

# Sağlık Yönetiminde Kantitatif Teknikler ve Makine Öğrenmesi

[Quantitative Techniques and Machine Learning in Health Care Management]

Canser BOZ  
Faruk YILMAZ



[iuc-universitypress.org](http://iuc-universitypress.org)

**IUC**  
UNIVERSITY  
PRESS



# Sağlık Yönetiminde Kantitatif Teknikler ve Makine Öğrenmesi

Bu kitap Cumhuriyetimizin kuruluşunun 100. yılı anısına  
“Cumhuriyetin 100. Yılına 100 Kitap Projesi” kapsamında  
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa tarafından yayımlanmıştır.

Canser Boz  
Faruk Yılmaz

Mart 2024



İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
CERRAHPAŞA

IUC  
UNIVERSITY  
PRESS



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ**  
**CERRAHPAŞA**

## Sağlık Yönetiminde Kantitatif Teknikler ve Makine Öğrenmesi

**Yazar:** Canser Boz

**Kurum:** İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Sağlık Ekonomisi Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

**E-posta:** canser.boz@iuc.edu.tr

**Yazar:** Faruk Yılmaz

**Kurum:** İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Hastane İşletmeciliği Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

**E-posta:** ylmzz.faruk@gmail.com

**Yayıncı**

**IUC**  
**UNIVERSITY**  
**PRESS**

**Adres:** Üniversite Mahallesi, 34320 İstanbul/Türkiye

**E-posta:** iucpress@iuc.edu.tr

**E-ISBN:** 978-605-7880-63-5

**DOI:** 10.5152/5600

İstanbul Üniversitesi–Cerrahpaşa Yayınevi Seri No: 48

**Yayıncılık Hizmetleri**



© 2024. Telif hakkı yazarlara aittir. Bu kitaptaki bölümler açık erişimli olup Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası Lisansı altında dağıtılmaktadır. Bu lisans kullanıcılara, bölümleri herhangi bir amaç için indirme, çoğaltma ve yayımlanan bölümler üzerinde çalışma imkânı sunar. Böylece yayınlarımızın en geniş şekilde yayılmasını ve daha geniş bir etkiye sahip olmasını sağlar.

### Sorumluluk Reddi

Kitapta yayımlanan metinlerin/Bölümlerin ifadeleri veya görüşleri yazar(lar)ın ve editör(ler)in görüşlerini yansıtır. İÜC Yayınevi ve İstanbul Üniversitesi–Cerrahpaşa yazarların içeriğinden sorumlu değildir. Yayımlanan kitaplardaki çalışmaların doğru ve iyi araştırılmış olması ve metinlerde ifade edilen görüşlerin tutarlılığı yazar ve editörlerin sorumluluğundadır. İÜC Yayınevi ve İstanbul Üniversitesi–Cerrahpaşa, yazarlara çalışmalarını bilimsel toplulukla paylaşmak için bir platform sağlamaktadır.

Atıf için: Boz, C. & Yılmaz, F. (Ed.). (2024) *Sağlık yönetiminde kantitatif teknikler ve makine öğrenmesi*. İstanbul: İÜC Yayınevi.

## YAZARLAR

**Anı Hande Mete** 

*İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Sağlık Yönetimi Bölümü,  
Sağlık Ekonomisi Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye*

**Buse Fidan Türkön** 

*İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Sağlık Yönetimi Bölümü,  
Hastane İşletmeciliği Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye*

**Canser Boz** 

*İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Sağlık Yönetimi Bölümü,  
Sağlık Ekonomisi Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye*

**Faruk Yılmaz** 

*İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Sağlık Yönetimi Bölümü,  
Hastane İşletmeciliği Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye*

**Furkan Alp Eren** 

*İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Sağlık Yönetimi Bölümü,  
Sağlık Ekonomisi Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye*

**Haluk Özşarı** 

*İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Sağlık Yönetimi Bölümü,  
Sağlık Ekonomisi Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye*

**İbrahim Gün** 

*Batman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık  
Yönetimi Bölümü, Batman, Türkiye*

**İlhan Kerem Şenel** 

*İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Sağlık Yönetimi Bölümü,  
Hastane İşletmeciliği Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye*

**Özgür Aslan** 

*İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık  
Yönetimi Bölümü, Sağlık Ekonomisi Ana Bilim Dalı,  
İstanbul, Türkiye*

**Özgür İnce** 

*İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Sağlık Yönetimi Bölümü,  
Hastane İşletmeciliği Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye*

**Salim Yılmaz** 

*İstanbul Arel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık  
Yönetimi Bölümü, İstanbul, Türkiye*

**Selma Söyük** 

*İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Sağlık Yönetimi Bölümü,  
Hastane İşletmeciliği Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye*

# İÇİNDEKİLER

|                        |    |
|------------------------|----|
| REKTÖRÜN ÖN SÖZÜ ..... | IV |
|------------------------|----|

|              |   |
|--------------|---|
| ÖN SÖZ ..... | V |
|--------------|---|

|            |     |
|------------|-----|
| GİRİŞ..... | VII |
|------------|-----|

|                                                                                       |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>BÖLÜM 1: SAĞLIKTA KANTİTATİF TEKNİKLERİN KULLANIM ALANLARI VE GEREKÇELERİ.....</b> | <b>1</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|

*Canser Boz*

|                                                            |   |
|------------------------------------------------------------|---|
| 1. Sağlıkta Kantitatif Tekniklerin Kullanım Alanları ..... | 2 |
| 2. Sağlıkta Kantitatif Tekniklerin Kullanım Nedenleri..... | 2 |

|                                                                                                                                                |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>BÖLÜM 2: SAĞLIK KURUMLARINDA TALEP TAHMİNİ: PYTHON İLE MAKİNE ÖĞRENMESİ KULLANILARAK ACİL SERVİS BAŞVURU SAYISININ TAHMİN EDİLMESİ.....</b> | <b>6</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|

*Anı Hande Mete, Haluk Özşarı*

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Sağlık Hizmetlerinde Talep ve Talep Tahmini.....                        | 8  |
| 1.1. Sağlık Hizmetleri Talebi .....                                        | 8  |
| 1.2. Sağlık Sektöründe Talep Tahmini .....                                 | 9  |
| 1.3. Sağlık Hizmetleri Sunumunda Talep Tahminin Değeri .....               | 10 |
| 2. Talep Tahmin Yöntemleri.....                                            | 10 |
| 2.1. Talep Tahmin Yöntemi Olarak Makine Öğrenmesi .....                    | 10 |
| 2.1.1. Denetimli/Gözetimli (Supervised) Öğrenme Süreci .....               | 10 |
| 2.1.2. Denetimsiz/ Gözetimsiz (Unsupervised) Öğrenme Süreci .....          | 11 |
| 2.1.3. Yarı Gözetimli/Yarı Denetimli (Semi-Supervised) Öğrenme Süreci..... | 11 |
| 2.1.4. Pekiştirmeli/Takviyeli (Reinforcement) Öğrenme Süreci .....         | 11 |
| 2.2. Makine Öğrenmesinde Kullanılan Algoritmalar.....                      | 12 |
| 2.2.1. Random Forest Algoritması .....                                     | 12 |
| 2.2.2. Random Forest Algoritmasının Avantaj ve                             |    |

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| Dezavantajları .....          | 12 |
| 3. Uygulama.....              | 13 |
| 3.1. Amaç ve Yöntem .....     | 13 |
| 3.2. Araştırma Verileri ..... | 13 |
| 3.3. Uygulama Adımları.....   | 13 |

|                                                                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>BÖLÜM 3: SAĞLIĞIN SOSYAL BELİRLEYİCİLERİ: BULAŞICI OLMAYAN HASTALIKLARIN RİSK FAKTÖRLERİNE GÖRE K-MEANS KÜMELEME ANALİZİ .....</b> | <b>18</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

*Furkan Alp Eren, Caner Boz*

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Sağlık ve Sağlığın Belirleyicileri .....                         | 20 |
| 1.1. Sağlık Nedir? .....                                            | 20 |
| 1.2. Sağlığın Sosyal Belirleyicileri .....                          | 20 |
| 2. Dünyada Mortalite ve Morbidite Yüğü .....                        | 22 |
| 3. Bulaşıcı Olmayan Hastalıklar Açısından Risk Faktörleri .....     | 23 |
| 4. Risk Faktörleri Açısından OECD Ülkelerinin Kümeleme Analizi..... | 24 |

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>BÖLÜM 4: SAĞLIK VE REFAH: DAHA İYİ YAŞAM ENDEKSİ UYGULAMASI .....</b> | <b>27</b> |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|

*İbrahim Gün*

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 1. Sağlık ve Refah Kavramlarına Genel Bakış..... | 28 |
| 2. Topsis Yöntemi.....                           | 31 |
| 3. Uygulama.....                                 | 31 |

|                                                                                               |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>BÖLÜM 5: ANALİTİK AĞ SÜRECİ VE SAĞLIK TURİZMİNDE KULLANIMINA İLİŞKİN BİR UYGULAMA.....</b> | <b>40</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

*Salim Yılmaz*

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Sağlık Turizmi.....                                                          | 42 |
| 2. Analitik Ağ Süreci .....                                                     | 42 |
| 2.1. Analitik Ağ Sürecinin Üstünlükleri ve Zayıflıkları, Kullanım Alanları..... | 45 |
| 3. Uygulama.....                                                                | 46 |
| 3.1. Hasta Karşılama Çalışanının AAS ile Seçimi.....                            | 46 |
| 3.2. SuperDecision 3.2 Programı Çıktıları.....                                  | 48 |

**BÖLÜM 6: SAĞLIK İŞLETMELERİNDE STRATEJİK YÖNETİM: HASTANE YER SEÇİMİNDE BÜTÜNLEŞİK AHP-VIKOR UYGULAMASI .....52**

*Faruk Yılmaz, Özgür İnce*

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 1. İşletmelerde Stratejik Yönetim .....                         | 54 |
| 1.1. Stratejik Yönetimde Temel Kavramlar .....                  | 54 |
| 1.2. Stratejik Yönetim Süreci.....                              | 54 |
| 2. Sağlık İşletmelerinde Stratejik Yönetim.....                 | 57 |
| 2.1. Sağlık İşletmelerinde Fizibilite Çalışmaları .....         | 57 |
| 2.2. Hastane Kuruluş Yeri Seçimi .....                          | 58 |
| 3. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri.....                     | 59 |
| 3.1. AHP Yöntemi.....                                           | 60 |
| 3.2. VIKOR Yöntemi .....                                        | 61 |
| 4. Uygulama.....                                                | 62 |
| 4.1. Amaç ve Yöntem .....                                       | 62 |
| 4.2. Uygulama Adımları.....                                     | 62 |
| 4.2.1. Alternatiflerin ve Kriterlerin Belirlenmesi .....        | 63 |
| 4.2.1.1. Yapı Kriterleri .....                                  | 63 |
| 4.2.1.2. Talep Kriterleri .....                                 | 63 |
| 4.2.1.3. Rekabet ve Erişilebilirlik Kriterleri .....            | 63 |
| 4.2.1.4. İlişkili Sektörler Kriterleri.....                     | 63 |
| 4.2.2. Kriter Ağırlıklarının AHP Yöntemi ile Belirlenmesi ..... | 63 |
| 4.2.3. Alternatiflerin VIKOR Yöntemi ile Sıralanması .....      | 67 |

**BÖLÜM 7: SAĞLIK İŞLETMELERİNDE FİNANSAL YÖNETİM: EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANELERİ İLE ÜNİVERSİTE HASTANELERİNİN FİNANSAL PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI - R İLE ÇOK DEĞİŞKENLİ KRUSKAL-WALLİS TESTİ .....74**

*Faruk Yılmaz, İlhan Kerem Şenel*

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 1. İşletmelerde Finansal Yönetim .....                                | 76 |
| 1.1. Sağlık İşletmelerinde Finansal Yönetim.....                      | 77 |
| 1.1.1. Kâr Amaçlı Sağlık İşletmelerinde Finansal Yönetim .....        | 77 |
| 1.1.2. Kâr Amaçlı Olmayan Sağlık İşletmelerinde Finansal Yönetim..... | 77 |
| 1.2. Sağlık İşletmelerinde Finansal Durum Analizi .....               | 77 |
| 1.2.1. Dikey Analiz (Vertical Analysis / Common Size Analysis) .....  | 78 |
| 1.2.2. Yatay Analiz (Horizontal Analysis / Percentage                 |    |

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Change Analysis).....                                                    | 78 |
| 1.2.3. Trend Analizi (Trend Analysis).....                               | 78 |
| 1.2.4. Oran Analizi .....                                                | 78 |
| 1.2.4.1. Piyasa Oranları .....                                           | 80 |
| 1.2.4.2. Kârlılık Oranları .....                                         | 80 |
| 1.2.4.3. Faaliyet Oranları.....                                          | 80 |
| 1.2.4.4. Sermaye Yapısı Oranları .....                                   | 81 |
| 1.2.4.5. Likidite Oranları .....                                         | 81 |
| 2. Parametrik Olmayan Tek ve Çok Değişkenli Kruskal-Wallis Testleri..... | 81 |
| 3. Uygulama.....                                                         | 82 |
| 3.1. Amaç ve Yöntem .....                                                | 82 |
| 3.2. Araştırma Verileri .....                                            | 82 |
| 3.3. Araştırma Hipotezleri .....                                         | 83 |
| 3.4. Uygulama Adımları.....                                              | 83 |
| 3.4.1. RStudio Tanıtımı.....                                             | 84 |
| 3.4.2. R Studio'da Veri Setinin Yüklenmesi .....                         | 84 |
| 3.4.3. Tanımlayıcı İstatistiklerin Elde Edilmesi.....                    | 84 |
| 3.4.4. Varsayım Sınamalarının Yapılması .....                            | 85 |
| 3.4.5. Hipotezlerin Test Edilmesi .....                                  | 86 |

**BÖLÜM 8: SAĞLIK SEKTÖRÜNDE RİSK YÖNETİMİ: FMEA UYGULAMASI .....92**

*Buse Fidan Türkön, Selma Söyük*

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| 1. Sağlık Sektöründe Risk Yönetimi.....                 | 94 |
| 2. FMEA Yöntemi .....                                   | 94 |
| 2.1. FMEA Tanım ve Tarihçesi .....                      | 94 |
| 2.2. FMEA Türleri, Kullanım Alanları ve Faydaları ..... | 95 |
| 2.3. FMEA Yönteminin Adımları .....                     | 96 |
| 3. Uygulama.....                                        | 97 |
| 3.1. Vaka Örneği .....                                  | 98 |

**BÖLÜM 9: SAĞLIK SOSYOLOJİSİ: TOPLUMSAL SAĞLIK GÖSTERGELERİ ÜZERİNE VIKOR UYGULAMASI.....118**

*Özgür Aslan, Canser Boz*

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| 1. Sağlık Sosyolojisi: Kavramsal Çerçeve.....         | 119 |
| 2. Sağlık Üzerine Teorik Sosyolojik Yaklaşımlar ..... | 120 |
| 3. Sağlık Sosyolojisinin Önemi ve Gelişimi.....       | 121 |
| 4. Sağlığın Toplumsal Belirleyicileri .....           | 121 |
| 5. Temel Sağlık Göstergeleri .....                    | 122 |
| 6. Uygulama.....                                      | 123 |

## REKTÖRÜN ÖN SÖZÜ

Türk milletinin bağımsızlık mücadelesi, 29 Ekim 1923'te Cumhuriyetin ilanı ile taçlanmıştır. Dünya tarihine altın harflerle kazınan büyük bir mücadele sonucu elde edilen şanlı zafer, Türk milletinin hür ve bağımsız yaşama kararlılığı ile çıktığı yolda; inanç, cesaret, güven ve sınırsız fedakârlıkla gösterdiği eşsiz kahramanlıkların eseridir. Egemenliğin kayıtsız şartsız millete teslim edildiği Türkiye Cumhuriyeti, Millî Mücadele'mizin önderi Gazi Mustafa Kemal Atatürk'ün milletimize en büyük armağanıdır.

Cumhuriyetin kazanımlarını koruma ve milletimizin muasır medeniyetler seviyesine ulaşma hedefinde, eğitim ve bilim her zaman en büyük rehberdir. Bu hedeflerin gerçekleştirilmesinde ise en büyük sorumluluk kuşkusuz üniversitelere düşmektedir.

Ülkemizin köklü ve öncü üniversiteleri arasında yer alan İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa; bilimsel yaklaşımı benimseyen, bilgi üreten ve uygulamalarıyla toplumun gelişmesine katkıda bulunmayı ilke edinen bir araştırma üniversitesidir. Cumhuriyet değerlerine bağlı bir yükseköğretim kurumu olarak Cumhuriyetimizin 100. yılına ithafen akademisyenlerimizin iş birliğiyle "*Cumhuriyetin 100. Yılına 100 Kitap*" projesini hayata geçiriyoruz. Proje kapsamında, akademisyenlerimizin kendi uzmanlık alanlarıyla ilgili kaleme aldıkları ve "İÜC Üniversite Yayınevi" tarafından basılan kitaplar, açık erişimle tüm toplumun faydasına sunulmaktadır. Sağlıktan mühendisliğe, sosyal bilimlerden eğitime kadar pek çok alanda hazırlanan 100 kitap; eğitim-öğretim materyali, ders kitabı olarak kullanılabileceği gibi araştırma geliştirme kapsamında yararlanılacak kaynak olarak da kullanılabilecek nitelikteki kitaplardan oluşmaktadır.

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa olarak köklü geçmişimizden aldığımız güçle Cumhuriyetimizi nice yüzyıllara taşımak için var gücümüzle çalışmaya ve üretmeye devam ediyor; 100. yılını kutladığımız Cumhuriyet'in kurulmasında emeği geçen tüm kahramanlara adadığımız "*Cumhuriyetin 100. Yılına 100 Kitap*" projemizi; tüm akademisyenlerin, öğrencilerin ve araştırmacıların kullanımına sunuyoruz.

**Rektör**  
**Prof. Dr. Nuri AYDIN**  
**29 Ekim 2023**

## ÖN SÖZ

Kantitatif teknikler ve makine öğrenmesi, sağlık yönetimi alanında veri odaklı karar alma süreçlerini güçlendirmek, operasyonel etkinliği artırmak ve sağlık hizmetlerinin kalitesini iyileştirmek için kullanılan yöntemlerdir. Kantitatif teknikler, istatistiksel analiz, matematiksel modelleme ve veri madenciliği gibi araçları içerir ve sağlık yönetimi alanında kullanıldığında, hastane performansını izlemek, kaynakları etkili bir şekilde yönetmek ve hizmet sunumunu optimize etmek için değerli bilgiler sağlar. Kitabı hazırlarken sağlık yönetimi disiplininin farklı alanlarındaki karar süreçlerinde temel alınan çeşitli veriler yardımıyla seçili kantitatif tekniklerin uygulama adımlarının gösterilmesi önceliğimiz oldu. Bu yöntemlerin sağlık yönetimi disiplininde uygulama alanlarına ve adımlarına yer vererek yöneticilerin, araştırmacıların ve karar vericilerin kantitatif teknikler ile gerçek dünyadaki sorunlara yönelik kullanışlı iç görüşleri nasıl elde edebileceğini göstermeye çalıştık. Bu sayede hem teorik hem de uygulamaya dönük bir içerik oluşturmayı hedefledik. Kitabın alanda çalışan tüm akademisyenlere, araştırmacılara ve öğrencilere faydalı olması dileğiyle.

**Doç. Dr. Canser BOZ**  
**Dr. Faruk YILMAZ**

# GİRİŞ

Değerli okurlar,

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa tarafından "100. Yılda 100 Kitap Projesi" kapsamında hazırladığımız "Sağlık Yönetiminde Kantitatif Teknikler ve Makine Öğrenmesi" başlıklı kitabı sizlerle buluşturmaktan mutluluk duyuyoruz.

Kantitatif teknikler ve makine öğrenmesi, sağlık yönetimi alanında veri odaklı karar alma süreçlerini güçlendirmek, operasyonel etkinliği artırmak ve sağlık hizmetlerinin kalitesini iyileştirmek için kullanılan yöntemlerdir. Kantitatif teknikler, istatistiksel analiz, matematiksel modelleme ve veri madenciliği gibi araçları içerir ve sağlık yönetimi alanında kullanıldığında, hastane performansını izlemek, kaynakları etkili bir şekilde yönetmek ve hizmet sunumunu optimize etmek için değerli bilgiler sağlar. Kitabı hazırlarken sağlık yönetimi disiplininin farklı alanlarındaki karar süreçlerinde temel alınan çeşitli veriler yardımıyla seçili kantitatif tekniklerin uygulama adımlarının gösterilmesi önceliğimiz oldu. Bu yöntemlerin sağlık yönetimi disiplininde uygulama alanlarına ve adımlarına yer vererek yöneticilerin, araştırmacıların ve karar vericilerin kantitatif teknikler ile gerçek dünyadaki sorunlara yönelik kullanışlı iç görüleri nasıl elde edebileceğini göstermeye çalıştık. Bu sayede hem teorik hem de uygulamaya dönük bir içerik oluşturmayı hedefledik.

Kitabın hazırlanmasında emeği geçen yazarlara şükranlarımızı sunuyoruz.

Saygılarımızla.

# **BÖLÜM 1**

## **SAĞLIKTA KANTİTATİF TEKNİKLERİN KULLANIM ALANLARI VE GEREKÇELERİ**

Canser B0Z

# Sağlıkta Kantitatif Tekniklerin Kullanım Alanları ve Gerekçeleri

## Usage Areas and Rationales of Quantitative Techniques in Healthcare

### BÖLÜM HAKKINDA

Sağlıkta kantitatif tekniklerin kullanım alanları ve gerekçeleri, sağlık sektöründeki veri analizi ve niceliksel değerlendirme yöntemlerinin önemli bir konseptini oluşturmaktadır. Bu tekniklerin yaygın olarak kullanıldığı alanlar arasında epidemiyoloji, hastalıkların istatistiksel analizi, sağlık hizmetlerinin etkinliği ve maliyet analizi gibi alanlar yer almaktadır. Bu tekniklerin kullanımındaki gerekçeler arasında, büyük veri setlerinin işlenmesi, karar alma süreçlerinin desteklenmesi, sağlık politikalarının oluşturulması ve uygulanması yer almaktadır. Sağlıkta kantitatif tekniklerin etkili bir şekilde kullanılması, daha iyi bir sağlık hizmeti sunumunu, kaynakların etkili yönetilmesini ve genel sağlık sonuçlarının iyileştirilmesini sağlamaktadır. Bu bölümde sağlıkta kantitatif tekniklerin kullanım alanları ve gerekçeleri açıklanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Kantitatif yöntemler, nicel yöntemler, sağlık yönetimi, veri

### ABOUT the CHAPTER

The application areas and justifications of quantitative techniques in healthcare form a significant concept in the analysis of data and quantitative evaluation methods in the health sector. Among the prevalent areas where these techniques are widely used are epidemiology, statistical analysis of diseases, and the effectiveness and cost analysis of healthcare services. Reasons for the use of these techniques include the processing of large datasets, supporting decision-making processes, and the formulation and implementation of health policies. The effective utilization of quantitative techniques in healthcare contributes to the provision of better healthcare services, efficient management of resources, and the improvement of overall health outcomes. This section explains the application areas and justifications for the use of quantitative techniques in healthcare.

**Keywords:** Quantitative methods, quantitative techniques, health management, data

Bilindiği üzere Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından sağlık, “*yalnızca hastalık ya da sakatlığın olmayışı değil, fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik halidir*” şeklinde tanımlanmıştır. Sağlık, günümüzdeki gelişmişlik seviyesine bakılmaksızın, bütün toplumları ve ülkeleri giderek artan bir biçimde etkileyen bir konudur. Sağlık bir insan hakkıdır ve toplumu oluşturan bireyler yaşamlarını sağlıklı sürdürmek istemektedirler.

Sağlık ile sağlık hizmetleri ise birbirinden farklı kavramlardır. Sağlık; birey ve toplum için yaşamın devamlılığı nedeniyle öncelikli olarak sunulması gereken bir hizmet türüdür (Aktan ve Işık, 2015). Bireylerin ve toplumların sağlıklarını korumak, hastalandıklarında tedavi etmek, tamamen iyileşemeyip sakat kalanları bağımsız bir şekilde yaşayabilir hale getirmek ve genel olarak toplum sağlığını artırmak amacıyla yapılan düzenli çalışmaların genel adı “sağlık hizmetleri” olarak adlandırılmaktadır (Bilgili ve Ecevit, 2008). Sağlık hizmetleri, koruyucu sağlık hizmetleri, tedavi edici sağlık hizmetleri, rehabilite edici sağlık hizmetleri ve sağlığı geliştirici hizmetler olmak üzere dört ana gruba sınıflandırılabilir (Orhaner, 2006).

Sağlık hizmetlerinin sunumu/organizasyonu toplumun ve doğal olarak bireylerin sağlığını etkilemektedir. Sağlık hizmetlerinin sunumunda ve organizasyonunda kullanılacak kaynakların sınırlı olması ise ülkelerin önemli politika ve yönetim problemlerinden birini oluşturmaktadır (Tıraş, 2013). İnsanlar, daha iyi sağlık seviyelerine ulaşmak ve daha uzun



Canser Boz 

İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Sağlık Ekonomisi Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye  
E-posta: canser.boz@iuc.edu.tr

**Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as:**  
Boz, C. (2024). Sağlıkta kantitatif tekniklerin kullanım alanları ve gerekçeleri. C. Boz & F. Yılmaz (Ed.), *Sağlık yönetiminde kantitatif teknikler ve makine öğrenmesi* içinde [s. 1-5]. İstanbul: İÜC Yayınevi.



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

süre yaşamak istemelerine rağmen, sağlık sektöründeki kısıtlılıklar giderek daha belirgin hale gelmektedir. Sağlık hizmetlerine olan talep sürekli artarken, bu hizmetleri sunmak için gereken kaynaklar sınırlı olduğu için bu kaynaklara erişimin topluma ve bireylere maliyetleri artmaktadır. Bu nedenle kaynakların etkili bir şekilde kullanılması önemlidir (Sur ve Hayran, 1998).

Toplumun, daha fazla sağlık bilincine kavuşması ve sağlık konusunda bilgilenmesi neticesinde sağlık hizmet süreçlerine ilişkin kararlara katılımda hastalar eskiye göre pasif konumdan aktif bir konuma geçmişlerdir. Bu durum sağlık kuruluşunun toplumun sağlık sisteminden beklentilerini arttırmaktadır. Sağlık alanında son yıllarda yapılan reformların etkisi ile sağlık hizmeti kullanıcıları ve toplum, sağlık kuruluşunu seçme imkânına kavuşmuşlardır.

Yaşamın devamlılığı için vazgeçilmez bir alan olması, doğuştan gelen bir insan hakkı olması ile birlikte sağlık, iktisadi yaşamın işleyişinde önemli hizmet sektörlerinden birisidir. Sağlık, bir taraftan birey ve toplum yaşamını etkilemekte; diğer taraftan ise iş gücü piyasasında emek üretim faktörünün miktar ve kalitesine katkıları nedeniyle yatırım, istihdam ve üretim yoluyla bir bütün olarak ülkelerin ekonomik düzeylerini etkilemektedir (Torun, 2017). Sağlık ve ekonomi arasındaki ilişkiye odaklanan çalışmalar sağlık statüsünün ekonomik gelişmenin sadece bir sonucu olmadığını aynı zamanda ekonomik büyümeyi tetikleyen bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır (Suhrcke ve ark., 2006).

Sağlığın birey ve toplum için taşıdığı önem, vazgeçilmez bir insan hakkı olması, sosyal, bireysel ve toplumsal pek çok faktörlerden etkilenmesi, bir bütün olarak ülkelerin ve bireylerin refah/gelişmişlik düzeyini hem belirlemesi hem de bir temsilcisi olması gibi nedenler ile sağlık alanında bilimsel yöntemleri içeren analitik modeller doğru bilgiye ulaşmada önem taşımaktadır. Bunun için de sağlıkta kantitatif tekniklerin kullanımı son yıllarda artmıştır. Bu kitapta, sağlık ekonomisi, sağlıkta stratejik yönetim, finansal yönetim, insan kaynakları yönetimi, kalite yönetimi, sağlık turizmi gibi farklı alanlarda kantitatif tekniklerin ve makine öğrenmesi yöntemlerinin kullanımı örnek uygulamalarla açıklanmıştır. Bölümlerin her birinde öncelikle teorik bir açıklama hemen ardından ise R Studio, Python, SPSS, Excel, Super Decision gibi programlar yardımı ile sağlıkla ilgili farklı problemlerin çözümüne yer verilmiştir. Kitabın ilk bölümü olan bu bölümde ise sağlık alanında farklı kantitatif tekniklerin ve makine öğrenmesi yöntemlerinin uygulama alanları ve kullanım gerekçeleri açıklanmıştır.

## Sağlıkta Kantitatif Tekniklerin Kullanım Alanları

Rekabetin ve karmaşıklığın son yıllarda arttığı teknolojik gelişmelerin anlık olduğu sağlık sektöründe sağlık yöneticilerden beklentiler de artmıştır. Sağlık hizmetleri emek yoğun bir alandır (Ateş, 2011). Sağlık hizmetlerinin üretimi ve arzı esnasında çeşitli teknikler ile teknoloji ürünü olan donanım ve ilaçlardan faydalanılmaktadır (Sargutan, 2005). Bu durum sağlık sektöründe pek çok alanda kantitatif yöntemlerin problem çözümünde ortaya çıkmasına etki etmiştir. Sağlık alanında sayısal verilerin kullanılması, matematiksel modellenmelerin yapılması, analitik düşünce ve programlama modeli konusunda yapılan çalışmalar karmaşık yapıda olan sağlık sektöründeki problemlerin çözümünde önemli katkılar sunabilmektedir.

Genel olarak sağlık alanında kantitatif yöntemlerin ve makine öğ-

renmesi modellerinin kullanılabileceği alanları şu şekilde sıralamak mümkündür (Özcan, 2013).

- Mevcut kaynakları en iyi şekilde kullanma
- Karmaşık hastane içi problemlerin ve sorunların çözümünde
- Talep tahmininde
- Sermaye yaratma
- Kapasite ve yatırım kararlarında
- Hastane insan gücü planlamada
- Fiziksel alan planlamasında
- Tedarikçi seçiminde

Daha geniş bir perspektiften bakıldığında ise kantitatif yöntemlerin ve makine öğrenmesi modellerinin sağlığı etkileyen faktörlerin analizinde, sağlık ve ekonomi arasındaki ilişkiye odaklanan karmaşık teorik problemlerin deneysel çözümünde, ülkeler arası, bölgeler arası, zaman boyutu içindeki karmaşık çok değişkenli karşılaştırma analizlerinde kullanmak mümkündür. Bu kapsamda nedensel yaklaşımlar kullanılır. Nedensel yaklaşımlar kapsamında kullanılabilecek yöntemler ise şunlardır (Akyürek, 2023):

- Regresyon analizi
- Ekonometrik modeller
- Girdi – çıktı modelleri
- Yaşam döngüsü modelleri

## Sağlıkta Kantitatif Tekniklerin Kullanım Nedenleri

Günümüzde sağlık harcamaları hızla artarken, karar verici konumdaki ilgili kamu otoriteleri, sağlığa erişim hakkı, sağlıkta eşitlik ve seçim hakkı gibi temel ilkeleri gözeterek gelişen sağlık hizmetlerinin finansmanı ve bütçe kısıtı arasında denge kurmaya çalışmaktadır (Yıldız, 2018).

Yüksek kalitede kanıt olmadan sağlık hizmetlerinin kullanımına ve yayılımına karar verilmesi bireysel, sosyal, finansal ve kurumsal çok sayıda olumsuz sonuca neden olabilir. Bu durum, sağlık hizmetleri sunumunda kanıta dayalı olmayan yol ve yöntemlerle karar verilmesi, sınırlı sayıdaki kaynağın etkin kullanımına ve optimum sağlık sonuçları elde edilmesine engel olmaktadır. Bu doğrultuda sağlıkta kantitatif yöntemlerin kullanılması birçok ülke için önemli bir sağlık politikası destek aracı haline gelmiştir. Sağlıkta kantitatif tekniklerin ve makine öğrenmesi yöntemlerinin temel amacı, sağlık politikacısı ve sağlık profesyoneline karar verme noktasında destek olma, kaynakların kullanımı ve etkin bir şekilde dağıtımı konusunda yardımcı olmak üzere ulaşılabilir, kullanılabılır ve kanıta dayalı bilgi sağlamaktır. Bu yüzden sağlıkta kullanılan bu yöntemler kanıt ve politika yapımı arasındaki köprü olarak betimlenebilir (World Health Organization, 2008).

Son yıllarda sağlık alanında kantitatif yöntemlerin ve makine öğrenmesi modellerinin kullanımı artmıştır. Bu durumun gerekçelerini şu şekilde özetleyebiliriz (Özcan, 2013).

- Bilimsel yönetim anlayışının sağlık hizmetlerinde gelişmesi ve benimsenmesi
- Sağlık kurumları yöneticisinden beklenen çok boyutlu ve farklı yönetim rolleri
- Sağlık sektörünün artan önemi ve ekonomi içindeki artan payı
- Sağlık hizmetleri piyasasının kendisine ait ayırt edici temel özellikleri

Bilimsel yönetim anlayışının gelişmesi: 1880'li yıllarda ortaya çıkan bilimsel yönetim yaklaşımı işletmelerin yönetim ve organizasyon süreçlerinde değişiklikler yaratmıştır. Bilimsel yönetim yaklaşımının kurucusu olan Frederick Winslow Taylor işletmelerin yönetiminin bilimsel temellere dayanan tekniklerle yapılması gerektiğini savunur. Bilimsel yönetim yaklaşımı (Köroğlu ve Koç, 2017);

- Gözlem,
- Ölçme,
- Analiz,
- Ekonomik özendiriciler,
- İş görme yöntemlerinin geliştirilmesine dayanır.

Taylor'a göre yöneticinin görevleri (Taylor, 1911; Özcan, 2013)

- Plan yapmak,
- Personel seçmek,
- Eğitmek,
- İşlerin en iyi şekilde
- Yapılış biçimini araştırmak,
- İşbirliğini artırmak,
- Yönetim faaliyetlerini ve iş görme faaliyetlerini ayırmak şeklindedir.

1911 yılında yayınlamış olduğu «Bilimsel Yönetimin İlkeleri» isimli kitabında Taylor özellikle her işin en iyi biçimde yapılmasının yöntemlerini araştırılması üzerinde durmuştur. Taylor'a göre bilimsel yönetiminin temel ilkeleri;

- Her işi oluşturan faaliyetler bilimsel olarak incelenmeli ve yeniden düzenlenmelidir.
- Personelin bilimsel yöntemlere göre seçilmesi ve eğitilmesi gerekir.
- Yönetim ve çalışanlar arasında işbirliği sağlanmalıdır.
- Sorumluluk çalışanlar ve yönetim arasında paylaştırılmalıdır.

Bu ilkeler kantitatif tekniklerin doğmasına zemin oluşturmuş ve sağlık kurumlarında kullanılmasını sağlamıştır (Özcan, 2013).

**Beklenen yönetim rolleri:** Yöneticiler stratejik kararlardan operasyonel kararlara kadar geniş bir alanda bilgiye dayalı olarak karar verme durumundadır. Bilgiye dayalı olarak karar vermek için kantitatif veri analizleriyle üretilen güncel ve güvenilir bilgiye gereksinim ortaya çıkmıştır. Bilgi teknolojisi yardımıyla alınacak kararlar öncesinde kurum içi ve kurum dışından veri toplanır, kaydedilir ve yeri geldiğinde kullanılmak üzere depolanır (Göl, 2015). Yöneticiler problemlerin çok iyi tanımlandığı yapısal kararlardan, problemlerin yeterince iyi tanımlanamadığı yapısal olmayan kararlara kadar Şekil 1’de verildiği gibi farklı düzeylerde kararlar almaktadır (Yavaş, 2014).

- Stratejik kararlar: Üst düzey yöneticiler tarafından alınan uzun dönemli kararlardır. Kapasite planlama, kuruluş yeri seçimi, sunulacak hizmet türleri, hastane yerleşim planı vb.
- Taktik kararlar; Orta düzey yöneticiler tarafından alınabilen kararlardır. Kalite çalışmaları, tedarik seçimi, dış kaynak kullanımı (outsourcing) vb.
- Operasyonel kararlar; Alt kademe (klinik yöneticisi) tarafından alınan kısa dönemli kararlardır. Nöbet sistemi, stok düzeyinin belirlenmesi vb.

- Kantitatif teknikler bu kararların alınmasında sağlık yöneticisine destek sağlar.
- Sağlık sektörünün artan önemi: Sağlık hizmetlerine olan talep tüm dünyada hızla artmaktadır. Örneğin Türkiye’de kişi başı hekime müracaat sayısı 2002 yılında 3,2’den 2020 yılında 8,8’e yükselmiştir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2021). Bu artışın başlıca nedenleri;
- Artan nüfus,
- Demografik değişimler,
- Sağlık hizmetlerinin yaygınlaşması,
- Sağlık sektöründe yaşanan hızlı teknolojik gelişmeler,
- Ekonomik büyümeyle birlikte gelirin artması,
- Beklenen yaşam süresindeki artış şeklindedir (Özcan, 2013).

### Şekil 1

*Yönetimde Karar Düzeyleri*



Artan sağlık hizmeti talebinin etkili ve verimli bir şekilde karşılanabilmesi, birçok ülkenin öncelikli gündem maddesini oluşturmaktadır. Sağlık sektörü, sağlık personeliyle var olan bir sektördür. Sağlık hizmetlerinin kalitesi, etkinliği ve verimliliği, sağlık sektöründeki insan gücünün niceliği ve niteliği ile yakından ilişkilidir. Sağlık sektöründeki insan kaynağı, demografik değişime ve epidemiyolojik değişimin getirdiği ihtiyaçlara hızlı ve hazır bir şekilde cevap verebilmelidir. TÜİK'e göre, Türkiye'de 2015 yılında toplam istihdam edilen kişi sayısı 26 milyon 621 bin kişi olarak kaydedilmiş olup, sağlık sektörünün bu toplam içindeki payı %2,95'tir. Avrupa genelinde 2013 yılı raporlarına göre, 27 ülkede sağlık sektöründe çalışan kişi sayısı 23 milyon olarak belirlenmiş ve bu sektörün toplam istihdam içindeki payı %10,4 olarak hesaplanmıştır. Sağlık sektöründeki istihdam payı bakımından Danimarka %19 ile en yüksek sıradayken, Polonya %5 ile en düşük sıralarda bulunmuştur. Bu veriler, Türkiye'deki sağlık sektörünün istihdam payında büyük potansiyeli bulunduğunu göstermektedir (Özcan, 2013).

Sağlık alanında sıklıkla tartışılan bir konu da sağlık harcamalarındaki artıştır. Son yıllarda sağlık harcamalarındaki gözle görülür artış, özellikle gelişmiş ülkelerde oldukça dikkat çekicidir. Gelişmiş veya az gelişmiş olsun, genel olarak sağlık harcamalarındaki artışın temel nedenleri birbirine benzerdir. Sağlık teknolojisindeki ilerlemeler, küresel sağlık risklerinin artışı, yaşlanan nüfus, bireylerin sağlık bilincinin yükselmesi gibi faktörler, sağlık harcamala-

rındaki bu artışın arkasındaki temel etkenler olarak öne çıkmaktadır (Uwe ve ark. 2013). Sağlık harcamalarındaki artış nedenleri şu şekilde sıralanmıştır (Mutlu ve Işık, 2012);

- Kişi başına düşen gelirin artması,
- Sosyal değer yargılarının değişmesi,
- Eğitim düzeyinin yükselmesi,
- Nüfusun yapısının değişmesi,
- Sağlık teknolojisindeki gelişmeler.

Tüm bu nedenler ve gerekçeler sağlık sektörünün önemini göstermektedir. Bu durum sağlıkta kantitatif tekniklerin kullanılmasının nedenleri arasındadır.

**Sağlık hizmetleri piyasasının özellikleri:** Sağlık hizmetleri piyasası sahip olduğu bazı karakteristik özellikler nedeniyle tam rekabet piyasası şartlarında çalışmamaktadır. İktisat teorisinde tam rekabet piyasasının bazı özellikleri vardır. Bunlar (Ertek, 2015);

- Homojenlik,
- Tam bilgi,
- Belirlilik,
- Tekelciliğin olmaması,
- Pazara girişte ve çıkışta kısıtlama olmaması,
- Dışsallıkların olmaması,
- Kamu malı olmaması,
- Devletin müdahale etmemesi şeklindedir.

Eğer herhangi bir piyasa bu özelliklerden bir ya da birkaçından sapıyorsa piyasa başarısızlığı nedeniyle eksik rekabet piyasası olarak adlandırılır (Ertek, 2015). Sağlık hizmetleri piyasası da eksik rekabet piyasasıdır. Sağlık hizmetleri piyasası kendine has özellikleri nedeniyle tam rekabet piyasası özelliklerinden uzak durumdadır. Sağlık hizmetleri piyasasının kendine has özellikleri; (Bilgili ve Ecevit, 2008):

- Homojenlik yoktur.
- Tam bilgi mümkün değildir.
- Talep belirli değildir.
- Tekelcilik bazen kaçınılmazdır.
- Pazara girişte ve çıkışta kısıtlama gerekebilir.
- Dışsallıklar vardır, hatta pozitif dışsallıklar olmalıdır.
- Bazı hizmetler kamu tarafından sunulmalıdır.
- Devletin müdahalesi kaçınılmazdır.
- Üçüncü taraf ödeyiciler vardır.

Sağlık yöneticisi; sağlık hizmetlerinin ayırt edici özelliklerini anlamak, yüksek kaliteli, düşük maliyetli ve yüksek verimlilikle hizmet sunumunu planlamak ve organize etmek, toplumun sağlık beklentilerini karşılayacak şekilde arz oluşturmak amacıyla modern kantitatif teknikleri kullanmak durumundadır.

## Sonuç

Kitabın bu bölümünde sağlık alanında kantitatif tekniklerin ve makine öğrenmesi yöntemlerinin kullanım alanları ve kullanım gerekçeleri açıklanmıştır. Bundan sonraki bölümlerde sağlık yönetimi alanında farklı disiplinlerdeki problemlerde çözüm için kantitatif teknikler ve makine öğrenmesi yöntemleri uygulama örnekleri ile birlikte açıklanacaktır. Kitapta bundan başka sekiz bölüm olacaktır. Bu bölümlerin her birinde öncelikle teorik bir açıklama hemen arkasından ise R Studio, Python, SPSS, Excel, Super Decision gibi farklı programlarda uygulama örneklerine yer verile-

cektir. Kitabın, sağlık yönetimi alanında farklı kantitatif tekniklerin ve makine öğrenmesi uygulamalarının örneklerini ortaya koyarak, bu alanda çalışan akademisyen, araştırmacı, lisans ve lisansüstü öğrencilere kaynak oluşturması hedeflenmektedir.

**Çıkar Çatışması:** Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Declaration of Interests:** The author declares that she has no competing interest.

## Kaynaklar

- Aktan, C. C., & Işık, A.K. (2015). Sağlık Hizmetlerinin Sunumu ve Alternatif Yöntemler. Erişim Tarihi: 08.01.2023. Erişim Adresi: <http://www.canaktan.org/ekonomi/saglik-degisimcaginda/pdf-aktan/sunum-alternatif.pdf>.
- Akyürek, Ç. E. (2023). *Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri-Sağlık Kurumlarında Karar Verme Yöntemleri II*. Erişim Tarihi: 08.01.2023. <https://acikders.ankara.edu.tr/course/view.php?id=1041>
- Ateş, M. (2011). *Sağlık İşletmeciliği*. İstanbul: Beta Yayınları.
- Bilgili, E., & Ecevit, E. (2008). Sağlık Hizmetleri Piyasasında Asimetrik Bilgiye Bağlı Problemler ve Çözüm ve Çözüm Önerileri. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 11(2); 201-228.
- World Health Organization. (2008). *Ensuring Value for Money in Health Care: The Role of Health Technology Assessment in European Union*. UK: WHO.
- Ertek, T. (2015). *Temel Ekonomi (Basından Örneklerle)*, Genişletilmiş 4. Baskı, İstanbul, Beta Yayınları.
- Göl, M. (2015). Stratejik Karar Alma Ortamında Üst Yönetim Bilgi Sistemi ve Uzman Sistemler. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (3); 1-12.
- Köroğlu, V. Koç, M. (2017). Stratejik Yönetim Açısından Taylorizm Prensiplerinin Zamanımıza Yansımaları. *Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14 (1);1-18
- Mutlu, A., & Işık, K. (2012). *Sağlık Ekonomisine Giriş*. 1. Baskı. Bursa: Ekin Yayıncılık.
- Orhaner, E. (2006). Türkiye'de Sağlık Hizmetleri Finansmanı ve Genel Sağlık Sigortası. *Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1;1-22.
- Özcan, A. Y. (2013). *Sağlık Kurumları Yönetiminde Sayısal Yöntemler-Teknikler ve Uygulamalar*. Çevirenler: Şahin Kavuncubaşı ve Selami Yıldırım. Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Sargutan, E. (2005). Sağlık Teknolojisi Yönetimi. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 8 (1);113-144.
- Suhrcke, M., McKee, M., Stuckler, D., Arce, R. S., Tsovala, S., & Mortensen, J. (2006). The Contribution of Health to the Economy in the European Union. *Public Health*, 120 (11), 994-1001. [Crossref]
- Sur, H., & Hayran, O. (1998). Sağlık Hizmetleri El Kitabı. İstanbul: Yüce Yayınları.
- Taylor, F.W. (1911). *The Principles of Scientific Management*, Harper & Brothers Publishers, New York, London.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2021). *Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2020*. Ankara: Sağlık Bakanlığı Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Tıraş, H. H. (2013). Sağlık Ekonomisi: Teorik Bir İnceleme. *KSÜ İİBF Dergisi*, 2; 125- 151.
- Torun, P.(2017). *Hastalıkların Ekonomik Maliyetleri: Türkiye'de Kanser Örneği*. [Yüksek Lisans Tezi], Sakarya: Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Ana Bilim Dalı.

Uwe, E. Reinhardt. P. & Hussey. GA. (2013). Global Health Care Expenditure and National Budget Impact Economics Essay. *Ukessays: Essays*. Erişim Tarihi: 25.01.2023. <http://www.ukessays.com/essays/economics/globalhealth-care-expenditure-and-national-budget-impact-economics-essay.php?cref=1>.

Yavaş, U. (2014). Veri – Bilgi – Karar Kuramları ve Özellikleri. Erişim Tarihi: 25.01.2023. <https://slideplayer.biz.tr/slide/9399823/>.

Yıldız, T. (2018). Tıbbi Cihazlarda Sağlık Teknolojilerinin Değerlendirilmesi. *Sosyal Güvençe*, (13);116-146.

# **BÖLÜM 2**

## **SAĞLIK KURUMLARINDA TALEP TAHMİNİ: PYTHON İLE MAKİNE ÖĞRENMESİ KULLANILARAK ACİL SERVİS BAŞVURU SAYISININ TAHMİN EDİLMESİ**

Anı Hande METE  
Haluk ÖZSARI

# Sağlık Kurumlarında Talep Tahmini: Python ile Makine Öğrenmesi Kullanılarak Acil Servis Başvuru Sayısının Tahmin Edilmesi

## *Demand Forecasting in Healthcare Institutions: Predicting Emergency Department Visits Using Machine Learning with Python*

### BÖLÜM HAKKINDA

Sağlık hizmetlerine yönelik talebin belirsizliği, sağlık sistemlerinde önemli bir kavramdır çünkü sınırlı kaynakların hizmet talebiyle eşleştirilmesi gerekmektedir. Makine öğrenimi, sağlık sektöründe talep tahmininde kullanılan etkili yöntemlerden biridir. Bu bölümde, gerçekleştirilen örnek uygulama kapsamında makine öğrenimi tekniği kullanılarak Random Forest algoritması ile acil servise başvuru sayılarının tahmin edilmesine dayalı bir model geliştirilmeye çalışılmıştır. Random Forest algoritması kullanılarak oluşturulan bu modelin tahmin değeri ve gerçekleşen değer karşılaştırıldığında modelin 2017 yılı saat başı acil servise başvuru sayılarının tahmin başarısının  $R^2$  (%58,4) olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Makine algoritmaları ile geliştirilen modeller en iyi nihai modeller değildir. Her model kendi içinde geliştirilebilir ve diğer algoritmaların ürettiği modeller ile model başarısı metrikler (MAE,  $R^2$ , vb.) aracılığıyla karşılaştırılabilir. Her algoritmanın kendi içinde eksi veya artı yönü bulunmaktadır. Veri seti değişikçe model başarısının da değiştiği ve yapılan çalışmanın bir algoritmanın başarısını genelleymeyeceği unutulmamalıdır. Bu nedenle gerçek veri setleriyle yapılan uygulamalarda farklı algoritmaların performansı karşılaştırılmalıdır.

**Anahtar kelimeler:** Sağlık hizmetleri talebi, talep tahmini, makine öğrenmesi, random forest algoritması

### ABOUT the CHAPTER

The uncertainty of demand for healthcare services is a significant concept in healthcare systems as it requires matching limited resources with service demand. Machine learning is one of the effective methods used in demand forecasting in the healthcare sector. In this chapter, within the scope of the conducted example, a model based on the Random Forest algorithm was attempted to be developed to predict the number of emergency department visits using machine learning technique. When the predicted value of this model created using the Random Forest algorithm was compared with the actual value, it was concluded that the model's prediction success for the hourly emergency department visits in 2017 had an  $R^2$  value of 58.4%. Models developed using machine algorithms are not necessarily the best final models. Each model can be improved internally, and the success of models produced by different algorithms can be compared through model performance metrics (MAE,  $R^2$ , etc.). Each algorithm has its own strengths and weaknesses. It should be remembered that as the dataset changes, the model's success also changes, and it should not be forgotten that the success of an algorithm cannot be generalized, and the performance of different algorithms should be compared in applications made with real datasets.

**Keywords:** Healthcare service demand, demand forecasting, machine learning, random forest algorithm

Sağlık hizmetlerine yönelik talebin belirsizliği sağlık sistemleri için üzerinde durulması gereken önemli bir kavramdır. Çünkü sağlık sistemlerinin cevap verebilirlik, iyi sağlık statüsü ve adil finansman amaçlarının sağlanabilmesi için sağlık hizmetlerine ayrılmış olan kıt kaynakların belirli bir zaman içinde gerçekleşecek olan hizmet talebiyle eşleştirilmesi gerekmektedir. Sağlık hizmeti talebine yönelik verilerinin doğru bir şekilde tahmin edilmesi, karar vericilerin hizmetlere olan ihtiyacı tahmin etmesine ve kaynakların nasıl yönetileceği konusunda bilinçli kararlar almasına olanak tanımaktadır. Diğer pek çok sektörde olduğu gibi sağlık sektöründe de talep tahmin yöntemi olarak kullanılan ma-



Anı Hande Mete   
Haluk Özseri 

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Sağlık Yönetimi  
Bölümü, Sağlık Ekonomisi Ana Bilim Dalı, İstanbul,  
Türkiye  
E-posta: anihande.mete@iuc.edu.tr  
hozsari@iuc.edu.tr

**Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as:**  
Mete, A.H. & Özseri H. (2024). Sağlık kurumlarında talep tahmini: python ile makine öğrenmesi kullanılarak acil servis başvuru sayısının tahmin edilmesi. C. Boz & F. Yılmaz. (Ed.), *Sağlık yönetiminde kantitatif teknikler ve makine öğrenmesi* içinde (s. 6-17). İstanbul: İÜC Yayınevi.



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

kine öğrenmesi sağlık sisteminin verimliliğini artırmaya ve sağlık sonuçlarını iyileştirmeye yardımcı olan yöntemler arasındadır. Bu bölümde bir sağlık kurumunda 2014-2016 yılları arasında saatlik acil servise başvuran hasta sayısı kullanılarak 2017 yılı acil servis başvuru sayılarının makine öğrenmesi tekniği ile tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla öncelikle sağlık hizmetleri talebi kavramsal çerçevesi ve sağlık hizmeti talebine ilişkin model ve yaklaşımlar okuyucuyla paylaşılacaktır. İkinci olarak sağlık sektöründe talep tahminine değinilecek olup talep tahminin sağlık sektörü açısından değeri ele alınacaktır. Ardından talep tahmin yöntemleri açıklanacak olup makine öğrenmesi ile tahmine dayalı modellemeye ilişkin bir çerçeve sunulacaktır. Son olarak araştırma kapsamında kullanılan veri setine ilişkin bilgi verilip, makine öğrenmesi ile talep tahmin uygulamasının basit bir şekilde adım adım okuyucuyla paylaşılması hedeflenmektedir.

## Sağlık Hizmetlerinde Talep ve Talep Tahmini

Psikoloji bilimi açısından bakıldığında kelime anlamı olarak "isteğe, arzu" anlamına gelen talep, büyük ölçüde talebi geliştiren kişinin psikolojisiyle bağlantılı olduğunu bakış açısıyla ele alınmıştır (Lata, 2017). Ancak talep kelimesinin derinden bağlantılı olduğu diğer bir çalışma disiplini olan ekonomi bilimi istek ve talep kavramlarını birbirinden farklı kavramlar olarak ele almaktadır. Ekonomi bilimine göre bir isteğin talep olarak nitelendirilebilmesi için o isteğin yeterli satın alma gücü ile desteklenmesi gerekmektedir (Ünsal, 2016).

Tahmin, geleceği tahmin etme girişimidir. Talep tahmini, herhangi bir organizasyondaki çoğu planlama ve kontrol faaliyetinin temelidir. Tüm tedarik zincirini harekete geçiren talep tahminidir (Boylan ve Syntetos, 2021). Bütçeler tahminlere dayalıdır. Çalışanların sayısı ve türü, mevcut ve gelecekteki hizmet taleplerine dayanmaktadır. Yapılan tahminlerin çoğu bir dereceye kadar doğal hata içerir. Yöneticilerin ve analistlerin karşılaştığı zorluk, bu hatayı en aza indirmektir veya başka türlü ifade edildiğinde, yöneticiler tahmin edilen ile gerçekte olan arasındaki farkı en aza indirmeye çalışmalıdır (Lewis ve ark., 2011).

### Sağlık Hizmetleri Talebi

Sağlık hizmeti talebi, bir bireyin hastalık/yaralanma ile karşı karşıya kalması durumunda fiili tüketim düzeyi ile karakterize edilmektedir. Sağlık hizmeti talebi fiyat, gelir, sağlık durumu, bakım maliyeti, eğitim, sosyal normlar ve gelenekler ile sağlanan hizmetlerin kalitesi gibi altta yatan değişkenler ile nüfusun satın almak istediği veya ihtiyaç duyduğu sağlık hizmeti miktarı arasındaki fonksiyonel ilişkiye dayanmaktadır (Wellay ve ark., 2018). Sağlık hizmeti ihtiyacı kavramı, hekim görüşlerine bağlı olarak tüketilmesi gerektiği hissedilen ve daha çok zorunluluk barındıran miktarla ilişkilidir. Öte yandan istekler ihtiyaçlardan farklıdır. Bireylerin sağlık hizmetlerine yönelik istekleri, kendi sağlık ihtiyaçlarına yönelik algılarına dayalı olarak tüketilmesi gereken miktarla ilişkilidir (Schaefer, 1975).

İstek ve ihtiyaç kapsamında sağlık hizmetleri talebi bireylerin sağlık hizmetlerinden yararlanma tercihinine ilişkin kararı olarak tanımlanmaktadır. Aslında birey tarafından hasta olmaktansa sağlıklı olmanın tercih edilmesi, sağlık hizmeti talebinin ifadesidir. Bu açıdan bakıldığında bireylerin tercihleri sağlık açısından çok boyutlu bir bakış açısı gerektirmektedir (Zamzaireen ve ark.,

2018). Ekonomistler, bireylerin sağlık hizmeti kullanımı ve ilgili kararlarında seçim yapma biçimlerini tanımlamak için iki alternatif model kullanmışlardır. Bu yaklaşımlardan ilki sağlığı stok değişkeni ve bir yatırım malı olarak kabul ederken ikinci yaklaşım ise bireylerin tercih yaparken sağlığı bir meta olarak gördüğü fikrine dayanmaktadır (Jack, 1999).

Literatürde "Grossman'ın Sağlık Hizmeti Talep Modeli" olarak da geçen ilk yaklaşım sağlığı beşerî sermaye çerçevesinde bir stok değişkeni olarak ele almaktadır. İlk olarak Grossman (1972) tarafından ortaya atılan model bireyler tarafından sağlığın stok olarak kabul edildiği ve bir sağlık yatırımı olarak sağlık hizmetlerinden yararlanıldığı fikrine dayanmaktadır (Grossman, 1972). Her birey hayata sermayeye benzer özelliklere sahip olan bir sağlık "stoğu" ile başlamaktadır. Sağlık zamanla ve yaşla birlikte değer kaybetmektedir. Model bireylerin üretken bir kaynak olarak kullanılan sağlık stoklarını iyileştirdiği için sağlık hizmetlerini tükettiği fikrine dayanmaktadır. Bireyler için iyi sağlık durumu kazanma kapasitesini arttırdığından bir yatırım malı olarak düşünülmektedir. Bu nedenle sağlık hizmeti hem bir tüketim hem de yatırım olarak görülmektedir (Dewar, 2010). Grossman'ın modeli sağlık hizmetleri talebine iki önemli yaklaşım getirmektedir. Birincisi, sağlık hizmetinin sağlığın ana belirleyicisi olmadığı sağlık durumunu iyileştirmede yalnızca bir girdi olarak görüldüğüdür. İkincisi sağlık hizmeti talebinin daha iyi sağlık statüsü talebinden kaynaklandığı ve üretilmiş bir talep olduğudur (Culyer ve Newhouse, 2000).

Sağlık hizmeti tercihlerini analiz etmeye yönelik ikinci bir yaklaşım, ortodoks tüketici teorisine dayanan Fayda Maksimizasyonu Modelidir. Model, fiyat ve gelirin sağlık hizmetlerinin kullanımı ve sağlık harcamaları üzerindeki etkilerinin tahminine odaklanmakta ve sağlık hizmetleri talebine fayda fonksiyonu bakış açısı ile yaklaşmaktadır. Bu yaklaşım altında incelenen önemli bir model olan Acton Modeli'ne göre sağlık hizmetleri talebi; belirleyici bir faktör olarak zaman, bütçe kısıtlaması ve diğer malların tüketimine bağlı olan bireyin koşullu fayda fonksiyonundan türetilmektedir (Acton, 1975).

Sağlık hizmetlerinin kullanımına yol açan faktörleri ortaya koymayı amaçlayan kavramsal bir model ise Andersen sağlık kullanım modelidir. Modele göre bireyin sağlık hizmetlerine erişimi ve kullanımı, hazırlayıcı faktörler, kolaylaştırıcı faktörler ve ihtiyaç faktörleri olmak üzere üç faktörün bir işlevi olarak kabul edilmektedir (Andersen, 1968):

**Hazırlayıcı faktörler:** Bireylerin hastalıktan önce var olan sosyo-kültürel özelliklerini kapsamakta ve bireylerin sağlık hizmetine ihtiyaç duymasına ve hizmet kullanımına neden olan etmenlerdir. Hazırlayıcı faktörler; bireylerin eğitim, meslek, etnik köken, sosyal ağlar, sosyal etkileşimler ve kültür gibi sosyoekonomik özelliklerini, sağlık sistemine yönelik sahip olduğu tutum, değer ve bilgilerini ve yaş, cinsiyet, medeni durum gibi demografik özelliklerini kapsamaktadır (Andersen ve Newman, 1973).

**Kolaylaştırıcı faktörler:** Hazırlayıcı faktörlerin mevcut olması ihtiyacı doğursa da her koşulda sağlık hizmeti kullanımı ile sonuçlanmayabilmektedir. Kolaylaştırıcı faktörler; sağlık hizmeti kullanımını daha erişilebilir kılmaya yönelik aracı faktörleri ifade etmektedir. Bireysel veya ailesel açıdan düzenli bir hane halkı gelirine sahip olma, sağlık sigortasının kapsamına, sosyal ilişkilerin kapsamı ve kalitesine bağlı iken kamusal açıdan faktörler ise

mevcut sağlık personeli ve tesisleri ve bekleme süresi gibi faktörlerdir (Andersen, 1995; Andersen ve Newman, 2005).

**İhtiyaç faktörleri:** Sağlık hizmeti ihtiyacını doğuran faktörler ve sağlık hizmeti kullanımının en acil nedeni olarak tanımlanmaktadır. Modelde ihtiyaç faktörleri algılanan ihtiyaç ve değerlendirilen ihtiyaç şeklinde iki bakış açısı ile ele alınmaktadır. Algılanan ihtiyaç bakım aramayı ve tıbbi bir rejime bağlılığı anlamaya daha iyi yardımcı olurken, değerlendirilen ihtiyaç, bir hasta bir tıbbi bakım sağlayıcısına başvurduktan sonra sağlanacak tedavinin türü ve miktarı ile daha yakından ilişkili olmaktadır (Andersen ve Newman, 2005).

### Sağlık Sektöründe Talep Tahmini

Serbest piyasada mal arz ve talebinin otomatik olarak dengeye ulaşmasına yardımcı olan gözlemlenemeyen bir piyasa gücü olduğu düşünülmekte ve kaynakların verimli dağılımını sağladığına inanılan bu piyasa gücü için “görünmez el” metaforu kullanılmaktadır. Ekonomideki birçok mal ve hizmet için oldukça iyi bir tanım sunan bu model, sağlık hizmetleri söz konusu olduğunda iyi işleyememektedir (Wang, 2016). Kaynakların ekonomik olarak en verimli şekilde tahsis edilmesini ifade eden Pareto etkinliği sağlık hizmetleri piyasası tarafından sağlanamamaktadır. Bu durum ise tüketici talebinin sağlanan bir mal veya hizmetin miktarına eşit olmadığı durum için kullanılan piyasa başarısızlığı ile sonuçlanmaktadır (Iszaid ve ark., 2018). Sağlık hizmetlerinde kamu malı olma özelliği, dışsallık, asimetrik bilgi, risk ve belirsizlik mevcudiyeti devlet müdahalelerini gerekli kılmakta ve piyasa başarısızlığına sebep olmaktadır (Jackson, 2019; Jackson ve Jabbie, 2019).

**Dışsallık:** Sağlık hizmetlerinde dışsallık kavramı bir ekonomik birimin kendi faydasını artırmak için aldığı kararın (mal ve hizmetlerin üretim veya tüketiminin) bu üretim veya tüketimle ilgisi olmayan üçüncü kişilere maliyet (negatif dışsallık) veya yarar (pozitif dışsallık) getirdiği durumları ifade etmektedir (Laura Alfaro ve Nora Lamersdorf, 2022).

**Kamu Malı Olma Özelliği:** Bu özellik sağlığın evrensel bir insan hakkı olarak kabul edilmesinden kaynaklanmaktadır. Özellikle acil sağlık hizmetleri ve koruyucu sağlık hizmetleri için sağlık hizmetinden yararlanma bireyin hizmet için ödeme yapabilmesine bağlı değildir, çünkü bu tür hizmetler çoğunlukla devlet tarafından finanse edilmektedir (Jackson, 2019).

**Bilgi asimetrisi mevcudiyeti:** Piyasada söz konusu mal veya hizmet ile ilgili alıcılar ve satıcılardan birinin rasyonel bir karar vermek için gerekli tüm bilgiye sahip olmadığı durumda asimetrik bilgi mevcudiyeti yaşanmaktadır. Asimetrik bilgi; alıcı veya satıcı olsun bir tarafın ürünün kalitesi veya fiyatı hakkında diğer tarafa göre daha fazla/eksik bilgiye sahip olması durumudur (Singh, 2016).

**Risk ve belirsizlik:** Sağlık hizmeti ihtiyacının çok öngörülemez olmasına sebep olmaktadır. Risk, belirli sonuçlar için olasılık hedefinin tanımlanabildiği koşullara, belirsizlik ise nesnel olasılıkları belirlemek için yeterli bilginin olduğu koşula atıfta bulunmaktadır (Toma ve ark., 2012).

İyi bir talep tahminin gerçekleştirilmesi <sup>1</sup> tahminin amacının belirlenmesi, <sup>2</sup> tahmin süresinin belirlenmesi, <sup>3</sup> tahmin yönteminin

seçilmesi ve <sup>4</sup> tahminin gerçekleştirilmesinin ve doğruluğun değerlendirilmesi aşamalarından oluşmaktadır (Bolt, 1988). Ancak sağlık hizmetlerinin diğer mallardan ayıran kendine has özellikleri talep tahmini ve aşamaları konusunda farklı bir bakış açısına sahip olunmasını gerekli kılmaktadır.

Sağlık hizmeti piyasasında riskler değişen hastalık yükleri, karmaşık uluslararası pazarlar, dinamik hasta ihtiyaçları, yeni ürünler ve gelişmiş sağlık teknolojileri gibi ortaya çıkan özellikler tarafından şekillendirilmektedir. Bu riskler, sağlık sistemi içindeki paydaşlar için farklı fırsat maliyetleri yaratabilmekte ve toplumun sağlık hizmetlerine erişimin kısıtlanmasına yol açabilmektedir (Subramanian, 2021). Talep tahmini ve riskler arasındaki ilişki çok boyutludur ve sağlık hizmeti piyasasında risk ve talebinin belirsiz olan doğasından dolayı mükemmel bir tahmine sahip olmak neredeyse imkânsızdır. Bir tahminin doğrulanması ve gerçek değerinin belirlenmesi arzu edildiğinden sağlık tahmininde bir ilke olarak kullanılan verilerin önemli bir belirsizlik ve hata kaynağı olduğu kabul edilmelidir (Meijgaard ve ark., 2009). Bu nedenle, belirsizliğin ve hatanın ölçümünün tanımlanması ve bu sorunun sağlık tahminlerini mümkün olan en az hatayla elde etmek için metodolojik olarak ele alınması gerekmektedir (Soyiri ve Reidpath, 2013).

Bir sağlık tahmininin odak noktasının belirlenmesi tahmin sonucunun iyileştirilmesi açısından önemlidir. Bu durum tahmin edilmesi amaçlanan konu ile ilgili olduğu için gerçekleştirilen tahminin amaçlara ulaşma derecesi ile doğrudan bağlantılıdır. Sağlık tahminlerinin odak noktası, bir zaman aralığında meydana gelen olayların sayısı açısından nüfus sağlık sonucunu tahmin etmek ise burada odaklanılan yaşam beklentisi ve sağlık beklentileri olmaktadır.

Belirli bir sorunun nüfus toplamı veya belli bir grup için tahmin edilmesi aynı tahmini bireysel bir vaka için yapmaktan daha az zorlayıcıdır. Bu durumun nedeni, popülasyonla ilgili faktörlerin varyanslarını bir araya getirerek kümelenen verilerin yüksek derecede rastgelelik sergilendiğinde bile çok kararlı özelliklere sahip olabilesidir (Sanders, 2001). Bu nedenle, belirli bireylere ilişkin verilerden daha geniş bir kapsama yayılan nüfus verilerinin kullanılması sağlık olaylarını tahmin etmede daha yüksek bir doğruluk derecesi elde edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Tahminin kapsamı amaçlanan dönem aralığının belirlenmesi talep tahminin güven vermesi açısından dikkat edilmesi gereken faktörler arasındadır. Bir sağlık tahminine olan talep tahmininde tahmin aralığı kısa, orta veya uzun vadede olabilir. Kısa vade bir günden bir çeyrek yıla kadar; orta vade bir tahmin aralığı, çeyrek yıldan bir yıla kadar ve uzun vadeli tahminler bir yıldan beş yıla veya daha fazla yıl aralığında yapılan tahminleri ifade etmektedir. Yaşam beklentisi veya gelecekteki sağlık beklentileri veya büyük popülasyonlarda obezite gibi bazı kronik hastalık prevalansının tahmini gibi başlıca nüfus sağlığı sorunları genellikle uzun bir aralıkla tahmin edilir (Foreman ve ark., 2016).

Sağlık hizmetlerine yönelik talebin belirsizliği sağlık sistemleri için üzerinde durulması gereken önemli bir kavramdır. Çünkü sağlık sistemlerinin cevap verebilirlik, iyi sağlık statüsü ve adil finansman amaçlarının sağlanabilmesi için sağlık hizmetlerine ayrılmış olan kıt kaynakların belirli bir zaman içinde gerçekleştirilecek olan hizmet talebiyle eşleştirilmesi gerekmektedir. Sağlık sektöründe

alınan kaynak tahsisi kararları stokastik belirsizlik altında verilmektedir. Bu, belirli zaman aralıklarında hizmetlere ihtiyaç duyan bireylerin sayısındaki belirsizliği içermektedir. Acil servislere gelen hasta sayıları, poliklinik ziyaretleri, gerçekleştirilecek ameliyat sayıları ve ilişkili olarak istenen tetkik sayıları, eczaneler tarafından dağıtılan reçeteli ilaç sayıları gibi sağlık hizmeti sunumuyla ilişkili pek çok örnek verilebilir. Sağlık hizmeti talebine yönelik verilerinin doğru bir şekilde tahmin edilmesi, karar vericilerin hizmetlere olan ihtiyacı tahmin etmesine ve kaynakların nasıl yönetileceği konusunda bilinçli kararlar almasına olanak tanımaktadır (Jalalpour ve ark., 2015).

### Sağlık Hizmetleri Sunumunda Talep Tahminin Değeri

Sağlık hizmetlerine erişimin, kapsamının ve kalitesinin iyileştirilmesi bu hizmetlerle ilgili verilerden yararlanılarak elde edilen bilgilere, bu bilgilerin iyi bir şekilde kullanımına ve kaynakların yönetilmesine bağlıdır. Sağlık hizmeti sunumunun daha iyi ve daha adil bir kapsama ve kaliteye ulaşmaya yardımcı olacak şekilde nasıl iyileştirileceğine dair hala cevaplanmamış sorular olsa da sağlık tahmini bu süreçte yardımcı olmaktadır.

İyi bir talep tahmini toplum sağlığının korunması ve geliştirilmesine yönelik faaliyetler için bir yol haritası, sağlık hizmetlerine yönelik talep fazlası olduğu durumlar için bir uyarı sistemi olması açısından sağlık hizmeti sunumu için önem arz etmektedir. Bununla birlikte iyi bir talep tahmini personel maliyetleri gibi pek çok önemli maliyetin azaltılması noktasında mikro açıdan sağlık işletmelerine ve makro açıdan ülkelere pek çok yarar sağlamaktadır (Soyiri ve Reidpath, 2013). Bu açıdan bakıldığında hem özel sektörde alınan karar için hem de kamu sektöründe sağlık politikalarının geliştirilmesinde kritik bir araç olarak kullanılabilir.

Sağlık hizmetlerinde talep tahmini üç önemli ana hedefe hizmet etmektedir (Harrington, 1977):

- Kamu ve özel sağlık kaynaklarının tahsis edilmesinde kullanılmak üzere gerçekleştirilen iyi tahminler, ihtiyaç ve taleplerin "gelecekteki resmini" sunarak kaynak dağıtımında daha etkili olma hedefine ulaşılmasına yardımcı olmaktadır.
- İkinci olarak sağlık hizmetleri açısından iyi bir tahmin tıbbi bakımda hem kalitenin hem de maliyet kontrolünün artırılması hedefinin gerçekleştirilmesinde kullanılmaktadır. İyileştirilmiş tahminler bunu gelecekte bazı sağlık hizmetlerine "aşırı" ya da "yetersiz" kaynak tahsis edilmesini önlemeye yardımcı olarak gerçekleştirmektedir.
- İyi bir tahminin gerçekleşmesine yardımcı olduğu üçüncü hedef ise gelişen teknoloji ve değişen organizasyon yöntemlerinin sağlık sistemi üzerindeki etkisini öngörmek ve planlamaktır. Ancak bu hedeflerin gerçekleştirilmesi sağlık planlamacılarının yetenekleri ve bütçeleri dahilinde yaptıkları tahminlere dayanmaktadır. Yani sağlık hizmetinin geleceğine ilişkin mükemmel tahminler ile gerçeğe uzak olan kötü tahminler arasında bir yerde bir "uygulanabilir tahmin alanı" bulunur.

Özet olarak talep tahmini, sağlık kurumlarının proaktif olmasını ve tahminler sonucunda elde edilen sinyalleri dikkate alarak uzun vadeli stratejilerini belirlemelerine yardımcı olur. Güçlü tahminler, maliyet ve gelir tahminleri sağlamakla böylelikle işletmelerin bütçe oluşturmaya ve talebi karşılamaya önemli ölçüde olanak

tanımaktadır. Ayrıca doğru tahminlerde bulunarak işletmelerin genişleme ihtiyacının maliyet etkin bir şekilde yapmalarına olanak tanıyan bir zaman dilimi içinde görebilmesine imkân tanımakta böylelikle işletmeler eğitim ve personel planlamasını ihtiyaca uygun bir şekilde yönlendirebilir. Bir iş süreci olarak talep tahmini, kapasiteden, yeni pazarların ve dağıtım kanallarının belirlenmesine kadar her konuda iş kararları almasına yardımcı olabilir.

### Talep Tahmin Yöntemleri

Literatürde talep tahmininde kullanılan yöntemlerin niteliksel ve niceliksel olmak üzere iki yöntem vardır. Niteliksel yöntemler geleneksel tahminde kullanılır ve çok fazla deneyim, sezgi ve öznel içerir (Heizer ve Render, 2017). Bu yöntemler; uzmanlardan tahminler üretmelerinin istendiği yinelemeli bir süreç olan Delphi yöntemi, müşteri anketlerinden elde edilen verilere dayanan Pazar Araştırmaları, bir kuruluşun tüm iç uzmanlarını bir ürün veya hizmet hakkında açık bir tartışma için bir araya getiren yönetici görüşleri gibi yöntemleri kapsamaktadır (Heizer ve Render, 2017; Wang ve Chaovalitwongse, 2011; Burns ve Veeck, 2020).

Nicel yöntemler ise tahmin için verileri ve analitik araçları kullanmakta ve öznel yargılardan ziyade matematiksel modellere dayalı tahminler yapan yöntemleri içermektedir. Bu yöntemler nedensel olmayan modeller ve nedensel modeller olarak sınıflandırılabilir. Nedensel olmayan modeller, geçmiş zaman serisi verilerinden sistematik modeller (eğilimler ve mevsimsellik gibi) çıkararak tahminler yapan zaman serisi modelleri olarak da bilinir. Nedensel modeller, tahmin edilen değişkenin ilgili etkili faktörler tarafından nasıl belirlendiğini araştıran neden-sonuç modelleri olarak da bilinir (Heizer ve Render, 2017).

Talep tahmin yöntemi olarak kullanılan bir diğer yöntem ise mümkün olan en doğru tahminleri yapmak için tasarlanmış olan makine öğrenmesi modelleridir. Kitap bölümü kapsamında örnek uygulamanın içeriği makine öğrenmesi ile gerçekleştirileceği için yalnızca talep tahmin sürecinde kullanılan yöntemlerden makine öğrenmesi detaylandırılarak açıklanacaktır.

### Talep Tahmin Yöntemi Olarak Makine Öğrenmesi

Yapay zekanın bir alt dalı olan makine öğrenmesi, bilgisayarlara ve makinelere deneyimlerden öğrenerek problem çözme yeteneğinin aktarılması sürecidir. İstatistiksel zaman serisi yöntemleriyle aynı şekilde, makine öğrenmesi yöntemleri de tahminler oluşturmak için geçmiş verileri kullanır. Ancak bu yöntemler, son birkaç on yılda meydana gelen tahmin algoritmalarının gelişimi sayesinde istatistiksel yöntemler veya insan gözü tarafından gözden kaçırılacak olan kalıpları ve eğilimleri ortaya çıkarabilmektedir (Alves, 2018). Makine öğrenmesi modelleri, mümkün olan en doğru tahminleri yapmak için tasarlanmışken istatistiksel modeller, değişkenler arasındaki ilişkiler hakkında çıkarım yapmak için tasarlanmıştır. İstatistikler bir örnekten popülasyon çıkarımları yaparken, makine öğrenmesi genelleştirilebilir tahmin kalıpları bulmaktadır (Perego, 2019).

### Denetimli/Gözetimli (Supervised) Öğrenme Süreci

Denetimli öğrenmenin amacı, girdi ve çıktı arasındaki eşleştirmeyi öğrenebilen ve yeni girdiler verilen sistemin çıktısını tahmin

edebilen yapay bir sistem oluşturmaktır. Yani, denetimli öğrenme algoritmasının amacı, girdi değişkenini( $x$ ) çıktı değişkeni( $y$ ) ile eşlemek için bir eşleme işlevi bulmaktır. Denetimli öğrenmede modeller, modelin her bir veri türü hakkında öğrendiği etiketli veri kümesi kullanılarak eğitilir. Eğitim süreci tamamlandıktan sonra model, test verilerine dayanarak test edilir ve ardından çıktığı tahmin eder (Liu ve Wu, 2012).

Basit bir denetimli makine öğrenmesi modelinde öğrenme süreci eğitim ve test olmak üzere iki aşamaya ayrılır. Eğitim sürecinde, öğrenme algoritması veya öğrenen tarafından özelliklerin öğrenildiği ve öğrenme modelinin oluşturulduğu eğitim verilerindeki örnekler girdi olarak alınır. Eğitim örneğine etiketli eğitim verileri veya denetlenen veriler de denir. (Sandhya ve Charanjeet, 2016). Etiketlenmiş veriler, nihai tahmini veya sınıflandırılmış verileri veren öğrenme modelinin çıktısıdır (Nasteski, 2017).

Model çıktısı, girdinin sınıf etiketlerini gösteren sonlu bir ayrık değerler kümesi alırsa öğrenilen eşleme, girdi verilerinin sınıflandırılmasına yol açar (Liu ve Wu, 2012). Bir müşterinin cinsiyetine, yaşına ve maaşına göre belirli bir ürünü satın alıp almayacağını tahmin etmek için veri kümesinin girdi olduğu bir örnekte çıktı 0 (satın almama) veya 1 (satın alma) tanımlanmış etiketlerine sahiptir. Buradaki amaç, belirli bir sınıfa ait ayrık değerleri tahmin etmek ve doğruluk temelinde değerlendirmektir (Cuong ve Tuan, 2019). Bu örnekler bir tümörün iyi ya da kötü huylu olup olmaması, bir borcun riskli olup olmadığı, bir duygunun olumlu olup olmadığının kestirilmesi şeklinde çoğaltılabilir.

Regresyon ise çıktının sürekli değere sahip olduğu bir denetimli öğrenme görevidir (Liu ve Wu, 2012). Örneğin, farklı parametrelere dayalı olarak rüzgâr hızını tahmin etme amacına hizmet eden bir meteorolojik veri seti düşünüldüğünde, çıktı herhangi bir ayrık değere sahip değildir ancak belirli bir aralıkta sürekli. Buradaki amaç, modelin yapabileceği kadar gerçek çıktı değerine daha yakın bir değer tahmin etmektir ve ardından hata değeri hesaplanarak değerlendirme yapılır. Hata ne kadar küçükse, regresyon modelinin doğruluğu da o kadar yüksek olacaktır (Ghanbarzadeh ve ark., 2009).

İyi bir denetimli makine öğrenmesi modelinin amacı, eğitim verilerinden öğrenileni problem alanındaki herhangi bir veriye iyi bir şekilde genelleme yapmaktır. Genelleme, bir makine öğrenmesi modeli tarafından öğrenilen kavramların, öğrenme sırasında model tarafından görülmeyen örneklem dışı verilere ne kadar iyi uygulandığını ifade eder. Genelleme hatası, bir algoritmanın önceden bilinmeyen veri kümesi için ne kadar doğru tahminlerde bulunabileceğinin bir ölçüsüdür. Bu hatalar temelinde, belirli veri kümesinde en iyi performansı gösterebilecek makine öğrenmesi modeli seçilmektedir. Genelleme hatası indirgenebilir hatalar (reducible errors) ve indirgenemez hatalar (irreducible errors) olmak üzere iki tür hatadan oluşmaktadır.

İndirgenebilir hatalar, model doğruluğunu artırmak için bu hatalar azaltılabilen hatalardır. Bu tür hatalar ayrıca yanlılık (bias) ve varyans olarak sınıflandırılabilir. Tahmin yapılırken, model tarafından yapılan tahmin değerleri ile gerçek değerler/beklenen değerler arasında bir fark oluşmaktadır ve bu fark "bias hataları" veya "bias kaynaklı hatalar" olarak bilinmektedir. Bias hatalarının fazla olması eğitim verisi için eksik öğrenme (underfitting) olasılığını artıracaktır. Varyans ise rastgele bir değişkenin beklenen değeri

ri etrafında ne kadar yayıldığını ifade etmektedir. (Adlam ve ark., 2022). Yüksek varyansa sahip makine öğrenmesi algoritmaları, eğitim verilerinin özelliklerinden güçlü bir şekilde etkilenir. Bu nedenle eğitim veri setinden çok fazla şey öğrendiğinden modelin aşırı uyumuna (overfitting) yol açar. Makine öğrenmesi/veri bilimi analistlerinin temel amacı, daha doğru sonuçlar elde etmek için bu hataları azaltmaktır. Yani herhangi bir denetimli makine öğrenmesi algoritmasının amacı, düşük sapma ve düşük varyans elde etmektir. Çünkü bu sayede algoritma iyi bir tahmin performansı elde edecektir.

### ***Denetimsiz/ Gözetimsiz (Unsupervised) Öğrenme Süreci***

Eğitim için herhangi bir çıktı değeri olmaksızın girdideki öğrenme kalıplarıyla ilgilidir. Bu nedenle bir regresyon veya sınıflandırma problemine doğrudan uygulanamaz. Bu öğrenme sürecinde sistem yalnızca etiketlenmemiş verilere sahiptir ve bilgiyi keşfetmek için kendi kendine çalışır. Burada amaç veri kümesinin temel yapısını bulmak, bu verileri benzerliklere göre gruplandırmak ve bu veri kümesini sıkıştırılmış bir biçimde temsil etmektir (Dridi, 2021).

Kümeleme, amacı bir dizi nesneyi benzer nesne sınıfları halinde gruplamak olan denetimsiz bir görevdir. Küme, aynı küme içinde birbirine benzeyen ve diğer kümelerdeki nesnelere benzemeyen nesneler topluluğudur. Bu nedenle, kümelemede (istatistikte küme analizi olarak da bilinir) önemli bir kavram, benzerlik (veya uzaklık) kavramıdır. Örneğin sadece hastaların semptomları ile benzer hasta gruplarını keşfetmek olabilir (Lawrynowicz ve Tresp, 2014). Bir diğer denetimsiz öğrenme görevi olan birliktelik kuralının en tipik örneği ise pazarlama stratejisini daha etkili hale getiren Pazar Sepeti Analizidir. Örneğin X ürünü (bir ekmek varsa-yalım) alan kişiler Y (Tereyağı/Reçel) ürününü de satın alma eğilimindedir (Dridi, 2021).

Boyutsallığı azaltma (Dimensionality reduction), denetimsiz öğrenmede anahtar bir tekniktir. Bilgi kaybını en aza indirirken, orijinal özelliklerde en önemli olanı yakalayan daha küçük, farklı bir değişken kümesi bularak verileri sıkıştırır. Böylelikle keşfedilmesi zor olan yüksek boyutlu verilerin göze çarpan yönlerinin görselleştirilmesine izin verir (Tripathy ve ark., 2022).

### ***Yarı Gözetimli/Yarı Denetimli (Semi-Supervised) Öğrenme Süreci***

Denetimli ve Denetimsiz öğrenme algoritmaları arasındaki arazi zemini temsil eden bir Makine öğrenmesi algoritması türüdür. Eğitim süresi boyunca etiketli ve etiketsiz veri kümelerinin kombinasyonunu kullanır. Ancak etiketlenmiş veriler çok az miktarda bulunurken, çok büyük miktarda etiketlenmemiş veriden oluşur (Fumo, 2017). Biyoinformatik, metin spam tespiti, yüz tanıma, metin kategorizasyonu gibi birçok makine öğrenmesi uygulaması etiketlenmenin zaman alacak bir işlem olması sebebiyle çok sayıda etiketsiz veri içermektedir. Yarı gözetimli öğrenme sürecinde etiketli verilerin kullanıldığı gibi etiketsiz veriler de kullanılmaktadır. Kullanım amacı etiketlenen verilerden çıkarım yaparak etiketsiz verileri genellemeye yöneliktir (Cihan, 2018).

### ***Takviyeli (Reinforcement) Öğrenme Süreci***

Pekiştirmeli öğrenme hem bir öğrenme problemini hem de maki-

ne öğrenmesinin bir alt alanını ifade eder. Bir öğrenme problemi olarak, uzun vadeli bir hedefi temsil eden bazı sayısal değerleri maksimize etmek için bir sistemi kontrol etmeyi öğrenmeyi ifade eder (Szepesvári, 2010). Pekıştirmeli makine öğrenme sürecinde denetimli ve denetimsiz öğrenme süreçlerinden farklı olarak etiketli ya da etiketsiz bir veri yoktur. Denetimli öğrenmenin aksine, herhangi bir etiketli veri olmadan kısmi geri bildirimleri kullanarak otomatik olarak öğrenir. Yalnızca çevre etkileşimi ile bir hedefe ulaşmaya çalışılır, tıpkı insan ve hayvanlardaki gibi deneme-yanılmaya dayalı bir yöntemdir (Özoğur, 2019).

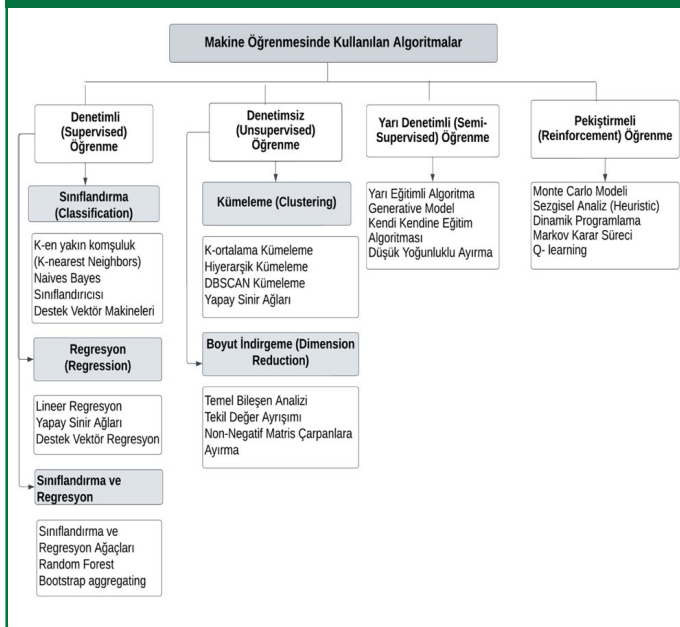
Pekıştirmeli öğrenmede öğrenen sistem aracı-ajan (agent) olarak tanımlanmakta ve çevreyi gözlemleyerek, eylemlerini belirlemek ve harekete geçmektedir. Bu hareket sonucu karşılaşılan olumlu (ödül) ya da olumsuz durum (ceza) aracının öğrenmesinde etkili olmaktadır. Benimsenen eyleme karşı çevreden gelen geribildirim göre aracı tarafından politika (policy) olarak adlandırılan bir davranış yolu belirlenmektedir. Böylece, şartlar benzer olduğunda aracı, nasıl davranışlar sergileyeceğini öğrenmiş olmaktadır (Géron, 2017). Pekıştirmeli öğrenme satranç, Go gibi oyunlarda ve sürücüsüz otomobillerde kullanılmaktadır (Fumo, 2017).

