerde çok kötü puanları olan hastanelerin bu puanlarının iyi kriter değerleri tarafından rtlenmesi ve sonuçta da hatasız üstünlük elde etme riskleri doğabilir. Bu çalışmada mevcut sistemde kullanılan yöntem analiz edilecek ve sıralı sınıflandırma amacıyla kullanılan yöntemler ile sonuçlar karşılaştırılacaktır.

Tez alışmasının *1. Bölümünde* literatür araştırması verilmiştir. Literatür araştırmasında çeşitli metotlar incelenmiştir. *2. Bölümde* problem tanımı yapılmıştır. Bu bölümde hastanelerin neye göre ve nasıl sınıflandırıldığı anlatılmıştır. Çalışmanın *3. Bölümünde* kullanılan yöntemler ayrıntılı bir şekilde anlatılmış ve uygulamalar yapılmıştır. *4. Bölümde* ise çalışma sonunda elde edilen sonuçlar tartışılmış ve gelecekte yapılabilecek çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

# 1. BÖLÜM

## GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Türkiye’de hastane sınıflandırmasının nasıl yapıldığı bu bölümde anlatılmaktadır.

### 1.1. Temel Kavramlar

Sağlık Bakanlığına bağlı kamu hastanelerinde 663 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile kamu hastaneleri birliğinde sözleşmeli yöneticilik modeline geçilmiştir. Kanun Hükmünde Kararname sağlık tesislerinin

- ✓ Kriter Grubu 1: Tıbbi
- ✓ Kriter Grubu 2: İdari
- ✓ Kriter Grubu 3: Mali,
- ✓ Kriter Grubu 4: Kalite
- ✓ Kriter Grubu 5: Hasta ve Çalışan güvenliği-memnuniyeti
- ✓ Kriter Grubu 6: Eğitim

boyutlarında değerlendirilmesi gerekliliğini vurgulamıştır. Bu kapsamda Birlik, Sağlık tesisleri ve sözleşmeli yöneticilerinin performans değerlendirmeleri için Balanced Score Card modeli Türkiye’ye uyarlanarak Verimlilik Modeli geliştirilmiştir. Her kriter grubunda bulunan göstergeler ayrı ayrı metotlar kullanılarak belirlenmiştir. Sağlık tesisi verimlilik karnesinde her gösterge için ayrı gösterge kartı hazırlanmıştır. Göstergeler belirlenirken sağlık hizmet sunumunda uluslararası kabul görmüş (yatak doluluk oranı, ortalama kalış gün sayısı... vb) göstergelere ek olarak Türkiye’deki kamu hastanelerinde verimlilik açısından önem arz eden durumların analizini sağlayacak (laboratuvar ve görüntüleme bekleme süreleri, merkezi hasta randevu sistemine uyum...) göstergelerinin de olmasına dikkat edilmiştir (bkz. Tablo E1).

Altı ana kriter grubu 1000 puan üzerinden değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Kriter gruplarındaki her göstergenin puanı ise konusunda uzman kişilerle yüz yüze yapılan ve göstergenin sağlıkta verimliliği göstermesindeki öneminin, önceliğinin ve ağırlığının tartışıldığı görüşmeler ile belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan bazı iş terimleri aşağıda açıklanmıştır.

**Karne:** Her yılın sonunda Kurum tarafından kamu hastaneleri birliği, sağlık tesisi ve birlik yöneticileri için düzenlenen karneyi ifade eder.

**Hizmet sınıfı:** Sağlık tesislerinin rolleri, kapasiteleri ve ürettikleri hizmetlerin çeşitliliği bakımından benzerliklerine göre Kurumca yapılan sınıflandırmayı ifade eder.

**Karne göstergeleri :** (örnek Tablo E1) hastanede mevcut olan ünitelere göre bu tabloya hedef puanları yazılır ve her kriter grubunun toplam puanı gösterge olarak alınır.

**Başarı grubu:** 663 sayılı Kanun Hükmünde Kararnamenin 34 üncü maddesinin birinci fıkrasına istinaden birlikler, sağlık tesisleri ve birlik yöneticileri için karne puanları dikkate alınarak belirlenen (A), (B), (C), (D) ve (E) şeklinde tanımlanan gruplardır.

Türkiye’de hastaneler sınıflandırılırken kriter puanı ( $x$ ) ve gösterge puanı ( $y$ ) dikkate alınarak şu formülle başarı puanı (karne puanı) hesaplanıyor.

$$\text{Başarı puanı}(H_j) = \frac{\sum_{i=1}^m x_i^j}{\sum_{i=1}^m y_i^j} * 1000 \quad (1)$$

Burada  $j$  hastanesinin  $i$ . kriter puanı  $x_i^j$  ve  $j$  hastanesinin  $i$ . gösterge puanı  $y_i^j$  dir.

Hesaplanan başarı puanına göre Tablo 1’de verilen kategorilere ayrılıyor.

Tablo 1. Türkiye’de ki Kamu hastanelerinin puan aralıkları ve başarı grupları

Puan Aralığı	Başarı Grubu
$800 \leq \text{karne puanı} \leq 1.000$	A
$700 \leq \text{karne puanı} < 800$	B
$600 \leq \text{karne puanı} < 700$	C
$500 \leq \text{karne puanı} < 600$	D
$\text{karne puanı} < 500$	E

Konu ile ilgili gerçek veri elde edilemediği için belirtilen kriter ve gösterge puanı aralıklarında rassal olarak 17 hastane ( $H_1 - H_{17}$ ) ve 4 sanal hastane ( $S_A - S_D$ ) (uç noktaları göstermek için) verisi türetilmiştir ve Tablo 2’de sunulmuştur.

Örneğin Tablo 2’de verilen örnek veri seti için  $H_1$  hastanesinin başarı puanı şu şekilde hesaplanır:

$$\text{Başarı puanı}(H_1) = \frac{523 + 355 + 143 + 870 + 943 + 487}{550 + 850 + 450 + 900 + 950 + 550} * 1000 = 781.412$$

Başarı puanı hesaplamada (1) numaralı eşitliği kullanmanın bazı dezavantajları vardır. Bunlardan birincisi, kriter puanları toplamı gösterge puanları toplamına bölüldüğü için kriterler ve göstergeler arasında eşleşme söz konusu değildir. İki grup arasındaki ilişki kaybolmaktadır. Örneğin bir hastane gösterge puanının düşük olduğu bütün kriterlerde 0 puan olsa ama sadece gösterge puanının yüksek olduğu birkaç kriterde yüksek puan olsa yine yüksek bir sınıfa dahil olur. Bir diğer dezavantajı ise puan aralıklarının neye göre belirlendiği açık değildir. Tablo 2’de verilen örneğe göre  $H_{12} - H_{17}$  hastaneleri sadece göstergesi yüksek olan bir kriterde iyi puan almış, diğerlerinde 0 puan almış olmalarına rağmen B grubu hastane olarak sınıflandırılmıştır. Diğer taraftan bütün göstergelerde 600 puan alan  $S_C$  hastanesi C grubuna sınıflandırılmıştır. Ayrıca puan aralıkları oldukça göreceli bir kavramdır ve sınırlarını bu şekilde belirlemek bazı sorunlara yol açabilir. Bu puan aralıkları belirlenirken mevcut olan hastanelerin puanlarının ve hangi aralıkta frekansların ne olduğuna bakılması gerekirdi. Ya da her gruptan referans hastaneler seçilebilirdi. Puan sınırlarına bakıldığında 799 puan alan bir hastane B grubuna atanırken sadece 1 puan fazla alan başka bir hastane A grubuna atanabilir. Sonuçta bu gruplar hastanelerin ek ödemelerini belirlediği için bu kadar küçük bir fark itirazlara sebep olacaktır.

Tablo 2. Mevcut sistem için örnek veri seti

Hastane	Kriter Puanı						Gösterge Puanı						Başarı Puanı	Başarı Grubu
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$	$y_6$		
$H_1$	523	355	143	870	943	487	550	850	450	900	950	550	781.412	B
$H_2$	420	843	654	498	755	275	900	850	700	500	900	700	757.143	B*
$H_3$	673	674	848	246	389	610	750	850	900	750	800	1000	681.188	C*
$H_4$	780	0	299	379	700	845	900	450	450	950	700	850	698.372	C
$H_5$	348	234	347	510	180	940	800	750	500	750	600	1000	581.591	D
$H_6$	123	355	973	400	111	932	350	400	1000	450	500	950	792.877	B



Tablo 2'nin devamı

$H_7$	500	124	555	320	210	567	500	800	850	800	400	650	569.000	D
$H_8$	355	876	646	570	181	234	500	950	900	900	300	750	665.581	C
$H_9$	981	926	870	890	900	754	1000	1000	950	900	950	850	941.770	A*
$H_{10}$	321	768	288	329	0	654	350	850	800	900	550	950	536.364	D*
$H_{11}$	400	400	500	500	400	400	1000	1000	1000	1000	1000	1000	433.333	E*
$H_{12}$	900	0	0	0	0	0	1000	50	50	50	50	50	720.000	B
$H_{13}$	0	900	0	0	0	0	50	1000	50	50	50	50	720.000	B
$H_{14}$	0	0	900	0	0	0	50	50	1000	50	50	50	720.000	B
$H_{15}$	0	0	0	900	0	0	50	50	50	1000	50	50	720.000	B
$H_{16}$	0	0	0	0	900	0	50	50	50	50	1000	50	720.000	B
$H_{17}$	0	0	0	0	0	900	50	50	50	50	50	1000	720.000	B
$S_A$	800	800	800	800	800	800	1000	1000	1000	1000	1000	1000	800.000	A*
$S_B$	700	700	700	700	700	700	1000	1000	1000	1000	1000	1000	700.000	B*
$S_C$	600	600	600	600	600	600	1000	1000	1000	1000	1000	1000	600.000	C*
$S_D$	500	500	500	500	500	500	1000	1000	1000	1000	1000	1000	500.000	D*

\*Referans hastane

## 1.2. Literatür Çalışması

Literatürde sıralı sınıflandırma problemleri için geliştirilmiş bazı algoritmalar mevcuttur.

İlk sıralı sınıflandırma yöntemlerinden biri olan ELECTRE-TRI Roy ve Bouyssou [1] tarafından 1993 yılında geliştirilmiş ve sıralı sınıflandırma için çok sık kullanılan yöntemlerden bir tanesidir. Üstünlük ilişkileri temelli bir yöntemdir. Her grup birbirlerinden profil limitler ile ayrılmaktadır. Her alternatif bu profil limitler ile karşılaştırılarak bir *concordance* ve *discordance* indis hesaplanmaktadır. İki indis değerinin bileşiminden oluşan *credibility* indisine göre sınıflandırma yapılmaktadır.

Doumpos ve Zopounidis [2] tarafından yapılmış bir çalışmada sıralı sınıflandırma için UTADIS (Utilities Additives Discriminantes) modeli geliştirilmiştir. Bu yöntemde her bir kriter için parçalı doğrusal fayda fonksiyonu oluşturulmakta ve daha sonra bu fonksiyonlar toplanarak marjinal fayda fonksiyonu elde edilmektedir. Yöntem kriter ağırlıklarını ve parçalı fonksiyonun kırılma noktalarına kendisi karar vermektedir. Girdi olarak küme sayısı, alternatiflerin kriter değerleri, her küme için referans alternatifler ve her parçalı doğrusal fonksiyon için kırılma noktası sayısı verilmektedir. Yöntemin doğruluğunu test etmek için bir deneysel analiz yapılmış ve kriter değerleri multivariate normal dağılımdan oluşturulan bir alternatifler kümesi ile değerlendirilmiştir. Model

tarafından alternatiflerin gerçek kümelerine yerleştirilmemesi hata olarak kabul edilmiştir. UTADIS modelinin önemli parametrelerinin performans üzerindeki etkisini incelemek için analiz yapılmıştır.