### Makine Öğrenmesinde Kullanılan Algoritmalar

Makine öğrenme tekniklerinden denetimli öğrenme için regresyon ve sınıflandırma problemlerinde kullanılan algoritmalar, denetimsiz öğrenme için kümeleme ve boyut indirgeme problemlerinde kullanılan algoritmalar ile birlikte yarı denetimli ve pekıştirmeli öğrenmede sıklıkla kullanılan algoritmaların taksonomisi Şekil 2'de özetlenmiştir.

Çalışmada gerçekleştirilecek olan örnek uygulama denetimli makine öğrenmesi algoritmalarından olan Random Forest algoritmaları ile gerçekleştirilecektir. Bu nedenle sadece Random Forest algoritması detaylandırılarak açıklanacaktır.

**Şekil 1**  
Makine Öğrenmesinde Kullanılan Algoritmaların Sınıflandırılması



### Random Forest Algoritması

Denetimli öğrenme algoritmalarından birisi olan Random Forest algoritması hem sınıflandırma hem de regresyon görevlerinde kullanılabilir. Karmaşık bir problemi çözmek ve modelin performansını iyileştirmek için birden fazla sınıflandırıcıyı birleştirme süreci olan topluluk öğrenme kavramına dayanmaktadır (Jehad ve ark., 2012).

Karar ağacı, bir eylem rotasını belirlemek için kullanılan bir ağaç şekli diyagramıdır. Ağacın her dalı olası bir kararı, oluşumu veya tepkiyi temsil eder. Nihai model, bir "ağaç" diyagramı kullanılarak düzenli bir şekilde görüntülenebilir ve yorumlanabilir. Karar ağacının en üstünde yer alan ve tüm popülasyonu veya örneği temsil eden düğüme kök düğüm, terminal düğümü olarak geçen yaprak düğüm ise düğümün son aşamasıdır (Prajwala, 2015). Random Forest, eğitim aşamasında birden fazla karar ağacı oluşturarak çalışan bir yöntemdir. Daha fazla ağaç sayısı, daha yüksek doğruluk sağlar ve fazla uyum (overfitting) sorununu önler. Random Forest, algoritması birçok bireysel karar ağacı oluşturduğundan ve daha sonra bu tahminlerin ortalamasını aldığından, aykırı değerlerden etkilenme olasılığı çok daha düşüktür (Jehad ve ark., 2012).

Random Forest algoritması çalışma mantığı olarak önyükleme (Bootstrapping) tekniğini kullanmaktadır. Önyükleme bir veri kümesinin değiştirilerek rastgele örneklenmesini içeren istatistiksel bir yeniden örnekleme tekniğidir. Buradaki fikir, birden fazla ayrı eğitim seti üretmek için orijinal eğitim setinden değiştirilerek verileri tekrar tekrar örnekleme. Böylelikle Random Forest algoritmasının tahminlerinin varyansının azaltılması ve tahmin performansının artırılmasında büyük ölçüde yarar sağlar (Efron, 1979).

Random Forest, her bir karar ağacı arasındaki korelasyonu önemli ölçüde azaltma ve dolayısıyla tahmin doğruluğunu ortalama olarak artırma avantajına sahip olan, özellik torbalama (feature bagging) adı verilen bir tekniği kullanmaktadır. Özellik torbalama, bireysel karar ağaçlarının büyümesinde her bölmede özellik boyutlarının bir alt kümesini rastgele seçerek çalışmasıdır. Belirli bir özellik cevap değerini tahmin etmede güçlüyse, o zaman birçok ağaç için seçileceğinden dolayı standart bir torbalama prosedüründe ağaçlar arasındaki korelasyon yüksek olabilmektedir. Random Forest, ağaçların çoğunda bu güçlü özellikleri kasıtlı olarak dışarıda bırakarak korelasyondan kaçınmaktadır. Bu nedenle Random Forest için genel bir kural, her bölmede uygun şekilde yuvarlatılmış özellikleri kullanmaktır (Breiman, 2001).

Verilen veri kümesinin çeşitli alt kümelerinde bir dizi karar ağacı içeren Random Forest, bu veri kümesinin tahmin doğruluğunu iyileştirmek için her karar ağacından tahmin alır ve bu tahminlerin ortalamasına veya çoğunluk oylarına dayanarak nihai çıktıyı tahmin eder. Random Forest algoritmasının, bir regresyon problemine ilişkin tahmini, topluluktaki ağaçlar arasındaki tahminin ortalamasıdır. Bir sınıflandırma problemine ilişkin bir tahmini ise topluluktaki ağaçlardaki sınıf etiketi için çoğunluk oyudur (Nguyen ve ark., 2013). Random Forest algoritmasının bu çalışma mantığı Şekil 2'de sunulmuştur.

### Random Forest Algoritmasının Avantaj ve Dezavantajları

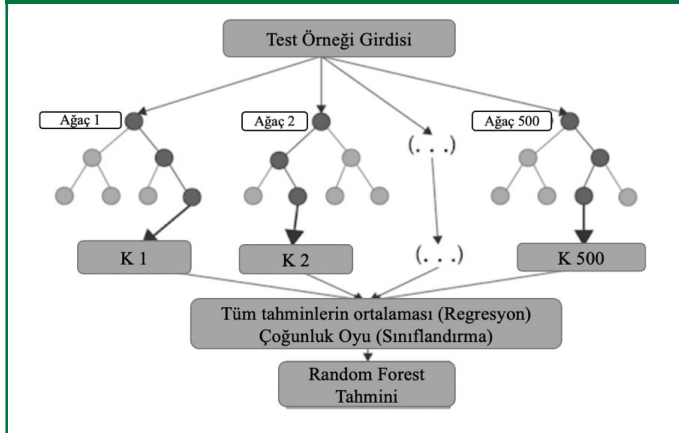
Random Forest algoritması diğer makine öğrenmesi algoritmala-

rına göre bazı avantajlar ve dezavantajlar barındırmaktadır (Cutler ve ark., 2008):

- Random Forest algoritması genellikle yüksek doğruluk sağlar ve yanlılık-varyans hata dengesini (bias-variance trade-off) iyi kurar. Verilerin alt kümesinde olabildiğince çok ağaç oluşturur ve tüm ağaçların çıktısını birleştirir. Bu şekilde karar ağaçlarında aşırı uydurma sorununu ve varyansı azaltır.
- Random forest hem sınıflandırma hem de regresyon problemlerini çözmek için kullanılabilir.
- Random forest hem kategorik hem de sürekli değişkenlerle iyi çalışır.
- Rastgele Orman, eksik değerleri otomatik olarak işleyebilir. Sürekli değişkenleri değiştirmek için medyan değerleri kullanılabilir veya bu sorunu çözmek için eksik değerlerin yakınlık ağırlıklı ortalamasını hesaplayabilirler.

**Şekil 2**

*Random Forest Algoritmasının Çalışma Yapısı*



**Açıklama notu.** Nguyen, C., Wang, Y., & Nguyen, N., 2013, Random Forest Classifier Combined with Feature Selection for Breast Cancer Diagnosis and Prognostic. J. Biomedical Science and Engineering, 6, 551-560 kaynağından uyarlanmıştır.

Ancak Random forest, çok sayıda ağaç oluşturduğundan (karar ağacı olması durumunda bir ağaç yerine) ve oyların çoğunluğuyla ya da tahmin ortalaması ile karar verdiğinden, karar ağaçlarına kıyasla eğitim için çok daha fazla zaman gerektirir. Aynı zamanda bu algoritma çok daha fazla hesaplama gücü ve kaynağı gerektirmektedir (Sullivan, 2017).

## Uygulama

### Amaç ve Yöntem

Kitabın bu bölümünde bir sağlık kurumunda 2014-2016 yılları arasında saatlik acil servise başvuran hasta sayısı kullanılarak 2017 yılı acil servis başvuru sayılarının makine öğrenmesi tekniğini ile tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada talep tahmini denetimli öğrenme algoritmalarından birisi olan Random Forest algoritması kullanılarak gerçekleştirilecektir. Bu amaçla önceki başlıklarda makine öğrenmesi ile tahmine dayalı modellemeye ilişkin bir çerçeve sunulmuştur. Bu bölümde ise araştırma kapsamında kullanılan veri setine ilişkin bilgilendirmenin ardından makine öğrenmesine ilişkin uygulamanın basit bir şekilde adım

adım okuyucuyla paylaşılması hedeflenmektedir.

### Araştırma Verileri

Uygulama konusu kapsamında kullanılacak olan veriler, Iowa'daki bir hastanenin paylaşmış olduğu Ocak 2014'ten Ağustos 2017'ye kadar olan acil servis başvuru verileridir. Anonim olan bu veriler Choudhury ve Urena'nın 2020 yılında gerçekleştirmiş olduğu çalışmadan alınmıştır.

### Uygulama Adımları

Bu örnek uygulamada makine öğrenmesi algoritmalarını kodlamak için Python programlama dili kullanılmıştır. Çalışma, Google hesabı ile tarayıcıdan Python programlama dilini kullanabilmeye ve çalıştırmaya imkân sağlayan "Colaboratory/Colab" üzerinden yürütülmüştür (<https://colab.research.google.com/>).

#### 1. Adım: Kütüphanelerin eklenmesi

Python için Pandas, kütüphanesi kullanılmıştır. Pandas, Python programlama dili üzerine kurulmuş açık kaynaklı bir veri analiz kütüphanesidir. Öncelikle Pandas'ın Python ortamına aktarılması sağlanmıştır (import pandas as pd). Bu komutun diğer bir işlevi pandas için pd kısaltması kullanılmasını sağlamasıdır.

Pandas veri görselleştirme için matplotlib ve matematiksel işlemler için NumPy olmak üzere iki temel Python kitaplığının üzerine inşa edilmiştir. Aşağıdaki kod hücrelerinde görüldüğü üzere rastgele veri oluşturmak için numpy'yi, bu veriyi görselleştirmek için de matplotlib kullanılmıştır (Şekil 3).

**Şekil 3**

*Kütüphanelerin Ekleneşi*

```
# kütüphanelerin eklenmesi
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
```

#### 2. Adım: Veri setinin okutulması

Pandas'daki read\_csv komutu ile csv türünde olan zaman serisi veri setinin Python ortamına aktarılması sağlanmış ve veri seti df değişkenine atanmıştır (Şekil 4). Burada dikkat edilmesi gereken nokta veri dosya biçimi ile pandas'a aktarmak istediğiniz veri dosyasının biçiminin aynı olmasıdır (CSV--read\_csv, MS Excel--read\_excel, Stata--read\_stata vb.).

**Şekil 4**

*Veri Setinin Okutulması*

```
# Veri setinin okutulması
df = pd.read_csv('EmerPatRows.csv')
```

Eğer istenirse aşağıdaki komut yardımıyla Google görselleştirme aracıyla .csv formatındaki veri seti Şekil 5'teki gibi görselleştirilebilir.

#### 3. Adım: Zaman serisi veri kümesini denetimli bir öğrenme veri kümesine dönüştürülmesi

Zaman serisi veri kümesini denetimli bir öğrenme veri kümesine

dönüştürülmesi aşağıdaki komut yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Zaman serilerinde tahmin modeli tarihsel veriler üzerinde eğitimi ve bunları gelecekteki gözlemleri tahmin etmek için kullanmayı içermektedir. Teknik olarak, zaman serisi tahmin terminolojisinde şimdiki zaman (t) ve gelecek zamanlar (t+1, t+n) tahmin zamanlarıdır ve geçmiş gözlemler (t-1, t-n) tahmin yapmak için kullanılır.

**Şekil 5**  
Veri Setinin Tablo Önizlemesi

```
# Google'ın görselleştirme aracı.
data_table.DataTable(df)
```

Warning: total number of rows (33889) exceeds max\_rows (20000). Limiting to 1 to 25 of 20000 entries

| index | Year | Month | Day | Hr | AP | DayName | Patient |
|-------|------|-------|-----|----|----|---------|---------|
| 0     | 2014 | 1     | 1   | 12 | 0  |         | 2       |
| 1     | 2014 | 1     | 1   | 1  | 0  |         | 2       |
| 2     | 2014 | 1     | 1   | 2  | 0  |         | 3       |
| 3     | 2014 | 1     | 1   | 3  | 0  |         | 1       |
| 4     | 2014 | 1     | 1   | 4  | 0  |         | 1       |
| 5     | 2014 | 1     | 1   | 5  | 0  |         | 2       |
| 6     | 2014 | 1     | 1   | 6  | 0  |         | 2       |
| 7     | 2014 | 1     | 1   | 7  | 0  |         | 5       |
| 8     | 2014 | 1     | 1   | 8  | 0  |         | 5       |
| 9     | 2014 | 1     | 1   | 9  | 0  |         | 6       |
| 10    | 2014 | 1     | 1   | 10 | 0  |         | 5       |
| 11    | 2014 | 1     | 1   | 11 | 0  |         | 4       |
| 12    | 2014 | 1     | 1   | 12 | 1  |         | 9       |
| 13    | 2014 | 1     | 1   | 1  | 1  |         | 3       |
| 14    | 2014 | 1     | 1   | 2  | 1  |         | 8       |
| 15    | 2014 | 1     | 1   | 3  | 1  |         | 6       |
| 16    | 2014 | 1     | 1   | 4  | 1  |         | 6       |

Bir zaman serisi veri kümesi için verileri denetimli bir öğrenme problemine dönüştürülmesi işlemini önceki zaman adımlarını girdi değişkenleri olarak bir sonraki zaman adımını çıktı değişkeni olarak kullanarak yapılmaktadır. Bir sonraki zaman adımındaki değeri tahmin etmek için önceki zaman adımındaki değeri kullanarak zaman serisi veri seti denetimli bir öğrenme problemi olarak yeniden yapılandırılmıştır. Bu durumda zaman sütununun bırakıldığını ve ilk ve son gibi bazı veri satırlarının modeli eğitmek için kullanılamayacağı unutulmamalıdır. Girdiler ve beklenen çıktılar penceresi, denetimli bir öğrenme modeli için yeni "örnekler" oluşturmak üzere zaman içinde ileriye kaydırıldığından, bu gösterime kayan pencere denir. Bu örnekte günün saatlerine göre hasta sayısının değişimi incelenmek istendiği için veri setinde bulunan ay (month), gün (day), saat (Hr) ve günün hangi saati olduğunu ifade eden (AP) sütunlarından yalnızca Hr ve AP (A=1, P=0) sütunları da eklenmiştir. Aylara veya günlere göre bir inceleme yapmak istenirse veri setinde yer alan bu değişkenler de eklenebilir (Şekil 6).

**4. Adım:** Veri setinin eğitim seti ve onu değerlendirmek için kullanılan test seti kümelerine bölünmesi

Veri kümesi önce bir kesme noktası seçilerek modeli hazırlamak için kullanılan eğitim seti ve onu değerlendirmek için kullanılan test seti kümelerine bölünür. Zaman serisi tahmininde, modellerin geçmiş veriler üzerindeki bu değerlendirmesine geriye dönük test denir. Örnek uygulamada aşağıdaki komut yardımıyla önce 2014-2016 yıllarında saat başı acil servise başvuran hasta sayısı eğitim verisi olarak seçilmiştir. Ardından eğitim veri setinin indeksi sıfırlanmış ve tekrar yeni bir veri kümesi olarak indekslenmiştir (Şekil 7).

Ardından test verisi olarak 2017 yılı verilerinin seçilmesi aşağıdaki komut yardımıyla gerçekleştirilmiş ve ayrılan test verilerinin

indeksi sıfırlanmış ve ayrılan veri seti tekrar yeni bir veri kümesi olarak indekslenmiştir (Şekil 8).

**Şekil 6**

Zaman Serisi Veri Kümesini Denetimli Bir Öğrenme Veri Kümesine Dönüştürme Kod Hücresi

```
# bir zaman serisi veri kümesini denetimli bir öğrenme veri kümesine dönüştürün
# hist: dikkate alınması gereken kaç tarihsel nokta
def timeseries_to_supervised(data, hist):
    ts_len = data.shape[0]
    rows = list()
    # giriş sırası (t-n, ... t-1 -> t), son sütun hedef
    for i in range(0, ts_len-hist):
        rows.append([
            data["Hr"][i+hist],
            data["AP"][i+hist],
            1)
        rows[i].extend(data["Patient"][i:i+hist+1].values)
    return np.array(rows, dtype=np.int32)
```

**Şekil 7**

Veri Setinin Eğitim Seti ve Test Seti Kümelerine Bölünmesi Kod Hücresi

```
# 2017'den önceki tüm yılları seçin
train_raw = df[ (df['Year'] < 2017) ]

# veri çerçevesi dizinlerini sıfırla
train_raw = train_raw.reset_index(drop=True)
```

**Şekil 8**

Test Verilerinin İndekslenmesi

```
# 2017 datasını seçin
test_raw = df[ (df['Year'] == 2017) ]

# veri çerçevesi dizinlerini sıfırla
test_raw = test_raw.reset_index(drop=True)
```

Aşağıdaki komut yardımıyla eğitim ve test veri kümelerinin kaç tane veri noktası sahip olduğu görüntülenebilmektedir. Görüldüğü üzere eğitim veri kümesinde 25417, test verisi kümesinde ise 8472 veri noktası bulunmaktadır. Bu durumda model 25417 veri ile eğitilecek 8472 veri üzerinde test edilecektir (Şekil 9).

**Şekil 9**

Veri Noktaları Kod Hücresi

```
#Kaç tane veri noktamız var
(df.Year <= 2016).sum(), (df.Year > 2016).sum()

(25417, 8472)
```

**5. Adım:** Özellik (Girdi değişkeni) seçimi

Bağımsız değişken veya özellik olarak da geçen girdi değişkeni seçimi verilerinizde ilgilendiğiniz tahmin değişkenine veya çıktıya en fazla katkıda bulunan özelliklerin seçildiği bir süreçtir. Aşağıdaki komut yardımıyla amaç eğitim verisini eğitilme sürecinde 96 saatte acile başvuran hasta sayısı verisi kullanılarak eğitim veri setinin eğitilmesi ve 97. saatte gelen hasta sayısını tahmin etmesi sağlayarak bir model geliştirmesi sağlanmıştır. Bunu her 96 saatlik veri içinden bölme için her düğümde dikkate alınacak özellik sayısını rastgele seçerek yapmaktadır (Şekil 10).

Şekil 10

Özellik Seçimi Kod Hücresi

```
hist_exp = 96
train = timeseries_to_supervised(train_raw, hist_exp)
test = timeseries_to_supervised(test_raw, hist_exp)
```

Aşağıdaki komut yardımıyla özellik boyutu yani girdi değişkeni boyutunu incelendiğinde Hr ve AP sütunlarının eklendiği için 96 olan bu sayının 98 olarak hesaplatıldığı görülmektedir (Şekil 11).

Şekil 11

Özellik Boyutu Kod Hücresi

```
fea_size = len(train[0])-1
fea_size
```

98

**6. Adım:** Karar ağacı oluşturarak eğitim verisi üzerinde çalıştırılması

Aşağıdaki komutlar yardımıyla öncelikle Random Forest algoritması modeli 300 karar ağacı oluşturarak eğitim verisi üzerinde çalıştırılması ve sonrasında 2017 verileri üzerinde modelin tahmin yapılması sağlanmıştır. Tahmin sonucunda elde edilecek olan hedefimizin kesikli bir veri olan hasta sayısı olması nedeniyle tahmin sonucunu yuvarlaması için bir komut yazılmıştır. Son olarak yazılan komut ise model için Ortalama Mutlak Hatanın (Mean Absolute Error (MAE)) hesaplanması için kullanılmış ve sonuç 1.714 olarak bulunmuştur. MAE, hesaplanan değerler ile gerçek değerler arasındaki ortalama farkı hesaplayan bir hata istatistiğidir ve ne kadar düşük olursa bir model için o kadar iyidir. Çünkü makine öğrenmesinde regresyon modelleri için değerlendirme metriği olarak kullanılır. Gerçek değerler ile model tarafından tahmin edilen değerler arasındaki hataları hesaplar. Makine öğrenmesi modelinin doğruluğunu tahmin etmek için kullanıldığından önemlidir (Şekil 2-12).

Şekil 12

Karar Ağacı Oluşturarak Eğitim Verisi Üzerinde Çalıştırılması

```
### Modeli 2014-2016 ile eğitin ve 2017 ile test edin

# bu bir regresyon modelidir, sınıflandırma değil
model = RandomForestRegressor(n_estimators=300)
model.fit(train[:,0:-1], train[:, -1])
# eğitim ...4,6,8,2,0,5
# ...4,6,8,2,0 -> 5

# 2017 verileri ile tahminde bulunun, (test)
rf_pred = model.predict(test[:,0:-1])
# test ...3,7,7,1,9, 4
# ...3,7,7,1,9. -> ?

rf_pred = np rint(rf_pred) # tahmin sonucu 3.7, onu 4. , 5.3 -> 5 e yuvarla
rf_mae = mean_absolute_error(test[:, -1], rf_pred)
print('MAE: %.3f' % rf_mae)

MAE: 1.714
```

**7. Adım:** Oluşturulan Random Forest regresyon modeli ile 2017 yılı verilerini tahmin edilmesi

Sonraki aşamada oluşturulan Random Forest regresyon modeli 2017 yılı verilerini tahmin etmesi için aşağıdaki komut yardımıyla çalıştırılmıştır. Modelde ilk 96 saatlik veri ile 97. saatte acil servise başvuran hasta sayısını tahmin edilmesi sağlandığı için ilk 96 saat tahmin edilemediği unutulmamalıdır (Şekil 13).

Şekil 13

Oluşturulan Random Forest Regresyon Modeli ile 2017 Yılı Verilerini Tahmin Edilmesi

```
test_raw['prediction'] = 0

# ilk geçmiş ögeleri tahmin edemediğimiz için tahmin dizisi 'geçmiş' ögelerden kısa
test_raw['prediction'][hist_exp:hist_exp+len(rf_pred)] = rf_pred
#
test_raw['error'] = 0
test_raw['error'] = abs(test_raw['prediction'] - test_raw['Patient'])

data_table.DataTable(test_raw)
```

Yukarıdaki komutların çıktısı olarak aşağıda yer alan model tahmini ile 2017 yılı gerçek verisi arasındaki sapmalar görselleştirilip tablo halinde elde edilmiştir. Şekil 14'e bakıldığında 96. satır için 2017 yılında gece saat 12:00'da hiç hasta gelmemişken (gerçekleşen değer = 0) model 3 hasta geldiğini tahmin etmiştir. Bu durumda gerçekleşen değer ile tahmin değeri arasındaki farkları gösteren "error" sütununda 3 (|0-3|) yazmaktadır.

Şekil 14

Model Tahmini Sapmaları

| 91 to 100 of 8472 entries <span>Filter</span> <span>?</span> |      |       |     |    |    |         |         |            |       |
|--------------------------------------------------------------|------|-------|-----|----|----|---------|---------|------------|-------|
| Index                                                        | Year | Month | Day | Hr | AP | DayName | Patient | prediction | error |
| 90                                                           | 2017 | 1     | 4   | 6  | 1  | 4       | 7       | 0.0        | 7.0   |
| 91                                                           | 2017 | 1     | 4   | 7  | 1  | 4       | 6       | 0.0        | 6.0   |
| 92                                                           | 2017 | 1     | 4   | 8  | 1  | 4       | 3       | 0.0        | 3.0   |
| 93                                                           | 2017 | 1     | 4   | 9  | 1  | 4       | 7       | 0.0        | 7.0   |
| 94                                                           | 2017 | 1     | 4   | 10 | 1  | 4       | 4       | 0.0        | 4.0   |
| 95                                                           | 2017 | 1     | 4   | 11 | 1  | 4       | 4       | 0.0        | 4.0   |
| 96                                                           | 2017 | 1     | 5   | 12 | 0  | 5       | 0       | 3.0        | 3.0   |
| 97                                                           | 2017 | 1     | 5   | 1  | 0  | 5       | 1       | 2.0        | 1.0   |
| 98                                                           | 2017 | 1     | 5   | 2  | 0  | 5       | 2       | 2.0        | 0.0   |
| 99                                                           | 2017 | 1     | 5   | 3  | 0  | 5       | 1       | 2.0        | 1.0   |

**8. Adım:** Dağılım grafiğinin elde edilmesi

Modelin tahmin ettiği değerleri ve gerçekleşen değerleri birlikte dağılım grafiğini elde etmek için plot() komutu ile gerçekleştirilmektedir (Şekil 15).

Şekil 15'te verilen kod sonucunda elde edilen dağılım grafiği çıktısı Şekil 16'da verilmiştir.

Şekil 15

Dağılım Grafiğini Elde Edilmesini Sağlayan Kod Hücresi

```
plot_from = 0
plot_to = 500
pyplot.plot(test[plot_from:plot_to, -1], label='Expected')
pyplot.plot(rf_pred[plot_from:plot_to], label='Predicted')
pyplot.legend()
pyplot.show()
```

**9. Adım:** R<sup>2</sup> Kontrolü

R-kare veya R<sup>2</sup> olarak da bilinen belirleme katsayısı, bir modelin belirli bir veri kümesine ne kadar iyi uyduğunu gösteren bir ölçüdür. Değerleri 0 ile 1 arasında değişmektedir. 0, modelin verilere uymadığını, 1, modelin tahmin edilen değerlerin gerçek verilere tam olarak uyduğunu göstermektedir. Random Forest algoritması kullanılarak oluşturulan modelin tahmin değeri ve gerçekleşen değer karşılaştırıldığında modelin 2017 yılı saat başı acil servise başvuru sayılarını tahmin başarısının R<sup>2</sup> (%58,4) olduğu görülmektedir (Şekil 17).

**Sonuç**

Sağlık hizmetleri talebi, sağlık hizmetlerine ayrılan kaynakların

planlaması ve tahsisinde dikkate alınması gereken belirleyicilerdendir. Sağlık hizmetleri talep tahmini, sistematik bir süreçle elde edilen verilere dayalı olarak gelecekteki sağlık hizmetlerini, sağlık ihtiyaçlarını ve hizmetlerden yararlanma oranlarını tahmin edilmesi sürecini içermektedir. Bu nedenle hizmet talebinin tahmin edilmesi risk ve belirsizlik özelliklerine sahip olan sağlık sektöründe bir sağlık sisteminin etkili ve verimli yönetimi için önemli bir etkiye sahiptir. Diğer pek çok sektörde olduğu gibi sağlık sektöründe de talep tahmin yöntemi olarak kullanılan makine öğrenmesi ise sağlık sisteminin verimliliği artırmaya ve sağlık sonuçlarını iyileştirmeye yardımcı olan talep tahmin yöntemleri arasındadır. Kitabın bu bölümünde gerçekleştirilen örnek uygulama kapsamında makine öğrenmesi ile acil servise başvuru sayılarının tahmin edilmesine dayalı bir model geliştirilmeye çalışılmıştır. Ancak makine algoritmaları ile geliştirilen modeller en iyi nihai modeller değildir. Her model kendi içinde geliştirilebilir ve diğer algoritmaların ürettiği modeller ile model başarısı metrikler (MAE,  $R^2$ , vb.) aracılığıyla karşılaştırılabilir. Her algoritmanın kendi içinde eksi veya artı yönü bulunmaktadır. Gerçekleştirilen örnek uygulamada Random Forest algoritması ile bir talep tahmin modeli gerçekleştirilmiştir. Literatüre bakıldığında bu konuda gerçekleştirilen çalışmalarda birkaç algoritma ile model geliştirildiği ve model başarısına yönelik karşılaştırmaların yapıldığı çalışmalar olduğu görülmektedir. Veri seti değiştikçe model başarısının da değiştiği ve yapılan çalışmanın bir algoritmanın başarısını genelleymeyeceği unutulmamalıdır.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

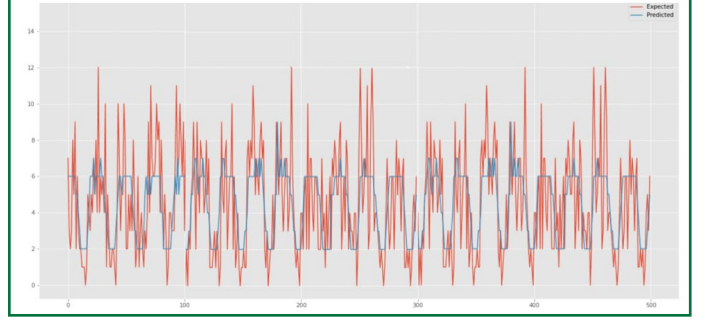
**Declaration of Interests:** The authors declare that there are no competing interests.

## Kaynaklar

- Acton, J. P. [1975]. Nonmonetary Factors in the Demand for Medical Services: Some Empirical Evidence. *Journal of Political Economy*, 83(3), 595-614. [\[Crossref\]](#)
- Adlam, B., Zeld, N., & Smith, M. (2022). Understanding the Bias-Variance Tradeoff of Bregman Divergences. [\[Crossref\]](#)
- Alves, C. (2018). Demand Forecasting in a Multi-specialty Hospital Setting: A Comparative Study of Machine Learning and Classical Statistical Methods. *Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação*.
- Andersen, R. (1968). *Behavioral Model of Families' Use of Health Services*. University of Chicago, Chicago: Research Series No. 25. Center for Health Administration Studies.
- Andersen, R. (1995). Revisiting the Behavioral Model and Access to Medical Care: Does It Matter? *Journal of Health and Social Behavior*, 36(1), 1-10.
- Andersen, R., & Newman, J. F. (1973). Societal and Individual Determinants of Medical Care Utilization in the United States. *The Milbank Memorial Fund Quarterly, Health and Society*, 95-124. [\[Crossref\]](#)
- Andersen, R., & Newman, J. F. (2005). Societal and Individual Determinants of Medical Care Utilization in the United States. *Milbank Quarterly*, 83(4), 1-28. [\[Crossref\]](#)
- Bolt, G. J. (1988). *Market and Sales Forecasting*. Watkins Glen, NY, U.S.A.: Franklin Watts, 2. Baskı.

**Şekil 16**

*Dağılım Grafiği Çıktısı*



**Şekil 17**

*$R^2$  Kontrolü Kod Hücresi*

```
#### R2 kontrolü",
r2 = r2_score(test[:,-1], rf_pred)
r2

0.5848363893906988
```

Boylan, J. E., & Syntetos, A. A. (2021). *Intermittent Demand Forecasting: Context, Methods and Applications*. 111 River Street, Hoboken, NJ 07030, USA: John Wiley & Sons Ltd. [\[Crossref\]](#)

Breiman, L. (2001). Random Forests. *Machine Learning*, 45, 5-32. [\[Crossref\]](#)

Burns, A., & Veeck, A. (2020). *Marketing Research*. New York: Pearson Education 9. Baskı.

Choudhury, A., & Urena, E. (2020). Forecasting Hourly Emergency Department Arrival Using Time Series Analysis. *British Journal of Healthcare Management*, 26(1). [\[Crossref\]](#)

Cihan, Ş. (2018). *Koroner Arter Hastalığı Riskinin Makine Öğrenmesi ile Analiz Edilmesi*. Kırıkkale: Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği ABD Yüksek Lisans Tezi.

Culyer, A., & Newhouse, J. (2000). *Handbook of Health Economics*. North Holland: North Holland.

Cuong, H., & Tuan, T. (2019). Supervised Machine Learning: Use Classification Algorithms to Accurately Identify Customers. Thailand, Proceedings of 15th *International Conference on Humanities and Social Sciences 2019 (IC-HUSO 2019)* 11th-12th November 2019, Faculty of Humanities and Social Sciences, Khon Kaen University, 244-255.

Cutler, A., Cutler, D., & Stevens, J. (2008). Tree-Based Methods. İçinde: L., Xiaochun, & R., Xu (Eds.), *High-Dimensional Data Analysis in Cancer Research* (s. 89-109). Springer. [\[Crossref\]](#)

Dewar, D. M. (2010). *Essentials of Health Economics*. LLC: Jones and Bartlett Publishers.

Dridi, S. (2021). Unsupervised Learning - A Systematic Literature Review. A preprint.

Efron, B. (1979). Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife. *The Annals of Statistics*, 7(1), 1-26. [\[Crossref\]](#)

Foreman, K. J., Marquez, N., Dolgert, A., Fukutaki, K., Fullman, N., McGaughey, M., . . . & Cercy, K. (2016). Forecasting Life Expectancy, Years of Life Lost, and All-cause and Cause-Specific Mortality for 250 Causes of Death: Reference and Alternative Scenarios for 2016-40 for 195 Countries and Territories. *Lancet*, 392(10159), 2052-2090. [\[Crossref\]](#)

Fumo, D. (2017). *Types of Machine Learning Algorithms You Should*

Know. Erişim Tarihi: 06.03.2020. <https://towardsdatascience.com/types-of-machine-learning-algorithms-you-should-know-953a08248861>.

Géron, A. (2017). *Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems*. Sebastopol: O'Reilly Media.

Ghanbarzadeh, A., Noghrehabadia, A., & Behrang, M. A. (2009). Wind Speed Prediction Based on Simple Meteorological Data Using Artificial Neural Network. *7th IEEE International Conference on Industrial Informatics*, 664-667. [\[Crossref\]](#)

Google Colab - Colaboratory/Colab. Erişim tarihi: 20 Ekim 2022. <https://colab.research.google.com/>.

Grossman, M. (1972). On the Concept of Health Capital and the Demand for Health. *Journal of Political Economy*, 80(2), 223-255. [\[Crossref\]](#)

Harrington, M. (1977). Forecasting Areawide Demand for Health Care Services: A Critical Review of Major Techniques and Their Application. *Sage Publications, Inc.*, 14(3), 254-268.

Heizer, J., & Render, B. (2017). Üretim Yönetimi. Çeviren: Umut Rifat Tuzkaya. Ankara: Palme Yayıncılık

Iszaid, I., Hafizan, A., & Muhamad, H. (2018). Market Failure in Health Care: A Review. *International Journal of Public Health and Clinical Sciences*, 5(5), 16-25. [\[Crossref\]](#)

Jack, W. (1999). *Principles of Health Economics for Developing Countries*. Washington: World Bank Institute.

Jackson, E. (2019). Systemic Healthcare Failure as a Symptom of Market Failure in Sierra Leone. *Munich Personal RePEc Archive*, Paper No. 96767, 1-13. [\[Crossref\]](#)

Jackson, E., & Jabbie, M. (2019). Understanding Market Failure in the Developing Country Context. İçinde: W. Leal Filho, A. Azul, L. Brandli, P. Özuyar, & T. Wall (Eds.), *Decent Work and Economic Growth. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals*. (s. 1-10). Switzerland: Springer. [\[Crossref\]](#)

Jalalpour, M., Gel, Y., & Levin, S. (2015). Forecasting Demand for Health Services: Development of a Publicly Available Toolbox. *Operations Research for Health Care*, 5, 1-9. [\[Crossref\]](#)

Jehad, A., Khan, R., Ahmad, N., & Maqsood, I. (2012). Random Forests and Decision Trees. *JCSI International Journal of Computer Science Issues*, 9(5), 272-278.

Lata, S. (2017). "Demand" - Interpretations and Connotations in Business. *The Business Age January*.

Laura Alfaro, E., & Nora Lamersdorf, F. (2022). Health Externalities and Policy: The Role of Social Preferences. *Management Science*, 68(9), 6751-6761. [\[Crossref\]](#)

Lawrynowicz, A., & Tresp, W. (2014). Introducing Machine Learning. *Perspectives on Ontology Learning*, 35-50.

Lewis, J., McGrath, R., & Seidel, L. (2011). *Essentials of Applied Quantitative Methods for Health Services Managers*. Sudbury: LLC: Jones and Bartlett Publishers.

Liu, Q., & Wu, Y. (2012). Supervised Learning. İçinde: N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the Sciences of Learning*. [\[Crossref\]](#)

Meijgaard, J. V., Fielding, J., & Kominski, G. (2009). Assessing and Forecasting Population Health: Integrating Knowledge and Beliefs in a Comprehensive Framework. *Public Health Rep.*, 124(6), 778-789. [\[Crossref\]](#)

Nasteski, V. (2017). An Overview of the Supervised Machine Learning Methods. *Horizons*, 4, 51-62. [\[Crossref\]](#)

Nguyen, C., Wang, Y., & Nguyen, N. (2013). Random Forest Classifier Combined with Feature Selection for Breast Cancer Diagnosis and Prognostic. *J. Biomedical Science and Engineering*, 6, 551-560. [\[Crossref\]](#)

Özoğur, İ. A. (2019). *Makine Öğrenmesi ile Kaçınma Hareketlerinin Üretilmesi*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Bilişim Enstitüsü Tez Koleksiyonu.

Perego, L. (2019). *Food Demand Forecasting with Machine Learning: The Prospects of Cross-Sectional Training*. Milano: scuola di Ingegneria Industriale e dell'Informazione Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica.

Prajwala, R. (2015). A Comparative Study on Decision Tree and Random Forest Using R Tool. *IJARCCCE*, 4(1), 196-199. [\[Crossref\]](#)

Sanders, N. (2001). Forecasting Theory. İçinde: *Wiley Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering*. New York: Wiley.

Sandhya, N. d., & Charanjeet, K. R. (2016). A Review on Machine Learning Techniques. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 4(3).

Schaefer, M. E. (1975). Demand Versus Need for Medical Services in a General Cost-Benefit Setting. *American Journal of Public Health*, 65(03), 293-295. [\[Crossref\]](#)

Singh, P. (2016). The Impact of Imperfect Information on the Health Insurance Choice, Health Outcomes and Medical Expenditures of the Elderly.

Soyiri, N., & Reidpath, D. (2013). An Overview of Health Forecasting. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 18(1), 1-9. [\[Crossref\]](#)

Subramanian, L. (2021). Effective Demand Forecasting in Health Supply Chains: Emerging Trend, Enablers, and Blockers. *Logistics*, 5(2), 1-21. [\[Crossref\]](#)

Sullivan, W. (2017). Machine Learning for Beginners Guide Algorithms: Supervised & Unsupervised Learning. *Decision Tree & Random Forest Introduction*. PublishDrive.

Szepesvári, C. (2010). Algorithms for Reinforcement Learning. İçinde: C. Szepesvári (Ed.), *Draft of the Lecture Published in the Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Learning Series*. Morgan & Claypool Publishers. [\[Crossref\]](#)

Toma, S., Chirita, M., & Şarpe, D. (2012). Risk and Uncertainty. *Procedia Economics and Finance*, 3, 975 - 980. [\[Crossref\]](#)

Tripathy, B. K., Sundareswaran, A., & Ghela, S. (2022). *Unsupervised Learning Approaches for Dimensionality Reduction and Data Visualization*. 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon: CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, LLC. [\[Crossref\]](#)

Ünsal, E. M. (2016). *İktisada Giriş*. Ankara: BB101 Yayınları.

Van Gerven, M., & Bohte, S. (2017). Artificial Neural Networks as Models of Neural Information Processing. *Review of Frontiers in Computational Neuroscience*, 11(114). [\[Crossref\]](#)

Wang, H. (2016). Are Invisible Hands Good Hands in Health Care Markets? Extension. *The B.E. Journal of Theoretical Economics*, 17(1). [\[Crossref\]](#)

Wang, S., & Chaovalitwongse, W. (2011). Evaluating and Comparing Forecasting Models. İçinde: J. Cochran, L. Anthony, P. Keskinocak, P. Jeffrey, J. Kharoufeh, & S. Cole (Eds.), *Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science*. RUSA Award for Outstanding Business Reference Source. [\[Crossref\]](#)

Wellay, T., Gebreslassie, M., Mesele, M., Gebretinsae, H., Ayele, B., Tewelde, A., & Zewedie, Y. (2018). Demand for Health Care Service and Associated Factors Among Patients in the Community of Tsegedie District, Northern Ethiopia. *BMC Health Serv Res*, 18(1), 697. [\[Crossref\]](#)

Zamzaireen, Z., Rosliza, A., Lim, P., & Juni, M. (2018). Healthcare Demand and Its Determinants. *International Journal of Public Health and Clinical Sciences*, 5(6), 37-53. [\[Crossref\]](#)

# **BÖLÜM 3**

## **SAĞLIĞIN SOSYAL BELİRLEYİCİLERİ: BULAŞICI OLMAYAN HASTALIKLARIN RİSK FAKTÖRLERİNE GÖRE K-MEANS KÜMELEME ANALİZİ**

Furkan Alp EREN  
Canser B0Z

# Sağlığın Sosyal Belirleyicileri: Bulaşıcı Olmayan Hastalıkların Risk Faktörlerine Göre K-Means Kümeleme Analizi

## *Social Determinants of Health: K-Means Clustering Analysis by Risk Factors of Non-Communicable Diseases*

### BÖLÜM HAKKINDA

İnsanlığın en eski olgularından biri olan sağlığı tanımlamak için pek çok girişim olmuşsa da evrensel bir uzlaşa henüz sağlanabilmiş değildir. Bireylerin sağlığını değerlendirebilmek için genetik faktörlerden yaşadıkları coğrafyaya, içtikleri suyun niteliğinden sosyo-kültürel ilişkilerine kadar birçok değişkeni birlikte ele almak gereklidir. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, sağlığın belirleyicileri temel olarak sosyal ve ekonomik çevre, fiziksel çevre ve bireyin kişisel özellikleri ve davranışları olarak sıralanır. Kitabın bu bölümünde ülke düzeyinde bulaşıcı olmayan hastalıklar için risk faktörü sayılan tütün kullanımı, zararlı düzeyde alkol kullanımı, sağlıksız beslenme ve fiziksel hareketsizlik değişkenler yardımı ile kümeleme analizi yapılmıştır. Analiz sonucuna göre risk faktörleri açısından iki küme belirlenmiştir. Ülkelerin sağlık sistemlerinde sağlık risk faktörü göstergeleri açısından en ideal olarak tanımlanana ulaşabilmesi için kendi modellerini geliştirmelerinin yanı sıra birbirlerinin deneyimlerinden-bilgilerinden de faydalanmaları önemli yer tutmaktadır. Bu açıdan ülkeler arasındaki olası benzerlik ve farklılıklar ile Türkiye'nin genel eğilime göre konumu, sağlık risk faktörleri açısından bulunduğu küme, zaman içindeki gelişimi izleme ve değerlendirmenin yanı sıra sağlık politikalarının oluşturulmasında dikkate alınması gereken önemli bir konu olacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Sağlık hizmetleri talebi, talep tahmini, makine öğrenmesi, random forest algoritması

### ABOUT the CHAPTER

Although numerous attempts have been made to define health, one of humanity's oldest concepts, universal consensus has yet to be achieved. Assessing an individual's health requires considering many variables together, from genetic factors to the geography they inhabit, the quality of the water they drink, and their socio-cultural relationships. According to the World Health Organization, the determinants of health are primarily categorized as social and economic environment, physical environment, and individual characteristics and behaviors. In this section of the book, cluster analysis was conducted using variables such as tobacco use, harmful alcohol consumption, unhealthy diet, and physical inactivity, which are considered risk factors for non-communicable diseases at the country level. Based on the analysis, two clusters were identified in terms of risk factors. In addition to developing their own models, countries need to benefit from each other's experiences and knowledge to reach the most ideal identification of health risk factor indicators in their health systems. Therefore, considering possible similarities and differences between countries, as well as Turkey's position relative to the general trend in terms of health risk factors, monitoring and evaluating its development over time, and considering the formulation of health policies will be an important issue.

**Keywords:** Definition of health, health indicators, non-communicable diseases, k-means clustering analysis

Sağlık, insanlık tarihinde en eski kavramlardan birisidir. Sağlığın, bilimsel ve mesteki temelde sınırları kesin ve belirli olarak çizilmiştir. Ayrıca sağlığın ilişkide olduğu sistemler ve çevreler kapsamında temas etmediği toplumsal alan hemen hemen yok gibidir. Toplumların ve bireylerin sosyal ve ekonomik yaşantılarının, yaşantı düzeylerinin aynası gibidir sağlık. Sosyoekonomik çevrenin en çok egemenlik kurduğu olgulardan biri olduğu gibi aynı zamanda sonuçlarıyla da bu çevreye ciddi çıktı veren ve etkiye bulunan bir toplumsal kurum ve eylemlilik alanıdır. Sağlık kavramı pek çok disiplinin iç içe geçtiği oldukça geniş bir olgudur. Sağlığı değerlendirebilmek için genetikten yaşanan coğrafyaya, temiz sudan sosyo-kültürel ilişkilere kadar pek çok değişkeni birlikte değerlendirmek



Furkan Alp Eren   
Canser Boz 

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Sağlık Yönetimi  
Bölümü, Sağlık Ekonomisi Ana Bilim Dalı, İstanbul,  
Türkiye  
E-posta: drfurkanalperen@gmail.com  
canser.boz@iuc.edu.tr

**Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as:**  
Eren, F.E. & Boz, C. (2024). Sağlığın sosyal belirleyicileri: bulaşıcı olmayan hastalıkların risk faktörlerine göre k-means kümeleme analizi. C. Boz & F. Yılmaz. (Ed.), *Sağlık yönetiminde kantitatif teknikler ve makine öğrenmesi* içinde (s. 18-26). İstanbul: İÜC Yayınevi.



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

gereklidir. Kitabın bu bölümünde sağlığın sosyal ve ekonomik belirleyicileri genel olarak ele alınmıştır. Bölümün ikinci bölümünde ise sağlığın sosyal ve ekonomik belirleyicilerine yönelik bir kümeleme analizi uygulaması yapılmıştır.

## Sağlık ve Sağlığın Belirleyicileri

### Sağlık Nedir?

İnsanlığı birbirinden ayıran tüm yargıların ötesinde yalnızca insan oluşlarından dolayı eşit, özgür ve bir arada yaşamasını sağlayan değerler bütününe insan hakları denir. Dünyada insan haklarını güvence altına alan en önemli belgelerden biri 1948 yılında kabul edilen İnsan Hakları Evrensel Bildirgesi'dir. Saygın bir yaşam için en temel insan haklarından biri olarak "ulaşılabilir en yüksek sağlık standardına sahip olma hakkı"nı sayabiliriz. Nitekim İnsan Hakları Evrensel Bildirgesi'nde de "sağlık hakkı" en temel hak olan yaşam hakkı çerçevesinde 25. maddede kendine yer bulmuştur. Buna göre "Her şahsın, gerek kendisi gerekse ailesi için, yiyecek, giyim, mesken, tıbbi bakım, gerekli sosyal hizmetler dahil olmak üzere sağlığı ve refahını temin edecek uygun bir hayat seviyesine ve işsizlik, hastalık, sakatlık, dulluk, ihtiyarlık veya geçim imkanlarından iradesi dışında mahrum bırakacak diğer hallerde güvenliğe hakkı vardır." denilmektedir (İnsan Hakları Evrensel Bildirgesi, 2022).

1946 yılında yayınlanan Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) Tüzüğü'nde "sağlık yalnızca hastalık veya sakatlığın olmaması durumu değil, fiziksel, sosyal ve ruhsal refah durumudur." olarak tanımlanmıştır (World Health Organization, 2022a). Bu tanımla birlikte sağlık; hastalığın olup olmamasının, olan hastalığın tedavi edilmesinin çok ötesine geçmiştir. Öteden beri gelen hastalıklarla ya da yalnızca tedavi süreci ile sınırlı yaklaşım bu sayede etkisini yitirmeye başlamıştır. Bireyi çevresindeki ekosistemle birlikte değerlendirmeyi zorunlu kılan bu tanım sağlığı sosyal ve kişisel kaynakları ve fiziksel kapasiteyi öne çıkaran pozitif bir kavram olarak görür. Bu tanım bireyi biyolojik özellikleri, davranışsal faktörleri ve sosyal koşulları ile birlikte değerlendiren ve bu faktörler arasındaki ilişkiyi ele alan biyo-psiko-sosyal sağlık modeli ile tutarlıdır. Biyo-psiko-sosyal model 1977 yılında George Engel tarafından sistemleştirilmiştir (Engel, 1977). Böylelikle daha önce hastayı yalnızca fizyolojik, patolojik, biyokimyasal açıdan değerlendirmeyi öngören geleneksel biyomedikal modelin üzerine çıkmıştır. Biyo-psiko-sosyal model "Hastalık yoktur, hasta vardır." ilkesi doğrultusunda bireysel özellikleri öne çıkaran ve bireyi çevresiyle birlikte değerlendirmeyi gerekli kılan bütüncül bir yaklaşımı benimser. Buna göre bir hekimin ruhsal, entelektüel, duygusal, sosyal ve ekonomik faktörlerin kişinin hastalığı üzerine etkilerini bilmesi ve bunları fark etmesi gerekmektedir.

DSÖ'nün tanımı pek çok açıdan eleştiriye de maruz kalmıştır. Bu eleştirilerin başında "gerçekçi olmaması" gelir (Huber, 2011). Çünkü bu tanım fazla idealize edilmiş bir formdur, içerisinde belirsizlik barındırır ve kapsayıcılığı eksiktir. İnsanın her zaman kendini "tam anlamıyla" fiziksel, sosyal ve psikolojik olarak iyi hissetmesi ütöpik kabul edilebilir. Bu durumda kendini bu komponentler açısından tam olarak iyi hissetmeyen herkese hasta demek gerçekçi olmayacaktır. Bu durum tam iyilik hali tabirinden kaynaklanarak toplumun aşırı tıbbileşmesi riskini doğurur.

Bir diğer eleştiri tanımın kapsamının dar olmasıdır. Tanımın ya-

pıldığı dönemde bulaşıcı hastalıkların yaygın olması ve dolayısıyla akut olaylara öncelik vermesi buna gerekçe oluşturabilir. Ancak yıllar içinde tıp ve teknoloji alanındaki ilerlemelerle birlikte tedavi imkanlarının gelişmesi, bulaşıcı hastalıklarla etkin mücadele sağlamıştır. Bunun sonucunda doğuştan beklenen yaşam süresi artmış ancak küresel olarak bulaşıcı olmayan hastalık yükü ağırlık kazanmaya başlamıştır. Bulaşıcı olmayan hastalıklara sahip bireyler düşünüldüğünde sağlıklı ya da hasta sıfatlarını kolayca koyabilmek DSÖ tanımına göre pek mümkün değildir. Söz gelimi 45 yaşında ilaçlarını düzenli şekilde kullanan bir hipertansiyon hastası düşünelim: Kan basıncı kontrol altında, kendini tamamen iyi hissediyor, üretkenlik ve verimlilik açısından bir problem yaşamıyor. Bu kişiye bu tanımdan yola çıkarak hasta ya da sağlıklı sıfatı verilebilir mi?

DSÖ'nün sağlık tanımına dair eksiklikler göz önüne alındığında daha geniş kapsamlı, kapsayıcı, dinamik bir tanım geliştirmek için çeşitli girişimlerde bulunulmuştur. Stokes ve ark. (1982) sağlığı "anatomik, fizyolojik ve psikolojik bütünlük ile karakterize edilen bir durum; kişisel olarak değer verilen aile, iş ve topluluk rollerini yerine getirme yeteneği; fiziksel, biyolojik, psikolojik ve sosyal stresle başa çıkma yeteneği" olarak tanımlamışlardır. Bu tanım stres faktörleriyle başa çıkma yeteneğini öne çıkararak sağlığı dayanıklılıkla ilişkilendirmiştir. 2009 yılında Hollanda Sağlık Konseyi konferansında Huber'in (2009) "uyum sağlama ve kendi kendini yönetme" tanımı uzmanlar tarafından benimsendi. Bu tanımla birlikte de sağlığın statik değil dinamik bir olgu olduğu ve içerisinde homeostaz ve esnekliği barındırdığı vurgulanmış oldu. Oleribe ve ark. (2018) ise sağlığı maksimum üretkenlikle ilişkilendirerek "fiziksel (biyolojik), zihinsel (entelektüel), duygusal (psikolojik), ekonomik (finansal) ve sosyal (toplumsal) refahın tatmin edici ve kabul edilebilir bir hali" olarak tanımlamışlardır. Tüm bu çabalar halen tek, evrensel uzlaşının sağlandığı, her zamankinden daha kapsamlı bir sağlık tanımı getirmekten uzaktır. Bu konudaki ihtiyaç devam etmektedir.

### Sağlığın Sosyal Belirleyicileri

Tanımlarından anlaşıldığı üzere sağlık kavramı pek çok disiplinin iç içe geçtiği oldukça karmaşık bir olgudur. Bireyin sağlığını değerlendirebilmek için genetiğinden yaşadığı coğrafyaya, içtiği sudan kurduğu sosyo-kültürel ilişkilere kadar pek çok değişkeni birlikte değerlendirmek gereklidir. Dolayısıyla pek çok faktör bireylerin ya da toplumların sağlığını olumlu ya da olumsuz etkilemektedir. Sağlığı bireysel ya da toplumsal, doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyen bu faktörlere "sağlığın belirleyicileri" denir. DSÖ'ye göre sağlığın belirleyicileri temel olarak şu 3 başlıkta sıralanabilir (World Health Organization, 2022b):

- Sosyal ve ekonomik çevre,
- Fiziksel çevre ve
- Kişinin bireysel özellikleri ve davranışları.

DSÖ'ye göre bireyler kendi sağlıklarını etkileyen faktörlerin büyük kısmını kendileri kontrol edemez. Bu faktörlere örnek olarak şunlar verilebilir (World Health Organization, 2022b):

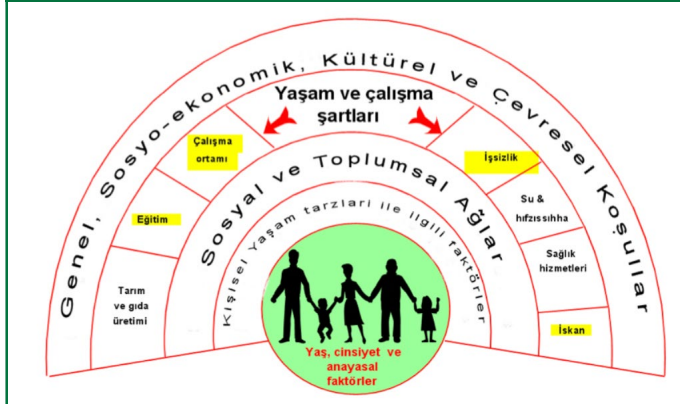
- Gelir ve sosyal statü
- Eğitim
- Fiziksel çevre
- İstihdam ve çalışma koşulları

- Sosyal destek ağları
- Kültür
- Genetik
- Sağlık hizmetleri
- Cinsiyet

Sağlığın belirleyicileri içinde yer alan ve tıbbi olmayan faktörler "sağlığın sosyal belirleyicileri" olarak isimlendirilir. Sağlığın sosyal belirleyicileri ekonomik politikaları ve sistemleri, kalkınma gündemlerini, sosyal normları, sosyal politikaları ve siyasi sistemleri içerir. Bu faktörlerin sağlıkta eşitsizlikler üzerine ciddi bir etkisi söz konusudur. Sosyoekonomik statü açısından daha dezavantajlı bir ailede doğan çocuğun eğitiminden istihdamına, fiziksel sağlığından ruhsal sağlığına kadar pek çok değişkenin bu durumdan etkilendiği söylenebilir. Bu eşitsizliklerin bir kısmı zaman içinde kalıcı olmuş ve bazı durumlarda genişlemiştir ancak sağlık politikalarının oluşturulmasında müdahale önceliklerini belirlemek adına bu eşitsizliklerin değiştirilebilir ya da önlenabilir olanları tespit etmek ve buna yönelik hareket etmek gereklidir. Sağlığın sosyal belirleyicilerinin sağlık eşitsizlikleri üzerine etkisi açıklamak adına Şekil 1'de verilen Dahlgren-Whitehead'ın Gökkuşu Modeli literatürde önemli bir noktaya oturmaktadır.

Şekil 1

Sağlığın Temel Belirleyicileri



**Açıklama notu.** World Health Organization, 2005, Sağlık Etki Değerlendirmesi Şehirler için Araç Kitleri Belge 3. Sağlık Etki Değerlendirmesinin Karar Alma Konusunda Nasıl Destek Sağlayabileceği Hakkında Brosür; Dahlgren, G., & Whitehead, M., 1991, What can be done about inequalities in health? Lancet. 1991 Oct 26;338(8774):1059-63 kaynaklarından alınmıştır.

Kişisel karakteristik özellikler Gökkuşu modelinin çekirdeğini oluşturur. Model yaş, cinsiyet, genetik gibi değiştirilemez faktörleri pergelin sabit ucuna alarak git gide genişleyen dairelerde sırasıyla kişisel yaşam tarzı ile ilgili faktörleri, sosyal ve toplumsal ağları, yaşam ve çalışma şartlarını ve son olarak genel, sosyoekonomik, kültürel ve çevresel koşulları inceler.

Değiştirilemez faktörler olan yaş, cinsiyet, genetik bireylerin sağlığı için önemli bir zemin oluşturmaktadır. Doğumdan ölüme kadar sağlık durumu dalgalı bir seyir izler. Bir kısım hastalıklar genetikle birlikte doğuştan gelirken bir kısım problemler yaşla birlikte artar ya da azalır. Bireylerin yaşam seyri boyunca yaşlanma ve hastalıkların el ele gittiği görülür. Günden güne yaşlanan toplumlar

da göz önünde bulundurulduğunda sağlıklı yaşlanma kavramının önemi artmaktadır. Bununla birlikte toplumsal cinsiyet kalıplarını bir kenara koyup değerlendirildiğinde biyolojik anlamda cinsiyetin de sağlığı doğrudan etkileyen faktörlerden biri olduğu şüphe götürmez bir gerçektir. Pek çok ülkede kadınların ortalama yaşam süresi erkeklerden daha uzundur. Ancak bu fark günden güne azalmakta ve önemini kaybetmektedir. Cinsiyete bağlı olarak biyolojik farklılıklar, yaşam tarzı, değişen çalışma koşulları sağlık durumunu etkilemekte ve farklılaştırmaktadır. Doğumdan itibaren sağlık rotamızı belirleyen bir diğer faktör ise genetikdir. Özellikle İnsan Genom Projesi ile birlikte insan genomunun ortaya konması bazı hastalıkların genetik tarama ile önceden tespitini mümkün kılmış, bazı genetik bozukluklar için gen terapisinin önünü açmış, etnik köken ve sağlık arasındaki ilişkiyi vurgulayarak farklı bir perspektif ortaya koymuştur.

**Kişisel Yaşam Tarzı ile İlgili Faktörler:** Değiştirilemez faktörlerin aksine sağlığın geliştirilmesine yönelik pek çok aksiyonun odağı olan belirleyicilerden biri bireysel kararlarla değiştirilebilir kişisel yaşam tarzı ile ilgili faktörlerdir. Bireysel davranış, sağlıkta ve hastalıkta önemli bir rol oynayabilir, bu nedenle sağlıklı bir yaşam tarzını sürdürmek, basitçe bir öz kontrol meselesi olabilir. Sağlıklı bir yaşam için sağlıklı kişisel yaşam ortamını oluşturmak önemlidir. Sağlıklı kişisel yaşam kapsamı tartışılmakla birlikte sağlıklı beslenme ve diyet, fiziksel aktivite, uyuşturucu maddelerden uzak durma, tütün mamülleri ve alkolden uzak durma gibi bileşenleri içerir. Bunun yanı sıra sağlıklı cinsel hayat, güvenli sürüş, güneşe yeterli miktardan daha az ya da daha fazla maruz kalmama gibi günlük hayatın pek çok adımı bu başlığın içine dahil edilebilir.

**Sosyal ve Toplumsal Ağlar:** Sosyal ve toplumsal etkiler bireylerin içinde kendilerini buldukları veya konumlandıkları ilişkisel ağlar nedeniyle sağlığın önemli belirleyicilerinden biridir. Bu bağlamda bireylerin oluşturduğu karmaşık ağların toplamına "sosyal sermaye" denir. Sosyal sermaye kavramı halk sağlığı yazının altında popülerliği günden güne artan bir olgudur. Bourdieu, sosyal sermayeyi şöyle tanımlar: "Karşılıklı deneyim ya da tanımaya ilişkin az ya da çok kurumsallaşmış ilişkilerden oluşan kalıcı bir ağı sahip olmakla ya da başka bir deyişle bir gruba üye olmakla bağlantılı gerçek ya da potansiyel kaynakların toplamı." (Bourdieu, 1986: 248). Dolayısıyla sosyal sermaye, hem mal ve hizmetlere daha iyi erişimi sağlayan bir kaynaktır hem de bireylerin birbiri ile ve kurumlarla oluşturduğu ilişkiler ağıdır. Sosyal sermaye sosyal içerme ve sosyal dışlanma kavramlarını kapsar. Sosyal içerme ile ilgili enteresan çalışmalardan birinde sosyallik fiziksel aktivitenin en güçlü yordayıcısı olarak bulunmuştur (Ståhl ve ark., 2001). Buna göre kişisel çevrelerinden (örn. aile, arkadaşlar, okul ve işyeri) yüksek düzeyde sosyal destek algılayanların, düşük düzeyde destek bildirenlerle kıyasla fiziksel olarak aktif olma olasılığı iki kat daha fazla bulunmuştur. Bunun yanı sıra psikososyal çalışmalar da dindarlığın veya maneviyatın aidiyet duygusunu arttırdığı ve gönüllülük gibi çeşitli ilgili faaliyetler yoluyla sağlığı geliştirdiği bulunmuştur (Yeung, 2004). Sosyal dışlanma ise, sosyal ilişkilerde yaşanan problem nedeniyle bireyin yalnızlığa itilmesini tanımlar. Bireyler işsizlik, ayrımcılık, yetersiz beceriler, düşük gelirler, yetersiz barınma, yüksek suç, sağlık sorunları ve ailelerin parçalanması gibi bir dizi sorundan muzdarip olduğunda sosyal dışlanmaya maruz kalabilir ve bu sorunlar birbirini stimüle eden kırılgan bir kısır döngüye dönüşebilir.

**Yaşam ve Çalışma Şartları:** Gelir sağlığın önemli belirleyicilerinden bir diğeridir. Sağlık hizmetlerinde özelleşme oranı günümüzde git gide artmaktadır. Artan nüfusun da etkisiyle özel kliniklerin kamuya nispetle daha kaliteli ve daha hızlı hizmet vermesi sağlık hizmetlerini yalnızca parası olanın satın alabileceği bir değere dönüştürmektedir. Dolayısıyla düşük gelir, fakirlik ve işsizlik kötü sağlığı da beraberinde getirmektedir. Gelirin temel kaynağı işidir. İşsizlik veya iş güvencesinin olmaması beraberinde ruhsal hastalıkları, endişe, güvensizlik gibi sorunları da birlikte getirmektedir. Bunu yanında iş ve çalışma şartları da birkaç farklı açıdan sağlığı etkilemektedir. İşin niteliği, çalışma ortamının sağlık koşullarına etkisi, sosyal güvencenin olup olmaması ilk planda düşünülebilecek faktörlerden bazılarıdır. İşin niteliği çeşitli hastalıkların ortaya çıkmasına ya da mevcut hastalıkların daha da ağırlaşmasına neden olabilir. Doğrudan çalışma ortamına ya da çalışma ortamındaki maruziyete dayalı olarak ortaya çıkan hastalıklara meslek hastalığı denir. Çalışma ortamının ya da çalışma ortamındaki maruziyetin mevcut bir hastalığı hızlandırdığı durum ise işle ilgili hastalık olarak isimlendirilir (Akarsu ve ark., 2013). İş ve çalışma şartlarının yanında bireylerin yaşam ortamları da sağlıkla etkiler. Kentte ve kırdan yaşayanların sağlığı algılayış biçimleri farklı olduğu gibi yaşadıkları ortam nedeniyle karşılaşmak zorunda kaldıkları sağlık problemleri de farklılık arz eder. Kırsal alanlarda yaşayanların en büyük problemi sağlık hizmetlerine kolay ulaşımıdır. Sağlık hizmetlerine erişim için merkezi yerlere gitme zorunluluğu kırsal alanlarda yaşayanlara ekstra bir maliyet getirmektedir. Kent yaşamının da fiziksel, psikolojik, iklimsel çeşitli zorlukları vardır. Günümüzde büyüyen kentler de kendi içinde büyük sosyoekonomik farklılıklar gösteren kısımlara ayrılmış ve kent/kır ayrımının yanında genel olarak barınma ve iskân başlığı sağlığı doğrudan etkileyen bir faktöre dönüşmüştür. Düşük gelirli kesimlerin oturduğu evler genel olarak kentlerin endüstriyel faaliyetlere yakın kısımlarında yer almaktadır. Bu da sağlığa zararlı kimyasallara maruziyet ihtimalini artırdığı gibi hava kalitesini de düşürmektedir. Ayrıca barınma koşulu olarak göz önüne alınabilecek bir diğer faktör ev dışındaki hava olduğu kadar ev içindeki havadır. Yeterli havalandırma imkanının bulunmadığı, ev içinde tütün mamullerinin tüketildiği evlerin hava kalitesi de düşük olduğundan sağlık açısından negatif bir faktör olacaktır.

**Genel, Sosyoekonomik, Kültürel ve Çevresel Koşullar:** Bireysel faktörler, toplumsal faktörler ve yaşam alanları dışında da sağlığı etkileyen pek çok parametre mevcuttur. Bunlar genel olarak kültürel ve çevresel faktörler çatısına dahil edilebilir. Eğitim hizmetine erişim imkanları, sosyal hizmetler, trafik ve ulaşım, tarım ve gıda güvenliği bunlardan bazılarıdır. Bu parametrelerin yanı sıra temiz hava, temiz su, temiz çevre ve gürültü maruziyetinin azaltılması çevresel faktörlerin temelidir. Tüm bu belirleyicilere ek olarak günümüzde kitlesel yer değiştirme ve göç kavramlarını ekleyebiliriz. Göçmen ya da sığınmacılar savaş, iç çatışma, doğal afetler vb. gibi insan sağlığını doğrudan olumsuz etkileyen süreçler sonucu yer değiştirmek zorunda kaldıkları için toplumun en kırılgan gruplarından birini oluşturmaktadırlar.

Bu bölümde Dahlgren-Whitehead'ın Gökkuşağı Modeli'nden hareketle açıklanmaya çalışılan sağlığın sosyal belirleyicileri bireylerin birbirinden farklılaştığı bir diğer ifadeyle sağlıkta eşitsizlikleri oluşturan başlıklardır. Ancak bu gökkuşağındaki her bir katmanı ayrı ayrı değil her bir katmanı diğeri ile ilişki içinde kompleks bir yapının bileşeni olarak değerlendirmek gerekir.

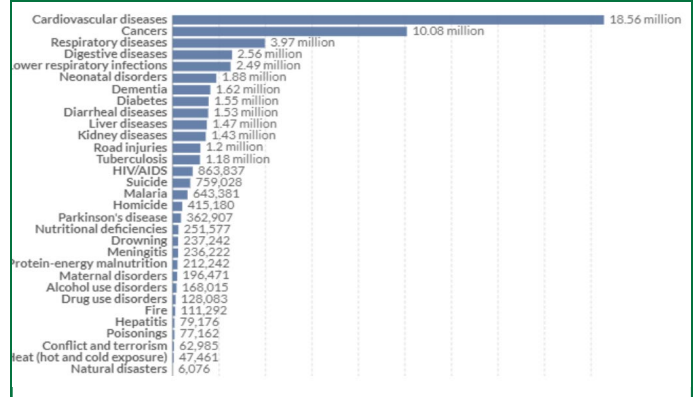
## Dünyada Mortalite ve Morbidite Yükü

Sağlığın tanımı ve belirleyicileri vurgulandıktan sonra bu kısımda dünya çapında ve Türkiye özelindeki mortalite ve morbidite yükünden bahsedilecektir. Toplum sağlığının düzeyini görmek, bunun zaman içindeki değişimini algılamak, farklı toplumları karşılaştırmak ve uygulanan girişimlerin etkinliğini değerlendirebilmek için sağlık ölçütleri kullanılır. Sağlık ölçütleri temelde mortalite düzeyini, morbidite düzeyini ve doğurganlık düzeyini değerlendirir. Çünkü insanların neden hasta olduğunu ve neden öldüğünü bilmek onları önlemenin ilk aşamasıdır. Toplumsal sağlığı hem mortalite hem de morbidite ile birlikte değerlendirmek, sağlık çıktıları hakkında daha kapsamlı bir görüş sağlar.

Küresel çapta nedenlerine göre ölüm sayıları incelendiğinde kardiyovasküler hastalıklar ve kanserlerin başı çektiği görülmektedir (Şekil 2). Bununla birlikte 1990'da en çok ölüme neden olan hastalıklar arasında üçüncü sırada olan enfeksiyöz hastalıkların 2019'a kadar daha geri sıralara düştüğü altı çizilmesi gereken bir noktadır. Bu durumu kabaca artan ekonomik kalkınmışlık, evrensel sağlık kapsayıcılığının genişlemesi, bağışıklama programlarının ve aşı kapsayıcılığının genişlemesi gibi başlıklarla açıklamak mümkündür.

**Şekil 2**

*Dünya çapında nedenlere göre ölüm sayıları*



**Açıklama notu.** Ritchie H., Spooner F., & Roser, M., 2019, Causes of Death. Erişim Tarihi: 22.10.2022. <https://ourworldindata.org/causes-of-death> kaynağından alınmıştır.

Ancak tabiatın doğası gereği bulaşıcı hastalıklardan kaynaklanan ölümlerin azalması beraberinde bulaşıcı olmayan hastalıklardan kaynaklanan ölümlerin artmasını getirmiştir. Bulaşıcı olmayan hastalıklar; kardiyovasküler hastalıklar ve kanserlerin en çok ölüme neden olan hastalıklar arasında ilk iki sırayı tutmasından anlaşılacağı gibi o günlerden bu günlere kadar ciddi bir halk sağlığı problemi olarak varlığını sürdürmektedir. Kronik hastalıklar olarak da bilinen bulaşıcı olmayan hastalıklar enfeksiyöz bir nedene bağlı olarak ortaya çıkmayan; uzun süreli; genetik, fizyolojik, çevresel ve davranışsal faktörlerin bir araya gelerek oluşturduğu hastalıklar olarak tanımlanır (World Health Organization, 2022b). Başlıca dört bulaşıcı olmayan hastalık grubu kardiyovasküler hastalıklar, kanserler, kronik solunum yolu hastalıkları ve diyabet kabul edilir. Bu 4 ana başlığın yanı sıra bulaşıcı olmayan hastalık şemsiyesinin altına hiperlipidemi, metabolik hastalıklar ve obe-

zite, nörolojik hastalıklar, kas-iskelet sistemi hastalıkları ve ruh sağlığı ile ilgili durumları da ekleyebiliriz. 1990'dan 2019'a kadar bu başlıca 4 hastalığın neden olduğu ölüm sayıları incelendiğinde 1990'da yaklaşık 21,5 milyon olan ölüm sayılarının 2019'a gelindiğinde 34,1 milyon seviyesine çıktığı görülmektedir (Ritchie ve ark., 2019).

Türkiye için durum incelendiğinde benzer bir tabloyla karşılaşılır. Bulaşıcı hastalıklara bağlı ölüm oranlarının 1990'dan itibaren dramatik bir şekilde azaldığı dikkat çekmektedir. 2019'a gelindiğinde bulaşıcı hastalıklara bağlı ölümler, anne-çocuk sağlığı ile ilgili ölümler ve beslenmeye bağlı ölümlerin toplam ölümlerin yaklaşık %10'unun nedeni olduğu görülmektedir. Trafik kazaları, cinayetler, çatışma kaynaklı ölümler, boğulma, yangınla ilgili kazalar, doğal afetler ve intiharların dahil edilebileceği yaralanmalar kategorisinin toplam ölümler içindeki payının %2-3 dolaylarında olduğu görülmektedir. 4 temel bulaşıcı olmayan hastalıkların neden olduğu ölümlerin ise neredeyse %90 oranında ölüm nedeni olduğu söylenebilir.

Yalnızca ölüm nedenlerini incelemek sağlığın değerlendirilmesi açısından yeterli değildir. Ölüm nedenlerini sağlık ölçütlerinden bir diğeri olan hastalık yükü ile birlikte değerlendirmek daha değerli bir veri sunar. 1990'lı yıllara kadar hastalık yükü prevalans, insidans, mortalite, morbidite gibi kavramlarla ifade edilegelmiştir. 1990'larda Chris Murray ve Alan Lopez hastalık yükünü değerlendirmek için DALYs ve QALYs olmak üzere iki ölçüt geliştirmişlerdir. "Engelliliğe Ayarlanmış Yaşam Yılları" (Disability Adjusted Life Years, DALYs) kavramı genel hastalık yükü, engellilik, erken ölüm gibi nedenlerle tam sağlıklı durumundan uzaklaşan zaman dilimini ifade eder. "Kaliteye Ayarlanmış Yaşam Yılları" (Quality Adjusted Life Years, QALYs) kavramı ise bir tedavi ya da müdahalenin yarattığı yaşam kalitesini ve niceliğini değerlendirir.

Yakın geçmiş incelendiğinde dünyanın hastalık yükü açısından BOH artış trendindedir. Türkiye'de de durumun genel trende uyduğu hatta bulaşıcı olmayan hastalıkların daha yoğun bir şekilde listenin üst sıralarını doldurduğunu söylemek mümkündür. Bulaşıcı olmayan hastalıkların kendi içindeki hastalık yükü incelendiğinde 2019'da en çok DALY kaybına neden olan bulaşıcı olmayan hastalıkların; kardiyovasküler hastalıklar, kanserler, diğer bulaşıcı olmayan hastalıklar, kas-iskelet sistemi hastalıkları, ruh sağlığı hastalıkları, diyabet ve böbrek hastalıkları, solunum yolu hastalıkları, nörolojik hastalıklar, sindirim sistemi hastalıkları, karaciğer hastalıkları şeklinde sıralandığı görülebilir (Roser ve ark., 2021).

## **Bulaşıcı Olmayan Hastalıklar Açısından Risk Faktörleri**

Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre bulaşıcı olmayan hastalıklar küresel çapta her dört ölümden birinin sorumlusudur ki bu 30 milyonun üzerinde ölüm demektir. Üstelik bu ölümlerin büyük bir çoğunluğu "prematüre ölüm" olarak nitelenen 30-70 yaş arasında gerçekleşen ölümlerdir. Bu ölümlerden düşük ve orta gelir düzeyindeki ülkeler daha fazla etkilenmektedir. Bu ülkelerin sağlık sistemleri hem bulaşıcı hem de bulaşıcı olmayan hastalıklarla daha fazla karşı karşıya geldikleri için çifte hastalık yükü ile yüzleşmek zorunda kalmaktadırlar. Bu nedendir ki bulaşıcı olmayan hastalıklar yalnızca bir halk sağlığı sorunu olmanın ötesinde ekonomik kalkınma ve gelişmişlik üzerinde etkisini günden güne artıran bir problemdir.

Düşük gelir, artmış şehirleşme, yaşlanan nüfus, psikolojik stres ve bunalım bulaşıcı olmayan hastalıklar için risk oluşturan sağlıksız beslenme, fiziksel aktivitede azalma, tütün ve alkol kullanımında artış gibi davranışları tetiklemektedir. Bu davranışlar bulaşıcı olmayan hastalıkların ortaya çıkışını tetiklemekte bu hastalıkların ortaya çıkışı ile birlikte de fiziksel engellilik durumları ya da prematüre ölümler ortaya çıkmakta toplumsal iş gücü ve hane halkı geliri azalmaktadır. Üstelik uzun dönemli bakım ihtiyacı sağlık harcamalarını artırmakta ve sağlık hizmetlerine ulaşım da sorun haline gelmeye başlamaktadır. Tüm bu durumlar bireylerin gelirine negatif faktör olarak yansımakta ve riskli davranışları daha da artırmaktadır. Neticede fakirliğin kısır döngüsü bulaşıcı olmayan hastalıklar için de işlemekte ve özellikle düşük ve orta gelir grubundaki ülkeler için içinden çıkılmaz bir duruma doğru sürüklenmektedir.

Kısır döngüyü kırmak için küresel bir farkındalık ve inisiyatifte ihtiyaç vardır. Bu sorumluluğu büyük ölçüde Birleşmiş Milletler (BM) üstlenmiştir. Bu bağlamda en önemli kilometre taşlarından biri 2011 yılında ilki gerçekleştirilen "Bulaşıcı Olmayan Hastalıkların Önlenmesi ve Kontrolüne Dair Yüksek Düzeyli Toplantı"dır. Daha sonra 2014 ve 2018'de de devamı gerçekleştirilen bu toplantıların 4.'sünün 2025'te yapılması planlanmaktadır. Bu toplantılar aracılığıyla devlet ve hükümet başkanlarının konu hakkında dikkatlerini çekmek ve bulaşıcı olmayan hastalıklarla mücadelede politik kararlılığın sağlanması amaçlanmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü de yayınladığı "Bulaşıcı Olmayan Hastalıkların Önlenmesi ve Kontrolüne İlişkin Küresel Eylem Planı 2013-2020" ve "Bulaşıcı Olmayan Hastalıklarla Mücadele İlerleme Raporu 2022" gibi belgelerle hem üye devletlere yol gösterici olma hem de bu konu hakkında yapılan çalışmaları izleme misyonunu BM adına üstlenmektedir. 2015 yılında BM Genel Kurulu'nda kabul edilen ve üye ülkelerin 2030 yılına kadar uygulama sözü verdikleri "Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri" içinde de bulaşıcı olmayan hastalıklar kendine hatırı sayılır yer bulmaktadır. 3. hedef olan "Herkes İçin Sağlık" başlığının altında 4. amaç olarak bulaşıcı olmayan hastalıklardan kaynaklanan prematüre ölümleri üçte birine azaltmayı görmekteyiz. Bu da politik kararlılığı artırma ve ülkeler için pratik uygulamalara geçişi hızlandırma açısından önemli bir adımdır.

Türkiye bulaşıcı olmayan hastalıklarla mücadele açısından ciddi yol kat etmiş ülkelerden bir tanesidir. DSÖ stratejileri doğrultusunda Sağlık Bakanlığı bünyesinde pek çok çalışma yapılmaktadır. Türkiye'deki risk durumunu analiz eden "Türkiye Kronik Hastalıklar ve Risk Faktörleri Sıklığı Çalışması", "Türkiye Bulaşıcı Olmayan Hastalıklar ve Risk Faktörleri Kohort Çalışması" gibi yayınlar ortaya konmuştur. Bunun yanında bulaşıcı olmayan hastalıklarla mücadele stratejileri belirlenmiş ve eylem planları hazırlanmıştır. Nitekim bu çabaların sonucunda 2018 yılında DSÖ Genel Direktörü Dr. Tedros Adhanom, "Bulaşıcı Olmayan Hastalıkların Önlenmesi ve Kontrolü" kapsamında yürüttüğü başarılı çalışmalar nedeniyle Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı'na başarı ödülü vermiştir.

Bulaşıcı olmayan hastalıkların küresel gündemi bu kadar gürültülü şekilde meşgul etmesinin nedeni sonuçlarının son derece ağır olmasının yanı sıra sonuçları değiştirme gücümüzün de hayli fazla olmasıdır. Hayatlarımızın üzerinde bu kadar büyük etkisi olan bir hastalık grubu için bu hastalıkların büyük bölümünün "önlenabilir-engellenebilir" olduğunu söyleyebilmek mutluluk vericidir. Bulaşıcı olmayan hastalıkların genetik, fizyolojik, çevresel,

davranışsal faktörlerin birleşimi ile ortaya çıkan hastalıklar olduğu vurgulanmıştır. Genetik ya da metabolik faktörlere müdahale şansımız olmasa da çevresel düzenlemeler ya da radikal yaşam tarzı değişiklikleri ile bu hastalıkların büyük çoğunluğunun önüne geçmek mümkün olabilmektedir. Bu müdahalelerin ağırlıklarını ortaya çıkarması bakımından risk faktörlerine göre hastalık yükünü incelemek faydalı olacaktır. Majör risk faktörlerinin neredeyse tamamının önlenabilir, engellenebilir faktörler olduğu yüz güldüren bir gerçekliktir. Bu risk faktörlerini DSÖ kabaca değiştirilebilir davranışlar ve metabolik faktörler olarak sınıflamakta ve bulaşıcı olmayan hastalıklarla mücadele için 4x4 stratejisini benimsemektedir. Buna göre temel olarak 4 yaşam tarzı değişikliği önerilmiştir. Tütün kullanımı, zararlı düzeyde alkol kullanımı, sağlıksız beslenme ve fiziksel hareketsizlik ile mücadele ederek 4 metabolik risk faktörünü ortadan kaldırmak amaçlanmaktadır.

Kitabın bu bölümünde ülke düzeyinde bulaşıcı olmayan hastalıklar için risk faktörü sayılan tütün kullanımı, zararlı düzeyde alkol kullanımı, sağlıksız beslenme ve fiziksel hareketsizlik değişkenler yardımı ile kümeleme analizi yapılmıştır.

### Risk Faktörleri Açısından OECD Ülkelerinin Kümeleme Analizi

Kümeleme analizi bir veri setinin farklı gruplar içerip içermediğini belirlemek ve eğer içeriyorsa bu grupları tespit etmek için kullanılan çok değişkenli istatistiksel bir yöntemdir. Çok boyutlu uzayda verilerin özetlenmesi ve tanımlanmasında yol gösterici bir araştırma yöntemi olan kümeleme analizi; heterojen olan farklı gruplardaki gözlem yapılarını ya da homojen olan benzer gruplardaki gözlemleri uygun yöntemlerle gruplamayı sağlayan bir yöntemdir. Diğer çok değişkenli istatistiksel yöntemlerde önemli bir yer tutan normallik, doğrusallık ve homojenlik varsayımları bu yöntemde prensipte kalmakta ve uzaklık değerlerinin normalliği yeterli görülmektedir (Çelik ve ark., 2005). Kullanıcının amacına ve kullanım alanına göre kümeleme analizinin amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Ball, 1970):

- Doğru tiplerin belirlenmesi
- Model oluşturmak
- Gruplara dayalı tahmin
- Hipotez testi
- Veri araştırma (inceleme)
- Hipotez oluşturma
- Veri indirgeme

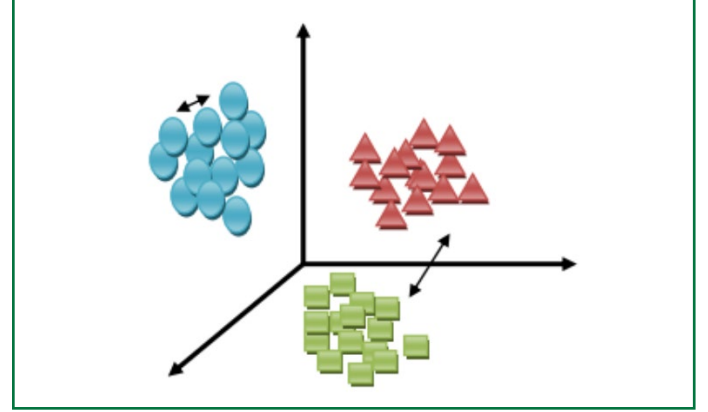
Kümeleme analizi, temel amacı nesneleri (birimleri) sahip oldukları karakteristik özellikleri temel olarak gruplamak olan çok değişkenli teknikler grubudur. Kümeleme analizi, nesneleri küme içerisinde çok benzer biçimde, kümeler arasında farklı olacak biçimde kümeler. Kümeleme işlemi başarılı olursa, bir geometrik çizim yapıldığında Şekil 3-3'teki gibi nesneler küme içerisinde birbirine çok yakın, kümeler ise birbirinden uzak olacaktır (Hair ve ark., 1998).

Kümeleme analizinde uzaklık fonksiyonları kullanılır. Tablo 1'de en çok kullanılan uzaklık fonksiyonları yer almaktadır (Çakmak ve ark., 2015).

Kümeleme yöntemleri iki ana grupta incelenebilir. Bunlar hiyerarşik kümeleme ve hiyerarşik olmayan kümelemedir. En çok kul-

lanılan yöntemler hiyerarşik kümeleme yöntemleridir. Hiyerarşik kümeleme yöntemleri özellikle küçük örneklemeler (tipik olarak  $n \leq 250$ ) için uygundur. Hiyerarşik kümeleme analizi yapmak için araştırmacılar, benzerlik ya da uzaklığın nasıl tanımlanacağına ve kümelerin nasıl birleşeceğine ya da ayrışacağına karar vermek durumundadırlar (Everitt ve Landau, 2001). Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri aşağıdaki gibi verilebilir (Ada ve ark., 2023).

**Şekil 3**  
Küme İçi ve Kümeler Arası Uzaklıklar



**Tablo 1**  
Uzaklık Fonksiyonları

| Fonksiyon   | Matematiksel Gösterim                                                   |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Öklit       | $d_2(x_i, x_j) = \left( \sum_{k=1}^p (x_{ki} - x_{kj})^2 \right)^{1/2}$ |
| B1 norm     | $d_1(x_i, x_j) = \left( \sum_{k=1}^p  x_{ki} - x_{kj}  \right)$         |
| Sup-norm    | $d_\infty = \sup \{  x_{ki} - x_{kj}  \}$                               |
| Bp norm     | $d_p(x_i, x_j) = \left( \sum_{k=1}^p (x_{ki} - x_{kj})^p \right)^{1/p}$ |
| Mahalonobis | $D^2(x_i, x_j) = (x_i - x_j)^T w^{-1} (x_i - x_j)$                      |

**K-ortalama tekniği:** Mac Queen tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemde önce araştırmacının ön bilgisine ve tecrübesine dayanarak küme sayısı belirlenir. Sonra her kümenin tipik bir gözlemi seçilir, benzer gözlemler tipik gözlemin etrafında birer birer kümelendirilir. Burada bazı istatistiksel testler kullanılarak her kümeyi oluşturan gözlemlerin değişkenlere göre ortalamalarına bakılır. Güvenilir olması en belirgin üstünlüğüdür. Buna karşılık yorumlaması zordur (Ada ve ark., 2023).