MHDIS yöntemi Doumpos ve Zopounidis [3] tarafından 2002 yılında geliştirilmiştir. UTADIS yönteminden farklı ilk önce en üst sınıfa girecek alternatiflerin belirlenmesi daha sonra bu sınıfın ayrılarak diğer sınıflara girecek alternatiflerin belirlenmesidir. Her aşama bir kümeye atamayı temsil etmektedir ve her aşamada iki tane fayda fonksiyonu oluşturulur. Fonksiyonlardan biri t. kümeye atamayı sağlarken diğeri diğeri (t+1 ~) kümelere atanma puanıdır. Eğer t. kümeye atanma puanı diğeri kümelere atama puanından yüksekse alternatif t. kümeye atanır.

Almeida-Dias ve arkadaşları [4] ELCTRE TRI-C yöntemini geliştirmişlerdir. Bu yöntemin ELECTRE-TRI'dan farkı her kategori için onu temsil eden referansların karar verici tarafından atanmasıdır. Bu referanslar her küme için tektir ve sanal olabilir.

Almedia-Dias ve arkadaşları [5] ELECTRE TRI-NC yöntemini geliştirmişlerdir. Bu yöntemde belirli bir kategoriyi tanımlamak için kullanılan referans eylemlerinin eklenmesi veya çıkarılmasıyla yeni yöntemin nasıl davranacağı sonuçlanmıştır.

Doumpos ve Zopounidis [6] tarafından yapılmış diğeri bir çalışma ise kredi derecelendirmesi için üstünlük yaklaşımıdır. Yunan firmalarında uygulanmıştır. Bu çalışmada Electre-Tri [1] modeli ve Genetik Algoritma kullanılmıştır. Devlet bu firmaları iki gruba ayırmıştır. Bu çalışma ile firmalar 10 kriter ile tekrar değerlendirilmiş ve bu sınıflandırılmanın ne kadar doğru olduğuna bakılmıştır.

Balla ve arkadaşları [7] ise devletin önceden sınıflandırdığı SCA ve NSCA türü bankaların sınıflandırmasını UTADIS modeline göre yeniden yapmışlardır. UTADIS, Discriminant Analysis ve Ordinary Logistic Regression yöntemlerini ayrı ayrı uygulamışlar ve hangi yöntemin devletin sınıflandırmasına daha yakın olduğunu analiz etmişlerdir. Bunun için 240 bankayı rasgele 10 gruba ayırmışlar ve eğitim (training data set) için 9 tanesini, doğrulama (validation data set) için de 1 tanesini kullanmışlardır. Sonuçta çarpaz doğrulama analizi yapmışlardır.

Gaganis ve Pasiouras [8] tarafından yapılmış bir çalışmada ise banka sektörünün ne kadar istikrarlı olduğu incelenmiştir. Banka kredi notuna göre sınıflandırılan bankaların sınıflandırması gerçekten doğrumu diye UTADIS, ELECTRE TRI ve MHDIS yöntemleri kullanmışlardır. Bankaları 10 gruba ayırmışlar ve alternatifleri rasgele gruplara atamışlardır. 10 tekrarlanma sonucunda MHDIS' yönteminin %99 doğru sınıflandırma yaptığı gözlemlenmiştir.

Kadzinski ve Slowinski'nin [9] yaptığı bir çalışmada DIS-CARD adında karışık tamsayı doğrusal programla temelli bir matematiksel model geliştirilmiştir. Katkı değer fonksiyonu ve üstünlük ilişkisi için bu model uygulanmıştır.

Ling Cai ve arkadaşları [10] yaptıkları bir çalışmada karar vericiler tarafından atanan örnekler tutarsız olduğunda tüm olası çözümleri belirlemek için RINCON Algoritmasını geliştirilmişlerdir. Böylece tutarsızlığı azaltmaya çalışmışlardır.

Köksalan ve arkadaşları [11] alternatiflerin sıralı sınıflara atanması için ELECTRE-TRI temelli yeni bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Financial Times dergisinin her yıl yayınladığı MBA programlarını 3 kriterde 5 kategoriye sınıflandırmışlardır.

Köksalan ve Özpeynirci'nin [12] çalışmalarında ise UTADIS temelli bir sıralı sınıflandırma yaklaşımı geliştirmişlerdir. Algoritma hem karar verici ile etkileşimli hem de referans alternatifler kullanılarak çalışmaktadır. Ayrıca sınıflandırma sırasında modelin alternatif optimum çözümleri olduğu durumlar için çeşitli ikincil amaç fonksiyonları da kullanılmıştır. Her bir alternatif için atanabileceği en iyi ve en kötü kategoriler belirlenmektedir. En iyi ve en kötü kategorisi aynı olan alternatifler o kategoriye atanmaktadır. Farklı olan alternatifler için ise karar vericiye sorulmaktadır ve alınan yeni bilgi modelde değerlendirilmektedir. Uygulama olarak 81 MBA programının 3 ve 5 kriterde, 3 ve 5 kategoriye sınıflandırılması yapılmıştır.

Al-Shammari [13] sağlık sektörünün üretim etkinliğini ölçmek ve değerlendirmek için Veri Zarflama Analizi (DEA) yöntemini kullanmıştır. Ürdün'de 15 hastanenin 1991'den 1993'e kadar olan 3 girdi ve 3 çıktı verilerini kullanarak LINDO programında DEA modelini çözmüştür.

Tsai ve arkadaşları [14] Tayvan'daki hastanelerin akreditasyon belirsizliklerini çözmek için DELPHİ metoduyla Fuzzy Analitik Hiyerarşi süreci (FAHP) uygulamışlardır. Daha sonra da AHP ile karşılaştırma yapmışlardır.

Freed ve Glover [15] Monte Carlos analizi kullanarak Lineer Discriminant Analizi (LDA) ve doğrusal programlama (LP) modelini karşılaştırmıştır. Sonuçlarda LP modeli LDA'dan daha iyi performans göstermiştir ama onların bazıları aşırı duyarlı bulunmuştur.

Mika ve arkadaşları [16] Fisher diskriminant temelli doğrusal olmayan bir sınıflandırma tekniği önermiştir.

## 2. BÖLÜM

### YÖNTEM VE MATERYAL

Bu çalışmada çok kriterli karar verme teknikleri olan Ağırlıklandırılmış Toplam [17], Doğrusal Utadis [3], Utadis [2], LDA [15] ve QDA [18] yöntemleri uygulanmıştır. Sınıflandırılması gereken hastanelerin kümesi  $H$  olsun.  $j \in H$  olan bir hastane için  $i$ .kriterin ( $i=1, 2, \dots, m$ ) değeri  $z_i^j$  olsun. Bu bölümde kullanacağımız bütün yöntemlerde  $z_i^j$  değeri aşağıdaki gibi alınmıştır.

$$z_i^j = \frac{x_i^j}{y_i^j} * 1000 \quad (2)$$

Aslında bu şekilde her hastanenin kendi kriter puanları kendi gösterge puanları ile normalize edilerek kullanılmış olacaktır. Tablo 2’de verilen örnek için normalize edilmiş kriter değerleri Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Örnek veri seti için normalize edilmiş kriter değerleri

Hastane (j)	$z_1^j$	$z_2^j$	$z_3^j$	$z_4^j$	$z_5^j$	$z_6^j$
H <sub>1</sub>	950.909	417.647	317.778	966.667	992.632	885.455
H <sub>2</sub>	466.667	991.765	934.286	996.000	838.889	392.857
H <sub>3</sub>	897.333	792.941	942.222	328.000	486.250	610.000
H <sub>4</sub>	866.667	0.000	664.444	398.947	1000.000	994.118
H <sub>5</sub>	435.000	312.000	694.000	680.000	300.000	940.000
H <sub>6</sub>	351.429	887.500	973.000	888.889	222.000	981.053
H <sub>7</sub>	1000.000	155.000	652.941	400.000	525.000	872.308
H <sub>8</sub>	710.000	922.105	717.778	633.333	603.333	312.000
H <sub>9</sub>	981.000	926.000	915.789	988.889	947.368	887.059
H <sub>10</sub>	917.143	903.529	360.000	365.556	0.000	688.421
H <sub>11</sub>	400.000	400.000	500.000	500.000	400.000	400.000
H <sub>12</sub>	900.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tablo 3'ün devamı

H <sub>13</sub>	0.000	900.000	0.000	0.000	0.000	0.000
H <sub>14</sub>	0.000	0.000	900.000	0.000	0.000	0.000
H <sub>15</sub>	0.000	0.000	0.000	900.000	0.000	0.000
H <sub>16</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	900.000	0.000
H <sub>17</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	900.000
S <sub>A</sub>	800.000	800.000	800.000	800.000	800.000	800.000
S <sub>B</sub>	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000
S <sub>C</sub>	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000
S <sub>D</sub>	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000

### 2.1. Ağırlıklandırılmış Toplam (Weighted-sum)

Ağırlıklandırılmış toplam yöntemi çok kriterli karar vermede sıklıkla kullanılan yöntemlerden biridir.

$i$ .kriterin ağırlığı  $w_i$  olsun. Buna göre Ağırlıklandırılmış Toplam skoru

$$WS(H_j) = \sum_{i=1}^m w_i z_i^j \quad (3)$$

Bütün kriterlerin eşit ağırlıklı olduğu kabul edilirse,  $H_1$  hastanesinin skoru şu şekilde hesaplanır.

$$WS(H_1) = \left( \frac{1}{6} 950.909 + \frac{1}{6} 417.647 + \frac{1}{6} 317.778 + \frac{1}{6} 966.667 + \frac{1}{6} 992.632 + \frac{1}{6} 885.455 \right) = 755.181$$

Tablo 4'de bütün veri setindeki hastaneler için elde edilen skorlar ve Tablo 1'de verilen puan aralıklarına göre sınıfları verilmiştir. Bu sonuçlar Tablo 2'de verilen mevcut başarı grupları ile karşılaştırıldığında, Ağırlıklı toplam yönteminde  $H_7$  hastanesinin sınıfının D'den C'ye yükseldiği,  $H_{12} - H_{17}$  hastanelerinin sınıflarının ise B'den E'ye düştüğü görülmüştür. Diğer hastanelerin sınıfları mevcut başarı grupları ile aynıdır.

Tablo 4. Ağırlıklandırılmış toplam skorlarına göre hastanelerin atandığı sınıflar

Hastane ( $j$ )	Ağırlıklandırılmış Toplam skoru	Atanan sınıf
$H_1$	755.181	B
$H_2$	770.077	B
$H_3$	676.124	C
$H_4$	654.029	C

Tablo 4'ün devamı

$H_5$	560.167	D
$H_6$	717.312	B
$H_7$	600.875	C↑
$H_8$	649.758	C
$H_9$	941.018	A
$H_{10}$	539.108	D
$H_{11}$	433.333	E
$H_{12}$	150.000	E↓
$H_{13}$	150.000	E↓
$H_{14}$	150.000	E↓
$H_{15}$	150.000	E↓
$H_{16}$	150.000	E↓
$H_{17}$	150.000	E↓
$S_A$	800.000	A
$S_B$	700.000	B
$S_C$	600.000	C
$S_D$	500.000	D

## 2.2. Doğrusal UTADIS

Doğrusal UTADIS [3], UTADIS metodunun [2] özel bir versiyonudur. UTADIS metodunda her kriter için parçalı bir doğrusal fayda fonksiyonu oluşturulur. Bu fonksiyon karar vericinin önceden sınıflandırmasını yaptığı alternatiflere göre oluşturulur. Doğrusal UTADIS metodunda ise fayda fonksiyonunun parçalı değil doğrusal olduğu kabul edilir. Bu doğrusal fayda fonksiyonunda her hastane tek bir puan alır ve kategorilerin kesme sınırları kullanılarak sınıflandırılır. Doğrusal fayda fonksiyonunun parametreleri ve kesme sınırları referans aldığımız hastanelere göre belirlenir. Bu amaçla bir matematiksel model düzenlenir ve çözülür. Yöntemin ayrıntıları aşağıda verilmiştir.