**En çok olabilirlik tekniği:** Her bir gözlem (birey) en büyük olabilirlik değeri verecek biçimde daha önceden belirlenen kümeler atanmaktadır. Bu yöntem kuramsal dayanağı güçlü bir yöntemdir (Ada ve ark., 2023).

Bu bölümde K-ortalama hiyerarşik olmayan kümeleme yaklaşımı kullanılarak OECD ülkelerinde risk faktörlerine bir kümeleme analizi SPSS programı üzerinde uygulamalı olarak yapılmıştır. Veriler Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllığı (2020)'nden elde edilmiştir. Kümeleme de kullanılan veriler şu şekildedir:

- On Beş Yaş ve Üzeri Bireylerin Her Gün Tütün ve Tütün Mamulü Kullanma Durumu, (%), 2019- SIG1
- 15-24 Yaş Grubu Bireylerin Her Gün Tütün ve Tütün Mamulü Kullanma Durumu, (%), 2019- SIG2
- On Beş Yaş ve Üzeri Bireylerde Kişi Başına Düşen Mutlak Alkol Tüketimi, Litre, 2019-ALC
- On Beş Yaş ve Üzeri Bireylerin Obez veya Obez Öncesi Durumu (%), 2019)-OBE

Bu veriler kullanılarak OECD ülkeleri, SPSS 23.0 programı üzerinde Hiyerarşik Kümeleme Analizi yöntemi kullanılarak benzerlikleri belirlenmiştir. İlk olarak her bir kümede bulunan gözlem sayısını gösteren çıktıya Tablo 2’de yer verilmiştir.

**Tablo 2***Küme ve Gözlem Sonuçları*

| Her Bir Kümede Bulunan Gözlem Sayısı |   |                       |
|--------------------------------------|---|-----------------------|
| Fonksiyon                            |   | Matematiksel Gösterim |
|                                      | 1 | 22,000                |
| Küme                                 | 2 | 14,000                |
| Valid                                |   | 36,000                |
| Missing                              |   | ,000                  |

Buna göre araştırma kapsamına alınan 36 OECD ülkesinin 22’si birinci kümede 14’ü ise ikinci kümede yer almıştır. Daha sonra ilk küme merkezleri ve iterasyonlar sunulmuştur (Tablo 3 ve Tablo 4).

Küme merkezlerinde hiç değişiklik olmaması veya çok az değişiklik olması nedeniyle yakınsama sağlandığı görülmektedir. Herhangi bir merkez için maksimum mutlak koordinat değişimi ,000’dir. Geçerli yineleme 2’dir. İlk merkezler arasındaki minimum

mesafe 38,868’dir. Buna göre 36 ülkenin 4 farklı risk faktörüne göre kümeleme analizi sonucunda bulundukları kümeler **“Küme Üyelikleri”** tablosunda yer almaktadır (Tablo 5).

**Tablo 3***İlk Küme Merkezleri*

| İlk Küme Merkezleri |       |       |
|---------------------|-------|-------|
|                     | Küme  |       |
|                     | 1     | 2     |
| SIG1                | 8,00  | 24,00 |
| SIG2                | 3,00  | 32,00 |
| ALC                 | 7,70  | 11,40 |
| OBE                 | 65,00 | 45,00 |

**Tablo 4***İterasyonlar*

| İterasyonlar |  |                              |        |
|--------------|--|------------------------------|--------|
| İterasyon    |  | Küme Merkezlerindeki Değişim |        |
|              |  | 1                            | 2      |
| 1            |  | 14,448                       | 14,618 |
| 2            |  | ,000                         | ,000   |

a. Convergence achieved due to no or small change in cluster centers. The maximum absolute coordinate change for any center is ,000. The current iteration is 2. The minimum distance between initial centers is 38,868.

Tablo 5’e göre birinci kümede yer alan ülkeler; Avustralya, Belçika, Kanada, Çekya, Estonya, Finlandiya, Almanya, Yunanistan, İzlanda, İrlanda, İsrail, Litvanya, Meksika, Hollanda, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, Slovenya, İsveç, Birleşik Krallık, Amerika Birleşik Devletleri şeklindedir. Türkiye’nin de yer aldığı diğer ülkeler

**Tablo 5***Küme Üyelikleri*

| Vaka Kodu | ÜLKE            | KÜME | UZAKLIK | Vaka Kodu | ÜLKE             | KÜME | UZAKLIK |
|-----------|-----------------|------|---------|-----------|------------------|------|---------|
| 1         | Avustralya      | 1    | 7,889   | 19        | Letonya          | 2    | 11,032  |
| 2         | Avusturya       | 2    | 5,113   | 20        | Litvanya         | 1    | 5,590   |
| 3         | Belçika         | 1    | 5,609   | 21        | Lüksemburg       | 2    | 5,092   |
| 4         | Kanada          | 1    | 7,919   | 22        | Meksika          | 1    | 10,172  |
| 5         | Şili            | 2    | 5,195   | 23        | Hollanda         | 1    | 6,617   |
| 6         | Çek Cumhuriyeti | 1    | 7,373   | 24        | Yeni Zelanda     | 2    | 11,461  |
| 7         | Danimarka       | 2    | 5,696   | 25        | Norveç           | 1    | 12,317  |
| 8         | Estonya         | 1    | 5,257   | 26        | Polonya          | 1    | 3,566   |
| 9         | Finlandiya      | 1    | 4,500   | 27        | Portekiz         | 1    | 2,468   |
| 10        | Fransa          | 2    | 14,618  | 28        | Slovakya         | 1    | 9,292   |
| 11        | Almanya         | 1    | 6,145   | 29        | Slovenya         | 1    | 5,492   |
| 12        | Yunanistan      | 1    | 11,506  | 30        | Güney Kore       | 2    | 17,402  |
| 13        | Macaristan      | 2    | 14,441  | 31        | İspanya          | 2    | 6,386   |
| 14        | İzlanda         | 1    | 14,448  | 32        | İsveç            | 1    | 8,618   |
| 15        | İrlanda         | 1    | 2,692   | 33        | İsviçre          | 2    | 5,523   |
| 16        | İsrail          | 1    | 6,614   | 34        | Türkiye          | 2    | 14,337  |
| 17        | İtalya          | 2    | 2,560   | 35        | Birleşik Krallık | 1    | 7,978   |
| 18        | Japonya         | 2    | 18,871  | 36        | Amerika          | 1    | 14,034  |

ise ikinci kümede konumlanmıştır.

## Sonuç

Verinin bilgiye dönüşümünün geleneksel yöntemi, klasik çözümleme ve yorumlamaya dayanmaktadır. Kitabın bu bölümünde veri madenciliği tekniklerinden kümeleme analizi tekniği kullanılarak 36 OECD ülkesinin SPSS 23.0 programı üzerinde Hiyerarşik Kümeleme Analizi yöntemi kullanılarak analizi yapılmıştır. Analiz sonucuna göre risk faktörleri açısından iki küme belirlenmiştir. Ülkelerin sağlık sistemlerinde sağlık risk faktörü göstergeleri açısından en ideal olarak tanımlanana ulaşabilmesi için kendi modellerini geliştirmelerinin yanı sıra birbirlerinin deneyimlerinden-bilgilerinden de faydalanmaları önemli yer tutmaktadır. Bu açıdan ülkeler arasındaki olası benzerlik ve farklılıklar ile Türkiye'nin genel eğilime göre konumu, sağlık risk faktörleri açısından bulunduğu küme, zaman içindeki gelişimi izleme ve değerlendirmenin yanı sıra sağlık politikalarının oluşturulmasında dikkate alınması gereken önemli bir konu olacaktır. Bu noktada DSÖ'nün önerdiği gibi sağlığın sosyal, kültürel ve ekonomik yönleriyle beraber çok boyutlu analizler ortaya koyulacak olan politikalara ışık tutabilecektir.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Declaration of Interests:** The authors declare that there are no competing interests.

## Kaynaklar

- Ada, M., Altunay, F., Civelek, M., Kaplan, S., & Koç, D. [2023]. *Kümeleme Analizi*. Başkent Üniversitesi Sempozyumu. Erişim Tarihi: 22.10.2022. Erişim: <http://tip.baskent.edu.tr/kw/upload/464/dosyalar/cg/sempozyum/ogrsmpzsnm13/13.P9.pdf>.
- Akarsu, H., Ayan, B., Çakmak, E., Doğan, B., Boz Eravcı, D., Karaman, E., & Koçak, D. [2013]. *Meslek Hastalıkları*. ÇSGB ÇASGEM, Ankara: Özyurt Matbacılık.
- Ball, G. H. (1970). *Classification Analysis*. Menlo Park, California: Stanford Research Institute.
- Bourdieu, P. (1986). The Forms of Capital. İçinde: J. Richardson (Ed.), *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education*, New York: Macmillan.
- Çakmak, Z., Uzgören, N., & Keçek, G. [2015]. Kümeleme Analizi Tek-

nikleri ile İllerin Kültürel Yapılarına Göre Sınıflandırılması ve Değişimleri- nin İncelenmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*.

Çelik, H. C., Satıcı, Ö., & Çelik, M. Y. (2005). Sağlık Personellerinde Kronik Sigara İçme Alışkanlığı Olanların Tutumlarına İlişkin Değişkenlerin Kümeleme Analizi [Cluster Analyses]. *Dicle Tıp Dergisi*, 32 (1), 20-25

Dahlgren, G., & Whitehead, M. (1991). *What can be done about inequalities in health?* Lancet. 1991 Oct 26;338(8774):1059-63. [Crossref]

Engel, G. L. (1977). The Need for a New Medical Model: A Challenge for Biomedicine. *Science*, 196(4286), 129-136. [Crossref]

Everitt, B. S., Landau, S., & Leese, M. (2001). *Cluster Analysis*. 4. ed., Arnold, London.

Hair, Jr. F. J., Anderson, E. R., Tatham, L. R., & Black, W. (1998). *Multi-variate Data Analysis with Readings*, 5. ed., Prentice-Hall, USA.

Huber, M. (2009). Invitational Conference Is Health a State or an Ability. Towards a dynamic concept of health? *Report of the meeting*.

Huber, M., Knottnerus, J. A., Green, L., Van Der Horst, H., Jadad, A. R., Kromhout, D., ... & Smid, H. (2011). How Should We Define Health?, *BMJ*, 343. [Crossref]

İnsan Hakları Evrensel Bildirgesi. (2022). Erişim Tarihi: 22.10.2022. Erişim Adresi: <https://www.hsk.gov.tr/Eklentiler/Dosyalar/9a3bfe74-cd-c4-4ae4-b876-8cb1d7eeae05.pdf>.

Oleribe O. O., Ukwedeh O., Burstow N. J., Gomaa A. I., Sonderup M. W., Cook N., ..., & Taylor-Robinson S. D. (2018). Health: Redefined. *Pan Afr Med J*. 30:292. [Crossref]

Ritchie H., Spooner F., & Roser, M. (2019). *Causes of Death*. Erişim Tarihi: 22.10.2022. <https://ourworldindata.org/causes-of-death>.

Roser, M., Ritchie H., & Fiona Spooner (2021). *Burden of Disease*. Erişim Tarihi: 18.01.2023. Erişim Adresi: <https://ourworldindata.org/burden-of-disease>.

Ståhl, T., Rütten, A., Nutbeam, D., Bauman, A., Kannas, L., Abel, T., ... & van der Zee, J. (2001). The Importance of the Social Environment for Physically Active Lifestyle – Results from an International Study. *Social Science and Medicine*, 52(1):1-10. [Crossref]

Stokes J., Noren J., & Shindell S. (1982). Definition of Terms and Concepts Applicable to Clinical Preventive Medicine. *Journal of Community Health*. 8(1): 33-41. [Crossref]

World Health Organization. (2005). *Sağlık Etki Değerlendirmesi Şehirler için Araç Kitleri Belge 3. Sağlık Etki Değerlendirmesinin Karar Alma Konusunda Nasıl Destek Sağlayabileceği Hakkında Broşür*. Erişim Tarihi: 07.03.2024 Erişim Adresi: <https://www.sk.gov.tr/wp-content/uploads/2010/07/sed3.pdf>

World Health Organization. (2022a). *Constitution of the World Health Organization*. Erişim Tarihi: 22.10.2022. Erişim Adresi: [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/publications/basic-documents-constitution-of-who179f0d3d-a613-4760-8801-811dfce250af.pdf?sfvrsn=e8fb384f\\_1&download=true](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/publications/basic-documents-constitution-of-who179f0d3d-a613-4760-8801-811dfce250af.pdf?sfvrsn=e8fb384f_1&download=true).

World Health Organization. (2022b). *Key Facts, Noncommunicable Diseases*. Erişim Tarihi: 18.01.2023 Erişim Adresi: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>.

Yeung, A. B. (2004). An Intricate Triangle – Religiosity, Volunteering, and Social Capital: The European Perspective, the Case of Finland. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly*, 33(3): 401-422. [Crossref]

# **BÖLÜM 4**

## **SAĞLIK VE REFAH: DAHA İYİ YAŞAM ENDEKSİ UYGULAMASI**

İbrahim GÜN

# Sağlık ve Refah: Daha İyi Yaşam Endeksi Uygulaması

## Health and Well-being: Better Life Index Application

### BÖLÜM HAKKINDA

Daha iyi yaşam endeksi genel sağlık durumunu bütüncül bir bakış açısı ile değerlendiren ve OECD tarafından geliştirilmiş bir uygulamadır. Bu bütüncül yaklaşımca sadece fiziksel sağlık değerlendirmesi değil, aynı zamanda zihinsel ve duygusal refah da değerlendirilmektedir. Bu çalışmada OECD'nin daha iyi yaşam endeksinde kullanmış olduğu 24 değişkenden 10 tanesi seçilerek, OECD ülkelerinin daha iyi yaşam endeksine göre refah düzeylerinin tespit edilmesi ve göreceli olarak sıralanması amaçlanmıştır. Araştırmada çok kriterli karar verme tekniklerinden biri olan TOPSIS yöntemi kullanılmış olup, her bir kriterin önem derecesi (ağırlığı) eşit olarak alınmıştır (0,10). Elde edilen bulgulara göre en iyi yaşam endeksine sahip olan ülkelerin 0,944 ile Norveç, 0,933 ile İsveç, 0,919 ile Kanada olduğu tespit edilmiştir. Daha iyi yaşam endeksi değeri en düşük olan ülkeler ile sırası ile Meksika (0,402), Yunanistan (0,571) ve Kosta Rika (0,573) olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Daha iyi yaşam endeksi, TOPSIS, çok kriterli karar verme

### ABOUT the CHAPTER

The Better Life Index is a comprehensive health assessment application developed by the OECD. This holistic approach evaluates not only physical health but also mental and emotional well-being. This research aims to provide a relative ranking of countries based on their well-being levels according to the selected criteria from the Better Life Index developed by the World Health Organization. In this study, 10 out of the 24 variables used in the OECD's Better Life Index were selected to determine and rank the well-being levels of OECD countries according to the Better Life Index. The TOPSIS method, a multi-criteria decision-making technique, was employed in the research, with each criterion given equal weight (0.10). According to the findings, the countries with the highest Better Life Index are Norway with 0.944, Sweden with 0.933, and Canada with 0.919. On the other hand, the countries with the lowest Better Life Index values are Mexico (0.402), Greece (0.571), and Costa Rica (0.573), respectively.

**Keywords:** Better Life Index, TOPSIS, Multi-criteria decision-making

Sağlık hizmetleri bir ülkenin refahında önemli paya sahip olan bir bileşendir. Sağlanmış olduğu dışsallık ile birçok alanda refahın artmasına katkı sağlayabilmektedir. Bu bölümde OECD tarafından hazırlanan Daha İyi Yaşam Endeksi (BLI) değişkenleri çerçevesinde, OECD ülkelerinin BLI'ya göre sıralaması gerçekleştirilecektir. Yapılacak olan sıralamada çok kriterli karar verme tekniklerinden TOPSIS kullanılacak olup, Excel programı aracılığı ile çözümleme yapılacaktır. TOPSIS karar verme sürecinde kullanılan ve doğru kararlar verebilmeyi kolaylaştıran çok kriterli karar verme tekniklerinden (ÇKKV) biridir. Uygulama adımları tek tek gösterilecek olup, gösterilen uygulama ile öğrenciler, araştırmalar, ilgili çalışan ve yöneticiler karşılaştıkları karar verme problemlerinde bu yöntemi uygulayarak, daha doğru kararlar verebileceklerdir.

## Sağlık ve Refah Kavramlarına Genel Bakış

Dünya Sağlık Örgütü sağlıklı, "Sadece hastalıkların ve rahatsızlıkların olmayışı değil, bir bütün olarak fiziksel, ruhsal ve sosyal açıdan iyi olma hali" olarak ifade etmektedir (WHO, 1946). Yapılan tanımdan da anlaşılacağı üzere sağlık çok boyutlu bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çok boyut olma durumu sağlık kavramını sıklıkla refah ile beraber olma, refah ölçümlerinde kullanılan bir parametre olarak değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Daha önceki bölümlerde sağlık kavramına yeterince yer verildiği düşünüldüğünden dolayı bu bölümde daha çok refah kavramı üzerinde durulacaktır.



İbrahim Gün

Batman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,  
Sağlık Yönetimi Bölümü, Batman, Türkiye  
E-posta: ibrahimgun1@gmail.com  
ibrahim.gun@batman.edu.tr

**Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as:**  
Gün, İ. (2024). Sağlık ve refah: daha iyi yaşam endeksi uygulaması. C. Boz & F. Yılmaz (Ed.), *Sağlık yönetiminde kantitatif teknikler ve makine öğrenmesi* içinde (s. 27-39). İstanbul: İÜC Yayınevi.



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Refah ve ilerlemenin nasıl ölçüleceği, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD)'nin on yılı aşkın bir süredir ele aldığı bir sorudur. OECD, sosyal göstergeler ve yaşam kalitesi üzerine uzun bir çalışma geleneğine dayanarak, "İstatistik, Bilgi ve Politika" üzerine çeşitli Dünya Forumları düzenledi ve Stiglitz-Sen-Fitoussi komisyonunun yarattığı ivmeye dayanarak, 2011'de Daha İyi'yi başlattı. Düzenli olarak güncellenen bir refah göstergeleri seti ve etkili-leşimli web uygulaması ile Daha İyi Yaşam Endeksi (BLI) hayatımıza girmiş oldu (Balestra ve ark., 2018). Stiglitz ve ark. [2009] refahı "maddi yaşam standartları (gelir, tüketim ve zenginlik), sağlık, eğitim, iş dahil kişisel faaliyetler, siyasi ses ve yönetim, sosyal bağlantılar ve ilişkiler, çevre hem ekonomik hem de fiziksel nitelikteki güvensizlik boyutlarını kapsayan çok boyutlu bir kavram" olarak tanımlamıştır (Aydan ve ark., 2022).

Kişi başına düşen GSYİH, uzun süredir refahın bir ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, artık GSYİH verilerinin, insanların yaşamlarını etkileyen bir dizi faktör hakkında kısmi bir bakış açısı sağladığı yaygın olarak kabul edilmektedir. Bir refah ölçüsü olarak kişi başına düşen gelirin eksikliği konusundaki fikir birliği, alternatif refah ölçütleri arayışına yol açmıştır. Son yirmi yılda yapılan araştırmalar, onlar hakkındaki anlayışımızı önemli ölçüde geliştirmiştir (Mizobuchi, 2014).

Kişisel bakış açısı ile refah ve sağlık, yaşla yakından bağlantılıdır. Kişisel bakış açısı ile refah üç açıdan değerlendirilebilir. Bunlar; değerlendirici refah (ya da yaşam tatmini), hedonik refah (mutluluk, üzüntü, öfke, stres ve acı duyguları) ve ödemonik refah (yaşamda amaç ve anlam duygusu)'tır. İnsanların öznel refahlarına ilişkin kendi bildirimleri, kamu politikası ve ekonomide yoğun tartışmaların odak noktası haline geliyor ve nüfusun refahının iyileştirilmesi, önemli bir toplumsal özlem olarak ortaya çıkmıştır (Stephoe ve ark., 2015).

İnsanların refahı söz konusu olduğunda en önemli olan nedir? Sorusundan hareketle OECD'nin Daha İyi Yaşam Girişimi, refah için gerekli olan 11 temel boyutu kullanarak insanların yaşamlarının geniş bir resmini çizerek bu soruyu yanıtlamayı amaçlamaktadır. Bunlar, gelir ve işler, sağlık, eğitim ve yerel çevre gibi geleneksel önlemlerden kişisel güvenlik ve yaşamdan genel memnuniyete kadar uzanmaktadır (OECD, 2013).

Mayıs 2011'de, OECD "Daha İyi Yaşam Endeksi" (BLI) adlı yeni bir refah endeksi önerdi. Ekonomik ve sosyal alanlarda çok kriterli değerlendirmeye yönelik bir araştırma geleneğini izleyen bu endeks, ülkeleri yalnızca küresel servet miktarını değil, aynı zamanda refah göstergelerini de dikkate almaktadır (Kasparian & Rolland, 2012).

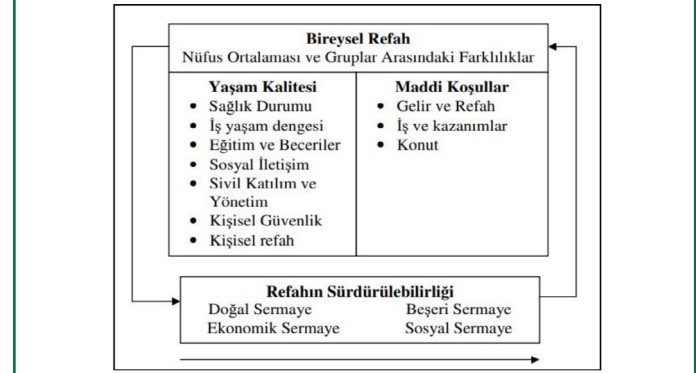
OECD, refahın alternatif bir ölçüsünü arayan araştırmalara aktif olarak öncülük etmiştir. OECD'nin 50. yıldönümü münasebetiyle "Daha iyi bir yaşam için daha iyi politikalar" temasıyla düzenlenen daha iyi yaşam girişimini başlatmıştır. Buna göre refah ölçümü için gerekli olan 11 ana boyut ortaya konulmuştur (Mizobuchi, 2014).

Uzun yıllardır insanların refahına ve toplumsal ilerlemeye odaklanan OECD, yalnızca ekonomik sistemin işleyişine değil, aynı zamanda insanların ve hane halklarının çeşitli deneyimlerine ve yaşam koşullarına da bakmaktadır. Refah ve ilerlemenin ölçülmesi, OECD'nin çeşitli araştırma akışları ve devam eden çalışmalar aracılığıyla Daha İyi Yaşam Girişimi'nin bir parçası olarak takip et-

tiği temel bir önceliktir. OECD, daha iyi refah ölçümleri geliştirmek amacıyla iddialı bir gündem izliyor ve aynı zamanda mevcut refah ölçümleri ile politika müdahalesi arasındaki boşluğu doldurmak için analizler sağlıyor (OECD, 2022b).

**Şekil 1**

*Daha İyi Yaşam Endeksi Kavramsal Çerçevesi*



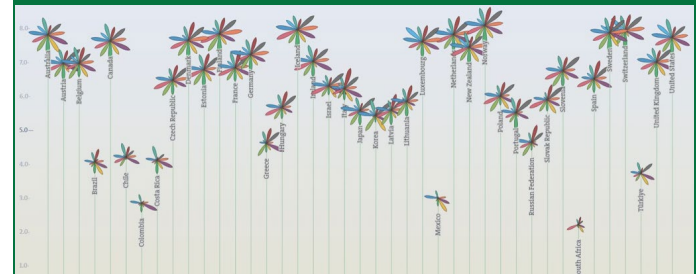
*Açıklama notu.* Akar, S., 2014, Türkiye'de Daha İyi Yaşam Endeksi: OECD Ülkeleri ile Karşılaştırma. Journal of Life Economics, 1(1), 1-12 kaynağından alınmıştır.

Şekil 1'de sunulan BLI kavramsal çerçeveye göre bireysel refah ve sürdürülebilir refah birbirinden ayrılmıştır. Bireysel refah; maddi yaşam koşulları ve yaşam kalitesinden oluşmaktadır ve bunlardan elde edilen çıktılar ile ölçülmektedir. Gelecekteki refah, doğal, ekonomik, beşeri ve sosyal sermayeden oluşmaktadır ve bu sermayelerin bugünkü faaliyetlerden önemli ölçüde etkilenmektedir. Bu faktörler, sürdürülebilir bir geleceğin temel taşlarını oluşturarak, yaşam kalitesini ve toplumların genel refahını belirlemede kritik rol oynamaktadır. (Akar, 2014). İşte bu noktada sağlık yaşam kalitesinin ölçülmesinde önemli bir etkiye sahiptir.

BLI web sitesinde her ülke, 11 yaprağı 11 refah boyutunu temsil eden bir çiçekle temsil edilmektedir. Her taç yaprağın uzunluğu, ülkenin ilgili boyuttaki başarısıyla orantılıdır, taç yaprağının genişliği ise kullanıcı tarafından boyuta atanan ağırlıkla artar. Çiçeğin gövdesi, ülkenin başarıları ve kullanıcı tarafından atanan karşılık gelen ağırlıkların birleşiminin bir sonucu olarak artar veya azalır (Balestra ve ark., 2018). Şekil 2'de ülkelerin BLI'ya göre görünüm-leri sunulmaktadır.

**Şekil 2**

*OECD Daha İyi Yaşam Endeksi Ülke Görünümleri*



*Açıklama notu.* OECD, 2022c, OECD Better Life Index. Erişim Tarihi: 30.11.2022 <https://www.oecdbetterlifeindex.org/#/111111111111>. kaynağından alınmıştır.

## 1. Sağlık ve Refah Arasındaki İlişki

Sağlık hizmetlerinin evrensel ve hakkaniyete uygun olarak sunulabilmesi için kamu desteği ve müdahalesinin olması gerekmektedir. Devlet müdahalelerinden yoksun bir sağlık sisteminde bireylerin gelirleri sağlık durumları üzerinde etkili olacaktır. Daha düşük gelire sahip olan bireyle ihtiyaç duydukları kadar sağlık hizmetlerinden faydalanamayacak ve o ülkenin modern refah devleti olmasının önüne geçecektir. Devletin daha iyi yaşam ve çalışma şartlarını sağlamaya yönelik müdahalesi, sosyal demokrasi veya refah devletinin bir yansıması olarak değerlendirilebilir. Bu bağlamda, hükümetler, birey ve toplum sağlığını toplumsal ve hayati bir kazanım olarak kabul ederek çeşitli önlemler alır (Koçak, 2009).

Sağlık hizmetleri toplumsal refahın gelişmesinde önemli bir girdi oluşturmaktadır. Bu nedenle sağlık, bir ülkenin veya bölgenin yaşam standartlarını belirlemede önemli bir bileşendir. Halk sağlığındaki gelişmeler, toplumsal getiriler sağlayarak bireyler ve toplumlar üzerinde olumlu etki yaratmaktadır. Öte yandan, aynı zamanda beşerî sermayenin de önemli bir parçasıdır. Sağlıklı insan sermayesi, ekonomik faaliyetlere daha iyi katılım, artan üretkenlik ve sonuç olarak daha iyi yaşam standartları sağlar. Bu nedenle sağlık hizmetlerinin sunduğu dışsallık, gelir, yoksulluk, refah ve eşitsizlik konuları ile yakından ilişkilidir (Aydan ve ark., 2022).

BLI ile incelenen göstergeler, çevresel eşitlik ve sağlık durumu gibi temel boyutlar da dahil olmak üzere refahın daha fazla boyutunu dahil ederek ülkelerin performansını karşılaştırır. Böylece, daha önce veri zarflama analizi (VZA) gibi tekniklerle ihmal edilen boyutlarda daha yüksek refah gösteren ülkeler daha yüksek puanlar elde edebilmektedir (Mizobuchi, 2014).

İnsanların refah konusundaki tercihlerini ortaya çıkaran son çalışmaların çoğu, sağlık ve mutluluk gibi bazı boyutların diğerlerinden daha önemli olduğunu bulma eğilimindedir. Örneğin, Alder ve Dolan (2008), "Farklı Hayatlar" yaklaşımıyla tanımladıkları şeyle, Londra (Birleşik Krallık) ve Philadelphia'da (ABD) 72 öğrenci üzerinde keşfedici bir çalışma yürüttüler ve onlardan tanımlanan 16 olası hayatı (senaryo) gelir, yaşam beklentisi, sağlık ve mutluluk açısından sıralamalarını istediler. Sağlığın görece ağırlığının en büyük olduğunu ve ardından mutluluğun geldiğini bulmuşlardır (OECD, 2022c).

OECD tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, sağlık, eğitim ve yaşam memnuniyetinin OECD ülkelerindeki bireyler için en önemli konular olduğu ortaya konmuştur. İstatistiklere göre, erkekler genellikle maddi koşullara daha fazla önem verirken, kadınlar genellikle yaşam kalitesine daha fazla değer atfetmektedir. Çevre, barınma, sivil katılım, güvenlik ve sağlık yaşla birlikte daha önemli hale gelirken, yaşam doyumu, eğitim, iş-yaşam dengesi, işler ve gelir özellikle 35 yaşından küçükler için önemlidir (OECD, 2022c). Araştırmadan elde edilen bulgular göstermektedir ki refah üzerinde sağlığın oldukça önemli bir etkisi bulunmaktadır.

Sağlık politikalarının amacı genel olarak değerlendirildiğinde, insanların refahını yükseltmek olduğu söylenebilir. Toplumu oluşturan bireylerin sağlığını geliştirmek, toplum genelinde yaşam kalitesinin yükselmesine katkı sağlayacaktır. Bu artan yaşam kalitesi, doğrudan sağlık sektörünü etkileyecektir. Daha iyi bir yaşama düzeyinin refah devletinin varlığını gösterdiği bir perspektifte, sağlık

harcamalarının artması da kaçınılmaz olacaktır (Kuşun & Rakıcı, 2014).

## 2. Refah Ölçümünün Dünü ve Bugünü

Refah adına beklentilerin karşılanması bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. Literatür incelendiğinde refahın ölçümünde kullanılan yöntemler genel itibarıyla "Faydacı Yaklaşım" ve "Yoksulluk Yaklaşımı" olarak ikiye ayrılmaktadır. Her ne kadar faydacı yaklaşım kolaylıklar sağlasa da sonuç odaklı olması sebebiyle dezavantajlara sahiptir. Diğer yandan yoksulluk yaklaşımı ülkedeki refah düzeyini belirlemede ölçü olarak alınmaktadır (Akar, 2015).

Refah ölçütü olarak 1950'lerde GSYİH büyüme oranı kullanılmıştır. Bu ölçütün tercih edilme nedeni, bir ülkede artan gelir pastasının, ek gelirin zamanla yoksullar arasında dağıtılacağı beklentisidir. 1960'larda ise refah göstergesi olarak kişi başına düşen milli gelir öne çıkmıştır. Birleşmiş Milletler ise yoksulluğa çok boyutlu bir bakış açısı getirmiştir. Genellikle okula kayıt oranı, okur-yazarlık oranı, ortalama yaşam süresi, temiz su ve temel sağlık hizmetlerine erişim gibi parasal olmayan göstergelerle ölçüm yapmıştır.

UNDP, insanî gelişmeyi tanımlarken sağlık, eğitim, yaşam standardı, siyasal özgürlük, insan hakları ve özsaygıyı ön plana çıkarmıştır. Yoksulluk perspektifinde, 2000'li yıllarda geliştirilen iki önemli endeks bulunmaktadır. Bunlar: İnsani Gelişme Endeksi (İGE) ve Global Refah Endeksi (GRE) (Akar, 2015).

İGE, her yıl Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından düzenli olarak yayımlanan bir endekstir ve 1990'dan bu yana insanların yaşam kalitesini zenginleştirmeye odaklanır. Bu endeks, sadece ekonominin zenginliği değil, aynı zamanda insan yaşamının zenginliğini ölçmeye yöneliktir. İGE, sağlık, eğitim ve gelir boyutlarını içeren insan gelişmişliğini ele alarak detaylı bir inceleme sunar (Şener ve Koltan Yılmaz, 2021).

Osberg ve Sharpe, 2002 yılında, 1980-1999 dönemi içinde bazı OECD ülkeleri için ekonomik refah seviyesi indeksi oluşturarak refahın büyümesinin kişi başına GSYİH'daki büyümeden daha düşük seviyede olduğunu (farklı ülkelerde farklı düzeylerde) ortaya koymuştur (Türe, 2019).

Cloninger'ın (2004) perspektifinde, mutlu bir yaşam için biyolojik, psikolojik, sosyal ve manevi süreçlerin uyum içinde olması gerektiğine vurgu yapılırken, geçmiş çalışmalarda bu süreçlerin genellikle birbirinden ayrı ele alındığı belirtilmektedir. Son yıllarda gerçekleştirilen pek çok çalışma incelendiğinde, refah seviyesini ölçme konusunda etkili olan göstergelerin bir arada değerlendirildiği gözlenmektedir. Bu çalışmalardan birinde, refah düzeyini ölçmek için kullanılan mevcut göstergelerin geliştirilmesi ve yeni göstergelerin önerilmesi amacıyla istatistiksel bir çerçeve oluşturularak, OECD refah düzeyi (well-being) ve OECD daha iyi yaşam (Better Life Initiative) göstergelerine yönelik kapsamlı bir değerlendirme sunulmuştur (Türe, 2019).

Refah ölçümü başlarda sadece GSYİH ile ölçülerek tespit edilme-ye çalışılmış ancak zamanla bu yöntemin yetersiz kaldığı birçok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir. Tablo 1'de son zamanlarda gerçekleştirilen refah ölçümü çalışmalarından bazılarının ve kullanılan istatistiksel yöntemlere yer verilmiştir. Bu çalışmada da TOPSIS yöntemi kullanılarak ülkelerin refah düzeyleri tespit edilmiştir.

**Tablo 1***Refah Ölçümünde Kullanılan Teknikler*

| Yazarlar                             | Kullanılan Teknikler               |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| Ivaldi ve ark. (2016)                | Faktör Analizi                     |
| Peiro-Palomino ve PicazoTadeo (2018) | VZA ve hiyerarşik kümeleme analizi |
| Nissi ve Sarra (2018)                | VZA-Shannon Entropy yaklaşımı      |
| Balazentis ve ark. (2011)            | Multimoora                         |
| Türe (2019)                          | Gri İlişkisel Analiz               |
| Pınar (2018)                         | Ortalama toplama yöntemi           |

*Açıklama notu.* Türe, H., 2019, OECD Ülkeleri İçin Refah Ölçümü: Gri İlişkisel Analiz Uygulaması. Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 21(2), 310-327 kaynağından alınmıştır.

## TOPSIS Yöntemi

Yoon ve Hwang (1980) tarafından geliştirilen TOPSIS yöntemi, alternatifler arasında en iyi seçimin yapılmasını ve belirlenen kriterler ve ağırlıklar temelinde karar verme sürecinde sonuca ulaşmayı sağlamaktadır. Bu metodoloji, alternatiflerin pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak mesafelerde olmasını gerektirir. Elde edilen kriterlerin hedefe veya pozitif ideal çözüme en yakın olması, bu yöntemin temel amacıdır (Kendirli ve ark., 2019). TOPSIS matematiksel olarak çok kriterli karar verme (ÇKKV) tekniklerinden birisidir. Temel dayanak noktası aynı anda mümkün olan en iyi değere yakınlık ve en kötü değere uzaklık şeklinde ifade edilebilir. Bu değerlerle belirlenen pozitif ideal (M+) ve negatif ideal (M-) çözümler çözüm uzayındaki hayali birer en iyi ve en kötü noktayı temsil ederler (Değirmenci ve Ayan, 2020).

## Uygulama

ÇKKV tekniklerinden biri olan TOPSIS’de uygulama aşamaları şu şekilde ifade edilebilir (Özdemir, 2015: 135-138):

- Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması
- Adım 2: Normalize Matrisin Elde Edilmesi
- Adım 3: Ağırlıklandırılmış Normalize Matrisin Elde Edilmesi
- Adım 4: İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerlerinin Elde Edilmesi
- Adım 5: İdeal ve İdeal Olmayan Noktalara Olan Uzaklık Değerlerinin Elde Edilmesi

- Adım 6: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması

Uygulama adımlarında kullanılacak olan çözüm ve formüller Özdemir (2015) tarafından önerilen formül ve açıklamalara göre gerçekleştirilmiştir.

## 3. Amaç ve Yöntem

Bu araştırmanın amacı OECD ülkelerinin BLI’ya göre refah düzeylerinin tespit edilmesi ve göreceli olarak sıralanmasıdır. Araştırmada OECD tarafından hazırlanan BLI değişkenleri kullanılmıştır. BLI’de 24 değişken bulunmaktadır. Çözümlerin daha kolay anlaşılabilmesi ve sunulabilmesi için bunlar arasında diğerlerine kıyasla daha önemli olduğu düşünülen 10 değişken seçilmiştir. 38 OECD ülkesinden verileri eksik ya da tam olmayan 10 ülke kapsam dışı bırakılmış ve araştırma 28 ülkenin en son yayımlanmış olan güncel verileri ile gerçekleştirilmiştir. Ülkeler arasındaki kıyaslama Excel programı aracılığı ile çok kriterli karar verme (ÇKKV) tekniklerinden TOPSIS kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

OECD ülkeleri arasında en yüksek yaşam endeksi değerine sahip olan ülkeleri tespit etmek isteyen bir sağlık yöneticisi OECD ülkeleri arasında BLI’ya göre ülkelerin performansını analiz etmek istemektedir. OECD’nin sunmuş olduğu verileri incelemiş ve BLI hesaplanmasında kullanılan değişkenleri listelemiştir. BLI’da kullanılan değişkenleri sayıca oldukça fazla bulan sağlık yöneticisi bazı değişkenlerin işine fazla yaramayacağını düşünerek bir kısmını liste dışı bırakır. Diğer yandan verileri eksik olan ülkeleri de dışarıda bıraktıktan sonra elinde 10 değişken ve 28 ülke ile analizlerini gerçekleştirmek istemektedir. Her bir kriterin ağırlığını eşit olarak değerlendirmek istediğinden dolayı hepsinin ağırlığını eşit bir şekilde 0,1 olarak belirler ve analizlerini aşağıda yer alan adımları takip ederek gerçekleştirir (OECD, 2022a).

## 4. Araştırma Verileri

Araştırma verileri OECD’nin hazırlamış olduğu BLI’dan elde edilmiştir (OECD, 2022a). Araştırmada değişken olarak; Barınma Harcamaları (a), Uzun dönem işsizlik oranı (b), Hava Kirliliği (c), Su Kalitesi (d), Doğumda Beklenen Yaşam Süresi (e), Öz Sağlık Değerlendirmesi (f), Yaşam Tatmini (g), Yalnız Yürürken Güvende Hissetme (h), İntihar Oranı (i) ve İşgörenlerin Uzun Saatler Çalışması (j) kullanılmıştır ve bu veriler Tablo 2’de sunulmuştur. Bu değişkenlerden a,b,c, i,j götürü unsuru iken d,e,g,f,h değişkenleri getiri unsurudur.

**Tablo 2***Araştırmada Kullanılan Veriler*

| Ülkeler   | Barınma                 | İş                            | Çevre                     |                 | Health                            |                               | Yaşam Tatmini     | Güvenlik                             |                   | İş-Yaşam Dengesi                        |
|-----------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------|
|           | Barınma Harcamaları (a) | Uzun dönem işsizlik oranı (b) | Hava Kirliliği (c)        | Su Kalitesi (d) | Doğumda Beklenen Yaşam Süresi (e) | Öz Sağlık Değerlendirmesi (f) | Yaşam Tatmini (g) | Yalnız Yürürken Güvende Hissetme (h) | İntihar Oranı (i) | İşgörenlerin Uzun Saatler Çalışması (j) |
|           | %                       | %                             | Metreküp başına mikrogram | %               | Yıl                               | %                             | Ortalama          | %                                    | Oran              | %                                       |
| Avusturya | 20.8                    | 1.3                           | 12.2                      | 92              | 82                                | 71                            | 7.2               | 86                                   | 0.5               | 5.3                                     |

Tablo 2

Araştırmada Kullanılan Veriler (devamı)

| Ülkeler            | Barınma                 | İş                            | Çevre                     |                 | Health                            |                               | Yaşam Tatmini     | Güvenlik                             |                   | İş-Yaşam Dengesi                        |
|--------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------|
|                    | Barınma Harcamaları (a) | Uzun dönem işsizlik oranı (b) | Hava Kirliliği (c)        | Su Kalitesi (d) | Doğumda Beklenen Yaşam Süresi (e) | Öz Sağlık Değerlendirmesi (f) | Yaşam Tatmini (g) | Yalnız Yürürken Güvende Hissetme (h) | İntihar Oranı (i) | İşgörenlerin Uzun Saatler Çalışması (j) |
|                    | %                       | %                             | Metreküp başına mikrogram | %               | Yıl                               | %                             | Ortalama          | %                                    | Oran              | %                                       |
| Belçika            | 20                      | 2,3                           | 12,8                      | 79              | 82,1                              | 74                            | 6,8               | 56                                   | 1,1               | 4,3                                     |
| Kanada             | 22,9                    | 0,5                           | 7,1                       | 90              | 82,1                              | 89                            | 7                 | 78                                   | 1,2               | 3,3                                     |
| Kosta Rika         | 17                      | 1,5                           | 17,5                      | 87              | 80,5                              | 73                            | 6,3               | 47                                   | 10                | 22                                      |
| Çek Cumhuriyeti    | 23,4                    | 0,6                           | 17                        | 89              | 79,3                              | 62                            | 6,9               | 77                                   | 0,7               | 4,5                                     |
| Danimarka          | 23,3                    | 0,9                           | 10                        | 93              | 81,5                              | 70                            | 7,5               | 85                                   | 0,5               | 1,1                                     |
| Estonya            | 17                      | 1,2                           | 5,9                       | 86              | 78,8                              | 57                            | 6,5               | 79                                   | 1,9               | 2,2                                     |
| Finlandiya         | 23,1                    | 1,2                           | 5,5                       | 97              | 82,1                              | 68                            | 7,9               | 88                                   | 1,2               | 3,6                                     |
| Fransa             | 20,7                    | 2,9                           | 11,4                      | 78              | 82,9                              | 67                            | 6,7               | 74                                   | 0,4               | 7,7                                     |
| Almanya            | 20                      | 1,2                           | 12                        | 91              | 81,4                              | 66                            | 7,3               | 76                                   | 0,4               | 3,9                                     |
| Yunanistan         | 21,8                    | 10,8                          | 14,5                      | 67              | 81,7                              | 79                            | 5,8               | 69                                   | 1                 | 4,5                                     |
| Macaristan         | 19,9                    | 1,2                           | 16,7                      | 81              | 76,4                              | 58                            | 6                 | 74                                   | 0,9               | 1,5                                     |
| İrlanda            | 20,6                    | 1,2                           | 7,8                       | 80              | 82,8                              | 84                            | 7                 | 76                                   | 0,5               | 4,7                                     |
| İtalya             | 22,5                    | 4,8                           | 15,9                      | 77              | 83,6                              | 73                            | 6,5               | 73                                   | 0,5               | 3,3                                     |
| Letonya            | 20,8                    | 2,2                           | 12,7                      | 83              | 75,5                              | 47                            | 6,2               | 72                                   | 3,7               | 1,6                                     |
| Litvanya           | 18,4                    | 2,5                           | 10,5                      | 83              | 76,4                              | 46                            | 6,4               | 62                                   | 2,5               | 1                                       |
| Lüksemburg         | 20,7                    | 1,7                           | 10                        | 85              | 82,7                              | 72                            | 7,4               | 87                                   | 0,2               | 2,8                                     |
| Meksika            | 17,8                    | 0,1                           | 20,3                      | 75              | 75,1                              | 66                            | 6                 | 42                                   | 26,8              | 27                                      |
| Hollanda           | 19,6                    | 0,9                           | 12,2                      | 91              | 82,2                              | 75                            | 7,5               | 83                                   | 0,6               | 0,3                                     |
| Norveç             | 17,7                    | 0,9                           | 6,7                       | 98              | 83                                | 75                            | 7,3               | 93                                   | 0,6               | 1,4                                     |
| Polonya            | 21,2                    | 0,6                           | 22,8                      | 82              | 78                                | 60                            | 6,1               | 71                                   | 0,5               | 4,2                                     |
| Portekiz           | 19,6                    | 2,3                           | 8,3                       | 89              | 81,8                              | 50                            | 5,8               | 83                                   | 0,7               | 5,6                                     |
| Slovak cumhuriyeti | 27,4                    | 3                             | 18,5                      | 81              | 77,8                              | 65                            | 6,5               | 76                                   | 0,8               | 4,2                                     |
| Slovenya           | 18,2                    | 1,9                           | 17                        | 93              | 81,6                              | 67                            | 6,5               | 91                                   | 0,4               | 5,6                                     |
| İsveç              | 20,1                    | 1                             | 5,8                       | 97              | 83,2                              | 76                            | 7,3               | 79                                   | 1,1               | 0,9                                     |
| İsviçre            | 21,4                    | 1,7                           | 10,1                      | 96              | 84                                | 81                            | 7,5               | 86                                   | 0,3               | 0,4                                     |
| Birleşik Krallık   | 23,2                    | 0,9                           | 10,1                      | 82              | 81,3                              | 73                            | 6,8               | 78                                   | 0,2               | 10,8                                    |
| ABD                | 18,3                    | 0,5                           | 7,7                       | 88              | 78,9                              | 88                            | 7                 | 78                                   | 6                 | 10,4                                    |

## 1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

Tablo 2'deki veriler bir Excel sayfasına girilerek karar matrisi oluşturulur ve bundan sonra yapılacak olan tüm işlemler bu veriler üzerinden gerçekleştirilir.

## 2. Adım: Normalize Matrisin Elde Edilmesi

Karar matrisinin oluşturulmasının ardından verilerin birimlerinden arındırılması için normalizasyon işlemleri yapılır ve sonucunda her bir değişken birimlerinden arındırılmış olur Bu aşamada

ilk olarak her bir alternatife ait olan kriter değerlerinin kareleri alınır ve sütunlardaki değerlerin toplamalarının karekökü alınarak son satır elde edilir. Bu aşamada izlenecek formüller şu şekildedir: C40: “=C9\*C9”, C41: “=C10\*C10” ve C42: “=C11\*C11” şeklindedir. C40 ile başlayan işlemler C40:L67 arasındaki her bir hücre için gerçekleştirilir.

C70 hücresindeki değeri elde etmek için her bir sütun değeri toplanarak karekökü alınır. Bu işlem için kullanılan formül C70 için “=KAREKÖK(TOPLA(C40:C67))” C71 için “=KAREKÖK(TOPLA(D40:D67))” ve C72 için “=KAREKÖK(TOPLA(E40:E67))” şeklindedir.

Aynı işlemler L70 hücresine kadar devam ettirilir.

Normalize edilmiş matrisi elde etmek için son aşamada Tablo 3'teki hücrede yer alan her bir değer ilgili sütunda elde edilen karakökö alınmış değere bölünür ve işlem tamamlanır. Bu değerleri elde etmek için kullanılması gereken formül: C74 için "=C9/

C\$70", C75 için "=C10/C\$70", C76 için "=C11/C\$70"tir. D sütunu için "=D9/D\$70" formülü kullanılarak aşağıya doğru formül sürüklenerek normalizasyon işlemine devam edilebilir. Diğer sütunlar için de aynı işlem tekrar edilir ve normalize edilmiş matris elde edilir. Araştırma kapsamında elde edilen normalize matris Tablo 4'te sunulmuştur.

**Tablo 3**

*Normalizasyon İşlemi*

| B                  | C       | D       | E       | F        | G        | H        | I      | J        | K       | L       |
|--------------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|--------|----------|---------|---------|
| Ağırlık            | 0,1     | 0,1     | 0,1     | 0,1      | 0,1      | 0,1      | 0,1    | 0,1      | 0,1     | 0,1     |
|                    | a       | b       | c       | d        | e        | f        | g      | h        | i       | j       |
| Avusturya          | 432,640 | 1,690   | 148,840 | 8464,000 | 6724,000 | 5041,000 | 51,840 | 7396,000 | 0,250   | 28,090  |
| Belçika            | 400,000 | 5,290   | 163,840 | 6241,000 | 6740,410 | 5476,000 | 46,240 | 3136,000 | 1,210   | 18,490  |
| Kanada             | 524,410 | 0,250   | 50,410  | 8100,000 | 6740,410 | 7921,000 | 49,000 | 6084,000 | 1,440   | 10,890  |
| Kosta Rika         | 289,000 | 2,250   | 306,250 | 7569,000 | 6480,250 | 5329,000 | 39,690 | 2209,000 | 100,000 | 484,000 |
| Çek Cumhuriyeti    | 547,560 | 0,360   | 289,000 | 7921,000 | 6288,490 | 3844,000 | 47,610 | 5929,000 | 0,490   | 20,250  |
| Danimarka          | 542,890 | 0,810   | 100,000 | 8649,000 | 6642,250 | 4900,000 | 56,250 | 7225,000 | 0,250   | 1,210   |
| Estonya            | 289,000 | 1,440   | 34,810  | 7396,000 | 6209,440 | 3249,000 | 42,250 | 6241,000 | 3,610   | 4,840   |
| Finlandiya         | 533,610 | 1,440   | 30,250  | 9409,000 | 6740,410 | 4624,000 | 62,410 | 7744,000 | 1,440   | 12,960  |
| Fransa             | 428,490 | 8,410   | 129,960 | 6084,000 | 6872,410 | 4489,000 | 44,890 | 5476,000 | 0,160   | 59,290  |
| Almanya            | 400,000 | 1,440   | 144,000 | 8281,000 | 6625,960 | 4356,000 | 53,290 | 5776,000 | 0,160   | 15,210  |
| Yunanistan         | 475,240 | 116,640 | 210,250 | 4489,000 | 6674,890 | 6241,000 | 33,640 | 4761,000 | 1,000   | 20,250  |
| Macaristan         | 396,010 | 1,440   | 278,890 | 6561,000 | 5836,960 | 3364,000 | 36,000 | 5476,000 | 0,810   | 2,250   |
| İrlanda            | 424,360 | 1,440   | 60,840  | 6400,000 | 6855,840 | 7056,000 | 49,000 | 5776,000 | 0,250   | 22,090  |
| İtalya             | 506,250 | 23,040  | 252,810 | 5929,000 | 6988,960 | 5329,000 | 42,250 | 5329,000 | 0,250   | 10,890  |
| Letonya            | 432,640 | 4,840   | 161,290 | 6889,000 | 5700,250 | 2209,000 | 38,440 | 5184,000 | 13,690  | 2,560   |
| Litvanya           | 338,560 | 6,250   | 110,250 | 6889,000 | 5836,960 | 2116,000 | 40,960 | 3844,000 | 6,250   | 1,000   |
| Lüksemburg         | 428,490 | 2,890   | 100,000 | 7225,000 | 6839,290 | 5184,000 | 54,760 | 7569,000 | 0,040   | 7,840   |
| Meksika            | 316,840 | 0,010   | 412,090 | 5625,000 | 5640,010 | 4356,000 | 36,000 | 1764,000 | 718,240 | 729,000 |
| Hollanda           | 384,160 | 0,810   | 148,840 | 8281,000 | 6756,840 | 5625,000 | 56,250 | 6889,000 | 0,360   | 0,090   |
| Norveç             | 313,290 | 0,810   | 44,890  | 9604,000 | 6889,000 | 5625,000 | 53,290 | 8649,000 | 0,360   | 1,960   |
| Polonya            | 449,440 | 0,360   | 519,840 | 6724,000 | 6084,000 | 3600,000 | 37,210 | 5041,000 | 0,250   | 17,640  |
| Portekiz           | 384,160 | 5,290   | 68,890  | 7921,000 | 6691,240 | 2500,000 | 33,640 | 6889,000 | 0,490   | 31,360  |
| Slovak cumhuriyeti | 750,760 | 9,000   | 342,250 | 6561,000 | 6052,840 | 4225,000 | 42,250 | 5776,000 | 0,640   | 17,640  |
| Slovenya           | 331,240 | 3,610   | 289,000 | 8649,000 | 6658,560 | 4489,000 | 42,250 | 8281,000 | 0,160   | 31,360  |
| İsveç              | 404,010 | 1,000   | 33,640  | 9409,000 | 6922,240 | 5776,000 | 53,290 | 6241,000 | 1,210   | 0,810   |
| İsviçre            | 457,960 | 2,890   | 102,010 | 9216,000 | 7056,000 | 6561,000 | 56,250 | 7396,000 | 0,090   | 0,160   |
| Birleşik Krallık   | 538,240 | 0,810   | 102,010 | 6724,000 | 6609,690 | 5329,000 | 46,240 | 6084,000 | 0,040   | 116,640 |
| ABD                | 334,890 | 0,250   | 59,290  | 7744,000 | 6225,210 | 7744,000 | 49,000 | 6084,000 | 36,000  | 108,160 |
|                    | 109,791 | 14,309  | 68,516  | 457,115  | 427,063  | 369,538  | 35,975 | 405,276  | 29,818  | 42,154  |

**Tablo 4**  
Normalize Matris

| B                  | C     | D     | E     | F     | G     | H     | I     | J     | K     | L     |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Ağırlık</b>     | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  |
| Avusturya          | 0,189 | 0,091 | 0,178 | 0,201 | 0,192 | 0,192 | 0,200 | 0,212 | 0,017 | 0,126 |
| Belçika            | 0,182 | 0,161 | 0,187 | 0,173 | 0,192 | 0,200 | 0,189 | 0,138 | 0,037 | 0,102 |
| Kanada             | 0,209 | 0,035 | 0,104 | 0,197 | 0,192 | 0,241 | 0,195 | 0,192 | 0,040 | 0,078 |
| Kosta Rika         | 0,155 | 0,105 | 0,255 | 0,190 | 0,188 | 0,198 | 0,175 | 0,116 | 0,335 | 0,522 |
| Çek Cumhuriyeti    | 0,213 | 0,042 | 0,248 | 0,195 | 0,186 | 0,168 | 0,192 | 0,190 | 0,023 | 0,107 |
| Danimarka          | 0,212 | 0,063 | 0,146 | 0,203 | 0,191 | 0,189 | 0,208 | 0,210 | 0,017 | 0,026 |
| Estonya            | 0,155 | 0,084 | 0,086 | 0,188 | 0,185 | 0,154 | 0,181 | 0,195 | 0,064 | 0,052 |
| Finlandiya         | 0,210 | 0,084 | 0,080 | 0,212 | 0,192 | 0,184 | 0,220 | 0,217 | 0,040 | 0,085 |
| Fransa             | 0,189 | 0,203 | 0,166 | 0,171 | 0,194 | 0,181 | 0,186 | 0,183 | 0,013 | 0,183 |
| Almanya            | 0,182 | 0,084 | 0,175 | 0,199 | 0,191 | 0,179 | 0,203 | 0,188 | 0,013 | 0,093 |
| Yunanistan         | 0,199 | 0,755 | 0,212 | 0,147 | 0,191 | 0,214 | 0,161 | 0,170 | 0,034 | 0,107 |
| Macaristan         | 0,181 | 0,084 | 0,244 | 0,177 | 0,179 | 0,157 | 0,167 | 0,183 | 0,030 | 0,036 |
| İrlanda            | 0,188 | 0,084 | 0,114 | 0,175 | 0,194 | 0,227 | 0,195 | 0,188 | 0,017 | 0,111 |
| İtalya             | 0,205 | 0,335 | 0,232 | 0,168 | 0,196 | 0,198 | 0,181 | 0,180 | 0,017 | 0,078 |
| Letonya            | 0,189 | 0,154 | 0,185 | 0,182 | 0,177 | 0,127 | 0,172 | 0,178 | 0,124 | 0,038 |
| Litvanya           | 0,168 | 0,175 | 0,153 | 0,182 | 0,179 | 0,124 | 0,178 | 0,153 | 0,084 | 0,024 |
| Lüksemburg         | 0,189 | 0,119 | 0,146 | 0,186 | 0,194 | 0,195 | 0,206 | 0,215 | 0,007 | 0,066 |
| Meksika            | 0,162 | 0,007 | 0,296 | 0,164 | 0,176 | 0,179 | 0,167 | 0,104 | 0,899 | 0,641 |
| Hollanda           | 0,179 | 0,063 | 0,178 | 0,199 | 0,192 | 0,203 | 0,208 | 0,205 | 0,020 | 0,007 |
| Norveç             | 0,161 | 0,063 | 0,098 | 0,214 | 0,194 | 0,203 | 0,203 | 0,229 | 0,020 | 0,033 |
| Polonya            | 0,193 | 0,042 | 0,333 | 0,179 | 0,183 | 0,162 | 0,170 | 0,175 | 0,017 | 0,100 |
| Portekiz           | 0,179 | 0,161 | 0,121 | 0,195 | 0,192 | 0,135 | 0,161 | 0,205 | 0,023 | 0,133 |
| Slovak cumhuriyeti | 0,250 | 0,210 | 0,270 | 0,177 | 0,182 | 0,176 | 0,181 | 0,188 | 0,027 | 0,100 |
| Slovenya           | 0,166 | 0,133 | 0,248 | 0,203 | 0,191 | 0,181 | 0,181 | 0,225 | 0,013 | 0,133 |
| İsveç              | 0,183 | 0,070 | 0,085 | 0,212 | 0,195 | 0,206 | 0,203 | 0,195 | 0,037 | 0,021 |
| İsviçre            | 0,195 | 0,119 | 0,147 | 0,210 | 0,197 | 0,219 | 0,208 | 0,212 | 0,010 | 0,009 |
| Birleşik Krallık   | 0,211 | 0,063 | 0,147 | 0,179 | 0,190 | 0,198 | 0,189 | 0,192 | 0,007 | 0,256 |
| ABD                | 0,167 | 0,035 | 0,112 | 0,193 | 0,185 | 0,238 | 0,195 | 0,192 | 0,201 | 0,247 |

### 3. Adım: Ağırlıklandırılmış Normalize Matrisin Elde Edilmesi

Ağırlıklandırılmış normalize matrisi elde etmek için öncesinde belirlenmiş olan ve Tablo 3'ün C38-L38 hücrelerinde belirtilmiş olan ağırlıklar yine Tablo 4'teki her bir sütunda yer alan değerler-

le çarpılır ve ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilir (Tablo 5). Ağırlıklandırılmış normalize matrisi elde etmek için uygulanan formüller: C104 için " $=C\$73*C74$ ", C105 için " $=C\$73*C75$ ", C106 için " $=C\$73*C76$ " ve D104 için " $=D\$73*D74$ " şeklindedir. Her bir sütunun ilk satırına yazılan formül aşağıya doğru sürüklenerek her bir hücre değeri otomatik olarak elde edilebilir.

**Tablo 5***Ağırlıklandırılmış Normalize Matris*

| B                  | C     | D     | E     | F     | G     | H     | I     | J     | K     | L     |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Ağırlık</b>     | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  |
| Avusturya          | 0,019 | 0,009 | 0,018 | 0,020 | 0,019 | 0,019 | 0,020 | 0,021 | 0,002 | 0,013 |
| Belçika            | 0,018 | 0,016 | 0,019 | 0,017 | 0,019 | 0,020 | 0,019 | 0,014 | 0,004 | 0,010 |
| Kanada             | 0,021 | 0,003 | 0,010 | 0,020 | 0,019 | 0,024 | 0,019 | 0,019 | 0,004 | 0,008 |
| Kosta Rika         | 0,015 | 0,010 | 0,026 | 0,019 | 0,019 | 0,020 | 0,018 | 0,012 | 0,034 | 0,052 |
| Çek Cumhuriyeti    | 0,021 | 0,004 | 0,025 | 0,019 | 0,019 | 0,017 | 0,019 | 0,019 | 0,002 | 0,011 |
| Danimarka          | 0,021 | 0,006 | 0,015 | 0,020 | 0,019 | 0,019 | 0,021 | 0,021 | 0,002 | 0,003 |
| Estonya            | 0,015 | 0,008 | 0,009 | 0,019 | 0,018 | 0,015 | 0,018 | 0,019 | 0,006 | 0,005 |
| Finlandiya         | 0,021 | 0,008 | 0,008 | 0,021 | 0,019 | 0,018 | 0,022 | 0,022 | 0,004 | 0,009 |
| Fransa             | 0,019 | 0,020 | 0,017 | 0,017 | 0,019 | 0,018 | 0,019 | 0,018 | 0,001 | 0,018 |
| Almanya            | 0,018 | 0,008 | 0,018 | 0,020 | 0,019 | 0,018 | 0,020 | 0,019 | 0,001 | 0,009 |
| Yunanistan         | 0,020 | 0,075 | 0,021 | 0,015 | 0,019 | 0,021 | 0,016 | 0,017 | 0,003 | 0,011 |
| Macaristan         | 0,018 | 0,008 | 0,024 | 0,018 | 0,018 | 0,016 | 0,017 | 0,018 | 0,003 | 0,004 |
| İrlanda            | 0,019 | 0,008 | 0,011 | 0,018 | 0,019 | 0,023 | 0,019 | 0,019 | 0,002 | 0,011 |
| İtalya             | 0,020 | 0,034 | 0,023 | 0,017 | 0,020 | 0,020 | 0,018 | 0,018 | 0,002 | 0,008 |
| Letonya            | 0,019 | 0,015 | 0,019 | 0,018 | 0,018 | 0,013 | 0,017 | 0,018 | 0,012 | 0,004 |
| Litvanya           | 0,017 | 0,017 | 0,015 | 0,018 | 0,018 | 0,012 | 0,018 | 0,015 | 0,008 | 0,002 |
| Lüksemburg         | 0,019 | 0,012 | 0,015 | 0,019 | 0,019 | 0,019 | 0,021 | 0,021 | 0,001 | 0,007 |
| Meksika            | 0,016 | 0,001 | 0,030 | 0,016 | 0,018 | 0,018 | 0,017 | 0,010 | 0,090 | 0,064 |
| Hollanda           | 0,018 | 0,006 | 0,018 | 0,020 | 0,019 | 0,020 | 0,021 | 0,020 | 0,002 | 0,001 |
| Norveç             | 0,016 | 0,006 | 0,010 | 0,021 | 0,019 | 0,020 | 0,020 | 0,023 | 0,002 | 0,003 |
| Polonya            | 0,019 | 0,004 | 0,033 | 0,018 | 0,018 | 0,016 | 0,017 | 0,018 | 0,002 | 0,010 |
| Portekiz           | 0,018 | 0,016 | 0,012 | 0,019 | 0,019 | 0,014 | 0,016 | 0,020 | 0,002 | 0,013 |
| Slovak cumhuriyeti | 0,025 | 0,021 | 0,027 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,019 | 0,003 | 0,010 |
| Slovenya           | 0,017 | 0,013 | 0,025 | 0,020 | 0,019 | 0,018 | 0,018 | 0,022 | 0,001 | 0,013 |
| İsveç              | 0,018 | 0,007 | 0,008 | 0,021 | 0,019 | 0,021 | 0,020 | 0,019 | 0,004 | 0,002 |
| İsviçre            | 0,019 | 0,012 | 0,015 | 0,021 | 0,020 | 0,022 | 0,021 | 0,021 | 0,001 | 0,001 |
| Birleşik Krallık   | 0,021 | 0,006 | 0,015 | 0,018 | 0,019 | 0,020 | 0,019 | 0,019 | 0,001 | 0,026 |
| ABD                | 0,017 | 0,003 | 0,011 | 0,019 | 0,018 | 0,024 | 0,019 | 0,019 | 0,020 | 0,025 |

#### 4. Adım: İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerlerinin Elde Edilmesi

Bu aşamada dikkat edilmesi gereken önemli bir husus bulunmaktadır. Barınma Harcamaları (a), Uzun dönem işsizlik oranı (b), Hava Kirliliği (c), İntihar Oranı (i) ve İşgörentlerin Uzun Saatler Çalışması (j) götürü unsuru olarak, Su Kalitesi (d), Doğumda Beklenen Yaşam Süresi (e), Öz Sağlık Değerlendirmesi (f), Yaşam Tat-

mini (g), Yalnız Yürürken Güvende Hissetme (h) değerleri ise getiri unsuru olarak değerlendirilmelidir. İdeal çözüm değerleri hesaplanırken getiri unsurları için sütunda yer alan maksimum değer dikkate alınmalı ancak götürü unsurları için ise maksimum değer dikkate alınmalıdır. Negatif ideal çözüm değerleri için ise; götürü unsurları için maksimum değer, getiri unsurları için de minimum değer dikkate alınmalıdır. Bu değerlendirmelere göre oluşturulan çözüm değerleri Tablo 6 ve Tablo 7'de sunulmaktadır.

**Tablo 6***İdeal Çözüm Değerleri*

| B                     | C     | D     | E     | F     | G     | H     | I     | J     | K     | L     |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| İdeal çözüm değerleri | 0,015 | 0,001 | 0,008 | 0,021 | 0,020 | 0,024 | 0,022 | 0,023 | 0,001 | 0,001 |

C, D, E, K ve L hücrelerindeki değerler götürü unsur oldu-  
ğu için ideal çözüm değerleri için kullanılan formüller: C135  
için “=MİN(C104:C131)” D135 için “=MİN(D104:D131)”, E135  
için “=MİN(E104:E131)” K135 için “=MİN(K104:K131)”, L135

için “=MİN(L104:L131)” şeklindedir. Getiri unsurları için ise kul-  
lanılan formüller: F135 için “=MAK(F104:F131)”, G135 için  
“=MAK(G104:G131)” H135 için “=MAK(H104:H131)” I135 için  
“=MAK(I104:I131)”, J135 için “=MAK(J104:J131)” şeklindedir.

Tablo 7

Negatif İdeal Çözüm Değerleri

| B                                   | C     | D     | E     | F     | G     | H     | I     | J     | K     | L     |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Negatif<br>ideal çözüm<br>değerleri | 0,025 | 0,075 | 0,033 | 0,015 | 0,018 | 0,012 | 0,016 | 0,010 | 0,090 | 0,064 |

Negatif ideal değerler hesaplanırken getiri unsurları için minimum  
değerler, götürü unsurlar için ise maksimum değerler alınarak  
hesaplama yapılmaktadır. C139 götürü değeri “=MAK(C104:C131)”  
formülü ile hesaplanırken, F139 getiri değeri “=MİN(F104:F131)”  
formülü ile hesaplanmıştır. Diğer hücreler de getiri ya da götürü  
olması esasına göre formülize edilmiştir.

müllerden yararlanılır: C144 için “=[C104-C\$135]^2”, D144 için  
“=[D104-D\$135]^2”, E144 için “=[E104-E\$135]^2” formülleri kul-  
lanılmıştır. Diğer sütunlar için de benzer formüller kullanılarak  
ideal uzaklıklar Tablo 8’deki gibi tespit edilmiştir. Tablo 8’de yer  
alan 0,000... şeklinde devam eden değerler mutlak 0 olmayıp, vir-  
gülden sonra bir yerlerde değişkenlik göstermektedir.

## 5. Adım: İdeal ve İdeal Olmayan Noktalara Olan Uzaklık Değerlerinin Elde Edilmesi

İdeal uzaklıkların hesaplanmasındaki amaç ideal uzaklığa en  
yakın olan ve negatif ideal uzaklığa en uzak olan değerlerin bu-  
lunmasıdır. Bu aşamada ideal uzaklıklar hesaplanırken şu for-

Bir sonraki aşamada her bir satırın toplamı M144 için “=TOPLA(-  
C144:L144)” formülü kullanılmış ve formül aşağıya sürüklenerek  
tüm toplamlar elde edilmiştir. Si değerleri ise toplam değerlerin  
kareköküdür. N144 değeri “=KAREKÖK(M144)” formülü ile elde  
edilmiş olup, aşağıya sürüklenerek tüm Si değerleri tespit edil-  
miştir.

Tablo 8

İdeal Uzaklıkların Hesaplanması

| B                     | C       | D       | E       | F       | G       | H       | I       | J       | K       | L       | M       | N       |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         | Toplam  | Si      |
| Avusturya             | 0,00001 | 0,00007 | 0,00010 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00002 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00014 | 0,00035 | 0,01876 |
| Belçika               | 0,00001 | 0,00024 | 0,00011 | 0,00002 | 0,00000 | 0,00002 | 0,00001 | 0,00008 | 0,00001 | 0,00009 | 0,00058 | 0,02415 |
| Kanada                | 0,00003 | 0,00001 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00001 | 0,00001 | 0,00001 | 0,00005 | 0,00013 | 0,01128 |
| Kosta Rika            | 0,00000 | 0,00010 | 0,00031 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00002 | 0,00002 | 0,00013 | 0,00108 | 0,00265 | 0,00431 | 0,06562 |
| Çek<br>Cumhuriyeti    | 0,00003 | 0,00001 | 0,00028 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00005 | 0,00001 | 0,00002 | 0,00000 | 0,00010 | 0,00051 | 0,02262 |
| Danimarka             | 0,00003 | 0,00003 | 0,00004 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00003 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00015 | 0,01204 |
| Estonya               | 0,00000 | 0,00006 | 0,00000 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00007 | 0,00002 | 0,00001 | 0,00003 | 0,00002 | 0,00022 | 0,01492 |
| Finlandiya            | 0,00003 | 0,00006 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00003 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00001 | 0,00006 | 0,00020 | 0,01402 |
| Fransa                | 0,00001 | 0,00038 | 0,00007 | 0,00002 | 0,00000 | 0,00004 | 0,00001 | 0,00002 | 0,00000 | 0,00031 | 0,00086 | 0,02941 |
| Almanya               | 0,00001 | 0,00006 | 0,00009 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00004 | 0,00000 | 0,00002 | 0,00000 | 0,00007 | 0,00029 | 0,01708 |
| Yunanistan            | 0,00002 | 0,00559 | 0,00017 | 0,00005 | 0,00000 | 0,00001 | 0,00003 | 0,00004 | 0,00001 | 0,00010 | 0,00601 | 0,07754 |
| Macaristan            | 0,00001 | 0,00006 | 0,00027 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00007 | 0,00003 | 0,00002 | 0,00001 | 0,00001 | 0,00048 | 0,02200 |
| İrlanda               | 0,00001 | 0,00006 | 0,00001 | 0,00002 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00001 | 0,00002 | 0,00000 | 0,00011 | 0,00023 | 0,01524 |
| İtalya                | 0,00003 | 0,00108 | 0,00023 | 0,00002 | 0,00000 | 0,00002 | 0,00002 | 0,00002 | 0,00000 | 0,00005 | 0,00147 | 0,03828 |
| Letonya               | 0,00001 | 0,00022 | 0,00011 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00013 | 0,00002 | 0,00003 | 0,00014 | 0,00001 | 0,00068 | 0,02604 |
| Litvanya              | 0,00000 | 0,00028 | 0,00005 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00014 | 0,00002 | 0,00006 | 0,00006 | 0,00000 | 0,00062 | 0,02497 |
| Lüksemburg            | 0,00001 | 0,00013 | 0,00004 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00002 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00004 | 0,00025 | 0,01575 |
| Meksika               | 0,00000 | 0,00000 | 0,00047 | 0,00003 | 0,00000 | 0,00004 | 0,00003 | 0,00016 | 0,00796 | 0,00401 | 0,01269 | 0,11266 |
| Hollanda              | 0,00001 | 0,00003 | 0,00010 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00016 | 0,01259 |
| Norveç                | 0,00000 | 0,00003 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00001 | 0,00006 | 0,00778 |
| Polonya               | 0,00001 | 0,00001 | 0,00064 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00006 | 0,00003 | 0,00003 | 0,00000 | 0,00009 | 0,00088 | 0,02969 |
| Portekiz              | 0,00001 | 0,00024 | 0,00002 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00011 | 0,00003 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00016 | 0,00058 | 0,02398 |
| Slovak<br>cumhuriyeti | 0,00009 | 0,00041 | 0,00036 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00004 | 0,00002 | 0,00002 | 0,00000 | 0,00009 | 0,00104 | 0,03226 |

**Tablo 8***İdeal Uzaklıkların Hesaplanması (devamı)*

| B                | C       | D       | E       | F       | G       | H       | I       | J       | K       | L       | M       | N       |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         | Toplam  | Si      |
| Slovenya         | 0,00000 | 0,00016 | 0,00028 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00004 | 0,00002 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00016 | 0,00065 | 0,02553 |
| İsveç            | 0,00001 | 0,00004 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00001 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00009 | 0,00928 |
| İsviçre          | 0,00002 | 0,00013 | 0,00005 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00020 | 0,01398 |
| Birleşik Krallık | 0,00003 | 0,00003 | 0,00005 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00002 | 0,00001 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00062 | 0,00078 | 0,02798 |
| ABD              | 0,00000 | 0,00001 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00001 | 0,00001 | 0,00038 | 0,00057 | 0,00100 | 0,03159 |

Negatif ideal uzaklıklar hesaplanırken yararlanılan formül: C176 için  $=[C104-C\$139]^2$  şeklindedir. D176 hesaplanırken ise;  $=[D104-D\$139]^2$  formülü kullanılmıştır. Formüller her bir sütunda ilgili olan hücrede işlem yaptığı için sütun harfi değişikliği olmaktadır. Her bir satır toplanarak M176'dan başlayan toplam

değerler elde edilmiştir. Kullanılan formül:  $=TOPLA(C176:L176)$  şeklindedir. Si değerleri ise M sütununda yer alan değerlerin kareköküdür. Elde etmek için kullanılan formül N176 için  $=KAREKÖK(M176)$  şeklindedir. Formül aşağıya sürüklenerek tüm Si değerleri Tablo 9'da elde edilmiştir.

**Tablo 9***Negatif İdeal Uzaklıkların Hesaplanması*

| B                  | C       | D       | E       | F       | G       | H       | I       | J       | K       | L       | M       | N       |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                    |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         | Toplam  | Si      |
| Avusturya          | 0,00004 | 0,00441 | 0,00024 | 0,00003 | 0,00000 | 0,00005 | 0,00002 | 0,00012 | 0,00778 | 0,00265 | 0,01532 | 0,12379 |
| Belçika            | 0,00005 | 0,00353 | 0,00021 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00006 | 0,00001 | 0,00001 | 0,00743 | 0,00290 | 0,01420 | 0,11917 |
| Kanada             | 0,00002 | 0,00518 | 0,00053 | 0,00003 | 0,00000 | 0,00014 | 0,00001 | 0,00008 | 0,00737 | 0,00316 | 0,01651 | 0,12848 |
| Kosta Rika         | 0,00009 | 0,00422 | 0,00006 | 0,00002 | 0,00000 | 0,00005 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00317 | 0,00014 | 0,00777 | 0,08813 |
| Çek Cumhuriyeti    | 0,00001 | 0,00508 | 0,00007 | 0,00002 | 0,00000 | 0,00002 | 0,00001 | 0,00007 | 0,00766 | 0,00285 | 0,01580 | 0,12571 |
| Danimarka          | 0,00001 | 0,00479 | 0,00035 | 0,00003 | 0,00000 | 0,00004 | 0,00002 | 0,00011 | 0,00778 | 0,00378 | 0,01692 | 0,13006 |
| Estonya            | 0,00009 | 0,00450 | 0,00061 | 0,00002 | 0,00000 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00008 | 0,00697 | 0,00346 | 0,01575 | 0,12549 |
| Finlandiya         | 0,00002 | 0,00450 | 0,00064 | 0,00004 | 0,00000 | 0,00004 | 0,00003 | 0,00013 | 0,00737 | 0,00308 | 0,01585 | 0,12590 |
| Fransa             | 0,00004 | 0,00305 | 0,00028 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00003 | 0,00001 | 0,00006 | 0,00784 | 0,00210 | 0,01341 | 0,11579 |
| Almanya            | 0,00005 | 0,00450 | 0,00025 | 0,00003 | 0,00000 | 0,00003 | 0,00002 | 0,00007 | 0,00784 | 0,00300 | 0,01578 | 0,12563 |
| Yunanistan         | 0,00003 | 0,00000 | 0,00015 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00008 | 0,00000 | 0,00004 | 0,00749 | 0,00285 | 0,01063 | 0,10312 |
| Macaristan         | 0,00005 | 0,00450 | 0,00008 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00006 | 0,00754 | 0,00366 | 0,01591 | 0,12615 |
| İrlanda            | 0,00004 | 0,00450 | 0,00048 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00011 | 0,00001 | 0,00007 | 0,00778 | 0,00280 | 0,01580 | 0,12568 |
| İtalya             | 0,00002 | 0,00176 | 0,00010 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00005 | 0,00000 | 0,00006 | 0,00778 | 0,00316 | 0,01294 | 0,11377 |
| Letonya            | 0,00004 | 0,00361 | 0,00022 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00005 | 0,00600 | 0,00363 | 0,01357 | 0,11647 |
| Litvanya           | 0,00007 | 0,00336 | 0,00032 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00002 | 0,00664 | 0,00380 | 0,01424 | 0,11933 |
| Lüksemburg         | 0,00004 | 0,00404 | 0,00035 | 0,00002 | 0,00000 | 0,00005 | 0,00002 | 0,00012 | 0,00796 | 0,00330 | 0,01590 | 0,12608 |
| Meksika            | 0,00008 | 0,00559 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00003 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00571 | 0,07559 |
| Hollanda           | 0,00005 | 0,00479 | 0,00024 | 0,00003 | 0,00000 | 0,00006 | 0,00002 | 0,00010 | 0,00772 | 0,00401 | 0,01703 | 0,13048 |
| Norveç             | 0,00008 | 0,00479 | 0,00055 | 0,00005 | 0,00000 | 0,00006 | 0,00002 | 0,00016 | 0,00772 | 0,00369 | 0,01711 | 0,13081 |
| Polonya            | 0,00003 | 0,00508 | 0,00000 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00005 | 0,00778 | 0,00293 | 0,01590 | 0,12608 |
| Portekiz           | 0,00005 | 0,00353 | 0,00045 | 0,00002 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00010 | 0,00766 | 0,00258 | 0,01439 | 0,11998 |
| Slovak cumhuriyeti | 0,00000 | 0,00297 | 0,00004 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00003 | 0,00000 | 0,00007 | 0,00760 | 0,00293 | 0,01365 | 0,11683 |
| Slovenya           | 0,00007 | 0,00387 | 0,00007 | 0,00003 | 0,00000 | 0,00003 | 0,00000 | 0,00015 | 0,00784 | 0,00258 | 0,01464 | 0,12101 |
| İsveç              | 0,00004 | 0,00469 | 0,00062 | 0,00004 | 0,00000 | 0,00007 | 0,00002 | 0,00008 | 0,00743 | 0,00383 | 0,01683 | 0,12971 |
| İsviçre            | 0,00003 | 0,00404 | 0,00034 | 0,00004 | 0,00000 | 0,00009 | 0,00002 | 0,00012 | 0,00790 | 0,00398 | 0,01657 | 0,12873 |
| Birleşik Krallık   | 0,00001 | 0,00479 | 0,00034 | 0,00001 | 0,00000 | 0,00005 | 0,00001 | 0,00008 | 0,00796 | 0,00148 | 0,01473 | 0,12138 |
| ABD                | 0,00007 | 0,00518 | 0,00049 | 0,00002 | 0,00000 | 0,00013 | 0,00001 | 0,00008 | 0,00487 | 0,00155 | 0,01239 | 0,11133 |

## 6. Adım: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması

Son aşamada ideal çözüme yakınlıklar hesaplanarak karar vericinin son kararı verebilmesi için sonuçlar elde edilir. Sonuçların elde edilmesinde Tablo 8 ve Tablo 9'da elde edilen uzaklık değerleri kullanılır ve Ci değerleri elde edilir. Elde edilen bu değerler nihai sonuçları göstermektedir. Ci değerlerinin elde edilmesi için kullanılan formül:  $E210$  için  $=D210/(D210+C210)$  şeklindedir. Bu formül aşağıya doğru sürüklenerek her bir ülkenin Ci değerleri Tablo 10'daki gibi elde edilmiş olur.

**Tablo 10**

*İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerlerinden Elde Edilen Sonuç*

| B                  | C     | D     | E     |
|--------------------|-------|-------|-------|
|                    | Si+   | Si-   | Ci    |
| Avusturya          | 0,019 | 0,124 | 0,868 |
| Belçika            | 0,024 | 0,119 | 0,832 |
| Kanada             | 0,011 | 0,128 | 0,919 |
| Kosta Rika         | 0,066 | 0,088 | 0,573 |
| Çek Cumhuriyeti    | 0,023 | 0,126 | 0,847 |
| Danimarka          | 0,012 | 0,130 | 0,915 |
| Estonya            | 0,015 | 0,125 | 0,894 |
| Finlandiya         | 0,014 | 0,126 | 0,900 |
| Fransa             | 0,029 | 0,116 | 0,797 |
| Almanya            | 0,017 | 0,126 | 0,880 |
| Yunanistan         | 0,078 | 0,103 | 0,571 |
| Macaristan         | 0,022 | 0,126 | 0,851 |
| İrlanda            | 0,015 | 0,126 | 0,892 |
| İtalya             | 0,038 | 0,114 | 0,748 |
| Letonya            | 0,026 | 0,116 | 0,817 |
| Litvanya           | 0,025 | 0,119 | 0,827 |
| Lüksemburg         | 0,016 | 0,126 | 0,889 |
| Meksika            | 0,113 | 0,076 | 0,402 |
| Hollanda           | 0,013 | 0,130 | 0,912 |
| Norveç             | 0,008 | 0,131 | 0,944 |
| Polonya            | 0,030 | 0,126 | 0,809 |
| Portekiz           | 0,024 | 0,120 | 0,833 |
| Slovak cumhuriyeti | 0,032 | 0,117 | 0,784 |
| Slovenya           | 0,026 | 0,121 | 0,826 |
| İsveç              | 0,009 | 0,130 | 0,933 |
| İsviçre            | 0,014 | 0,129 | 0,902 |
| Birleşik Krallık   | 0,028 | 0,121 | 0,813 |
| ABD                | 0,032 | 0,111 | 0,779 |

## Sonuç

BLI çok boyutlu bir kavramdır. OECD yakın zamanda insanların refahı için gerekli olan 11 ana hattı belirlemiş ve refahın ölçülmesinde önemli bir alternatif ortaya koymuştur. Bu boyutlar arasında da sağlık önemli bir yer tutmaktadır (Mizobuchi, 2014). En yüksek yaşam endeksi değerine sahip olan ülkeleri tespit etmek isteyen bir sağlık yöneticisi ÇKKV tekniklerinden TOPSIS analizi sonucun-

da elde etmiş olduğu Ci değerlerini kıyaslayarak bir sonuca varabilir. Mevcut örnekte en iyi yaşam endeksine sahip olan ülkelerin 0,944 ile Norveç, 0,933 ile İsveç, 0,919 ile Kanada olduğu tespit edilmiştir. Daha iyi yaşam endeksi değeri en düşük olan ülkeler ile sırası ile Meksika (0,402), Yunanistan (0,571) ve Kosta Rika (0,573) olarak tespit edilmiştir. Örnekte yer alan ağırlık değerleri değiştirildiğinde bu sonuçlarda değişiklikler olacağı akıldan çıkarılmamalıdır. Mevcut örnekte her bir kriterin ağırlığı eşit olarak (0,1) alınmıştır. Kriterlerin ağırlığının toplamda %100 olması gerektiği de unutulmamalıdır.

**Çıkar Çatışması:** Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Declaration of Interests:** The author declares that there are no competing interests.

## Kaynaklar

- Akar, H. (2015). Farklılaşan Refah Ölçüm Yöntemleri ve Eğitim Açısından Türkiye'nin Değerlendirilmesi. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar* (606), 23-40.
- Akar, S. (2014). Türkiye'de Daha İyi Yaşam Endeksi: OECD Ülkeleri ile Karşılaştırma. *Journal of Life Economics*, 1(1), 1-12. [\[Crossref\]](#)
- Aydan, S., Bayın Donar, G., & Arikan, C. (2022). Impacts of Economic Freedom, Health, and Social Expenditures on Well-Being Measured by the Better Life Index in OECD Countries. *Social Work in Public Health*, 37(5), 435-447. [\[Crossref\]](#)
- Balestra, C., Boarini, R., & Tosetto, E. (2018). What Matters Most to People? Evidence from the OECD Better Life Index Users' Responses. *Social Indicators Research*, 136(3), 907-930. [\[Crossref\]](#)
- Değirmenci, N., & Ayan, T. Y. (2020). OECD Ülkelerinin Sağlık Göstergeleri Açısından Bulanık Kümeleme Analizi ve Topsis Yöntemine Göre Değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 38(2), 229-241. [\[Crossref\]](#)
- Kasparian, J., & Rolland, A. (2012). OECD's 'Better Life Index': Can Any Country be Well Ranked? *Journal of Applied Statistics*, 39(10), 2223-2230. [\[Crossref\]](#)
- Kendirli, H. Ç., Kendirli, S., & Aydın, Y. (2019). Küresel Kriz Çerçevesinde Katılım Bankalarının ve Ticari Bankaların Mali Performanslarının TOPSIS Yöntemiyle Analizi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 33(1), 137-154.
- Koçak, O. (2009). Refah Devleti Işığında Sağlık Hizmetleri ve Türkiye'de Sağlık Sektöründeki Gelişmeler. *EconAnadolu 2009: Anadolu International Conference in Economics*.
- Kurşun, A., & Rakıcı, C. (2014). Türkiye ve Sosyal Refah Devletlerindeki Sağlık Harcamalarının Analizi. *İnsan Hakları Yıllığı*, 32, 77-105.
- Mizobuchi, H. (2014). Measuring World Better Life Frontier: A Composite Indicator for OECD better Life Index. *Social Indicators Research*, 118(3), 987-1007. [\[Crossref\]](#)
- OECD. (2013). *How's Life? 2013: Measuring Well-being*. OECD Publishing.
- OECD. (2022a). *Better Life Index*. Erişim Tarihi: 13.11.2022 <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=BLI>.
- OECD. (2022b). *Better Life Initiative: Measuring Well-Being and Progress*. Erişim Tarihi: 28.11.2022 <https://www.oecd.org/wise/better-life-initiative.htm>.
- OECD. (2022c). *OECD Better Life Index*. Erişim Tarihi: 30.11.2022 <https://www.oecd.org/wise/better-life-initiative.htm>.

ps://www.oecdbetterlifeindex.org/#/11111111111.

Özdemir, M. (2015). TOPSIS. İçinde: B. F.Yıldırım & E. Önder (Eds.), *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri* (ss. 133-153). Dora Basım-Yayın Dağıtım.

Steptoe, A., Deaton, A., & Stone, A. A. (2015). Subjective Wellbeing, Health, and Ageing. *Lancet*, 385(9968), 640-648. [\[Crossref\]](#).