Genelliği kaybetmeksizin tüm kriterlerin maksimizasyon türünde olduğunu varsayarsak, yüksek puan alan hastane yüksek sınıfa atanır. Hastaneler  $C_A, C_B, C_C, C_D$  ve  $C_E$  olmak üzere beş sınıfa kategorize edilecektir. Burada  $C_A$  önceliği yüksek olan hastanelerin kümesi  $C_E$  ise önceliği düşük olan hastanelerin kümesini ifade eder. Sınıflandırılması gereken hastanelerin kümesi  $H$  olsun, referans hastaneler kümesi  $R$  olsun ve her sınıf için referans kümesi  $C_n^{Ref} \subset C_n$ ,  $n = A, B, C, D, E$  olsun.

Önerilen yaklaşımda doğrusal fayda fonksiyonu  $U(z^j) = \sum_{i=1}^m w_i z_i^j$  şeklinde tanımlanır. Burada  $w_i$   $i$ . kriterin ağırlığıdır. Sınıfları ayıran kesme sınırları  $u_k$ ,  $k = A, B, C, D$  olsun. Yani A ve B sınıfları arasındaki kesme sınırı  $u_A$ , B ve C sınıfları arasındaki kesme sınırı  $u_B$ , vb. dir. Aşağıdaki beş durumun gerçekleşmesini bekleriz. Aksi takdirde sınıflandırmada hata oluşur.

$$\text{Eğer } j \in C_A^{Ref} \text{ ise } U(z^j) \geq u_A$$

$$\text{Eğer } j \in C_B^{Ref} \text{ ise } u_A > U(z^j) \geq u_B$$

$$\text{Eğer } j \in C_C^{Ref} \text{ ise } u_B > U(z^j) \geq u_C$$

$$\text{Eğer } j \in C_D^{Ref} \text{ ise } u_C > U(z^j) \geq u_D$$

$$\text{Eğer } j \in C_E^{Ref} \text{ ise } u_D > U(z^j)$$

Aşağıda verilen doğrusal programlama modelinde (LP1) karar değişkenleri  $w$  ve kesme sınırları  $u_A, u_B, u_C$  ve  $u_D$  dir.

$$\text{LP 1: } \text{Min } f = \frac{\sum_{\forall j \in C_A^{ref}} e_j^+}{|C_A^{ref}|} + \frac{\sum_{\forall j \in C_B^{ref}} e_j^+ + e_j^-}{|C_B^{ref}|} + \frac{\sum_{\forall j \in C_C^{ref}} e_j^+ + e_j^-}{|C_C^{ref}|} + \frac{\sum_{\forall j \in C_D^{ref}} e_j^+ + e_j^-}{|C_D^{ref}|} + \frac{\sum_{\forall j \in C_E^{ref}} e_j^-}{|C_E^{ref}|} \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^m w_i z_i^j - u_A + e_j^+ \geq 0 \quad \forall j \in C_A^{ref} \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^m w_i z_i^j - u_B + e_j^+ \geq 0 \quad \forall j \in C_B^{ref} \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^m w_i z_i^j - u_A - e_j^- \leq -\delta \quad \forall j \in C_B^{ref} \quad (7)$$



$$\sum_{i=1}^m w_i z_i^j - u_C + e_j^+ \geq 0 \quad \forall j \in C_C^{ref} \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^m w_i z_i^j - u_B - e_j^- \leq -\delta \quad \forall j \in C_C^{ref} \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^m w_i z_i^j - u_D + e_j^+ \geq 0 \quad \forall j \in C_D^{ref} \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^m w_i z_i^j - u_C - e_j^- \leq -\delta \quad \forall j \in C_D^{ref} \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^m w_i z_i^j - u_D - e_j^- \leq -\delta \quad \forall j \in C_E^{ref} \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^m w_i = 1 \quad (13)$$

$$u_A - u_B \geq s \quad (14)$$

$$u_B - u_C \geq s \quad (15)$$

$$u_C - u_D \geq s \quad (16)$$

$$u_D - u_E \geq s \quad (17)$$

$$w_i \geq 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, m$$

$$e_j^+, e_j^- \geq 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, n$$

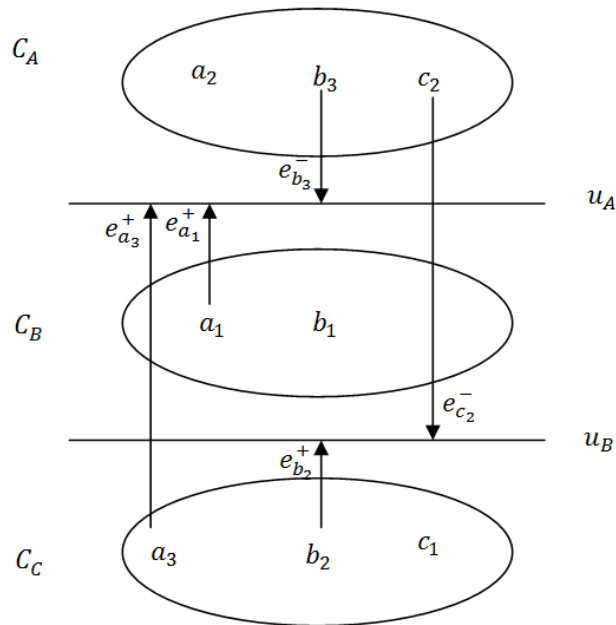
$$u_A, u_B, u_C, u_D, u_E \geq 0$$

$$\delta = 0.01, \quad s = 0.02 \quad \text{kullanıcı tanımlı minimum pozitif sabitler}$$

Bu LP1'in amaç fonksiyonu, referans hastanelerin ortalama sınıflandırma hatalarını en küçükmektir. (5) nolu kısıt seti  $j \in C_A^{ref}$  hastanesinin sınıflandırma hatası,  $e_j^+$ , ölçer. Eğer fayda fonksiyonu değeri kesme sınırı  $u_A$  'dan daha küçük olursa pozitif bir sınıflandırma hatası  $e_j^+$  oluşur. (6) ve (7) numaralı kısıt setleri  $j \in C_B^{ref}$  hastanesinin sınıflandırma hatasını ölçer. Eğer fayda fonksiyonu değeri kesme sınırı  $u_A$  'dan büyük olursa negatif hata  $e_j^-$  veya  $u_B$  'den küçük olursa pozitif hata  $e_j^+$  oluşur. (8) ve (9)

numaralı kısıt setleri  $j \in C_C^{ref}$  hastanesinin sınıflandırma hatasını ölçer. (10) ve (11) numaralı kısıt setleri  $j \in C_D^{ref}$  hastanesinin sınıflandırma hatasını ölçer. (12) nolu kısıt seti  $j \in C_E^{ref}$  hastanesinin sınıflandırma hatasını ölçer. (13) nolu kısıt ağırlıklarının toplamının 1'e eşit olmasını gerektirir. (14) nolu kısıt kesme sınırı  $u_A$ 'nın kesme sınırı  $u_B$ 'den daha büyük olduğunu gerektirir. (15) nolu kısıt kesme sınırı  $u_B$ 'nin kesme sınırı  $u_C$ 'den daha büyük olduğunu gerektirir. (16) nolu kısıt kesme sınırı  $u_C$ 'nin kesme sınırı  $u_D$ 'den daha büyük olduğunu gerektirir. (17) nolu kısıt kesme sınırı  $u_D$ 'nin kesme sınırı  $u_E$ 'den daha büyük olduğunu gerektirir. Böylece sınıflar arasındaki üstünlük ilişkileri tanımlanmış olur.

Sınıflandırma hataları şöyle bir örnekle açıklanmıştır. Farz edelim ki  $C_A^{Ref} = \{a_1, a_2, a_3\}$ ,  $C_B^{Ref} = \{b_1, b_2, b_3\}$  ve  $C_C^{Ref} = \{c_1, c_2\}$  olsun. Şekil 1'de görüldüğü gibi sınıflandırdığımızda hatalar oluşur. Örneğin  $a_3$ ,  $C_C$ 'de yanlış sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma hatası  $e_{a_3}^+ = u_A - u(z^{a_3})$  bulunmuştur.



Şekil 1. Temsili sınıflandırma hataları [19]

Örneksel gösterim için Tablo 3'de verilen 21 hastane 6 kriter puanı açısından değerlendirilmiştir. Bu hastaneler arasından her sınıf için referans hastaneler Tablo 2'de verilen başarı grubu gözetilerek rastgele seçilmiştir. Buna göre  $H_9, S_A \in C_A^{ref}$ ,  $H_2, S_B \in$

$C_B^{ref}$ ,  $H_3, S_C \in C_C^{ref}$ ,  $H_{10}, S_D \in C_D^{ref}$  ve  $H_{11} \in C_E^{ref}$  olarak kabul edilmiştir. Gerçek hayat uygulamasında sınıf referanslarının seçilmesi için uzman görüşüne başvurulmalıdır. Bu uzmanlar Sağlık Bakanlığı veya Kamu Hastaneleri Birliğinde çalışan ve hastaneleri iyi tanıyan yetkililer olabilir. Bu referanslara göre aşağıdaki örnek model oluşturulmuş ve çözülmüştür.

$$\text{Min. } f = 0.5e_{H9}^+ + 0.5e_{H2}^+ + 0.5e_{H2}^- + 0.5e_{H3}^+ + 0.5e_{H3}^- + 0.5e_{H10}^+ + 0.5e_{H10}^- + e_{H11}^- + 0.5e_{SA}^+ + 0.5e_{SB}^+ + 0.5e_{SB}^- + 0.5e_{SC}^+ + 0.5e_{SC}^- + 0.5e_{SD}^+ + 0.5e_{SD}^-$$

s.t.

$$981w_1 + 926w_2 + 915.7895w_3 + 988.8889w_4 + 947.3684w_5 + 887.0588w_6 - ua + e_{H9}^+ \geq 0$$

$$800w_1 + 800w_2 + 800w_3 + 800w_4 + 800w_5 + 800w_6 - ua + e_{SA}^+ \geq 0$$

$$466.6667w_1 + 991.7647w_2 + 934.2857w_3 + 996w_4 + 838.8889w_5 + 392.8571w_6 - ua - e_{H2}^- \leq -0.01$$

$$700w_1 + 700w_2 + 700w_3 + 700w_4 + 700w_5 + 700w_6 - ua - e_{SB}^- \geq -0.01$$

$$700w_1 + 700w_2 + 700w_3 + 700w_4 + 700w_5 + 700w_6 - ub + e_{SB}^+ \geq 0$$

$$466.6667w_1 + 991.7647w_2 + 934.2857w_3 + 996w_4 + 838.8889w_5 + 392.8571w_6 - ub + e_{H2}^+ \geq 0$$

$$600w_1 + 600w_2 + 600w_3 + 600w_4 + 600w_5 + 600w_6 - ub - e_{SC}^- \leq -0.01$$

$$600w_1 + 600w_2 + 600w_3 + 600w_4 + 600w_5 + 600w_6 - uc + e_{SC}^+ \geq 0$$

$$897.3333w_1 + 792.9412w_2 + 942.2222w_3 + 328w_4 + 486.25w_5 + 610w_6 - ub - e_{H3}^- \leq -0.01$$

$$897.3333w_1 + 792.9412w_2 + 942.2222w_3 + 328w_4 + 486.25w_5 + 610w_6 - uc + e_{H3}^+ \geq 0$$

$$917.1429w_1 + 903.5294w_2 + 360w_3 + 365.5556w_4 + 0w_5 + 688.4211w_6 - uc - e_{H10}^- \leq -0.01$$

$$917.1429w_1 + 903.5294w_2 + 360w_3 + 365.5556w_4 + 0w_5 + 688.4211w_6 - ud + e_{H10}^+ \geq 0$$

$$500w_1 + 500w_2 + 500w_3 + 500w_4 + 500w_5 + 500w_6 - uc - e_{SD}^- \leq -0.01$$

$$500w_1 + 500w_2 + 500w_3 + 500w_4 + 500w_5 + 500w_6 - ud + e_{SD}^+ \geq 0$$

$$400w_1 + 400w_2 + 500w_3 + 0w_4 + 400w_5 + 400w_6 - ud - e_{H11}^- \leq -0.01$$

$$w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 + w_6 = 1$$

$$ua - ub \geq 0.02$$

$$ub - uc \geq 0.02$$

uc-ud $\geq$ 0.02

END

Bu modelin amaç fonksiyonu referans hastaneler için ortalama hata değerini minimize etmektir. Bu model optimize edildiğinde  $u_A = 800.00$ ,  $u_B = 600.01$ ,  $u_C = 500.01$  ve  $u_D = 402.23$  ve  $w_1 = 0.0$ ,  $w_2 = 0.105371$ ,  $w_3 = 0.022155$ ,  $w_4 = 0.0$ ,  $w_5 = 0.296056$ ,  $w_6 = 0.576419$  olarak bulunmuştur. Bu optimum sonuca göre  $H_1$  hastanesinin Doğrusal UTADIS skoru şu şekilde hesaplanır.

$$U(z^{H_1}) = \sum_{i=1}^6 w_i z_i^j$$

$$= 0.0 * 950.909 + 0.105371 * 417.647 + 0.022155 * 317.778 + 0.0 * 966,667 + 0.296056 * 992.632 + 0.576419 * 885.455 = 855.316$$

Hesaplanan  $H_1$  hastanesinin skoru  $u_A = 800.00$  kesme sınırından büyük olduğu için A sınıfına atanmıştır.

Tablo 5. Doğrusal UTADIS modeli sonuçlarına göre hastanelerin sınıfları

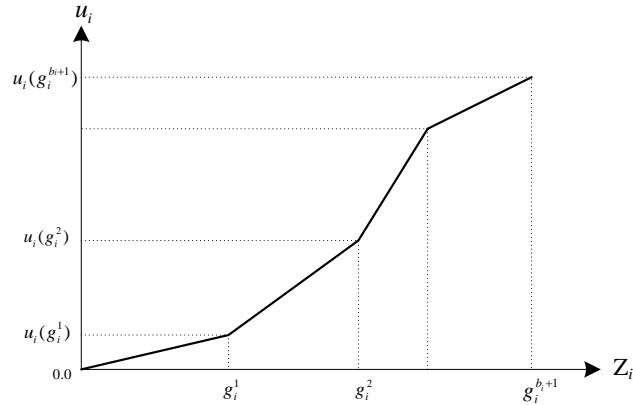
Hastane(j)	Doğrusal UTADIS skoru	Atanan sınıf
$H_1$	855,316	A↑
$H_2$	600,011	B
$H_3$	600,001	C
$H_4$	883,805	A↑
$H_5$	678,902	B↑
$H_6$	746,295	B
$H_7$	689,043	B↑
$H_8$	471,529	D ↓
$H_9$	909,655	A
$H_{10}$	500,001	D
$H_{11}$	402,216	E
$H_{12}$	0,000	E↓
$H_{13}$	94,834	E↓
$H_{14}$	19,940	E↓
$H_{15}$	0,000	E↓
$H_{16}$	266,450	E↓
$H_{17}$	518,777	E↓
$S_A$	800,001	A
$S_B$	700,001	B
$S_C$	600,001	C
$S_D$	500,001	D

Tablo 5’de bütün veri setindeki hastaneler için elde edilen skorlar ve bulunan kesme sınırlarına göre sınıfları verilmiştir. Bu sonuçlar Tablo 2’de verilen mevcut başarı grupları ile karşılaştırıldığında, Doğrusal UTADIS yönteminde  $H_1$  hastanesinin sınıfının B’den A’ya yükseldiği,  $H_4$  hastanesinin sınıfının C’den A’ya yükseldiği,  $H_5$  hastanesinin sınıfının D’den B’ye yükseldiği,  $H_7$  hastanesinin sınıfının D’den B’ye yükseldiği,  $H_8$  hastanesinin sınıfının C’den D’ye düştüğü  $H_{12} - H_{17}$  hastanelerinin sınıflarının ise B’den E’ye düştüğü görülmüştür. Diğer hastanelerin sınıfları mevcut başarı grupları ile aynıdır.

### 2.3. UTADIS Methodu

LP1 anlaşılması ve çözülmesi kolay bir modeldir. Ancak, fayda fonksiyonu doğrusal olmak zorundadır. UTADIS yönteminde ise her bir kriter için *parçalı- doğrusal* fayda fonksiyonunu tanımlanır [2]. Bir alternatifin skoru bu kısmi faydaların toplamıdır. Her bir alternatif, her sınıfın kesme sınırı ile kendi skoru karşılaştırarak uygun bir sınıfa atanır. Kesme sınırı değerleri ve *parçalı-doğrusal* fayda fonksiyonu önceden belirlenen referans alternatifler kullanılarak tahmin edilmektedir. Bu amaçla, bir LP modeli çözülmektedir. Aşağıda, UTADIS yönteminin *parçalı-doğrusal* fayda fonksiyonu kısaca gözden geçirilmiştir. Okuyucu metodunun detayları için Doumpos ve Zopounidis’e [2] başvurabilir.

Sınıflar  $C_1, C_2, \dots, C_k$  olsun. Burada  $C_1$  en çok tercih edilen  $C_k$  ise en az tercih edilen sınıflardır.  $i$ . kriterde  $j$  alternatifin marjinal faydası  $u_i(z_i^j)$  olsun ve  $j$  alternatifinin global fayda değeri  $U(z^j)$  olsun. Her kriterin marjinal fayda fonksiyonunun parçalı-doğrusal olduğunu varsayalım. Şekil 2’de gösterildiği gibi her bir kriter aralığı alt aralığa  $[g_i^p, g_i^{p+1}]$  bölünmüştür. Kaç tane parça kullanılacağına sezgisel olarak karar verilmektedir.



Şekil 2. Parçalı-doğrusal marjinal fayda fonksiyonu [19]

Buna göre her kriterin marjinal fayda fonksiyonu (18) nolu denklemde verildiği gibi tanımlanmıştır.

$$u_i(z_i^j) = \sum_{p=1}^{r_{ji}-1} w_{ip} + \frac{z_i^j - g_i^{r_{ji}}}{g_i^{r_{ji+1}} - g_i^{r_{ji}}} w_{ir_{ji}} \quad (18)$$

Burada  $r_{ji}$ ,  $z_i^j$ 'nin ait olduğu aralığı  $[g_i^{r_{ji}}, g_i^{r_{ji+1}}]$  göstermektedir ve  $w_{ip} = u(g_i^{p+1}) - u(g_i^p)$ .

Alternatif  $z^j$ 'nin global fayda fonksiyonu (19) nolu denklemde verilmiştir.

$$U(z^j) = \sum_{i=1}^m u_i(z_i^j) \quad (19)$$

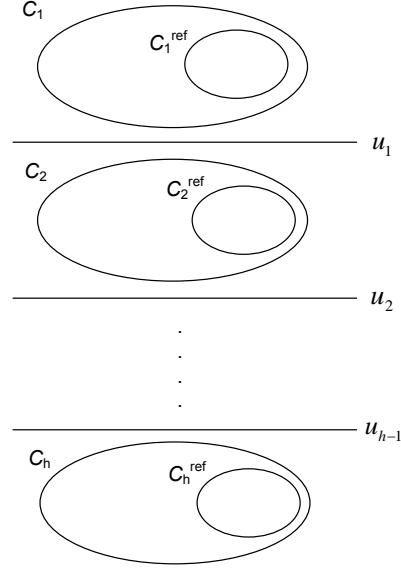
Referans olmayan alternatiflerin sınıflandırılması aşağıdaki gibi kesme sınırı  $u_i$  ve  $d=2,3,\dots,h-1$  ile  $U(z^j)$  karşılaştırılmasıyla gerçekleştirilir.

$$\text{Eğer } U(z^j) \geq u_1 \text{ ise } j \in C_1$$

$$\text{Eğer } u_{d-1} > U(z^j) \geq u_d \text{ ise } j \in C_d$$

$$\text{Eğer } u_{h-1} > U(z^j) \text{ ise } j \in C_h$$

Şekil 3' de ardışık sınıflar ve referans seti arasındaki kesme sınırları gösterilmektedir.



Şekil 3. Belirlenen sınıfların ve kesme sınırlarının gösterilmesi [19]

$$\begin{aligned}
 \text{UTADIS: } \quad \text{Min } f &= \frac{\sum_{\forall j \in C_A^{ref}} e_j^+}{|C_A^{ref}|} + \frac{\sum_{\forall j \in C_B^{ref}} e_j^+ + e_j^-}{|C_B^{ref}|} + \frac{\sum_{\forall j \in C_C^{ref}} e_j^+ + e_j^-}{|C_C^{ref}|} + \\
 &\frac{\sum_{\forall j \in C_D^{ref}} e_j^+ + e_j^-}{|C_D^{ref}|} + \frac{\sum_{\forall j \in C_E^{ref}} e_j^-}{|C_E^{ref}|}
 \end{aligned}
 \tag{20}$$

s.to

$$U(\mathbf{z}^j) - u_A + e_j^+ \geq 0 \quad \forall j \in C_A^{ref} \tag{21}$$

$$U(\mathbf{z}^j) - u_B + e_j^+ \geq 0 \quad \forall j \in C_B^{ref} \tag{22}$$

$$U(\mathbf{z}^j) - u_A - e_j^- \leq -\delta \quad \forall j \in C_B^{ref} \tag{23}$$

$$U(\mathbf{z}^j) - u_C + e_j^+ \geq 0 \quad \forall j \in C_C^{ref} \tag{24}$$

$$U(\mathbf{z}^j) - u_B - e_j^- \leq -\delta \quad \forall j \in C_C^{ref} \tag{25}$$

$$U(\mathbf{z}^j) - u_D + e_j^+ \geq 0 \quad \forall j \in C_D^{ref} \tag{26}$$

$$U(\mathbf{z}^j) - u_C - e_j^- \leq -\delta \quad \forall j \in C_D^{ref} \tag{27}$$

$$U(\mathbf{z}^j) - u_D - e_j^- \leq -\delta \quad \forall j \in C_E^{ref} \quad (28)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{p=1}^{b_i} w_{ip} = 1 \quad (29)$$

$$u_A - u_B \geq s \quad (30)$$

$$u_B - u_C \geq s \quad (31)$$

$$u_C - u_D \geq s \quad (32)$$

$$u_D - u_E \geq s \quad (33)$$

$$w_{ip} \geq 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, m, \quad \forall p = 1, 2, \dots, b_i$$

$$e_j^+, e_j^- \geq 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_A, u_B \geq 0$$

$$\delta = 0.01, \quad s = 0.02 \quad \text{kullanıcı tanımlı minimum pozitif sabitler}$$