Şener, S., & Koltan Yılmaz, Ş. (2021). Entropi Tabanlı ELECTRE TRI ve K-Ortalamalar Yöntemleriyle Ülkelerin Refah Düzeyine Göre Değerlendi-

rilmesi. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 21(2), 191-209. [\[Crossref\]](#)

Türe, H. (2019). OECD Ülkeleri İçin Refah Ölçümü: Gri İlişkisel Analiz Uygulaması. Ankara *Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(2), 310-327.

WHO. (1946). Health. Erişim Tarihi: 04.12.2022. <https://www.who.int/about/governance/constitution>.

# **BÖLÜM 5**

## **ANALİTİK AĞ SÜRECİ VE SAĞLIK TURİZMİNDE KULLANIMINA İLİŞKİN BİR UYGULAMA**

Salim YILMAZ

# Analitik Ağ Süreci ve Sağlık Turizminde Kullanımına İlişkin Bir Uygulama

## *Analytic Network Process and Its Application in Health Tourism*

### BÖLÜM HAKKINDA

Analitik Ağ Süreci (AAS), geleneksel karar verme yöntemlerinin aksine, kriterler ve alternatifler arasındaki karmaşık etkileşimleri dikkate alarak bütünsel bir değerlendirme çerçevesi sunar. Eğitim, deneyim, beceriler ve kişilik özellikleri gibi birden fazla boyutu dikkate alarak çok yönlü bir değerlendirme yapılmasını sağlar. AAS, karar vericilerin göreceli önemlerine dayalı olarak kriterleri önceliklendirmelerine, paydaşlar arasında tercihlerin yapılandırılmış bir şekilde ifade edilmesini kolaylaştırarak fikir birliği oluşturmalarına, kriter ve alt kriterlerdeki değişikliklerin kararlar üzerindeki etkisini değerlendirmelerine olanak tanımaktadır. Böylece kullanıcılarına analitik ve bilimsel bir yaklaşımla yansızlık, şeffaflık ve hesap verebilirlik yetisi sunmaktadır. Bu bölümde, uluslararası müşterilere hizmet veren bir plastik ve rekonstrüktif cerrahi kliniğinin hasta karşılama personeli seçimi için AAS'nin nasıl uygulandığına dair bir vaka çalışması sunulmakta, yöntemin çeşitli kriterleri entegre ederek optimal bir karara ulaşmada etkinliği vurgulanmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Analitik ağ süreci, karar verme, sağlık turizmi

### ABOUT the CHAPTER

The Analytic Network Process (ANP) offers a holistic evaluation framework that, unlike traditional decision-making methods, takes into account the complex interactions between criteria and alternatives. It enables a multidimensional assessment by considering various aspects such as education, experience, skills, and personality traits. ANP allows decision-makers to prioritize criteria based on their relative importance and facilitates consensus building among stakeholders by structuring the expression of preferences. It also enables the evaluation of the impact of changes in criteria and sub-criteria on decisions, thereby providing its users with the ability to approach decisions with an analytical and scientific mindset, promoting impartiality, transparency, and accountability. This chapter presents a case study on the application of ANP for selecting a patient receptionist in a plastic and reconstructive surgery clinic serving international clients, highlighting the method's efficacy in integrating various criteria to reach an optimal decision.

**Keywords:** Analytic network process, decision making, health tourism

Analitik Ağ Süreci, çok kritere dayalı karar vermede seçenekler arasında kriterlerin seçim yapılacak alternatifleri etkilediği bir modele dayanmaktadır. Aslında buradaki ifade klasik regresyon mantığındaki bağımsız ve bağımlı değişkenlerdeki ilişkilerden daha farklıdır. Regresyonda bağımsız değişken ya da değişkenlerin bağımlı değişkeni etkileyen bir model üzerinde çalışmaktadır. Analitik Hiyerarşi Sürecinde ise önemi birbirine göre belirli kriterlerin nazarında alternatiflerin seçimi söz konusudur. Böylece amaca yönelik belirlenmiş her bir kriterin ağırlığı kapsamında alternatiflerin birbiriyle kıyaslanması gerçekleştirilmektedir. Ancak Analitik Ağ Süreci modeline göre Analitik Hiyerarşi Sürecinde göz ardı edilen önemli bir durum vardır. Gerçek dünyada her zaman kriterlere göre değerlendirilmiş alternatifler olmakla kalmaz. Aynı zamanda bazen alternatifler de kriterleri potansiyel veya gerçek anlamda etkileyebilmekte ve kriterler de kendi içeriklerinde birbirlerini etkileyebilmektedirler. Hatta bazen alternatifler de birbirini etkileyebilmektedir. İşte böyle bir durumda hiyerarşik olarak amacın ardından gelen kriterler ve alt kriterler ile onlara bağlanan alternatiflerin dizaynı, hiyerarşik olmayacaktır. Burada belki de Analitik Ağ Süreci'ni farklı kılan en önemli kısım bir kümenin elemanı döngü yaratarak aynı küme içerisindeki diğer bir elemanın ağırlığında etkili olabilmektedir. İşte bu durumda Analitik Hiyerarşi Süreci'nin hiyerarşik ilerlemesinden sapmasına yol açmaktadır. Neticede birbirini etkileyen birçok kümenin ortaya çıkardığı görüntü bir ağ görüntüsü vermekte olup



Salim Yılmaz

Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Sağlık Yönetimi Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye  
E-posta: salimilmaz142@gmail.com

**Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as:**  
Eren, EE. & Boz, C. (2024). Sağlıkta sosyal belirleyicileri: bulaşıcı olmayan hastalıkların risk faktörlerine göre k-means kümeleme analizi. C. Boz & F. Yılmaz. (Ed.), *Sağlık yönetiminde kantitatif teknikler ve makine öğrenmesi* içinde (s. 40-51). İstanbul: İÜC Yayınevi.



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

farklı hesaplamalar için içine dahil edilmektedir. Bu sebeple böyle tipte kurulan modellerin çözümlemesinde "Analitik Ağ Süreci" modellenmesinden yararlanabilmektedir.

## Sağlık Turizmi

Medikal turizm olarak da bilinen sağlık turizmi, tıbbi tedavi veya prosedürler almak için ikamet ettikleri şehir, bölge veya ülke dışına gitmelerini ifade etmektedir. Genellikle estetik amaçlı cerrahi, diş sağlığı hizmeti, doğurganlığa ilişkin tedaviler, kanser tedavileri yaygın kullanılan sağlık turizmi nedenleri arasındadır. Sağlık turizminin temel amacı, seyahat eden kişinin kendi ülkesinde bulunamayan veya karşılanabilir olmayan yüksek kaliteli tıbbi hizmeti almasıdır (Çalhan ve Arıcı, 2022).

Sağlık turizmini oluşturan unsurlar arasında hastaneler, klinikler ve tıp merkezleri gibi sağlık hizmeti sağlayıcıları ile oteller, seyahat acenteleri ve ulaşım hizmetleri gibi seyahat ve turizm operatörleri yer almaktadır. Seyahat eden birey için sağlık turizmi sağlayıcıları tıbbi tedavi, ulaşım ve konaklamayı içeren eksiksiz bir paket sunmuş olmaktadır. Bu dönemde kullanıcı sağlığı ile ilgili hizmet alırken turizm faaliyeti içerisinde de bulunmuş olur. Ayrıca sağlık turizmi tıbbi randevuların, tıbbi kayıtların ve takip bakımının koordinasyonunu içermektedir (Küçükali ve ark., 2022).

Sağlık turizmi, uluslararası olduğu takdirde hem seyahat eden kişinin gideceği ülke hem de kendi ülkesi için ekonomik fayda sağlayabilen önemli bir sektördür. Gidilen ülke için sağlık turizmine dayalı yeni istihdam yaratma, dövizle dayalı gelir sağlama ve yerel ekonomiyi canlandırma olanağı söz konusudur. Seyahat eden kişiler tarafından ise kendi ülkelerinde bulunmayabilecek veya bulunduğu yere göre daha uygun fiyatlı olabilecek tıbbi bakıma erişim sağlanabilmektedir (Uygun, 2022).

Türkiye uygun fiyat, yüksek kaliteli tıbbi tesisleri ve yetenekli sağlık profesyonelleri nedeniyle son yıllarda sağlık turizmi için popüler bir destinasyon haline gelmiştir (Çamlıdere ve Söyük, 2019). Türkiye uzun yıllardır sağlık sektörüne büyük yatırımlar yapmakta ve ülkeye daha fazla sağlık turisti çekmek için politikalar uygulamaya da bilinmektedir. Ayrıca ülkenin sahip olduğu coğrafi konum, kültürel miras ve doğal güzellikler gibi nedenler gezginlere tıbbi tedavi yanı sıra turistik faaliyetlerle tatmin olanağı da sunmaktadır. Benzer şekilde kanser tedavilerinde ABD (Amerika Birleşik Devletleri), estetik cerrahide Tayland ve doğurganlık tedavilerinde de Hindistan gibi bazı ülkeler yüksek kaliteli tıbbi hizmet sağlama konusunda sağlık turizmi açısından üne sahiplerdir (Ebrahim ve Ganguli, 2019; Burki, 2019).

## Analitik Ağ Süreci

Analitik Ağ Süreci (AAS), Analitik Hiyerarşi Süreci'nin (AHS) genişletilmiş bir modeli olarak düşünülebilir. Bu yüzden AAS'nin tam olarak anlaşılabilmesi için AHS'nin düzeylerini açıklamakta fayda vardır. AHS modelinin ana hatları, temelde üç düzey üzerinde çalışmaktadır (Yıldırım ve Önder, 2015):

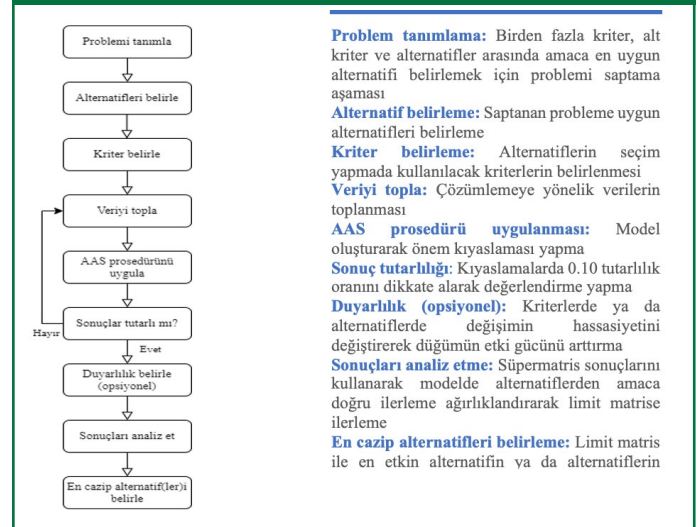
- Amaca yönelik seçim yapılacak konunun tanımlanması,
- Seçimi yapmada kullanılacak kriterlerin belirlenmesi,
- Kriterlere göre değerlemesi yapılacak alternatiflerin belirlenmesi.

Amaca yönelik seçim yapılacak konunun tanımlanması, AHS'nin kullanılması sebebi olan, karar vermede sayısal yöntemle dayandırılarak yapılacak seçimi ifade eder. Örneğin hastanenin kurulması bir amaçtır. Kurulacak yerin seçimi ise seçim yapılacak konu başlığıdır. Buna göre AHS ve AAS'de söz konusu kapsamda ilk belirlenecek amaç kümesini oluşturmada ve içindeki konu ya da AAS terimi ile "düğüm" ise kümenin elemanlarını ifade etmektedir. Bu durumda verilen örnekte amaç kümesinin tek bir elemanı (düğüm) bulunacak ve "kuruluş yeri seçimi" olarak adlandırılacaktır (Alinezhad ve Khalili, 2019).

Seçimi yapmada kullanılacak kriterlerin belirlenmesi ise subjektif ve objektif değişkenlerin oluşturulması ile gerçekleşecektir. Örneğin fiyat, nüfus, yıl bazlı tecrübe, yaş gibi değişkenler bilindiği üzere nicel değişkenlerdir. Öte yandan karar verici açısından subjektif değerlendirmeye açık nitel değişkenler de yer alabilmektedir. Renk, görünüş, kişisel beğeni, cinsiyet örnek verilebilir. Bu tip nitel değişkenler karar vericinin belirlediği önem skalasına göre değerlendirilmektedir. Ancak yine de nicel değişken de olsa karar verici bu nicel değişkeni yine subjektif bir yaklaşımla da değerlendirebilir. Böylece kriterler öneme göre ağırlıklandırılarak alternatiflerin birbiriyle kıyas yapılarak, kriter kapsamındaki önem ağırlıkları belirlenecektir (Yıldırım ve Önder, 2015).

Kriterlere göre değerlemesi yapılacak alternatiflerin belirlenmesi ile birlikte alternatifler arasından kriterlere göre kıyaslama yapılarak en sonunda seçim kararı verilecektir. Seçimini yapacağımız seçenekleri oluşturan bu kümeye alternatifler adı verilmektedir. Buna göre en altta alternatifler bir üstünde kriterler ve en yukarıda ise seçim konumuzu temsil eden amaç kümesi yer almaktadır (Şekil 5-1).

**Şekil 1**  
AAS Süreci



Bu bilgilere göre AHS süreci AAS'nin temel yapısını oluşturmaktadır. Ancak AAS'de AHS'den farklı olmasını sağlayan ve Şekil 1'de verilen üç özel durum söz konusudur (Asadabadi ve ark. 2019):

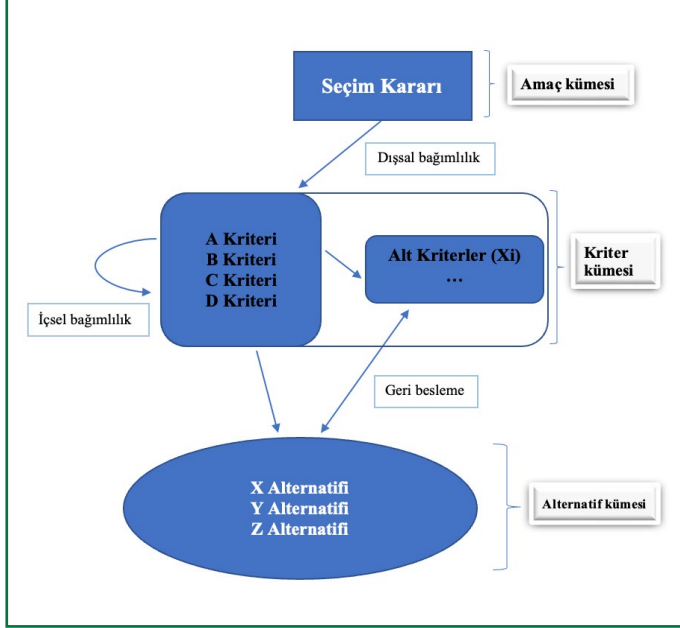
- Bir küme düğümü diğer bir kümenin düğümüne bağımlı iken, bağımlı kümedeki bir düğüm de tekrar o kümedeki bir düğümüne bağımlı olabilmektedir (geri besleme).
- Geri beslemede olduğu gibi kümeler arasında karşılıklı etki-

leşim söz konusu olduğunda seçim kararından önce mutlaka üst düzey bir kritere ihtiyaç vardır (kontrol hiyerarşisi).

- Bir küme içerisindeki düğümler diğer düğümlere bağımlı olabilmektedir (içsel bağımlılık).

Şekil 2

AAS'de Bağımlılıklar



AHS ile AAS'nin bağımlılıklar kapsamında benzer yönü ise "dışsal bağımlılık" olarak ifade edilmektedir. Örneğin kriter açısından alternatiflerin kıyaslanması ya da kriterin alternatiflerden etkilenmesi farklı kümelerle bağımlılık ortaya çıkardığından dışsal bağımlılık olarak ifade edilmektedir. AHS'de de, AAS'de de dışsal bağımlılık vardır. AAS'de geri besleme bir kümenin elemanı ya da elemanlarının etkilediği kümenin elemanı ya da elemanlarından geri etkilenmesini ifade etmektedir. AAS'yi AHS'den ayrı kılan içsel bağımlılık aynı küme içindeki düğümün ya da alt düğümlerin aynı küme içindeki başka bir düğümü etkilemesidir.

Bu bilgilere göre AHS ile AAS arasındaki temel farklılığın bağımlılıklara dayandığı görülmektedir. Böylece AAS, AHS'nin daha kapsamlı bir modelle açıklanmasına olanak sağlamaktadır. Bağımlılıkların açıkça görüldüğü modelin şeklinin matrisle açıklanan tipine etki matrisi denilmektedir (Çakın ve Özdemir, 2013).

## 1. Etki Matrisi

Etki matrisi, düğümler arasındaki etkileşimi gösteren matristir. Matriste satırda işaretlenen kısım sütundaki düğümü etkilemektedir. Örneğin AHS'de alternatifler kriterleri etkilemekte ve seçime sonrasında ulaşılmaktadır. AAS'de ise kriterler, alt kriterler kendi iç kümelerinde birbirini etkileyebilmekte ve/veya da kümeler arası birbirini etkileşimle geri bildirim gerçekleştirebilmektedir.

Tablo 1'deki örnekte AHS etki matrisinde alternatifler kriterleri etkilemekte ve kriterler de seçimi etkileyerek hiyerarşik bir düzende ilerlemişlerdir. AAS'de ise aynı hiyerarşiye ek olarak A1 ve A2 birbirini etkileyerek iç bağımlılık oluşturmakta, aynı zamanda K1 de A2'ye geri bildirim yoluyla etki yapmaktadır.

Tablo 1

AHS ve AAS Modellerinde Karara Ulaşmada Kullanılan Etki Matrislerine İlişkin Şablon Örneği

| AHS etki matrisi                                   |    |    |    |    |    | AAS etki matrisi |    |    |    |    |    |
|----------------------------------------------------|----|----|----|----|----|------------------|----|----|----|----|----|
| S                                                  | A1 | A2 | K1 | K2 | K3 | S                | A1 | A2 | K1 | K2 | K3 |
| S                                                  |    |    |    |    |    | S                |    |    |    |    |    |
| A1                                                 |    |    | X  | X  | X  | A1               |    | X  | X  | X  | X  |
| A2                                                 |    |    | X  | X  | X  | A2               | X  |    | X  | X  | X  |
| K1                                                 | X  |    |    |    |    | K1               | X  | X  |    |    | X  |
| K2                                                 | X  |    |    |    |    | K2               | X  |    |    |    |    |
| K3                                                 | X  |    |    |    |    | K3               | X  |    | X  |    |    |
| Ai: i nolu alternatif; Ki: i nolu kriter; S: Seçim |    |    |    |    |    |                  |    |    |    |    |    |

Ai: i nolu alternatif; Ki: i nolu kriter; S: Seçim

## Süpermatris

Etki matrislerinin bir bakıma modelin genel ifadesi olduğundan bahsedilmiştir. Etki matrisinden sonra AAS'nin, AHP'de olduğu gibi ikili karşılaştırma kısmına geçilmektedir. Karar verici bilgisini, önceliklendirmesini, tercihlerini veya objektif veriyi kullanarak düğümler arasındaki önemi belirler. Thomas Saaty göreceli önem derecesini sağa veya sola yönelik (soldaki düğüm ve sağdaki düğümün diğeriyle kıyaslandığındaki önemine göre) 1 ile 9 arasında değiştirerek saptamaktadır (Saaty, 1977). "1" seçilmesi iki değişkenin öneminin karar verici için eşit olduğu anlamına gelmektedir. Ancak her zaman bu ölçeklendirmeyi kullanmak gerekmez. Doğrudan (direct) ağırlıklandırma, grafiksel seçim, matris vb. kullanımları da vardır. Üstelik Saaty'nin ölçeklendirilmesindeki sorun, tutarsızlık oranını, değişkenler arttıkça yükseltebilmesidir. Tutarsızlık oranının kabul edilebilir aralığı 0.10'dan küçük olması olarak literatürde önerilmektedir. Bu sayının üzerine çıktığında tutarsızlık artar (Saaty, 1983). Bunun sebebi bir değişkenin diğer değişkene göre "2" işaretlenmesi diğer değişkenden 2 kat daha önemli olduğu anlamına gelebilmektedir. Örneğin bir seçenek diğer seçenekten 2 kat yüksek ve de 2 kat yüksek olan seçenek, diğer bir seçenekten 3 kat yüksek öneme sahip ise, ilk seçenek sayısal mantık gereği son seçenekten 6 kat daha yüksek öneme sahip olmalıdır. Değişkenler arttıkça bu rakamlar süresiz değişken değeri seçilmesinde tam karşılık veremediği için tutarsızlık oranı ortaya çıkmaya başlayacaktır. Saaty ölçeğindeki gibi kesikli değişken tiplerinde tutarsızlığın artma ihtimali hemen hemen her zaman vardır (Holder, 1990). Bunun yerine doğrudan yöntemiyle sürekli bir değişken şeklinde 1 oranının bölüştürülmesi tercih edilerek tutarsızlık 0'da bırakılabilir. Çünkü bu metotla tüm seçeneklerin ağırlığı toplamı tam 1'i verecektir. İkili karşılaştırmalar sonucu elde edilen bilgiye öncelik vektörü denmektedir.

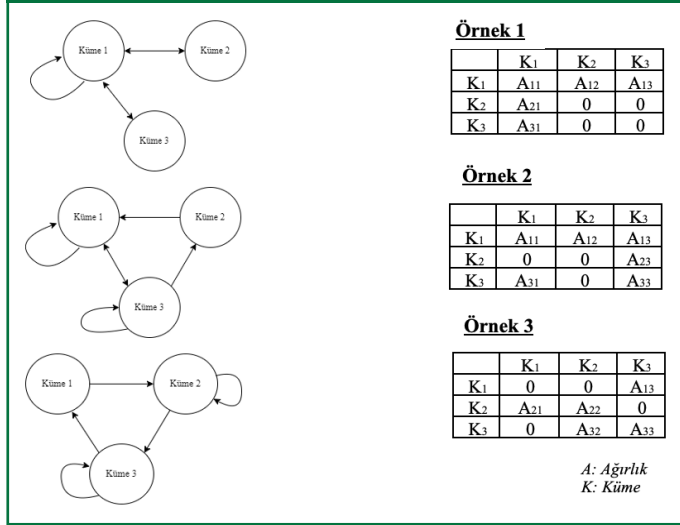
Öncelik vektörleri belirlendikten sonra karşılaştırma sonuçları birleştirilerek matris elde edilir. Bu matrislerin tamamının birleştirilmesiyle elde edilen matrise ise süpermatris denir. Tüm göreceli öncelik değerleri özvektör olarak adlandırılmaktadır. Öte yandan kümeler arasında etki ilişkisi "asıl özvektörü" oluşturmaktadır (Saaty, 1994). Buna dayalı olarak kümeler arasındaki ağ yapısı süpermatrisle ilişkilidir.

Şekil 3 incelendiğinde dikkat edilmesi gereken hususun etkilenenin sütunda, etkilenenin satırda olduğudur. Giriş bölümünde bahsedilen regresyon gösterimlerinin tersidir. Çünkü klasik lineer regresyon gösteriminde genelde okun gösterdiği taraf bağımlı

değişken iken okun çıktığı taraf bağımsız değişkendir. Burada ise tersi gerçekleşmektedir. Örneğin, Örnek 3'te K3'ün K1'i etkilediği ağırlık A13 olarak gösterilmekte ve K1 satırda, K3 sütunda yer almaktadır. Ayrıca Küme 3'ten (K3) Küme 1'e (K1) giden bir ok ile gösterilmektedir.

Şekil 3

Küme İlişkileri Örneklerinin Matrislerdeki Gösterimi



Şekil 5-3'te 3 adet matris örneği verilmektedir. Bu örnekler asıl (principal) özvektörlere ilişkin örnekler olup süpermatriste birleştirilmektedir. Ancak önemli bir nokta, sonrasında bu vektörleri normalize edilerek ağırlıklandırılmış süpermatrise çevrilmesidir. Böylece süpermatristeki kolonların toplamı olasılıklar toplamı anlayışıyla 1 olmaktadır. Diğer bir ifadeyle matrise, stokastik bir yapı kazandırılmaktadır (Yıldırım ve Önder, 2015).

### Limit Süpermatris

Süpermatristeki veriler, normalize edilerek ağırlıklandırılmış süpermatris bulunduktan sonra sonuç matrisi olacak olan limit süpermatrisin bulunma aşamasına geçilmektedir. Esasen ağırlıklandırılmış süpermatriste bir düğümün, diğer bir düğümdeki etkisi doğrudan belirlenmektedir (Poveda-Bautista ve ark. 2012). Ancak bir düğüm tek bir düğümden değil farklı düğümlerden de etkilenebilmektedir. Örneğin bir kriter farklı alternatiflerden etkilenebilir olduğu gibi, AAS'de başka bir kriterden de etkilenebilmektedir. Bu kriter aynı zamanda alt kriter de olabilir ve bir üst kritere bağlanması gerekebilir. İşte böylece hiyerarşik olarak yukarı ilerleyen her bir yol için, potansiyel olarak bir düğüm üzerinden etkilenebileceği olasılığı ortaya çıkmaktadır. Bu olasılık göz önüne alınarak seçim kararına ulaşmada her bir yolda potansiyeli göz önüne alarak yeni bir düğüm varlığı kabul edilecektir (Yıldırım ve Önder, 2015). Örneğin potansiyel üçüncü düğüm hesaba katılırken karesi, potansiyel dördüncüde ise matrisin küpü alınacaktır. Bu şekilde limit süpermatrise yaklaşılarak global öncelikler saptanacaktır:

$$\text{Formül: } \lim_{k \rightarrow \infty} (A)^k$$

Global öncelikler belirlendikten sonra en sonunda yeniden normalize edilen ideallerin, etkinlik büyüklükleri ne ulaşılacaktır.

Tüm alternatiflerin etkinlik oranları toplamı yine 1'i verecektir. Çünkü alternatifler arasından seçimin kesin yapılacağı üzerinden hesaplanmaktadır. Aksi durumda dahi seçim yapılmaktan vazgeçilmesi de bir alternatif belirlenmelidir (Saaty, 2004).

### 2. Kontrol Hiyerarşisi

AAS yöntemini AHS'ye göre ayrıcalıklı kılan ilk özelliğin geri besleme olduğundan bahsedilmişti. Geri besleme söz konusu olduğu durumlarda alternatifler, alt kriterleri etkilerken alt kriterler de alternatifleri etkileyebilmektedir. Ancak benzer şekilde kriterler kümesi içerisinde yer alan kriterler arasında da etkileşim olabilmektedir. Böyle bir durum söz konusu olduğunda üst küme yaratılması gerekmektedir (Yıldırım ve Önder, 2015). Buna göre amaca yönelik seçim kararının altındaki kriter hiyerarşisi ana kriterleri temsil etmelidir. Ana kriterlerin altındaki kriterler alt kriterler haline gelecektir. Sonuç olarak amacın altındaki ilk hiyerarşi basamağı kontrol hiyerarşisinin de yer aldığı aşamadır.

Diğer bir açıklama ile alt kriterlerdeki bağımlılıklar dışsal ya da içsel olabilir. Ancak kontrol hiyerarşisini sadece dışsal bir bağımlılıkla seçimden önceki aşamada etkileyecektir. Kontrol hiyerarşisi bakış açısıyla değerlendirildiğinde, kontrol hiyerarşisi ile altındaki etkileştiği kümelerin ilişkisi daha basit bir ilişkidir. Alt kriterlerin ve alternatiflerin birbirleriyle etkileşimleri düşünüldüğünde ağ aşamasının daha karmaşık olduğu söylenebilir (Asadabadi, 2019).

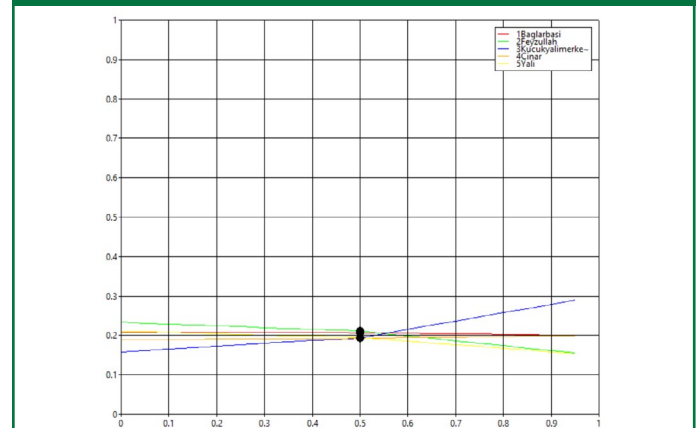
Süpermatristen limit matrise ulaşırken her bir yolda (ya da potansiyel düğümden) matristeki verilerin üssüne +1 eklenmekteydi. Böylece defalarca kez kendisiyle çarpılabilmektedir (Yıldırım ve Önder, 2015). Bu yüzden AHS ile kıyaslandığında ANP daha zahmetli bir modeldir. Ancak karmaşık ve istatistiki varsayımlarına uymayan durumlarda ekonometrik değerlendirmeler için ya da çok kriterli finansal kriz çözümlemelerinde başvurulabilmektedir.

### Duyarlılık

Duyarlılık, normalize edilmiş matrisler yardımıyla alternatifin ya da kriterlerin önem derecelerindeki değişimi durumunda alternatiflerde meydana gelecek değişimi gösteren analizdir (Ayyıldız ve Yalçın, 2018).

Şekil 4

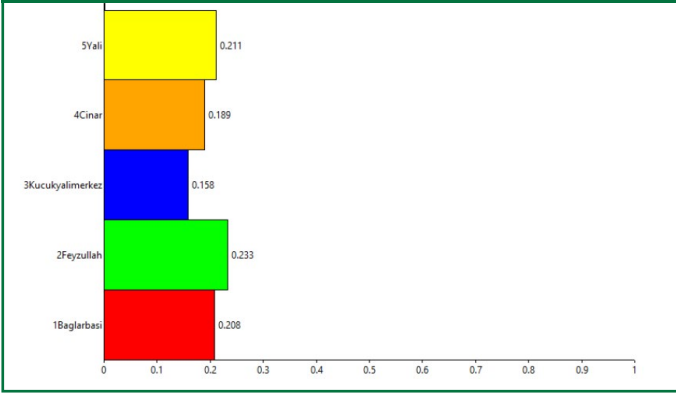
Maltepe'de Açılacak Kliniğin Mahalleye Göre Duyarlılığı



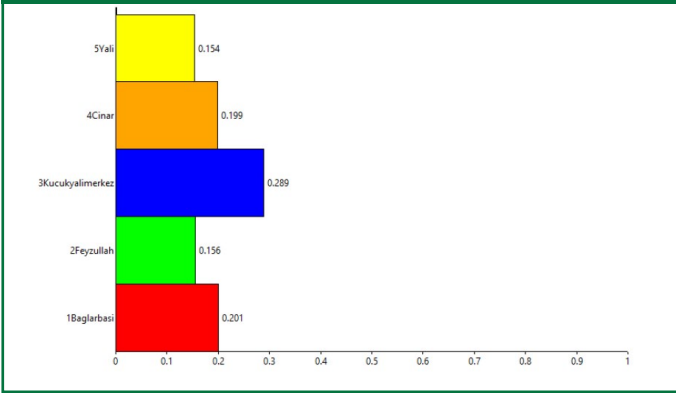
Şekil 4'te Maltepe ilçesinde bir klinik açılması planlanmaktadır. Mahalle subjektif tercihiye göre 5 seçenek arasında en yüksek etkinlikteki tercih Feyzullah olduğu görülmekte olup değerler

birbirine çok yakındır. Duyarlılık parametresi söz konusu düğüm göre eğer değiştirilmemişse önemsizliğe ya da önemliliğe karşın tam ortada yer alarak 0,5 olacaktır. Bu derece duyarlılık parametresinin 0 olduğunu göstermektedir. 1'e yaklaştırıldığında ise sürekli değişkenin hassasiyeti artarak ikili kıyaslamalardaki seçilenin gücü meydana gelen değişimde katlanan bir etki yaratmaktadır. Bu eğim grafiği türev yoluyla hesaplanabilmektedir. Şekil 5-4'te x ekseninde 1'e doğru ilerledikçe mavi ile gösterilen Küçükalyal Merkez alternatifinin daha etkin bir tercihe dönüştüğü görülmektedir. Buradan çıkarılabilecek bir diğer sonuç ise Mahalle subjektif tercihi içinde Küçükalyal Merkez diğerlerine göre daha önemli olarak belirlenmiş olduğudur.

**Şekil 5**  
Duyarlılık Parametresi 0



**Şekil 6**  
Duyarlılık Parametresi 1



Şekil 5'te duyarlılık parametresi 0 olarak en etkili seçim Fezullah mahallesinden yana iken, Şekil 6'da duyarlılık parametresi 1'e doğru yükseldiğinde Küçükalyal Merkez mahallesi olmuştur. Grafikte en fazla kaybın Yalı mahallesinde olduğunu ve en fazla artışın da Küçükalyal Merkez mahallesinde olduğu görülmektedir. Bu durum aynı zamanda mahalle tercihi kapsamında yalı mahallesinin diğerlerine göre en az öneme sahip olduğuna da işaret etmektedir. Sonuç olarak limit matristeki kararın duyarlılığa bağlı olarak değişebileceği görülmektedir.

Duyarlılıkta en alt hiyerarşide yer alan alternatiflerdeki duyarlılığın etki büyüklüğü çok yüksek iken, hiyerarşik olarak yukarı gidildiğinde bu etki azalmaktadır. Çünkü her bir seçenek artışı duyarlılığın ağırlık derecesini bölmektedir (Reisi ve ark. 2018). Örneğin 2 alternatifin üzerinde yer alan 5 alt kriter seçeneği söz konusu

olduğunda ve üstünde yer alan 2 üst kriter olduğunda etki büyüklüğü 2x5x2 olması nedeniyle 20 kat azalacaktır. Elbette bu durum kriterlerin ağırlığının birbirine eşit olduğu varsayımıyla söylenebilir. Bu örnekteki bir diğer varsayım ise AHS duyarlılığı hesaplamasında bu şekilde kullanıldığıdır. AAS duyarlılığı hesaplanırken ise içsel bağımlılık ve geri besleme de işin içine dahil olacağı için duyarlılığı bölen farklı değişkenlerin de dahil tutulması gereklidir.

Duyarlılık opsiyonel bir basamaktır. Eğer değerlendirici için kriterlerin, alt kriterlerin ve alternatiflerin hepsinde kendine özel bir hassasiyet parametresi bulunmuyor ise (sensitivity=0) duyarlılık basamağını atlayarak doğrudan analiz sonucuna (sentez) geçilebilmektedir.

### Analitik Ağ Sürecinin Üstünlükleri ve Zayıflıkları, Kullanım Alanları

AAS'nin en önemli üstünlüğü kompleks yapıdaki problemlerin çözümünde önemli faydalar yaratmasıdır. Ancak kompleks metot bulunmayıp da hiyerarşik bir düzenle gidilen modelden hesaplama yapılacaksa AAS zaman ve emek açısından kayıp yaşatacaktır (Yıldırım ve Önder, 2015).

AAS'nin önemli bir diğer üstünlüğü de diğer birçok karar verme yöntemi içerisinde subjektif değerlendirmelere açık olabilmesidir. Nominal ya da ordinal ilerleyen gruplu değişkenlerde parametrik olmayan çözümlemeler kullanılır. Ayrıca bu çözümlemeler tüm hesaplamalar için de uygun değildir. Örneğin regresyonla yürütülen tahminler için Cox ya da Logit uygulamalar denenmelidir. Fakat bu modelde karar verici subjektif değerlendirme yapmaktadır. Üstelik veri zarflama analizi gibi objektif verilerle çalışma zorunluluğu da bulunmamaktadır (Yoshihara ve ark. 2002).

Modelin bir diğer faydası öncelik indikatörlerini saptamaya olanak sağlamasıdır. İçsel ve geri besleme bağımlılıkları ile kompleks modelleri daha çok değişken işin içine katarak değerlendirmeye olanak vermektedir. Bu açıdan AHS'ye de üstünlük sağlamaktadır (Lo ve ark. 2020).

AAS'nin bilimsel metotlar içerisinde yer aldığı kabul görmesine karşın her modele tam olarak bilimsel anlamda uygulanamamaktadır. Temel nedeni değerlendiricinin kararına ileri derecede güvenmesidir. Bu yüzden tek bir değerlendiricinin ya da değerlendirici grubunun kararlarının objektif ve bilimsel olacağı sorgulanabilmektedir. Ayrıca yöntem, çok büyük sayıda kriterlerde akıllıca çalışmamaktadır (Yıldırım ve Önder, 2015). Ek olarak soru sayısının her artışı katlama etkisi yaratmaktadır. Böyle durumda cevaplayıcılar birçok soruyla karşı karşıya kalmaktadır.

AAS'nin uygulama alanları tedarikçi, strateji, rekabet analizi, esas rakip analizi, risk değerlendirme, ürün geliştirme, kalite artırma, kaynakların kullanım seçimi, kuruluş yeri seçimi, kredi talep değerlendirme gibi birçok alanda kullanılabilmektedir.

Rusydiana ve Hasib (2019) araştırmalarında İslam dinine uygun olduğu ifade edilen katılım bankalarının seçiminde AAS'yi kullanmışlardır. Giannakis ve ark. (2020) Sürdürülebilir tedarikçi performansı değerlendirmesinde kullanmıştır. Seyedmohammadi ve ark. (2022) tarımda arazi uygunluk potansiyelini belirlemek için kullanmıştır. Punyota ve ark. (2022) kronik hastalığı olanlar için en iyi vejetaryen besinin seçimini saptama amacıyla kullanmışlardır.

Genc ve ark. (2018) Doğu Akdeniz bölgesinde Türkiye'nin doğal gaz stratejilerinin SWOT yaklaşımı ile çözümlenmesinde kullanmışlardır. Khatoon (2020) sağlık yönetiminde kullanılmak üzere blockchain tabanlı akıllı sözleşme sistemine dayalı iş akışının AAS kullanılarak belirlenmesini çalışmıştır. Görüldüğü üzere birçok farklı alana uyarlanmış çalışmalar bulunmaktadır.

## Uygulama

### Hasta Karşılama Çalışanının AAS ile Seçimi

Bu bölümde AAS yöntemi ile gerçekleştirilecek bir senaryo uygulaması tasarlanmıştır. Senaryoda geçen isimlerin tamamı gerçek dışıdır ve senaryo amacıyla kullanılmıştır.

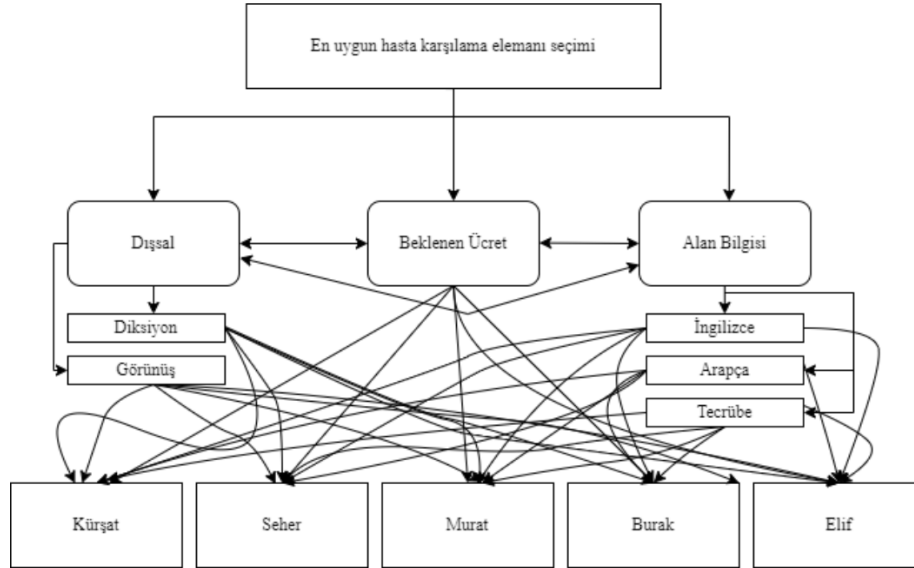
**Senaryo:** Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahi Uzmanı Dr. Mert sağlık turizmi kapsamında çoğunluğu yabancı uyruklu hastalara yönelik çalışmaktadır. Uzm. Dr. Mert, sayısal yöntemlere ilgi duyan bir hekim olup hasta karşılama elemanı aramaktadır. Bu yüzden başvuru-

ranlar arasından subjektif ve objektif değerlendirme yaparak çalışanı bilimsel karar verme tekniği ile almak ister. Super Decision 3.2 programı kullanılarak kriter, alt kriterler ve alternatiflerden Şekil 5-7'de verilen modeli kurulmuştur.

Model diyagramına göre amaç "en uygun hasta karşılama elemanı seçimi"dir. Kriterler "Dışsal, Beklenen Ücret ve Alan Bilgisi"dir. Bu üç kriter de birbirini etkilemekte ve bu sebeple geri besleme ilişkisine sahiptir. Ayrıca kriterler kümesinin içinde bağımlılık bulunduğu için içsel bağımlılık da vardır. Bunun haricinde Dışsal düğümünün altında alt kriterler olarak Diksiyon ve Görünüş vardır. Alan Bilgisi düğümünün altında ise alt kriterler olarak İngilizce, Arapça ve Tecrübe bulunmaktadır. Kürşat, Seher, Murat, Burak ve Elif isimlerindeki adaylar ise alternatifler kümesini oluşturmaktadır. Alternatifler alt kriterleri ve doğrudan Beklenen Ücret kriterini etkilemektedir.

Etki matrisi Tablo 2'de verilmiştir. Ağırlıklandırılmamış süpermatris tablosu ise Tablo 3'te verilmiştir.

**Şekil 7**  
Model Diyagramı



**Tablo 2**  
Uygulama Etki Matrisi

| AAS etki matrisi |    |    |    |    |    |                 |                 |                 |                 |                 |    |    |    |  |
|------------------|----|----|----|----|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----|----|----|--|
| S                | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | AK <sub>D</sub> | AK <sub>G</sub> | AK <sub>I</sub> | AK <sub>A</sub> | AK <sub>T</sub> | K1 | K2 | K3 |  |
| S                |    |    |    |    |    |                 |                 |                 |                 |                 |    |    |    |  |
| A1               |    |    |    |    |    |                 |                 |                 |                 |                 |    |    |    |  |
| A2               |    |    |    |    |    |                 |                 |                 |                 |                 |    |    |    |  |
| A3               |    |    |    |    |    |                 |                 |                 |                 |                 |    |    |    |  |
| A4               |    |    |    |    |    |                 |                 |                 |                 |                 |    |    |    |  |
| A5               |    |    |    |    |    |                 |                 |                 |                 |                 |    |    |    |  |
| AK <sub>D</sub>  | X  | X  | X  | X  | X  |                 |                 |                 |                 |                 |    |    |    |  |
| AK <sub>G</sub>  | X  | X  | X  | X  | X  |                 |                 |                 |                 |                 |    |    |    |  |

**Tablo 2***Uygulama Etki Matrisi (devamı)*

| AAS etki matrisi |   |    |    |    |    |    |                 |                 |                 |                 |                 |    |    |    |
|------------------|---|----|----|----|----|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----|----|----|
|                  | S | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | AK <sub>D</sub> | AK <sub>G</sub> | AK <sub>I</sub> | AK <sub>A</sub> | AK <sub>T</sub> | K1 | K2 | K3 |
| AK <sub>I</sub>  |   | X  | X  | X  | X  | X  |                 |                 |                 |                 |                 |    |    |    |
| AK <sub>A</sub>  |   | X  | X  | X  | X  | X  |                 |                 |                 |                 |                 |    |    |    |
| AK <sub>T</sub>  |   | X  | X  | X  | X  | X  |                 |                 |                 |                 |                 |    |    |    |
| K1               | X |    |    |    |    |    | X               | X               |                 |                 |                 | X  | X  | X  |
| K2               | X | X  | X  | X  | X  | X  |                 |                 |                 |                 |                 | X  | X  | X  |
| K3               | X |    |    |    |    |    |                 |                 | X               | X               | X               | X  | X  | X  |

S: Seçim; A: Alternatif; AK: Alt Kriter; K: Kriter

**Tablo 3***Ağırlıklandırılmamış Süpermatris Tablosu*

|          | 1Calisan | 1Dissal | 2Beklen~ | 3AlanBi~ | 1Diksiy~ | 2Gorunus | 1Ingili~ | 2Arapca | 3Tecrube | 1Murat | 2Seher | 3Kursat | 4Elif | 5Burak |
|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|--------|--------|---------|-------|--------|
| 1Calisan | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 1Dissal  | 0,350    | 0,000   | 0,300    | 0,300    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 2Beklen~ | 0,300    | 0,667   | 0,000    | 0,700    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 3AlanBi~ | 0,350    | 0,333   | 0,700    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 1Diksiy~ | 0,000    | 0,444   | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 2Gorunus | 0,000    | 0,556   | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 1Ingili~ | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,350    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 2Arapca  | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,350    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 3Tecrube | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,300    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 1Murat   | 0,000    | 0,000   | 0,150    | 0,000    | 0,300    | 0,182    | 0,381    | 0,182   | 0,353    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 2Seher   | 0,000    | 0,000   | 0,150    | 0,000    | 0,150    | 0,318    | 0,095    | 0,182   | 0,059    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 3Kursat  | 0,000    | 0,000   | 0,300    | 0,000    | 0,200    | 0,136    | 0,190    | 0,273   | 0,118    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 4Elif    | 0,000    | 0,000   | 0,200    | 0,000    | 0,150    | 0,227    | 0,095    | 0,182   | 0,118    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 5Burak   | 0,000    | 0,000   | 0,200    | 0,000    | 0,200    | 0,136    | 0,238    | 0,182   | 0,353    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |

Satırlar kıyaslananları göstermektedir. Sütunlar ise kıyaslananın yapıldığı kriteri göstermektedir. Örneğin "amaca göre (1Calisan-secimi) kriterine göre beklenen ücret mi önemli, dışsal faktörler mi yoksa alan bilgisi mi daha ağırdır?" sorusuna Dışsal ve Alan

Bilgisi 0,35 ağırlık yaratırken Beklenen Ücret için ağırlık 0,3 olarak belirlenmiştir. Tablo 4'te ağırlıklandırılmış süpermatris tablosu verilmiştir.

**Tablo 4***Ağırlıklandırılmış Süpermatris Tablosu*

|          | 1Calisan | 1Dissal | 2Beklen~ | 3AlanBi~ | 1Diksiy~ | 2Gorunus | 1Ingili~ | 2Arapca | 3Tecrube | 1Murat | 2Seher | 3Kursat | 4Elif | 5Burak |
|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|--------|--------|---------|-------|--------|
| 1Calisan | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 1Dissal  | 0,350    | 0,000   | 0,150    | 0,150    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 2Beklen~ | 0,300    | 0,333   | 0,000    | 0,350    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 3AlanBi~ | 0,350    | 0,167   | 0,350    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 1Diksiy~ | 0,000    | 0,222   | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 2Gorunus | 0,000    | 0,278   | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 1Ingili~ | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,175    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 2Arapca  | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,175    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 3Tecrube | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,150    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 1Murat   | 0,000    | 0,000   | 0,075    | 0,000    | 0,300    | 0,182    | 0,381    | 0,182   | 0,353    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 2Seher   | 0,000    | 0,000   | 0,075    | 0,000    | 0,150    | 0,318    | 0,095    | 0,182   | 0,059    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 3Kursat  | 0,000    | 0,000   | 0,150    | 0,000    | 0,200    | 0,136    | 0,190    | 0,273   | 0,118    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 4Elif    | 0,000    | 0,000   | 0,100    | 0,000    | 0,150    | 0,227    | 0,095    | 0,182   | 0,118    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 5Burak   | 0,000    | 0,000   | 0,100    | 0,000    | 0,200    | 0,136    | 0,238    | 0,182   | 0,353    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |

Tablo 4'te sütunların toplamının 1'e eşit olduğunu varsayarak ağırlıklandırma yapılarak elde edilmektedir. Birçok matrisin birleştirilmesinden yapılmaktadır. Tablo 5-5'te ise limit süpermatris bu-

lunmaktadır. Bu matris geri bildirimleri limit olarak yakınsadıkları değerlerin kümelerine dağıtılmasıdır.

**Tablo 5**

*Limit Süpermatris Tablosu*

|          | 1Calisan | 1Dissal | 2Beklen~ | 3AlanBi~ | 1Diksiy~ | 2Gorunus | 1Ingili~ | 2Arapca | 3Tecrube | 1Murat | 2Seher | 3Kursat | 4Elif | 5Burak |
|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|--------|--------|---------|-------|--------|
| 1Calisan | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 1Dissal  | 0,072    | 0,072   | 0,072    | 0,072    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 2Beklen~ | 0,128    | 0,128   | 0,128    | 0,128    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 3AlanBi~ | 0,114    | 0,114   | 0,114    | 0,114    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 1Diksiy~ | 0,032    | 0,032   | 0,032    | 0,032    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 2Gorunus | 0,040    | 0,040   | 0,040    | 0,040    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 1Ingili~ | 0,040    | 0,040   | 0,040    | 0,040    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 2Arapca  | 0,040    | 0,040   | 0,040    | 0,040    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 3Tecrube | 0,034    | 0,034   | 0,034    | 0,034    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 1Murat   | 0,122    | 0,122   | 0,122    | 0,122    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 2Seher   | 0,081    | 0,081   | 0,081    | 0,081    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 3Kursat  | 0,107    | 0,107   | 0,107    | 0,107    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 4Elif    | 0,084    | 0,084   | 0,084    | 0,084    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |
| 5Burak   | 0,107    | 0,107   | 0,107    | 0,107    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000   | 0,000    | 0,000  | 0,000  | 0,000   | 0,000 | 0,000  |

Limit süpermatris bütünsel anlamda öncelik değerlerinin belirlenmesidir. Yollardan her birinden geçerken kareleri alınarak son matris olan limit süpermatrise ulaşılır. Tablo 6'da ise sentezlenmiş son hali verilmiştir.

**Tablo 6**

*Sentezlenmiş Son Hali*

| Alternatif İsimleri | İdealler | Ham   | Normalize |
|---------------------|----------|-------|-----------|
| 1Murat              | 1,000    | 0,122 | 0,244     |
| 2Seher              | 0,660    | 0,080 | 0,161     |
| 3Kursat             | 0,878    | 0,107 | 0,214     |
| 4Elif               | 0,685    | 0,084 | 0,167     |
| 5Burak              | 0,876    | 0,107 | 0,214     |

Tablo 6'ya göre 0,244 etki oranıyla verilen cevaplar neticesinde en yüksek ağırlıkta seçilmesi gerekli kişi Murat olmuştur. Sonrasında Kürsat ve Burak eşit önemde, sonrasında Elif ve en son Seher gelmiştir.

### SuperDecision 3.2 Programı Çıktıları

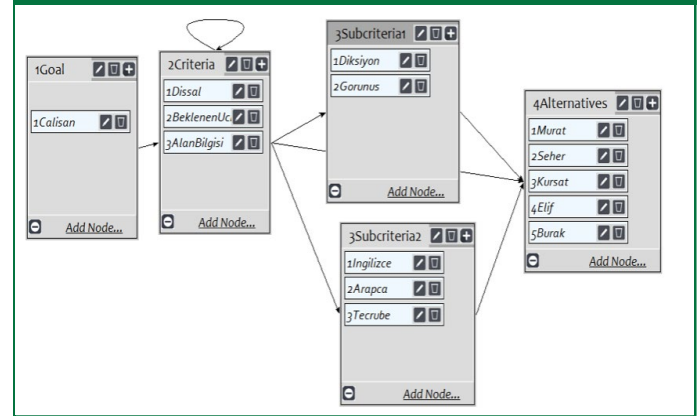
SuperDecision 3.2 programında dikkat edilmesi gerekenlerden biri her bir kümenin ve düğümün isimleri başına sıralama numarası konulmasıdır. Ayrıca alt kriterler Design sekmesinden oluşturulacak ana kriter seçiliyken oluşturulabilmektedir. Bu uygulandığında tüm modelin sentezinin seçilmesi gerekmektedir.

İlk olarak Amaç (Goal) cluster'i (küme) oluşturularak başlanır. Ardından temel amaç düğümü (node) oluşturulur. Sonrasında Kriterler kümesi oluşturulur. Kriterler kümesinin düğümleri kriterleri ifade etmektedir. Her bir düğümün içerisinde alt kriterler oluşturulur veya bağlanarak ek kriterler de yeni kümeler yardımıyla oluşturulabilir. Şekil 5-8'de model verilmiştir. Modeldeki bağımlılıkları oluşturmak için Make/Show Connections kısmından her bir düğüm için oluşturulacak bağımlılık düğümü seçilecektir. Örneğin temel amacı oluşturan "1CalisanSecimi" düğümü Crite-

ria kümesindeki "1Dissal", "2BeklenenUcret", "3AlanBilgisi" düğümlerinde bağlanmıştır (Şekil 9).

**Şekil 8**

*SuperDecision 3.2 Programındaki Model*



Tüm bağımlılıklar seçildikten sonra "Judgments" kısmındaki yargılamaya geçilir. Her bir bağımlılık birbirine göre kıyaslanır ya da doğrudan ağırlıklandırma yapılır. Saaty skalasından değerlendirme yapılacaksa Questionnaire sekmesine gidilir. Ancak tutarsızlığa Saaty skalasında dikkat etmek ve 0,1'un üzerine çıkmayacak şekilde değerlendirme yapmak gereklidir. Inconsistency yazan kısımdaki değeri önemsemek gereklidir. Değerleme tamamlandıktan sonra completed comparison kısmını işaretleyerek ilerlenebilir.

Tüm kıyaslamalar tamamlandıktan sonra Computations sekmesinden "Sanity Check" kısmından bir hata olup olmadığı kontrol edilebilir (Şekil 10).

Computations kısmından grafiksel ya da text olarak ağırlıklandırılmış matris, ağırlıklandırılmış matris ve limit matrise ulaşılabilir. Sentez de aynı şekilde yapılabilir (Şekil 11).

Şekil 9  
Yargılar

Network Judgments Ratings

1. Choose 2. Node comparisons with respect to 1Calisan 3. Results

Node Cluster

Choose Node

1Calisan

Cluster: 1Goal

Choose Cluster

2Criteria

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

|                |      |
|----------------|------|
| 1Dissal        | 0.35 |
| 2BeklenenUcret | 0.3  |
| 3AlanBilgisi   | 0.35 |

This is the direct data input area.  
Type in new direct data here, and/or  
Click the invert box invert priorities for this  
direct data.

NOTE: Any changes made in direct data take  
effect immediately and overwrite  
pre-existing data inputted in the  
other modes.

Normal Hybrid

Inconsistency:

|            |         |
|------------|---------|
| 1Dissal    | 0.35000 |
| 2Beklenen~ | 0.30000 |
| 3AlanBilg~ | 0.35000 |

Completed Comparison

Şekil 10  
Hata Kontrolü

File Design Computations Help

Main Network: model.sdmod: ratings //

Information Panel

Net: 0  
Node: 1Calisan  
Cluster: 1Goal

Attachments

Model Structure

Create/Edit Details

Show Priorities

Make/Show Connections

Network Judgments Ratings

1. Choose 2. Node comparisons with respect to 1Calisan 3. Results

Node Cluster

Choose Node

1Calisan

Cluster: 1Goal

Choose Cluster

2Criteria

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

|                |      |
|----------------|------|
| 1Dissal        | 0.35 |
| 2BeklenenUcret | 0.3  |
| 3AlanBilgisi   | 0.35 |

This is the direct data input area.  
Type in new direct data here, and/or  
Click the invert box invert priorities for this  
direct data.

NOTE: Any changes made in direct data take  
effect immediately and overwrite  
pre-existing data inputted in the  
other modes.

Normal Hybrid

Inconsistency:

|            |         |
|------------|---------|
| 1Dissal    | 0.35000 |
| 2Beklenen~ | 0.30000 |
| 3AlanBilg~ | 0.35000 |

Completed Comparison

Copy to clipboard

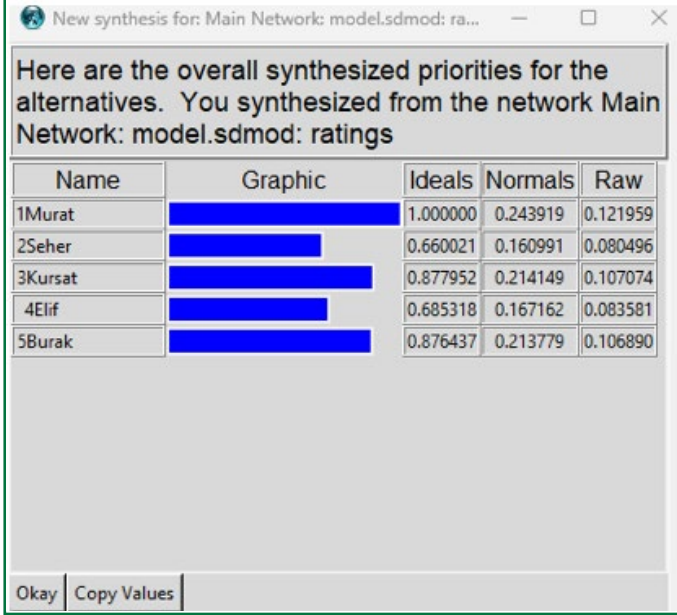
Restore Invert

There were no errors/warnings.

Tamam

Şekil 11

Tüm Model Sentezi



Tamamlandıktan sonra yine Computations kısmından “ANP Sensitivity” seçeneği ile duyarlılığı değiştirerek sonuç çıktıların yenden değerlendirilmesi yapılabilir. Şekil 5-12’de duyarlılık değişimindeki fark gösterilmektedir.

Şekil 12’de “Arapça” düğümünde duyarlılık 0 parametresinden 0,7 parametresine çekildiğinde sonuç çıktıları değişmektedir. Örneğin Murat seçilmesi gerekli iken duyarlılık %70’e alındığında Kürşat seçilmesi gerekli gözükmemektedir. Buna göre Kürşat’ın Arapça bilgisinin yüksek öneme sahip olduğu sonucu da çıkarılabilir. Super Decision 3.2 programı ile AHP ve ANP modelleri kolaylıkla hazırlanabilmektedir. Buna göre araştırmalarda, merak edilen konularda, yönetimde ve her türlü karar ağacı analizlerinde kullanımı söz konusudur. M-Macbeth, Visual Promethee, QM, MS Excel gibi birçok program alternatif olarak kullanılabilir.

## Sonuç

Analitik Ağ Süreci (ANP), personel seçiminde kullanılabilecek ve çok sayıda önemli uygulamaya sahip bir karar verme yöntemi olup son yıllarda artan sağlık çalışanı sayısı göz önüne alındığında daha doğru personeli seçmede etkili olabilecek bir bilimsel yöntemdir. Özellikle yönetim anlayışını bilimsel metotlara dayandırmak isteyen küçük ve büyük tüm kuruluşların akademisyenlerden başta olmak üzere profesyonel destek almaları rekabet avantajı sağlayabilecektir. Böylece sağlık turizmi alanında diğer sağlık hizmeti sunan ve sunmaya talip kuruluşlara nazaran dil ve iletişim becerileri gibi birçok kriterin ağırlığı değişebilmektedir. Bu sebeple personel seçiminde çok kriterin insan zihninde oluşan salt subjektif karardan objektif karara yaklaşması yönetim anlayışı olarak önem arz etmektedir. Personel seçiminde çok kriterli karar verme tekniklerinden AAS’nin faydaları şu şekilde sıralanmaktadır:

**Çok Boyutlu Değerlendirme:** AAS, karar vericilerin adayları eğitim, deneyim, beceriler ve kişilik özellikleri gibi birden çok boyuta veya kriterlere göre değerlendirmesine olanak tanır. AAS ayrıca bu boyutlar arasındaki karşılıklı bağımlılıkların dikkate alınmasına da izin verir.

**Kriterlerin Önceliklendirilmesi:** AAS, karar vericilerin, aralarındaki geri bildirim etkilerini dikkate alarak, göreceli önemlerine dayalı olarak kriterleri önceliklendirmelerine yardımcı olabilir.

**Fikir Birliği Oluşturma:** AAS, karar vericiler arasında görüş ve tercihlerini yapılandırılmış bir şekilde ifade etmelerine izin vererek fikir birliği oluşturmayı kolaylaştırmak için kullanılabilir.

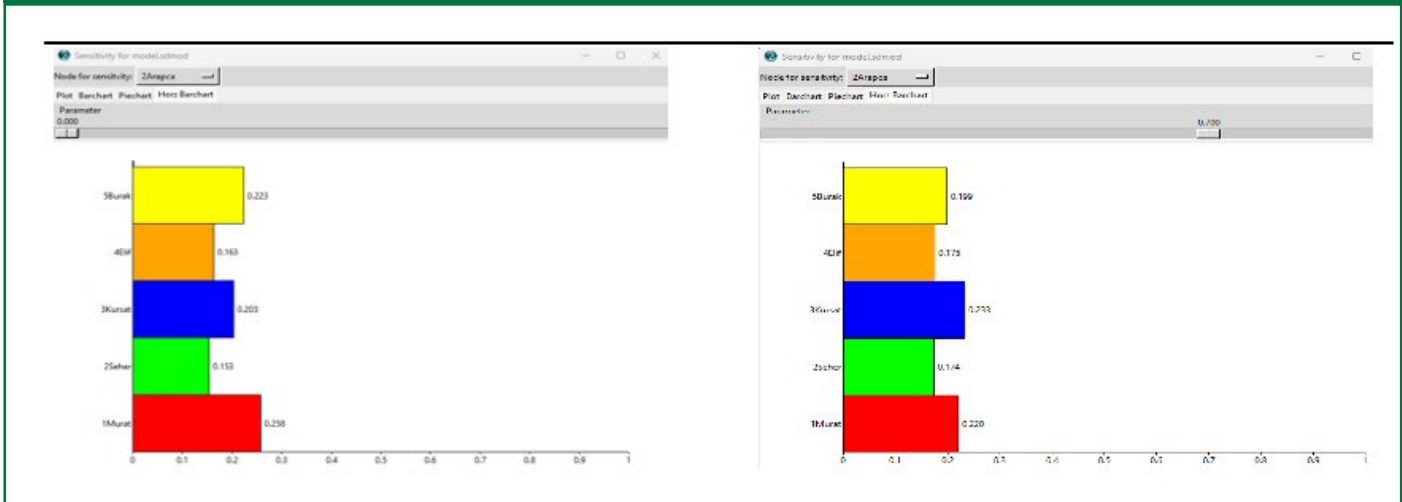
**Duyarlılık Analizi:** AAS, karar vericilerin kararlarının kriterler ve alt kriterlerdeki değişikliklere olan hassasiyetini değerlendirmelerine yardımcı olabilir.

**Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik:** AAS, paydaşlara kolayca açıklanabilen şeffaf ve hesap verebilir bir karar verme süreci sağlar.

Tüm bu nedenlerden ötürü AAS karmaşık karar verme senaryoları ve özellikle uzun vadede kuruma başarı sağlayacaktır.

Şekil 12

Duyarlılık



**Çıkar Çatışması:** Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Declaration of Interests:** The author declares that there are no competing interests.

## Kaynaklar

- Alinezhad, A., & Khalili, J. (2019). ANP Method. İçinde: New Methods and Applications in *Multiple Attribute Decision Making (MADM)* (ss. 115-125). Springer, Cham. [\[Crossref\]](#)
- Asadabadi, M. R., Chang, E., & Saberi, M. (2019). Are MCDM Methods Useful? A Critical Review of Analytic Hierarchy Process (AHP) and Analytic Network Process (ANP). *Cogent Engineering*, 6(1), 1623153. [\[Crossref\]](#)
- Ayyıldız, E., & Yalçın, S. (2018). Türkiye’de Yer Alan Lojistik Dostu Şehirlerin Bütünleşik Entropi-Codas Kullanılarak Belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 23(4), 127-140. [\[Crossref\]](#)
- Burki, T. K. (2019). UK Health Tourism for Private Cancer Care. *The Lancet Oncology*, 20(3), 334. [\[Crossref\]](#)
- Çakin, E., & Özdemir, A. (2013). Tedarikçi Seçim Kararında Analitik Ağ Süreci (ANP) ve Electre Yöntemlerinin Kullanılması ve Bir Uygulama. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(2), 339-364.
- Çalhan, H., & Arıcı, A. (2022). Bir Turistik Ürün Olarak Medikal Turizmin Değerlendirilmesi. *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 6(4), 1091-1112.
- Çamlıdere, A., & Söyük, S. (2019). İstanbul’da Sağlık Turizmi Hizmeti Verilen Hastanelerde İnsan Kaynakları Bulma ve Seçme Süreci ve Bu Süreçte Karşılaşılan Sorunlar. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*, 6(3), 527-533.
- Ebrahim, A. H., & Ganguli, S. (2019). A Comparative Analysis of Medical Tourism Competitiveness of India, Thailand and Singapore. *Tourism: An International Interdisciplinary Journal*, 67(2), 102-115.
- Genc, T., Kabak, M., Özceylan, E., & Cetinkaya, C. (2018). Evaluation of Natural Gas Strategies of Turkey in East Mediterranean Region: A Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats and Analytic Network Process Approach. *Technological and Economic Development of Economy*, 24(3). [\[Crossref\]](#)
- Giannakis, M., Dubey, R., Vlachos, I., & Ju, Y. (2020). Supplier Sustainability Performance Evaluation Using the Analytic Network Process. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119439. [\[Crossref\]](#)
- Holder, R. D. (1990). Some Comments on the Analytic Hierarchy Process. *Journal of the Operational Research Society*, 41(11), 1073-1076. [\[Crossref\]](#)
- Khatoon, A. (2020). A Blockchain-Based Smart Contract System for Healthcare Management. *Electronics*, 9(1), 94. [\[Crossref\]](#)
- Küçükali, H., Palteki, A. S., Dündar Ege, Ş., & Hayran, O. E. (2022). Medikal Turizm Politikası İçin Sağlık Hizmeti Sunucularının Perspektifi, İhtiyaçları ve Beklentileri: Nitel Bir İnceleme. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*.
- Lo, W. C., Lu, C. H., & Chou, Y. C. (2020). Application of Multicriteria Decision Making and Multi-Objective Planning Methods for Evaluating Metropolitan Parks in Terms of Budget and Benefits. *Mathematics*, 8(8), 1304. [\[Crossref\]](#)
- Poveda-Bautista, R., Baptista, D. C., & García-Melón, M. (2012). Setting Competitiveness Indicators Using BSC and ANP *International Journal of Production Research*, 50(17), 4738-4752. [\[Crossref\]](#)
- Punyota, W., Kengpol, A., & Rungsaksangmanee, P. (2022). The Application of an Analytic Network Process to Select Vegetarian Food for Chronic Disease Patients. İçinde *E3S Web of Conferences* (Vol. 355, p. 02011). EDP Sciences. [\[Crossref\]](#)
- Reisi, M., Afzali, A., & Aye, L. (2018). Applications of Analytical Hierarchy Process (AHP) and Analytical Network Process (ANP) for Industrial Site Selections in Isfahan, Iran. *Environmental earth sciences*, 77(14), 1-13. [\[Crossref\]](#)
- Rusydiana, A., & Hasib, F. (2019). Islamic Banking Selection Criteria: Case in Indonesia Using Analytic Network Process. *Economica: Jurnal Ekonomi Islam*, 10(1), 165-188. [\[Crossref\]](#)
- Saaty, T. L. (1977). A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), 234-281. [\[Crossref\]](#)
- Saaty, T. L. (1983). Priority Setting in Complex Problems. *IEEE Transactions on Engineering Management*, (3), 140-155. [\[Crossref\]](#)
- Saaty, T. L. (1994). A Ratio Scale Metric and the Compatibility of Ratio Scales: The Possibility of Arrow’s Impossibility Theorem. *Applied Mathematics Letters*, 7(6), 51-57. [\[Crossref\]](#)
- Saaty, T. L. (2004). Decision Making—The Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP). *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 13(1), 1-35. [\[Crossref\]](#)
- Sayedmohammadi, J., & Navidi, M. N. (2022). Applying Fuzzy Inference System and Analytic Network Process Based on GIS to Determine Land Suitability Potential for Agricultural. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(10), 1-19. [\[Crossref\]](#)
- Uygun, M. (2022). An Evaluation of Turkey’s Health Tourism Policies Using a Social Network Analysis Approach. *The International Journal of Health Planning and Management*, 37(2), 804-823. [\[Crossref\]](#)
- Yıldırım, B. F., & Önder, E. (2015). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. 2. Baskı, Bursa: Dora Basım-Yayın Dağıtım.
- Yoshihara, F., Nishikimi, T., Sasako, Y., Hino, J., Kobayashi, J., Minatoya, K., ... & Kangawa, K. (2002). Plasma Atrial Natriuretic Peptide Concentration Inversely Correlates with Left Atrial Collagen Volume Fraction in Patients with Atrial Fibrillation: Plasma ANP as a Possible Biochemical Marker to Predict the Outcome of the Maze Procedure. *Journal of the American College of Cardiology*, 39(2), 288-294. [\[Crossref\]](#)

# **BÖLÜM 6**

## **SAĞLIK İŞLETMELERİNDE STRATEJİK YÖNETİM: HASTANE YER SEÇİMİNDE BÜTÜNLEŞİK AHP-VIKOR UYGULAMASI**

Faruk YILMAZ  
Özgür İNCE

# Sağlık İşletmelerinde Stratejik Yönetim: Hastane Yer Seçiminde Bütünleşik AHP-VIKOR Uygulaması

## *Strategic Management in Healthcare Organizations: Integrated AHP-VIKOR Application in Hospital Site Selection*

### BÖLÜM HAKKINDA

İşletmelerin uzun vadede sürdürülebilirliğini sağlayabilmesi için fiziksel olarak kurulacağı ve faaliyetlerini devam ettireceği yerin seçilmesi kritik düzeyde bir karardır. Bu stratejik karar sürecinin yatırım maliyetleri, rekabet gücü ve sağlık hizmetleri talebi gibi birçok konuda belirleyici olması nedeniyle hastaneler özelinde kapsamlı bir şekilde ele alınması gerekmektedir. Bu kapsamda kitabın bu bölümünde uygulama konusu olarak Ege veya Akdeniz bölgesinde sağlık turizmi ağırlıklı hizmet verecek özel bir hastane açılması için il düzeyinde yer seçim kararının verilmesi problemi ele alınmıştır. Yer seçim kararının verilmesinde kullanılacak ana kriterler literatür araştırması ve uzman görüşleri esas alınarak yapı, talep, rekabet ve erişilebilirlik ve ilişkili sektörler olarak belirlenmiştir. Ege ve Akdeniz bölgesinde yer alan illerden İzmir, Aydın, Muğla, Antalya, Mersin ve Adana alternatifler olarak belirlenmiştir. Analitik Hiyerarşi Süreci ile yapılan kriter ağırlıklandırma analizi sonucunda ana kriterlerden sırasıyla talep (%55,35) ve rekabet ve erişilebilirlik kriterlerinin (%28,03) en yüksek ağırlığa sahip olurken, alt kriterlerden sırasıyla turist sayısı (%27,51), rakip hastane sayısı (%18,15), otel yatak sayısı (%11,17) ve sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyi (%11,04) kriterleri en yüksek ağırlığa sahip olmuştur. İkinci aşamada alternatifleri sıralamak amacıyla AHP bütünleşik olarak VIKOR analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre sırasıyla Antalya, Muğla ve İzmir ilk üç sırada yer almış ve sağlık turizmi hizmeti ağırlıklı bir özel hastane açılması için diğer alternatiflere göre daha avantajlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Hastane yer seçimi, stratejik yönetim, sağlık turizmi, AHP, VIKOR

### ABOUT the CHAPTER

Making the right choice on where to locate a business's physical location and ongoing operations is essential to ensuring its long-term viability. In the case of hospitals, this strategic decision-making process needs to be carefully considered because it is critical for several concerns, including competitiveness, investment costs, and the demand for health services. In this context, the issue of choosing a provincial location for a private hospital with an emphasis on health tourism in the Aegean or Mediterranean region is discussed in this section of the book. Based on the literature review and expert opinions, the primary factors to be considered when choosing a location are identified to be structure, demand, competition and accessibility, and related sectors. İzmir, Aydın, Muğla, Antalya, Mersin, and Adana, located in the Aegean and Mediterranean regions, were selected as alternatives. As a result of the criteria weighting analysis conducted with the Analytic Hierarchy Process, the main criteria of demand (55.35%) and competition and accessibility (28.03%) had the highest weights, while the sub-criteria of number of tourists (27.51%), number of competing hospitals (18.15%), number of hotel beds (11.17%) and socio-economic development level (11.04%) had the highest weights. To rank the alternatives in the second stage, VIKOR analysis combined with AHP was carried out. According to the analysis results, Antalya, Muğla, and İzmir ranked in the first three places respectively. It was concluded that it is more advantageous to open a private hospital with a focus on health tourism services compared to other alternatives.

**Keywords:** Hospital location selection, strategic management, health tourism, AHP, VIKOR

İşletmelerin uzun dönemde sürdürülebilirliğini sağlayabilmesi ve amaçlarına ulaşabilmesi ancak iyi bir planlama süreci ile mümkündür. Bu çerçevede hangi sektörde olursa olsun tüm işletmeler uzun dönemli nihai sonuçlara ulaşmak için stratejik yönetim modelini izlemeli ve benimsemelidir. Stratejik karar süreçlerini etkileyen iç ve dış unsurlar belirlendikten sonra işletmelerin kendilerine özgü olan vizyon, misyon, amaç, strateji ve politikaları belirlenmeli ve bu yönde aksiyona geçilmelidir. Bu kapsamda bir işletme yönetiminde en kritik karar aşamalarından biri kuruluş yeri seçim sürecidir. Bu karar



Faruk Yılmaz   
Özgür Ince 

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Sağlık Yönetimi  
Bölümü, Hastane İşletmeciliği Ana Bilim Dalı,  
İstanbul, Türkiye  
E-posta: faruk.yilmaz@iuc.edu.tr  
ozgurince@yahoo.com

**Bu bölümü alıntı / Cite this chapter as:**  
Yılmaz, F. & Ince, Ö. (2024). Sağlık işletmelerinde stratejik yönetim: hastane yer seçiminde bütünleşik ahp-vikor uygulaması. C. Boz & F. Yılmaz (Ed.), *Sağlık yönetiminde kantitatif teknikler ve makine öğrenmesi* içinde (s. 52-73). İstanbul: İÜC Yayınevi.



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

süreci işletmenin belirlediği misyon, vizyon ve amaçlar çerçevesinde ve bununla birlikte içsel ve dışsal pek çok faktörün değerlendirilmesi ile işlemektedir. Bu durum sağlık sektörü özelinde ele alındığında hastaneler için karar sürecinin daha kapsamlı değerlendirmelerle yürütülmesi gerektiği görülmektedir. Hastanelerde üretilen sağlık hizmetleri, bireyleri sağlığına kavuşturmakla birlikte, bireylerin birlikte yaşadığı haneyi, çevresini ve bir bütün olarak içinde bulunduğu toplumu etkileyen birçok dışsal faydaya sahiptir. Bununla birlikte emek gücünü sağlıklı kılarak, yeniden üretime katılmasına imkân vermesi yönüyle de ekonomiye önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Tüm bu faydaları dikkate alındığında sağlık sektöründe hizmetleri erişilebilir kılacak doğru bir kuruluş yeri seçiminin kritik bir öneme sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Sağlık sektöründe günümüzde rekabetin şiddeti ulusal sınırlarda önemli ölçüde artış göstermekle birlikte, sağlık turizminin oluşturduğu yeni pazar payı rekabetin şiddetini daha da artmış ve rekabet avantajı sağlayacak bir kuruluş yeri seçimini daha kritik bir konu haline getirmiştir. Sağlık hizmetleri süreci, çağın teknolojileri ile uzaktan hizmet sunumunu mümkün kılacak şekilde gelişmekte olmasına rağmen, günümüzde sağlık hizmetleri büyük ölçüde fiziki olarak hasta ve sağlık hizmet sunucularının bir tesis içerisinde bir araya gelmesi ile üretilmektedir. Bu çerçevede hastane yer seçiminin sağlık hizmetlerinin ulaşılabilirliğini, algılanan kalitesini, girdi kaynaklarının erişilebilirliğini (sağlık insan gücü, hastalar, tedarik zinciri vb.), uzun vadede işletmenin kârlılığı ve sürdürülebilirliğini etkilediğini söylemek mümkündür. Bu nedenle hastane yer seçimi karar sürecinde demografik faktörler, ulaşım, rekabet şartları, maliyet, arazi şartları, destek ve teşvikler gibi birçok kriteri gözetenek en uygun kararı vermek gerekmektedir. Bu kriterler çeşitli alternatifler için birbiri ile uyumlu olabileceği gibi, çelişkili olma durumu da söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle yer seçimi karar sürecinde birçok farklı kriterin aynı anda değerlendirilmesine imkân sağlayan çok kriterli karar verme tekniklerinin analitik değerlendirme için kullanılması önemli ve gereklidir.

Kitabın bu bölümünde ana amaç, çok kriterli karar verme tekniklerinden olan ve kriterlerin öznel ağırlıklandırılmasını sağlayan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi ile alternatif sıralama problemlerinde kullanılan VIKOR yönteminin Microsoft Excel programı üzerinde uygulama adımlarını göstererek farklı düzeydeki öğrencilerin, araştırmacıların, ilgili çalışan ve yöneticilerin analiz uygulama ve yorumlama becerisine katkı sağlamaktır. Bu ana amaç kapsamında Ege veya Akdeniz bölgesinde sağlık turizmi ağırlıklı hizmet verecek özel bir hastane açmak isteyen yatırımcılar için kuruluş yeri seçimi uygulaması yapılacaktır. Bu çerçevede öncelikle işletmelerde stratejik yönetimin kapsamı, sağlık işletmelerinde stratejik yönetim, fizibilite çalışmaları, hastane yer seçiminde etkili olan kriterler ve kullanılacak yöntemler olan AHP ve VIKOR yöntemleri hakkında teorik bilgiler verilecektir. Bunun akabinde Microsoft Excel programı üzerinden yazarlar tarafından hazırlanan veri seti kullanılarak uygulama adımları gösterilecektir. Ayrıca Microsoft Excel programı ile yapılan AHP uygulamasının doğrulamasını elde etmek üzere Super Decisions paket programı kullanılacak ve sonuçları ek olarak verilecektir.

## İşletmelerde Stratejik Yönetim

İşletme en genel tanımıyla *“insan ihtiyaçlarını direkt veya endirekt olarak karşılamak için üretim faktörlerini bir araya getirerek mal veya hizmet (değer) üreten birimler”* olarak ifade edilmektedir. İşletmelerde yöneticiler ancak, onu meydana getiren organ-

ların (ana fonksiyonlar) birbiri ile ilişkisini gözetenek ve bütüncül değerlendirmeler yaparak başarıya ulaşabilir. Bu nedenle girdileri çıktılara dönüştürme sürecinde işletme yöneticileri tedarik, üretim, finans, insan kaynakları ve pazarlama gibi alt sistemlere ilişkin planlama, organizasyon, yürütme, koordinasyon ve denetim faaliyetlerini sistemli olarak gerçekleştirmelidir. Bununla birlikte yöneticilerin alt sistemleri bir bütün olarak görmesi ve işletmenin sürdürülebilirliğini sağlaması için stratejik yönetim bakış açısına sahip olması elzemdir (Koçel, 2018).

İşletmelerde stratejik yönetim, bir organizasyonun rekabet avantajı sağlaması ve sürdürmesi için üstlendiği analizler, kararlar ve eylemlerden oluşur. Bu tanım, stratejik yönetimde iki ana unsur ele alır. Bunlardan ilki, stratejik yönetimin analizler, kararlar ve eylemler olmak üzere devam eden üç süreci gerektirmesidir. İkincisi ise stratejik yönetimin özü olan, bir organizasyonun diğerlerinden neden daha iyi performans gösterdiğinin incelenmesidir. Bu tanımda belirtilen uzun vadede sürdürülebilir avantajların elde edilmesi için nasıl rekabet edileceğinin belirlenmesi gerekir. Stratejik yönetim süreci ile bunun nasıl sağlanabileceği ele alınmadan önce, stratejik yönetimin temel özelliklerinden ve stratejik yönetimde bazı temel kavramlardan bahsedilmelidir. Stratejik yönetimin dört temel özelliği kısaca şunlardır (Dess ve ark., 2021: 5-8):

- İşletmeyi genel amaç ve hedeflere, diğer bir ifade ile organizasyonun tamamı için doğru olana yönlendirir.
- Karar verme sürecine işletme sahipleri, hissedarlar, çalışanlar, müşteriler ve tedarikçiler olmak üzere birden çok paydaşı dahil eder.
- Kısa vadeli ve uzun vadeli perspektifleri birleştirmeyi gerektirir.
- Etkinlik (iş doğru şekilde yapmak) ve etkililik/etkenlik (doğru işi yapmak) arasındaki ödünleşimin tanınmasını içerir. Yöneticiler kimi zaman kısa vadede etkinliğe odaklanmalı; kimi zamanda rekabet ortamındaki fırsatları önceden öngörerek işletmenin ürün-pazar kapsamını genişletmeye ve uzun vadede odaklanmalıdır.

İşletmelerde stratejik yönetimin tanımı, kapsamı ve temel özellikleri anlaşıldıktan sonra stratejik yönetimde kullanılan bazı temel kavramların açıklanması ve stratejik yönetim sürecinin incelenmesi faydalı olacaktır.

## Stratejik Yönetimde Temel Kavramlar

Bu bölümde stratejik yönetimde sıklıkla kullanılan bazı temel kavramların kısa açıklamalarına yer verilmiştir.

**Rekabet avantajı:** Bir işletmenin rakipleri tarafından yapılan faaliyetlere kıyasla işletmenin özellikle iyi yaptığı herhangi bir faaliyet veya işletmenin sahip olduğu ve rakiplerin sahip olmayı arzu ettiği herhangi bir kaynak olarak tanımlanabilir. Stratejik yönetim tamamıyla rekabet avantajı elde etmek ve bunu sürdürmekle ilgilidir. Uzun vadeli başarı için oldukça önemlidir (David ve David, 2017: 36).

**Strateji:** Bir işletmenin uzun vadede sürdürülebilir bir rekabet avantajı elde etmesini sağlayan kararların alınmasıdır. Bir işletmenin stratejisi, iç yetenekleri (yapmakta iyi olduğu şeyler) ile dış ilişkileri (müşterileri, tedarikçileri ve rakipleri ile olan ilişkisi) arasındaki uyumu tanımlar (Henry, 2021: 3-5).

**Stratejist:** Bir işletmenin bilgi toplamasına, analiz etmesine ve düzenlemesine yardımcı olan ve işletmenin başarı veya başarısızlığından sorumlu olan kişilerdir. Genellikle daha yüksek yönetim seviyelerinde bulunan stratejistler karar verme sürecinde önemli yetkiye sahiptir. CEO, en kritik stratejik yönetici olmakla birlikte, bir birim veya bölümde yetkisi ve sorumluluğu olan herhangi bir yönetici de stratejist (stratejik yönetici) olarak değerlendirilir (David ve David, 2017: 36-37).

**Vizyon ve Misyon:** Vizyon, bir işletmenin geleceğe bakışını ve büyük amacını yansıtan ve nihai olarak neyi başarmak istediğini açıklayan ifadedir. Misyon ise bir işletmenin gerçekte ne yaptığının, sağlamayı planladığı ürün ve hizmetlerin ve rekabet edeceği pazarların açıklandığı ifadedir. Daha sade bir tanım ile kurumun varlık sebebini yansıtan ifadedir. Geleceğe odaklanan vizyon ifadesinin aksine misyon, dış çevre değişikliklerine karşı daha esnekler. İyi hazırlanmış bir misyon ifadesi tüm paydaşların kabul edeceği geniş bir paydaş yelpazesine sahip yönlendirici, tanımlayıcı, ölçülebilir, kısa ve anlaşılırdır (Rothaermel, 2019: 11-14; Henry, 2021; Wheelen, 2018: 206-207).

**Temel değerler:** Bir işletme içindeki bireylerin davranışlarını yöneten etik standartlar ve normlardır. Vizyon ifadesinin temelini oluşturan temel değerlerin açıklanması, çalışanların örgüt kültürünü anlaması ve ahlaki bir pusula olarak bunları izlemesi açısından gereklidir. Uzun vadeli başarı için zemin hazırlar (Rothaermel, 2019: 17).

**Paydaşlar:** Bir işletmenin vizyonunu ve misyonunu etkileyebilen, elde edilen stratejik sonuçlardan etkilenen ve işletmenin performansı üzerinde uygulanabilir iddiaları olan bireyler, gruplar ve kuruluşlardır. Bu paydaşlar sermaye piyasası paydaşları (hissedarlar ve bankalar gibi sermaye tedarikçileri), ürün piyasası paydaşları (müşteriler, tedarikçiler ve iş gücünü temsil eden sendikalar) ve organizasyonel paydaşlar (şirketin tüm çalışanları) olmak üzere üç grupta ele alınmaktadır (Hitt ve ark., 2020: 19-20).

**Amaç:** Misyon, vizyon ve temel değerler belirlendikten sonra, stratejik yöneticilerin belirlenen misyon ve vizyona ulaşılması için yapılması gerekenleri yani amaçları (goals) belirlemesi gereklidir. Amaçlar, bir kuruluşun misyonunu yerine getirmek ve müşterilerinin veya paydaşlarının ihtiyaçlarını karşılamak için ulaşmaya çalıştığı nihai sonuçlardır. Başka bir ifadeyle işletmenin gerçekleştirmeye çalıştığı kesin, ölçülebilir, arzulanan bir gelecek durumudur. Toplumsal (işletmenin daha geniş çevresi) gelişme için amaçlar, müşteriler veya paydaşlar için amaçlar ve organizasyonun gelişmesi için amaçlar olmak üzere üç amaç kategorisi belirlemek yararlıdır. İyi oluşturulmuş amaçların kesin ve ölçülebilir olması, önemli konuları ele alması, zorlu ama gerçekçi olması, zaman aralığı belirtmesi olmak üzere dört ana özelliği vardır (Hill ve ark., 2020: 17-18; Barney ve Hesterly, 2019: 6-7; Steiss, 2003: 4).

**Hedef:** Amaç genellikle uzun vadeli olan ulaşılabilir bir sonucu ifade ederken, hedef (objectives) daha kısa vadeli olarak genel bir amaca ulaşmak için daha açık ve ölçülebilir eylemleri tanımlamaktadır (Ülgen ve Mirze, 2014). Uzun vadeli amaçlar, ürün geliştirme, müşteri memnuniyeti ve etkinlik gibi konularla ilgilidir. Hedefler ise çalışan ve sermaye etkinliği, ürün kalitesi ve müşteri hizmetleri gibi ayrıntılarla ilgili ifadeleri vurgulamaktadır (Hill ve ark., 2020: 18).