Kısıtların açıklaması LP1 modelindeki ile aynıdır. Sadece fayda fonksiyonunun yapısı değişmiştir. Belirlediğimiz referanslara göre aşağıdaki örnek model oluşturulmuş ve çözülmüştür.

$$\text{minimize} \quad 0.5e_{H9}^+ + 0.5e_{H2}^+ + 0.5e_{H2}^- + 0.5e_{H3}^+ + 0.5e_{H3}^- + 0.5e_{H10}^+ + 0.5e_{H10}^- + e_{H11}^- + 0.5e_{SA}^+ + 0.5e_{SB}^+ + 0.5e_{SB}^- + 0.5e_{SC}^+ + 0.5e_{SC}^- + 0.5e_{SD}^+ + 0.5e_{SD}^-$$

s.t.

$$w_{11} + 0.962w_{12} + w_{21} + 0.852w_{22} + w_{31} + 0.831579w_{32} + w_{41} + 0.9777778w_{42} + w_{51} + 0.8947368w_{52} + w_{61} + 0.7741176w_{62} - u_A + e_{H9}^+ \geq 0$$

$$w_{11} + 0.6w_{12} + w_{21} + 0.6w_{22} + w_{31} + 0.6w_{32} + w_{41} + 0.6w_{42} + w_{51} + 0.6w_{52} + w_{61} + 0.6w_{62} - u_A + e_{SA}^+ \geq 0$$

$$0.9333334w_{11} + w_{21} + 0.9835294w_{22} + w_{31} + 0.8685714w_{32} + w_{41} + 0.992w_{42} + w_{51} + 0.6777778w_{52} + 0.7857142w_{61} - u_A - e_{H2}^- \leq -0.01$$

$$w_{11} + 0.4w_{12} + w_{21} + 0.4w_{22} + w_{31} + 0.4w_{32} + w_{41} + 0.4w_{42} + w_{51} + 0.4w_{52} + w_{61} + 0.4w_{62} - u_A - e_{SB}^- \leq -0.01$$



$$0.9333334w_{11}+w_{21}+0.9835294w_{22}+w_{31}+0.8685714w_{32}+w_{41}+0.992w_{42}+w_{51}+0.6777778w_{52}+0.7857142w_{61}-ub+e_{H_2}^+ \geq 0$$

$$w_{11}+0.4w_{12}+w_{21}+0.4w_{22}+w_{31}+0.4w_{32}+w_{41}+0.4w_{42}+w_{51}+0.4w_{52}+w_{61}+0.4w_{62}-ub+e_{S_B}^+ \geq 0$$

$$w_{11}+0.7946666w_{12}+w_{21}+0.5858824w_{22}+w_{31}+0.8844444w_{32}+0.656w_{41}+0.9725w_{51}+w_{61}+0.22w_{62}-ub-e_{H_3}^- \leq -0.01$$

$$w_{11}+0.7946666w_{12}+w_{21}+0.5858824w_{22}+w_{31}+0.8844444w_{32}+0.656w_{41}+0.9725w_{51}+w_{61}+0.22w_{62}-uc+e_{H_3}^+ \geq 0$$

$$w_{11}+0.2w_{12}+w_{21}+0.2w_{22}+w_{31}+0.2w_{32}+w_{41}+0.2w_{42}+w_{51}+0.2w_{52}+w_{61}+0.2w_{62}-ub-e_{S_C}^- \leq -0.01$$

$$w_{11}+0.2w_{12}+w_{21}+0.2w_{22}+w_{31}+0.2w_{32}+w_{41}+0.2w_{42}+w_{51}+0.2w_{52}+w_{61}+0.2w_{62}-uc+e_{S_C}^+ \geq 0$$

$$w_{11}+0.8342858w_{12}+w_{21}+0.8070588w_{22}+0.72w_{31}+0.7311112w_{41}+0w_{51}+w_{61}+0.3768422w_{62}-uc-e_{H_{10}}^- \leq -0.01$$

$$w_{11}+0.8342858w_{12}+w_{21}+0.8070588w_{22}+0.72w_{31}+0.7311112w_{41}+0w_{51}+w_{61}+0.3768422w_{62}-ud+e_{H_{10}}^+ \geq 0$$

$$w_{11}+0w_{12}+w_{21}+0w_{22}+w_{31}+0w_{32}+w_{41}+0w_{42}+w_{51}+0w_{52}+w_{61}+0w_{62}-uc-e_{S_D}^- \leq -0.01$$

$$w_{11}+0w_{12}+w_{21}+0w_{22}+w_{31}+0w_{32}+w_{41}+0w_{42}+w_{51}+0w_{52}+w_{61}+0w_{62}-ud+e_{S_D}^+ \geq 0$$

$$0.8w_{11}+0.8w_{21}+w_{31}+w_{41}+0.8w_{51}+0.8w_{61}-ud-e_{H_{11}}^- \leq -0.01$$

$$w_{11}+w_{12}+w_{21}+w_{22}+w_{31}+w_{32}+w_{41}+w_{42}+w_{51}+w_{52}+w_{61}+w_{62}=1$$

$$ua-ub \geq 0.02$$

$$ub-uc \geq 0.02$$

$$uc-ud \geq 0.02$$

END

Bu model optimize edildiğinde kesme sınırları  $u_A = 0.966667$ ,  $u_B = 0.946667$ ,  $u_C = 0.926667$ ,  $u_D = 0.906667$  ve  $w_{11} = 0$ ,  $w_{12} = 0$ ,  $w_{21} = 0.861$ ,  $w_{22} = 0$ ,  $w_{31} = 0.056$ ,  $w_{32} = 0.012$ ,  $w_{41} = 0$ ,  $w_{42} = 0.030$ ,  $w_{51} = 0$ ,  $w_{52} = 0$ ,  $w_{61} = 0$ ,  $w_{62} = 0.041$  olarak bulunmuştur.

Örneğin referans hastane  $H_9$  için UTADIS hesaplama modeli açık olarak aşağıda verilmiştir. Bu yöntemle göre her kriterde 2 parçalı bir fayda fonksiyonu kabul edilmiştir. Eğer  $z_i^j$  değeri [0-500] aralığında ise  $\frac{z_i^j-0}{500-0}w_{i1}$  değerini eğer [500-1000] aralığında ise  $w_{i1} + \frac{z_i^j-500}{1000-500}w_{i2}$  değerini almaktadır. Dolayısıyla hastane  $H_9$  için 2 parçalı-doğrusal fayda fonksiyonu şu şekilde tanımlanabilir:

$$\begin{aligned}
U(z^{H_9}) = & w_{11} + \frac{981.000 - 500}{1000 - 500}w_{12} + w_{21} + \frac{926.000 - 500}{1000 - 500}w_{22} + w_{31} \\
& + \frac{915.789 - 500}{1000 - 500}w_{32} + w_{41} + \frac{988.889 - 500}{1000 - 500}w_{42} + w_{51} \\
& + \frac{947.368 - 500}{1000 - 500}w_{52} + w_{61} + \frac{887.059 - 500}{1000 - 500}w_{62} = 0.988
\end{aligned}$$

Hesaplanan  $H_9$  hastanesinin skoru  $u_A = 0.966667$  kesme sınırından büyük olduğu için A sınıfına atanmıştır.

Tablo 6. UTADIS skorlarına göre hastanelerin atandığı sınıflar

Hastane(j)	Utadis	Atanan sınıf
$H_1$	0.814	E↓
$H_2$	0.957	B
$H_3$	0.937	C
$H_4$	0.101	E↓
$H_5$	0.645	E↓
$H_6$	0.991	A↑
$H_7$	0.357	E↓
$H_8$	0.930	C↓
$H_9$	0.988	A
$H_{10}$	0.917	D
$H_{11}$	0.744	E
$H_{12}$	0.000	E↓
$H_{13}$	0.861	E↓
$H_{14}$	0.066	E↓
$H_{15}$	0.024	E↓
$H_{16}$	0.000	E↓
$H_{17}$	0.033	E↓
$S_A$	0.967	A
$S_B$	0.950	B
$S_C$	0.933	C
$S_D$	0.917	D

Tablo 6’da veri setindeki bütün hastaneler için elde edilen skorlar ve bulunan kesme sınırlarına göre sınıfları verilmiştir. Bu sonuçlar Tablo 2’de verilen mevcut başarı grupları ile karşılaştırıldığında, UTADIS yönteminde  $H_1$  hastanesinin sınıfının B’den E’ye düştüğü,  $H_4$  hastanesinin sınıfının C’den E’ye düştüğü,  $H_5$  hastanesinin sınıfının D’den E’ye düştüğü,  $H_6$  hastanesinin sınıfının B’den A’ya yükseldiği,  $H_7$  hastanesinin sınıfının D’den E’ye düştüğü,  $H_8$  hastanesinin B’den C’ye düştüğü ve  $H_{12} - H_{17}$  hastanelerinin sınıflarının B’den E’ye düştüğü görülmüştür. Diğer hastanelerin sınıfları mevcut başarı grupları ile aynıdır.

#### 2.4. R-model

R-model veri zarflama analizi temelli bir yaklaşımdır. Her bir karar verme birimi için alabileceği skoru en büyükleyen favori ağırlıklar atanır. Kısıt olarak bütün karar verme birimlerinin en yüksek skorunun 1.0 olması gerekir [20]. Bizim örneğimizde karar verme birimlerini hastaneler olarak kabul edersek aşağıdaki modeli kullanarak her hastane için belirli ağırlıklar atanmaktadır. Modelin amaç fonksiyonu kullanılan hastanenin puanıdır ( $HP_j$ ). Hastaneler kullanıcıların seçtiği kesme sınırları kullanılarak sınıflandırılır.

$$R - model: \text{Max. } HP(H_j) = \sum_{i=1}^m w_i z_i^j \quad \forall j \in H \quad (33)$$

s.to

$$\sum_{i=1}^m w_i z_i^j \leq 1 \quad \forall j \in H \quad (34)$$

$$w_i \geq 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, m$$

R-model’de amaç fonksiyonu değerlendirilen hastanenin,  $H_j$ , ağırlıklandırılmış skorunu en büyükmektir. Dolayısıyla, elde edilecek ağırlıklar,  $w$ , hastane  $H_j$ ’nin favori ağırlıklarıdır. (34) numaralı kısıt bu favori ağırlıklar ile değerlendirildiğinde bütün hastanelerin skorunun en çok 1 olmasını sağlar.

Hastane  $H_1$  için R-modeli aşağıda verilmiştir. Bu model çözüldüğünde optimum amaç fonksiyonu değeri,  $HP(H_1)$ , 1.0 olarak bulunur.  $w_1$  ve  $w_5$  kriter ağırlıkları sırasıyla 0.000081 ve 0.00093 olarak bulunmuştur. Diğer kriter ağırlıkları ise sifıra eşittir.

Model, amaç fonksiyonu her bir hastane için değiştirilerek tekrar çözülmüş ve Tablo 7’de verilen skorlar elde edilmiştir. Normalde R-modelde kesme noktaları karar verici tarafından belirlenmektedir. Ancak bu çalışmada uç nokta hastanelerin ( $S_A - S_D$ ) skorunu o grubun alt sınırı olarak kabul ettik. Yani,

$$\text{Eğer } HP(H_j) > 0.892 \text{ ise } H_j \in C_A$$

$$\text{Değilse eğer } HP(H_j) > 0.780 \text{ ise } H_j \in C_B$$

$$\text{Değilse eğer } HP(H_j) > 0.669 \text{ ise } H_j \in C_C$$

$$\text{Değilse eğer } HP(H_j) > 0.557 \text{ ise } H_j \in C_D$$

$$\text{Değilse } H_j \in C_E$$

Tablo 7 sonuçlarına göre hastane  $H_{11}$  hariç diğer bütün hastaneler A sınıfına atanmıştır. Bu sonuç R-modelin oldukça iyimser olmasından kaynaklanmaktadır.

$$\text{Max. } HP(H_1) = 950.9091w_1 + 417.6471w_2 + 317.7778w_3 + 966.6667w_4 + 992.6316w_5 + 885.4545w_6$$

s.t.

$$950.9091w_1 + 417.6471w_2 + 317.7778w_3 + 966.6667w_4 + 992.6316w_5 + 885.4545w_6 \leq 1$$

$$466.6667w_1 + 991.7647w_2 + 934.2857w_3 + 996w_4 + 838.8889w_5 + 392.8571w_6 \leq 1$$

$$897.3333w_1 + 792.9412w_2 + 942.2222w_3 + 328w_4 + 486.25w_5 + 610w_6 \leq 1$$

$$866.6667w_1 + 0w_2 + 664.4444w_3 + 398.9474w_4 + 1000w_5 + 994.1176w_6 \leq 1$$

$$435w_1 + 312w_2 + 694w_3 + 680w_4 + 300w_5 + 940w_6 \leq 1$$

$$351.4286w_1 + 887.5w_2 + 973w_3 + 888.8889w_4 + 222w_5 + 981.0526w_6 \leq 1$$

$$1000w_1 + 155w_2 + 652.9412w_3 + 400w_4 + 525w_5 + 872.3077w_6 \leq 1$$

$$710w_1 + 922.1053w_2 + 717.7778w_3 + 633.3333w_4 + 603.3333w_5 + 312w_6 \leq 1$$

$$981w_1 + 926w_2 + 915.7w_3 + 988.8w_4 + 947.3w_5 + 887.1w_6 \leq 1$$

$$917.1429w_1 + 903.5294w_2 + 360w_3 + 365.5556w_4 + 0w_5 + 688.4211w_6 \leq 1$$

$$400w_1 + 400w_2 + 500w_3 + 500w_4 + 400w_5 + 400w_6 \leq 1$$

$$900w_1 + 0w_2 + 0w_3 + 0w_4 + 0w_5 + 0w_6 \leq 1$$

$0w_1+900w_2+0w_3+0w_4+0w_5+0w_6\leq 1$   
 $0w_1+0w_2+900w_3+0w_4+0w_5+0w_6\leq 1$   
 $0w_1+0w_2+0w_3+900w_4+0w_5+0w_6\leq 1$   
 $0w_1+0w_2+0w_3+0w_4+900w_5+0w_6\leq 1$   
 $0w_1+0w_2+0w_3+0w_4+0w_5+900w_6\leq 1$   
 $800w_1+800w_2+800w_3+800w_4+800w_5+800w_6\leq 1$   
 $700w_1+700w_2+700w_3+700w_4+700w_5+700w_6\leq 1$   
 $600w_1+600w_2+600w_3+600w_4+600w_5+600w_6\leq 1$   
 $500w_1+500w_2+500w_3+500w_4+500w_5+500w_6\leq 1$   
 $w_1\geq 0$   
 $w_2\geq 0$   
 $w_3\geq 0$   
 $w_4\geq 0$   
 $w_5\geq 0$   
 $w_6\geq 0$   
end  
 $z=1, w_1=0.000081, w_5=0.00093$

Tablo 7. R-model skorlarına göre hastanelerin atandığı sınıflar

Hastane(j)	R-model skoru	Atanan sınıf
$H_1$	1.000	A↑
$H_2$	1.000	A↑
$H_3$	1.000	A↑
$H_4$	1.000	A↑
$H_5$	0.954	A↑
$H_6$	1.000	A↑
$H_7$	1.000	A↑
$H_8$	0.963	A↑
$H_9$	1.000	A
$H_{10}$	0.971	A↑
$H_{11}$	0.536	E
$H_{12}$	0.900	A↑
$H_{13}$	0.907	A↑

Tablo 7'nin devamı

$H_{14}$	0.925	A↑
$H_{15}$	0.904	A↑
$H_{16}$	0.900	A↑
$H_{17}$	0.905	A↑
$S_A$	0.892	A
$S_B$	0.780	B
$S_C$	0.669	C
$S_D$	0.557	D

### 2.5. Discriminant Analizi

Discriminant analiz bir sınıflandırma yöntemidir. Farklı sınıfların farklı Gaussian dağılımına sahip oldukları prensibine dayanır. En yaygın olarak bilinen türleri Doğrusal Discriminant Analiz (LDA) ve Quadratic Discriminant Analiz (QDA) dır.

- LDA'da her sınıfın aynı covariance matrisine sahip olduğu kabul edilir. Ancak sadece ortalamalar farklıdır. Fisher [21] tarafından geliştirilmiştir.

- QDA'da ise hem covariance matrix hem de sınıf ortalamaları her sınıfta değişir.

LDA'da her iki komşu sınıfı ayırt eden fonksiyon doğrusal bir fonksiyondur ve sabit değeri ( $K_{k,k+1}$ ,  $\forall k = A, B, C, D$ ), katsayıları ise  $\lambda_i$ ,  $\forall i = 1, 2, \dots, 6$  ile gösterilmektedir. Sınıflar arası mesafeyi en büyükleyen ve sınıf içi mesafeyi de en küçükleyen sabit değer ve katsayılar hesaplanır. Sonuçta elde edilen LDA fonksiyonu aşağıdaki gibi bir yapıya sahiptir.

$$Y_{k,k+1}^j = K_{k,k+1} + \sum_{i=1}^6 \lambda_i z_i^j \quad \forall k = A, B, C, D, \quad \forall j = 1, 2, \dots, 21 \quad (35)$$

Her hangi bir hastane  $H_j$  için eğer  $Y_{k,k+1}^j$  skoru  $> 0$  ise bu hastanenin  $\leq k$  sınıfında yer alması muhtemeldir. Eğer  $Y_{k,k+1}^j$  skoru  $< 0$  ise bu hastanenin  $\geq k + 1$  sınıfında yer alması muhtemeldir. Dolayısıyla her hastane  $H_j$ , sahip olduğu ilk pozitif değer veren sınıfa atanabilir. Tablo 3'de verilen hastane verileri Matlab programı > discriminant analysis toolbox [22] kullanılarak analiz edilmiş ve aşağıdaki doğrusal ayırım fonksiyonları bulunmuştur.

$$Y_{A,B}^j = -7.7987 + 0.0032z_1^j + 0.0019z_2^j + 0.0019z_3^j - 0.00053756z_4^j + 0.0023z_5^j + 0.0012z_6^j$$

$$Y_{B,C}^j = 4.5451 - 0.0034z_1^j - 0.00077121z_2^j - 0.0029z_3^j + 0.0029z_4^j - 0.0017z_5^j - 0.00046697z_6^j$$

$$Y_{C,D}^j = -1.1341 - 0.000081015z_1^j + 0.0007888z_2^j + 0.0019z_3^j - 0.0017z_4^j + 0.0037z_5^j - 0.002z_6^j$$

$$Y_{D,E}^j = -0.6668 + 0.0029z_1^j + 0.00044066z_2^j - 0.00019549z_3^j - 0.0014z_4^j - 0.0018z_5^j + 0.003z_6^j$$

LDA yöntemi tarafından yapılan sınıflandırma sonuçları Tablo 8’de verilmiştir. Buna göre şu anda B grubunda yer alan 10 hastane yine LDA tarafından B grubuna sınıflandırılmıştır. Diğer gruplarda ise hatalar mevcuttur. Örneğin şu anda E sınıfında yer alan bir hastanenin B sınıfına ataması yapılmıştır. Eğer LDA baz alınarak sınıflandırılma yapılmış olsaydı B sınıfında yer alması gerekirken E sınıfında yer alan bu hastane oldukça dezavantajlı durumdadır. Ortalama olarak hastanelerin %50’si doğru sınıflandırılmıştır.

Tablo 8. LDA yöntemi için doğrulama sonuçları (%)

LDA \ Mevcut	A	B	C	D	E
A	<b>50</b>	0	50	0	0
B	0	<b>100</b>	0	0	0
C	0	50	<b>50</b>	0	0
D	0	50	0	<b>50</b>	0
E	0	100	0	0	<b>0</b>

Ortalama doğru: %50

QDA ise karesel terimleri de olan bir fonksiyon oluşturmaktadır. Fonksiyonun genel formatı aşağıdaki gibi olacaktır.

$$Y_{k,k+1}^j = K_{k,k+1} + \sum_{i=1}^6 \lambda_i z_i^j + \mathbf{z}^j \mathbf{q} \mathbf{z}^j \quad \forall k = A, B, C, D, \quad \forall j = 1, 2, \dots, 21 \quad (36)$$

Bu fonksiyonda 6 kriter için oldukça fazla karesel terim mevcuttur. Matlab bu terimlerden sadece 6 tanesinin, muhtemelen  $(z_i^j)^2$  terimlerinin, katsayılarını vermektedir. Bulunan sınıflar arası ayırım fonksiyonları aşağıda verilmiştir.

$$Y_{A,B}^j = -267.6933 + 0.0522z_1^j + 0.1067z_2^j + 0.1260z_3^j + 0.0482z_4^j + 0.0785z_5^j \\ + 0.2206z_6^j - 0.0000273(z_1^j)^2 - 0.0000604(z_2^j)^2 - 0.000072(z_3^j)^2 \\ - 0.0000258(z_4^j)^2 - 0.0000434(z_5^j)^2 - 0.0001293(z_6^j)^2$$

$$Y_{B,C}^j = 34.8333 - 0.0376z_1^j - 0.0014 - 0.0311z_3^j - 0.0199z_4^j - 0.0113z_5^j \\ - 0.006z_6^j + 0.00002265(z_1^j)^2 + 0.0000004(z_2^j)^2 \\ + 0.00002004(z_3^j)^2 + 0.00002012(z_4^j)^2 + 0.00000723(z_5^j)^2 \\ + 0.00000375(z_6^j)^2$$

$$Y_{C,D}^j = -15.7757 + 0.031z_1^j - 0.001z_2^j + 0.0094z_3^j - 0.0025z_4^j + 0.0076z_5^j \\ - 0.0111z_6^j - 0.00001976(z_1^j)^2 + 0.00000179(z_2^j)^2 \\ - 0.00000114(z_3^j)^2 + 0.00000278(z_4^j)^2 - 0.00000138(z_5^j)^2 \\ + 0.00000640(z_6^j)^2$$

$$Y_{D,E}^j = -20.4197 + 0.0062z_1^j + 0.002z_2^j + 0.0217z_3^j + 0.0224z_4^j + 0.0031z_5^j \\ + 0.0167z_6^j + 0.00000017(z_1^j)^2 + 0.00000146(z_2^j)^2 \\ - 0.00001745(z_3^j)^2 - 0.00002111(z_4^j)^2 - 0.00000224(z_5^j)^2 \\ - 0.00000653(z_6^j)^2$$

Hangi hastanenin hangi sınıfa atanacağı LDA'ya benzer şekilde yorumlanmaktadır. QDA yöntemi tarafından yapılan sınıflandırma sonuçları Tablo 9'da verilmiştir. Buna göre şu anda A, C ve D gruplarında yer alan hastaneler yine QDA tarafından kendi grubuna doğru olarak sınıflandırılmıştır. Diğer gruplarda ise hatalar mevcuttur. Örneğin şu anda B sınıfında yer alan bir hastanenin E sınıfına ataması yapılmıştır. Eğer QDA baz alınarak sınıflandırılma yapılmış olsaydı E sınıfında yer alması gerekirken B



sınıfında yer alan bu hastane oldukça avantajlı durumdadır. Ortalama olarak hastanelerin %76'sı doğru sınıflandırılmıştır.