**Politika:** Belirlenen hedeflere ulaşma çabalarını desteklemek için oluşturulan yönerge, kural ve prosedürleri kapsayan araçlardır. Karar vermede kılavuz niteliğinde olan politikalar tekrar eden veya yinelenen durumları ele alır. Politikalar, organizasyon departmanları içinde ve arasında tutarlılık ve koordinasyona izin verir (David ve David, 2017, 41).

**Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik:** Drucker'a göre etkinlik (efficiency) organizasyonların varlıklarını sürdürebilmeleri için gerekli minimum koşullar olup, işlerin doğru yapılması şeklinde tanımlanmaktadır. İşletmede girdilerin yani kaynakların ne derece etkin kullanıldığını ölçmektedir. Etkililik (effectiveness) ise doğru işi yapmak olarak tanımlanmıştır. Bir faaliyetin etkililiği belirlenen plan, program, amaç ve hedeflere uyumlu olup olmaması ile ölçülmektedir. Verimlilik (productivity) ise etkinlik ve etkililiğin birleşimini ((çıktı/girdi)+(çıktı/hedef)) ifade eden daha geniş bir kavramdır. Organizasyonu oluşturan her şeyin daha iyi bir işleve sahip olduğu durumu ifade etmektedir. Bu kapsamda birbirinden farklı kavramlar olmakla birlikte, etkinliğin veya etkililiğin artmasıyla verimlilik de artış göstermektedir (Roghianian ve ark., 2012).

### Stratejik Yönetim Süreci

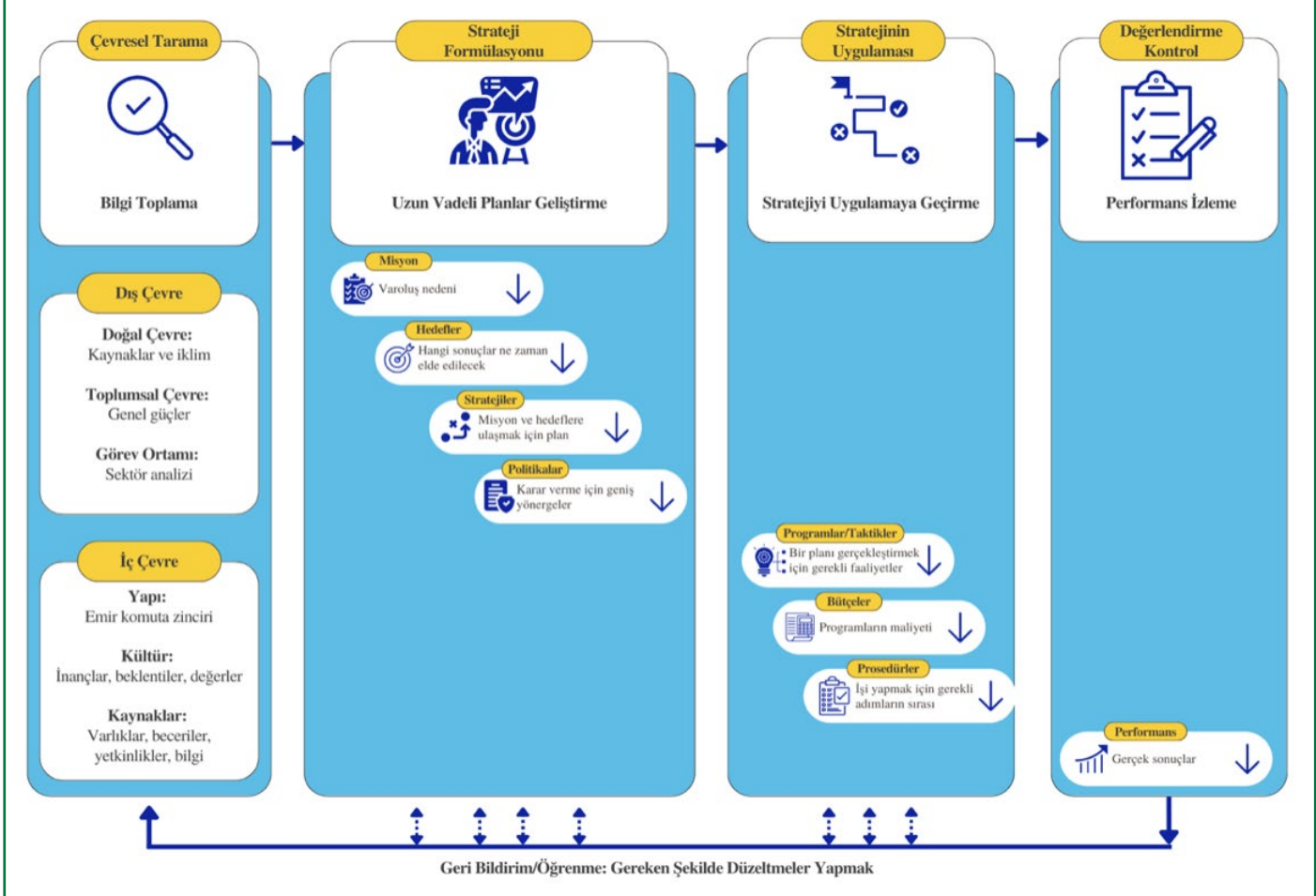
Stratejik yönetim süreci dört temel unsurdan oluşmaktadır. "Çevresel tarama, strateji oluşturma, strateji uygulama, değerlendirme ve kontrol" başlıklarında verilen bu unsurlar genişletilerek akılcı ve kuralcı bir model olarak ortaya konulmuştur (Şekil 1). Unsurların birbiri ile etkileşiminin yansıtıldığı bu planlama modelinde bir işletmenin stratejik yönetim süreci açısından ne yapması gerektiği açıklanmaktadır (Wheelen ve ark., 2018).

Stratejik yönetim sürecini incelemek ve uygulamak üzere kullanılan model Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil 1'de dört ana unsur ile ifade edilen modelden farklı olarak bazı kaynaklarda çevresel tarama başlığı strateji oluşturma altında bir alt başlık olarak değerlendirilmekte ve üç ana unsur olarak çerçeve çizilmektedir. Ülgen ve Mirze (2014) ise çevresel tarama başlığına kadar geçen süreci; stratejik bilincin oluşturulması, stratejistlerin seçilerek veri ve bilgi toplanması ve toplanan veri ve bilgiler çerçevesinde iç ve dış çevre analizlerinin yapılması olmak üzere üç ayrı aşama olarak ele almıştır. Stratejik yönetim modeli kesin bir başarıyı garanti etmemekle birlikte, stratejik plan geliştirme sürecinde "Şu anda neredeyiz?", "Nereye girmek istiyoruz?" ve "Oraya nasıl gideceğiz?" sorularına cevap aramada açık ve pratik bir yaklaşım sunmaktadır. Stratejik yönetim süreci ile "uzun dönemli nihai sonuçlara ulaşmak", "uzun dönemde yaşamı devam ettirmek", "sürdürülebilir rekabet üstünlüğü sağlamak" ve "ortalama üzerinde getiri sağlamak" ulaşmak istenen ana amaçlardır. Bu kapsamda Şekil 1'de verilen dört ana unsuru aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür (Wheelen ve ark., 2018: 44-59; Hitt ve ark., 2020: 6; Gamble ve ark., 2019: 19; Rothaermel, 2019: 36; Hill ve ark., 2020: 21; David ve David, 2017: 359-363; Ülgen ve Mirze, 2014).

**Çevresel tarama,** iç ve dış çevreden gelen bilgilerin izlenmesi, değerlendirilmesi ve işletme içindeki sorumlulara aktarılmasını ifade etmektedir. Strateji analizi olarak da ifade edilen bu aşama stratejik yönetim sürecinin başlangıç noktasıdır. Stratejileri etkili bir şekilde oluşturabilmek ve uygulayabilmek için iç ve dış çevre unsurlarının kapsamlı olarak analiz edilmesi gereklidir. Bu çerçevede ilk aşamada amaç stratejik karar analizine yardımcı olacak

Şekil 1

Stratejik Yönetim Modeli



*Açıklama notu.* Wheelen, T. L., Hunger, J. D., Hoffman, A. N. & Bamford, C. E., 2018, Strategic Management and Business Policy: Globalization, Innovation and Sustainability. 15. ed, England, Harlow: Pearson Education Limited kaynağından uyarlanarak yazarlar tarafından çizilmiştir.

İç ve dış unsurları diğer bir ifadeyle stratejik faktörleri tanımlamaktır. Bu amaçla kullanılan en önemli araçlardan biri SWOT yaklaşımıdır. Bu analizde işletmelerin kısa vadeli kontrolünde olan iç çevresini ele alan güçlü ve zayıf yönleri ile işletmenin kontrolü dışındaki dış çevresini ele alan fırsat ve tehditler değerlendirilmektedir.

**Strateji oluşturma**, işletmenin rekabet avantajı sağlayabilmesi için gerekli olan kriterleri sağlayan araştırma, analiz ve karar verme sürecidir. Bu aşamada bir önceki aşamada yapılan analizde ortaya konulan iç ve dış çevre faktörlerinin değerlendirilerek çeşitli tanımlamalar yapılarak strateji oluşturulur. Bu çerçevede işletmenin rekabet avantajlarının tanımlanması, büyüme yeteneğini etkileyen zayıflıkların belirlenmesi, işletmenin gelecekteki iş kapsamını ("nereye gidiyoruz") tanımlayan ifade olan stratejik vizyonu ile işletmenin mevcut işini ve amacını ("biz kimiz, ne yapıyoruz ve neden buradayız") tanımlayan ifade olan misyonunun oluşturulması ve buna yönelik olarak ulaşılabilir hedeflerin ve politika yönergelerinin belirlenmesi bu aşamada yapılmaktadır. İç ve dış faktörlerin analizi, misyon, vizyon ve hedeflerin belirlenmesinden sonra işletmeler bu aşamada nerede ve nasıl rekabet edeceklerine ilişkin stratejiler belirlerler. Strateji belirleme veya oluşturma

kurumsal, iş ve işlevsel strateji olmak üzere üç ayrı seviyede ele alınmaktadır. Bunlardan;

- *Kurumsal strateji*, hangi endüstri, piyasa ve coğrafyada rekabet edileceğini,
- *İş yönetim stratejisi*, nasıl rekabet edileceğini, (Maliyet liderliği, farklılaşma veya değer yeniliği olmak üzere üç genel iş stratejisi mevcuttur.)
- *İşlevsel strateji* ise, seçilen bir iş stratejisinin nasıl uygulanacağı sorularıyla ilgilidir. Strateji oluşturma sürecinde farklı düzeylerde belirtilen bu sorular cevaplanarak kurumsal stratejiler oluşturulur.

Strateji uygulaması, belirlenen stratejilerin ve politikaların programlar, bütçeler ve prosedürlerin geliştirilmesi yoluyla eyleme geçirilmesi sürecidir. Bu aşamada stratejik planı yürütmek için işlevsel (fonksiyonel), iş yönetim ve kurumsal strateji düzeylerinde faaliyetler yapılmaktadır. Strateji uygulama süreci, işletmenin genel kültürü, yapısı veya yönetim sistemi içindeki değişiklikleri içerebilir. Kalite iyileştirme programlarını uygulamak, ürünün tasarımını değiştirmek, ürünü pazarda farklı şekilde konumlandırmak, pazarı bölümlere ayırmak, tüketici gruplarına göre bir ürünün farklı versiyonlarını sunmak, birleşmeler ve satın almalar yoluyla

genişlemek veya şirketin bazı kısımlarını kapatarak veya satarak şirketi küçültmek bu aşamada yer alan strateji uygulama örnekleridir. Köklü değişiklikler dışında stratejinin uygulanması genelde orta ve alt düzey yöneticiler tarafından yürütülür ve üst yönetim tarafından gözden geçirilir. Bu aşamada büyüme, küçülme, mevcut durumu koruma veya karma stratejiler olmak üzere dört temel stratejiyi kullanabilir. Bu temel stratejiler farklı alt gruplar arasından (bağımsız-bağımlı, ilişkili-ilişkisiz, yatay-dikey, aktif-pasif) seçim yapılarak farklı şekillerde uygulanmaktadır.

**Değerlendirme ve kontrol,** belirlenen hedefler doğrultusunda istenen performans ile gerçekleşeni karşılaştırılabilmesi için kurumsal faaliyetlerin ve performans sonuçlarının izlenmesi sürecidir. En iyi şekilde oluşturulan ve uygulanan stratejiler bile işletmenin iç ve dış çevre faktörleri değiştiğinde geçerliliğini yitirebilir. Bu nedenle iç ve dış faktörlerin hızlı ve dramatik bir şekilde değiştiği günümüzde, stratejik yönetim faaliyetlerinin sistematik olarak gözden geçirilmesi ve kontrol edilmesi önem kazanmaktadır. İzleme süreci ile elde edilen bilgiler, ortaya çıkabilecek olası sorunları önceden tespit etmek, ortaya çıkan sorunları çözmek ve düzeltici önlem almak için kullanılmalıdır. Zamanında yapılan değerlendirme ve kontrol faaliyeti durum daha kritik bir aşamaya ulaşmadan uzun vadeli olumsuz sonuçların önüne geçme imkânı sağlamaktadır. Belirli bir stratejinin en uygun olduğunu kesin olarak söylemek mümkün olmamakla birlikte, olası uzun vadeli olumsuz sonuçlardan kaçınmak için çeşitli kriterleri esas alarak değerlendirmek mümkündür. Richard Rumelt bir stratejiyi değerlendirmede, bir firmanın dış değerlendirmesine dayanan uyum ve avantaj ile büyük ölçüde iç değerlendirmesine dayanan tutarlılık ve fizibilite (uygulanabilirlik) olmak üzere dört kriterin kullanılmasını önermiştir. Bu kriterler kullanılarak yapılan değerlendirmeler sonucunda nihai ana unsur olan değerlendirme ve kontrol aşamasında stratejilerin zayıflıkları belirlenmektedir. Bu zayıflıkları düzeltmek için stratejik yönetim sürecinin yeniden başlatılması teşvik edilebilir.

### Sağlık İşletmelerinde Stratejik Yönetim

Sağlık sektörü küresel çapta sürekli olarak değişimin tetiklendiği ve uygulandığı bir sektördür. Yakın geçmişle kıyasladığımızda sağlık sektöründe yaşanan değişimi; hizmet ve süreç tasarımı (telesahlık, robotik cerrahi vb.), kaynak kullanımı (tıbbi makine ve cihaz, robotik ve nesnelerin interneti teknolojileri vb.), sistem paydaşlarının sorumlulukları ve etkisi (özel sağlık işletmeleri, ilaç ve tıbbi malzeme üreticileri vb.) gibi pek çok unsorda gözlemlemek mümkündür. Bu değişimler sağlık işletmelerinin uzun vadede başarısını etkileyen önemli unsurlardır. Bu nedenle sağlık işletmelerinin uzun vadede amaçlarına ulaşabilmesi, sürdürülebilirlik, rekabet avantajı ve ortalama üzeri getiri sağlayabilmesi için değişen çevre şartlarını değerlendirecek stratejik yönetim bakış açısına sahip olması elzemdir.

Sağlık işletmelerinin stratejik yönetim sürecini benimsemesi, finansal performansı iyileştirme, örgüt kültürü oluşturarak çalışanları ortak bir amaç çevresinde birleştirme, karar süreçlerinde tutarlılığı sağlama, yatay ve dikey iletişimi geliştirme, genel koordinasyonu sağlama, kurumda yenilik ve değişimi teşvik eden dinamik bir yönetim süreci sağlama, kamu ihtiyaçlarını karşılamada sınırlı kaynakların etkin kullanımını sağlama gibi ölçülen ve ölçülemeyen pek çok fayda sağlamaktadır. Sağlık işletmeleri sürdürülebilir rekabet avantajı sağlamak için faaliyet gösterdik-

leri çevre ile ilgili daha fazla bilgi toplamakta ve bunları organize etmektedir. Stratejik yönetim süreci, dış çevre hakkında toplanan bilgiler çerçevesinde işletmeyi en etkin şekilde konumlandırmayı sağlamaktadır. Diğer bir ifade ile dış çevrenin talepleri ile işletmenin iç yetenekleri arasında bir uyum sağlamaktadır. Dış çevreye uyum sağlamaya yönelik stratejik bir bakış açısına sahip olmak, yalnızca özel sektör sağlık kuruluşları için değil aynı zamanda kamu sağlık kurumları içinde önemli bir gerekliliktir (Ginter, 2018: 67-69; Swayne ve ark., 2006: 29-37). Türkiye’de kamu yönetim reformunun önemli adımlarından biri olan 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu kapsamında kamu idarelerine stratejik plan hazırlama yükümlülüğü getirilmiş ve stratejik plan hazırlık sürecinde yapılması gerekenler belirtilmiştir. Kamuda stratejik plan hazırlığının zorunluluğu konusundaki değişen yaklaşım hem kamu hem de özel sektör sağlık işletmelerinde stratejik yönetimin ne kadar önemli ve gerekli olduğunu vurgulamaktadır. Sağlık Bakanlığı bu değişim çerçevesinde ilk resmi stratejik planı olan Sağlık Bakanlığı 2010-2014 Stratejik Planı’nı hazırlamıştır.

Sağlık işletmelerinin stratejik yönetim amaçlarına ulaşabilmesi için çevresel koşulları gözeterek ve analiz ederek oluşturulan misyon, vizyon, amaç ve hedefleri doğrultusunda çeşitli temel ve alt stratejiler belirlemesi, uygulaması ve kontrol etmesi diğer bir ifade ile stratejik yönetim sürecinin temel basamaklarını uygulaması gereklidir. Bu çerçevede bir hizmet işletmesi olarak hastaneleri ele aldığımızda, uzun vadede sürdürülebilirliği, rekabet avantajı ve ortalama üzeri getiriye sağlamak için stratejik yönetim kapsamında en uygun kuruluş yerini seçmek kritik bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Kuruluş yeri seçimi gibi çeşitli stratejik kararlar verilmeden önce işletmelerin kuruluş çalışmaları kapsamında ekonomik, teknik, finansal ve yasal sorunlara ilişkin sistemli olarak bilgilerin toplanması ve bunların çok yönlü değerlendirilmesi gereklidir. Bu konu literatürde fizibilite çalışmaları kapsamında ele alınmaktadır. Bu nedenle izleyen bölümde sağlık işletmelerinde fizibilite çalışmaları özetlenerek bölüm uygulaması kapsamında hastane yer seçimi probleminin stratejik yönetim bakış açısıyla belirleyicileri ortaya konulacaktır.

### Sağlık İşletmelerinde Fizibilite Çalışmaları

Herhangi bir işletmenin kuruluş fikrinin ortaya çıkışından kesin olarak faaliyetlerine başlayana kadar geçen süre içerisinde farklı boyutları değerlendirecek pek çok çalışmanın yapılarak bu fikrin uygulanabilirliği ortaya konulmalıdır. Hastanelerin kuruluş süreci de bu temel süreçlere uygun olarak yürütülmektedir. Bu süreci sırasıyla aşağıdaki adımlar ile özetlemek mümkündür (Çağlar, 1996: 19).

1. İşletme kurma (yatırım yapma) fikri
2. Ekonomik, teknik, finansal ve hukuki araştırmalar
3. Yatırım öncesi ön projenin hazırlanması
4. Yatırım kararının verilmesi (kabul veya ret kararı)
5. Yatırım kararının uygulanması (kesin proje)
6. Deneme üretimi
7. İşletmenin faaliyetlerine başlaması

Bu süreci hastane kuruluşu için ele aldığımızda öncelikle bir girişimcinin, mevcut bir işletmenin ya da devlet kuruluşlarının yatırım fikri olarak proje yapma fikri ortaya çıkmaktadır. Bu fikirler hangi düzeylerde ortaya çıkarsa çıksın mutlaka farklı yönleri dikkate

alınarak değerlendirilmesi ve bunun sonucunda bir ön proje hazırlanması gereklidir. Bu kapsamda ön projeye temel teşkil eden araştırmalar dört ana başlık altında incelenmektedir (Tengilimoğlu ve ark., 2018: 105-125).

**Ekonomik analiz,** fizibilite etüdünde ilk aşama olarak piyasa araştırması (pazar analizi ve talep tahmini), kapasite belirleme ve kuruluş yeri seçimi çalışmalarını kapsamaktadır. Bu kapsamda hastane kurma fikri sonrasında ilk yapılması gereken sağlık hizmetleri talebi, arzı, rekabet şartları, fiyat analizi ve yatırım teşvik politikalarına ilişkin pazar araştırmalarının ve analizlerinin yapılmasıdır. Pazar analizi ve talep tahmini yapıldıktan sonra hastanelerin hangi miktarda mal veya hizmet üretebileceğinin diğer bir ifade ile işletme kapasitesinin belirlenmesi ve nerede faaliyet göstereceğinin diğer bir ifade ile kuruluş yerinin seçilmesi gereklidir. Uzun vadede işletmelerin amaçlarına ulaşmasında önemli etkileri bulunan bu iki stratejik karar ekonomik araştırmalar kapsamında yapılan analiz bulgularına göre verilmelidir (Tengilimoğlu ve ark., 2018: 105-125). Hastanelerin kuruluş yeri seçiminde etkili olan pek çok faktör söz konusudur. Bu faktörler bir sonraki bölümde ayrıca ele alınmıştır.

**Teknik analiz,** tesis kurulacak arazinin zemin etütleri, yerleşim planı, üretim teknolojisi ve üretim yönteminin seçimi, güvenlik araştırmaları, sismik araştırmalar, inşaat ve montaj işleri gibi konuları kapsayan ve yatırım projesinin teknik olarak uygulanabilirliği hakkında karar vermeye yardımcı olan araştırmaların yapıldığı fizibilite aşamasıdır (Tengilimoğlu ve ark., 2018: 105-125).

**Finansal analiz,** hastane kuruluşu için gerekli olan sabit yatırım harcamaları ile işletme sermayesi ihtiyacının belirlenmesi, ihtiyaç duyulan bu kaynakların nasıl temin edileceğinin (finansman kararları) belirlenmesi, proje ile ilgili tüm nakit akışlarının tahmin edilmesi ve belirlenen iskonto oranı üzerinden sermaye bütçeleme teknikleri (geri ödeme süresi, net bugünkü değer, iç verim oranı vb.) kullanılarak projenin finansal olarak yapılabilirliğinin araştırıldığı fizibilite aşamasıdır.

**Hukuki analiz,** planlanan yatırım projesinin hukuki düzenlemelere uygunluğunun araştırılması, kuruluş modelinin belirlenmesi, vergilendirme vb. tüm yasal konuların kapsamlı değerlendirildiği fizibilite aşamasıdır (Tengilimoğlu ve ark., 2018: 105-125). Türkiye’de hastanelerin kuruluş çalışmalarında, pek çok asgari şart ve gerekliliklerin belirtildiği Özel Hastaneler Yönetmeliği, Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu, Sağlık Uygulama Tebliği gibi hukuki düzenlemelerin mutlaka incelenmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir.

Hastane kurma fikrine müteakip olarak yapılan ekonomik, teknik, finansal ve hukuki analizler karar verici olan yatırımcılara önemli bilgiler sunmaktadır. Üçüncü aşamada bu bilgiler bir ön proje çalışması olarak karar vericilere sunulur. Karar vericiler yatırımın ekonomik, teknik, finansal ve hukuki olarak uygulanabilirliğini inceleyerek mevcut fikirlerini tekrar değerlendirme imkanına sahip olurlar. Buna göre ya projeyi hayata geçirmeye karar verirler ya da bu fikirden vazgeçerler. Bazı durumlarda birden fazla projenin değerlendirilmesi söz konusu olabilir. Bu kapsamda alternatif projeler arasından en uygun olanı karar vericiler tarafından kabul edilir. Projenin kabul olması durumunda hastane kurma fikrinin hayata geçirilebilmesi için ön projede değerlendirilen süreç daha detaylı

olarak araştırılarak kesin proje hazırlanır ve uygulama aşamasına geçilir. Kesin projede belirlenen kuruluş aşamalarının öngörülen sürede bitirilmesi ile hastane faaliyetlerine başlayabilecek duruma gelecektir. Bu aşamada faaliyetlere kesin olarak başlamadan önce kontrol ve düzenleme yapmaya fırsat sağlaması için deneme üretimi aşaması ile değerlendirmeler yapılır. Bu aşamanın başarı ile tamamlanmasından sonra son aşamada hastane amaçlanan ve planlanan faaliyetlerine başlar (Tengilimoğlu ve ark., 2018: 105-125; Çağlar, 1996: 19-21).

### Hastane Kuruluş Yeri Seçimi

Herhangi bir işletme için fiziksel olarak kurulacağı ve faaliyetlerini devam ettireceği yerin seçimi uzun vadede önemli etkilere sahiptir. Bu stratejik karar sürecinin kapsamlı bir şekilde ele alınması, yatırım maliyetlerini artırabilir, telafisi olmayan sonuçlara yol açabilir ve işletmelerin rekabet gücü elde etmelerine engel teşkil edebilir. Hastaneler özelinde durumu ele aldığımızda, hizmet sektörü işletmesi olması nedeniyle yer seçimi daha kritik bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

En uygun hastane yeri seçimi, hükümetler açısından sağlık kaynaklarının tahsisat verimliliğini sağlama, sağlık hizmeti sunumunu sosyal ve ekonomik taleplerle eşleştirme, kentsel ve kırsal sağlık hizmeti gelişimini koordine etme ve toplumsal çelişkileri hafifletmeye katkı sağlamaktadır. Vatandaşlar açısından ise, sağlık hizmetlerine erişimi iyileştirme, müdahale süresini kısaltma ve yaşam kalitesini artırma gibi pek çok fayda sağlamaktadır. Hastane yatırımcıları ve işletmecileri açısından ise sermaye stratejisiinde maliyet tasarrufu sağlama, getiri oranını artırma ve büyüme potansiyeli sağlama gibi faydalar söz konusu olacaktır (Şen ve Demiral, 2016).

Hastanelerde hizmet üretimi ve tüketiminin eş zamanlı olması, fiziksel olarak hizmet sunan sağlık profesyonelleri ile hizmet alan hastaların genellikle bir arada bulunmasını gerektirmektedir. Bu nedenle hastane kuruluş yeri seçimi kararı misyon, vizyon, amaç ve hedeflere ulaşılabilmesi için kritik öneme sahiptir. Örneğin; toplumun her kesimi için sağlık hizmetini erişilebilir olarak sunmak gibi bir misyon belirleyen bir hastanenin buna uygun bir konum seçmesi gereklidir. Bununla birlikte, bir hastanenin belirlediği amaçlara ulaşması büyük ölçüde hizmet vereceği nüfusun demografik özelliklerine bağlıdır. Örneğin göçmenlerin yoğun olduğu ya da gelir düzeyinin düşük olduğu bir konumda hizmet veren hastanenin yetersiz sağlık sigortası, dil engeli gibi sorunlarla karşılaşması muhtemeldir (Chletsos ve Saiti, 2019: 35). Bu nedenle yer seçimi karar sürecinde birçok faktörün gözlemlenmesi gereklidir. Bu faktörler fizibilite araştırmaları kapsamında ekonomik araştırmalar başlığında değerlendirilmektedir.

Herhangi bir işletme için yer seçimi kararında üç farklı durum söz konusudur. Buna göre yeni organizasyon için yer seçimi, mevcut bir organizasyon için ilave yer seçimi ve küresel yer seçimi olmak üzere üç farklı durum kendi içerisinde ayrı ayrı değerlendirilmektedir. Küresel düzeyde yer seçiminde yatırımın yapılabileceği alternatif ülkelerin gelişmişlik düzeyi, müşteri potansiyeli, siyasi istikrar, yatırım teşvikleri, vergi uygulamaları, girdilerin ulaşılabilirliği ve girdi maliyetleri gibi faktörler kuruluş yeri seçiminde önemli ölçütler olabilirken, mevcut bir organizasyona ilave yer seçiminde işletme stratejileri baskın bir kriter olmaktadır. İlk kez organizasyon yeri seçiminde ise pek çok faktör karar süreci üzerinde etkili

olabilmektedir. Bu faktörler herhangi bir işletme için etkili olan genel faktörler ve üretim sistemine göre (mal veya hizmet üretimi) farklılaşan spesifik faktörler olmak üzere iki ana başlık altında ele alınmaktadır (Kumar ve Suresh, 2009: 23-33).

**1. Genel Faktörler:** Bu faktörler kontrol edilebilen ve kontrol edilemeyen faktörler olarak iki sınıfa ayrılmaktadır.

- **Kontrol Edilebilen Faktörler:** Pazara yakınlık, hammadde tedariki, ulaşım imkânları, altyapı uygunluğu, işgücü ve ücretler, dışsal ölçek ekonomisi ve sermaye bu faktörler içerisinde yer almaktadır.
- **Kontrol Edilemeyen Faktörler:** Devlet politikası, iklim koşulları, yardımcı endüstriler ve hizmetler, toplum ve işçilerin tutumu ve toplum altyapısı ise kontrol edilemeyen faktörlerdir.

**2. Spesifik Faktörler:** Müşteriye yakınlık, rakiplerin konumu, ulaşım maliyetleri ve pazara yakınlık hizmet işletmeleri yer seçiminde etkili olan birincil spesifik faktörlerdir. Yerleşim yerinin yoğunluğu, perakendecilerin varlığı, trafik akışı ve görünürlük gibi faktörlerde hizmet işletmesi yer seçiminde dikkat edilen ikincil spesifik faktörlerdir. Bunlar birçok çalışmada farklı başlıklar altında sınıflandırılmıştır. Bu faktörlerin kapsamlı bir çerçeve ile belirlenmesi ve buna uygun olarak sınıflandırılması etkili yer seçimi kararlarının verilebilmesi için önemlidir. Bu faktörler hizmet sektörü içerisinde işletmenin faaliyet alanına bağlı olarak da farklılık gösterebilir. Buna göre sağlık hizmet sektöründe yer alan hastanelerin yer seçimi karar sürecinde etkili olan faktörler literatürde farklı ana ve alt başlıklar altında incelenmiştir. Wu ve ark. (2007) Tayvan'da hastane yeri seçimi üzerine yaptıkları çalışmada, Porter'in elmas modelinden faydalanarak uzman görüşmeleri ile 6 ana kriter etrafında toplam 18 kriter belirlemiştir. Bunlar;

- **Faktörler (Yatırımlar):** Hastane binasının yapımı için gerekli sermaye, sağlık işgücü ve arsa maliyetlerini içermektedir.
- **Talep durumu:** Nüfus sayısı, nüfus yoğunluğu ve nüfusun yaş dağılımı alt faktörlerini içermektedir.
- **Firma stratejisi, yapısı ve rekabet:** Yönetimin amacı, rakip hastanelerin düzeyi ve karar vericilerin tutumu alt başlıklarını içermektedir.
- **İlgili ve destekleyici sektörler:** İlaç ve eczacılık sektörü, hastane yönetimi sektörü ve sağlık hizmetleri sektörü gibi hastane girdilerini sağlayan sektörleri içermektedir.
- **Devlet:** Hastane kuruluşunda aranan nitelikler ve yerleşik standart düzenlemeler, sağlık alanı teşvikleri ve hastanenin değerlendirmesinde gerekli yayınlanmış görevler alt başlıklarını içermektedir.
- **İhtimal:** Piyasa talebinde şiddetli değişim, üretim maliyetlerindeki dramatik dalgalanmalar ve finansal piyasalarda ve döviz kurundaki önemli değişiklikler gibi öngörülemez durumları içermektedir.

Hastane yer seçimi ile ilgili yapılan araştırmalarda farklı başlıklar altında çoğu zaman birbiriyle çelişen birçok yer seçim kriteri değerlendirilmiştir. Kim ve ark. (2015) ihtiyaç (demografik, sosyo-ekonomik, sağlık durumları, mevcut sağlık hizmetleri, sağlık hizmetleri kullanımı), kapasite (altyapı: inşaat aşaması, erişilebilirlik, diğer tesisler) ve destek (finansal destek, toplum desteği) ana başlıkları altındaki kriterleri coğrafi bilgi sistemlerine dayalı olarak analiz etmiştir. Şahin ve ark. (2019) yeni kurulacak bir hastane için yer seçimi problemini literatür taraması sonucunda belirle-

dikleri 6 ana kriter ve 19 alt kriter çerçevesinde ele almıştır. Muğla ilinin çeşitli bölgelerinden seçilen alternatiflere ilişkin kriterlerin değerlendirilmesinde çok kriterli karar verme tekniği olan analitik hiyerarşi süreci (AHP) kullanılmıştır. Bu modelde ana ve alt kriterler; rakipler (tıbbi teknoloji, toplam yatak sayısı, birimler ve toplam hastane sayısı), talep faktörleri (nüfus, nüfus değişim olasılığı, nüfus yaş yapısı ve gelir), çevresel koşullar (hava kirliliği, su kaynaklarına erişim), erişilebilirlik (şehir içi ve şehir dışı ulaşım), ilişkili sektörler (tıbbi ürünler endüstrisi, ilaç endüstrisi, iş gücü piyasası), devlet (teşvik, mevzuat, politikalar ve vergi) olarak belirlenmiştir. Gul ve Guneri (2021) ise hastane yer seçim problemini ele alan 47 çalışmayı inceledikleri sistematik literatür taraması çalışmasında hastane yer seçimi için kullanılması gereken kriterleri 7 ana ve 21 alt kriter altında özetlemiştir. Bu çalışmada Wu ve ark. (2007) belirlediği kriterler temel alınmış ve buna lokasyon kriterleri başlığı altında üç alt kriter ilave edilmiştir. Bu derlemede hastane yer seçim kriterleri; maliyet kriterleri (sermaye maliyeti, iş gücü maliyeti, arazi kullanımı maliyeti), talep kriterleri (nüfus sayısı, nüfus yoğunluğu, nüfus yaş dağılımı), lokasyon kriterleri (arter ve ana yollara olan mesafe, tıbbi tedarikçilere olan mesafe, yerleşim yeri ve sosyal yaşam alanlarına olan mesafe), firma stratejisi, yapısı, rakipler (yönetim amaçları, rakip hastaneler, politika yapıcılarının tutumu), ilişkili ve destekleyici sektörler (ilaç ve eczacılık sektörü, sağlık sektörü, hastane yönetim sektörü), devletle ilgili kriterler (aranan nitelikler, düzenlemeler, vergi, sağlık alanı teşvikleri, yayınlanmış görevler) ve ihtimal (talepte şiddetli değişim, üretim maliyetlerindeki dramatik dalgalanmalar ve finansal değişimler ve döviz kuru) başlıkları altında özetlenmiştir.

Yapılan çalışmalar hastane yer seçim çalışmalarında pek çok farklı kriter setinin kullanıldığını göstermektedir. Bu kriter setleri ve kriterlerin önem derecesi hastane türü ve ölçeğine göre değişkenlik göstermektedir. Bu kapsamda genel hastaneler, çocuk hastaneleri, dal hastaneleri, pandemi hastaneleri ve diğer tedavi merkezleri gibi sağlık kurumları için yer seçimi kararında kullanılan ortak değerlendirme kriterleri kullanılmakla birlikte, kurum türü ve ölçeğine göre bazı spesifik değerlendirme kriterleri de önem derecesine göre mutlaka değerlendirilmelidir. Örneğin yeni bir onkoloji hastanesi açılması planlanıyorsa talep kriteri altında özellikle nüfusun kanser prevalansı değişkeni kriter setine dahil edilmeli ve kriter önem derecesi buna uygun olacak şekilde değerlendirilmelidir.

## Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yönetim, bilişim, psikoloji, sosyal bilim, matematik ve ekonomi gibi bilim dallarını kapsayan bir bilim dalıdır. ÇKKV teknikleri ise karar vericilere karar süreçlerinde destek sağlamak üzere geliştirilmiş yöntemlerdir. Bu teknikler başlıca alternatif seçimi, sınıflandırma, sıralama ve tanımlama problemlerinin çözümünde ve bunlara ilişkin kararların verilmesinde kullanılmaktadır. Bu problemlerin çözümü için literatürde çok sayıda yöntem geliştirilmiştir (Ishizaka ve Nemery, 2013).

Belirlenen amaçlara ulaşmada alternatif yolların mevcut olması ve bu alternatiflerin çeşitli yönleriyle birbirinden farklılaşması durumu, çok kriterli karar verme tekniklerinin kullanımını gerekli kılmaktadır. Bu tekniklerin kullanımı; amaçların belirlenmesi, bu amaçlara ulaştıracak alternatiflerin belirlenmesi, alternatifleri değerlendirmede kullanılacak kriterlerin tanımlanması, araştır-

ma sorununun çözümü için en uygun modelin seçilmesi ve teknikler uygulanarak kararın verilmesi sürecini içermektedir. Bu çerçevede değerlendirildiğinde ÇKKV tekniklerini uygulamanın sağlayacağı katkı, büyük ölçüde alternatif ve kriterlerin kapsamlı bir çalışma ile belirlenmesine bağlıdır. Bu aşama analiz sonuçlarını önemli ölçüde etkileyecektir. Bu nedenle ilgili alternatif ve kriterlerin belirlenmesi, belirlenen amaçlar için kriterlerin önem düzeyinin tespit edilmesi ve araştırma problemine en uygun modelin kurularak analizin uygulanması gereklidir.

Bu kitap bölümünde hastane yer seçimi probleminin uygulaması kapsamında, belirlenen kriterlerin ağırlıklandırılması için öznel ağırlıklandırma yöntemi olan analitik hiyerarşi sürecinin (AHP) ve belirlenen alternatiflerin sıralanması için VIKOR yönteminin kullanılacağı bütünselik bir model kurulacağı için bu iki yöntemle ilgili açıklamalara alt başlıklarda yer verilmiştir.

### AHP Yöntemi

ÇKKV tekniklerinde belirlenen kriterlerin önem ağırlıkları, alternatiflerin değerlendirilmesini etkileyen önemli bir unsurdur. Bu durum farklı problemler için birbirinden farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin geliştirilmesine ve kullanılmasına yol açmıştır. Buna göre kriterlerin ağırlıklandırılmasında; Simple Multi-Attribute Ranking Technique (SMART), Analytic Hierarchy Process (AHP) ve Modified Digital Logic (MDL) gibi öznel ağırlıklandırma yöntemleri, Ortalama Ağırlık, Entropy ve Criteria Importance Thorough Inter-criteria Correlation (CRITIC) gibi nesnel ağırlıklandır-

ma yöntemleri ve bütünselik ağırlıklandırma yöntemleri olmak üzere üç farklı yaklaşım kullanılmaktadır (Jahan ve ark., 2012).

Analitik hiyerarşi süreci (AHP), Thomas Saaty (1980) tarafından geliştirilen, önceliklerin belirlenmesi ve en iyi kararın verilmesine yardımcı olan bir tekniktir. AHP, karmaşık kararları bir dizi ikili karşılaştırmaya indirgeyerek ve ardından sonuçları sentezleyerek, bir kararın hem öznel hem de nesnel yönlerini yakalamaya yardımcı olur. AHP, karmaşık çok kriterli bir karar problemini bir hiyerarşiye ayırtıran bir karar yöntemi olarak bir grup karar vericinin ikili karşılaştırmalarını sentezleyerek elde edilen yargısal verilerin hiyerarşisini ve tutarlılığını önceliklendiren bir yöntemdir (Wu ve ark., 2007). AHP prosedürünün adımları genel hatlarıyla Şekil 2’de özetlenmiştir.

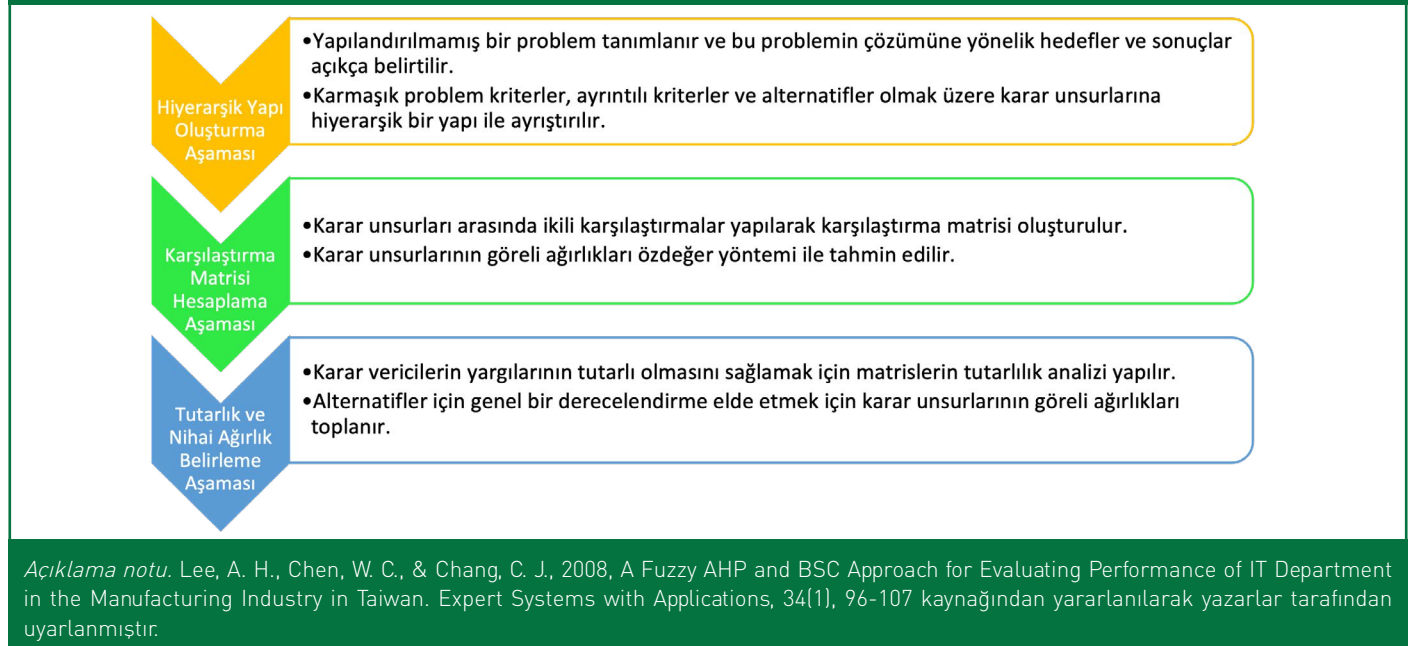
Şekil 2’de belirtildiği gibi ilk iki aşamada yapılandırılmamış bir problemin çözümü için karar vericiler kriterler, alt kriterler ve alternatiflerden oluşan hiyerarşik bir yapı oluştururlar. Bunun akabinde üçüncü aşamada karar vericilerin belirlenen  $n$  sayıda kriter arasında ikili karşılaştırma yapmaya imkân sağlayacak  $n \times n$  karar matrisi  $A$  Eşitlik 1’deki gibi oluşturulur (Wu ve ark., 2007).

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Eşitlik 1’de verilen karar matrisinin oluşturulabilmesi için karar

Şekil 2

AHP Uygulama Süreci



vericilerin  $n(n-1)/2$  adet ikili karşılaştırma yapması gereklidir. Bu ikili karşılaştırmalarda kriterlerin önem ağırlıkları Tablo 1’de verilen ölçek kullanılarak karar vericiler tarafından değerlendirilmektedir (Demirci, 2020: 66-67).

Oluşturulan matriste bir kriterin kendisi ile karşılaştırması eşit önemde olacağından ana köşegenleri 1 değerini alacak ve karar

vericilerin yalnızca ana köşegenlerin üzerindeki karşılaştırmaları yapması gerekecektir. Bu matriste köşegenlerin altındaki elemanlar karşılık olma özelliği ile değeri için olarak hesaplanmaktadır. Ağırlıklandırmada grup kararının esas alınacağı durumda, bireysel değerlendirmeleri içeren ikili karşılaştırma matrislerini tüm grup için tek bir temsili değerlendirmede birleştirmek gereklidir. Bu değerlendirmeleri sentezlemenin yolu her bir ikili karşılaştı-

tırma için tüm karar verici yanıtlarının geometrik ortalamasının alınmasıdır. Uzman değerlendirmelerinde yanıtların değil sonuçların sentezlenmesi istenebilir. Bu durumda nihai sonuçların ortalaması alınır. Sonraki aşamada yanıtların sentezlenmesi ile

**Tablo 1**  
AHP Önem Skalası

| Önem Derecesi       | Tanımı                     | Açıklama                                                                                |
|---------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                   | Eşit önemli                | İki değişken amaca eşit derecede katkıda bulunur.                                       |
| 3                   | Az önemli                  | Deneyim ve yargılara göre bir değişken diğerine biraz tercih edilir.                    |
| 5                   | Kuvvetli derece önemli     | Deneyim ve yargılara göre bir değişken diğerine güçlü bir şekilde tercih edilir.        |
| 7                   | Çok kuvvetli derece önemli | Deneyim ve yargılara göre bir değişken diğerine çok güçlü bir şekilde tercih edilir.    |
| 9                   | Kesin önemli               | Bir değişken diğerine mümkün olan en yüksek doğrulama sırası ile tercih edilmektedir.   |
| 2,4,6,8             | Ara değerler               | Uzlaşmaya ihtiyaç duyulduğunda tercih edilir.                                           |
| 1/3,1/5<br>1/7, vb. | Ters değerler              | Değişkenlerin sırası değiştiğinde matrisin tamamlanması için elde edilecek değerlerdir. |

*Açıklama notu.* Demirci, A., 2020, Sağlık Hizmetleri Yönetiminde Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri. Türkiye, Ankara: Gazi Kitabevi, 66-67 kaynağından alınmıştır.

oluşturulan matrisin normalize edilmesi için Eşitlik 2'deki gibi matristeki her değer bulunduğu sütun toplamına bölünür (Saaty, 2008; Özbek, 2021: 95-97).

$$a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

Bu eşitlik tüm değerler için uygulandıktan sonra elde edilen normalize matrisin her bir satırının ortalaması alınarak her bir kriterin önem ağırlığını ifade eden öncelikler vektörü elde edilir. Elde edilen bu öncelikler vektörü (öz vektör) başlangıçta oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi ile Eşitlik 3'teki gibi çarpılarak tüm öncelikler matrisi elde edilir.

$$\begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$$

Tüm öncelikler matrisinin her bir elemanı öncelikler vektöründe karşılık gelen her bir elemana bölünerek her bir kriter için ayrı bir  $d_i$  değeri elde edilir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması alınarak özdeğer olarak adlandırılan değeri elde edilir. İkili karşılaştırmalar yapılırken karar vericilerin tutarlı olup olmadığı tutarlık oranı hesaplanarak kontrol edilir. Bunun için öncelikle tutarlık endeksi (CI) hesaplanır. Ardından Eşitlik 4 ve 5'te verildiği gibi CI değeri ve kullanılan kriter ya da karar alternatifi sayısına (n) göre Saaty (1980) tarafından hesaplanan rastgele endeks değeri (RI) [1: 0, 2: 0, 3: 0,58, 4: 0,9, 5: 1,12, 6: 1,24, 7: 1,32, 8: 1,41, 9: 1,45] kullanılarak tutarlılık oranı (CR) hesaplanır. RI değerleri boyutu en çok 15 olan matrisler için hesaplanmaktadır.

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

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

Eşitliğe göre sırasıyla CI ve CR değerleri hesaplanır. Buna göre olması durumunda kabul edilir seviyede tutarlı olduğu şeklinde yorumlanır. Aksi durumda karar vericinin tutarsızlığı azaltmak için ikili karşılaştırmaların yeniden değerlendirilmesi gereklidir.

Ana ve alt kriterlerin bulunduğu bir AHP uygulamasında kriterlerin genel önceliklerinin belirlenmesi için alt kriterin yerel önceliği ile ait olduğu ana kriterin önceliği çarpılmalıdır. Kriterlerin genel ağırlıkları belirlenmiş olur. Her bir kriterin genel ağırlığı ile alternatiflerin değerleri çarpılarak her bir alternatifi ağırlıklı değeri belirlenmektedir. Her bir alternatifi ağırlıklı değerler toplamı dikkate alınarak sıralama değeri bulunmaktadır. Bu değerlerin büyükten küçüğe doğru sıralanması ile, en uygun alternatif belirlenmektedir (Özbek, 2021: 95-99; Demirci, 2020: 66-69).

## VIKOR Yöntemi

Karmaşık sistemlerde çok kriterli optimizasyon ve uzlaşmacı çözüm için geliştirilen VIKOR yöntemi (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) yaygın olarak kabul görmüş bir ÇKKV tekniğidir. Birbirine çelişen kriterlere sahip bir dizi alternatifi sıralanması ve bu alternatifler arasında seçim yapılması problemlerinde kullanılmaktadır (Jahan ve ark., 2011). Opricovic ve Tzeng (2004) tarafından geliştirilen bu yöntem, ideal alternatife yakınlık değerleri karşılaştırarak uzlaşma sıralamasının belirlenmesini ve önceden belirlenen ağırlıklar temelinde uzlaşma olarak adlandırılan ideale en yakın çözüme ulaşılmasını sağlamaktadır.

VIKOR yöntemi doğrusal normalizasyonu kullanan, ideal çözüme yakınlığı temsil eden toplama fonksiyonuna dayanan ve maksimum grup faydası ile minimum kişisel pişmanlığı birleştiren bir tekniktir. VIKOR yönteminin işlem adımları,  $i$  karar seçeneklerini /  $i = 1, 2, \dots, m$  ve  $j$  kriterleri ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) temsil edecek şekilde Tablo 2'de özetlenmiştir (Opricovic ve Tzeng, 2004; Opricovic ve Tzeng, 2007; Özbek, 2021: 245-247).

Tablo 2'de verilen işlem adımlarına göre, oluşturulan karar matrisi üzerinden öncelikle fayda veya maliyet yönlü olma durumuna göre farklı olacak şekilde her bir kriter için en iyi ve en kötü değerler belirlenir. Üçüncü aşamada daha önce farklı yöntemler (AHP, CRITIC, MDL, SMART eşit ağırlık vb.) ile belirlenen kriter ağırlıkları üzerinden  $S_i$  ve  $R_i$  değerleri hesaplanır. Daha sonra  $S^*, R^*, S^-, R^-$  ve  $v$  değerleri ile kriterlerin çoğunluğunun ağırlığı hesaplanmaktadır. Bu aşamada uzlaşma, çoğunluk ile ( $v > 0,5$ ), konsensus ile ( $v = 0,5$ ) veya veto ile ( $v < 0,5$ ) sağlanabilir. Bu farklı uzlaşmalardan elde edilen farklı  $Q_i$  sıralamalarının,  $S_i$  ve  $R_i$  ile ilgili son aşamada verilen iki koşulu sağlaması gereklidir. Bu iki koşul sağlanırsa sıralamada en küçük değere sahip  $a^*$  alternatifi uzlaştırıcı çözüm (en iyi alternatif) olur. İkinci koşul sağlanmadığı durumda  $A^1$  (a) ve  $A^2$  (a) alternatifleri; ilk koşul sağlanmadığı durumda  $A^1, A^2, \dots, A^{(M)}$  alternatifleri için  $A^{(M)}$  değeri maksimum  $M$  için  $Q(A^{(M)}) - Q(A^1) < 0,25$  ile belirlenir.

VIKOR yöntemi özellikle karar vericinin başlangıçta tercihini ifade edemediği veya ne yapacağını bilmediği durumlarda kullanılan

yardımcı bir araçtır. Tablo 2’de verilen algoritmanın uygulanması ile elde edilen uzlaşık çözüm karar vericiler tarafından kabul edilebilir. Uzlaşık çözümler, karar vericilerin kriter ağırlıklarına göre

tercihlerini içeren müzakereler için temel olabilir (Opricovic ve Tzeng, 2007, Opricovic ve Tzeng, 2004).

Tablo 2

VIKOR Yöntemi İşlem Adımları

| Adım | İşlem Adımları                                                                 | Matematiksel Notasyonu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Karar matrisinin oluşturulması                                                 | $X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{m3} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$                                                                                                                                                                                      |
| 2    | Her kriter için en iyi ( $f_j^*$ ) ve en kötü ( $f_j^-$ )ğerlerin belirlenmesi | $f_j^* = \left\{ \left( \max_i x_{ij} \mid i \in I \right) \mid \left( \min_i x_{ij} \mid i \in I' \right) \right\}$ $f_j^- = \left\{ \left( \min_i x_{ij} \mid i \in I \right) \mid \left( \max_i x_{ij} \mid i \in I' \right) \right\}$                                                                                                                                                                       |
| 3    | $S_i$ ve $R_i$ değerlerinin hesaplanması                                       | $S_i = \sum_{j=1}^n w_j (f_j^* - x_{ij}) / (f_j^* - f_j^-)$ $R_i = \max_j \left[ w_j (f_j^* - x_{ij}) / (f_j^* - f_j^-) \right]$                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 4    | $Q_i$ değerlerinin hesaplanması                                                | $Q_i = \frac{v(S_i - S^*)}{(S^- - S^*)} + \frac{(1-v)(R_i - R^*)}{(R^- - R^*)}$ $S^* = \min_i S_i, S^- = \max_i S_i, R^* = \min_i R_i, R^- = \max_i R_i, v: \text{maksimum grup faydası ağırlığını,}$ $1-v: \text{minimum kişisel pişmanlık ağırlığını ifade eder.}$                                                                                                                                            |
| 5    | $S_i$ , $R_i$ ve $Q_i$ sıralamalarının elde edilmesi                           | $S_i$ , $R_i$ ve $Q_i$ değerleri için küçükten büyüğe olacak şekilde üç ayrı sıralama elde edilir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 6    | Uzlaşık çözümün bulunması                                                      | İki koşulun sağlanması durumunda en küçük Q değerine sahip alternatifi uzlaşık çözüm olarak bulunur.<br>Koşul 1. Kabul edilebilir avantaj<br>$Q(a'') - Q(a') \geq DQ \quad DQ = 1/(m-1)$<br>$a''$ en küçük ikinci Q değerine sahip alternatif<br>Koşul 2. Kabul edilebilir istikrar<br>$a'$ değeri, $S_i$ ve/veya $R_i$ değerleri sıralamalarında en iyi sıradaki (en küçük değere sahip) alternatif olmalıdır. |

*Açıklama notu.* Opricovic ve Tzeng, 2004; Opricovic ve Tzeng, 2007; Özbek, 2021: 245-247 kaynaklarından yararlanılarak yazarlar tarafından uyarlanmıştır.

## Uygulama

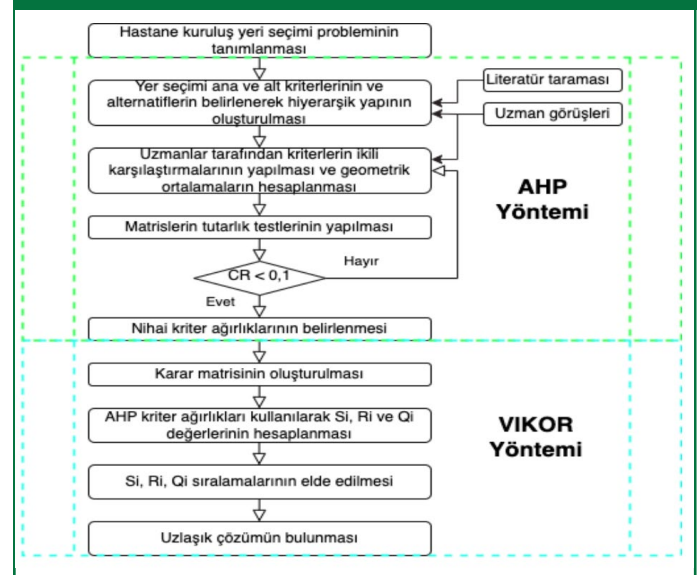
Bu bölümde uygulama konusu/problemi sağlık turizmi ağırlıklı hizmet vermek üzere açılması planlanan özel bir hastane için il düzeyinde yer seçilmesidir. Bu problemin çözümünde seçilen yöntemleri içeren ve aşamalı olarak işlem adımlarını gösteren uygulama metodolojisi Şekil 3’te verilmiştir.

## Amaç ve Yöntem

Kitabın bu bölümünde ana amaç çok kriterli karar verme tekniklerinden olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile VIKOR yöntemlerinin Microsoft Excel programı üzerinden uygulama adımlarını göstermek ve farklı düzeydeki öğrencilerin, araştırmacıların, ilgili çalışan ve yöneticilerin analiz uygulama ve yorumlama becerisine katkı sağlamaktır. Bu ana amaç çerçevesinde uygulama konusu/araştırma problemi olarak Ege veya Akdeniz bölgesinde sağlık turizmi ağırlıklı hizmet verecek özel bir hastane açılması için il düzeyinde yer seçim kararının verilmesi olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda yer seçim kararının verilmesinde kullanılacak kriterler literatür araştırması ve uzman görüşleri esas alınarak belirlenmiştir. Bu kapsamda öncelikle belirlenen değerlendirme kriterlerinin önem ağırlıklarını belirlemede özne ağırlıklandırma yöntemi olan AHP uygulamasının yapılması ve bunun akabinde VIKOR yöntemi ile ilk aşamada elde edilen kriter ağırlıkları temel alınarak alternatiflerin sıralanması uygun görülmüştür.

Şekil 3

Uygulama Metodolojisi



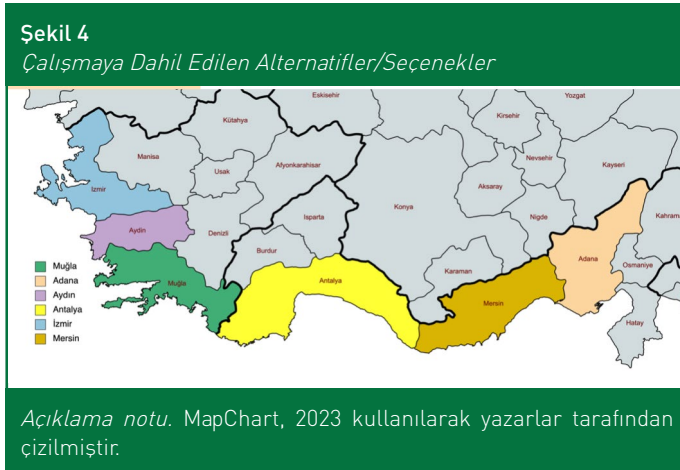
## Uygulama Adımları

Bu kitap bölümünde Analitik Hiyerarşi Süreci ve VIKOR yöntemlerinin uygulaması için, erişilebilir olması ve yaygın kullanımı ne-

deniyle Microsoft Excel programı tercih edilmiştir. Bu kapsamda Microsoft Excel üzerinden gerçekleştirilen uygulama adımları sırasıyla alt başlıklarda verilmiştir.

### Alternatiflerin ve Kriterlerin Belirlenmesi

ÇKKV tekniklerinin uygulamasında öncelikle araştırma sorununun modellenebilmesi için kullanılacak ölçütlerin/kriterlerin ve seçim yapılacak alternatiflerin/seçeneklerin araştırma amacına uygun olarak belirlenmesi gereklidir. Bu kapsamda uygulamada sağlık turizmi ağırlıklı hizmet verecek özel bir hastane açılması planlandığı için Ege ve Akdeniz bölgesinde yer alan illerden İzmir, Aydın, Muğla, Antalya, Mersin ve Adana alternatifler/seçenekler olarak belirlenmiştir (Şekil 4). Bunun akabinde yer seçimi problemi için değerlendirmede kullanılacak kriterler literatür taraması ile araştırmacılar tarafından belirlenmiş ve uzman görüşleri alınarak nihai karar verilmiştir. Bu kapsamda uygulamada 4 ana kriterin ve 11 alt kriterin kullanılması uygun görülmüştür. Bu kriterlere ilişkin açıklamalar alt başlıklarda verilmiştir.



### Yapı Kriterleri

**Arsa maliyeti:** Sahibinden.com üzerinden yapılan ön araştırma sonucunda her ile ait merkezi konumdaki sağlık imarlı veya ticari arsa niteliğindeki üç ilanın metrekaresi fiyat ortalaması (Türk Lirası) esas alınarak yazarlar tarafından hesaplanmıştır.

**Altyapı yeterliği:** İstanbul Üniversitesi ve İstanbul Kalkınma Ajansı tarafından hazırlanan Küresel Rekabet Endeksi raporundaki altyapı endeksi değerleri dikkate alınmıştır. Bu endeks değerleri; doğalgaz varlığı, nüfus başına kanalizasyon hizmeti, arıtma tesisi hizmeti, atık hizmeti, içme-kullanma suyu hizmeti, hava kirliliği ve deprem riski gibi alt değişkenler baz alınarak hesaplanmıştır (Şeker, 2012).

### Talep Kriterleri

**Nüfus sayısı:** Türkiye İstatistik Kurumu tarafından yayınlanan ve en güncel veri olan 2021 yılı il toplam nüfus sayısı dikkate alınmıştır.

**Sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyi:** T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'na bağlı Kalkınma Ajansları Genel Müdürlüğü'nce hazırlanan 2022 İlçe Sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyi araştırmalarında elde edilen skorlar baz alınmıştır. İlçe bazında sosyo-ekonomik

gelişmişliği ölçen endeks skoru 8 boyutta 56 değişken üzerinden toplamda 973 ilçe için hesaplanmıştır. Alternatif olarak seçilen illerin endeks değerleri, TÜİK 2021 yılı ilçe nüfusları temel alınarak nüfus sayısı nispetinde tüm ilçelerin ağırlıklandırılması ile yazarlar tarafından hesaplanmıştır.

**Turist sayısı:** T.C. Merkez Bankası Elektronik Veri Dağıtım Sistemi'nden Türkiye'ye gelen yabancı ziyaretçilerin sınır kapılarının bağlı olduğu illere göre dağılımı dikkate alınarak hesaplanmıştır. Bu kapsamda son 12 aylık (10/2021-09/2022) turist sayısı toplamı tüm alternatif iller için yazarlar tarafından hesaplanmıştır.

**Otel yatak sayısı:** T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı (2021) tarafından yayınlanan Genel Değerlendirme raporundan illere göre belediye veya bakanlık işletme belgeli tesislerin yatak sayısı esas alınmıştır. COVID-19 döneminde turist sayılarında ciddi ölçüde değişiklik yaşandığından yatırım yapılacak ilin turist ağırlama potansiyelinin ortaya konulabilmesi için bu değişkenin kullanılması uygun görülmüştür.

### Rekabet ve Erişilebilirlik Kriterleri

**Rakip hastane sayısı:** Türkiye İstatistik Kurumu'nun Sağlık İstatistikleri başlığı altında yayınlanan il bazında Sağlık Bakanlığı, üniversite ve özel hastane sayısı toplamı hesaplanmıştır.

**Hasta yatağı sayısı (10.000 kişi başına):** Türkiye İstatistik Kurumu'nun Sağlık İstatistikleri başlığı altında yayınlanan il bazında Sağlık Bakanlığı, üniversite ve özel hastane toplam yatak sayısı verisi 2021 yılı il nüfus sayısına oranlanıp 10.000 ile çarpılması ile yazarlar tarafından hesaplanmıştır.

**Genel erişilebilirlik endeksi:** Hava, deniz, kara ve demir yolu durumuna göre bir ilin erişilebilirlik düzeyinin bütüncül değerlendirildiği bir endekstir. Endeks değerinin yüksek olması o ilin daha gelişmiş ve etkili bir ulaştırma altyapısına sahip olduğunu ve erişilebilirliğin o ilde yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir (Şimşek, 2015).

### İlişkili Sektörler Kriterleri

**Hizmetler sektörü:** TÜİK tarafından yayınlanan iktisadi faaliyet kollarına göre il bazında cari fiyatlarla gayrisafi yurt içi hasıla (GSYH) 2021 yılı verisi baz alınmıştır. Bu kapsamda il bazında hizmetler alt sektörünün GSYH'ye katkısının baz alınan 2021 yılı il nüfusuna oranlanması ile nüfus başına üretilen hizmetler cari fiyatlarla yazarlar tarafından hesaplanmıştır.

**Kamu yönetimi, eğitim, insan sağlığı ve sosyal hizmet faaliyetleri sektörü:** TÜİK tarafından yayınlanan iktisadi faaliyet kollarına (A10) göre il bazında cari fiyatlarla GSYH 2021 yılı verisi baz alınmıştır. Bu kapsamda il bazında kamu yönetimi, eğitim, insan sağlığı ve sosyal hizmet faaliyetleri alt sektörünün GSYH'ye katkısının baz alınan 2021 yılı il nüfusuna oranlanması ile nüfus başına üretilen insan sağlığı ve sosyal hizmet faaliyetleri cari fiyatlarla yazarlar tarafından hesaplanmıştır.

### Kriter Ağırlıklarının AHP Yöntemi ile Belirlenmesi

Araştırmanın ilk aşamasında uygulama konusu kapsamında alternatifler belirlenmiştir. Bu konu çerçevesinde yapılan literatür taraması ve uzman görüşleri ile ana ve alt kriterler belirlenmiş-

tir. Bu aşamada farklı başlıklar altında ve birbiriyle çelişebilen çok sayıda değişkenin belirlenmiş olması, bu kriterlerin göreceli önem ağırlığının belirlenmesini gerekli kılmaktadır. Bu amaçla araştırmada AHP yöntemi tercih edilmiştir.

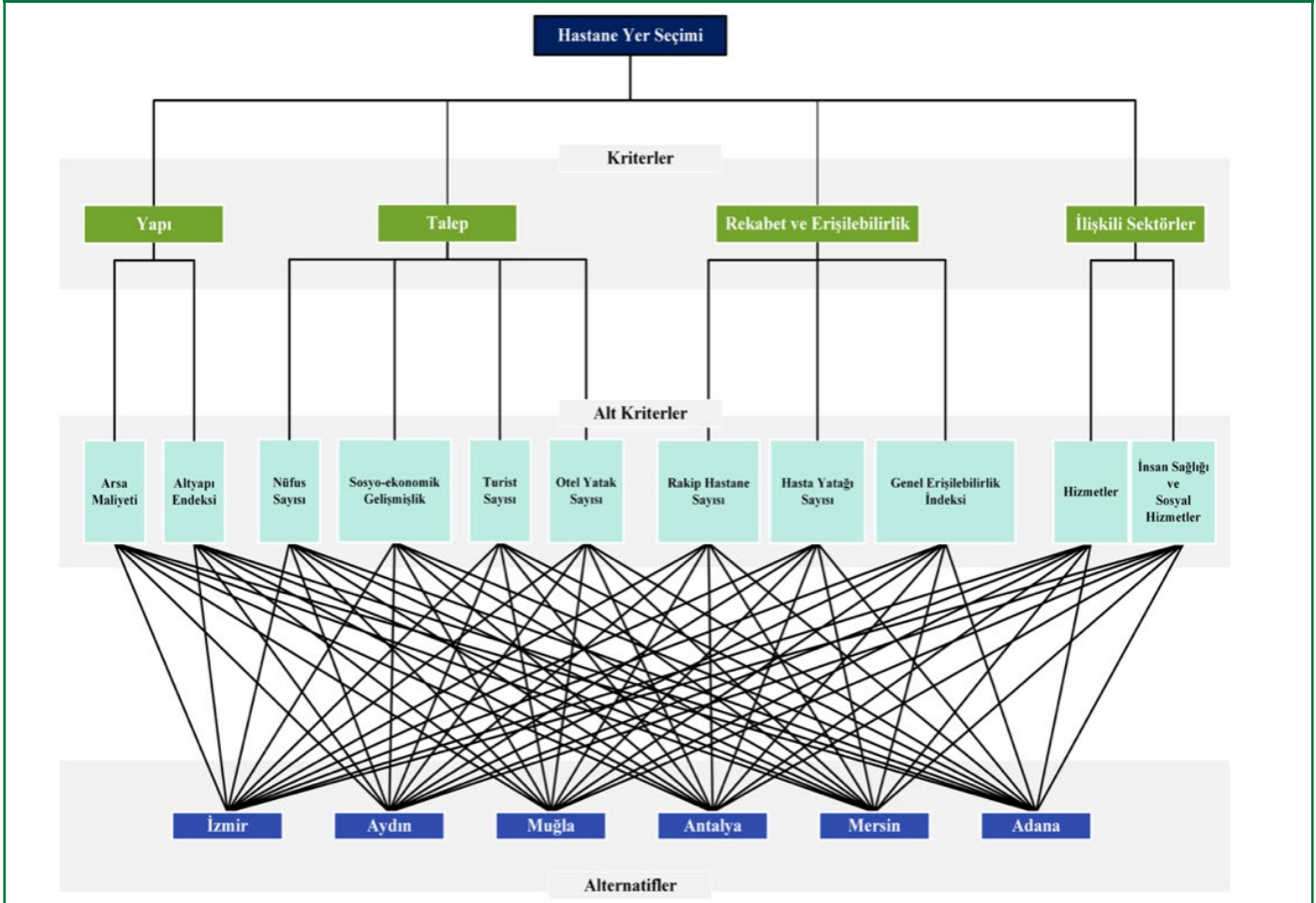
lenen ana ve alt kriterleri ve alternatifleri içeren hiyerarşik yapının oluşturulmasıdır. Şekil 5'te oluşturulan bu hiyerarşik yapı verilmiş ve izleyen adımlarda bu yapı temel alınarak değerlendirmeler yapılmıştır (Ek 1).

### 1. Adım: Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

AHP yönteminin ilk aşaması araştırma konusunu/amacını, belir-

Şekil 5

AHP Hiyerarşik Yapısı



### 2. Adım: İkili Karşılaştırmaların Yapılması ve Geometrik Ortalamaların Hesaplanması

Hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra AHP yönteminde karar vericilerin yanıtlarını temel alan karar matrisinin oluşturulması aşamasına geçilmektedir. Bunun için öncelikle belirlenen kriter sayısına göre ikili karşılaştırmaların hazırlanması gerekmektedir. Bu aşamada her bir kriter seti için  $n(n-1)/2$  adet ikili karşılaştırma olmak üzere; dört ana kriter için 6 adet ikili karşılaştırma ve 11 alt kriterin her birinin kendi grubu içerisinde ikili karşılaştırmaları (iki yapı kriteri için 1, dört talep kriteri için 6, üç rekabet ve erişilebilirlik kriteri için 3, iki ilişkili sektör kriteri için 1 karşılaştırma) olmak üzere toplamda 17 adet ikili karşılaştırma yapılmıştır. Tablo 3'te görüşü alınan uzmanlardan birine ait olan ikili karşılaştırma yanıtları örnek olarak verilmiştir (Ek 2).

Tablo 3'te verildiği gibi öncelikle her bir uzmanın yaptığı ikili karşı-

laştırmalar ile bireysel değerlendirmeler alınmıştır. Burada karşılaştırma kriterinin önemli olduğu durum ilk sıradaki örnek için "1/7" olarak değerlendirilmiştir. Araştırmada beş uzmanın görüşüne başvurulduğu için beş farklı ikili karşılaştırmayı tüm grup için tek bir temsili değerlendirmede sentezlemek gerekmektedir. Bu amaçla öncelikle her bir yanıt Excel programına aktarılmıştır. Akabinde her bir uzmanın ikili karşılaştırmalarının tutarlılığı AHP metodolojisi kullanılarak ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hesaplama sonucunda tutarlı bulunan tüm uzman görüşlerini sentezlemek amacıyla Excel programının İngilizce kullanımında "=GEOMEAN", Türkçe kullanımında "=GEOORT" komutu kullanılarak her bir ikili karşılaştırma için beş ayrı değerlendirmenin geometrik ortalaması alınmıştır. Bireysel değerlendirmelerin sentezlenmesi ile oluşturulan karar matrisleri ve her bir sütun için "=SUM" / "=TOP-LAM" formülü ile elde edilen sütun toplam değerleri ile Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 3***Ana ve Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırmaları*

| Sıra | Kriter Adı                      | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Karşılaştırma Kriteri         |
|------|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------------------------|
| 1    | Yapı Kriteri                    |   |   |   |   |   |   | X |   |   | Talep Kriteri                 |
| 2    | Talep Kriteri                   |   |   |   | X |   |   |   |   |   | Rekabet ve Erişilebilirlik    |
| 3    | Rekabet ve Erişilebilirlik      |   |   |   | X |   |   |   |   |   | Yapı Kriteri                  |
| 4    | İlişkili Sektörler Kriteri      |   |   |   |   | X |   |   |   |   | Yapı Kriteri                  |
| 5    | Talep Kriteri                   |   |   |   | X |   |   |   |   |   | İlişkili Sektörler Kriteri    |
| 6    | İlişkili Sektörler Kriteri      |   |   |   |   |   | X |   |   |   | Rekabet ve Erişilebilirlik    |
| 7    | Arsa Maliyeti (m <sup>2</sup> ) |   |   | X |   |   |   |   |   |   | Altyapı Endeksi               |
| 8    | Nüfus Sayısı                    |   |   |   | X |   |   |   |   |   | Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik    |
| 9    | Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik      |   |   |   |   |   |   |   |   | X | Turist Sayısı                 |
| 10   | Turist Sayısı                   |   |   | X |   |   |   |   |   |   | Otel Yatak Sayısı             |
| 11   | Otel Yatak Sayısı               |   |   | X |   |   |   |   |   |   | Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik    |
| 12   | Nüfus Sayısı                    |   |   |   |   |   |   |   | X |   | Turist Sayısı                 |
| 13   | Nüfus Sayısı                    |   |   |   |   |   | X |   |   |   | Otel Yatak Sayısı             |
| 14   | Rakip Hastane Sayısı            |   |   |   |   | X |   |   |   |   | Hasta Yatağı Sayısı           |
| 15   | Hasta Yatağı Sayısı             |   |   |   | X |   |   |   |   |   | Genel Erişilebilirlik Endeksi |
| 16   | Genel Erişilebilirlik Endeksi   |   |   |   |   |   |   | X |   |   | Rakip Hastane Sayısı          |
| 17   | Hizmetler                       |   |   |   |   |   | X |   |   |   | İnsan Sağlığı ve Sosyal Hiz.  |

**Tablo 4***AHP Karar Matrisleri*

| ANA KRİTERLER                   | Yapı          | Talep                      | Rekabet Eriş. | İlişkili Sektör |
|---------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------|
| Yapı                            | 1,000         | 0,163                      | 0,245         | 0,803           |
| Talep                           | 6,119         | 1,000                      | 2,954         | 5,165           |
| Rekabet ve Erişilebilirlik      | 4,076         | 0,339                      | 1,000         | 4,076           |
| İlişkili Sektörler              | 1,246         | 0,194                      | 0,245         | 1,000           |
| Sütun Toplamı                   | 12,440        | 1,696                      | 4,445         | 11,043          |
| YAPI                            | Arsa Maliyeti | Altyapı Endeksi            |               |                 |
| Arsa Maliyeti (m <sup>2</sup> ) | 1,000         | 2,036                      |               |                 |
| Altyapı Endeksi                 | 0,491         | 1,000                      |               |                 |
| Sütun Toplamı                   | 1,491         | 3,036                      |               |                 |
| TALEP                           | Nüfus Sayısı  | Sosyo-ekonomik Gelişmişlik | Turist Sayısı | Otel Yatak S.   |
| Nüfus Sayısı                    | 1,000         | 0,644                      | 0,194         | 0,415           |
| Sosyo-ekonomik gelişmişlik      | 1,552         | 1,000                      | 0,394         | 1,246           |
| Turist Sayısı                   | 5,165         | 2,537                      | 1,000         | 2,371           |
| Otel Yatak Sayısı               | 2,408         | 0,803                      | 0,422         | 1,000           |
| Sütun Toplamı                   | 10,125        | 4,984                      | 2,010         | 5,032           |
| REKABET - ERİŞİLEBİLİRLİK       | Rakip Hastane | Hasta Yatağı S.            | Genel Eriş.   |                 |
| Rakip Hastane Sayısı            | 1,000         | 3,743                      | 3,680         |                 |
| Hasta Yatağı Sayısı             | 0,267         | 1,000                      | 0,725         |                 |
| Genel Erişilebilirlik Endeksi   | 0,272         | 1,380                      | 1,000         |                 |
| Sütun Toplamı                   | 1,539         | 6,123                      | 5,405         |                 |
| İLİŞKİLİ SEKTÖRLER              | Hizmetler     | İnsan Sağlığı SH.          |               |                 |
| Hizmetler                       | 1,000         | 0,394                      |               |                 |
| İnsan Sağlığı ve Sosyal Hiz.    | 2,537         | 1,000                      |               |                 |
| Sütun Toplamı                   | 3,537         | 1,394                      |               |                 |

### 3. Adım: Matrislerin Tutarlık Testlerinin Yapılması

AHP yönteminde grup kararlarının geometrik ortalama ile birleştirilerek Tablo 4'te verilen karar matrisinin oluşturulmasından sonra normalizasyon işlemi yapılmıştır. Karar matrislerinin normalizasyon işlemi, (2) numaralı eşitliğe göre matristeki her değerin kendi sütun toplamına " $=B2/B\$6$ " formülü kullanılarak bölünmesi (H2 hücresinde) ve karar matrisinin diğer hücrelerine H2 hücresindeki formülün sürüklenmesiyle gerçekleştirilmiştir. Burada beş ayrı karar matrisi normalize edilmiştir. Daha sonra normalize matrislerin her bir satırının " $=AVERAGE(H2:K2)$ " / " $=ORTALAMA(H2:K2)$ " formülü ile ortalaması alınarak her bir kriterin önem ağırlığını ifade eden öncelikler vektörü "L2:L5" hücrelerinde elde edilmiştir. Elde edilen bu vektörün (3) numaralı eşitliğe göre başlangıçta oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi ile çarpılarak tüm öncelikler matrisinin elde edilmesi için " $=MMULT(B2:E2;L\$2:L\$5)$ " / " $=DÇARP(B2:E2;L\$2:L\$5)$ " formülü kullanılmış ve bu formül matrisin tüm satırlarına sürüklenmiştir. Bu işlemler

ile elde edilen tüm öncelikler matrisi değerleri (M2:M5) aynı satırda yer alan öncelikler vektörü değerine " $=M2/L2$ " formülü ile bölünerek tüm satırlara sürüklenir ve matriste yer alan kriter sayısı kadar değeri N2:N5 hücrelerinde elde edilir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması " $=AVERAGE(N2:N5)$ " / " $=ORTALAMA(N2:N5)$ " formülü ile alınarak matris için O2 hücresinde tek bir değeri elde edilir. Daha sonra matris tutarlığını hesaplamak için (4) numaralı eşitlik kullanılarak " $=(O2-4)/3$ " formülü ile P2 hücresinde tutarlık endeksi (CI) hesaplanmıştır. Son adımda ise (5) numaralı eşitliğe uygun olarak CI değeri kullanılan kriter sayısına göre belirlenen rastgele endeks değerine oranlanmış " $=(P2/Q2)$ " ve tutarlık oranı (CR) R2 hücresinde hesaplanmıştır. Ana kriter matrisi için uygulanan bu adımlar tüm alt kriter matrisleri için tekrarlanmıştır. Bu işlemler sonucunda tüm karar matrislerinin tutarlık oranlarının koşulunu sağlaması gereklidir. Microsoft Excel üzerinden yapılan karar matrislerinin tutarlık testi sonuçları Şekil 6'da gösterilmektedir (Ek 3-Ek5).

Şekil 6

AHP Tutarlık Testleri

|    | G                                | H                  | I                 | J                | K               | L     | M     | N           | O               | P     | Q     | R       |
|----|----------------------------------|--------------------|-------------------|------------------|-----------------|-------|-------|-------------|-----------------|-------|-------|---------|
| 1  | <b>ANA KRİTERLER</b>             | Yapı               | Talep             | Rekabet ve Eriş. | İlişkili Sektör | ÖV    | TÖM   | $\bar{d}_i$ | $\lambda_{max}$ | CI    | RI    | CR      |
| 2  | Yapı                             | 0,080              | 0,096             | 0,055            | 0,073           | 0,076 | 0,308 | 4,039       | 4,078           | 0,026 | 0,900 | 0,029   |
| 3  | Talep                            | 0,492              | 0,590             | 0,665            | 0,468           | 0,553 | 2,313 | 4,178       |                 |       |       |         |
| 4  | Rekabet ve Erişilebilirlik       | 0,328              | 0,200             | 0,225            | 0,369           | 0,280 | 1,145 | 4,085       |                 |       |       |         |
| 5  | İlişkili Sektörler               | 0,100              | 0,114             | 0,055            | 0,091           | 0,090 | 0,361 | 4,009       |                 |       |       |         |
| 6  |                                  |                    |                   |                  |                 |       |       |             |                 |       |       |         |
| 7  |                                  |                    |                   |                  |                 |       |       |             |                 |       |       |         |
| 8  | <b>YAPI</b>                      | Arsa Maliyeti (m2) | Altyapı Endeksi   |                  |                 | ÖV    | TÖM   | $\bar{d}_i$ | $\lambda_{max}$ | CI    | RI    | CR      |
| 9  | Arsa Maliyeti (m2)               | 0,671              | 0,671             |                  |                 | 0,671 | 1,341 | 2,000       | 2,000           | 0,000 | 0,000 | #DIV/0! |
| 10 | Altyapı Endeksi                  | 0,329              | 0,329             |                  |                 | 0,329 | 0,659 | 2,000       |                 |       |       |         |
| 11 |                                  |                    |                   |                  |                 |       |       |             |                 |       |       |         |
| 12 |                                  |                    |                   |                  |                 |       |       |             |                 |       |       |         |
| 13 | <b>TALEP</b>                     | Nüfus sayısı       | Sosyo-ekonomik    | Turist sayısı    | Otel Yatak S.   | ÖV    | TÖM   | $\bar{d}_i$ | $\lambda_{max}$ | CI    | RI    | CR      |
| 14 | Nüfus Sayısı                     | 0,099              | 0,129             | 0,096            | 0,083           | 0,102 | 0,410 | 4,033       | 4,038           | 0,013 | 0,900 | 0,014   |
| 15 | Sosyo-ekonomik Gelişmişlik       | 0,153              | 0,201             | 0,196            | 0,248           | 0,199 | 0,805 | 4,035       |                 |       |       |         |
| 16 | Turist Sayısı                    | 0,510              | 0,509             | 0,498            | 0,471           | 0,497 | 2,007 | 4,038       |                 |       |       |         |
| 17 | Otel Yatak Sayısı                | 0,238              | 0,161             | 0,210            | 0,199           | 0,202 | 0,817 | 4,045       |                 |       |       |         |
| 18 |                                  |                    |                   |                  |                 |       |       |             |                 |       |       |         |
| 19 |                                  |                    |                   |                  |                 |       |       |             |                 |       |       |         |
| 20 | <b>REKABET - ERIŞİLEBİLİRLİK</b> | Rakip Hastane      | Hasta Yatağı S.   | Genel Eriş.      |                 | ÖV    | TÖM   | $\bar{d}_i$ | $\lambda_{max}$ | CI    | RI    | CR      |
| 21 | Rakip Hastane Sayısı             | 0,650              | 0,611             | 0,681            |                 | 0,647 | 1,955 | 3,020       | 3,010           | 0,005 | 0,580 | 0,009   |
| 22 | Hasta Yatağı Sayısı              | 0,174              | 0,163             | 0,134            |                 | 0,157 | 0,472 | 3,005       |                 |       |       |         |
| 23 | Genel Erişilebilirlik Endeksi    | 0,177              | 0,225             | 0,185            |                 | 0,196 | 0,588 | 3,006       |                 |       |       |         |
| 24 |                                  |                    |                   |                  |                 |       |       |             |                 |       |       |         |
| 25 |                                  |                    |                   |                  |                 |       |       |             |                 |       |       |         |
| 26 | <b>İLİŞKİLİ SEKTÖRLER</b>        | Hizmetler          | İnsan Sağlığı-SH. |                  |                 | ÖV    | TÖM   | $\bar{d}_i$ | $\lambda_{max}$ | CI    | RI    | CR      |
| 27 | Hizmetler                        | 0,283              | 0,283             |                  |                 | 0,283 | 0,566 | 2,000       | 2,000           | 0,000 | 0,000 | #DIV/0! |
| 28 | İnsan Sağlığı ve Sosyal Hiz.     | 0,717              | 0,717             |                  |                 | 0,717 | 1,434 | 2,000       |                 |       |       |         |

Şekil 6'da iki alt kriteri bulunan yapı kriterleri ile ilişkili sektörler kriterleri matrislerinde tek bir yanıt ile matris oluşturulduğundan tutarsız olma ihtimali olmamakta ve bu nedenle CR değeri (R9 ve R26 hücreleri) hesaplanamamaktadır. Bunun dışındaki karar matrislerinin CR değerleri incelendiğinde (R2 hücresi: 0,029; R14 hücresi: 0,014; ve R21 hücresi: 0,029) sonuçların tutarlı olduğu görülmektedir.

### 4. Adım: Nihai Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

AHP yönteminin son aşamasında sentezlenen grup yanıtları ile

oluşturulan karar matrislerinin tutarlılığı test edildikten sonra nihai kriter ağırlıkları belirlenmektedir. Buna göre ana kriterlerin belirlenen ağırlıkları ile ilgili ana kritere bağlı alt kriterlerin lokal ağırlıkları çarpılarak (arsa maliyeti alt kriteri için " $=L2*L9$ " formülü ile) her bir alt kriterin nihai ağırlığı (global ağırlık) Tablo 5'teki gibi elde edilmiştir.

Tablo 5'e göre ana kriterlerden sırasıyla talep kriteri %55,35 ile rekabet ve erişilebilirlik kriteri %28,03 ile en yüksek ağırlığa sahip olurken, alt kriterlerden sırasıyla turist sayısı (%27,51), rakip has-

tane sayısı [%18,15], otel yatak sayısı [%11,17] ve sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyi [%11,04] kriterleri en yüksek ağırlığa sahip alt

kriterler olarak bulunmuştur.