Tablo 9. Quadratic diskriminant analizin matlabdaki matrisi

QDA Mevcut	A	B	C	D	E
A	<b>100</b>	0	0	0	0
B	0	<b>80</b>	10	0	10
C	0	0	<b>100</b>	0	0
D	0	0	0	<b>100</b>	0
E	0	0	0	100	<b>0</b>

Ortalama doğru:%76

### 3. BÖLÜM

#### BULGULAR

Bölüm 2’de verilen bütün yöntemlerin sonuçları ve mevcut sistem sınıflandırması Tablo 11’de verilmiştir. ↑ ↓ işaretleri mevcut sistemdeki sınıflandırmadan farkı göstermek için kullanılmıştır. Ayrıca Tablo 11’in son satırında mevcut sistemden kaç tane farklı sınıflandırma yapıldığı görülmektedir. Ağırlıklandırılmış Toplam yönteminde mevcut sınıflandırmadan 7 farklı sınıflandırma, Doğrusal UTADIS ve UTADIS yönteminde mevcut sınıflandırmadan 11 farklı sınıflandırma, R-modelde mevcut sınıflandırmadan 15 farklı sınıflandırma ve Doğrusal Discriminant Analiz (LDA) yönteminde ise mevcut sınıflandırmadan 6 farklı sınıflandırma yapıldığı gözlemlenmiştir. Bu sonuçlara göre mevcut sisteme en yakın sınıflandırmayı QDA yöntemi vermektedir. Doğrusal UTADIS ve UTADIS yöntemi sonuçlarına göre ise neredeyse referans hastaneler hariç diğerleri mevcut sistemden farklı sınıflandırılmıştır.

Tablo 12’de ise farklı bir referans kümesi seçilerek Doğrusal UTADIS ve UTADIS metodları tekrar uygulanmış ve her iki seçim sonuçları karşılaştırılmıştır. Referans kümesine bağlı olarak hastanelerin atandığı sınıflarda farklılıklar görülmektedir. Referans seti 1’de 11 hastane mevcut sistemden farklı sınıflandırılmıştır. Referans seti 2’de ise 12 hastane mevcut sistemden farklı sınıflandırılmıştır.

Referansların değişiminin sınıflandırmayı nasıl etkilediğini göstermek için Doğrusal UTADIS ve UTADIS yöntemlerine 5-kümelikli çapraz doğrulama yöntemi (5-fold cross validation) uygulanmıştır. Buna göre Tablo 10’da 21 hastane rastgele 5 kümeye ayrılmıştır. İlk 4 kümenin eleman sayısı 4 ve son kümenin eleman sayısı 5’dir. Her denemede bir küme doğrulama amaçlı kullanılmış diğer 4 küme ise referans olarak seçilmiştir.

Tablo 10. 5-kümelikli çapraz doğrulama yöntemi girdileri

Doğrulama kümesi	Referans kümeleri (4 tane)			
$H_{15}, S_C, H_6, H_{10}$	$H_3, H_5, H_{11}, H_{16}$	$H_1, H_7, H_{12}, H_{17}$	$H_4, H_8, H_{13}, S_A$	$H_9, H_2, H_{14}, S_B, S_D$
$H_3, H_5, H_{11}, H_{16}$	$H_{15}, S_C, H_6, H_{10}$	$H_1, H_7, H_{12}, H_{17}$	$H_4, H_8, H_{13}, S_A$	$H_9, H_2, H_{14}, S_B, S_D$
$H_1, H_7, H_{12}, H_{17}$	$H_{15}, S_C, H_6, H_{10}$	$H_3, H_5, H_{11}, H_{16}$	$H_4, H_8, H_{13}, S_A$	$H_9, H_2, H_{14}, S_B, S_D$
$H_4, H_8, H_{13}, S_A$	$H_{15}, S_C, H_6, H_{10}$	$H_3, H_5, H_{11}, H_{16}$	$H_1, H_7, H_{12}, H_{17}$	$H_9, H_2, H_{14}, S_B, S_D$
$H_9, H_2, H_{14}, S_B, S_D$	$H_{15}, S_C, H_6, H_{10}$	$H_3, H_5, H_{11}, H_{16}$	$H_1, H_7, H_{12}, H_{17}$	$H_4, H_8, H_{13}, S_A$

Sonuçta doğrulama amaçlı kullanılan kümenin elemanlarının, mevcut sistemde ve Doğrusal UTADIS yönteminde sınıflandırılma yüzdeleri hesaplanmış ve Tablo 13’de verilmiştir. Örneğin; mevcut sınıfı A olan hastanelerin %100’ü Doğrusal UTADIS tarafından A sınıfına atanmıştır. Mevcut sınıfı E olan hastanelerin %100’ü Doğrusal UTADIS tarafından D sınıfına atanmıştır. Her iki yöntemde aynı sınıfa yerleştirilenler koyu renkle işaretlenmiştir. Ortalama olarak hastanelerin %33.6’sı her iki yöntemde de aynı sınıfa yerleşmiştir. Aynı şekilde Tablo 14’de aynı hesaplamalar UTADIS yöntemi için yapılmıştır. Mevcut sınıfı E olan hastanelerin %100’ü UTADIS tarafından E sınıfına atanmıştır, Tablo 14 sonuçlarına göre ise hastanelerin %37’si her iki yöntemde de aynı sınıfa yerleşmiştir. Sonuç olarak Tablo 13 ve Tablo 14’de her iki yöntem tarafından aynı sınıfa atanan elemanların yüzdeleri oldukça düşüktür. Bu sonuçlar aslında mevcut uygulama ile önerilen yöntemlerin çok farklı sonuçlar verdiklerini desteklemektedir.

Tablo 11. Hastanelerde uygulanan yöntemlerin skorları ve sınıflandırmaları

Hastane (j)	Mevcut Sınıflandırma	Ağırlıklandırılmış Toplam		Doğrusal UTADIS		UTADIS		R-model		LDA
		Skor	Atanan sınıf	Skor	Atanan sınıf	Skor	Atanan sınıf	Skor	Atanan sınıf	Atanan sınıf
$H_1$	B	755.181	B	855.316	A↑	0.814	E↓	1.000	A↑	B
$H_2$	B*	770.077	B	600.011	B	0.957	B	1.000	A↑	B
$H_3$	C*	676.124	C	600.001	C	0.937	C	1.000	A↑	C
$H_4$	C	654.029	C	883.805	A↑	0.101	E↓	1.000	A↑	C
$H_5$	D	560.167	D	678.902	B↑	0.645	E↓	0.954	A↑	B↑
$H_6$	B	717.312	B	746.295	B	0.991	A↑	1.000	A↑	B
$H_7$	D	600.875	C↑	689.043	B↑	0.357	E↓	1.000	A↑	D
$H_8$	C	649.758	C	471.529	D↓	0.930	C	0.963	A↑	B↑
$H_9$	A*	941.018	A	909.655	A	0.988	A	1.000	A	A
$H_{10}$	D*	539.108	D	500.001	D	0.917	D	0.971	A↑	D
$H_{11}$	E*	433.333	E	402.216	E	0.744	E	0.536	E	B↑
$H_{12}$	B	150.000	E↓	0.000	E↓	0.000	E↓	0.900	A↑	B
$H_{13}$	B	150.000	E↓	94.834	E↓	0.861	E↓	0.907	A↑	B
$H_{14}$	B	150.000	E↓	19.940	E↓	0.066	E↓	0.925	A↑	B
$H_{15}$	B	150.000	E↓	0.000	E↓	0.024	E↓	0.904	A↑	B
$H_{16}$	B	150.000	E↓	266.450	E↓	0.000	E↓	0.900	A↑	B
$H_{17}$	B	150.000	E↓	518.777	E↓	0.033	E↓	0.905	A↑	B
$S_A$	A*	800.000	A	800.001	A	0.967	A	0.892	A	C↓
$S_B$	B*	700.000	B	700.001	B	0.950	B	0.780	B	B
$S_C$	C*	600.000	C	600.001	C	0.933	C	0.669	C	B↑
$S_D$	D*	500.000	D	500.001	D	0.917	D	0.557	D	B↑
Farklı sınıflandırılan sayısı			7		11		11		15	6

Tablo 12. Farklı referanslar ile çözüm

Hastane (j)	Referans Seti 1	Doğrusal UTADIS		UTADIS		Referans Seti 2	Doğrusal UTADIS		UTADIS	
		Skor	Atanan sınıf	Skor	Atanan sınıf		Skor	Atanan sınıf	Skor	Atanan sınıf
$H_1$	B	855.316	A↑	0.814	E↓	B*	799.989	B	0,947	B
$H_2$	B*	600.011	B	0.957	B	B	818.165	A↑	0,972	A↑
$H_3$	C*	600.001	C	0.937	C	C	613.914	B↑	0,682	E↓
$H_4$	C	883.805	A↑	0.101	E↓	C	880.893	A↑	0,800	E↓
$H_5$	D	678.902	B↑	0.645	E↓	D*	499.999	D	0,917	D
$H_6$	B	746.295	B	0.991	A↑	B	544.896	C↓	0,938	C↓
$H_7$	D	689.043	B↑	0.357	E↓	D	594.479	C↑	0,772	E↓
$H_8$	C	471.529	D↓	0.930	C	C*	599.999	C	0,927	C
$H_9$	A*	909.655	A	0.988	A	A*	933.805	A	0,988	A
$H_{10}$	D*	500.001	D	0.917	D	D	196.126	E↓	0,647	E↓
$H_{11}$	E*	402.216	E	0.744	E	E*	431.379	E	0,896	E
$H_{12}$	B	0.000	E↓	0.000	E↓	B	0.000	E↓	0,000	E↓
$H_{13}$	B	94.834	E↓	0.861	E↓	B	0.000	E↓	0,000	E↓
$H_{14}$	B	19.940	E↓	0.066	E↓	B	237.992	E↓	0,042	E↓
$H_{15}$	B	0.000	E↓	0.024	E↓	B	44.419	E↓	0,814	E↓
$H_{16}$	B	266.450	E↓	0.000	E↓	B	509.226	C↓	0,076	E↓
$H_{17}$	B	518.777	E↓	0.033	E↓	B	108.362	E↓	0,051	E↓
$S_A$	A*	800.001	A	0.967	A	A*	800.000	A	0,967	A
$S_B$	B*	700.001	B	0.950	B	B*	699.999	B	0,950	B
$S_C$	C*	600.001	C	0.933	C	C*	599.999	C	0,933	C
$S_D$	D*	500.001	D	0.917	D	D*	500.000	D	0,917	D
Farklı sınıflandırılan sayısı			11		11		12		12	

Tablo 13. Doğrusal UTADIS yöntemi için 5-kümelik çapraz doğrulama sonuçları (%)

Doğrusal UTADIS Mevcut	A	B	C	D	E
A	<b>100</b>	0	0	0	0
B	18	<b>18</b>	0	9	55
C	0	75	<b>0</b>	25	0
D	0	25	0	<b>50</b>	25
E	0	0	0	100	<b>0</b>

Ortalama doğru: % 33.6

Tablo 14. UTADIS yöntemi için 5-kümelik çapraz doğrulama sonuçları (%)

UTADIS Mevcut	A	B	C	D	E
A	<b>50</b>	0	0	50	0
B	30	<b>10</b>	0	20	40
C	0	75	<b>0</b>	25	0
D	0	50	0	<b>25</b>	25
E	0	0	0	0	<b>100</b>

Ortalama doğru: % 37

## 4. BÖLÜM

### TARTIŞMA- SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu problem çok kriterli karar verme problemi olarak ele alındığında mevcut sınıflandırmadan çok farklı sonuçlar elde edilmiştir. Dolayısıyla hemen hemen bütün hastanelerin sınıflarının değişmesi gerektiği görülmektedir. Çalışmada sunulan hastane sınıflandırma problemi çok kriterli karar verme problemi olarak ele alındığında mevcut sınıflandırma yöntemi sonuçlarından çok farklı sonuçlar vermiştir. Tablo 11 incelendiğinde öncelikle Doğrusal UTADİS, UTADİS ve R-model sonuçlarının mevcut yöntem sonuçlarından oldukça farklı olduğu gözlemlenmektedir. Tablo 11 ve Tablo 12’de verilen farklı referans setlerine göre UTADIS, Doğrusal UTADIS ve Ağırlıklandırılmış toplam yöntemleri bütün referansları doğru sınıfına atamıştır. UTADIS yöntemi sıralı sınıflandırma problemlerinde başarılı olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu sonuçlara göre hemen hemen bütün hastanelerin sınıflarının değişmesi gerektiği görülmektedir. Mevcut sisteme en yakın sınıflandırmayı QDA yöntemi vermiştir. Aslında bu doğal bir sonuçtur. Çünkü QDA yöntemi mevcut veriye en uygun ayırımı yapacak karesel fonksiyon bulmaya çalışmaktadır.