**Tablo 5**

*Kriterlerin Nihai Ağırlıkları*

| Ana Kriterler                         | Ana Kriter Ağırlığı | Alt Kriterler                     | Lokal Ağırlık | Global Ağırlık |
|---------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|---------------|----------------|
| Yapı Kriterleri                       | %7,62               | Arsa Maliyeti (m <sup>2</sup> )   | %67,06        | %5,11          |
|                                       |                     | Altyapı Endeksi                   | %32,94        | %2,51          |
| Talep Kriterleri                      | %55,35              | Nüfus Sayısı                      | %10,17        | %5,63          |
|                                       |                     | Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik        | %19,94        | %11,04         |
|                                       |                     | Turist Sayısı                     | %49,70        | %27,51         |
|                                       |                     | Otel Yatak Sayısı                 | %20,19        | %11,17         |
| Rekabet ve Erişilebilirlik Kriterleri | %28,03              | Rakip Hastane Sayısı              | %64,74        | %18,15         |
|                                       |                     | Hasta Yatağı Sayısı               | %15,70        | %4,40          |
|                                       |                     | Genel Erişilebilirlik Endeksi     | %19,56        | %5,48          |
| İlişkili Sektörler Kriterleri         | %9,00               | Hizmetler                         | %28,28        | %2,55          |
|                                       |                     | İnsan Sağlığı ve Sosyal Hizmetler | %71,72        | %6,46          |

### **Alternatiflerin VIKOR Yöntemi ile Sıralanması**

Uygulamanın ilk aşamasında seçilen 11 alt kriterin ağırlığı AHP yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. İkinci aşamada ise AHP ile belirlenen alt kriter ağırlıkları baz alınarak 6 adet alternatifin sıralanması ve bunlar arasından seçim yapılması için VIKOR yöntemi kullanılmıştır. VIKOR yönteminin sırasıyla işlem adımları Microsoft Excel programı üzerinden yapılarak alt başlıklar altında verilmiştir.

#### **1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması ve Kriterlerin En İyi ve En Kötü Değerlerinin Belirlenmesi**

Sıralama ve seçme problemlerinin çözümünde kullanılan çok kriterli karar verme tekniklerinde olduğu gibi VIKOR uygulaması da belirlenen alternatiflere ve kriterlere ait değerlerin yer aldığı karar matrisinin oluşturulması ile başlamaktadır. Araştırmada kullanılan alt kriterlerin birim değerlerinin hesaplama metodolojisi daha önce verildiği için bu aşamada ayrıca vurgulanmamıştır. VIKOR analizinde belirlenen kriterler maliyet ve fayda kriteri olmak üzere iki grupta değerlendirilmektedir. Tablo 2’de verilen ikinci işlem adımına uygun olarak maliyet yönlü kriterlerde en iyi değer  $(f_j^*) = \min(B2:B7) / \min(B2:B7)$  formülü ile fayda yönlü kriterlerde ise  $\max(C2:C7) / \max(C2:C7)$  formülü ile hesaplanmıştır. En kötü değer  $(f_j^-)$  ise maliyet yönlü kriterlerde  $\max(B2:B7) / \max(B2:B7)$  formülü ile fayda yönlü kriterlerde ise  $\min(C2:C7) / \min(C2:C7)$  formülü ile hesaplanmıştır. Oluşturulan karar matrisi ile kriterlerin hesaplanan en iyi ve en kötü değerleri Microsoft Excel programı üzerinde Şekil 7’de verilmiştir.

Şekil 7’de görüldüğü gibi arsa maliyeti, rakip hastane sayısı ve hasta yatağı sayısı maliyet kriteri olarak diğer kriterler fayda kriteri olarak gruplandırılmıştır. Buna uygun olarak tüm kriterler için en iyi ve en kötü değer hesaplamaları yapılmıştır.

#### **2. Adım: AHP Kriter Ağırlıkları ile $S_i$ ve $R_i$ Değerlerinin Hesaplanması**

Bu aşamada hesaplanan en iyi ve en kötü değerler ile AHP yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak karar matrisi-

nin normalizasyon işlemi yapılmış ve her bir alternatif için  $S_i$  ve  $R_i$  değerleri hesaplanmıştır. Karar matrisinin normalizasyonu için Tablo 2’de verilen üçüncü adıma uygun olarak  $=B\$8*(B\$10-B2)/ (B\$10-B\$11)$  formülü ile B2 hücresindeki matris elemanı O2 hücresinde normalize edilmiş ve diğer hücreler için bu formül sürüklenerek tüm elemanların normalizasyon işlemi sağlanmıştır. Daha sonra her bir alternatifin normalize karar matrisi elemanlarının toplamı  $=SUM(O2:Y2) / =TOPLA(O2:Y2)$  formülü ile hesaplanarak tüm satırlara sürüklenmiş ve “Z2:Z7” hücrelerinde  $S_i$  değerleri elde edilmiştir. Her bir alternatif için normalize matris elemanlarının maksimum değerinin  $=MAX(O2:Y2) / =MAK(O2:Y2)$  formülü ile hesaplanması ve işlemin tüm satırlara sürüklenmesi ile “AA2:AA8” hücrelerinde  $R_i$  değerleri elde edilmiştir.  $S_i$  ve  $R_i$  değerlerinin minimum değerlerinin sırasıyla  $=MIN(Z2:Z7) / =\min(Z2:Z7)$  ve  $=MIN(AA2:AA7) / =\min(AA2:AA7)$  formülleri ile hesaplanmasıyla  $S^*$  ve  $R^*$  değerleri elde edilmiştir.  $S_i$  ve  $R_i$  değerlerinin maksimum değerlerinin sırasıyla  $=MAX(Z2:Z7) / =MAK(Z2:Z7)$  ve  $=MAX(AA2:AA7) / =MAK(AA2:AA7)$  formülleri ile hesaplanmasıyla ise  $S^-$   $R^-$  ve değerleri elde edilmiştir. Bu hesaplamalar sonucunda Microsoft Excel programında elde edilen sonuçlar Şekil 8’de verilmiştir.

Şekil 8’de her bir kriter için AHP yöntemi ile belirlenen ve “B8:L8” hücrelerinde verilen kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilmiş normalize karar matrisi sonucu gösterilmiştir. Bu matris elemanları üzerin her bir alternatif için elde edilen  $S_i$  ve  $R_i$  değerleri sırasıyla “Z2:Z7” ve “AA2:AA7” hücrelerinde verilmiştir. Bu değerler kullanılarak hesaplanan  $S^*$ ,  $R^*$ ,  $S^-$  ve  $R^-$  değerleri ise sırasıyla Z8, AA8, Z9 ve AA9 hücrelerinde verilmiştir.

#### **3. Adım: $Q_i$ Değerlerinin Hesaplanması**

Karar matrisi normalize edilerek  $S_i$ ,  $R_i$ ,  $S^*$ ,  $R^*$ ,  $S^-$  ve  $R^-$  değerlerinin hesaplanmasından sonra Tablo 2’nin dördüncü adımında verildiği gibi farklı grup faydası ağırlıkları ( $v = 0; 0,25; 0,50; 0,75; 1$ ) kullanılarak  $Q_i$  değerleri hesaplanmıştır. Bunun için Şekil 8’de verilen hücre değerleri üzerinden AD hücresine  $=AD\$8*(\$Z2-\$Z\$8)/ (\$Z\$9-\$Z\$8)+(1-AD\$8)*(\$AA2-\$AA\$8)/(\$AA\$9-\$AA\$8)$  formülü yazılmış ve beş farklı  $v$  değeri ile tüm  $Q_i$  hesaplamalarının yapılacağı hücrelere bu formül sürüklenmiştir. Bu işlemlerin uygulan-

ması ile elde edilen  $Q_i$  değerlerinin Microsoft Excel çıktısı Şekil 9'da gösterilmiştir.

**Şekil 7**  
VIKOR Karar Matrisi

|    | A               | B             | C               | D            | E                         | F             | G                 |
|----|-----------------|---------------|-----------------|--------------|---------------------------|---------------|-------------------|
| 1  | Alternatifler   | Arsa Maliyeti | Altyapı Endeksi | Nüfus Sayısı | Sosyoekonomik Gelişmişlik | Turist Sayısı | Otel Yatak Sayısı |
| 2  | İzmir           | €40.024       | 54,29           | 4.425.789    | 1,60                      | 1.371.135     | 51.356            |
| 3  | Aydın           | €11.168       | 38,38           | 1.134.031    | 0,75                      | 385.743       | 41.220            |
| 4  | Muğla           | €11.854       | 32,86           | 1.021.141    | 1,23                      | 2.784.132     | 174.249           |
| 5  | Antalya         | €34.992       | 43,81           | 2.619.832    | 1,65                      | 12.516.312    | 599.838           |
| 6  | Mersin          | €11.899       | 48,12           | 1.891.145    | 0,81                      | 36.201        | 35.072            |
| 7  | Adana           | €10.148       | 55,66           | 2.263.373    | 1,13                      | 144.995       | 10.975            |
| 8  | Kriter ağırlığı | 5,11%         | 2,51%           | 5,63%        | 11,04%                    | 27,51%        | 11,17%            |
| 9  | Yön             | -             | +               | +            | +                         | +             | +                 |
| 10 | En iyi değer    | €10.148       | 55,66           | 4.425.789    | 1,647                     | 12.516.312    | 599.838           |
| 11 | En kötü değer   | €40.024       | 32,86           | 1.021.141    | 0,752                     | 36.201        | 10.975            |

**Şekil 7**  
VIKOR Karar Matrisi (devamı)

|    | A               | H             | I                   | J                     | K         | L                            |
|----|-----------------|---------------|---------------------|-----------------------|-----------|------------------------------|
| 1  | Alternatifler   | Rakip Hastane | Hasta Yatağı Sayısı | Genel Erişilebilirlik | Hizmetler | İnsan Sağlığı ve Sosyal Hız. |
| 2  | İzmir           | 61            | 27,29               | 72,03                 | 26,37     | 9,17                         |
| 3  | Aydın           | 23            | 28,38               | 46,32                 | 10,96     | 7,73                         |
| 4  | Muğla           | 22            | 21,57               | 37,10                 | 25,00     | 9,24                         |
| 5  | Antalya         | 46            | 28,57               | 43,90                 | 28,23     | 7,59                         |
| 6  | Mersin          | 27            | 26,29               | 61,51                 | 21,56     | 6,34                         |
| 7  | Adana           | 32            | 32,75               | 62,31                 | 17,68     | 9,20                         |
| 8  | Kriter ağırlığı | 18,15%        | 4,40%               | 5,48%                 | 2,55%     | 6,46%                        |
| 9  | Yön             | -             | -                   | +                     | +         | +                            |
| 10 | En iyi değer    | 22            | 21,57               | 72,03                 | 28,23     | 9,24                         |
| 11 | En kötü değer   | 61            | 32,75               | 37,10                 | 10,96     | 6,34                         |

**Şekil 8**  
Normalize Karar Matrisi ile Hesaplanan  $S_i$  ve  $R_i$  Değerleri

|   | N             | O             | P               | Q            | R                         | S             | T                 | U             |
|---|---------------|---------------|-----------------|--------------|---------------------------|---------------|-------------------|---------------|
| 1 | Alternatifler | Arsa Maliyeti | Altyapı Endeksi | Nüfus Sayısı | Sosyoekonomik Gelişmişlik | Turist Sayısı | Otel Yatak Sayısı | Rakip Hastane |
| 2 | İzmir         | 0,051         | 0,002           | 0,000        | 0,006                     | 0,246         | 0,104             | 0,181         |
| 3 | Aydın         | 0,002         | 0,019           | 0,054        | 0,110                     | 0,267         | 0,106             | 0,005         |
| 4 | Muğla         | 0,003         | 0,025           | 0,056        | 0,052                     | 0,215         | 0,081             | 0,000         |
| 5 | Antalya       | 0,042         | 0,013           | 0,030        | 0,000                     | 0,000         | 0,000             | 0,112         |
| 6 | Mersin        | 0,003         | 0,008           | 0,042        | 0,103                     | 0,275         | 0,107             | 0,023         |
| 7 | Adana         | 0,000         | 0,000           | 0,036        | 0,064                     | 0,273         | 0,112             | 0,047         |

**Şekil 8**  
Normalize Karar Matrisi ile Hesaplanan  $S_i$  ve  $R_i$  Değerleri (devamı)

|   |         |       |       |       |       |       |       |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2 | İzmir   | 0,023 | 0,000 | 0,003 | 0,002 | 0,616 | 0,246 |
| 3 | Aydın   | 0,027 | 0,040 | 0,025 | 0,034 | 0,690 | 0,267 |
| 4 | Muğla   | 0,000 | 0,055 | 0,005 | 0,000 | 0,491 | 0,215 |
| 5 | Antalya | 0,028 | 0,044 | 0,000 | 0,037 | 0,305 | 0,112 |
| 6 | Mersin  | 0,019 | 0,017 | 0,010 | 0,065 | 0,671 | 0,275 |
| 7 | Adana   | 0,044 | 0,015 | 0,016 | 0,001 | 0,606 | 0,273 |
| 8 |         |       |       |       | $S^+$ | 0,305 | 0,112 |
| 9 |         |       |       |       | $S^-$ | 0,690 | 0,275 |

**Şekil 9**  
Hesaplanan  $Q_i$  Değerleri

|   | AC            | AD         | AE            | AF            | AG            | AH         |
|---|---------------|------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| 1 | Alternatifler | $Q_i(v=0)$ | $Q_i(v=0,25)$ | $Q_i(v=0,50)$ | $Q_i(v=0,75)$ | $Q_i(v=1)$ |
| 2 | İzmir         | 0,820      | 0,817         | 0,815         | 0,812         | 0,809      |
| 3 | Aydın         | 0,953      | 0,965         | 0,976         | 0,988         | 1,000      |
| 4 | Muğla         | 0,629      | 0,593         | 0,556         | 0,520         | 0,483      |
| 5 | Antalya       | 0,000      | 0,000         | 0,000         | 0,000         | 0,000      |
| 6 | Mersin        | 1,000      | 0,988         | 0,976         | 0,964         | 0,952      |
| 7 | Adana         | 0,985      | 0,935         | 0,884         | 0,834         | 0,783      |
| 8 | $v$ değerleri | 0          | 0,25          | 0,5           | 0,75          | 1          |

#### 4. Adım: $S_i$ , $R_i$ ve $Q_i$ Sıralamalarının Elde Edilmesi ve Uzlaşık Çözümün Bulunması

$Q_i$  değerleri "AD2:AD7; AE2:AE7; AF2:AF7; AG2:AG7 ve AH2:AH7" hücrelerinde hesaplandıktan sonra bu değerler ile birlikte daha önce "Z2:Z7" ve "A2:A7" hücrelerinde hesaplanan  $S_i$  ve  $R_i$  değerleri sıralanmıştır.  $Q_i$  sıralamalarının elde edilmesi için öncelikle AK2 hücresine "=RANK.AVG(AD2;AD\$2:AD\$7;1)" / "=RANK.ORT(A-D2;AD\$2:AD\$7;1)" formülü yazılmış ve bu formül diğer hücrelere sürüklenerek sıralamaları elde edilmiştir.  $S_i$  ve  $R_i$  sıralamaları için "AP" ve "AQ" hücrelerine sırasıyla "=RANK.AVG(Z2;Z\$2:Z\$7;1)" / "=RANK.ORT(Z2;Z\$2:Z\$7;1)" ve "=RANK.AVG(AA2;AA\$2:AA\$7;1)" / "=RANK.ORT(AA2;AA\$2:AA\$7;1)" formülleri yazılmış ve ilgili sütundaki tüm satırlara bu formüller sürüklenmiş ve Şekil 10'daki Microsoft Excel çıktısı elde edilmiştir.

**Şekil 10**  
Sıralama Sonuçları ve Koşulların Değerlendirilmesi

|    | AJ            | AK    | AL       | AM       | AN       | AO    | AP                                                                                                                                                               | AQ    |
|----|---------------|-------|----------|----------|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1  | Alternatifler | (v=0) | (v=0,25) | (v=0,50) | (v=0,75) | (v=1) | $S_i$                                                                                                                                                            | $R_i$ |
| 2  | İzmir         | 3     | 3        | 3        | 3        | 4     | 4                                                                                                                                                                | 3     |
| 3  | Aydın         | 4     | 5        | 6        | 6        | 6     | 6                                                                                                                                                                | 4     |
| 4  | Muğla         | 2     | 2        | 2        | 2        | 2     | 2                                                                                                                                                                | 2     |
| 5  | Antalya       | 1     | 1        | 1        | 1        | 1     | 1                                                                                                                                                                | 1     |
| 6  | Mersin        | 6     | 6        | 5        | 5        | 5     | 5                                                                                                                                                                | 6     |
| 7  | Adana         | 5     | 4        | 4        | 4        | 3     | 3                                                                                                                                                                | 5     |
| 8  |               |       |          |          |          |       |                                                                                                                                                                  |       |
| 9  | Koşul 1       | 0,629 | 0,593    | 0,556    | 0,520    | 0,483 | $\frac{Q(a') - Q(a'')}{DQ} \geq DQ$                                                                                                                              |       |
| 10 | $DQ$          | 0,200 | 0,200    | 0,200    | 0,200    | 0,200 | $DQ = 1/(m-1)$                                                                                                                                                   |       |
| 11 |               |       |          |          |          |       | Qİ sıralamalarında ilk sırada yer alan Antalya $S_i$ ve $R_i$ sıralamalarında da en küçük değere sahip olarak ilk sırada yer almış ve iki koşul da sağlanmıştır. |       |
| 12 | Koşul 2       |       |          |          |          |       |                                                                                                                                                                  |       |

Şekil 10'a göre farklı  $v$  değerleri temel alınarak yapılan beş ayrı  $Q_i$  sıralamada Antalya ve Muğla sırasıyla birinci ve ikinci sırada yer alan alternatifler olmuştur. Bu sıralama esas alınarak Tablo 2'de altıncı adımda verilen koşulların sınanarak uzlaşık çözümün elde edilmesi gereklidir. Buna göre ilk koşulda değerlendirmede altı alternatif bulunduğu için  $DQ$  değeri " $=1/(6-1)$ " formülü ile 0,2 olarak elde edilmiştir. Daha sonra en küçük ikinci  $Q_i$  değerine sahip alternatif olan Muğla'nın  $Q_i$  değerinden en küçük  $Q_i$  değerine sahip Antalya'nın  $Q_i$  değeri " $=AD4-AD5$ " formülü ile çıkarılarak AK9 hücresinde hesaplanmış ve tüm sütunlara bu formül sürüklenmiştir. Buna göre ilk koşulun tüm sıralamalar için sağlandığı görülmüştür. İkinci koşul ise AP ve AQ hücrelerinde verilen  $S_i$  ve  $R_i$  sıralamalarında en küçük değerlerin Antalya'ya ait olması ile sağlanmıştır. Bu sonuçlara göre kabul edilebilir avantaj ve kabul edilebilir istikrar koşulları tüm sıralamalar için sağlanmış ve uzlaşık çözüme ulaşılmıştır. Tüm sıralamalarda ilk sırada yer alan Antalya ili hastane yer seçimi için en iyi alternatif (uzlaşık çözüm) olmuştur.

#### Sonuç

Kitabın bu bölümünde hastane yer seçimi problemi için literatür taraması ve uzman görüşleri ile hazırlanan veri seti kullanılarak Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve VIKOR yöntemlerinin Microsoft Excel programı uygulaması yapılmıştır. AHP ile yapılan analiz sonucunda seçilen tüm kriterlerin ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Bununla birlikte Super Decisions paket programı ile AHP analizi tekrar uygulanmış ve elde edilen sonuçlar teyit edilmiştir. Analiz

sonuçlarına göre ana kriterlerden sırasıyla talep (%55,35) ve rekabet ve erişilebilirlik kriterlerinin (%28,03) en yüksek ağırlığa sahip olurken, alt kriterlerden sırasıyla turist sayısı (%27,51), rakip hastane sayısı (%18,15), otel yatak sayısı (%11,17) ve sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyi (%11,04) kriterleri en yüksek ağırlığa sahip olmuştur. İkinci aşamada ise Ege veya Akdeniz bölgesinde sağlık turizmi ağırlıklı hizmet verecek özel bir hastane açmak için il düzeyinde yer seçimi AHP bütünlük VIKOR analizi ile gerçekleştirilmiştir. Bu analiz sonuçlarına göre ise sırasıyla Antalya, Muğla ve İzmir ilk üç sırada yer almış ve sağlık turizmi hizmeti ağırlıklı bir özel hastane açılması için diğer alternatiflere göre daha avantajlı olduğu görülmüştür. Sonuç olarak kitabın bu bölümünde tanıtılan yöntemlerin Microsoft Excel uygulaması ile farklı alanlarda ve düzeylerde öğrencilerin, araştırmacıların ve yöneticilerin analiz ve yorumlama becerisine katkı sağlaması beklenmektedir.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Declaration of Interests:** The authors declare that there are no competing interests.

## Kaynaklar

- Barney, J. B., & Hesterly, W. S. (2019). *Strategic Management and Competitive Advantage: Concepts and Cases*. 6. ed, USA, New York: Pearson Education Limited.
- Çağlar, İ. (1996). *İşletmelerde Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi Teknikleri*. Çorum: Çorum Meslek Yüksekokulu Koruma Derneği Yayınları.
- Chletsos, M., & Saiti, A. (2019). *Strategic Management and Economics in Health Care*. Switzerland, Cham: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-35370-4>
- David, F.R., & David, F.R. (2017). *Strategic Management: Concepts and Cases: A Competitive Advantage Approach*. 16. ed, England, Harlow: Pearson Education Limited.
- Demirci, A. (2020). *Sağlık Hizmetleri Yönetiminde Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri*. Türkiye, Ankara: Gazi Kitabevi.
- Dess, G. G., Lumpkin, G. T., Eisner, A. B., & McNamara, G. (2021). *Strategic Management: Text and Cases*. 10. ed, USA, New York: McGraw-Hill Education.
- Gamble, J., Peteraf, M., & Thompson, A. (2019). *Essentials of Strategic Management: The Quest for Competitive Advantage*. 6. ed, USA, New York: McGraw-Hill Education.
- Ginter, P.M., Duncan, W. J., & Swayne, L. E. (2018). *The Strategic Management of Health Care Organizations*. John Wiley & Sons.
- Gul, M., & Guneri, A. F. (2021). Hospital Location Selection: A Systematic Literature Review on Methodologies and Applications. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021. [Crossref]
- Henry, A. (2021). *Understanding Strategic Management*. 4. ed, United Kingdom, Oxford: Oxford University Press. [Crossref]
- Hill, C. W., Schilling, M. A., & Jones, G. R. (2020). *Strategic Management: Theory & Cases: An Integrated Approach*. 13. ed, USA, Boston: Cengage Learning.
- Hitt, M. A., Ireland, R. D., & Hoskisson, R. E. (2020). *Strategic Management: Competitiveness & Globalization Concepts and Case*. 13. ed, USA, Boston: Cengage Learning.
- Ishizaka, A., & Nemery, P. (2013). *Multi-criteria Decision Analysis: Methods and Software*. United Kingdom, West Sussex: John Wiley & Sons. [Crossref]
- Jahan, A., Mustapha, F., Ismail, M. Y., Sapuan, S. M., & Bahraminasab, M. (2011). A Comprehensive VIKOR Method for Material Selection. *Materials & Design*, 32(3), 1215-1221.
- Jahan, A., Mustapha, F., Sapuan, S. M., Ismail, M. Y., & Bahraminasab, M. (2012). A Framework for Weighting of Criteria in Ranking Stage of Material Selection Process. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 58(1-4), 411- 420. [Crossref]
- Kim, J. I., Senaratna, D. M., Ruza, J., Kam, C., & Ng, S. (2015). Feasibility Study on an Evidence-Based Decision-Support System for Hospital Site Selection for an Aging Population. *Sustainability*, 7(3), 2730-2744. [Crossref]
- Koçel, T. (2018). *İşletme Yöneticiliği Yönetim ve Organizasyon, Organizasyonlarda Davranış, Klasik, Modern, Çağdaş ve Güncel Yaklaşımlar*. 17. ed., Türkiye, İstanbul: Beta Yayıncılık.
- Kumar, S.A. & Suresh, N. (2009). *Operations Management*. India, New Delhi: New Age International.
- Lee, A. H., Chen, W. C., & Chang, C. J. (2008). A Fuzzy AHP and BSC Approach for Evaluating Performance of IT Department in the Manufacturing Industry in Taiwan. *Expert Systems with Applications*, 34(1), 96-107. [Crossref]
- Opricovic, S., & Tzeng, G. H. (2004). Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156(2), 445-455. [Crossref]
- Opricovic, S., & Tzeng, G. H. (2007). Extended VIKOR Method in Comparison with Outranking Methods. *European Journal of Operational Research*, 178(2), 514-529. [Crossref]
- Özbek, A. (2021). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excel ile Problem Çözümü*. 3. ed, Türkiye, Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Roghani, P., Rasli, A., & Gheysari, H. (2012). Productivity Through Effectiveness and Efficiency in the Banking Industry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 40, 550-556. [Crossref]
- Rothaermel, F. T. (2019). *Strategic Management*. 4. ed, USA, New York: McGraw-Hill Education.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, USA, New York: McGraw-Hill. [Crossref]
- Saaty, T. L. (2008). Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98. [Crossref]
- Steiss, A. W. (2003). *Strategic Management for Public and Nonprofit Organizations*. USA, New York: Marcel Dekker.
- Swayne, L. E., Duncan, W. J. & Ginter, P. M. (2006). *Strategic Management of Health Care Organizations*. 5. ed, USA, Massachusetts: Blackwell Publishing.
- Şahin, T., Ocak, S., & Top, M. (2019). Analytic Hierarchy Process for Hospital Site Selection. *Health Policy and Technology*, 8(1), 42-50. [Crossref]
- Şeker, M. (2012). *Küresel Rekabet Endeksi - Türkiye 26 Bölge - 81 İl*. Türkiye, İstanbul: Küresel Rekabet.
- Şen, H., & Demiral M. F. (2016). Hospital Location Selection with Grey System Theory, *European Journal of Economics and Business Studies*, 2(2), 66-79.
- Şimşek, A. (2015). *Erişilebilir Şehirler ve Bölgeler: Erişilebilirliğin Bölgesel Kalkınmaya Etkisi ve İller Bazında Erişilebilirlik Endeksinin Geliştirilmesi*. Ankara: Bölgesel Gelişme ve Yapısal Uyum Genel Müdürlüğü Yayınları.
- T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı (2021). *Turizm İstatistikleri Genel Değerlendirme* (2020). Ankara: Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğü.
- T.C. Merkez Bankası (2022). *Türkiye ye Gelen Yabancı Ziyaretçilerin Sınır Kapılarının Bağlı Olduğu İllere Göre Dağılımı*. Elektronik Veri Dağıtım Sistemi.
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2022). *2022 İlçe Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırmaları*. Ankara: Kalkınma Ajansları Genel Müdürlüğü.

Tengilimoğlu, D., Işık, O. ve Akbolat, M. (2018). Sağlık İşletmeleri Yönetimi. 7. ed. Türkiye, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Türkiye İstatistik Kurumu (2021). *Merkezi Dağıtım Sistemi*. Erişim Tarihi: 11.12.2022. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>.

Türkiye İstatistik Kurumu (2022). *İl Bazında Gayrisafi Yurt İçi Hasıla*, 2021. Erişim Tarihi: 11.12.2022. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/In-dex?p=Il-Bazinda-Gayrisafi-Yurt-Ici-Hasila-2021-45619&dil=1>.

Ülgen, H., & Mirze, S. K. (2014). *İşletmelerde Stratejik Yönetim*. 7. ed, Türkiye, İstanbul: Beta Yayıncılık.

Wheelen, T. L., Hunger, J. D., Hoffman, A. N. & Bamford, C. E.

(2018). *Strategic Management and Business Policy: Globalization, Innovation and Sustainability*. 15. ed, England, Harlow: Pearson Education Limited.

Wu, C.R., Lin, C.T. & Chen, H.C. (2007). Optimal Selection of Location for Taiwanese Hospitals to Ensure a Competitive Advantage by Using the Analytic Hierarchy Process and Sensitivity Analysis. *Building and Environment*, 42(3), 1431-1444. [\[Crossref\]](#)

MapChart (2023). Erişim Tarihi: 11.02.2023. Erişim Adresi: <https://www.mapchart.net/>.

Super Decisions (2023). Erişim Tarihi: 11.12.2022. <https://www.super-decisions.com/>.

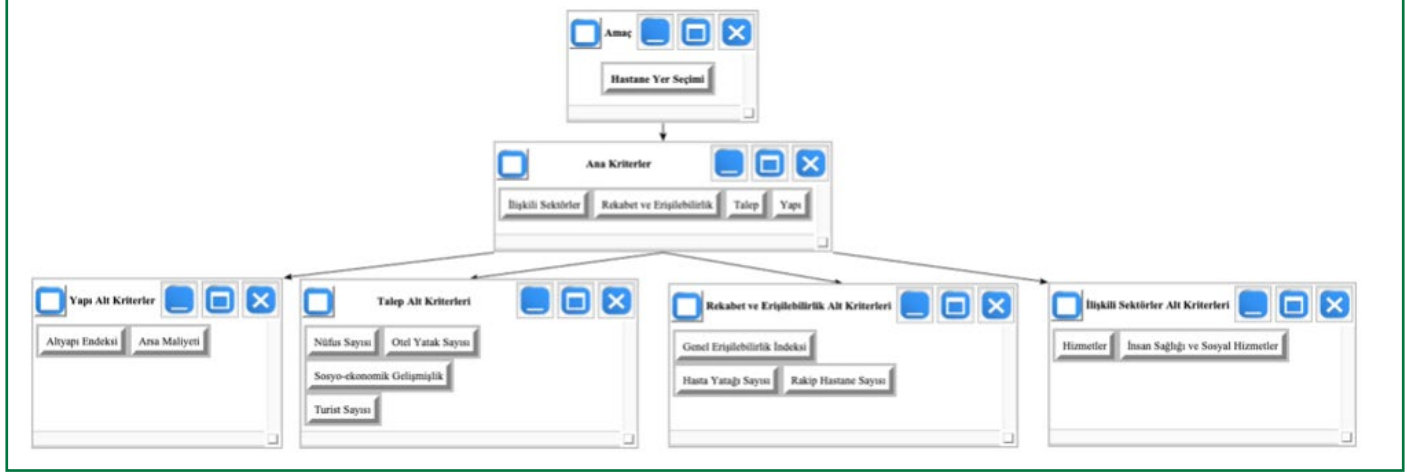
## Ekler – Super Decisions Paket Programı Çözümleri

Çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak çözülmek istenen problemler için EXCEL ile çözüm mümkün olmakla birlikte farklı paket programları da tercih edilmektedir. AHP için kullanılan paket programlardan biri de Super Decisions (superdecisions.com

adresinden ücretsiz indirilebilir.) paket programıdır. Bu çalışmanın amacı olan hastane yer seçim problemi adım adım EXCEL yardımıyla çözülmüştür. Bu çözüme destekleyici olması ve kolaylık sağlaması amacıyla Super Decisions paket programıyla da sonuçlar elde edilmiştir. Super Decisions paket programı ile oluşturulan hiyerarşik yapı Ek 1’de verilmiştir.

Ek 1

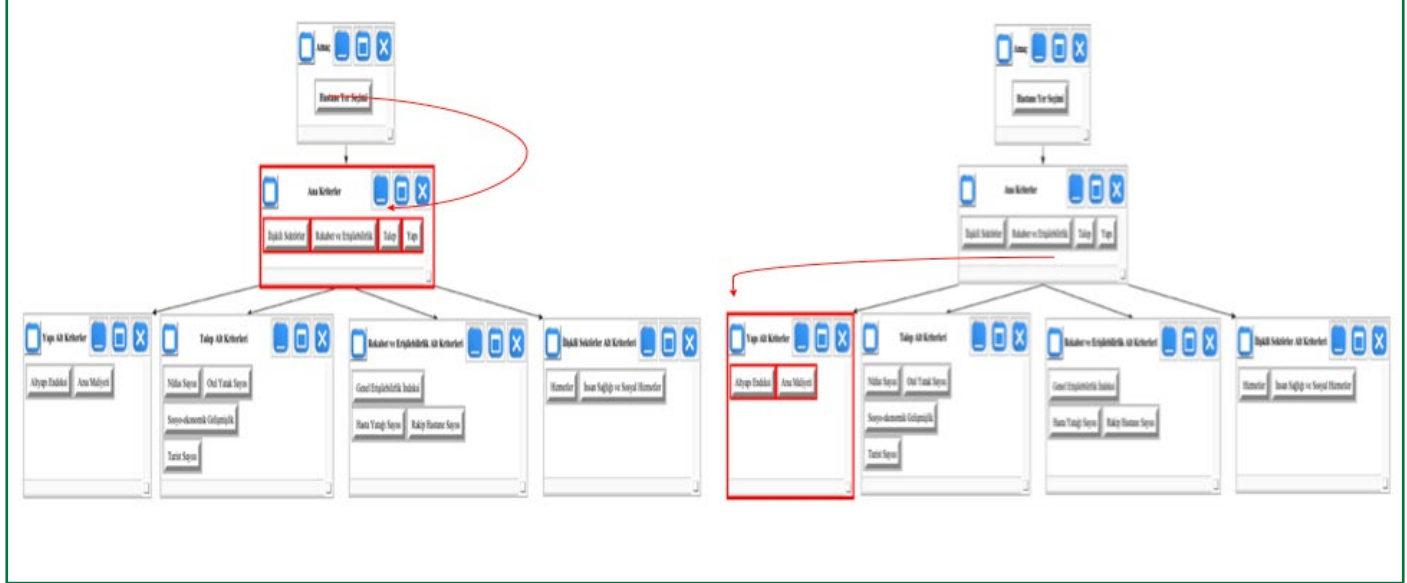
*Super Decisions Paket Programı ile Oluşturulmuş Hiyerarşik Yapı*



Ek 2’de kümeler, düğümler ve bağlantılar verilmiş olup amaca ait kriterler ve kriterlere ait alt kriterlerin döngüleri gösterilmiştir.

Ek 2

*Ana ve Alt Kriterlere Ait Bağlantılar ve Döngüler*



Ek 3’te ana kriterlere ait ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir. Bu çalışmada 5 farklı uzmanın görüşü alınmıştır. Uzman görüşlerinin kombine edilmesi için ise ikili karşılaştırma matrislerinin geometrik ortalaması alınmıştır. Kombine edilen ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen değerlerin float (ondalıklı) olması nedeniyle Matris (Matrix) kullanılarak karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu aşamada ok ile gösterilen yönler önemli olup ok yönü karşılaştı-

ma matrisinde hangi kriterin önemli olduğuna işaret etmektedir. Değer girişi yapıldıktan sonra ok yönü değiştirilmek istenirse ok üzerine çift tıklanması yeterli olacaktır. Ana kriterlerin ikili karşılaştırmalarının Tutarlılık Oranı (Inconsistency) 0,029 çıkmıştır. Ana kriterlerin ağırlıkları ise Talep 0,56101; Rekabet ve Erişilebilirlik 0,27677; İlişkili Sektörler 0,08757 ve Yapı 0,07464 olarak ortaya çıkmıştır.

## Ek 3

## Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırılmasına Ait Matris Görünümü

**1. Choose**

Node Cluster

Choose Node

Hastane Yer Seçimi

Cluster: Amaç

Choose Cluster

Ana Kriterler

Restore

**2. Node comparisons with respect to Hastane Yer Seçimi**

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Hastane Yer Seçimi" node in "Ana Kriterler" cluster

Rekabet ve Erişilebilirlik is 4.076 times more important than İlişkili Sektörler

Inconsistency

İlişkili ~

Rekabet ve ~

Talep ~

Rekabet ve ~ 4.076

Talep ~ 5.164

Yapı ~ 1.245

Rekabet ve ~ 2.954

Talep ~ 4.085

Yapı ~ 6.118

Copy to clipboard

**3. Results**

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.02909

İlişkili ~ 0

Rekabet ve ~ 0

Talep ~ 0

Yapı ~ 0

Completed Comparison

Copy to clipboard

Ana kriterler için ikili karşılaştırmalara dayalı ağırlıklar belirlendikten sonra alt kriterlerin ağırlıklarını belirlemek üzere oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri Ek 4'te verilmiştir.

## Ek 4

## Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırılmasına Ait Matris Görünümü

**1. Choose**

Node Cluster

Choose Node

İlişkili Sektör

Cluster: Ana Kriterler

Choose Cluster

İlişkili Sektör

Restore

**2. Node comparisons with respect to İlişkili Sektörler**

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "İlişkili Sektörler" node in "İlişkili Sektörler Alt Kriterler" cluster

İnsan Sağlığı ve Sosyal Hizmetler is 2.538 times more important than Hizmetler

Inconsistency

Hizmetler ~

İnsan Sağlığı ~ 2.538

Copy to clipboard

**3. Results**

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.00000

Hizmetler ~ 0.2634

İnsan Sağlığı ~ 0.7376

Completed Comparison

Copy to clipboard

**4. Choose**

Node Cluster

Choose Node

Rekabet ve Erişilebilirlik

Cluster: Ana Kriterler

Choose Cluster

Rekabet ve Erişilebilirlik

Restore

**5. Node comparisons with respect to Rekabet ve Erişilebilirlik**

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Rekabet ve Erişilebilirlik" node in "Rekabet ve Erişilebilirlik Alt Kriterler" cluster

Genel Erişilebilirlik Endeksi is 1.34 times more important than Hastane Yatağı Sayısı

Inconsistency

Hastane Yatağı ~

Rekabet ve Erişilebilirlik ~ 1.34

Copy to clipboard

**6. Results**

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.00985

Genel Erişilebilirlik ~ 0.00985

Hastane Yatağı ~ 0.00985

Rekabet ve Erişilebilirlik ~ 0.00985

Completed Comparison

Copy to clipboard

**7. Choose**

Node Cluster

Choose Node

Talep

Cluster: Ana Kriterler

Choose Cluster

Talep

Restore

**8. Node comparisons with respect to Talep**

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Talep" node in "Talep Alt Kriterler" cluster

Özel Yatak Sayısı is 2.409 times more important than Nüfus Sayısı

Inconsistency

Nüfus Sayısı ~

Özel Yatak Sayısı ~ 2.409

Copy to clipboard

**9. Results**

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.01413

Nüfus Sayısı ~ 0.1516

Özel Yatak Sayısı ~ 0.2020

Sosyal Hizmetler ~ 0.1963

Talep ~ 0.4987

Completed Comparison

Copy to clipboard

**10. Choose**

Node Cluster

Choose Node

Yapı

Cluster: Ana Kriterler

Choose Cluster

Yapı

Restore

**11. Node comparisons with respect to Yapı**

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Yapı" node in "Yapı Alt Kriterler" cluster

Ana Maliyet is 2.036 times more important than Altyapı Endeksi

Inconsistency

Altyapı Endeksi ~

Ana Maliyet ~ 2.036

Copy to clipboard

**12. Results**

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.00000

Altyapı Endeksi ~ 0.00000

Ana Maliyet ~ 0.00000

Completed Comparison

Copy to clipboard

"Computations (hesaplamalar)" menüsü altında yer alan "Priorities" yani "Öncelikler" sekmesine tıklandığında ise ana ve alt kriterlerin (local) öncelikleri Ek 5'deki gibi elde edilmektedir. Bu

sonuçların Şekil 6'da verilen Excel programı kriter ağırlıkları ile tutarlı olduğu görülmektedir.

## Ek 5

Ana ve Alt Kriterlerin (Local) Öncelikleri

| Here are the priorities.                                                       |                                   |  |                       |          |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--|-----------------------|----------|
| Icon                                                                           | Name                              |  | Normalized by Cluster | Limiting |
| No Icon                                                                        | İlişkili Sektörler                |  | 0.08757               | 0.043785 |
| No Icon                                                                        | Rekabet ve Erişilebilirlik        |  | 0.27677               | 0.138387 |
| No Icon                                                                        | Talep                             |  | 0.56101               | 0.280507 |
| No Icon                                                                        | Yapı                              |  | 0.07464               | 0.037321 |
| No Icon                                                                        | Hastane Yer Seçimi                |  | 0.00000               | 0.000000 |
| No Icon                                                                        | Hizmetler                         |  | 0.28263               | 0.012375 |
| No Icon                                                                        | İnsan Sağlığı ve Sosyal Hizmetler |  | 0.71737               | 0.031410 |
| No Icon                                                                        | Genel Erişilebilirlik İndeksi     |  | 0.19514               | 0.027005 |
| No Icon                                                                        | Hasta Yatağı Sayısı               |  | 0.15646               | 0.021652 |
| No Icon                                                                        | Rakip Hastane Sayısı              |  | 0.64840               | 0.089730 |
| No Icon                                                                        | Nüfus Sayısı                      |  | 0.10162               | 0.028504 |
| No Icon                                                                        | Otel Yatak Sayısı                 |  | 0.20230               | 0.056747 |
| No Icon                                                                        | Sosyo-ekonomik Gelişmişlik        |  | 0.19931               | 0.055908 |
| No Icon                                                                        | Turist Sayısı                     |  | 0.49677               | 0.139347 |
| No Icon                                                                        | Altyapı Endeksi                   |  | 0.32939               | 0.012293 |
| No Icon                                                                        | Arsa Maliyeti                     |  | 0.67061               | 0.025028 |
| <input type="button" value="Okay"/> <input type="button" value="Copy Values"/> |                                   |  |                       |          |

**BÖLÜM 7**  
**SAĞLIK İŞLETMELERİNDE**  
**FİNANSAL YÖNETİM: EĞİTİM VE**  
**ARAŞTIRMA HASTANELERİ İLE**  
**ÜNİVERSİTE HASTANELERİNİN**  
**FİNANSAL PERFORMANSLARININ**  
**KARŞILAŞTIRILMASI - R İLE ÇOK**  
**DEĞİŞKENLİ KRUSKAL-WALLİS TESTİ**

Faruk YILMAZ  
İlhan Kerem ŞENEL

# Sağlık İşletmelerinde Finansal Yönetim: Eğitim ve Araştırma Hastaneleri ile Üniversite Hastanelerinin Finansal Performanslarının Karşılaştırılması - R İle Çok Değişkenli Kruskal-Wallis Testi

## *Financial Management in Healthcare Organizations: Comparison of Financial Performance of Training and Research Hospitals and University Hospitals - Multivariate Kruskal-Wallis Test with R*

### BÖLÜM HAKKINDA

Sağlık kurumlarının finansal olarak etkin yönetilmesi sağlık sistemlerinin sürdürülebilirliği için oldukça önemlidir. Sağlık sistemi içerisinde niteliğine göre daha karmaşık vakalara hizmet veren eğitim ve araştırma statüsündeki hastaneler kaynakların etkin kullanımının sağlanması ve sağlık sistemi çıktılarının iyileştirilmesinde anahtar rol oynamaktadır. Türkiye sağlık sisteminin mevcut yapısı içerisinde eğitim ve araştırma statüsü bulunan Sağlık Bakanlığına bağlı Eğitim ve Araştırma Hastaneleri (EAH) ve Kamu Üniversite Hastaneleri (ÜH) farklı yönetim bileşenleri ile benzer nitelikteki hizmetleri veren iki önemli yapı olarak değerlendirilmektedir. Kitabın bu bölümünde benzer nitelikteki hizmetleri iki farklı yapıda veren EAH ve ÜH'lerinin finansal performanslarının karşılaştırılması problemi ele alınmıştır. Finansal performansı değerlendirmek için uzman görüşleri çerçevesinde oran analizinde dört ana başlık altında belirlenen sekiz farklı oran kullanılmıştır. 47 EAH ve 40 ÜH'nin yer aldığı veri seti üzerinden finansal performansların kurum türüne göre farklılaşması alt hipotezleri tekli ve çoklu Kruskal-Wallis testleri ile sınanmıştır. R Studio ile yapılan analiz sonuçlarına göre finansal performansların kurum türüne göre farklılaştığı ortaya çıkarılmıştır. Yapılan alt hipotez sınamaları sonucunda ise bu farklılığın faaliyet oranlarından (stok devir süresi, alacak tahsil süresi, aktif devir hızı ve ticari borçları ödeme süresi) ve kârlılık oranlarından ise yalnızca aktif kârlılığın kaynaklandığı saptanmıştır. EAH'lerin stok devir süresi, alacak tahsil süresi, aktif devir hızı ve ticari borçları ödeme süresi ve aktif kârlılığı açısından nispeten daha iyi durumda olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Finansal yönetim, oran analizi, eğitim ve araştırma hastanesi, üniversite hastanesi, çok değişkenli Kruskal-Wallis testi

### ABOUT the CHAPTER

The sustainability of health systems depends on the efficient financial management of healthcare organizations. Hospitals with training and research status, which serve more complex cases in the health system, play a key role in ensuring the effective use of resources and improving health system outcomes. Public University Hospitals (PUH), which have training and research status, and Ministry of Health-affiliated Training and Research Hospitals (TRH) are regarded as two significant structures that offer comparable services with distinct management components within the current framework of the Turkish health system. This chapter addresses the challenge of comparing the financial results of two distinct structures that offer comparable services: TRHs and PUHs. Within the scope of expert opinions, eight different ratios under four main headings in the ratio analysis were used to evaluate the financial performance. 47 TRHs and 40 PUHs were included in the data set and the sub-hypotheses of discrimination of financial performances by institution type were tested with single and multiple Kruskal-Wallis tests. According to the results of the analysis conducted with R Studio, it was revealed that financial performances differed according to the type of institution. The sub-hypothesis tests revealed that the profitability ratio solely by return on assets and efficiency ratios (inventory turnover, receivable collection period, asset turnover, and average payment period) were the causes of this discrepancy. In terms of inventory turnover, receivables collection period, asset turnover, average payment time, and return on assets, it was determined that TRHs are comparatively superior.

**Keywords:** Financial management, ratio analysis, training and research hospital, university hospital, multivariate Kruskal-Wallis test



Faruk Yılmaz   
İlhan Kerem Şenel 

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Sağlık Yönetimi  
Bölümü, Hastane İşletmeciliği Ana Bilim Dalı,  
İstanbul, Türkiye  
E-posta: faruk.yilmaz@iuc.edu.tr  
keremsenel@gmail.com

#### Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as:

Yılmaz, F. & Şenel, İ.K. (2024). Sağlık işletmelerinde finansal yönetim: eğitim ve araştırma hastaneleri ile üniversite hastanelerinin finansal performanslarının karşılaştırılması - r ile çok değişkenli Kruskal-Wallis testi. C. Boz & F. Yılmaz (Ed.), *Sağlık yönetiminde kantitatif teknikler ve makine öğrenmesi* içinde (s. 74-91). İstanbul: İÜC Yayınevi.



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

İşletmelerde nakit akış döngüsündeki nakdin büyüklüğünü, zamanlamasını ve riskini etkileyen tüm kararlar finansal yönetim kapsamı içerisinde yer almaktadır. Bir işletmenin en önemli fonksiyonlarından biri finansal yönetimidir. İşletmelerde finansal yönetimin temel amacı işletmenin faaliyetlerinde kullanacağı kaynakların finansman maliyetinin (ağırlıklı ortalama sermaye maliyeti) üzerinde getiri elde edeceği yatırımlar yapması ve işletme sahiplerinin servetlerini maksimize etmesidir. Bu kapsamda bir finans yöneticisinin temelinde finansal planlama, dönen varlıkların yönetimi (işletme sermayesi yönetimi), duran varlıkların yönetimi (sermaye bütçelemesi), kaynakların yönetimi ve faaliyetlerin etki ve sonuçlarını değerlendirmeyi kapsayan finansal analiz ve denetim gibi temel görevleri bulunmaktadır. Bu görevlerin kapsamı, derinliği ve uygulanma biçimi işletmelerin mülkiyetine, büyüklüğüne ve faaliyet gösterdiği sektöre göre farklılaşmaktadır.

Sağlık sektöründe finansal yönetimi değerlendirebilmek için özellikle Türkiye gibi kamunun baskın bir role sahip olduğu sistemlerde kamu hastanelerini ve bunun altında eğitim ve araştırma statüsü bulunan hastaneleri değerlendirmek ayrıca önem kazanmaktadır. Hem faaliyet gösterdiği sektör hem de mülkiyeti itibarıyla bu hastanelerde finansal yönetimin kapsamı hukuki temellere dayalı olan karmaşık pek çok süreci içermektedir. Eğitim ve araştırma statüsündeki hastaneler niteliğine göre sağlık sistemi içerisinde daha karmaşık vakaların değerlendirildiği kurumlar olması bakımından kaynakların etkin kullanımını sağlamada ve sağlık çıktılarını iyileştirmede anahtar rol oynamaktadır. Türkiye’de sağlık sektöründe eğitim ve araştırma statüsü bulunan Sağlık Bakanlığına bağlı Eğitim ve Araştırma Hastaneleri (EAH) ve Kamu Üniversite Hastaneleri (ÜH) benzer nitelikteki hizmetleri farklı yönetim bileşenleri ile veren iki önemli yapıdır. Bu kapsamda her iki yapı hem eğitim ve araştırma hizmetleri için hem de sağlık çıktılarını iyileştirecek tanı, tedavi ve rehabilitasyon hizmetleri için Türkiye’de kilit bir role sahiptir. Bu kurumların finansal olarak iyi yönetilmesi bir bütün olarak sağlık sistemlerinin sürdürülebilirliği için oldukça kritiktir. Zira her ne kadar sağlık hizmetlerinde teknolojik gelişmelerin yansımaları söz konusu olsa da sağlık hizmet süreçlerinde emeğin bir diğer ifadeyle sağlık iş gücünün baskın bir rolü vardır. Bu nedenle emek yoğun sektörlerde çalışanların kritik öneme sahip olması, finansal yapının ve performansın iyi durumda olmasını gerekli kılmaktadır.

Kitabın bu bölümünde ana amaç çok değişkenli Kruskal-Wallis testinin R programı üzerinde uygulama adımlarını göstererek farklı düzeydeki öğrencilerin, araştırmacıların, ilgili çalışan ve yöneticilerin analiz uygulama ve yorumlama becerisine katkı sağlamak olarak belirlenmiştir. Bu ana amaç kapsamında benzer nitelikteki hizmetleri farklı yönetim bileşenleri ile sunan iki ayrı yapı olan Eğitim ve Araştırma Hastaneleri ile Üniversite Hastanelerinin finansal performansı karşılaştırılacaktır. Bu doğrultuda öncelikle sağlık işletmelerinde finansal yönetimin kapsamı, finansal durum analizi, oran analizi ve kullanılacak yöntem olan tek ve çok değişkenli Kruskal-Wallis testi hakkında teorik bilgiler verilecektir. Bunun akabinde örnek bir veri seti üzerinden R programı kullanılarak tek ve çok değişkenli Kruskal-Wallis testi uygulamaları adım adım gösterilecektir.

## İşletmelerde Finansal Yönetim

İşletmeler sürdürülebilirliğini sağlayabilmek için bina, arsa, ma-

kine ve teçhizat ve diğer ofis varlıkları gibi çeşitli varlıklara ihtiyaç duymaktadır. Bu varlıklar, borç veya özsermaye yatırımcıları tarafından ya da işletmenin faaliyetlerinden elde edilen kârların işletmeye aktarılması yollarıyla finanse edilmektedir. Bu faaliyetleri göz önünde bulundurarak finans yöneticileri işletmelerde para akışının etkin bir şekilde planlanması ve yürütülmesinden sorumludur. Buna göre finansal yönetim kapsamında finans yöneticilerinin iki temel karar alanı söz konusudur. Bunlardan ilki hangi yatırımların yapılması gerektiğinin belirlenmesidir. İkincisi ise bu yatırımların nasıl finanse edileceğinin belirlenmesidir. Bu kararları alırken finans yöneticilerinin temel amacı firma sahiplerinin, yani hissedarların servetini maksimize etmektir (Brealey ve ark., 2020).

Bu kapsamda kurumsal finans olarak da adlandırılan finansal yönetim genel hatları ile, ne kadar ve ne tür varlıkların elde edileceğine, varlık satın almak için gereken sermayenin nasıl artırılacağına ve şirketin değerini maksimize edecek şekilde nasıl yönetileceğine ilişkin kararlara odaklanan bir yönetim faaliyeti olarak tanımlayabiliriz. Burada belirtilen ilkeler hem kâr amaçlı hem de kâr amacı gütmeyen kuruluşlar için geçerlidir (Brigham ve Houston, 2019: 6). İşletmelerde finans direktörü (CFO) finansal sistemde yer alan kurumlar ve finansal piyasalar ile işletme arasında aracı rol üstlenmektedir. Finans direktörünün işletme yönetiminde üç temel rolü bulunmaktadır (Quiry ve ark., 2022: 12-13).

- Şirketin büyümesini finanse etmek ve yükümlülüklerini yerine getirmek için yeterli kaynağa sahip olmasını sağlamak. Finans yöneticileri mümkün olan en düşük maliyetle fon elde edebilmek için çeşitli yatırımcılarla (bankacılar, hissedarlar, tahvil yatırımcıları) görüşür. Bu kapsamda şirket menkul kıymetler (hisse senedi ve tahvil) ihraç eder ve finans yöneticisi bunları finansal yatırımcılara mümkün olan en yüksek fiyatı sunar.
- Uzun vadede yatırımcıların şirketin kullanımına sunduğu kaynakları en azından yatırımcıların beklentisini karşılayacak bir getiri oranı oluşturacak şekilde kullanılmasını sağlamak. Şirket kaynakları ancak bu oranın üzerinde getiri sağlayacak şekilde kullanabilirse değer yaratır. Bunun için sermaye bütçelemesi teknikleri ile (net şimdiki değer, iç verim oranı, kârlılık indeksi vb.) alternatif yatırım projelerini değerlendirerek bunlardan kârlı olanlara yatırım yapmaya çalışır. Aksi durumda değeri yok etmeye devam eder. Bu durumda yatırımcılar şirketi cezalandırır ve menkul kıymetlerinin değeri düşer. Böyle bir durumda şirket üst düzey yöneticilerini değiştirmek zorunda kalır ya da iflasa sürüklenir.
- Şirketin karşı karşıya olduğu finansal riskleri belirlemek ve yönetmek. Finans yöneticisi ilk görevi kapsamında şirketin gerçek varlıklarını finansal varlıklara dönüştürürken değerini en üst düzeye çıkarabilmelidir. Bunun için ikinci görevi kapsamında önerilen her yatırım projesini beklenen getiriler çerçevesinde incelemeli ve mevcut fonların maliyetinin altında getirileri olan projeleri reddetmeme konusunda tavsiyeler vermelidir. Bu görevler doğrultusunda finans yöneticisinin son rolü, şirketin operasyonel performansının finansal olaylar tarafından bozulmayacağını garanti etmektir. Bunun için şirketin finansal risklerini tespit etmek ve değerlendirmek için çeşitli analizler yapması gerekir. Bu kapsamda finansal yöneticilerin en önemli görevlerinden biri temel mali tablolar üzerinden finansal analizler yaparak denetim fonksiyonunu

gerçekleştirmektedir.

## **Sağlık İşletmelerinde Finansal Yönetim**

Sağlık hizmetlerinin sunumunu diğer hizmetlerden farklı kılan iki temel faktör vardır. Bunlardan ilki hizmet sağlayıcıların, yatırımcıların yerine daha çok kâr amacı gütmeyen kuruluşlar ağırlıklı olacak şekilde organize edilmesidir. İkinci temel faktör ise, hizmetler için ödemenin genellikle hizmetleri alan hastalardan ziyade üçüncü taraflarca yapılmasıdır (Reiter ve Song, 2021). Birinci temel faktör çerçevesinde genel olarak sağlık işletmelerinde finansal yönetim modelinde birincil amaç kâr etmek yerine ihtiyaç sahiplerine hizmet etmek olarak ele alınmaktadır (Strydom ve Stephen, 2014). Türkiye’de sağlık hizmetlerinde kamu sektörü baskın bir paya sahip olmakla birlikte, özel sağlık işletmelerinin de önemli bir pay sahibi olması yönüyle bu ayrımı yapmak ve buna göre farklılıkları ortaya koymak gereklidir.

### ***Kâr Amaçlı Sağlık İşletmelerinde Finansal Yönetim***

Kâr amaçlı işletmelerde temel amaç hisse senedi değerini maksimize etmektir. Modern toplumlarda kâr amaçlı işletmelerin bu temel amaca yönelik faaliyet gösterirken diğer paydaşların çıkarlarını gözetmesi de beklenir. Özellikle çalışanların ve bir bütün olarak toplumun çıkarlarının göz önünde bulundurulması için kamu düzenlemelerinin yapılması kritik öneme sahiptir (Şenel, 2018: 239-240).

Kâr amaçlı sağlık işletmelerinde hisse senedi değerini maksimize etmek için yapılan işlerden yöneticiler işletme sahiplerine (hissedarlar, ortaklar veya tek mal sahipleri) karşı sorumludur. Bu kapsamda kamu düzenlemelerine uygun olacak şekilde finans yöneticisinin önemli görevleri yerine getirmesi beklenir. Bu görevler özetle kamu düzenlemeleri ve işletme misyon, vizyon ve stratejik planları kapsamında belirlenen amaç ve hedeflere uygun olarak finansal planlama ve organizasyon süreçlerini yerine getirmek ve bunlara uygun olarak süreçlerin iş birliği içerisinde yürütülmesi ve denetlenmesini sağlamaktır. Bu doğrultuda kâr amaçlı sağlık işletmelerinde finans yöneticileri önerilen yatırım projelerinin değer üretip üretmeyeceğini finansal teknik, yöntem ve araçlarla değerlendirmelidir. Yeni bir yatırım, başka bir şirketin satın alınması veya yeniden yapılandırma planı gibi durumlarda beklenen nakit girişlerinin bugünkü değeri ile nakit çıkışlarının bugünkü değeri arasındaki farkın pozitif olmasına dikkat edilmelidir (Hawawini ve Viallet, 2019: 2-9).

Kâr amaçlı sağlık işletmelerinde yatırım ve finansman kararları verilirken kamu düzenlemeleri birçok noktada bağlayıcı olmakla birlikte, genel hatlarıyla kâr amaçlı olmayan sağlık işletmelerine göre daha esnek bir karar süreci söz konusudur. Şirket sahiplerinin (hissedarları) iyi tanımlanmış olması, işletmenin kalan kazançlarının hissedarlara ait olması, yönetimin sadece onlara karşı sorumlu olması ve farklı düzeylerde çeşitli vergilendirmelere tabi olmaları yönleriyle bu işletmeler kâr amaçlı olmayan işletmelerden farklılaşmaktadır (Reiter ve Song, 2021: 17). Bu çerçevede kâr amaçlı işletmelerde finansal başarı veya başarısızlıkta finans yöneticilerinin rolü daha baskın olarak ortaya çıkmaktadır. Bu başarı veya başarısızlık durumu borsada hisse senedi işlem gören Medical Park ve Lokman Hekim gibi özel sağlık işletmelerinin hisse senedi fiyatlarından anlaşılabilmektedir. Bunun dışında yer alan özel sağlık işletmelerinde ise aktif kârlılığı ve özsermaye kârlılığı

gibi finansal performans göstergeleri ile başarı durumları net bir biçimde ortaya konulabilmektedir.

### ***Kâr Amaçlı Olmayan Sağlık İşletmelerinde Finansal Yönetim***

Ekonomideki diğer sektörlerden farklı olarak sağlık sektöründe kâr amacı gütmeyen işletmeler hizmet sağlayıcıları arasında önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle Türkiye’de toplamda 1.534 hastanenin 900’ü Sağlık Bakanlığı, 68’i üniversite ve 566’sı özel sektöre ait olması sağlık sisteminde kamunun baskın bir ağırlığa sahip olduğunu göstermektedir (Sağlık Bakanlığı, 2022). Sağlık sektörü içerisinde hastaneler dışında kâr amacı gütmeyen huzurevi, evde sağlık bakımı ve darülaceze gibi kuruluşlarda söz konusudur (Reiter ve Song, 2021: 17).

Kamuya ait sağlık işletmeleri için kârın maksimizasyonunun ötesinde toplumun sağlığını ve refahını iyileştirmek, sağlık hizmetlerini en yüksek kalitede sunmak ve mortalite ve morbidite oranlarını en aza indirmek gibi birçok hedef söz konusudur (Finkler ve ark., 2019). Bu hedeflere ulaşılabilmesi için hizmet süreçlerinde performans boyutlarının (etkililik, ekonomiklik, verimlilik vb.) iyileştirilmesi gereklidir. Kâr amaçlı olmayan sağlık işletmeleri için etkililik, ekonomiklik ve verimliliğin kontrol edilmesi kolay değildir. Bu kapsamda performans değerlendirme yaparken birden çok değişkenin ele alınması gerekliliği birçok farklı analizin kullanımını yaygınlaştırmıştır. Bunlardan teknik performansı değerlendirme de en sık kullanılan yöntemlerden biri Veri Zarflama Analizidir. Bu yöntem karar birimi olarak sağlık işletmelerinin çok sayıda girdi (yatak sayısı, hekim sayısı, hemşire sayısı, tıbbi cihaz vb.) ve çok sayıda çıktı değişkeni (ayaktan muayene sayısı, yatarak muayene sayısı, ameliyat sayısı, doğum sayısı vb.) üzerinden performanslarının göreceli olarak değerlendirilmesini sağlayan parametrik olmayan bir yöntemdir.

Kâr amacı gütmeyen hastaneler için kârın maksimizasyonu açık bir hedef olmasa da bu kuruluşlarında serbest piyasa şartlarında varlığını sürdürebilmesi ve finansal refahını sağlayabilmesi için en azından bir miktar kâr etmesi gereklidir (Finkler ve ark., 2019). Bu kapsamda kamu sağlık kurumları sürdürülebilir bir finansal yönetim modeline sahip olmak ve maliyetlerini azaltmak için finansal ve operasyonel durumu analiz ederek gözetim altında tutmalı ve buna yönelik çeşitli önlemler almalıdır.

### **Sağlık İşletmelerinde Finansal Durum Analizi**

Sağlık işletmelerinin finansal performansı hakkında yargıda bulunmak için yöneticiler, yönetim kurulu üyeleri, alacaklılar, tahvil sahipleri, topluluk üyeleri ve devlet kurumları dahil olmak üzere çok sayıda birey ve grup önemli finansal bilgilere ihtiyaç duymaktadır. Bu kapsamda hem kâr amacı güden hem de kâr amacı gütmeyen işletmelerin genel kabul görmüş muhasebe ilkeleri çerçevesinde temel mali tabloları hazırlaması gereklidir (Zelman ve ark., 2014: 27-28). Amerika Birleşik Devletleri’nde Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu (SEC) tarafından hissedarlara raporlanması için işletmelerin gelir tablosu, bilanço, özsermaye tablosu ve nakit akış tablosu olmak üzere dört kilit mali tablonun hazırlanması gerektiği belirtilmiştir (Gitman ve Zutter, 2015: 107). Türkiye’de ise bilanço ve gelir tablosunun hazırlanması her işletme için yasal bir zorunluluk iken, bunlara ilave olarak aktif veya net satışlar toplamına göre işletmeler satışların maliyeti, fon akım tablosu, nakit akım tablosu, kâr dağıtım tablosu ve öz kaynaklar

değişim tablosu gibi ek mali tablolarda hazırlamaktadır. Buna göre her yıl yeniden değerlendirme oranıyla belirlenmek üzere 2021 yılı aktif toplamı 37.703.000 TL veya net satışlar toplamı 83.783.700 TL'yi aşan mükelleflerin 2022 yılı içinde ek mali tabloları da hazırlaması gereklidir (TÜRMOB, 2022).

Sağlık işletmelerinde finansal yönetimin temel amaçlarına ulaşabilmesi için yöneticilerin işletmelerin güçlü yönlerinden faydalanması ve zayıf yönlerini düzeltmesi gereklidir. Bunun için yöneticiler hazırlanan temel mali tablolara çeşitli analiz tekniklerini uygulamaktadır. Bu uygulama finansal analiz olarak adlandırılır. Finansal analiz ile işletmenin performansını aynı sektördeki diğer işletmelerle karşılaştırılması ve işletmenin finansal durumundaki eğilimlerin zaman içinde değerlendirilmesi mümkündür (Brigham ve Houston, 2019: 106). Bu bölümde finansal analiz kapsamında yaygın olarak kullanılan yöntemlere yer verilmiştir.

#### ***Dikey Analiz (Vertical Analysis / Common Size Analysis)***

Dikey analiz, mali tablolarda bir temel sayıya odaklanarak o temel sayının önemli satır öğelerinin yüzdeleri göstermek için yapılan finansal analiz türüdür. Brüt gelirin yüzde kaçının net gelir, şüpheli alacak, ücretsiz veya indirimli sağlık hizmeti olduğunu göstermek için brüt gelir alt başlıklarının yüzdesel olarak hesaplanması bu analize bir örnektir. Bilgileri aynı görece temele oturtmak için temel bir sayının alt başlıklarının, para birimlerinden (TL, dolar vb.) temel sayının yüzdelere dönüştürülmesini içeren bu yöntem ortak boyutlandırma ya da ortak boyut analizi olarak da adlandırılır. Her bir kalem için aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\left( \frac{\text{Alt kalem}}{\text{Temel sayı}} \right) \times 100 = \text{Dikey Yüzde}$$

Örneğin 4.000.000 ₺ toplam geliri olan bir hastanenin 400.000 ₺ radyoloji geliri olması durumunda radyoloji geliri bu temel sayının  $(400.000/4.000.000 \times 100)$  %10'una eşit olacaktır. Firmaların iç yapısının değerlendirilmesine katkı sağlayan bu analiz aynı zamanda, işletmenin farklı büyüklükteki diğer firmalar ile karşılaştırılmasına da imkân sağlamaktadır (Baker ve ark., 2018: 149; Nowicki, 2018: 240).

#### ***Yatay Analiz (Horizontal Analysis / Percentage Change Analysis)***

Yatay analizler, mali tabloları yüzdelere dayalı olarak analiz etmek için en yaygın kullanılan tekniklerden biridir. Yatay analizde bilanço ya da gelir tablosu kalemlerinin (satır öğesi olarak) bir yıldan diğerine yüzdelik değişimleri hesaplanmakta ve karşılaştırılmaktadır. Bu nedenle yüzde değişim analizi olarak da adlandırılan bu tekniğe aşağıda verilen formül kullanılmaktadır:

$$\left( \frac{\text{Sonrakı yıl} - \text{Önceki yıl}}{\text{Önceki yıl}} \right) \times 100 = \text{Değişim Yüzdesi}$$

Örneğin SABİF hastanesinin 2022 yılında 100.000₺ olan kısa vadeli yükümlülüklerinin 2023 yılında 175.000₺ olması durumunda ilgili kalemin değişim yüzdesi  $(175.000-100.000)/100.000 \times 100$  %75 olarak elde edilir. Yatay analizde mali tabloların her bir kalemi için iki yıla ilişkin yüzdelik değişim hesaplanabilmekte ve bu sayede her bir kalemin gözetim altında tutulması sağlanabilmektedir. Ancak bu analizi kullanırken, küçük yüzdeli değişikliklerin altında para birimi (TL, dolar vb.) açısından bir yıldan diğerine büyük de-

ğişikliklerin gizli olabileceği veya baz alınan yıl verisinin para birimi açısından küçük olması durumunda yıldan yıla büyük yüzdelik değişikliklerin nispeten önemsiz olabileceği unutulmamalıdır (Zelman ve ark., 2014: 138-143).

#### ***Trend Analizi (Trend Analysis)***

Trend analizi (eğilim analizi), bir temel yıla kıyasla satır öğelerindeki değişikliklerin incelendiği bir yatay analiz türüdür. Aynı zamanda bir oranın zamanla değerinin iyileşip iyileşmediğini gösterdiği için oran analizi tekniği olarak da ifade edilir. Trend analizinde mali tablo kalemlerinin ya da çeşitli oranların zaman içinde analiz edildiği için dinamik bir tekniktir. İşletmelerin finansal durumunun seyri hakkında önemli ipuçları verir. Herhangi bir mali tablo kalemi ya da oranı için trend analizi aşağıda verilen formül ile hesaplanmaktadır (Cleverley ve Cleverley, 2018: 547; Gapenski ve Reiter, 2016: 655).

$$\left[ \frac{(\text{Sonrakı herhangi bir yıl} - \text{Temel yıl})}{\text{Temel yıl}} \right] \times 100 = \text{Trend Yüzdesi}$$

Burada temel yıl verisine göre zaman içerisindeki değişim hesaplandığı için baz alınacak yılın kriz dönemine ait aykırı değerlerin (outliers) olduğu bir yıl olmamasına dikkat edilmelidir. Trend analizinde genellikle 5 ila 10 yıl arası inceleme verileri kullanılmaktadır. İnceleme döneminin uzun olması işletmenin finansal durumunun zaman içindeki seyri hakkında daha isabetli ve etkili tespitler yapılmasına ve değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

#### ***Oran Analizi***

Finansal analizin en sık tercih edilen biçimlerinden biri oranların kullanılmasıdır. Oran herhangi iki sayının karşılaştırılmasıdır. Finansal tablo analizinde işletmenin bilanço ve gelir tablosu gibi temel finansal tablolardan alınan rakamlar kullanılır. Bu veriler ile elde edilen oranlar bir sağlık işletmesinin diğer işletmelere göre ne durumda olduğunu ortaya koymak için karşılaştırmalı bilgiler sağlayabilir. Böylece yönetimin işletmenin güçlü ve zayıf yönleri hakkında bir farkındalık kazanmasına yardımcı olabilir. Zayıf yönlerin geri döndürülemez sonuçlara yol açmasından önce gerekli önlemleri almak için fırsat sunar. Bununla birlikte bankalar, borç verenler ve tedarikçilerin işletmenin borç ödeme yeteneğini ve devletin kamuya iş yapacak işletmelerin belirlenen asgari sınırlara uygunluğunu gözlemlemede oran analizleri sıklıkla kullanılmaktadır (Finkler ve ark., 2019).

Bir işletmenin finansal durumunu değerlendirmek için mali tablo verilerinden oranlar oluşturma ve analiz etme süreci finansal oran analizi olarak tanımlanmaktadır. Finansal oran analizlerinde, mali tablo verilerinde yer alan pek çok farklı kalemin oranlanması ile çok sayıda oran elde edilebilmektedir. Ancak finansal durumu yorumlamak için çok sayıda gösterge kullanmak çoğu zaman önemsiz bilgilere odaklanmaya ve önemli olanın ihmal edilmesine yol açabilmektedir. Yapılan araştırmalarda mali tablolarda yer alan bilgilerin yaklaşık %90'ının dikkatle seçilmiş 10 oran ile ortaya çıkarılabileceği gösterilmiştir (Reiter ve Song, 2021: 685). Bu kapsamda oranlar, yorumlamayı kolaylaştırmak için çeşitli kategorilere ayrılmıştır. Tablo 1'de gösterildiği gibi farklı çalışmalarda finansal durumu gösteren ve finansal durumu göstermeye yardımcı (operasyon) oranlar çeşitli alt başlıklarda toplanmıştır.

**Tablo 1***AHP Önem Skalası*

|                                |                             |                                    |                            |                                    |                             |
|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Zelman ve ark. [2014: 146-183] | Gitman ve Zutter [2015:107] | Gapenski ve Reiter [2016: 643-664] | Nowicki [2018: 287]        | Cleverley ve Cleverley [2018: 287] | Brealey ve ark. [2020: 105] |
| Likidite                       | Likidite                    | Likidite                           | Likidite                   | Likidite                           | Likidite                    |
| Gelir, Gider ve Kârlılık       | Kârlılık                    | Kârlılık                           | Kârlılık                   | Kârlılık                           | Kârlılık                    |
| Faaliyet                       | Faaliyet                    | Faaliyet/ Varlık yönetimi          | Faaliyet/ Varlık etkinliği | Faaliyet                           | Etkinlik                    |
| Sermaye Yapısı                 | Borç                        | Sermaye Yapısı/ Borç Yönetimi      | Sermaye Yapısı             | Sermaye Yapısı                     | Kaldıraç                    |
| -                              | Piyasa                      | Diğer                              | -                          | Diğer                              | Performans                  |
| -                              | -                           | Operasyon                          | Operasyon                  | -                                  | -                           |

Tablo 1’de verilen farklı gruplandırmalar altında kullanılan finansal oranlar diğer sektör işletmelerinde hesaplandığı gibi hastaneler için de geçerlidir. Bunun için farklı bir metodoloji kullanılmamaktadır. Bu çerçevede göreceli performansları değerlendirmek için hastaneler finansal oranları diğer hastanelerin ve genel olarak sektörün ortalama veya medyan değerleriyle karşılaştırmaktadır. Bununla birlikte ortalama yatış süresi ve yatak doluluk oranı gibi hastanelere özgü olarak izlenen çeşitli oranlar da bulunmaktadır. Bu kapsamda Optum, hastaneler için “Finansal ve Operasyonel Göstergeler” başlığı altında 70’den fazla finansal oran yayınlamıştır (Reiter ve Song, 2021: 674). Finansal oranların hesaplanması kolay olmakla birlikte, çok sayıda oranın bulunması onları anlamayı ve yorumlamayı zorlaştırmaktadır. Bu oranların bazıları hiçbir anlam ifade etmediğinden dikkat dağıtmaktadır. Bu nedenle finansal durumun daha öz ve anlaşılır olarak değerlendirilmesi için anahtar finansal oranlara odaklanmalıdır. Tablo 2’de çeşitli alt boyutlarda yer alan bu anahtar oranlar formülleri ile verilmiştir (Brealey ve ark., 2020: 105; Gitman ve Zutter 2015:134-135).

**Tablo 2***Temel Finansal Oranlar*

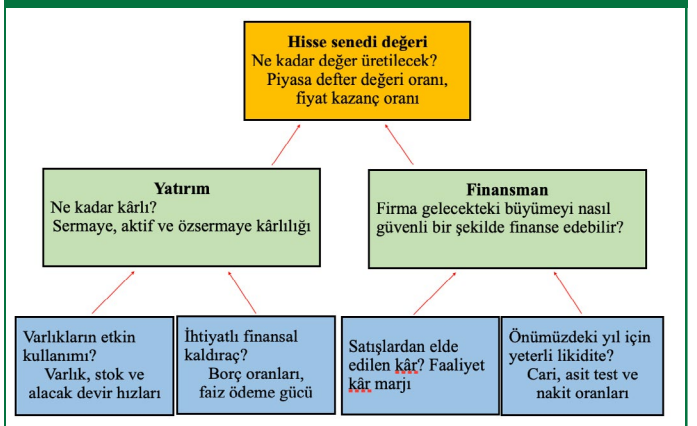
| Oran                         | Formül                                                  |
|------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Piyasa Oranları</b>       |                                                         |
| Fiyat kazanç oranı           | Hisse Senedi Başına Piyasa Fiyatı / Hisse Başına Kazanç |
| Piyasa-defter değeri oranı   | Özsermayenin Piyasa Değeri / Özsermayenin Defter Değeri |
| <b>Kârlılık Oranları</b>     |                                                         |
| Brüt kâr marjı               | Brüt kâr / Satışlar                                     |
| Faaliyet kâr marjı           | Faaliyet kârı / Satışlar                                |
| Net kâr marjı                | Net Kar/ Satışlar                                       |
| Aktif kârlılığı              | Vergi Sonrası Faaliyet Karı/ Toplum Varlıklar           |
| Özsermaye kârlılığı          | Net Kar / Özsermaye                                     |
| <b>Faaliyet Oranları</b>     |                                                         |
| Aktif devir hızı             | Satışlar / Yıl Başındaki Toplam Varlıklar               |
| Ortalama tahsilat süresi/gün | Yıl Başı Alacaklar / Ortalama Günlük Satışlar           |

**Tablo 2***Temel Finansal Oranlar (devamı)*

| Oran                                 | Formül                                                 |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Ortalama stok tutma süresi/gün       | Yıl Başı Stok / Ortalama Günlük Satılan Malın Maliyeti |
| Ortalama borç ödeme süresi/gün       | Cari Borçlar / Ortalama Günlük Alışlar                 |
| <b>Sermaye Yapısı Oranları</b>       |                                                        |
| Finansal kaldıraç/ Toplam borç oranı | Toplam Borçlar / Toplam Varlıklar                      |
| Faiz ödeme gücü oranı                | Faiz ve Vergi Öncesi Kar / Faiz Ödemeleri              |
| <b>Likidite Oranları</b>             |                                                        |
| Cari oran                            | Dönen Varlıklar / Kısa Vadeli Borçlar                  |
| Asit-test oranı                      | (Dönen Varlıklar- Stoklar) / Kısa Vadeli Borçlar       |
| Nakit oranı                          | ( Nakit + Menkul Kıymetler) / Kısa Vadeli Borçlar      |

*Açıklama notu.* Brealey ve ark., 2020: 105 ve Gitman ve Zutter 2015:134-135 kaynaklarından uyarlanmıştır.

Tablo 2’de verilen oranlar bir işletmenin finansal durumunu farklı yönleriyle ele alan ve nihai finansal amaca ulaşabilmek için kontrol işlevi sağlayan oranlardır. Bunlardan likidite, faaliyet ve sermaye yapısı oranları riski; kârlılık oranları getiriye; piyasa oranları ise hem riski hem de getiriye ölçmektedir. Finans yöneticilerinin hisse senedi değerini maksimize edebilmesi için, iyi yatırım ve finansman kararları vermesi gereklidir. Bunun için temel sorular belirlenmeli ve bu sorular Tablo 2’de verilen çeşitli finansal oranlarla cevaplanmalıdır. Şekil 1’de bu temel sorular ve ilişkili oranlar özetlenmiştir.

**Şekil 1***Finansal Oranların Organizasyon Şeması*

*Açıklama notu.* Brealey, R. A., Myers, S. C., & Marcus, A. J., 2020, Fundamentals of Corporate Finance. 10. ed., USA, New York: McGraw-Hill Companies, Inc. kaynağından alınarak Türkçeleştirilmiştir.

Şekil 1’de gösterildiği üzere kâr amaçlı işletmelerde finansal oranları değerlendirme süreci öncelikle değer ölçülmesi ile başlamakta ve bunun akabinde diğer temel sorulara çeşitli finansal oranlarla cevap aranmaktadır. Ancak değerlendirme sürecinde kâr amaçlı olmayan işletmeler için piyasa oranları hesaplanamadığı için diğer temel sorulara odaklanılmaktadır. Finans yöneticileri hesaplanan oranları işletmenin yıllara göre perfor-

mansını kıyaslayarak, rakip oranları veya sektör oranlarıyla karşılaştırarak kullanmaktadır. Burada önemli noktalardan biri finansal performansı değerlendirirken sağlık işletmelerinin mülkiyeti (kamu-özel), büyüklüğü (100 yataklı-1000 yataklı), coğrafi konumu (büyükşehir-belde), hizmet türü (dal hastaneleri, ağız ve diş hastaneleri vb.) ve diğer özelliklerinin dikkate alınmasıdır. Bu oranların anlamlılığını sağlayacak kıyaslama birimlerinin (akran gruplarının) seçilmesi ve değerlendirmelerin buna uygun oranlarla yapılması oldukça kritiktir. Bu oranların uygun kullanımının sağlanabilmesi için oranların neyi açıkladığı iyi anlaşılmalı ve oranları yorumlamayı sağlayacak eşik değerler ve istenilen durumlarla ilgili farkındalık oluşturulmalıdır. Bu kapsamda Tablo 2’de verilen beş genel kategori altında anahtar finansal oranların açıklamaları özet olarak incelenecektir.

**Piyasa Oranları.** Piyasa oranları ya da borsa performans oranları olarak bilinen bu oranlar, şirketin mevcut hisse fiyatıyla ölçülen piyasa değerini belirli muhasebe değerleriyle ilişkilendiren oranlardır. Bu oranlar halka açık hisse senedi olan sağlık kurumları için hesaplanabilmektedir. Hisseleri işlem görmeyen özel sağlık kurumları veya kamu sağlık kurumları için hesaplanamaz. Piyasadaki yatırımcıların şirketin risk ve getiri açısından ne durumda olduğuna inandıkları hakkında fikir verir. Bu başlıkta, biri kazançları diğeri defter değerini dikkate alan ve yaygın olarak izlenen iki piyasa oranı verilmiştir (Gitman ve Zutter, 2015: 131-132; Reiter ve Song, 2021: 711-712).

**Fiyat kazanç oranı:** Hisse senedi başına piyasa fiyatının hisse başına kazanç oranlanması ile elde edilir. Bazı analistler şirketin piyasa değerini son bir yıllık kâra oranlayarak hesaplamaktadır. Bir şirketin piyasa değerinin kaç yıllık kârına eşit olduğunu gösterir. F/K oranı, yüksek büyüme beklentileri olan firmalar için daha yüksek, daha riskli firmalar için daha düşüktür. Yatırımcı açısından daha düşük değer hisse senedinin kendisini daha kısa sürede geri ödeyeceğini gösterir. Zararda olan şirketler için eksi değer elde edileceğinden anlamlı olmayacaktır.

**Piyasa-defter değeri oranı:** Özsermayenin piyasa değerinin özsermayenin defter değerine oranlanması ile elde edilir. Yatırımcıların şirketin performansını nasıl gördüğüne dair bir değerlendirme sağlar. Risklerine göre yüksek getiri elde etmesi beklenen firmalar genellikle daha yüksek piyasa-defter değerine sahiptir.

**Kârlılık Oranları.** İşletmelerin kâr üretme ve büyüme yeteneğini gösteren birçok farklı oran kullanılmaktadır. İşletmelerde getiriyi ölçen bu oranlar, işletmenin ne kadar kârlı bir şekilde faaliyet gösterdiğini ve varlıklarını ne kadar kârlı kullandığını gösterir. Bu kapsamda hem satışların hem de yatırımların kâr ile ilişkisi incelenmektedir. Kârlılık oranları, yönetim politikaları ve kararlarının bir sonucu olarak sağlık kurumlarının toplam finansal performansı için bir ölçü sağlamaktadır. Brüt, faaliyet ve net kâr marjı kâr ile satışlar arasındaki ilişkiyi gösterirken; aktif ve özsermaye kârlılığı, kâr ile yatırımlar arasındaki ilişkiyi göstermektedir (Gitman ve Zutter, 2015: 131-132; Reiter ve Song, 2021: 674; Brealey ve ark., 2020: 97-128).

**Brüt kâr marjı:** Brüt kârın satışlara oranlanması ile elde edilmektedir. İşletmelerin tüm giderlerini karşılayabilmesi için satışlarının satılan malın maliyetinden fazla olması yani kârlı olması gerekir. Bu nedenle oranın yüksek olması istenir.

**Faaliyet kâr marjı:** Faaliyet kârının satışlara oranlanması ile elde edilir. Sağlık kurumlarının esas faaliyetlerinden (sağlık hizmeti üretimi ve sunumu) ne kadar kâr elde ettiğini göstermesi bakımından önemlidir. Bu nedenle yüksek olması istenir.

**Net kâr marjı:** Net kârın satışlara oranlanması ile elde edilmektedir. Faiz, vergiler ve imtiyazlı hisse temettüleri dahil olmak üzere tüm maliyet ve giderler düşüldükten sonra satışların ne kadar kârlı olduğunu gösterir. Yüksek olması istenir.

**Aktif kârlılığı:** Vergi sonrası faaliyet kârının toplam varlıklara oranlanması ile elde edilir. Farklı sermaye yapılarına sahip işletmelerin kârlılığını karşılaştırmada faydalıdır. Bu nedenle sermaye yapısı oranları ile birlikte değerlendirilmelidir.

**Özsermaye kârlılığı:** Net kârın özsermayeye oranlanması ile elde edilir. Hissedarların işletmeye yatırdıkları TL başına getiriyi ölçer. Orta ve uzun vadede, herhangi bir ticari girişimin, özsermaye paylarına yatırım yapma riskini telafi etmesi için risksiz orandan (devlet tahvil faiz oranı) daha yüksek özsermaye kârlılığı üretmesi gerekir.

**Faaliyet Oranları.** Faaliyet, varlık yönetimi veya etkinlik oranları olarak bilinen bu oranlar, işletmelerin varlıklarını ne kadar etkin yönettiğini ölçmektedir. Bu oranlar mevcut ve öngörülen satışlar baz alınarak her bir varlık türünün tutarının değerlendirilmesini ve gelir ve varlıklar arasındaki ilişkiyi ölçerek işletmelerin etkin olma yeteneğinin değerlendirilmesini sağlamaktadır. Buna göre çeşitli devir hızları ve buna bağlı önemli göstergeler izlenmektedir. (Brigham ve Houston, 2019: 111-114; Brealey ve ark., 2020: 127-128; Nowicki, 2018: 62).

**Aktif devir hızı:** Aktif devir hızı veya satış-aktif oranı, satışların yıl başındaki varlık toplamına oranlanmasıyla elde edilir. Toplam varlıklar ile sağlık kurumlarında ne kadar satış üretildiğini diğer bir ifade ile varlıkların ne kadar etkin kullanıldığını göstermektedir. Optum (2017) hastaneler için bu oranın medyan değerini 2015 yılı için 0,99 olarak hesaplamıştır (Nowicki, 2018).

**Ortalama tahsilat (alacak tahsil) süresi/gün:** Yıl başı alacak tutarının ortalama günlük satışlara oranlanması ile elde edilmektedir. Ortalama hastanın (veya ödeyenin) taburcu olduktan sonra faturayı ne kadar sürede ödediğinin bir ölçüsüdür. Daha yüksek değerler, işletmenin faturalarını yavaş tahsil ettiğini yansıtabileceği gibi, daha küçük değerler daha fazla kullanılabilir nakit sağlandığını ancak yalnızca güvenilen müşterilere kredi sunulduğunu yansıtabilir. Alacak devir hızı ne kadar yüksekse işletmenin ortalama tahsilat süresi o kadar kısa olur. Optum (2017) hastaneler için alacak devir hızı medyan değerini 7,7, tahsilat süresini ise 47 gün olarak hesaplamıştır.

**Ortalama stok tutma süresi/gün:** Yıl başı stok tutarının ortalama günlük satılan malın maliyetine oranlanması ile elde edilmektedir. Stok performansını değerlendirmek için sıklıkla kullanılan bu oran ürünlerin ortalama kaç gün stokta kaldığını göstermektedir. Stok devir hızı yüksek olan işletmelerin ortalama stok tutma süresi düşüktür. Optum (2017) hastaneler için stok devir hızı medyan değerini 53, stok tutma süresini ise 7 gün olarak hesaplamıştır.

**Ortalama borç ödeme süresi/gün:** Cari borçların ortalama günlük alışlara oranlanması ile hesaplanmaktadır. Mevcut bir borcun

ödenmesinden önce geçen ortalama süreyi göstermektedir. Borç devir hızı yüksek olan işletmelerin borç ödeme süresi düşüktür. Optum (2017) hastaneler için borç devir hızı medyan değerini 6,7, borç ödeme süresini ise 54 gün olarak hesaplamıştır.

**Sermaye Yapısı Oranları.** Sermaye yapısı, finansal yapı, borç yönetimi ya da kaldıraç oranları gibi çeşitli başlıklar altında toplanan bu oranlar finansman kararlarının ve stratejilerinin yorumlanmasında kullanılmaktadır. İşletme varlıklarının nasıl finanse edildiği ve yeni borç almada ne kadar başarılı olduğu sorularına yanıt vermektedir. Bu oranlar işletmenin daha çok uzun vadeli yükümlülükleri ödeme kabiliyetine odaklanırken, likidite oranları kısa vadeli yükümlülükleri ödeme kabiliyetine odaklanır. Bu başlık altında finansal kaldıraç ve faiz ödeme gücü oranları incelenecektir (Zelman, 2014: 175-182; Okka, 2015: 136-138).