Mevcut sistemin bir diğer dezavantajı ise kriterlerinin ağırlıklarının eşit olarak kabul edilmiş olmasıdır. Aslında gerçek hayatta bu eşitlik söz konusu değildir. Örneğin; Tıbbi kriterin diğer kriterlerden ağırlığının çok daha yüksek olması gerekir. Ağırlıkların değişimi hastanelerin sınıflarını da değiştirmektedir. Çalışmada kullanılan ÇKKV yöntemleri bu değişikliğe izin vermektedir.

Sonuç olarak böyle bir sınıflandırma yapmak için kriterlerin bağımsız değerlendirilmesi ve farklı ağırlıkları dikkate alabilen ÇKKV sıralı sınıflandırma yöntemlerinden birinin kullanılmasını önermekteyiz.

Bu çalışma sadece kamu hastaneleri değil devletin diğer kurumlarına da uygulanabilir. Örneğin; Milli Eğitim Bakanlığı okulları farklı kriterlerde değerlendirerek sınıflandırma

alışması başlatmıştır. Bu sınıflar velilere duyurulacaktır. Dolayısıyla ğrenciler okul tercihlerinde yüksek sınıftaki okullara girmek isteyeceklerdir. Birçok ğrenci ve veliyi etkileyecek bu durum okulların geçerli yöntemler kullanılarak doğru sınıflara atanmasını gerektirmektedir. Buda çok kriterli sıralı sınıflandırma problemleriyle yapılabilir.



## KAYNAKÇA

1. Roy B., Bouyssou D., 1993. Aide multicritere a la decision: Methodes et cas. Paris: Economica.
2. Doumpos M., Zopounidis C., 2002. A multicriteria classification approach based on pairwise comparisons, **European Journal of Operational Research**, **158**: 378–389
3. Doumpos M., Zopounidis C., 2004. Developing sorting models using preference disaggregation analysis: An experimental investigation. **European Journal of Operational Research**, **154**: 585–598
4. Almeida-Dias j., Figueria J.R., Roy B., 2010. ELECTRE-TRI-C: A multiple criteria sorting method based on characteristic reference actions. **European Journal of Operational Research**, **204**: 565-580.
5. Almeida-Dias j., Figueria J.R., Roy B., 2012. A multiple criteria sorting method where each category is characterized by several reference actions: The Electre Tri-nC method, **European Journal of Operational Research**, **217**: 567-579.
6. Doumpos M., Zopounidis C., 2011. A multicriteria outranking modeling approach for credit rating, **Decision Sciences**, **42**: 3.
7. Balla V., Gaganis C., Pasiouras F., Zopounidis C., 2012. Multicriteria decision aid model for the prediction of securities class actions: Evidence from the banking sector, Technical Report 2012-01, Department of Production Engineering & Management, Technical University of Crete.
8. Gaganis C., Pasiouras F., Doumpos M., Zopounidis C., 2010. Modelling banking sector stability with multicriteria approaches. **Optimization Letters**, **4**: 543-558.
9. Kadzinski M., Slowinski R., 2013. DIS-CARD: a new method of multiple criteria sorting to classes with desired cardinality. **Journal of Global Optimization**, **56**: 1143-1166.
10. FL Cai, X Liao, KL Wang, 2012. An interactive sorting approach based on the assignment examples of multiple decision makers with different priorities. **Annals of Operations Research**, **197**: 87-108
11. Köksalan M., Mousseau V., Özpeynirci Ö., Özpeynirci S.B., 2009. A New Outranking-Based Approach for Assigning Alternatives to Ordered Classes. Wiley Periodicals, Inc. **Naval Research Logistics**, **56**: 74–85.

12. Köksalan M., Özpeynirci S.B., 2009. An interactive sorting method for additive utility functions. **Computers & Operations Research**, **36**: 2565-2572.
13. Al-Shammari M., 1999. A multi-criteria data envelopment analysis model for measuring the productive efficiency of hospitals. **International Journal of Operations & Production Management**, **19**,( 9): 879-890.
14. Tsai H., Chang C., Lin H., 2010. Fuzzy hierarchy sensitive with Delphi method to evaluate hospital organization performance. **Expert Systems with Applications**, **37**: 5533–5541
15. Freed, N. and Glover, F. 1986. Evaluating alternative linear programming models to solve the two-group discriminant problem, **Decision Sciences**, **17**: 151–162.
16. Mika S, Fitsch G, Weston J, Scholkopf B, and Muller K.R, 1999. Fisher Discriminant Analysis with Kernels, IEEE Transactions on Neural Networks, Special Issue on VC Learning Theory and Its Applications, to appear.
17. Triantaphyllou, E., Lin, C.T., 1996. Development and Evaluation of Five Fuzzy Multiattribute Decision-Making Methods, **International Journal of Approximate Reasoning**, **14**: 281-310.
18. Rubin, P.A. 1990. A comparison of linear programming and parametric approaches to the two-group discriminant problem, **Decision Sciences**, **21**: 373–386.
19. Soylu B., Akyol B., 2014. Multi-criteria inventory classification with reference items, **Computers & Industrial Engineering**, **69**: 12–20
20. Ramanathan R., 2006. ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization. **Computers & Operations Research**, **33**: 695-700.
21. Fisher, 1936. R. A. The Use of Multiple Measurements in Taxonomic Problems. **Annals of Eugenics**, **7**: 179-188
22. Matlab Primer 2014. Matlab Manual, Primer R2014a. The Mathworks Inc. US.
23. Roy B., 1996. Multicriteria Methodology for Decision Aiding, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
24. Zopounidis C., Doumpos M., 1997. A Multicriteria Decision Aid Methodology For The Assessment of Country Risk. **European Research on Management and Business Economics**, **3**: 13–33.

25. Zopounidis C., Doumpos M., 2002. Multi-grup discrimination using multi-criteria analysis: illustrations from the fields of finance. **European Journal of Operational Research**, **139**: 371-389.

## EK

Tablo E1. Kriter grupları ve göstergeler

Kriter Grubu	Gösterge Kodu	Gösterge Adı	Gösterge Puanı
TIBBİ	T-01	Acil servis müracaat yoğunluğu	50
	T-02	Acilden sevk edilen hasta oranı *	100
	T-03	Acil etkinlik skoru	100
	T-04	Poliklinik etkinlik skoru	100
	T-05	Hasta yatışları	100
	T-06	Yataklı servis etkinlik skoru	100
	T-07	Ameliyat etkinlik skoru	100
	T-08	Yoğun bakım yatak kullanımı	150
	T-09	Laboratuvar bekleme süresi*	100
	T-10	Görüntüleme bekleme süresi *	100
İDARİ	İ-01	Hastanenin rolünü karşılama oranı *	100
	İ-02	Bakanlık acil servis planlamasına uygunluk*	100
	İ-03	Acil Sağlık Hizmetleri Komuta Kontrol Merkezi ile koordinasyon *	100
	İ-04	Klinisyen hekim başına aktif muayene odası temin oranı *	100
	İ-05	Merkezi Hastane Randevu Sistemi (MHRS) kullanımı *	100
	İ-06	Sağlık bilgi sistemlerine veri gönderimi	100
	İ-07	Yatak kullanımı	100
	İ-08	Ameliyat masası kullanımı	100
	İ-09	Klinikte bakım hizmetinde çalışan sağlık personeli (hemşire, ebe, sağlık memuru) oranı *	50
	İ-10	16:00-08:00 saatleri arası yatan hasta başına düşen yardımcı sağlık personeli (hemşire, ebe, sağlık memuru) sayısı	50
	İ-11	Sağlık hizmetleri için kullanılan kapalı alan / toplam kapalı alan	50
	İ-12	Enerji sarfiyatı	50
MALİ	M-01	Toplam tahakkuk geliri / Toplam gider	150
	M-02	Net borç / Net hizmet tahakkuk tutarı	200
	M-03	Gelir bütçesi gerçekleşme oranı*	70
	M-04	Gider bütçesi gerçekleşme oranı*	80
	M-05	Borçluluk süresi	100
	M-06	Tahakkukların muhasebeleştirilme süresi *	100
	M-07	Mevcut stok tutarı / Aylık ortalama tüketim Tutarı	100
	M-08	Hasta maliyetleri	100
	M-09	Global bütçe dışı diğer tahsilat / Global bütçe dışı diğer tahakkuk	100
EĞİTİM	E-01	Genel Eğitimler Kişilerarası iletişim *	300

		Hasta hakları ve güvenliği Çalışan hakları ve güvenliği El hijyeni Temizlik* CPR Bölüm bazlı eğitimler	
	E-02	Sertifikalı çalışan durumu	200
	E-03	Tıbbi eğitimler Eğitim Araştırma Hastanelerinde eğitim görevlisi başına makale puanı Eğitim Araştırma Hastanelerinde poliklinikte uzman hekimin asistan eğitimine katkı puanı* Eğitim Araştırma Hastanelerinde lisans mezunu sağlık personeli eğitimine katkı puanı	500
Kalite, Memnuniyet, hasta ve çalışan güvenliği	K-01	Sağlıkta kalite standartları puanı	200
	K-02	Hasta ve çalışan güvenliği puanı	150
	K-03	Hasta memnuniyet oranı*	100
	K-04	Çalışan memnuniyet oranı*	100
	K-05	Ek ödeme dağıtım oranı*	100
	K-06	Yoğun bakım enfeksiyon puanı	150
	K-07	Klinik kalite *	200
İzlem, veri doğrulama ve kanıt dayalı gözlemsel değerlendirme		Birlik Değerlendirme El Kitabına göre gözlemciler tarafından yapılan değerlendirme *	1.000

\* Sağlık tesisi için kritik verimlilik göstergesi

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Emine Gülden MACİT  
Uyruğu: Türkiye (TC)  
Doğum Tarihi ve Yeri: 9 Ocak 1986, Kayseri  
Medeni Durumu: Evli  
email: eminegulden\_sevgi@hotmail.com

### EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Lisans	EÜ Tekstil Mühendisliği	2010
Lise	Nuh Mehmet Baldöktü Anadolu Lisesi	2004

### YABANCI DİL

İngilizce