**Finansal kaldıraç/ Toplam borç oranı:** Toplam borcun toplam varlıklara oranlanmasıyla elde edilmektedir. Bazı analistler toplam borç yerine uzun vadeli borç kalemini kullanır. Sağlık kurumlarının finansal riskini gösteren bu oranın ortalamadan yüksek olması yüksek faiz riskine ve finansal sıkıntılara yol açabilir. Oranın düşük olması da borç kullanmanın sağlayacağı kaldıraç etkisinden faydalanılmadığını gösterir. Kreditorler bu oranın düşük olmasını isterken, ortaklar özsermaye getirisini yükseltmek için yüksek olmasını isterler.

**Faiz ödeme gücü oranı:** Faiz ve vergi öncesi kârın faiz ödemelerine oranlanması ile elde edilir. Dolaylı finansmanın yaygın olduğu Türkiye gibi birçok ülkede sağlık kurumlarına kredi veren bankalar finansal riski değerlendirirken özellikle bu orana dikkat ederler. Oranın düşük olması hastanenin faiz giderlerini karşılayacak kadar kâr edemediği yani finansal risk derecesinin yüksek olduğunu gösterir.

**Likidite Oranları.** Sağlık kurumlarının kısa vadeli (bir yıl içinde vadesi dolan) borçlarını yerine getirme/ödeme kabiliyetini ölçmek için kullanılan oranlardır. Sağlık kurumlarının ödeme güçlüğü yaşamaması ve ayakta kalabilmesi için kısa vadeli borçlarını ödeyecek bir nakit planlaması yapması ve buna uygun frekansta nakit bütçesi hazırlaması gereklidir. Sağlık kuruluşlarının elde yeterli nakit veya nakde dönüştürülebilecek varlık bulundurma (likit olma) durumunu ölçmede oran analizi hızlı ve kolay bir ölçüm sağlamaktadır. Cari oran, asit-test ve nakit oranı en sık kullanılan likidite oranlarıdır (Brigham ve Houston, 2019: 108).

**Cari oran:** Dönen varlıkların kısa vadeli borçlara oranlanması ile elde edilmektedir. Sağlık kurumlarının nakit, menkul kıymetler, alacak hesapları ve stokları ile vadesi bir yılda dolacak borçlarını ödeme gücünü yansıtır. Finansal zorluğun yaşandığı dönemlerde sağlık kurumlarının daha fazla borçlanması ve borçlarını daha yavaş ödemesi durumunda cari oran düşer ve bu durum olası bir soruna işaret edebilir. Bununla birlikte sağlık kurumları satışlarına göre çok fazla nakit, alacak ve stoka sahip olduğunda cari oran yükselir ve bu durum işletme sermayesinin verimli bir şekilde yönetilmediğine işaret edebilir.

**Asit-test oranı:** Dönen varlıklardan stokların düşülmesi ve ardından kalan rakamın kısa vadeli borçlara oranlanmasıyla elde edilmektedir. Stoklar, dönen varlıklar arasında en az likit olanı olduğundan satışların yavaşlaması durumunda beklendiği kadar çabuk nakde çevrilemeyebilir. Mal üreten işletmelerde oldukça önemli

olan bu oran sağlık kurumlarında genellikle cari orana yakın olarak gerçekleşir. Bunun nedeni ise sağlık kurumlarının sınırlı stok düzeyi ile faaliyet göstermesidir.

**Nakit oranı:** En likit varlıklar olan nakit ve menkul kıymetler toplamının kısa vadeli borçlara oranlanması ile elde edilir. Stokların likidasyonunun sağlanamadığı ve alacakların tahsil edilemediği durumda sağlık kurumlarının cari borçları ödeme gücünü gösterir. Kısa sürede borçlanabilen kurumlar için, düşük bir nakit oranı önemli olmayabilir.

Toplam beş kategori altında verilen bu oranların birçoğu tüm sektörlerde geçerli olan genel finansal oranlardır. Bunların yanı sıra sektöre özgü çeşitli oranlarda kullanılabilmektedir. Burada verilen temel finansal oranların hesaplanmasında veya isimlendirilmesinde çeşitli farklılıklar söz konusudur. Bu nedenle karşılaştırmaların hesaplama metodolojisi esas alınarak yapılması gerekir. Bununla birlikte finansal performans oran analizi ile değerlendirilirken şu hususlara mutlaka dikkat edilmelidir (Brealey ve ark., 2020: 118):

- Standarttan büyük sapmalar gösteren oranlar bir sorun olabileceğini gösterir. Bir sorun olup olmadığını belirlemek ve sorunun nedenlerini dışlamak için genellikle ek analize ihtiyaç duyulur.
- Tek bir oran, genellikle firmanın genel performansını değerlendirmek için yeterli bilgi sağlamaz. Finansal durumun genel değerlendirilmesi için farklı kategorilerde yer alan oranların birlikte değerlendirilmesi gerekir.
- Karşılaştırılan oranlar, yıl içinde aynı döneme ait mali tablolar kullanılarak hesaplanmalıdır. Aynı dönemi kapsamayan karşılaştırmalar, mevsimselliğin etkisi ile hatalı sonuçlar ve kararlar doğurabilir.
- Oran analizi için şirketin gerçek mali durumunu yansıtmaları için denetlenmiş mali tabloların kullanılması tercih edilir.
- Karşılaştırılan finansal verilerin (stok ve amortisman gibi) aynı şekilde geliştirilmiş olması gereklidir.
- Enflasyon nedeniyle sonuçlar bozulabileceğinden bu durumda düzeltme yapılmalıdır. Düzeltme olmadan enflasyon, eski firmaların (eski varlıklar) yeni firmalardan (yeni varlıklar) daha verimli ve kârlı görünmesine neden olma eğilimindedir.

### Parametrik Olmayan Tek ve Çok Değişkenli Kruskal-Wallis Testleri

Bir ana kütle içindeki tüm birimlerin gözlenmesi genellikle mümkün olmadığından gözlemlerden seçilen örneklem bilgisi ile belirli bir güvenilirlik düzeyinde (sosyal bilimlerde genellikle %95) ana kütle parametreleri hakkında çıkarımlar yapılmaktadır. Bu amaçla yapılan analizler istatistik bilimi altında çıkarımsal istatistik (inferential statistics) başlığı altında sınıflandırılmıştır. Çıkarımsal istatistik altında anakütle parametreleri hakkındaki iddiaları diğer bir ifadeyle hipotezleri test etmede hangi yöntemin kullanılacağına belirlenmesi için bazı hususların gözetilmesi gereklidir. Buna göre anakütle hakkında belirli varsayımların sağlanması (normallik varsayımı, varyansların homojenliği gibi) ve verilerin aralık veya oran tipi ölçeklerle toplanması durumunda parametrik; varsayımların sağlanmaması ve verilerin nominal veya sıralı ölçek tipinde olması durumunda parametrik olmayan (nonparametrik) testler tercih edilir. Burada belirtilen koşulların sağlanması durumunda parametrik testler daha güçlü sonuç ve-

receğinden parametrik olmayan testlere tercih edilir. Ancak normal dışı dağılım gösteren verilerde parametrik testleri kullanmak doğru sonuçlara ulaşmaya engel olacağından parametrik olmayan alternatifler tercih edilir (Çubukçu, 2019: 79; Karaboğa, 2019: 197-203; Şener, 2019: 301).

İstatistikte tek ana kütle, bağımsız ve bağımlı gruplara ait iki veya daha fazla ana kütle ortalamaları arasındaki farkın test edilmesinde parametrik veya parametrik olmayan pek çok test kullanılmaktadır. Bunlardan bağımsız iki ana kütle ortalaması arasındaki farkın parametrik testi için "Bağımsız Örneklem t-Testi", parametrik olmayan testi için ise "Mann-Whitney U-testi" kullanılmaktadır. İki den fazla ana kütle ortalaması arasındaki farkın parametrik testi için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılırken, normallik ve homojenlik varsayımlarının sağlanmadığı durumlarda parametrik olmayan alternatifi Kruskal-Wallis testi kullanılmaktadır (Lorcu, 2015).

İlk olarak Amerikalı istatistikçi ve matematikçi William Henry Kruskal ve Amerikalı istatistikçi ve ekonomist Wilson Allen Wallis tarafından geliştirilen Kruskal-Wallis testi, iki grup (örneklem) için geliştirilen Mann-Whitney U-testi ile aynı sonucu vermektedir. Bu iki testin farkı Kruskal-Wallis testinin ikiden fazla grup için de kullanılmasıdır. Bu yöntemde gruplara ait gözlemlerin dağılımına ilişkin bir kısıtlamada bulunulmaz. Bu test için öncelikle tüm gruplardaki gözlemler birleştirilip tek liste halinde küçükten büyüğe sıralanır. Sıralama değerleri (aynı değere sahip gözlemler için sıralama ortalaması olacak şekilde) düzenlendikten sonra gözlemler gruplara ayrıştırılır. Böylece grup sayısı kadar ayrı ayrı sıralama elde edilir. Sıralama değerlerinin toplamı kullanılarak Kruskal-Wallis H-istatistiği hesaplanır. Elde edilen H-istatistik değeri temel alınarak "İncelenen örneklem (k-tane ana kütle) arasında fark yoktur"  $H_0$  hipotezi kıkare değeri ile kıyaslanarak test edilir. Hipotezin reddedildiği durumlarda (H-istatistik değerinin kıkare değerinden büyük olması durumunda) gruplardan en az birinin farklı olduğu sonucuna ulaşılır (Çubukçu, 2019: 117-124).

Tek değişkenli testler yaygın olarak kullanılmakla birlikte, modern veri toplama araçları genellikle çalışmadaki her bir gözlemin (kişi, hayvan) birden çok özelliği hakkında bilgi toplamayı içermektedir. Örneğin sağlık araştırmalarında, bir hasta üzerinde yapılan her gözlem, aslında, onun belirli bir zaman noktasındaki sağlık durumunu birlikte tanımlayan bir dizi ölçümü içerir. Vektör bileşeni olan her bir ölçüm yalnızca tek değişkenli Kruskal-Wallis testi ile münferit değerlendirildiğinde belirli aykırı değerler, güçlü etkili noktalar ve değişkenler arasındaki faydalı ilişkiler bütüncül olarak görülemeyebilir. Bu nedenle verilerin çok değişkenli olarak birlikte incelenmesi çok uygun ve önemli olarak görülmektedir. Bu amaçla varsayımların sağlandığı durumlarda MANOVA ya da onun iki grup için uygulanan özel bir hali olan Hotelling's T2 testi kullanılmaktadır (Oja ve Randles, 2004). Varsayımların sağlanmadığı durumlarda ise çok değişkenli Kruskal-Wallis testinin kullanılması uygun olmaktadır.

Tek değişkenli Kruskal-Wallis testinin çok değişkenli uzantısı olan çok değişkenli Kruskal-Wallis testinde, her bağımlı değişken için ayrı ayrı ve gruplar arası sıralama prosedürü kullanılır. Buna göre  $Y_{ijk}$ , i. gruptan, j. gözlem için, k. değişkenin orijinal gözlemi olsun ( $i = 1, \dots, g$ ;  $j = 1, \dots, n_i$ ;  $k = 1, \dots, p$ ).

$R_{ijk}$ ,  $Y_{ijk}$ 'ye karşılık gelen sıra olarak hesaplanır. Tek değişkenli Kruskal-Wallis testinde olduğu gibi sıralamada eşitlik olması durumunda sıra ortalaması kullanılmaktadır (He, 2013).

$$\bar{R}_{i.k} = \sum_{j=1}^{n_i} \frac{R_{ijk}}{n_i}$$

$$E(\bar{R}_{i.k}) = m = (n + 1)/2$$

$U_i = (\bar{R}_{i.1} - m, \dots, \bar{R}_{i.p} - m)$  vektörü, her değişken için, m için düzeltilmiş i. grup ortalaması sıralarını belirtir.  $U_i$ , i. grup için sıraların ortalaması vektöründen yönlendirilmiş uzaklığın bir ölçüsüdür. Havuzlanmış grup içi kovaryans matrisinin tahmini,

$$V = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (R_{ij} - m1_p)(R_{ij} - m1_p)'$$

p değişkenleri için grup ortalamalarında bir fark olmadığı sıfır ( $H_0$ ) hipotezi altında,

$$E(U_i) = 0_p$$

Çok değişkenli Kruskal-Wallis (MKW) testi şu şekilde ifade edilir.

$$W^2 = \sum_{i=1}^g n_i U_i' V^{-1} U_i$$

Büyük örnek teorisi, büyük örneklerde MKW istatistiğinin ( $W^2 / (p - 1)$ ) serbestlik derecesi ile yaklaşık olarak  $\chi^2$  dağıldığını öne sürmektedir. Ancak küçük örneklerde tam dağılımı elde etmek için permütasyon teorisine ihtiyaç duyulmaktadır (He, 2013).

## Uygulama

### Amaç ve Yöntem

Kitabın bu bölümünde ana amaç çok değişkenli Kruskal-Wallis testinin R programı üzerinden uygulama adımlarını göstererek farklı düzeydeki öğrencilerin, araştırmacıların, ilgili çalışan ve yöneticilerin analiz uygulama ve yorumlama becerisine katkı sağlamaktır. Bu ana amaç çerçevesinde uygulama konusu Türkiye sağlık sisteminde temel amaçlara ulaşmak için benzer nitelikteki hizmetleri farklı yönetim bileşenleri ile veren Sağlık Bakanlığına (SB) bağlı eğitim ve araştırma hastaneleri (EAH) ile kamu üniversite hastaneleri (ÜH) olmak üzere iki farklı yapının finansal performansının karşılaştırılması olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda finansal performansın değerlendirilmesinde en sık kullanılan yöntemlerden biri olan oran analizi kapsamındaki finansal performans göstergeleri kullanılacaktır. Hipotezleri test etmede kullanılacak yöntemler, varsayım sınamaları yapıldıktan sonra belirlenmiştir. Buna göre ana hipotezi test etmede ve birden fazla oranı içeren hipotezleri test etmede çok değişkenli Kruskal-Wallis testinin ve tek oranın bulunduğu hipotezleri test etmede ise tek değişkenli Kruskal-Wallis testinin kullanılması uygun bulunmuştur.

### Araştırma Verileri

Uygulama konusu kapsamındaki ham veriler Eyüboğlu (2019) tarafından yapılan Yüksek Lisans tezinden alınmıştır. Bu çalışmada SB'ye bağlı A-I grubu 59 EAH ile 43 ÜH) kapsama alınmıştır. 2013-

2017 yılları arasındaki beş yıllık dönemi kapsayan döner sermaye bilanço ve gelir tabloları üzerinden dört temel kategori altında çeşitli finansal oranlar hesaplanmıştır. Kitap bölümü uygulaması kapsamında temel alınan çalışma verilerinin dönemsel etkisini ortadan kaldırmak amacıyla Microsoft Excel programı ile 5 yıl için hesaplanan finansal oranların aritmetik ortalaması baz alınmıştır. Bu kapsamda temel verilerde eksiklik bulunan gözlemler (hastaneler) analizden çıkarılmış ve toplamda SB'ye bağlı A-I grubu 47 EAH ve 40 ÜH analize dahil edilmiştir. Ayrıca finansal performansın daha öz ve anlaşılır olarak değerlendirilebilmesi için dört kategori altında belirlenen 21 orandan daha kritik olarak görülen 8 oran ile analiz sınırlandırılmıştır. Buna göre Likidite Oranları başlığından "Cari Oran"; Finansal Yapı Oranları başlığından "Finansal Kaldıraç Oranı"; Faaliyet Oranları başlığından aynı durumu ifade eden oranlardan yalnızca biri kullanılacak şekilde "Stok Devir Süresi", "Alacak Tahsil Süresi", "Ticari Borçları Ödeme Süresi" ve "Aktif Devir Hızı" ve Kârlılık Oranları başlığından ise negatif özsermayeye sahip gözlemler olması nedeniyle "Aktif Kârlılığı" ve "Faaliyet Kâr Marjı Oranı" kullanılmıştır. Microsoft Excel programında hazırlanan veriler Ek 1'de verilmiştir.

### Araştırma Hipotezleri

Araştırma amacı kapsamında belirlenen ana hipotez ve alt hipotezler aşağıda verilmiştir:

#### Ana Hipotez

**H<sub>01</sub>:** SB eğitim ve araştırma hastaneleri ile kamu üniversite hastanelerinin finansal performansları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

#### Alt Hipotezler

**H<sub>02</sub>:** SB eğitim ve araştırma hastaneleri ile kamu üniversite hastanelerinin likidite oranları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

tanelerinin likidite oranları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

**H<sub>03</sub>:** SB eğitim ve araştırma hastaneleri ile kamu üniversite hastanelerinin finansal yapı oranları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

**H<sub>04</sub>:** SB eğitim ve araştırma hastaneleri ile kamu üniversite hastanelerinin faaliyet oranları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

**H<sub>05</sub>:** SB eğitim ve araştırma hastaneleri ile kamu üniversite hastanelerinin kârlılık oranları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

### Uygulama Adımları

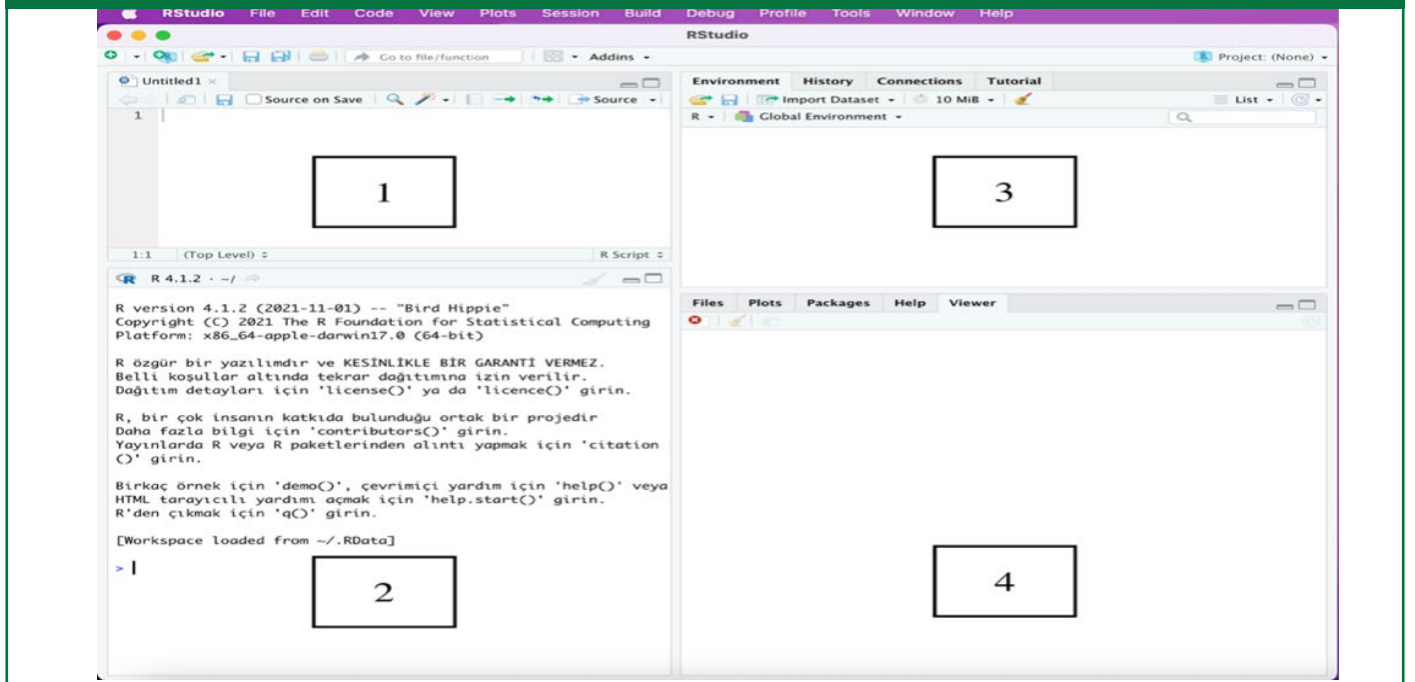
Bu bölümde uygulama için ücretsiz ve açık kaynak yazılım programı olan R programlama dili tercih edilmiştir. Uygulama için öncelikle <https://cran.r-project.org/> adresi üzerinden bilgisayarın işletim sistemine uygun R programı indirilir ve kurulur. R programının yazılım konsolunun eski olması nedeniyle veri analizinde daha kullanışlı bir arayüz sağlayan RStudio tercih edilmektedir. RStudio kullanıcı dostu arayüzü ile komut dosyaları yazma ve kaydetme, verilere kolay erişim ve otomatik kod tamamlama gibi pek çok kolaylık sağlayan bir entegre geliştirme ortamıdır. RStudio ile işlem yapabilmek için <https://posit.co/download/rstudio-desktop/> adresi üzerinden bilgisayarın işletim sistemine uygun RStudio programı indirilir ve kurulur.

#### RStudio Tanıtımı

R programı ve RStudio geliştirme ortamının kurulum işlemleri tamamlandıktan ve RStudio çalıştırıldıktan sonra Şekil 2'deki ekran ile karşılaşılacaktır.

RStudio çalıştırıldıktan sonra açılan ekran Şekil 2'de gösterildiği gibi dört bölümden oluşmaktadır (Douglas ve ark., 2022; Demir, 2019: 16-17). Bunlar;

Şekil 2  
RStudio Giriş Ekranı



- 1. *Source-R script(Kaynak)*: R programlama kodlarının yazıldığı bölümdür. Konsol bölümünde kodlar doğrudan çalıştırılabilmektedir. Ancak kodların yeniden kullanımını sağlamak için R script'e yazılması gerekir. Burada kodlar yazılmadan önce ilgili açıklamalar "#" işaretinin sağ kısmında verilebilir.
- 2. *Console (Konsol)*: R scripte yazılan kodların çalıştırıldığı bölümdür. Ayrıca basit veya karmaşık matematiksel işlemlerini gerçekleştirme, değişken atama veya tanımlama için de kullanılmaktadır. Konsolda yer alan "→" imlecinin yanına yapılmak istenen işlem yazılır. Bir satırı aşan işlemlerde Enter'a basarak yazma işlemine bir sonraki satırdan "+" işareti ile devam edilir.
- 3. *Environment, History, Connections ve Tutorial (Ortam, Geçmiş, Bağlantılar ve Öğretici)*: R Studio'da yeni bir değişken tanımlandığında veya bir değişken yeniden atandığında Environment sekmesinde gösterilmekte, konsolda yazılmış komutlar ise History sekmesinde saklanmaktadır. Connections sekmesi doğrudan harici veritabanlarına girmeyi, Tutorial ise R ve RStudio öğrenmek için ek materyalleri sağlamaktadır.
- 4. *Files, Plots, Packages, Help, Viewer (Dosyalar, Grafikler, Paketler, Yardım, Görüntüleyici)*: Son pencerede ise Files sekmesinde bilgisayardaki tüm harici dosyalar ve dizinler listelenirken, Plots sekmesinde oluşturulan grafikler görüntülenmektedir. Packages sekmesi ile yeni paket yükleme ya da yüklü olan paketleri listeme ve güncelleme yapılabilir. Help herhangi bir fonksiyona ilişkin yardım dosyalarını

gösterirken, Viewer dinamik veri görselleştirmesi sağlamakta ve oluşturulan yerel web içeriğini göstermektedir.

### R Studio'da Veri Setinin Yüklmesi

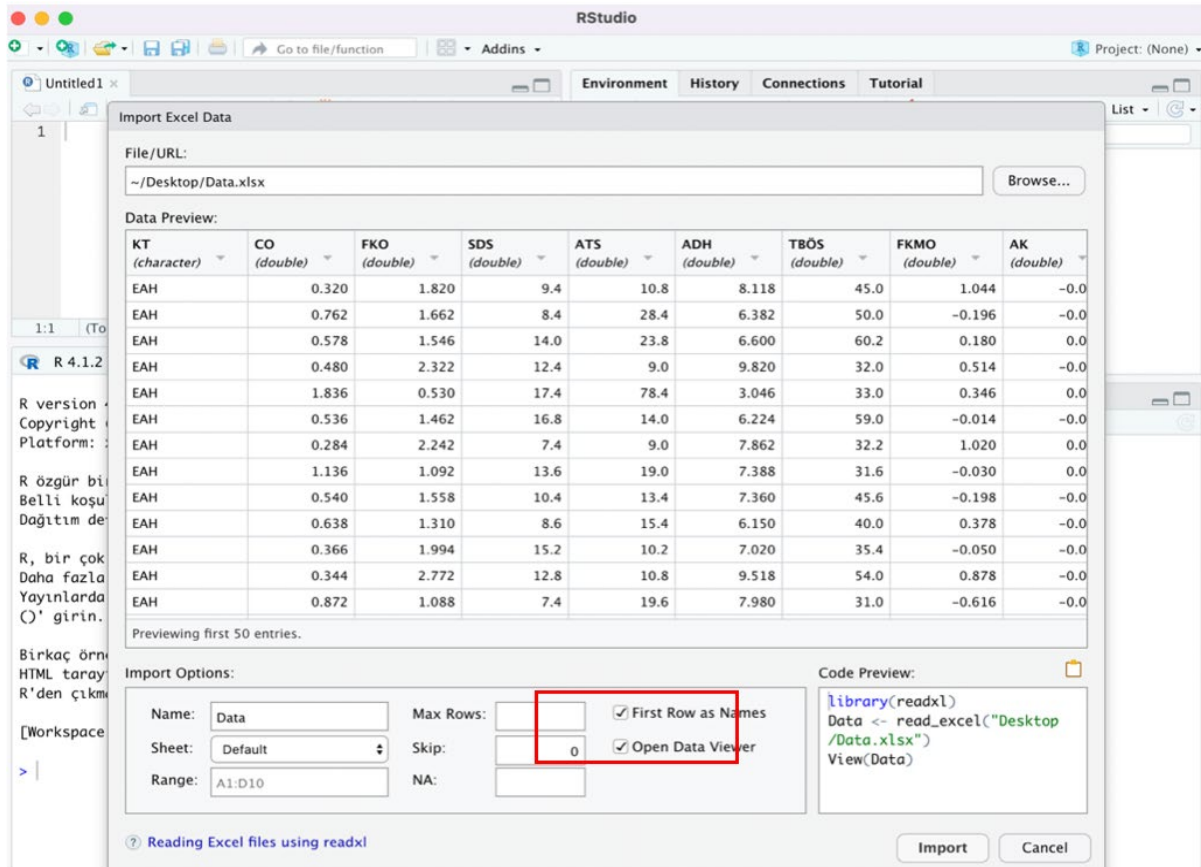
R programı ile R Studio geliştirme ortamının kurulumu sonrasında R Studio çalıştırılarak Microsoft Excel üzerinden hazırlanan veri seti yüklenmelidir. Bunun için iki farklı yol tercih edilebilir. Bunlardan ilki kod ile veriyi çağırmaktır. Bu yol kullanıcı için görece daha zor olacağından ikinci seçenek olarak Şekil 2'de gelen ekrandan Environment sekmesi altındaki Import Dataset seçeneği kullanılmaktadır. Bu sekmeden önce yüklenmek istenen dosya türü (Text(base, readr), Excel, SPSS, SAS, Stata) seçilmeli ardından Browse seçeneği ile bilgisayarın ilgili klasöründen veri seti seçilir. Seçilen dosyanın ilk satırında etiketlerin olması ve yükleme işlemi sonrasında verinin görüntülenmek istenmesi durumunda Şekil 3'te kırmızı çerçeve ile gösterilen kutucuklar işaretlenerek Import işlemi gerçekleştirilir.

### Tanımlayıcı İstatistiklerin Elde Edilmesi

Tanımlayıcı istatistik verilerinin elde edilmesi ele alınan grupların farklı özelliklerine ilişkin max, min, medyan ve diğer değerlerinin hesaplanması işlemlerini içermektedir. Bu işlemler yapılmadan önce Şekil 2'de dördüncü panelde yer alan Packages menüsü altında Install sekmesinden aratılarak ya da konsol paneline doğrudan komutlar (`>install.packages("paket ismi")`) yazılarak paketler yüklenmelidir. Şekil 4'te tanımlayıcı istatistikler, varsayım testleri

Şekil 3

R Studio'da Veri Setinin Yüklmesi



ve hipotezlerin parametrik veya nonparametrik testlerle sınanmasını sağlamak için indirilen paketlerin kullanımından önce R ortamına ilave edilmesini sağlayan kodlar verilmiştir (Klopper, 2021).

Şekil 4

İstatistiksel Analizler İçin Yüklenen Paketlerin R Ortamına Eklenmesi

```
> library(tibble)
> library(readr)
> library(plotly)
> library(DT)
> library(mvnormtest)
> library(dplyr)
> library(ICSNP)
> library(Matrix)
> library(ggpubr)
> library(Hotelling)
```

Şekil 4'te verilen tüm paketler yüklendikten sonra Plotly paketi içinde yer alan fonksiyonlar ile histogram, sütun, pasta ve kutu grafikleri ile bunun ötesinde üç boyutlu grafikler çizilebilmektedir. Bu bölümde kutu grafikleri çizdirmek için Şekil 5'te verilen kodlar kullanılmıştır.

Şekil 5'te cari oran için örnek olarak verilen kodlar tüm oranlar için uyarlanmıştır. Verilen kodlar çalıştırdıktan sonra Viewer

sekmesinde kutu grafikler elde edilmektedir. Şekil 6a-h'de sekiz orana ilişkin kutu grafikler verilmiştir. Bu grafikler incelendiğinde kamu üniversite hastanelerinin stok devir sürelerinin, alacak tahsil süresinin ve ticari borçları ödeme süresinin görece yüksek olduğu; Sağlık Bakanlığına bağlı eğitim ve araştırma hastanelerinin ise aktif devir hızının ve aktif kârlılığının görece yüksek olduğu görülmektedir.

Şekil 5

Cari Oranın Kutu Grafiğini Çizdiren Kod

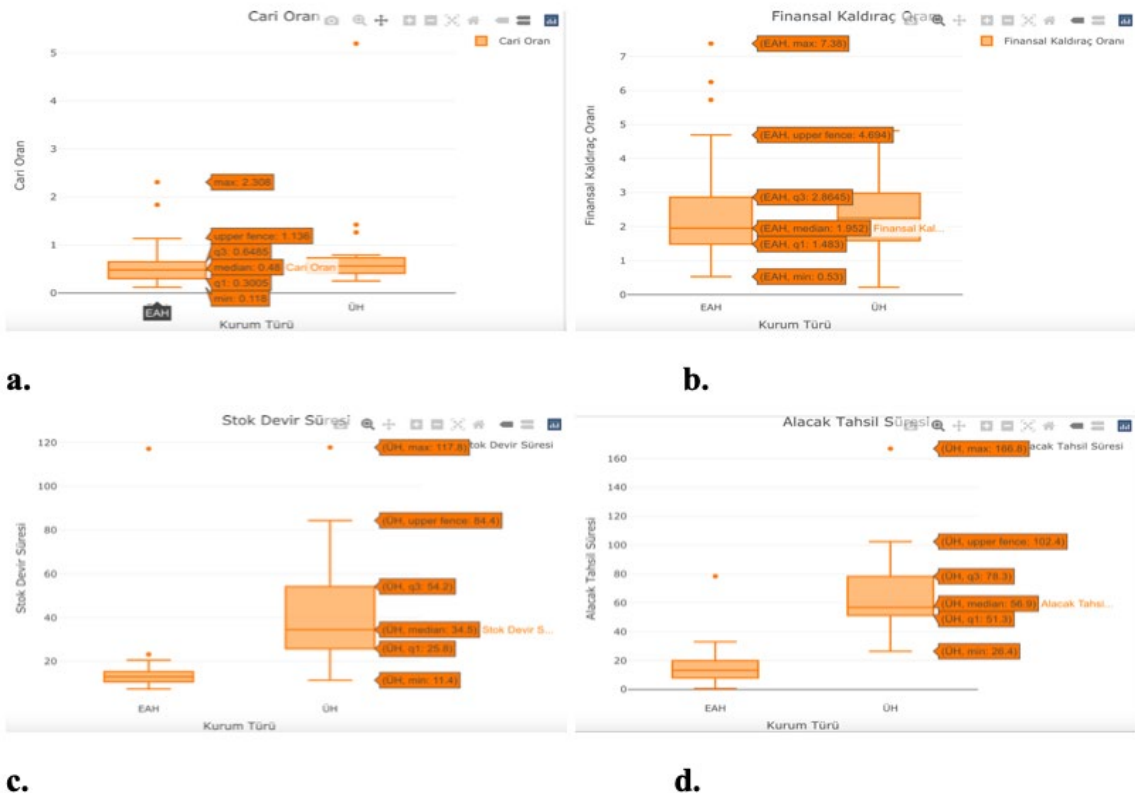
```
> f1 <- plot_ly(Data,
+               type = "box") %>%
+   add_boxplot(y = ~C0,
+               x = ~KT,
+               name = "Cari Oran") %>%
+   layout(title = "Cari Oran",
+           xaxis = list(title = "Kurum Türü"),
+           yaxis = list(title = "Cari Oran"))
> f1
```

#### Varsayım Sınamalarının Yapılması

Tanımlayıcı istatistik verilerinin hesaplanması sonrasında ana hipotezi ve alt hipotezleri test etmek için hangi yöntemin tercih edileceğini belirlenmesi gereklidir. Buna göre varsayım sınamaları kapsamında determinant katsayısı ve normal dağılım varsayımı test edilmelidir. Bu varsayımların sağlanması durumunda çok değişkenli değerlendirme için parametrik testlerden Hotelling T-testi veya MANOVA testi kullanılabilir (Klopper, 2021). Bu

Şekil 6a-h.

Kurum Türüne Göre Finansal Oranların Kutu Grafikleri

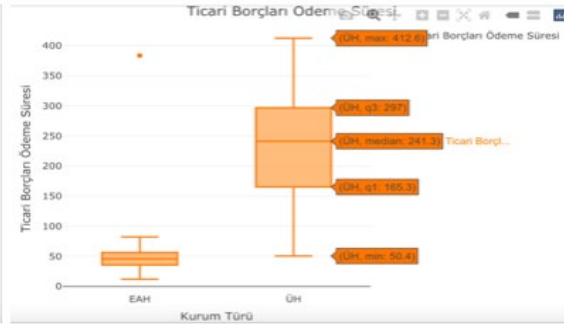


Şekil 6a-h.

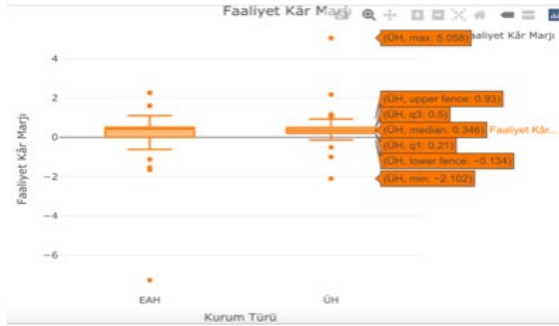
Kurum Türüne Göre Finansal Oranların Kutu Grafikleri(devamı)



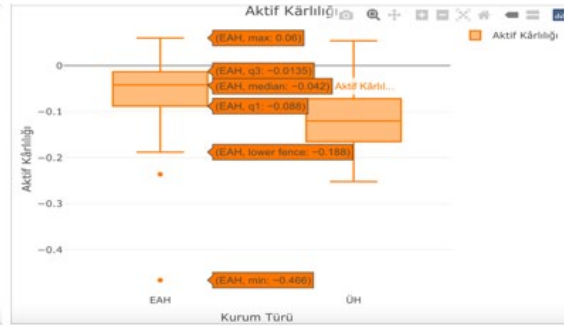
e.



f.



g.



h.

**Açıklama notu.** a. Cari Oran Grafiği. b. Finansal Kaldıraç Oranı Grafiği. c. Stok Devir Süresi Grafiği. d. Alacak Tahsil Süresi Grafiği. e. Aktif Devir Hızı Grafiği. f. Ticari Borçların Ödeme Süresi Grafiği. g. Faaliyet Kâr Marjı Grafiği. h. Aktif Karlılığı Grafiği

varsayımlardan birinin sağlanmaması durumunda ise ele alınan gözlemlerin iki veya daha fazla olması durumunda çoklu değerlendirmeye için çok değişkenli Kruskal-Wallis testi kullanılmaktadır. Şekil 7'de varsayım sınamaları için kullanılan kodlar ve elde edilen çıktılar verilmiştir.

Şekil 7

Shapiro-Wilk Normallik Testi ve Determinant Katsayısı Varsayım Testleri

```
> Data.vars <- Data %>% select(-one_of("KT"))
> mvnrmtest::mshapiro.test(t(Data.vars))

Shapiro-Wilk normality test

data: Z
W = 0.3929, p-value < 2.2e-16

> det(cov(Data.vars))
[1] 2276138
```

Şekil 7'de varsayım testini uygulamadan önce kategorik değişken olan KT'nin (Kurum Türü) dikkate alınmaması için "Data.vars" tanımlaması yapılmıştır. Sonrasında yapılan normallik testi sonucunda p değeri 0,05'ten küçük olduğu için "H0: Veri setinin dağılımı normaldir." hipotezi reddedilmiştir. Parametrik testleri uygulamak için gerekli varsayımlardan determinant katsayısının pozitif olması şartı sağlanmasına rağmen, veri seti normal dağılmadığı için ana ve alt hipotezleri test etmede parametrik olmayan

testlerden çok değişkenli Kruskal-Wallis testinin kullanılması gerekmektedir.

### Hipotezlerin Test Edilmesi

Bu bölümde hipotezlerin test edilmesinde kullanılacak olan yöntem, yapılan varsayım testleri sonrasında parametrik olmayan çok değişkenli Kruskal-Wallis testi olarak belirlenmiştir. Bu yöntemin uygulanması için gerekli olan Matrix paketi Şekil 4'te diğer paketlerle birlikte yüklenmiştir. Çok değişkenli Kruskal-Wallis testinin uygulanabilmesi için Maugoust (2022) tarafından yazılan Şekil 8'deki fonksiyon tanımlanmalıdır. Bu fonksiyon tanımlandıktan sonra son iki satırında yazılan kod ile H01 hipotezi "SB eğitim ve araştırma hastaneleri ile kamu üniversite hastanelerinin finansal performansları (dört kategori altındaki sekiz orana göre) arasında anlamlı bir farklılık yoktur." test edilmiştir.

Şekil 8'in son iki satırında  $H_{01}$  hipotezini test etmek için yazılan kodlar iki veya daha fazla oranı kapsayan  $H_{04}$  (data<sub>mkw</sub><-Data[,4:7]) ve  $H_{05}$  (data<sub>mkw</sub><-Data[,8:9]) hipotezlerinin test edilmesi için ilk satırdaki kodlar ayrı ayrı uyarlanarak kullanılmıştır. Yalnızca bir oranı içeren  $H_{02}$  ve  $H_{03}$  hipotezlerinin test edilmesi ve H04 ve H05 hipotezlerinin altında yer alan her bir oranın fark testleri için tek değişkenli Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Bu testi uygulamak için gerekli olan paket Şekil 4'te diğer paketlerle birlikte yük-

lenmiştir. Paket yüklendikten sonra  $H_{02}$  (kruskal.test(CO ~ KT, data = Data) ve  $H_{03}$  (kruskal.test(FKO ~ KT, data = Data)) hipotezlerini Tekli Kruskal-Wallis testi ile sınamak için parantez içinde verilen fonksiyonlar kullanılmıştır. Araştırma kapsamında kutu grafikleri, varsayım sınamaları ve hipotezlerin tekli ve çoklu Kruskal-Wallis testleri ile sınanmasında kullanılan R Studio kodlarına Ek 2’de ayrıca verilmiştir. Ana hipotezi ve alt hipotezleri sınamak için yapılan tek ve çok değişkenli Kruskal-Wallis testlerinin sonuçları ise Tablo 3’te özetlenmiştir.

Şekil 8

Çok Değişkenli Kruskal-Wallis Testi Uygulama Kodları

```
R 4.1.2 ~-|
> library(Matrix)
> multkw<- function(group,y,print=TRUE){
+   group.var.name<-deparse(substitute(y))
+   y.var.name<-deparse(substitute(y))
+   # sort and rank data by group #
+   oc<-order(group)
+   group<-group[oc]
+   if(ncol(as.matrix(y))!=1){y<-as.matrix(y[o,])}
+   else{y<-as.matrix(y[o,1])}
+   n<-length(group)
+   p<-dim(y)[2]
+   if(dim(y)[1]!=n){return("number of observations not equal to length of group")}
+   groups<-unique(group)
+   g<-length(groups) # number of groups
+   groupind<-sapply(groups,"=",group) # group indicator
+   ni<-colSums(groupind) # number of individuals of each group
+   r<-apply(y,2,rank) # corresponding rank variable
+
+   # calculation of statistic #
+   r.ik<-t(groupind)%*%r*(1/ni) # gxp, mean rank of k-th variate in i-th group
+   m<-(n+1)/2 # expected value of rik
+   u.ik<-t(r.ik-m)
+   U<-as.vector(u.ik)
+   V<-1/(n-1)*t(r-m)%*%(r-m) # pooled within-group cov matrix
+   Vstar<-lding(lapply(1/ni,**,V))
+   W2<-as.numeric(t(U)%*%solve(Vstar)%*%U)
+   df<-p*(g-1)
+   pvc<-pchisq(W2,p*(g-1),lower.tail = FALSE)
+
+   multkw.results<-list(y.var.name=group.var.name,test.statistic=W2,df=df,p.value=pv)
+   class(multkw.results)<-c("multkw.output")
+   if(print){print(multkw.results)}
+   else{return(multkw.results)}
+   datamkw<-Data[,2:9]
+   multkw(y=datamkw,Data$KT)
}
```

Tablo 3

Hipotez Testlerinin Sonuçları

| Hipotezler | Test İstatistiği | p değeri               | Sonuç                                                                                  |
|------------|------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Hipotez 1  | 74,12            | $7,41 \times 10^{-13}$ | Reddedilmiştir. (EAH ve ÜH’nin finansal performansları birbirinden farklıdır.)         |
| Hipotez 2  | 2,42             | 0,12                   | Reddedilememiştir. (EAH ve ÜH cari oranları birbirinden farklı değildir.)              |
| Hipotez 3  | 0,75             | 0,39                   | Reddedilememiştir. (EAH ve ÜH finansal kaldıraç oranları birbirinden farklı değildir.) |
| Hipotez 4  | 71,56            | $1,06 \times 10^{-14}$ | Reddedilmiştir. (EAH ve ÜH faaliyet oranları birbirinden farklıdır.)                   |
| Hipotez 5  | 21,32            | $2,34 \times 10^{-5}$  | Reddedilmiştir. (EAH ve ÜH kârlılık oranları birbirinden farklıdır.)                   |

Tablo 3’te verilen sonuçlara göre ana hipotez olan  $H_{01}$  hipotezi ve alt hipotezlerden olan  $H_{04}$  ve  $H_{05}$  hipotezleri reddedilmiştir.  $H_{04}$  altındaki dört ayrı oran ve  $H_{05}$  altındaki iki ayrı oran için yapılan tekli Kruskal-Wallis testlerine göre tüm faaliyet oranlarının ve aktif kârlılığının kurum türüne göre farklılaştığı saptanmıştır.

## Sonuç

Kitabın bu bölümünde Sağlık Bakanlığı eğitim ve araştırma hastaneleri (EAH) ile kamu üniversite hastanelerine (ÜH) ait finansal

performans göstergelerini içeren veri seti üzerinden tekli ve çoklu Kruskal-Wallis testlerinin R uygulamalarının tanıtımı yapılmıştır. R Studio ile yapılan analiz sonuçları bu hastanelerin 2013-2017 arası verilerinin aritmetik ortalaması üzerinden finansal performanslarının kurum türüne göre farklılaştığını ortaya koymuştur. Bu sonuca yönelik yapılan alt hipotez sınamaları bu farklılığın faaliyet oranlarından (stok devir süresi, alacak tahsil süresi, aktif devir hızı ve ticari borçları ödeme süresi) ve kârlılık oranlarından ise yalnızca aktif kârlılığından kaynaklandığını göstermiştir. Buna göre kâr amaçlı olmayan bu iki yapının likidite ve finansal yapı oranları açısından performanslarının farklı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. EAH’lerin stok devir süresi, alacak tahsil süresi, aktif devir hızı ve ticari borçları ödeme süresi ve aktif kârlılığı (genellikle negatif değerler olsa da) açısından ÜH’ye göre nispeten daha iyi durumda olduğu görülmektedir. Sonuç olarak bu bölümde R Studio uygulaması ile tanıtılan yöntemlerin farklı alanlarda ve düzeylerde öğrencilerin, araştırmacıların ve yöneticilerin analiz ve yorumlama becerisine katkı sağlaması beklenmektedir.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Declaration of Interests:** The authors declare that there are no competing interests.

## Kaynaklar

- Baker, J. J., Baker, R. W., & Dworkin, N.R. (2018). *Health Care Basic Tools for Nonfinancial Managers*. 5. ed, USA, Massachusetts: Jones & Bartlett Learning.
- Brealey, R. A., Myers, S. C., & Marcus, A. J. (2020). *Fundamentals of Corporate Finance*. 10. ed., USA, New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Brigham, E. F., & Houston, J. F. (2019). *Fundamentals of Financial Management*. 15. ed., USA, Boston: Cengage Learning.
- Cleverley, W. O., & Cleverley, J. O. (2018). *Essentials of Health Care Finance*. 8. ed., USA, Massachusetts: Jones & Bartlett Learning.
- Çubukçu, K. M. (2019). *Planlamada ve Coğrafyada Temel İstatistik ve Mekansal İstatistik*. 2. ed., Türkiye, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Demir, İ. (2019). R’a Giriş: Tanımlar ve Genel Bilgiler. İçinde: İ. Demir (Ed.), *R ile Uygulamalı İstatistik*, Türkiye, İstanbul: Papatya Yayıncılık, ss.15-32.
- Douglas, A., Roos, D., Mancini, F. Couto, A. & Lusseau, D. (2022). *An Introduction to R*. Erişim Tarihi: 01.10.2022. <https://intro2r.com/>
- Eyüboğlu, O. (2019). *Sağlık Bakanlığı Eğitim ve Araştırma Hastaneleri ile Kamu Üniversite Hastanelerinin Finansal Oranlarının Karşılaştırmalı Analizi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Finkler, S. A., Calabrese, T. D., & Ward, D. M. (2019). *Accounting Fundamentals for Health Care Management*. 3. ed., USA, Massachusetts: Jones & Bartlett Learning.
- Gapenski, L. C. & Reiter, K. L. (2016). *Healthcare Finance an Introduction to Accounting & Financial Management*. 6. ed., USA, Chicago: Health Administration Press.
- Gitman, L. J., & Zutter, C. J. (2015). *Principal of Managerial Finance*. 14. ed., England, Essex: Pearson Education Limited.
- Hawawini, G., & Viallet, C. (2019). *Finance for Executives: Managing for Value Creation*. 6. ed., United Kingdom, Hampshire: Cengage Learning.
- He, F. (2013). *Nonparametric MANOVA Approaches for Non-Normal*

*Multivariate Outcomes*. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Pittsburgh, Graduate School of Public Health, Department of Biostatistics, PA.

Karaboğa, H. A. (2019). Parametrik Testler T-Testleri, Oran Testleri. İçinde: İ. Demir (Ed.), *R ile Uygulamalı İstatistik*, Türkiye, İstanbul: Papatya Yayıncılık Eğitim, ss.301-208.

Klopper, J. H. (2021). *Multivariate Analysis of Means for Two Groups*. Erişim Tarihi: 01.10.2022. Erişim Adresi: <https://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/441915.html>.

Lorcu, F. (2015). *Örneklerle Veri Analizi SPSS Uygulamalı*. Türkiye, Ankara: Detay Yayıncılık.

Maugoust, J. (2022). *R/multkw.R*. Erişim Tarihi: 01.10.2022. Erişim Adresi: <https://rdr.io/github/jacobmaugoust/ULT/src/R/multkw.R>.

Nowicki, M. (2018). *Introduction to the Financial Management of Healthcare Organizations*. 7. ed., USA, Chicago: Health Administration Press.

Oja, H., & Randles, R. H. (2004). Multivariate Nonparametric Tests. *Statistical Science*, 19(4), 598-605. [\[Crossref\]](#)

Okka, O. (2015). *Finansal Yönetim Teori ve Çözümlü Problemler*. 6. ed., Türkiye, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Optum (2017). *Almanac of Hospital Financial and Operating Indicators: A Comprehensive Benchmark of the Nation's Hospitals*. Salt Lake City, UT: Optum 360.

Quiry, P, Le Fur, Y., & Vernimmen, P. (2022). *Corporate Finance: Theory*

*and Practice*. 6. ed., United Kingdom, West Sussex: John Wiley & Sons.

Reiter, K. L., & Song, P. H. (2021). *Gapenski's Healthcare Finance: An Introduction to Accounting and Financial Management*. 7. ed., USA, Washington: Health Administration Press.

Sağlık Bakanlığı (2022). Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2020. T.C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Strydom, B., & Stephen, T. (2014). Financial Management in Non-profit Organizations: An Exploratory Study. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5(15), 55. [\[Crossref\]](#)

Şenel, İ. K. (2018). Sağlık İşletmelerinde Finansal Yönetim. İçinde: S. Söyük, İ. Gün (Eds.), *Sağlık İşletmeleri Yönetiminde Temel Boyutlar Rehberi*, Türkiye, İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., ss.234-252.

Şener, E. (2019). Parametrik Olmayan Varyans Analizi. İçinde: İ. Demir (Ed.), *R ile Uygulamalı İstatistik*, Türkiye, İstanbul: Papatya Yayıncılık Eğitim, ss.301-208.

TÜRMÖB (2022). *Özel Sirküler: 2022 Yılında Ek Mali Tablo Düzenleme Sınırı*. Erişim Tarihi: 10.09.2022. Erişim Adresi: <https://www.turmob.org.tr/sirkuler>.

Zelman, W. N., McCue, M. J., Glick, N. D., & Thomas, M. S. (2014). *Financial Management of Health Care Organizations: An Introduction to Fundamental Tools, Concepts, and Applications*. 4. ed., USA, California: Jossey-Bass.

## Ekler

## Ek 1

## Analiz Kapsamındaki Hastanelerin Hesaplanan Finansal Oranları

| Sıra | KT  | CO    | FK0   | SDS   | ATS  | ADH    | TBÖS  | FKMO   | AK     |
|------|-----|-------|-------|-------|------|--------|-------|--------|--------|
| 1    | EAH | 0,320 | 1,820 | 9,4   | 10,8 | 8,118  | 45,0  | 1,044  | -0,054 |
| 2    | EAH | 0,762 | 1,662 | 8,4   | 28,4 | 6,382  | 50,0  | -0,196 | -0,012 |
| 3    | EAH | 0,578 | 1,546 | 14,0  | 23,8 | 6,600  | 60,2  | 0,180  | 0,020  |
| 4    | EAH | 0,480 | 2,322 | 12,4  | 9,0  | 9,820  | 32,0  | 0,514  | -0,032 |
| 5    | EAH | 1,836 | 0,530 | 17,4  | 78,4 | 3,046  | 33,0  | 0,346  | 0,060  |
| 6    | EAH | 0,536 | 1,462 | 16,8  | 14,0 | 6,224  | 59,0  | -0,014 | -0,018 |
| 7    | EAH | 0,284 | 2,242 | 7,4   | 9,0  | 7,862  | 32,2  | 1,020  | 0,010  |
| 8    | EAH | 1,136 | 1,092 | 13,6  | 19,0 | 7,388  | 31,6  | -0,030 | 0,020  |
| 9    | EAH | 0,540 | 1,558 | 10,4  | 13,4 | 7,360  | 45,6  | -0,198 | -0,020 |
| 10   | EAH | 0,638 | 1,310 | 8,6   | 15,4 | 6,150  | 40,0  | 0,378  | -0,034 |
| 11   | EAH | 0,366 | 1,994 | 15,2  | 10,2 | 7,020  | 35,4  | -0,050 | -0,042 |
| 12   | EAH | 0,344 | 2,772 | 12,8  | 10,8 | 9,518  | 54,0  | 0,878  | -0,066 |
| 13   | EAH | 0,872 | 1,088 | 7,4   | 19,6 | 7,980  | 31,0  | -0,616 | -0,008 |
| 14   | EAH | 2,308 | 0,624 | 9,0   | 24,4 | 6,808  | 11,8  | -1,538 | 0,026  |
| 15   | EAH | 0,436 | 2,046 | 13,0  | 9,0  | 10,262 | 42,2  | 0,846  | -0,052 |
| 16   | EAH | 0,500 | 1,712 | 15,4  | 22,2 | 6,052  | 68,6  | 0,178  | -0,002 |
| 17   | EAH | 0,152 | 4,694 | 13,0  | 5,6  | 11,474 | 62,8  | 0,420  | -0,104 |
| 18   | EAH | 0,356 | 2,338 | 10,2  | 10,0 | 8,856  | 58,8  | 0,472  | -0,044 |
| 19   | EAH | 0,202 | 3,898 | 16,0  | 6,0  | 9,740  | 59,8  | 0,432  | -0,120 |
| 20   | EAH | 0,118 | 6,248 | 13,2  | 2,6  | 10,562 | 56,8  | 0,380  | -0,188 |
| 21   | EAH | 0,718 | 1,316 | 10,6  | 33,0 | 6,588  | 32,2  | -1,120 | -0,024 |
| 22   | EAH | 0,384 | 2,842 | 15,4  | 11,8 | 9,468  | 45,6  | 2,268  | -0,080 |
| 23   | EAH | 1,010 | 1,312 | 11,4  | 20,0 | 6,480  | 35,4  | 0,484  | -0,022 |
| 24   | EAH | 1,046 | 0,888 | 15,2  | 31,8 | 5,778  | 29,2  | -1,662 | -0,008 |
| 25   | EAH | 0,402 | 1,894 | 12,6  | 14,2 | 5,568  | 51,2  | 0,500  | -0,082 |
| 26   | EAH | 0,260 | 3,394 | 14,2  | 13,2 | 7,986  | 48,6  | 0,464  | -0,112 |
| 27   | EAH | 0,354 | 2,682 | 11,8  | 7,4  | 9,584  | 57,0  | 0,474  | -0,072 |
| 28   | EAH | 1,102 | 1,100 | 15,2  | 24,2 | 6,828  | 35,8  | 1,062  | 0,038  |
| 29   | EAH | 0,564 | 2,332 | 20,0  | 16,0 | 6,366  | 46,4  | -0,430 | -0,114 |
| 30   | EAH | 0,596 | 1,582 | 9,0   | 9,2  | 8,780  | 36,8  | 1,104  | -0,030 |
| 31   | EAH | 0,582 | 1,582 | 23,2  | 7,0  | 6,774  | 45,2  | 1,076  | -0,038 |
| 32   | EAH | 0,294 | 2,460 | 12,2  | 7,6  | 9,122  | 44,0  | 0,738  | -0,080 |
| 33   | EAH | 0,616 | 1,662 | 11,8  | 13,8 | 7,130  | 45,6  | -0,126 | -0,010 |
| 34   | EAH | 0,274 | 3,502 | 13,8  | 2,8  | 8,938  | 34,8  | 0,446  | -0,140 |
| 35   | EAH | 0,326 | 2,920 | 117,2 | 27,8 | 2,716  | 383,6 | 0,084  | -0,024 |
| 36   | EAH | 0,512 | 1,754 | 20,6  | 10,8 | 7,566  | 48,6  | 1,604  | -0,048 |
| 37   | EAH | 0,746 | 1,212 | 10,2  | 4,0  | 5,456  | 31,8  | 0,774  | -0,466 |
| 38   | EAH | 0,448 | 2,112 | 8,6   | 19,4 | 11,496 | 46,0  | 0,050  | -0,042 |
| 39   | EAH | 0,554 | 1,568 | 14,2  | 15,2 | 8,060  | 43,4  | -7,278 | -0,006 |
| 40   | EAH | 1,112 | 1,094 | 15,6  | 31,2 | 5,866  | 37,0  | 0,488  | -0,020 |
| 41   | EAH | 0,184 | 4,476 | 12,2  | 3,6  | 10,708 | 51,8  | 0,430  | -0,108 |
| 42   | EAH | 0,154 | 4,248 | 13,4  | 0,6  | 8,550  | 55,2  | 0,478  | -0,166 |
| 43   | EAH | 0,330 | 2,872 | 11,6  | 7,4  | 11,960 | 47,2  | 0,408  | -0,044 |
| 44   | EAH | 0,182 | 5,726 | 13,6  | 14,8 | 7,934  | 68,0  | 0,370  | -0,162 |

## Ek 1

Analiz Kapsamındaki Hastanelerin Hesaplanan Finansal Oranları (devamı)

| Sıra | KT  | CO    | FKO   | SDS   | ATS   | ADH   | TBÖS  | FKMO   | AK     |
|------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 45   | EAH | 0,192 | 3,712 | 10,8  | 9,2   | 9,570 | 57,6  | 0,444  | -0,090 |
| 46   | EAH | 0,148 | 7,380 | 16,6  | 4,0   | 6,328 | 82,2  | 0,326  | -0,236 |
| 47   | EAH | 0,652 | 1,952 | 16,2  | 22,2  | 7,028 | 50,6  | 0,040  | -0,020 |
| 48   | ÜH  | 0,378 | 2,892 | 50,4  | 64,6  | 3,454 | 319,6 | 0,284  | -0,154 |
| 49   | ÜH  | 0,430 | 2,448 | 33,8  | 57,8  | 3,510 | 264,8 | 0,310  | -0,110 |
| 50   | ÜH  | 0,332 | 4,482 | 18,8  | 65,4  | 4,720 | 301,0 | 0,346  | -0,198 |
| 51   | ÜH  | 0,404 | 2,730 | 80,8  | 54,4  | 3,774 | 412,6 | 0,288  | -0,164 |
| 52   | ÜH  | 5,192 | 0,214 | 39,8  | 94,2  | 1,908 | 50,4  | 0,086  | 0,054  |
| 53   | ÜH  | 0,786 | 2,192 | 26,0  | 50,4  | 4,772 | 129,0 | 0,738  | -0,130 |
| 54   | ÜH  | 0,420 | 2,994 | 25,6  | 53,0  | 4,916 | 258,4 | 0,300  | -0,136 |
| 55   | ÜH  | 0,432 | 4,674 | 29,8  | 55,4  | 5,910 | 268,2 | 5,058  | -0,196 |
| 56   | ÜH  | 0,782 | 1,372 | 24,0  | 56,0  | 4,628 | 194,4 | 0,930  | -0,032 |
| 57   | ÜH  | 0,250 | 4,384 | 24,4  | 49,0  | 4,642 | 293,2 | 0,232  | -0,160 |
| 58   | ÜH  | 0,428 | 2,968 | 60,6  | 50,8  | 3,490 | 330,4 | 0,550  | -0,208 |
| 59   | ÜH  | 0,652 | 1,382 | 47,0  | 52,0  | 3,236 | 202,0 | 2,178  | -0,054 |
| 60   | ÜH  | 0,730 | 1,602 | 42,8  | 52,0  | 3,514 | 167,4 | -2,102 | -0,086 |
| 61   | ÜH  | 1,422 | 0,804 | 31,2  | 73,6  | 3,114 | 92,4  | 0,242  | -0,002 |
| 62   | ÜH  | 0,482 | 2,310 | 59,0  | 91,6  | 3,102 | 363,0 | 0,122  | -0,110 |
| 63   | ÜH  | 0,684 | 1,620 | 29,2  | 47,4  | 4,818 | 122,0 | 0,088  | -0,072 |
| 64   | ÜH  | 0,338 | 4,816 | 17,0  | 71,2  | 5,656 | 306,4 | 0,348  | -0,174 |
| 65   | ÜH  | 0,558 | 2,332 | 18,0  | 166,8 | 2,424 | 270,0 | 0,484  | -0,142 |
| 66   | ÜH  | 0,750 | 1,526 | 26,2  | 53,2  | 4,406 | 126,4 | -0,108 | -0,070 |
| 67   | ÜH  | 1,262 | 1,464 | 39,4  | 95,0  | 2,708 | 136,8 | 1,162  | -0,146 |
| 68   | ÜH  | 0,480 | 2,852 | 59,2  | 64,4  | 3,538 | 293,6 | 0,504  | -0,166 |
| 69   | ÜH  | 0,312 | 3,888 | 29,0  | 26,4  | 7,824 | 239,8 | 0,188  | -0,074 |
| 70   | ÜH  | 0,422 | 2,528 | 22,4  | 51,8  | 4,062 | 293,4 | 0,278  | -0,124 |
| 71   | ÜH  | 0,568 | 2,124 | 84,4  | 49,4  | 3,156 | 242,8 | -0,134 | -0,174 |
| 72   | ÜH  | 0,416 | 2,882 | 79,0  | 60,6  | 3,200 | 368,8 | 0,408  | -0,192 |
| 73   | ÜH  | 0,626 | 1,598 | 28,2  | 86,4  | 2,256 | 274,8 | 0,480  | -0,068 |
| 74   | ÜH  | 0,582 | 1,856 | 58,8  | 57,8  | 2,936 | 215,0 | 0,188  | -0,080 |
| 75   | ÜH  | 0,442 | 2,628 | 14,4  | 56,0  | 5,356 | 176,4 | 0,398  | 0,116  |
| 76   | ÜH  | 0,650 | 1,574 | 51,2  | 38,4  | 3,730 | 163,2 | 0,432  | -0,058 |
| 77   | ÜH  | 0,792 | 1,420 | 46,4  | 55,0  | 3,744 | 146,2 | 0,496  | -0,054 |
| 78   | ÜH  | 0,348 | 3,044 | 31,8  | 45,4  | 4,710 | 229,6 | 0,332  | -0,122 |
| 79   | ÜH  | 0,750 | 1,350 | 35,2  | 89,8  | 2,220 | 205,2 | 0,910  | -0,116 |
| 80   | ÜH  | 0,306 | 3,954 | 59,0  | 41,2  | 4,346 | 374,6 | 0,356  | -0,162 |
| 81   | ÜH  | 0,726 | 1,470 | 57,2  | 61,6  | 3,490 | 150,6 | 0,540  | -0,072 |
| 82   | ÜH  | 0,662 | 1,616 | 11,4  | 72,0  | 4,312 | 215,0 | -0,998 | -0,066 |
| 83   | ÜH  | 0,788 | 1,886 | 45,4  | 100,8 | 2,680 | 170,8 | -0,506 | -0,176 |
| 84   | ÜH  | 0,740 | 1,674 | 117,8 | 83,0  | 1,980 | 304,2 | 0,346  | -0,118 |
| 85   | ÜH  | 0,370 | 3,664 | 14,6  | 33,4  | 9,070 | 126,2 | 0,466  | -0,102 |
| 86   | ÜH  | 0,252 | 4,550 | 26,8  | 83,4  | 3,292 | 300,4 | 0,254  | -0,252 |
| 87   | ÜH  | 0,674 | 1,784 | 45,8  | 102,4 | 1,760 | 251,8 | 1,048  | -0,230 |

## Ek 2. R Kodları

### #Kutu Grafikleri

```
f1 <- plot_ly(Data,
type = "box") %>%
add_boxplot(y = ~CO,
x = ~KT,
name = "Cari Oran") %>%
layout(title = "Cari Oran",
xaxis = list(title = "Kurum Türü"),
yaxis = list(title = "Cari Oran"))
f1
```

### #Varsayım Sınamaları

```
Data.vars <- Data %>% select(-one_of("KT"))
mvnrmtest::mshapiro.test(t(Data.vars))
det(cov(Data.vars))
```

### #Çoklu Kruskal-Wallis Testi

```
multkw <- function(group,y,print=TRUE){
group.var.name<-deparse(substitute(group))
y.var.name<-deparse(substitute(y))
# sort and rank data by group #
o<-order(group)
group<-group[o]
if(ncol(as.matrix(y))==1){y<-as.matrix(y[o])}
else{y<-as.matrix(y[o,])}
n<-length(group)
p<-dim(y)[2]
if(dim(y)[1]!=n){return("number of observations not equal to length
of group")}
groups<-unique(group)
g<-length(groups) # number of groups
groupind<-sapply(groups,"=",group) # group indicator
```

```
ni<-colSums(groupind) # number of individuals of each group
r<-apply(y,2,rank) # corresponding rank variable
```

### # İstatistik Hesaplama

```
r.ik<-t(groupind)%*%r*(1/ni) # gxp, mean rank of k-th variate in
i-th group
m<-(n+1)/2 # expected value of rik
u.ik<-t(r.ik-m)
U<-as.vector(u.ik)
V<-1/(n-1)*t(r-m)%*%(r-m) # pooled within-group cov matrix
Vstar<-bdiag(lapply(1/ni,"*",V))
W2<-as.numeric(t(U)%*%solve(Vstar)%*%U)
df<-p*(g-1)
pv<-pchisq(W2,p*(g-1),lower.tail = FALSE)
multkw.results<-list(y=y.var.name,group=group.var.name,test.
statistic=W2,df=df,p.value=pv)
class(multkw.results)<- "multkw.output"
if(print){print(multkw.results)}
else{return(multkw.results)}}
#H1 Hipotezi
datamkw<-Data[,2:9]
multkw(y=datamkw,Data$KT)
#H4 Hipotezi
datamkw<-Data[,4:7]
multkw(y=datamkw,Data$KT)
#H5 Hipotezi
datamkw<-Data[,8:9]
multkw(y=datamkw,Data$KT)
#Tekli Kruskal-Wallis Testi
#H2 Hipotezi
kruskal.test(CO ~ KT, data = Data)
#H3 Hipotezi
kruskal.test(FKO ~ KT, data = Data)
```

# **BÖLÜM 8**

## **SAĞLIK SEKTÖRÜNDE RİSK YÖNETİMİ: FMEA UYGULAMASI**

Buse FİDAN TÜRKÖN  
Selma SÖYÜK

# Sağlık Sektöründe Risk Yönetimi: FMEA Uygulaması

## Risk Management in the Healthcare Sector: FMEA Implementation

### BÖLÜM HAKKINDA

Risk, istenmeyen ve beklenmeyen olayların gerçekleşme ihtimalidir. Hastaya ve koşullara bağlı sürekli değişken ve dinamik bir yapı gösteren sağlık sektörü de doğası gereği hasta ve çalışan güvenliği bakımından pek çok risk barındırmaktadır. Sağlık çalışanlarının hastanedeki yaralanmalarının üçte biri enjektör iğneleri, bistüri uçları vb. gibi kesici delici aletlerden meydana gelmektedir. Ayrıca kesici delici alet yaralanmaları, meslek hastalıklarının bulaşması ile sonuçlanarak insan sağlığında uzun vadeli olumsuz etkiler de bırakabilmektedir. Risk yönetimi, odağının insan sağlığı olmasından ötürü sağlık sektörü özelinde de oldukça büyük bir öneme sahiptir. Toplam kalite yönetiminde FMEA (HTEA-Hata Türü ve Etkileri Analizi), hataların en aza indirilerek risklerin sistematik bir şekilde kontrol altına alınmasında ve süreçlerin kalıcı olarak iyileştirilmesinde etkili bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu bölümün sağlık sektörü çalışanlarına, öğrencilerine, araştırmacılarına ve yöneticilerine sahada rahatlıkla kullanabilecekleri bir kılavuz oluşturması amaçlanmıştır. Öncelikle FMEA yönteminin teorik temelinden bahsedilecek ve ardından hemşirelerin enjeksiyon uygulaması konusunda bir vaka örneği üzerinden Microsoft Excel programı ile on adımda uygulamalı bir şekilde aktarılacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Önlenebilir tıbbi hatalar, kesici delici alet yaralanmaları, hata türü ve etkileri analizi, fmea, risk yönetimi

### ABOUT the CHAPTER

Risk refers to the possibility of unwanted and unexpected events. The healthcare sector is constantly changing and dynamic, depending on the patient and conditions, and therefore harbours many risks in terms of patient and employee safety. In hospitals, one-third of healthcare personnel injuries are caused by sharps, such as syringe needles, scalpel tips, etc. Sharps injuries can also lead to the transmission of occupational diseases, which can have long-term adverse health effects. Therefore, risk management is crucial in the health sector, as it focuses on human health. FMEA (HTEA-Failure Mode and Effects Analysis) is used in total quality management as an effective tool for systematically controlling risks and permanently improving processes by minimizing errors. This chapter aims to provide healthcare professionals, students, researchers, and managers with a practical guide on using the FMEA method. It begins by outlining the theoretical basis of the FMEA method and then provides a step-by-step explanation of its practical application using Microsoft Excel, illustrating the process with a case study of nurses' injection application.

**Keywords:** Preventable medical errors, sharps injuries, error mode and effects analysis, fmea, risk management



Endüstri'de potansiyel risklerin gerçekleşmesi halinde zarar gören üretim faktörleri finansal kaynaklarla telafi edilebilirken sağlık hizmetleri sektöründe hataların telafisi aynı şekilde mümkün olmamaktadır. Bu konuda gerçekleştirilen araştırmalar durumun ciddiyetini göstermektedir. AHRQ (Agency for Healthcare Research and Quality)'nin yatan hasta ölümlerine ilişkin 2004'te yayınladığı rapora göre 2000 ve 2002 yılları arasında 575 bin hastanın önlenebilir tıbbi hatalar nedeniyle hayatını kaybettiği kaydedilmiştir. Tıbbi hatalardan dolayı gerçekleşen ölümlerin insidans verisinden yola çıkarak yapılan bir tahminleme çalışmasına göre ABD'de tıbbi hatalar, ölüm nedenleri arasında üçüncü sırada yerini almıştır (Makary ve Daniel, 2016).

Sağlık kurumlarındaki riskler sonuçları nedeni ile hasta ve çalışanları etkiler. Sağlık hizmetleri doğasının insan hayatı gibi hassas bir yapı üzerine inşa edilmesinden dolayı risklerin yok edilmesi veya en düşük seviyelerde kontrollü bir şekilde yönetilmesi son derece önemlidir. Toplam kalite yönetiminin sekiz temel ilkesinin bir tanesi önlemeye

Buse Fidan Türkön   
Selma Söyük 

Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Sağlık Yönetimi  
Bölümü, Hastane İşletmeciliği Ana Bilim Dalı,  
İstanbul, Türkiye  
E-posta: buse.turkon@iuc.edu.tr  
ssoyuk@iuc.edu.tr

**Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as:**  
Türkön, B.F. & Söyük, S. (2024). Sağlık sektöründe risk yönetimi: FMEA uygulaması. C. Boz & F. Yılmaz (Ed.), *Sağlık yönetiminde kantitatif teknikler ve makine öğrenmesi* içinde [s. 92-117]. İstanbul: İÜC Yayınevi.



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

dönük yaklaşım başka bir ifade ile hataların en aza indirilmesidir. Toplam kalite yönetiminde temel ilke hataları aza indirmek veya ayıklamak değil, hata olmadan önlemektir. Daha ilk seferde ve her zaman hatasız iş yapmak önemlidir (Söyük, 2016). Kalite yönetimi çalışmalarında hataları en aza indirebilme, riskleri minimize edebilme amacı ile yaygın bir şekilde FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) yöntemi kullanılmaktadır.

Bu bölümde FMEA yönteminin, Microsoft Excel programı aracılığıyla detaylı bir şekilde aktarılması amaçlanmıştır. Sağlık kurumlarında risk yönetimi kapsamında hemşirelerin enjeksiyon uygulaması konusunda bir vaka örneği üzerinden adım adım örnek çözüm gerçekleştirilerek ekran görüntüleri ile desteklenmiştir. Çalışmanın sağlık sektöründeki öğrencilere, araştırmacılara, çalışanlara ve yöneticilere risk ve kalite yönetimi alanında en sık kullanılan araçlardan FMEA'nın kılavuzu, el kitabı niteliğindeki bu çalışmanın sektör paydaşlarına faydalı olması ve literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

## Sağlık Sektöründe Risk Yönetimi

Risk, genel olarak talihsiz bir hadisenin meydana gelme olasılığı, istenmeyen olumsuz sonuçların gerçekleşme potansiyeli, faaliyet sonuçlarının referans aralığından sapması gibi belirsizliklerin tümü olarak ifade edilebilir. ISO 31000'in tanımına göre risk, belirsizliğin hedefler üzerindeki etkisidir. Risk analizi ise tanımlanan risklerin nedenlerini, kaynaklarını ve düzeyini tespit edebilmek için kullanılan bir süreçtir (Liu, 2019). Risk yönetiminde, sürecin her aşamasına ait riskler dikkate alınarak, ne sıklıkta gerçekleşebileceği, neyin nasıl ne kadar etkilenebileceği açıkça belirlenmelidir. Büyüklük ve önemine göre en yüksek riske sahip olanlar listelenmeli, belgelendirilmeli ve son olarak mevcut önlemlerin etkisi dikkate alınarak kontrol önlemlerine karar verilmelidir (Altın ve ark., 2018).

Sağlık sektöründe işlerin branşlara göre farklılaşması, sağlık çalışanlarının iş yükünü artırırken birtakım güvenlik risklerini de beraberinde getirmektedir. Sağlık çalışanlarının sağlığını etkileyen tehlike ve riskler; biyolojik, fiziksel, ergonomik, kimyasal, psikososyal, örgütsel ve yönetsel riskler olmak üzere gruplandırılmaktadır. Milli Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü (National Institute for Occupation Safety and Health) (NIOSH) hastanelerde 29 fiziksel, 25 tip kimyasal, 20 tip biyolojik, altı tip ergonomik ve on tip psikososyal tehlike ve risk olduğunu bildirmiştir (Söyük, 2020).

Sağlık kurumları gibi çok riskli işyerlerinde çalışanların güvenliğine yönelik yapılacak işlemlerin belirlenmesi, talimatların hazırlanması, eğitimlerin planlanması, gerekli malzeme ve ekipmanların eksiksiz olarak temin edilmesi ve denetimlerin gerçekleştirilmesi gereklidir. Sağlık kurumlarında çalışan güvenliği kültürünün oluşturulması için öncelikle bir çalışan güvenliği ekibi kurularak faaliyetler planlanmalıdır. İşe başlayan her personelin işe giriş muayeneleri eksiksiz bir şekilde gerçekleştirilmeli, bunun yanı sıra riskli alanlarda çalışanlara düzenli periyotlarda sağlık taramaları yapılmalıdır. Hasta ve çalışan sağlığını tehdit eden tüm durumlar, bir olay bildirim nedenidir iş kazalarının takibi için bir sistem kurulmalı ve olay bildirimleri bu sistemde raporlanmalıdır. Gerçekleşebilecek iş kazalarına yönelik koruyucu ve önleyici tedbirler alınmalıdır. Çalışan verilerinin takibi ile riskli çalışma grupları belirlenmeli çalışan güvenliği programı oluşturulmalı ve

uygulamaya konulmalıdır. Riskli bölümlerde çalışanlar için ilgili mevzuat doğrultusunda düzenli olarak taramalara uyum gösterilmelidir. Düzeltici ve önleyici faaliyetlerin zamanında planlanarak ilgililerle iletişime geçilmeli ve gerekiyorsa eğitimler planlanmalıdır (Söyük, 2020).

## FMEA Yöntemi

### FMEA Tanım ve Tarihçesi

FMEA (HTEA-Hata Türü ve Etkileri Analizi), bir arızanın veya hatanın gerçekleşmeden önce ilgili riskleri tanımlayıp potansiyel nedenlerini araştıran sistematik bir yöntemdir. Bir ürün veya hizmet geliştirme süreçlerinde dayanıklılık, kalite ve güvenilirliği sağlamak amacı ile kullanılan bu yöntem, geçmiş verilere dayanarak potansiyel hatalara karşı tedbir alınmasını sağlayan, aynı zamanda düzeltici ve önleyici faaliyetleri de kapsamına alan sistematik bir yaklaşımdır (Erginel Musubeyli, 2004; Gilchrist, 1993). Yapılan tanımlarda da söz edildiği gibi FMEA'nın amaçlarını aşağıdaki gibi ifade etmek mümkündür (Yılmaz, 2000);

- Ürün veya süreçte oluşabilecek potansiyel hataları oluşmadan önce belirleyerek bu hataların oluşmasını engellemek.
- Ürün veya hizmetin müşteri ihtiyaç ve isteklerini karşılama durumundan emin olmak için, planlanan süreçlerle bağlantılı olarak bir ürün veya hizmet tasarımının analiz edilmesi.
- Olası hata türleri belirlendikten sonra, riskleri yok etmek için düzeltici ve önleyici faaliyetlerin planlanarak hataların gerçekleşme olasılıklarını en aza indirmek.
- Üretim süreçleri için, sistemin dayandığı neden ve ilkelerin yazılı hale getirilerek standardize edilmesi.

FMEA, ilk olarak ABD Ordusu tarafından 1949'da geliştirilerek ilk defa 1950'li yıllarda uçuş sistemlerinin kontrolünde, 1960'larda NASA'nın Apollo projesinde kullanılmıştır (Akgün, 2017). 1965'li yıllarda askeri havacılık ve kimya, daha sonra ise otomotiv endüstrisinde kazaların ve istenmeyen olayların meydana gelmesini önlemek için süreçlerin analizini standartlaştırırken kullanılabilecek ortak bir dil oluşturmak üzere kalite yönetim sistemlerine dahil edilmiştir (McDermott ve ark., 2009).

Sağlık sektöründe FMEA kullanımının geçmişi, 2002 yılında JCAHO (Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations) ve ASHRM (American Society for Health Care Risk Management)'nin yayınlamış olduğu rapora dayanmaktadır. İlgili raporda, tıbbi hataların FMEA yöntemi ve kök neden analizi ile önlenebileceği ifade edilmiştir. İlk etapta gıda güvenliğinde mikrobiyolojik, biyolojik ve kimyasal kontaminasyonları belirlemede kullanılan bu yöntem, daha sonra sağlık hizmetlerinde, çalışan ve hasta güvenliğini sağlamada yaygınlaşmıştır. FMEA yönteminin, proaktif bir yaklaşım olması nedeniyle özellikle hasta güvenliği uygulamalarında son derece kritik rol üstlendiği ifade edilebilir (Akgün, 2017). FMEA analizinde; hata, hata türü, hata nedeni, hata olasılığı, hatanın etkisi, hatanın şiddeti ve saptanabilirlik kavramları önemlidir. Bu nedenle adı geçen kavramların da tanımlanması önemlidir.

**Hata:** Bir sistemin, tasarımın veya sürecin amacına uygun bir şekilde performans gösterememesi veya fonksiyonunu yerine getirememesi olarak tanımlanabilir (Stamatis, 2003). Hatalar, bir üründe arıza, bozulma, kırılma; hizmette yanlış teslimat, eksik veya yanlış

bilgi aktarımı; sağlıkta ise teşhis, tedavi ve ilaç uygulamada istenmeyen her türlü durum şeklinde meydana gelebilmektedir.

**Hata Türü:** Bir arızanın, yanlışlığın ve hatanın meydana gelme şeklinin fiziki açıklaması olarak tanımlanmaktadır. Problem üzerinde gerçekleştirilen kök neden analizinde ortaya konulan alt sebepler, hatanın alt türlerini oluşturmaktadır. Dolayısıyla uygulama basitse hata türünün düzey sayısı az, uygulama karmaşık ise birden fazla düzeyinin olması beklenmektedir. Düzeyler arasından anlamlı bulunan bir tanesi hata türü olarak ele alınmaktadır. Örneğin; müşterinin hizmetten memnun kalmaması üzerinde gerçekleştirilen bir kök neden analizinde; hizmet yetersizliği 1. Düzey hata türü, vaat edilen hizmetin verilememesi 2. Düzey hata türü, personel yetersizliği ise 3. Düzey hata türü olmak üzere alt düzeylere ayrılmaktadır (Stamatis, 2003). Sağlık sektöründe hasta düşmeleri üzerinden değerlendirilecek olursa 1. Düzey hata türü, hastanın odada yalnız bırakılması, 2. Düzey hata türü, yatak korkuluklarının kaldırılmaması, 3. Düzey hata türü ise hastanın düşme riskinin yatış veya işlem sonrasında değerlendirilmemesi şeklinde örneklendirilebilir. 3. Düzey hata türü aynı zamanda hatanın kök nedeni de olabilir.

**Hata Nedeni:** Listelenen başarısızlığın temel nedeni, FMEA'nın en önemli bileşenlerinden biridir. Hatanın nedeni, düzeltici ve önleyici faaliyete doğru yolu gösteren bir kılavuz olarak düşünülebilir. Kök nedenin doğru bir şekilde tespit edilmesi, hataların önlenme başarısında belirleyici bir unsurdur. Hızlıca bir çözüm arayışı, kök sebepten öte semptomlara odaklanması ve kişi suçlamasına gidilmesi, hatanın ana sebebinin tamamen ortadan kaldırılmasına engel olarak yalnızca kısa vadeli çözümlerle sonuçlanabilmektedir (Stamatis, 2003).

**Hata Olasılığı:** Hatanın gerçekleşme sıklığı ve olasılığının ifadesinde kullanılmaktadır. Hazır ölçekler yardımıyla hata olasılığın değeri ifade edilebilmektedir (Chrysler Corporation, 1993). Sağlık çalışanlarının kesici delici alet yaralanmaları üzerinden örneklendirilecek olursa; ameliyathanedeki bir hemşirenin, fizyoterapi ve rehabilitasyon birimindeki bir fizyoterapistin göre kesici delici alet yaralanması yaşama olasılığının daha yüksek olduğu ifade edilebilir.

**Hatanın Potansiyel Etkisi ve Şiddeti:** Hatanın iç ve dış müşteriler tarafından algılandığı şekilde, sürecin işlevine etkisi olarak tanımlanmaktadır. Hatanın, süreç üzerindeki potansiyel etkileri belirlendikten sonra söz konusu etkinin şiddeti tahmin edilmelidir. Olasılık belirlemede olduğu gibi hazır ölçeklerden faydalanılarak hatanın etki şiddeti puanlanabilmektedir (Chrysler Corporation, 1993). Bir üretim bandındaki etiketleme hatası, müşteri açısından hayati bir tehlike arz etmezken hastanede yapılacak herhangi bir etiketleme hatası, laboratuvar sonuçlarının karışarak yanlış teşhis ve tedaviye yol açabilir. Hastanedeki etiketleme probleminin hata türü, laboratuvar sonuçlarının karışması; potansiyel etkisi, yanlış teşhis ve tedavi iken hatanın şiddeti hayati sonuçlara yol açabilecek düzeyde şiddetli olarak değerlendirilmektedir.

**Saptanabilirlik:** Hatanın gerçekleşmesi durumunda fark edilebilirliğini ifade etmektedir (Chrysler Corporation, 1993). Bir üretim bandındaki etiketleme hatası, seyreden aşamalardaki kalite kontrol adımlarında fark edilerek düzeltilebilir ancak hastanede yapılacak herhangi bir etiketleme hatası fark edildiğinde hastanın

sağlığı açısından geç kalınmış olabilir. Farklı bir örnekle açıklamak gerekirse bir hastanın vücut sıvısına temas edilmesi, tüberküloz hastası ile kişisel koruyucu ekipman kullanmadan aynı havayı solumuş olmaktan daha hızlı bir şekilde fark edilebilir.

### FMEA Türleri, Kullanım Alanları ve Faydaları

FMEA yöntemi, başlangıç olarak üretim endüstrisinde kullanılan bir mühendislik tekniği olsa da farklı sektörlerin farklı kollarında ve aşamalarında kullanılabilmektedir. Çeşitli sektörlerde tanıtmakta olduğu esneklikten ötürü rahatlıkla kullanılabilen FMEA tekniği, bu bağlamda farklı türlere ayrılmıştır. FMEA türlerini tasarımı, proses, hizmet ve sistem olmak üzere dört farklı işlevde görmek mümkündür.

**Tasarım FMEA:** Bir üretim sürecine dair imalat, montaj, servis hizmetleri gibi gereksinimler için tasarım ve alternatiflerinin değerlendirilmesini içermektedir. Verimli bir tasarım programının geliştirilebilmesi için kullanıcılara ek bilgi sağlarken; hataların müşteri üzerindeki etkilerini irdeleyip önceliklendirerek tasarımların geliştirilebilmesi için planlı bir sistem sunar (Ford, 2011).

**Proses FMEA:** Süreçlere dair fonksiyon ve gereksinimleri tanımlayarak potansiyel hataların müşteri üzerindeki etkilerini değerlendirir. Olası arıza durumlarını tanımlayarak istenmeyen durumların azaltılması için kontrollerine odaklanılacak proses değişkenlerini ortaya koymaktadır (Ford, 2011).

**Hizmet FMEA:** Hizmetin müşteriye ulaştırılmadan önceki aşamada müşteri hizmetlerini geliştirebilmek için üretim, kalite ve pazarlama koordinasyonu ile uygulanan bir FMEA çeşididir (Yılmaz, 2000).

**Sistem FMEA:** Müşteri istek ve ihtiyaçlarını karşılarken diğer taraftan da sürecin operasyonel ve ekonomik faktörleri arasında koordinasyonu oluşturabilmek amacıyla sistem tasarımında ve alt sistemlerin analizinde kullanılmaktadır (Stamatis, 2003).

FMEA yöntemi kullanılarak farklı sektörlerde farklı çalışmalar yapılmış ve önemli sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin; Birgören ve Yalçınkaya'nın (2019) çalışmasında FMEA yönteminin iş güvenliği ve iş sağlığı risklerinin değerlendirmesinde başarılı bir şekilde kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Mobilya sektöründe gerçekleştirilen EFQM uygulaması esnasında karşılaşılabilecek problemlere karşı FMEA yöntemi kullanılarak %70'in üzerinde iyileşme elde edilmiştir (Güngör, 2021). Otomotiv sektöründe tedarik zinciri yönetimi üzerine yapılan bir FMEA çalışması ile bu yöntemin ürün ve üretim sürecinden öte işletmenin tüm süreçlerinde kullanılabileceği ve başarıya ulaşabileceği ortaya konmuştur (Özkan Tez ve ark., 2012). Bir otel işletmesinde gerçekleştirilen FMEA çalışmasında kazan dairesinde yangın, patlama; hamamda solunum yolu enfeksiyonu, boğulma ve düşme gibi risklerin azalarak kabul edilebilir risk değerine düştüğü gözlemlenmiştir (Altın ve ark., 2018). Sağlık sektöründe kan bankası ve laboratuvar alanında gerçekleştirilen bir FMEA çalışması ile hastane ve hastane dışı sağlık kurumlarındaki hata risklerinin ve maliyetlerinin azaltıldığı, hasta güvenliğinin ise artırıldığı kaydedilmiştir (Chiozza ve Ponzetti, 2009).

FMEA yöntemi, sektörlerle ve uygulama alanlarına göre esneklik gösterebildiği gibi iyileştirme ve geliştirmeye de oldukça açık-

tır. Yapılan çalışma sonuçlarına göre; teknoloji alanında emniyet sistemlerindeki güvenlik açıklarının tespit edilmesi ve hackerlar tarafından gerçekleştirilebilecek olası saldırıların engellenmesi için [Schmittner ve ark., 2014]; yalın yönetim çabalarının güvenilirliğinin artırılması ve sürdürülebilirliği için [Sawhney ve ark., 2010] probleme yönelik yeni FMEA yöntemleri geliştirilerek daha faydalı bir kullanım sağlanmıştır. FMEA entegrasyonları yalnızca bu örneklerle kalmayıp, bir kamu hastanesinin satın alma sürecini iyileştirmek için ilk kez bulanık tabanlı bir FMEA sistemi geliştirilmiştir [Kumru ve Kumru, 2013].

Literatürde yer alan çalışma örneklerinden hareketle, FMEA yönteminin kullanım alanını temsil eden bir evren tanımı yapmak gerekirse; riskin bulunduğu her sektör olarak genellenebilir.

FMEA'nın kullanıcılara sağladığı faydalar aşağıdaki şekilde sıralanabilir [Ford, 2011; Yılmaz, 2000]:

- Ürünlerin veya süreçlerin kalitesini ve güvenilirliğini artırır.
- Ürün geliştirme süresini ve maliyetini azaltır.
- Riskleri azaltmak için alınan önlemlerin dokümantasyonu ve takibini sağlayarak işletmeye bir kalite gelişim aracı sunar.
- Tasarım ve kontrol planlarının geliştirilmesine destek olur.
- Kullanıcıların ürün veya süreç hakkındaki problemlerini önceliklendirerek ortadan kaldırmaya/azaltmaya odaklanmasına ve/veya sorunların oluşmasını önlemeye yardımcı olur.
- Hataların müşteriye yansımadan önce olabilecek en erken zamanda önlenmesini sağlar.
- Müşteri/tüketici memnuniyetini artırır.

### FMEA Yönteminin Adımları

FMEA, incelenen ürünler ve süreçler hakkında bilgi sahibi olan bir ekip tarafından ve neredeyse standartlaşmış bir form üzerinden gerçekleştirilmektedir. Analiz sürecinde takip edilmesi gereken adımlar, Şekil 1'de sıralanmaktadır [Gilchrist, 1993; McDermott ve ark., 2009]:

**1. Adım Sürecin veya Ürünün Gözden Geçirilmesi:** FMEA ekibindeki herkesin eş bilgi düzeyinde olabilmesi için gerçekleştirilecek olan ürün veya sürece dair bir prototip veya ayrıntılı bir akış şemasının gözden geçirilmesi gerekmektedir. Eğer bir akış şeması yoksa oluşturulmalıdır. Ekip üyelerinin süreç işleyişine hâkim olabilmeleri için yazılı şemanın yanı sıra çalışma sahasını da baştan sona yürüyerek gözlemlemelidir.

**2. Adım Hata Türlerinin Tanımlanması:** Çalışmanın gerçekleştirileceği süreç ile ilgili akış incelendikten sonra ekip ile bir araya gelerek süreçte gerçekleşebilecek hata türlerinin tanımlanması istenir. Bu aşamada beyin fırtınası ve yapışkan renkli kağıtlar aracılığıyla benzer hata türlerinin ortak bir ad altında kategorize edilerek hata türlerinin listelenmesi ve FMEA çalışma tablosuna yerleştirilmesi gerekmektedir.

**3. Adım Hata Türlerinin Olası Etkilerinin Listelenmesi:** Hata türleri gözden geçirilerek bahsi geçen hatanın gerçekleşmesi halinde oluşabilecek etkileri tanımlanmalıdır. Her türlü ihtimal düşünülerek başarısızlığın meydana geldiğinde sonuçlarının neler olabileceği yazılmalıdır. Hata türlerinin bir veya daha fazla sayıda etkileri olabilmektedir.

**4. Adım Her Etki için Önem veya Şiddet Derecesinin Belirlenmesi:** FMEA türlerine göre şiddet, olasılık ve saptanabilirliğin puanlanabilmesi için hazır olan ölçeklerin kullanılabildiği gibi kuruma özel ölçekler ve puanlama sistemleri de oluşturulabilmektedir. Bu adımda belirli bir hatanın meydana gelme durumunda sebep olacağı etkilerin ciddiyetine yönelik tahmini bir puanlamanın yapılması gerekmektedir. Yapılan tahminin kullanılacak olan şiddet ölçeğinde karşılık geldiği puan, FMEA tablosunda ilgili haneye yazılarak diğer hata türlerinde de aynı şekilde değerlendirme devam ettirilmelidir. [Tablo 1.]'de Aydan'ın [2010] bir üniversite hastanesindeki çalışmasında oluşturduğu şiddet ölçeği yer almaktadır.

Şekil 1

FMEA Yönteminin Adımları



*Açıklama notu.* Gilchrist, 1993; McDermott ve ark., 2009 kaynaklarından alınarak yazarlar tarafından uyarlanmıştır.

Tablo 1

Hata Etkisinin Şiddet Ölçeği

| Etki Düzeyi                           | Hatanın Tanım ve Kapsamı                                            | Puanı |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------|
| Hayatî tehlike                        | İnsanların hayatlarını kaybetmelerine neden olabilir.               | 10    |
|                                       | Kişinin hayatını kaybetmesine neden olabilir.                       | 9     |
| Ciddi sağlık/güvenlik sorunu          | İnsanların sağlığını/güvenliğini önemli ölçüde olumsuz etkiler.     | 8     |
|                                       | Kişinin sağlığını/güvenliğini önemli ölçüde olumsuz etkiler.        | 7     |
| Sağlığa/güvenliğe olası olumsuz etki  | İnsanların sağlığını/güvenliğini olumsuz etkilemesi olasıdır.       | 6     |
|                                       | Kişinin sağlığını/güvenliğini olumsuz etkilemesi olasıdır.          | 5     |
| Sağlık/güvenlik dışı istenmeyen durum | Sağlık/güvenlik riski oluşturmaz; fakat sürecin işleyişini bozar.   | 3     |
|                                       | Sağlık/güvenlik riski oluşturmaz; fakat sürecin işleyişini aksatır. | 2     |
| Zararsız                              | Herhangi bir olumsuz etki yaratmaz.                                 | 1     |

*Açıklama notu.* Aydan, M., 2010, Sağlık Hizmetleri Kalite İyileştirme Çalışmalarında Hata Tür ve Etkileri Analizinin Bir Üniversite Hastanesinde Uygulanabilirliği. [Yüksek Lisans Tezi] kaynağından alınmıştır.

**5. Adım Hata Olasılığının Değerlendirilmesi:** Söz konusu hatanın ne sıklıkta meydana gelebileceğine dair bir değerlendirme yapılmalıdır. Bu aşamada geriye dönük hata ve olay bildirimlerinden veya çalışanların tecrübelerinden faydalanılabilir eğer somut bir referans noktası yok ise tahminlere dayandırılarak olasılık Tablo 2'deki olasılık değerlendirme ölçeğinde karşılık gelen puan FMEA tablosuna işlenmelidir.

**Tablo 2***Hata Türünün Olasılık Ölçeği*

| Hata Olasılığı | Atfedilen Sıklık            | Puanı |
|----------------|-----------------------------|-------|
| Çok yüksek     | Saatte 1 veya daha sık      | 10    |
|                | Günde 5-10 kez              | 9     |
| Yüksek         | Günde 1-2 kez               | 8     |
|                | Haftada 3-5 kez             | 7     |
| Olası          | Haftada 1-2 kez             | 6     |
|                | Ayda 1-2 kez                | 5     |
| Düşük          | Yılda 3-5 kez               | 4     |
|                | Yılda 1-2 kez               | 3     |
| Çok düşük      | 5 yılda 1                   | 2     |
|                | 10 yılda 1 veya daha seyrek | 1     |

*Açıklama notu.* Aydan, M., 2010, Sağlık Hizmetleri Kalite İyileştirme Çalışmalarında Hata Tür ve Etkileri Analizinin Bir Üniversite Hastanesinde Uygulanabilirliği. [Yüksek Lisans Tezi] kaynağından alınmıştır.

**6. Adım Tespit Edilme Şansının Değerlendirilmesi:** Bir hatanın veya sebep olduğu etkinin tespit edilebilme olasılığının değerlendirilmesidir. Sistemde ilgili hataya dair bir kontrol mekanizmasının olup olmaması, tespit edilme veya saptanma konusundaki puanlamada oldukça etkilidir. Kontrol mekanizması varsa hatanın tespit edilme ihtimali yüksek olup, kontrol mekanizması yoksa hatanın tespit edilebilme şansı düşük olacaktır. Tablo 3'te bir hata veya nedeninin tespit edilme şansına dair ölçek yer almaktadır.

**Tablo 3***Hatanın Tespit Edilebilirliği Ölçeği*

| Hatanın ve/veya Nedeninin Tespit Edilebilirliği | Puanı                                          |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Neredeyse imkânsız                              | Süreçten sonra bile tespit edilemeyebilir. 10  |
| Pek mümkün görünmüyor                           | Süreç sonuna kadar tespit edilemez. 9          |
| Olasılığı zayıf                                 | Süreç sonuna kadar tespit edilemeyebilir. 8    |
| Çok zor                                         | Birkaç adım süresince tespit edilemez. 7       |
| Zor                                             | Sonraki adımın sonlarında tespit edilebilir. 6 |
| Zor değil                                       | Sonraki adımın başlarında tespit edilir. 5     |
| Beklenir                                        | Sonraki adıma geçmeden tespit edilir. 4        |
| Kolay                                           | Sonraki işlem sırasında tespit edilir. 3       |
| Çok kolay                                       | Sonraki işlemden önce tespit edilir. 2         |
| Neredeyse kesin                                 | Anında tespit edilir. 1                        |

*Açıklama notu.* Aydan, M. (2010). Sağlık Hizmetleri Kalite İyileştirme Çalışmalarında Hata Tür ve Etkileri Analizinin Bir Üniversite Hastanesinde Uygulanabilirliği. [Yüksek Lisans Tezi]. YÖKSİS. (267324). kaynağından alınmıştır.

**7. Adım Risk Öncelik Skorunun (RÖS) Hesaplanması:** Hata türünün etkilerine ilişkin değerlendirilen şiddet, olasılık ve saptanabilirlik puanlarının çarpımından elde edilen değer, risk öncelik skoru olarak tanımlanmaktadır. RÖS denklemi aşağıdaki gibidir (Aydan ve Kaya, 2017).

$$RÖS = \text{Şiddet} \times \text{Olasılık} \times \text{Saptanabilirlik}$$

$$f(RÖS) = \begin{cases} 1 \leq RÖS \leq 1000; & \begin{matrix} 1 \leq \text{Şiddet} \leq 10 \\ 1 \leq \text{Olasılık} \leq 10 \\ 1 \leq \text{Saptanabilirlik} \leq 10 \end{matrix} \end{cases}$$

**8. Adım Hataların Risk Bazında Sıralanması ve Önceliklendirilmesi:** RÖS hesaplama işlemi tamamlandıktan sonra hata türleri puana göre büyükten küçüğe doğru sıralanmalıdır. Bu aşamada önceliklendirme yapabilmek için 80/20 kuralı olarak da geçen pareto diyagramından yararlanılabilir. Kümülatif toplam içerisinde problemlerin %80'ini ve daha aşağısını temsil eden kısma karşılık gelen RÖS, kabul edilebilir risk; %80'inin üzerine tekabül eden RÖS'ler ise kabul edilemeyen risk olarak değerlendirilmektedir.

**9. Adım Yüksek Riskli Hatalarla İlgili Faaliyetlerin Planlanması:** Bir önceki aşamada yapılan önceliklendirmeye uygun bir şekilde hata türleri ile ilgili iyileştirme faaliyetlerinin planlanması gerekmektedir. Faaliyetleri planlarken göz önünde bulundurulması gereken nokta, bir hatanın tamamen ortadan kaldırılabiliyor ise kaldırılması, eğer bu mümkün değilse de şiddetinin ve gerçekleşme olasılığının düşürülerek tespit edilebilirliğinin artırılmasına yönelik önleyici planların düşünülmesi gerektirir.

Faaliyet planlamasında hata etkisinin şiddetini azaltmaya yönelik alınabilecek önlemlere olası bir hataya izin vermeyen emniyet durdurucuları, kişisel koruyucu ekipmanlar ve güvenlik bariyerleri örnek verilebilir. Hatanın gerçekleşme ihtimalinin azaltılabilmesi için kalite iyileştirme ekiplerinin istikrarlı bir şekilde çalışmaları ve sürecin sürekli iyileştirilme ve geliştirilmesine odaklanması gerekmektedir. Hatanın saptanabilirliğinin artırılmasına yönelik de istatistiksel kontrol mekanizmalarının kurularak sistem üzerinden takibin gerçekleştirilmesi, önleyici bakım için cihazların zamanında ve doğru bir şekilde kalibrasyonlarının gerçekleştirilmesi ve görsel uyarıcılarla çalışanların yönlendirilmesi planlanabilecek düzeltici önleyici faaliyetlerdendir.

**10. Adım Analizin Tekrarlanarak Eylem Etkinliğinin Denetlenmesi:** Düzeltici ve önleyici faaliyet planının uygulamaya geçirilmesinden sonra süreçteki risk durumunun tekrar değerlendirilmesi için RÖS'lerin alınan önlemler ışığında tekrar hesaplanması gerekmektedir. Böylece eylem etkinliği, ilk durum ve yeni durum arasındaki farkın alınmasıyla somut bir şekilde değerlendirilebilmektedir.

## Uygulama

Literatürde yer alan FMEA uygulamalarının çeşitli sektörler arasında yaygın bir şekilde kullanıldığı önceki kısımlarda belirtilmişti. Sağlık sektörü özelinde de klinik laboratuvar, hekim-hasta iletişimi, ambulans, klinik beslenme ve güvenli ilaç uygulama gibi pek çok farklı branşta ve uygulamada FMEA yönteminin kullanıldığına dair çalışmalara ulaşılmış ve bu bölümde özet bir şekilde aktarılması amaçlanmıştır.

Bir kamu hastanesindeki laboratuvar sürecine yönelik gerçekleştirilen FMEA çalışmasında öncelikli olarak çözülmesi gereken

problem, laboratuvar ortamının ısı ve nem koşulları olduğu tespit edilmiştir. Ortam şartlarından dolayı oluşabilecek potansiyel hataların RÖS değeri, mevcut durumda 600 olarak hesaplanmış, ancak iklimlendirme cihazları ve teknolojilerinin yardımıyla gerçekleştirilen düzeltici önleyici faaliyetler sonucunda RÖS değeri 40'a düşürülmüştür. Aksay ve ark. (2012), FMEA yöntemi ile yapmış oldukları bu çalışma ile bir kamu hastanesinin laboratuvarına yaklaşık olarak %93 oranında iyileşme sağlamıştır.

Bol ve ark. (2013) hasta-hekim arasındaki iletişim eksikliğinden dolayı ortaya çıkabilecek hataların, hastada oluşturacağı olası etkilerini FMEA ile incelemiştir. Risk puanı en fazla çıkan hata türleri; hekim-hasta iletişimsizliğinden dolayı reçetenin doğru kullanılmaması, diyet programının usulüne uygun takip edilmemesi, hastanın hekimi anlayamamasından kaynaklı tedavinin eksik bırakılması şeklinde sıralanmıştır. Dolayısıyla sağlık çalışanlarının tıbbi açıdan donanımlı olmalarının tek başına yeterli olmadığı, iletişimin de hayati önem taşıdığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada FMEA'nın kilit rolü, çoğu zaman önemsiz görülen detayların oluşturabileceği risk ve yol açabileceği hasarları ortaya koymaktır.

Yeni doğan transport ambulanslarında gerçekleştirilen bir FMEA çalışmasında risk puanı en yüksek bulunan üç madde; ambulans şoförlerinin ileri sürüş teknikleri eğitimlerinin olmaması, hastalardan inhalasyon yoluyla bulaşan solunum yolu hastalıkları ve basınçlı tüplerin ve gazların kullanılmasından kaynaklı olarak patlama ve yangın şeklindedir (Narlı, 2021). Sağlık sektöründe FMEA uygulaması denince ilk akla gelen, hastane gibi büyük çaplı kompleks yapılardır ancak bu çalışma da göstermektedir ki FMEA, küçük çaplı butik alanlarda da rahatlıkla uygulanabilmektedir.

Bir özel hastanede yatan hastaların klinik beslenmesine dair değerlendirme (nutrisyon) sürecindeki potansiyel hata türleri, FMEA yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışmada önceliklendirilen hata türleri; primer doktorun tedavi ihtiyacı duymaması ve destek tedaviye başlamaması, primer doktorun konsültasyon raporu üzerinde diyetisyen konsültasyon isteğini belirtmemesi, diyetisyenin tedavi sürecine dahil edilmemesi olarak belirlenmiştir. Kök neden analizleri ve faaliyet planının uygulanması sonucunda süreçteki mevcut risk, 17794'ten 9743'e puana düşürülerek %45 oranında azaltılmıştır (Güngör Hüner ve ark., 2014).

Hastanede ilaç uygulama hata türleri üzerine FMEA kullanılarak yapılan başka bir çalışmada en yüksek risk puanı 648'den 252'ye düşürülerek, yüksek risk grubunda 9 adet riskten sadece 1 adet hata/risk kalmıştır. RÖS puanı çok yüksek olan hata türlerinin sayısı 10 adetten 5 adete, orta risk grubundaki hata türleri, 9 adetten 4 adete indirilerek riskler minimize edilmiştir. Çalışma bulgularından hareketle FMEA yönteminin sağlık alanında güvenli ilaç uygulamalarında faydalı olabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Aydın ve ark., 2013).

### Vaka Örneği

Hastane ortamındaki yaralanmaların üçte biri kesici delici alet yaralanmalarından oluşmaktadır. CDC verilerine göre her yıl 385 bin enjektör yaralanması olmak üzere sağlık çalışanları, günde ortalama 1000 kesici delici alet yaralanması ile karşı karşıya kalmaktadır. Sağlık kuruluşlarında kullanılan enjektör iğneleri, bistüri uçları, damar içi kateterleri, kesici aletler vb. malzemelerin yol açtığı yaralanmalar, kesici delici alet yaralanmaları olarak ad-

landırılmaktadır. Mesleki hastalıkların bulaşmasının %86'sı kesici delici aletlerle yaralanmaları sonucu oluşmaktadır. Sağlık çalışanları, Hepatit B, Hepatit C, Hepatit D ve HIV başta olmak üzere 20 kadar patojen bulaşması açısından sürekli risk altındadır (Söyük, 2020).

Sağlık sektöründe en sık karşılaşılan iş kazaları, kesici delici alet yaralanmaları olduğundan çalışmanın vaka örneği, hemşirelerin enjeksiyon uygulaması konusunda gerçekleştirilecektir. Bu vaka örneğiyle sağlık çalışanlarına, yöneticilerine ve yönetici adaylarına süreçlerde barınan risklerin ne gibi sonuçlara yol açabileceği konusuna dikkat çekmek amaçlanmıştır. Aynı zamanda bu uygulama ile FMEA yönteminin nasıl uygulanabileceği görsel içeriklerle zenginleştirilerek detaylı bir şekilde aktarılmıştır. Çalışma, FMEA yönteminin kullanımına dair bir kılavuz niteliği taşıdığından vakadaki olası hata türü etkileri, tahminlere dayandırılarak puanlanmıştır. Değerlendirmenin bir örnek teşkil etmesi için gerçekleştirileceği, uygulanacak kuruma, yapılan işlemlere ve faaliyet alanına bağlı olarak puan değerlerinin değişkenlik gösterebileceği, göz önünde bulundurulması gereken önemli bir husustur.

**1. Adım Sürecin veya Ürünün Gözden Geçirilmesi:** Enjeksiyon uygulama sürecinin seçilmesi ile başlangıç yapılan FMEA uygulaması için Microsoft Excel programında bir çalışma tablosu oluşturularak süreç bilgileri, FMEA lideri, FMEA ekibi, uygulamanın planlandığı tarih aralığı ve kurum içinde takibi kolaylaştırması adına bir numara tanımlanması gerekmektedir.

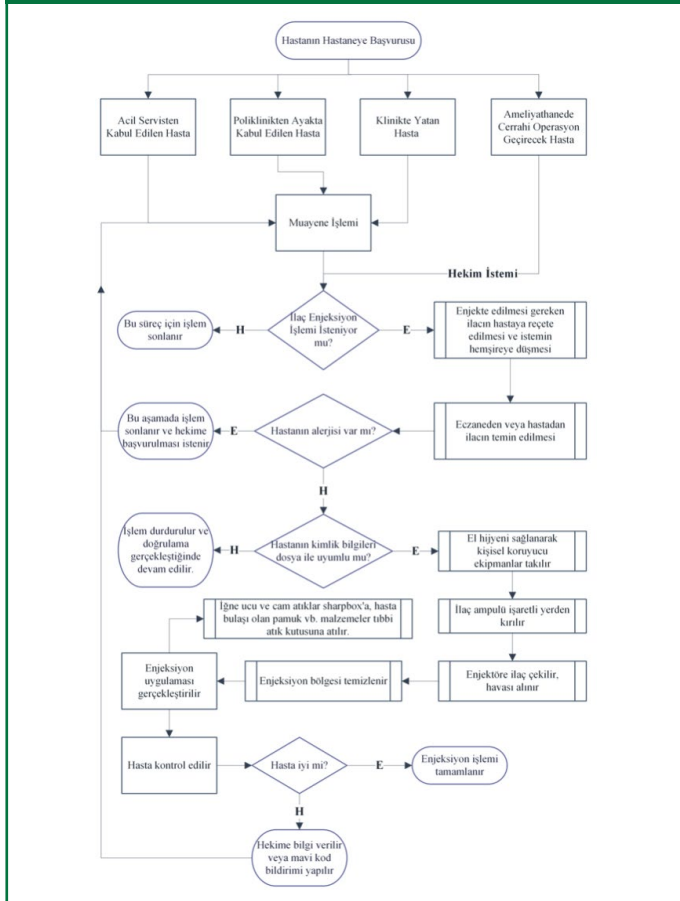
FMEA'ya dair tanımlayıcı bilgiler doldurulduktan sonra ilk olarak hemşirelerin enjeksiyon uygulamaları ile ilgili sürecin gözden geçirilmesi ve işlem adımlarının sıralanması gerekmektedir. Herhangi bir kurum ile bağlantılı olmayarak Microsoft Visio programında (Şekil 2.)'deki gibi örnek bir enjeksiyon süreç akış şeması oluşturulmuştur.

- Hastanın hastaneye başvurusu, ayakta hastalar için acil servisten ve poliklinikten; yatan hastalar için ise klinikte ve ameliyathanede cerrahi uygulama geçiren hasta olmak üzere dört aşamada değerlendirilmiştir. Her bir aşama için başlangıç noktası, hekimin muayene ve değerlendirmesinden sonra enjeksiyon uygulanmasını istemesi, reçete etmesi şeklinde belirlenmiştir. Hekimin isteğinden sonraki adım, işlemin uygulamasından sorumlu olan hemşireye geçmektedir.
- Hemşire istenen ilacı, sadece enjeksiyon için acil servisten giriş yaptıysa hastadan, o an reçete edildiyse kurumun dahili eczanesinden temin edebilir.
- Hemşire enjeksiyona başlamadan hastanın daha önce i ilaç içerisindeki etken maddeye karşı herhangi bir alerjisinin olup olmadığını sorgular. Eğer hastanın alerjisi var ise hekimine başvurulur ve süreç yeniden başlatılır.
- Hastanın alerjisi yok ise hastanın kimlik bilgileri dosyası ile doğrulanır ve kendisine sorularak da ikinci bir doğrulama adımı gerçekleştirilebilir. Bu işlem, doğru ilacın doğru hastaya uygulanması açısından hasta güvenliği için önemlidir.
- Hastanın kimlik bilgileri doğru ise hemşirenin el hijyenini sağlayarak eldiven, (gerekliyorsa gözlük ve maske) gibi kişisel koruyucu ekipmanlarını giymesi gerekmektedir.
- Çalışan güvenliği için de gerekli koruma sağlandıktan sonra ilaç ampulü işaretli yerinden kırılır, enjektöre ilaç çekilir ve enjektörün havası alındıktan sonra hastaya ilacın uygulanması gereken bölge temizlenerek enjeksiyon yapılır.

- İlaç uygulaması gerçekleştirildikten sonra iğne ucu ve cam atıklar sharpbox'a, hasta bulaşı olan pamuk vb. malzemeler ise tıbbi atık kutusuna atılır.
- Enjeksiyon işlemi tamamlanan hastanın sağlık durumu kontrol edilir, beklemesi gerekiyor ise kurumda bir süre müşahade altında tutulur. Hastanın durumu iyi ise işlem sonlanır. Hasta, enjeksiyona karşı herhangi bir komplikasyon geliştirir ise hekimine bilgi verilir ancak hastanın solunumunun durması gibi acil bir durum gelişir ise hastanede mavi kod bildirimi yapılır.

Şekil 2

Enjeksiyon İşlemi Süreç Akış Şeması



**2. Adım Hata Türlerinin Tanımlanması:** Enjeksiyon işleminin süreç akışı incelendikten sonra gerçekleşebilecek istenmeyen olaylar ve hatalar tanımlanmalıdır. Enjeksiyon işlemi için beyin fırtınası ile tanımlanan hatalar aşağıdaki gibidir:

- Enjeksiyondan önce hemşirenin eline iğnenin batması
- Enjeksiyondan sonra hemşirenin eline iğnenin batması
- El hijyeninin sağlanmadan uygulamanın gerçekleştirilmesi
- İlaç ampullerinin kırılırken camın hemşirenin eline batması
- Uygulama esnasında kişisel koruyucu ekipman kullanılmaması
- Alerjisi olan hastaya etken ilacın uygulanması
- İlacın yanlış hastaya uygulanması
- İlacın yanlış bölgeye uygulanması
- İlacın yanlış yoldan uygulanması
- İlacın yanlış dozda uygulanması
- İlacın yanlış hızda uygulanması
- Enjeksiyon bölgesinde asepsi antisepsiye dikkat edilmemesi

Listelenen hata türlerinin (Tablo 4.)'teki gibi Microsoft Excel programında hazırlanan FMEA tablosuna işlenmesi gerekmektedir. Seyreden adımlara dair doldurma işlemlerinin de aynı tablo üzerinden gerçekleştirilmesi, uygulama pratikliği açısından kolaylık sağlayacaktır.

**Tablo 4***FMEA Tablosuna Hata Türlerinin Tanımlanması*

| FAALİYET |                    | HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ                                       |                        |        |                         | MEVCUT DURUM |                 |                   |         |     |
|----------|--------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------|--------|-------------------------|--------------|-----------------|-------------------|---------|-----|
| No       | İşlem Adımı        | Potansiyel Hata Türü                                        | Hatanın Olası Etkileri | Şiddet | Hatanın Olası Nedenleri | Olasılık     | Mevcut Önlemler | Mevcut Kontroller | Saptama | RÖS |
| 1        | Enjeksiyon öncesi  | Hemşirenin eline iğnenin batması                            |                        |        |                         |              |                 |                   |         |     |
| 2        | Enjeksiyon sonrası | Hemşirenin eline iğnenin batması                            |                        |        |                         |              |                 |                   |         |     |
| 3        | El hijyeni         | El hijyeni sağlanmadan enjeksiyonun yapılması               |                        |        |                         |              |                 |                   |         |     |
| 4        | İlaç hazırlama     | İlaç ampullerinin kırılırken camın hemşirenin eline batması |                        |        |                         |              |                 |                   |         |     |
| 5        | Uygulama esnasında | Kişisel koruyucu ekipman kullanılmaması                     |                        |        |                         |              |                 |                   |         |     |
| 6        | Uygulama esnasında | Alerjisi olan hastaya etken ilacın uygulanması              |                        |        |                         |              |                 |                   |         |     |
| 7        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış hastaya uygulanması                           |                        |        |                         |              |                 |                   |         |     |
| 8        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış bölgeye uygulanması                           |                        |        |                         |              |                 |                   |         |     |
| 9        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış yoldan uygulanması                            |                        |        |                         |              |                 |                   |         |     |
| 10       | Uygulama esnasında | İlacın yanlış dozda uygulanması                             |                        |        |                         |              |                 |                   |         |     |
| 11       | Uygulama esnasında | İlacın yanlış hızda uygulanması                             |                        |        |                         |              |                 |                   |         |     |
| 12       | Uygulama esnasında | Enjeksiyon bölgesinde asepsi antisepsiye dikkat edilmemesi  |                        |        |                         |              |                 |                   |         |     |

*Açıklama notu.* McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R., 2009, The Basics of FMEA. 2. Baskı. New York: Productivity Press kaynağından alınarak yazarlar tarafından uyarlanmıştır.

**3. Adım Hata Türlerinin Olası Etkilerinin Listelenmesi:** Enjeksiyon uygulamasında potansiyel hataların gerçekleşmesi halinde oluşabilecek etkileri (Tablo 5.)’teki FMEA tablosuna tanımlanmıştır.

| Tablo 5<br>Hata Türlerinin Olası Etkilerinin Listelenmesi |                    |                                                             |                                                             |        |                         |          |                 |                   |             |
|-----------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------|-------------------------|----------|-----------------|-------------------|-------------|
| FAALİYET                                                  |                    | HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ                                       |                                                             |        | MEVCUT DURUM            |          |                 |                   |             |
| No                                                        | İşlem Adımı        | Potansiyel Hata Türü                                        | Hatanın Olası Etkileri                                      | Şiddet | Hatanın Olası Nedenleri | Olasılık | Mevcut Önlemler | Mevcut Kontroller | Saptama RÖS |
| 1                                                         | Enjeksiyon öncesi  | Hemşirenin eline iğnenin batması                            | Yaralanma                                                   |        |                         |          |                 |                   |             |
| 2                                                         | Enjeksiyon sonrası | Hemşirenin eline iğnenin batması                            | Enfeksiyon kapma ve bulaşıcı hastalığa yakalanma            |        |                         |          |                 |                   |             |
| 3                                                         | El hijyeni         | El hijyeni sağlanmadan enjeksiyonun yapılması               | Hastalar arası enfeksiyonun taşınması                       |        |                         |          |                 |                   |             |
| 4                                                         | İlaç hazırlama     | İlaç ampullerinin kırılırken camın hemşirenin eline batması | Yaralanma                                                   |        |                         |          |                 |                   |             |
| 5                                                         | Uygulama esnasında | Kişisel koruyucu ekipman kullanılmaması                     | Kan ve vücut sıvılarının sıçraması halinde enfeksiyon kapma |        |                         |          |                 |                   |             |
| 6                                                         | Uygulama esnasında | Alerjisi olan hastaya etken ilacın uygulanması              | Hastanın alerjik şok geçirmesi                              |        |                         |          |                 |                   |             |
| 7                                                         | Uygulama esnasında | İlacın yanlış hastaya uygulanması                           | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi   |        |                         |          |                 |                   |             |
| 8                                                         | Uygulama esnasında | İlacın yanlış bölgeye uygulanması                           | Hastanın felç kalma riski                                   |        |                         |          |                 |                   |             |
| 9                                                         | Uygulama esnasında | İlacın yanlış yoldan uygulanması                            | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi   |        |                         |          |                 |                   |             |
| 10                                                        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış dozda uygulanması                             | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi   |        |                         |          |                 |                   |             |
| 11                                                        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış hızda uygulanması                             | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi   |        |                         |          |                 |                   |             |

**Tablo 5***Hata Türlerinin Olası Etkilerinin Listelenmesi (devamı)*

| FAALİYET |                    | HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ                                      |                             |        | MEVCUT DURUM            |          |                 |                   |         |     |
|----------|--------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------|-------------------------|----------|-----------------|-------------------|---------|-----|
| No       | İşlem Adımı        | Potansiyel Hata Türü                                       | Hatanın Olası Etkileri      | Şiddet | Hatanın Olası Nedenleri | Olasılık | Mevcut Önlemler | Mevcut Kontroller | Saptama | RÖS |
| 12       | Uygulama esnasında | Enjeksiyon bölgesinde asepti antisepsiye dikkat edilmemesi | Hastanın enfeksiyon kapması |        |                         |          |                 |                   |         |     |

*Açıklama notu.* McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R., 2009, The Basics of FMEA. 2. Baskı. New York: Productivity Press kaynağından alınarak yazarlar tarafından uyarlanmıştır.

#### 4. Adım Her Etki için Önem veya Şiddet Derecesinin Belirlenmesi:

Potansiyel hata türlerinin olası etkileri tahmin yoluyla (Tablo 1.)'de

yer alan şiddet ölçeğinde karşılık gelen değerler; (Tablo 6.)'daki gibi şiddet sütununa işlenmiştir.

**Tablo 6***Her Etki için Önem veya Şiddet Derecesinin Belirlenmesi*

| FAALİYET |                    | HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ                                       |                                                             |        | MEVCUT DURUM            |          |                 |                   |         |     |
|----------|--------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------|-------------------------|----------|-----------------|-------------------|---------|-----|
| No       | İşlem Adımı        | Potansiyel Hata Türü                                        | Hatanın Olası Etkileri                                      | Şiddet | Hatanın Olası Nedenleri | Olasılık | Mevcut Önlemler | Mevcut Kontroller | Saptama | RÖS |
| 1        | Enjeksiyon öncesi  | Hemşirenin eline iğnenin batması                            | Yaralanma                                                   | 3      |                         |          |                 |                   |         |     |
| 2        | Enjeksiyon sonrası | Hemşirenin eline iğnenin batması                            | Enfeksiyon kapma ve bulaşıcı hastalığa yakalanma            | 7      |                         |          |                 |                   |         |     |
| 3        | El hijyeni         | El hijyeni sağlanmadan enjeksiyonun yapılması               | Hastalar arası enfeksiyonun taşınması                       | 6      |                         |          |                 |                   |         |     |
| 4        | İlaç hazırlama     | İlaç ampullerinin kırılırken camın hemşirenin eline batması | Yaralanma                                                   | 3      |                         |          |                 |                   |         |     |
| 5        | Uygulama esnasında | Kişisel koruyucu ekipman kullanılmaması                     | Kan ve vücut sıvılarının sıçraması halinde enfeksiyon kapma | 7      |                         |          |                 |                   |         |     |
| 6        | Uygulama esnasında | Alerjisi olan hastaya etken ilacın uygulanması              | Hastanın alerjik şok geçirmesi                              | 9      |                         |          |                 |                   |         |     |
| 7        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış hastaya uygulanması                           | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi   | 5      |                         |          |                 |                   |         |     |
| 8        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış bölgeye uygulanması                           | Hastanın felç kalma riski                                   | 5      |                         |          |                 |                   |         |     |
| 9        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış yoldan uygulanması                            | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi   | 5      |                         |          |                 |                   |         |     |

**Tablo 6***Her Etki için Önem veya Şiddet Derecesinin Belirlenmesi (devamı)*

| FAALİYET |                    | HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ                                      |                                                           |        | MEVCUT DURUM            |          |                 |                   |             |
|----------|--------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------|-------------------------|----------|-----------------|-------------------|-------------|
| No       | İşlem Adımı        | Potansiyel Hata Türü                                       | Hatanın Olası Etkileri                                    | Şiddet | Hatanın Olası Nedenleri | Olasılık | Mevcut Önlemler | Mevcut Kontroller | Saptama RÖS |
| 10       | Uygulama esnasında | İlacın yanlış dozda uygulanması                            | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi | 7      |                         |          |                 |                   |             |
| 11       | Uygulama esnasında | İlacın yanlış hızda uygulanması                            | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi | 5      |                         |          |                 |                   |             |
| 12       | Uygulama esnasında | Enjeksiyon bölgesinde asepsi antiseptiye dikkat edilmemesi | Hastanın enfeksiyon kapması                               | 7      |                         |          |                 |                   |             |

*Açıklama notu.* McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R., 2009, The Basics of FMEA. 2. Baskı. New York: Productivity Press kaynağından alınarak yazarlar tarafından uyarlanmıştır.

Hata türlerinin olası etki şiddetleri belirlendikten sonra potansiyel problemlerin çözümü hakkında yol gösterebileceği için (Tablo hataların olası nedenleri ile ilgili bir beyin fırtınası yapmak, 7.)'deki gibi adımlara ek olarak uygulanmıştır.

**Tablo 7***Hatanın Olası Nedenlerinin Belirlenmesi*

| FAALİYET |                    | HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ                                       |                                                             |        | MEVCUT DURUM                                              |          |                 |                   |             |
|----------|--------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------|----------|-----------------|-------------------|-------------|
| No       | İşlem Adımı        | Potansiyel Hata Türü                                        | Hatanın Olası Etkileri                                      | Şiddet | Hatanın Olası Nedenleri                                   | Olasılık | Mevcut Önlemler | Mevcut Kontroller | Saptama RÖS |
| 1        | Enjeksiyon öncesi  | Hemşirenin eline iğnenin batması                            | Yaralanma                                                   | 3      | Yorgunluğuna bağlı dalgınlık                              |          |                 |                   |             |
| 2        | Enjeksiyon sonrası | Hemşirenin eline iğnenin batması                            | Enfeksiyon kapma ve bulaşıcı hastalığa yakalanma            | 7      | Çalışma saatlerinin uzun olması                           |          |                 |                   |             |
| 3        | El hijyeni         | El hijyeni sağlanmadan enjeksiyonun yapılması               | Hastalar arası enfeksiyonun taşınması                       | 6      | İş yükünün dengesiz dağılımı                              |          |                 |                   |             |
| 4        | İlaç hazırlama     | İlaç ampullerinin kırılırken camın hemşirenin eline batması | Yaralanma                                                   | 3      | Personel eksikliği                                        |          |                 |                   |             |
| 5        | Uygulama esnasında | Kişisel koruyucu ekipman kullanılmaması                     | Kan ve vücut sıvılarının sıçraması halinde enfeksiyon kapma | 7      | Yorgunluk, tükenmişlik ve buna bağlı motivasyon eksikliği |          |                 |                   |             |
| 6        | Uygulama esnasında | Alerjisi olan hastaya etken ilacın uygulanması              | Hastanın alerjik şok geçirmesi                              | 9      | Dikkatsizlik                                              |          |                 |                   |             |

Tablo 7

Hatanın Olası Nedenlerinin Belirlenmesi (devamı)

| FAALİYET |                    | HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ             |                                                           |        |                                                                    | MEVCUT DURUM |                 |                   |         |     |
|----------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------|-------------------|---------|-----|
| No       | İşlem Adımı        | Potansiyel Hata Türü              | Hatanın Olası Etkileri                                    | Şiddet | Hatanın Olası Nedenleri                                            | Olasılık     | Mevcut Önlemler | Mevcut Kontroller | Saptama | RÖS |
| 7        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış hastaya uygulanması | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi | 5      | Mesleki yetersizlik                                                |              |                 |                   |         |     |
| 8        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış bölgeye uygulanması | Hastanın felç kalma riski                                 | 5      | Kalite denetimlerinin yetersizliği                                 |              |                 |                   |         |     |
| 9        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış yoldan uygulanması  | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi | 5      | Görsel uyarıcı eksikliği<br>Hatasızlaştırma unsurlarının eksikliği |              |                 |                   |         |     |

*Açıklama notu.* McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R., 2009, The Basics of FMEA. 2. Baskı. New York: Productivity Press kaynağından alınarak yazarlar tarafından uyarlanmıştır.

**5. Adım Hata Olasılığının Değerlendirilmesi:** Potansiyel hataların ne sıklıkta meydana gelebileceği tahmin yoluyla değerlendirilmiş, (Tablo 2.)'deki olasılık ölçeğinde karşılık gelen değerler, (Tablo 8.)'deki gibi olasılık sütununa işlenmiştir. Ardından mevcut durumda o hata için alınan herhangi bir önlem olup olmadığı, varsa da hangi önlemlerin alınıyor olduğu belirtilmiştir

Tablo 8

Hata Olasılığının Değerlendirilmesi

| FAALİYET |                    | HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ                                       |                                                             |        |                                                           | MEVCUT DURUM |                                            |                   |         |     |
|----------|--------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------|-------------------|---------|-----|
| No       | İşlem Adımı        | Potansiyel Hata Türü                                        | Hatanın Olası Etkileri                                      | Şiddet | Hatanın Olası Nedenleri                                   | Olasılık     | Mevcut Önlemler                            | Mevcut Kontroller | Saptama | RÖS |
| 1        | Enjeksiyon öncesi  | Hemşirenin eline iğnenin batması                            | Yaralanma                                                   | 3      | Yorgunluğuna bağlı dalgınlık                              | 5            | Yok                                        |                   |         |     |
| 2        | Enjeksiyon sonrası | Hemşirenin eline iğnenin batması                            | Enfeksiyon kapma ve bulaşıcı hastalığa yakalanma            | 7      | Çalışma saatlerinin uzun olması                           | 5            | İSG eğitim içeriğinde bulunmaktadır        |                   |         |     |
| 3        | El hijyeni         | El hijyeni sağlanmadan enjeksiyonun yapılması               | Hastalar arası enfeksiyonun taşınması                       | 6      | İş yükünün dengesiz dağılımı                              | 5            | El hijyeni eğitimi                         |                   |         |     |
| 4        | İlaç hazırlama     | İlaç ampullerinin kırılırken camın hemşirenin eline batması | Yaralanma                                                   | 3      | Personel eksikliği                                        | 3            | Yok                                        |                   |         |     |
| 5        | Uygulama esnasında | Kişisel koruyucu ekipman kullanılmaması                     | Kan ve vücut sıvılarının sıçraması halinde enfeksiyon kapma | 7      | Yorgunluk, tükenmişlik ve buna bağlı motivasyon eksikliği | 4            | Kişisel koruyucu ekipmanlar sağlanmaktadır |                   |         |     |
| 6        | Uygulama esnasında | Alerjisi olan hastaya etken ilacın uygulanması              | Hastanın alerjik şok geçirmesi                              | 9      | Dikkatsizlik                                              | 2            | Hastayı sorgulama                          |                   |         |     |

**Tablo 8***Hata Olasılığının Değerlendirilmesi (devamı)*

| FAALİYET |                    | HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ                                      |                                                           |        |                                                                    | MEVCUT DURUM |                                            |                   |             |
|----------|--------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------|-------------------|-------------|
| No       | İşlem Adımı        | Potansiyel Hata Türü                                       | Hatanın Olası Etkileri                                    | Şiddet | Hatanın Olası Nedenleri                                            | Olasılık     | Mevcut Önlemler                            | Mevcut Kontroller | Saptama RÖS |
| 6        | Uygulama esnasında | Alerjisi olan hastaya etken ilacın uygulanması             | Hastanın alerjik şok geçirmesi                            | 9      | Hizmet içi eğitim eksikliği                                        | 2            | Yok                                        |                   |             |
| 7        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış hastaya uygulanması                          | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi | 5      | Mesleki yetersizlik                                                | 3            | Kimlik doğrulama sorusu                    |                   |             |
| 8        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış bölgeye uygulanması                          | Hastanın felç kalma riski                                 | 5      | Görsel uyarıcı eksikliği<br>Hatasızlaştırma unsurlarının eksikliği | 3            | Yok                                        |                   |             |
| 9        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış yoldan uygulanması                           | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi | 5      | Görsel uyarıcı eksikliği                                           | 2            | Yok                                        |                   |             |
| 10       | Uygulama esnasında | İlacın yanlış dozda uygulanması                            | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi | 7      | Hatasızlaştırma unsurlarının eksikliği                             | 3            | Yok                                        |                   |             |
| 11       | Uygulama esnasında | İlacın yanlış hızda uygulanması                            | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi | 5      | Kişisel koruyucu ekipmanların eksikliği                            | 4            | Yok                                        |                   |             |
| 12       | Uygulama esnasında | Enjeksiyon bölgesinde asepsi antiseptiye dikkat edilmemesi | Hastanın enfeksiyon kapması                               | 7      | Kalite denetimlerinin yetersizliği                                 | 4            | Alanlarda gerekli malzemeler bulunmaktadır |                   |             |

*Açıklama notu.* McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R., 2009, The Basics of FMEA. 2. Baskı. New York: Productivity Press kaynağından alınarak yazarlar tarafından uyarlanmıştır.

**6. Adım Tespit Edilme Şansının Değerlendirilmesi:** Enjeksiyon uygulamasındaki potansiyel hata ve etkileri ile ilgili sistemde bir kontrol mekanizmasının olup olmaması (Tablo 9.)'daki mevcut

kontroller sütununda değerlendirilmiştir. Ardından (Tablo 3.)'teki saptanabilirlik ölçeği doğrultusunda saptanma puanlaması gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 9**

*Hata Türü ve Etkisinin Tespit Edilme Şansının Değerlendirilmesi*

| FAALİYET |                    | HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ                                       |                                                             |        | MEVCUT DURUM                            |          |                                            |                    |             |
|----------|--------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------|----------|--------------------------------------------|--------------------|-------------|
| No       | İşlem Adımı        | Potansiyel Hata Türü                                        | Hatanın Olası Etkileri                                      | Şiddet | Hatanın Olası Nedenleri                 | Olasılık | Mevcut Önlemler                            | Mevcut Kontroller  | Saptama RÖS |
| 1        | Enjeksiyon öncesi  | Hemşirenin eline iğnenin batması                            | Yaralanma                                                   | 3      | Yorgunluğuna bağlı dalgınlık            | 5        | Yok                                        | Yok                | 1           |
| 2        | Enjeksiyon sonrası | Hemşirenin eline iğnenin batması                            | Enfeksiyon kapma ve bulaşıcı hastalığa yakalanma            | 7      | Çalışma saatlerinin uzun olması         | 5        | İSG eğitim içeriğinde bulunmaktadır        | Yok                | 9           |
| 3        | El hijyeni         | El hijyeni sağlanmadan enjeksiyonun yapılması               | Hastalar arası enfeksiyonun taşınması                       | 6      | İş yükünün dengesiz dağılımı            | 5        | El hijyeni eğitimi                         | El hijyeni gözlemi | 10          |
| 4        | İlaç hazırlama     | İlaç ampullerinin kırılırken camın hemşirenin eline batması | Yaralanma                                                   | 3      | Dikkatsizlik                            | 3        | Yok                                        | Yok                | 1           |
| 5        | Uygulama esnasında | Kişisel koruyucu ekipman kullanılmaması                     | Kan ve vücut sıvılarının sıçraması halinde enfeksiyon kapma | 7      | Farkındalık eksikliği                   | 4        | Kişisel koruyucu ekipmanlar sağlanmaktadır | Alan denetimi      | 6           |
| 6        | Uygulama esnasında | Alerjisi olan hastaya etken ilacın uygulanması              | Hastanın alerjik şok geçirmesi                              | 9      | Hizmet içi eğitim eksikliği             | 2        | Hastayı sorgulama                          | Sözel sorgulama    | 8           |
| 7        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış hastaya uygulanması                           | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi   | 5      | Mesleki yetersizlik                     | 3        | Kimlik doğrulama sorusu                    | Sözel sorgulama    | 10          |
| 8        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış bölgeye uygulanması                           | Hastanın felç kalma riski                                   | 5      | Görsel uyarıcı eksikliği                | 3        | Yok                                        | Yok                | 9           |
| 9        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış yoldan uygulanması                            | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi   | 5      | Hatasızlaştırma unsurlarının eksikliği  | 2        | Yok                                        | Yok                | 9           |
| 10       | Uygulama esnasında | İlacın yanlış dozda uygulanması                             | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi   | 7      | Hatasızlaştırma unsurlarının eksikliği  | 3        | Yok                                        | Yok                | 10          |
| 11       | Uygulama esnasında | İlacın yanlış hızda uygulanması                             | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi   | 5      | Kişisel koruyucu ekipmanların eksikliği | 4        | Yok                                        | Yok                | 10          |

**Tablo 9***Hata Türü ve Etkisinin Tespit Edilme Şansının Değerlendirilmesi*

| FAALİYET |                    | HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ                                      |                             |        |                                    | MEVCUT DURUM |                                            |                   |         |     |
|----------|--------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------|------------------------------------|--------------|--------------------------------------------|-------------------|---------|-----|
| No       | İşlem Adımı        | Potansiyel Hata Türü                                       | Hatanın Olası Etkileri      | Şiddet | Hatanın Olası Nedenleri            | Olasılık     | Mevcut Önlemler                            | Mevcut Kontroller | Saptama | RÖS |
| 12       | Uygulama esnasında | Enjeksiyon bölgesinde asepsi antiseptiye dikkat edilmemesi | Hastanın enfeksiyon kapması | 7      | Kalite denetimlerinin yetersizliği | 4            | Alanlarda gerekli malzemeler bulunmaktadır | Yok               | 10      |     |

*Açıklama notu.* McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R., 2009, The Basics of FMEA. 2. Baskı. New York: Productivity Press kaynağından alınarak yazarlar tarafından uyarlanmıştır.

**7. Adım Risk Öncelik Skorunun (RÖS) Hesaplanması:** RÖS hesaplama denklemi doğrultusunda Excel çalışma sayfasındaki RÖS sütununun ilk hücresine “=(Şiddet sütunun ilk hücresi) x (Olasılık sütunun ilk hücresi) x (Saptama sütunun ilk hücresi)” formülü oluşturulup, altındaki diğer hücrelere kopyalanarak (Tablo 10.)’daki gibi hızlı ve pratik bir şekilde RÖS hesaplaması gerçekleştirilir.

**Tablo 10***Risk Öncelik Skorunun (RÖS) Hesaplanması*

| FAALİYET |                    | HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ                                       |                                                             |        |                                 | MEVCUT DURUM |                                            |                    |         |     |
|----------|--------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------|--------------|--------------------------------------------|--------------------|---------|-----|
| No       | İşlem Adımı        | Potansiyel Hata Türü                                        | Hatanın Olası Etkileri                                      | Şiddet | Hatanın Olası Nedenleri         | Olasılık     | Mevcut Önlemler                            | Mevcut Kontroller  | Saptama | RÖS |
| 1        | Enjeksiyon öncesi  | Hemşirenin eline iğnenin batması                            | Yaralanma                                                   | 3      | Yorgunluğuna bağlı dalgınlık    | 5            | Yok                                        | Yok                | 1       | 15  |
| 2        | Enjeksiyon sonrası | Hemşirenin eline iğnenin batması                            | Enfeksiyon kapma ve bulaşıcı hastalığa yakalanma            | 7      | Çalışma saatlerinin uzun olması | 5            | İSG eğitim içeriğinde bulunmaktadır        | Yok                | 9       | 315 |
| 3        | El hijyeni         | El hijyeni sağlanmadan enjeksiyonun yapılması               | Hastalar arası enfeksiyonun taşınması                       | 6      | İş yükünün dengesiz dağılımı    | 5            | El hijyeni eğitimi                         | El hijyeni gözlemi | 10      | 300 |
| 4        | İlaç hazırlama     | İlaç ampullerinin kırılırken camın hemşirenin eline batması | Yaralanma                                                   | 3      | Dikkatsizlik                    | 3            | Yok                                        | Yok                | 1       | 9   |
| 5        | Uygulama esnasında | Kişisel koruyucu ekipman kullanılmaması                     | Kan ve vücut sıvılarının sıçraması halinde enfeksiyon kapma | 7      | Farkındalık eksikliği           | 4            | Kişisel koruyucu ekipmanlar sağlanmaktadır | Alan denetimi      | 6       | 168 |
| 6        | Uygulama esnasında | Alerjisi olan hastaya etken ilacın uygulanması              | Hastanın alerjik şok geçirmesi                              | 9      | Hizmet içi eğitim eksikliği     | 2            | Hastayı sorgulama                          | Sözel sorgulama    | 8       | 144 |
| 7        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış hastaya uygulanması                           | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi   | 5      | Mesleki yetersizlik             | 3            | Kimlik doğrulama sorusu                    | Sözel sorgulama    | 10      | 150 |
| 8        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış bölgeye uygulanması                           | Hastanın felç kalma riski                                   | 5      | Görsel uyarıcı eksikliği        | 3            | Yok                                        | Yok                | 9       | 135 |

Tablo 10

Risk Öncelik Skorunun (RÖS) Hesaplanması (devamı)

| FAALİYET |                    | HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ                                      |                                                           |        | MEVCUT DURUM                            |          |                                            |                   |         |     |
|----------|--------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------|----------|--------------------------------------------|-------------------|---------|-----|
| No       | İşlem Adımı        | Potansiyel Hata Türü                                       | Hatanın Olası Etkileri                                    | Şiddet | Hatanın Olası Nedenleri                 | Olasılık | Mevcut Önlemler                            | Mevcut Kontroller | Saptama | RÖS |
| 9        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış yoldan uygulanması                           | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi | 5      | Hatasızlaştırma unsurlarının eksikliği  | 2        | Yok                                        | Yok               | 9       | 90  |
| 10       | Uygulama esnasında | İlacın yanlış dozda uygulanması                            | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi | 7      | Hatasızlaştırma unsurlarının eksikliği  | 3        | Yok                                        | Yok               | 10      | 210 |
| 11       | Uygulama esnasında | İlacın yanlış hızda uygulanması                            | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi | 5      | Kişisel koruyucu ekipmanların eksikliği | 4        | Yok                                        | Yok               | 10      | 200 |
| 12       | Uygulama esnasında | Enjeksiyon bölgesinde asepsi antiseptiye dikkat edilmemesi | Hastanın enfeksiyon kapması                               | 7      | Kalite denetimlerinin yetersizliği      | 4        | Alanlarda gerekli malzemeler bulunmaktadır | Yok               | 10      | 280 |

*Açıklama notu.* McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R. (2009). The Basics of FMEA. 2. Baskı. New York: Productivity Press  
kaynağından alınarak yazarlar tarafından uyarlanmıştır.

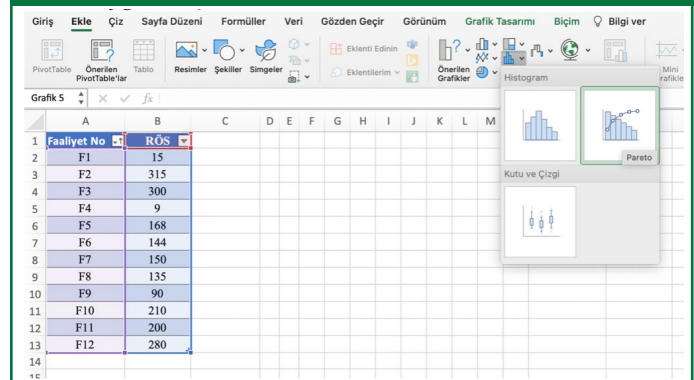
### 8. Adım Hataların Risk Bazında Sıralanması ve Önceliklendirilmesi:

Hataların risk bazında sıralanması için pareto analizi kullanılacaktır. İtalyan ekonomist Vilfredo Pareto tarafından ortaya atılan pareto yaklaşımı, operasyonel sonuçların eşit olarak dağılmadığı ve bazı girdilerin, sonuçlara diğerlerinden daha fazla katkıda bulunduğunu savunmaktadır. "80/20 kuralı" olarak da bilinen bu yöntemle Pareto, İtalya'nın servetinin %80'inin nüfusun yalnızca %20'sinin elinde olduğunu gözlemleyerek bir "öngörülebilir dengesizlik" modeli oluşturmuştur (Powell ve Sammut-Bonnicci, 2014). Pareto analizinin pek çok kalite kontrol çalışmalarında kullanılması ana sebebi, geri kalan yüzde 80'i tamamen göz ardı etmeden, önce önemli olan nedenlerin yüzde 20'sine odaklanma ihtiyacını vurgulamasıdır. Kısacası yönetimin en sık karşılaşılan sorunlar üzerinde odaklanması için önceliklerin tespit edilmesi amacıyla kullanılmaktadır (Fotopoulos ve ark., 2011). Bu çalışmada da risklerin önceliklendirilmesi amacıyla tercih edilmiştir. Aşağıda pareto analizinin gerçekleştirilebilmesi için izlenmesi gereken süreç aktarılmıştır.

Microsoft Excel programında hazırlanan FMEA tablosundan faaliyet numaraları ve karşılık geldiği RÖS puanları farklı bir Excel çalışma sayfasına kopyalanarak otomatik bir tablo oluşturulur. (Şekil 3.)'teki gibi faaliyet numaralarının yanına bir harf eklenerek kategorik değişken haline getirilmesi sağlanır. Ardından tablo seçilir, araç çubuğundan ekle menüsü açılır ve grafikler bölümünden istatistik grafikler arasından pareto seçilir. (Şekil 4.)'te oluşturulan pareto grafiği, araç çubuğundaki grafik tasarımı menüsünden farklı bir tasarım görüntüsüne kavuşturulabilir.

Şekil 3

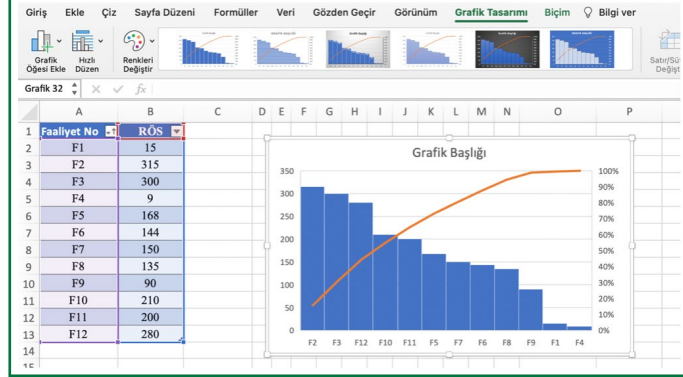
Pareto Grafiğinin Oluşturulması-1



Şekil 5'te yer alan enjeksiyon uygulaması için pareto grafiğinde Lorenz eğrisinin %80'lik dilim ile kesiştiği noktadan dikey ve yatay eksenlere çekilen bir dikme ile önceliklendirilmesi gereken hata türleri belirlenmiştir. Öncelikli olarak iyileştirilmesi gereken faaliyetler, grafik üzerinde sarı daireler ile belirtildiği gibi Tablo 11'de kırmızı ile renklendirilmiştir. Öncelik sırasına göre kırmızıdan sonra sarı yeşil renkteki faaliyetlere odaklanılması gerekmektedir.

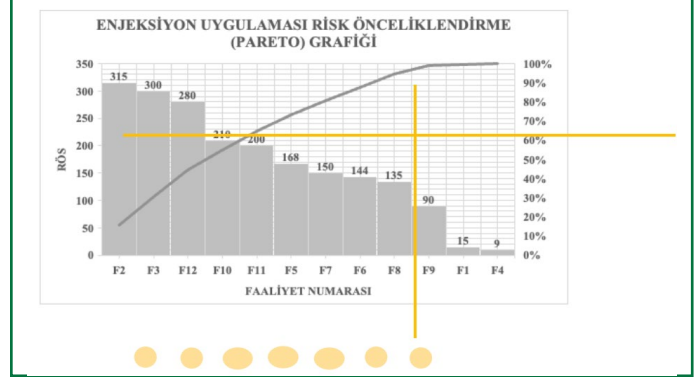
Şekil 4

Pareto Grafiğinin Oluşturulması-2



Şekil 5

Enjeksiyon Uygulaması Risk Önceliklendirme (Pareto Grafiği)



Tablo 11

Risklerin Önceliklendirilmesi

| FAALİYET |                    | HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ                                       |                                                             |        | MEVCUT DURUM                    |          |                                            |                    |         |     |
|----------|--------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------|----------|--------------------------------------------|--------------------|---------|-----|
| No       | İşlem Adımı        | Potansiyel Hata Türü                                        | Hatanın Olası Etkileri                                      | Şiddet | Hatanın Olası Nedenleri         | Olasılık | Mevcut Önlemler                            | Mevcut Kontroller  | Saptama | RÖS |
| 1        | Enjeksiyon öncesi  | Hemşirenin eline iğnenin batması                            | Yaralanma                                                   | 3      | Yorgunluğuna bağlı dalgınlık    | 5        | Yok                                        | Yok                | 1       | 15  |
| 2        | Enjeksiyon sonrası | Hemşirenin eline iğnenin batması                            | Enfeksiyon kapma ve bulaşıcı hastalığa yakalanma            | 7      | Çalışma saatlerinin uzun olması | 5        | İSG eğitim içeriğinde bulunmaktadır        | Yok                | 9       | 315 |
| 3        | El hijyeni         | El hijyeni sağlanmadan enjeksiyonun yapılması               | Hastalar arası enfeksiyonun taşınması                       | 6      | İş yükünün dengesiz dağılımı    | 5        | El hijyeni eğitimi                         | El hijyeni gözlemi | 10      | 300 |
| 4        | İlaç hazırlama     | İlaç ampullerinin kırılırken camın hemşirenin eline batması | Yaralanma                                                   | 3      | Dikkatsizlik                    | 3        | Yok                                        | Yok                | 1       | 9   |
| 5        | Uygulama esnasında | Kişisel koruyucu ekipman kullanılmaması                     | Kan ve vücut sıvılarının sıçraması halinde enfeksiyon kapma | 7      | Farkındalık eksikliği           | 4        | Kişisel koruyucu ekipmanlar sağlanmaktadır | Alan denetimi      | 6       | 168 |
| 6        | Uygulama esnasında | Alerjisi olan hastaya etken ilacın uygulanması              | Hastanın alerjik şok geçirmesi                              | 9      | Hizmet içi eğitim eksikliği     | 2        | Hastayı sorgulama                          | Sözel sorgulama    | 8       | 144 |
| 7        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış hastaya uygulanması                           | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi   | 5      | Mesleki yetersizlik             | 3        | Kimlik doğrulama sorusu                    | Sözel sorgulama    | 10      | 150 |
| 8        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış bölgeye uygulanması                           | Hastanın felç kalma riski                                   | 5      | Görsel uyarıcı eksikliği        | 3        | Yok                                        | Yok                | 9       | 135 |

Tablo 11

Risklerin Önceliklendirilmesi (devamı)

| FAALİYET |                    | HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ                                      |                                                           |        | MEVCUT DURUM                            |          |                                            |                   |         |     |
|----------|--------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------|----------|--------------------------------------------|-------------------|---------|-----|
| No       | İşlem Adımı        | Potansiyel Hata Türü                                       | Hatanın Olası Etkileri                                    | Şiddet | Hatanın Olası Nedenleri                 | Olasılık | Mevcut Önlemler                            | Mevcut Kontroller | Saptama | RÖS |
| 9        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış yoldan uygulanması                           | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi | 5      | Hatasızlaştırma unsurlarının eksikliği  | 2        | Yok                                        | Yok               | 9       | 90  |
| 10       | Uygulama esnasında | İlacın yanlış dozda uygulanması                            | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi | 7      | Hatasızlaştırma unsurlarının eksikliği  | 3        | Yok                                        | Yok               | 10      | 210 |
| 11       | Uygulama esnasında | İlacın yanlış hızda uygulanması                            | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi | 5      | Kişisel koruyucu ekipmanların eksikliği | 4        | Yok                                        | Yok               | 10      | 200 |
| 12       | Uygulama esnasında | Enjeksiyon bölgesinde asepsi antiseptiye dikkat edilmemesi | Hastanın enfeksiyon kapması                               | 7      | Kalite denetimlerinin yetersizliği      | 4        | Alanlarda gerekli malzemeler bulunmaktadır | Yok               | 10      | 280 |

Açıklama notu. McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R. (2009). The Basics of FMEA. 2. Baskı. New York: Productivity Press kaynağından alınarak yazarlar tarafından uyarlanmıştır.

#### 9. Adım Yüksek Riskli Hatalarla İlgili Faaliyetlerin Planlanması:

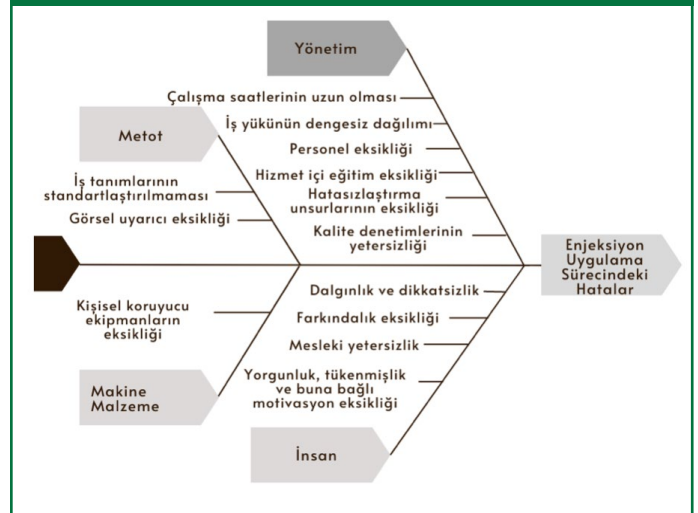
FMEA tablosunda yüksek riskli olarak belirlenen hata türleri ve etkileri öncelik sırasına göre aşağıdaki gibidir;

- **F2:** Enjeksiyon sonrası hemşirenin eline iğne batması, enfeksiyon kapma ve bulaşıcı hastalığa yakalanma riski içermektedir (RÖS=315).
- **F3:** El hijyeni sağlanmadan enjeksiyonun yapılması, hastalar arası enfeksiyonun taşınmasına sebep olabilir (RÖS=300).
- **F12:** Uygulama esnasında enjeksiyon bölgesinde asepsi ve antiseptiye dikkat edilmemesi, hastanın enfeksiyon kapmasına neden olabilir (RÖS=280).
- **F10:** İlacın yanlış dozda uygulanması, yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesine neden olabilir (RÖS=210).
- **F11:** İlacın yanlış hızda uygulanması, yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesine neden olabilir (RÖS=200).
- **F5:** Hemşirenin kişisel koruyucu ekipman kullanılmaması, uygulama esnasında kan ve vücut sıvılarının sıçraması halinde enfeksiyon kapmasına yol açabilir (RÖS=168).
- **F7:** İlacın yanlış hastaya uygulanması, yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesine neden olabilir (RÖS=150).

Enjeksiyon uygulama sürecinde karşılaşılabilecek olası hata nedenleri, (Şekil 6.)'daki balık kılçığı diyagramında değerlendirilmiştir. Buna göre düzeltici ve önleyici faaliyetlerde yönetim kategorisine odaklanılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Şekil 6

Enjeksiyon Uygulama Sürecindeki Hatalara İlişkin Balık Kılçığı Diyagramı



Tablo 12'de yüksek riskli olarak önceliklendirilen hata türlerine yönelik düzeltici ve önleyici faaliyetler, faaliyetlerden sorumlu kişiler ve termin tarihleri belirtilmiştir. Yapılacak olan iyileştirme faaliyetlerinin diğer orta ve düşük riskli hata türlerine de olumlu yönde etki edeceği öngörülmektedir.

Tablo 12

Yüksek Riskli Hatalarda İlgili Faaliyetlerin Planlanması

| FAALİYET |                    |                                                             | HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ                                       |        |                                 | MEVCUT DURUM |                                            |                    |         | DÜZELTİCİ ve ÖNLEYİCİ FAALİYET PLANI |                                                                                                                                          |                                                            |            |
|----------|--------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------|--------------|--------------------------------------------|--------------------|---------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------|
| No       | İşlem Adımı        | Potansiyel Hata Türü                                        | Hatanın Olası Etkileri                                      | Şiddet | Hatanın Olası Nedenleri         | Olasılık     | Mevcut Önlemler                            | Mevcut Kontroller  | Saptama | RÖS                                  | Önerilen Faaliyetler                                                                                                                     | Sorumlular                                                 | Termin     |
| 1        | Enjeksiyon öncesi  | Hemşirenin eline iğnenin batması                            | Yaralanma                                                   | 3      | Yorgunluğuna bağlı dalgınlık    | 5            | Yok                                        | Yok                | 1       | 15                                   |                                                                                                                                          |                                                            |            |
| 2        | Enjeksiyon sonrası | Hemşirenin eline iğnenin batması                            | Enfeksiyon kapma ve bulaşıcı hastalığa yakalanma            | 7      | Çalışma saatlerinin uzun olması | 5            | İSG eğitim içeriğinde bulunmaktadır        | Yok                | 9       | 315                                  | Kişisel koruyucu ekipman kullanım oranının artırılması için eğitim planlanması                                                           | İSG Uzmanı<br>Kalite Yönetim Sorumlusu                     | 23.09.2022 |
| 3        | El hijyeni         | El hijyeni a enjeksiyonun yapılması                         | Hastalar arası enfeksiyonun taşınması                       | 6      | İş yükünün dengesiz dağılımı    | 5            | El hijyeni eğitimi                         | El hijyeni gözlemi | 10      | 300                                  | El hijyeni eğitimlerinin tekrarlanarak alan denetimlerinin sıklaştırılması                                                               | Kalite Yönetim Sorumlusu<br>Sağlık Bakım Hizmetleri Müdürü | 30.09.2022 |
| 4        | İlaç hazırlama     | İlaç ampullerinin kırılırken camın hemşirenin eline batması | Yaralanma                                                   | 3      | Dikkatsizlik                    | 3            | Yok                                        | Yok                | 1       | 9                                    |                                                                                                                                          |                                                            |            |
| 5        | Uygulama esnasında | Kişisel koruyucu ekipman kullanılmaması                     | Kan ve vücut sıvılarının sıçraması halinde enfeksiyon kapma | 7      | Farkındalık eksikliği           | 4            | Kişisel koruyucu ekipmanlar sağlanmaktadır | Alan denetimi      | 6       | 168                                  | Kişisel koruyucu ekipman kullanım oranının artırılması için alanlara görsel uyarıcılar asılması                                          | Kalite Yönetim Sorumlusu<br>Sağlık Bakım Hizmetleri Müdürü | 1.10.2022  |
| 6        | Uygulama esnasında | Alerjisi olan hastaya etken ilacın uygulanması              | Hastanın alerjik şok geçirmesi                              | 9      | Hizmet içi eğitim eksikliği     | 2            | Hastayı sorgulama                          | Sözel sorgulama    | 8       | 144                                  | Kimlik doğrulamanın sistem, hasta dosyası ve hastayla sözel olmak üzere farklı kaynaklardan doğrulanması konusunda standart tanımlanması | Kalite Yönetim Sorumlusu                                   | 30.09.2022 |
| 7        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış hastaya uygulanması                           | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi   | 5      | Mesleki yetersizlik             | 3            | Kimlik doğrulama sorusu                    | Sözel sorgulama    | 10      | 150                                  |                                                                                                                                          |                                                            |            |
| 8        | Uygulama esnasında | İlacın yanlış bölgeye uygulanması                           | Hastanın felç kalma riski                                   | 5      | Görsel uyarıcı eksikliği        | 3            | Yok                                        | Yok                | 9       | 135                                  |                                                                                                                                          |                                                            |            |

**Tablo 12**  
Yüksek Riskli Hatalarla İlgili Faaliyetlerin Planlanması (devamı)

| FAALİYET | HAZA TÜRÜ ve ETKİLERİ                                                                              | MEVCUT DURUM                                                                                                                                     | DÜZELTİCİ ve ÖNLEYİCİ FAALİYET PLANI                                                                                           |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9        | Uygulama<br>esnasında<br>yoldan<br>uygulanması                                                     | Yanlış tedavi<br>sonucu sağlık<br>durumunun<br>olumsuz<br>etkileneşi                                                                             | 5 Hataazılaştırma<br>2 Yok<br>9 Yok<br>90                                                                                      |
| 10       | Uygulama<br>esnasında<br>ilacın yanlış<br>dozda<br>uygulanması                                     | Yanlış tedavi<br>sonucu sağlık<br>durumunun<br>olumsuz<br>etkileneşi                                                                             | 7 Hatasızlaştırma<br>3 Yok<br>10 Yok<br>210                                                                                    |
| 11       | Uygulama<br>esnasında<br>ilacın<br>yanlış hızda<br>uygulanması                                     | Yanlış tedavi<br>sonucu sağlık<br>durumunun<br>olumsuz<br>etkileneşi                                                                             | 5 Kişisel<br>koruyucu<br>ekipmanların<br>eksikliği<br>200                                                                      |
| 12       | Uygulama<br>esnasında<br>Enjeksiyon<br>bölgesinde<br>asepsi<br>antiseptiye<br>dikkat<br>edilmemesi | Hastanın<br>enfeksiyon<br>kapması<br>Kalite<br>denetimlerinin<br>yetersizliği<br>4 Alanlarda gerekli<br>malzemeler<br>bulunmaktadır<br>Yok<br>10 | 280 Hizmet içi<br>eğitimlerle<br>farkındalık<br>eksikliğin<br>giderilmesi<br>Sağlık Bakım<br>Hizmetleri<br>Müdürü<br>Hemşire A |

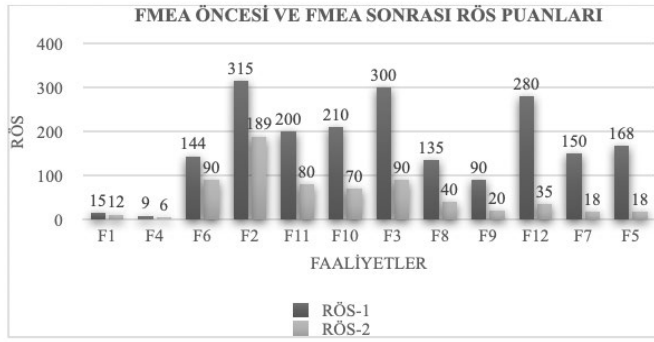
*Açıklama notu.* McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R., 2009, The Basics of FMEA, 2. Baskı, New York: Productivity Press kaynağından alınarak yazarlar tarafından uyarlanmıştır.

**10. Adım Analizin Tekrarlanarak Eylem Etkinliğinin Denetlenmesi:** Enjeksiyon uygulamasındaki olası hata türü ve etkilerine yönelik planlanan düzeltici ve önleyici faaliyetlerin uygulandığı kabul edilmiştir. Bu varsayım ile ulaşılacağı öngörülen yeni durumun tekrar FMEA analizi gerçekleştirilerek (Tablo 13.)’te belirtilmiştir. Mevcut durum FMEA tablosunda RÖS’ü 150 ve üzeri olanlar kırmızı, 90 ve 150 arasında olanlar sarı, 90’dan düşük olanlar ise yeşil ile renklendirilmiştir. Bu yaklaşım ile yeni tablo’da da RÖS’ler aynı

aralıklar referans alınarak renklendirilmiştir. İlk bakışta da anlaşılacağı üzere enjeksiyon uygulama sürecindeki riskler, önemli ölçüde azaltılarak daha kabul edilebilir seviyelere getirilmiştir. (Şekil 7.)’de FMEA öncesi ve sonrası RÖS puanlarındaki değişim, (Şekil 8.)’de ise iyileştirme oranları belirtilmiştir. Buna göre en düşük iyileştirme oranı %20, en yüksek iyileştirme oranı %89,3 olurken ortalama iyileştirme oranı %61,7’dir.

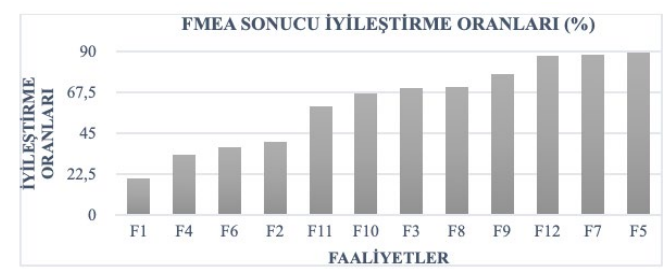
Şekil 7

FMEA Öncesi ve FMEA Sonrası RÖS Puanları



Şekil 8

FMEA Sonucu İyileştirme Oranları



**Tablo 13**  
*FMEA Analizinin Tekrarlanarak Eylem Etikiliğinin Denetlenmesi*

| FAALİYET HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ |                    |                                                             |                                                             |        |                                 |          |                                            |                    |         | MEVCUT DURUM |                                                                                                                                             |                          |            |                                                                                                                                                                                                              | DÜZELTİCİ ve ÖNLEYİCİ FAALİYET PLANI |          |         |     |  | FMEA SONRASI DURUM |  |  |  |  |
|--------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------|----------|--------------------------------------------|--------------------|---------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------|---------|-----|--|--------------------|--|--|--|--|
| No                             | İşlem Adımı        | Potansiyel Hata Türü                                        | Hatanın Olası Etkileri                                      | Şiddet | Hatanın Olası Nedenleri         | Olasılık | Mevcut Önlemler                            | Mevcut Kontroller  | Saptama | RÖS          | Önerilen Faaliyetler                                                                                                                        | Sorumlular               | Termin     | Gerçekleştirilen Faaliyetler                                                                                                                                                                                 | Şiddet                               | Olasılık | Saptama | RÖS |  |                    |  |  |  |  |
| 1                              | Enjeksiyon öncesi  | Hemşirenin eline iğnenin batması                            | Yaralanma                                                   | 3      | Yorgunluğuna bağlı dalgınlık    | 5        | Yok                                        | Yok                | 1       | 15           |                                                                                                                                             |                          |            |                                                                                                                                                                                                              | 3                                    | 4        | 1       | 12  |  |                    |  |  |  |  |
| 2                              | Enjeksiyon sonrası | Hemşirenin eline iğnenin batması                            | Enfeksiyon kapma ve bulasıcı hastalığa yakalanma            | 7      | Çalışma saatlerinin uzun olması | 5        | İSG eğitim içeriğinde bulunmaktadır        | Yok                | 9       | 315          | Kişisel koruyucu ekipman kullanım oranının artırılması için eğitim planlanması                                                              | İSG Uzmanı               | 23.09.2022 | Hemşirelere aylık periyodik eğitimler planlanmıştır.                                                                                                                                                         | 7                                    | 3        | 9       | 189 |  |                    |  |  |  |  |
| 3                              | El hijyeni         | El hijyeni a enjeksiyonun yapılması                         | Hastalar arası enfeksiyonun taşınması                       | 6      | İş yükünün dengesiz dağılımı    | 5        | El hijyeni eğitimi                         | El hijyeni gözlemi | 10      | 300          | El hijyeni eğitimlerinin tekrarlanarak alan denetimlerinin sıklaştırılması                                                                  | Kalite Yönetim Sorumlusu | 30.09.2022 | Kuruma yeni başlayanlar için verilen oryantasyon eğitiminin içeriği güncellenmiştir. Operasyonel kalite denetimleri sıklaştırılmıştır. Saha eğitimleri için personel görevlendirilmiştir.                    | 6                                    | 3        | 5       | 90  |  |                    |  |  |  |  |
| 4                              | İlaç hazırlama     | İlaç ampullerinin kırılırken camın hemşirenin eline batması | Yaralanma                                                   | 3      | Dikkatsizlik                    | 3        | Yok                                        | Yok                | 1       | 9            |                                                                                                                                             |                          |            |                                                                                                                                                                                                              | 3                                    | 2        | 1       | 6   |  |                    |  |  |  |  |
| 5                              | Uygulama esnasında | Kişisel koruyucu ekipman kullanılmaması                     | Kan ve vücut sıvılarının sıçraması halinde enfeksiyon kapma | 7      | Farkındalık eksikliği           | 4        | Kişisel koruyucu ekipmanlar sağlanmaktadır | Alan denetimi      | 6       | 168          | Kişisel koruyucu ekipman kullanım oranının artırılması için alanlara görsel uyarılar asılması                                               | Kalite Yönetim Sorumlusu | 1.10.2022  | Görsel uyarılar tasarlanarak ilaç hazırlama ve enjeksiyon odalarına asılmıştır. Kişisel koruyucu ekipman envanteri yenilenmiştir.                                                                            | 3                                    | 3        | 2       | 18  |  |                    |  |  |  |  |
| 6                              | Uygulama esnasında | Alerjisi olan hastaya etken ilacın uygulanması              | Hastanın alerjik sok geçirmesi                              | 9      | Hizmet içi eğitim eksikliği     | 2        | Hastayı sorgulama                          | Sözel sorgulama    | 8       | 144          | Kırmılık doğrulamının sistemi, hasta dosyası ve hastayla sözel olmak üzere farklı kaynaklardan doğrulanması konusunda standart tanımlanması | Kalite Yönetim Sorumlusu | 30.09.2022 | Kırmık doğrulama standardı, kalite dokümantasyon sistemine tanımlanarak çalışanlara eğitim programı dahilinde duyurulmuştur. Hazırlanan akis seması görsel olarak zenginleştirilerek alanlara dağıtılmıştır. | 9                                    | 2        | 5       | 90  |  |                    |  |  |  |  |

| Tablo 13<br>FMEA Analizinin Tekrarlanarak Eylem Etkinliğinin Denetlenmesi (devamı)                                                                                                             |                    |                                                            |                                                           |        |                                         |              |                                            |                   |         |                                      |                                                                                                |                                          |            |                                                                                                                                    |        |          |         |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------|--------------|--------------------------------------------|-------------------|---------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|---------|-----|
| FAALİYET                                                                                                                                                                                       |                    |                                                            | HATA TÜRÜ ve ETKİLERİ                                     |        |                                         | MEVCUT DURUM |                                            |                   |         | DÜZELTİCİ ve ÖNLEYİCİ FAALİYET PLANI |                                                                                                |                                          |            | FMEA SONRASI DURUM                                                                                                                 |        |          |         |     |
| 7                                                                                                                                                                                              | Uygulama esnasında | İlacın yanlış hastaya bölgeye uygulanması                  | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi | 5      | Mesleki yetersizlik                     | 3            | Kimlik doğrulama sorusu                    | Sözel sorgulama   | 10      | 150                                  |                                                                                                |                                          |            | 3                                                                                                                                  | 2      | 3        | 18      |     |
| 8                                                                                                                                                                                              | Uygulama esnasında | İlacın yanlış bölgeye uygulanması                          | Hastanın felç kalma riski                                 | 5      | Görsel uyarıcı eksikliği                | 3            | Yok                                        | Yok               | 9       | 135                                  |                                                                                                |                                          |            | 5                                                                                                                                  | 2      | 4        | 40      |     |
| No                                                                                                                                                                                             | İşlem Adımı        | Potansiyel Hata Türü                                       | Hatanın Olası Etkileri                                    | Şiddet | Hatanın Olası Nedenleri                 | Olasılık     | Mevcut Önlemler                            | Mevcut Kontroller | Saptama | RÖS                                  | Önerilen Faaliyetler                                                                           | Sorumlular                               | Termin     | Gerçekleştirilen Faaliyetler                                                                                                       | Şiddet | Olasılık | Saptama | RÖS |
| 9                                                                                                                                                                                              | Uygulama esnasında | İlacın yanlış yoldan uygulanması                           | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi | 5      | Hatasızlaştırma unsurlarının eksikliği  | 2            | Yok                                        | Yok               | 9       | 90                                   |                                                                                                |                                          |            |                                                                                                                                    | 5      | 1        | 4       | 20  |
| 10                                                                                                                                                                                             | Uygulama esnasında | İlacın yanlış dozda uygulanması                            | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi | 7      | Hatasızlaştırma unsurlarının eksikliği  | 3            | Yok                                        | Yok               | 10      | 210                                  | Hekimlere reçetede açıkça doz belirtilmesi ile ilgili hatırlatma yapılması                     | Kalite Yönetim Sorumlusu                 | 18.09.2022 | Mesul müdür aracılığıyla hekimlere reçete içerikleri ile ilgili gerekli hatırlatma yapılması                                       | 7      | 2        | 5       | 70  |
| 11                                                                                                                                                                                             | Uygulama esnasında | İlacın yanlış hızda uygulanması                            | Yanlış tedavi sonucu sağlık durumunun olumsuz etkilenmesi | 5      | Kişisel koruyucu ekipmanların eksikliği | 4            | Yok                                        | Yok               | 10      | 200                                  | Hizmet içi eğitimlerle mesleki bilgilerin brans içerisinde periyodik sunumlarla hatırlatılması | Sağlık Bakım Hizmetleri Müdürü Hemsire B | 12.10.2022 | Hizmet içi eğitimler aylık olarak çeşitli mesleki konular özelinde çeşitlendirilmiş ve periyodik bir hale getirilmiştir.           | 5      | 2        | 8       | 80  |
| 12                                                                                                                                                                                             | Uygulama esnasında | Enjeksiyon bölgesinde asepsi antisepsiye dikkat edilmemesi | Hastanın enfeksiyon kapması                               | 7      | Kalite denetimlerinin yetersizliği      | 4            | Alanlarda gerekli malzemeler bulunmaktadır | Yok               | 10      | 280                                  | Hizmet içi eğitimlerle farkındalık eksikliğinin giderilmesi                                    | Sağlık Bakım Hizmetleri Müdürü Hemsire A | 10.10.2022 | Hizmet içi eğitim içerikleri, farkındalığın artırılması amacıyla teknolojik araçlar kullanılarak dikkat çekici hale getirilmiştir. | 7      | 1        | 5       | 35  |
| Açıklama notu. McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R., 2009, The Basics of FMEA. 2. Baskı. New York: Productivity Press kaynağından alınarak yazarlar tarafından uyarlanmıştır. |                    |                                                            |                                                           |        |                                         |              |                                            |                   |         |                                      |                                                                                                |                                          |            |                                                                                                                                    |        |          |         |     |

## Sonuç

Sağlık sektörü, üretim ve diğer hizmet sektörlerinden karakteristik özellikleriyle farklılaşmaktadır. Bu farklılaşma, üretim işletmelerinde oluşabilecek zararların birtakım maliyetlere katlanılarak karşılanmasını mümkün kılarken sağlıkta benzer şekilde gerçekleşmemesi gibi basit bir örnek ile açıklanabilir. Süreçlerde oluşabilecek ufak bir hatanın hayati risklerle sonuçlanabileceğinden ötürü sağlık sektörünün diğerlerine göre daha hassas ve kırılgan bir yapıda olduğunu ifade etmek mümkündür. Her ne kadar gelişme kaydedilse de sağlık sektöründe insan faktörünün vazgeçilemez oluşu, risklerin sıfır noktasına getirilmesinde güçlü bir direnç oluşturmaktadır. Dolayısıyla bu gerçeğin kabul edilip insanın hata yapabilen bir varlık olduğu göz önünde bulundurularak birey bazlı yerine sistem bazlı olacak şekilde iş süreçlerinin kurgulanması gerekmektedir. Bu noktada insanların hata yapabilirliği, doğası gereği sıfırlanamazken sistemler hatasızlaştırma yaklaşımıyla tasarlanabilir. Toplam kalite yönetiminin şemsiyesi altında da işlenen hatasızlaştırma hususunda yalın altı sigma, istatistiksel kalite kontrolü gibi farklı yöntemler kullanılabilmektedir. Bu bölümde FMEA yöntemi ile iş süreçlerindeki risklerin nasıl tespit edilebileceği, hangi ölçeklerle sayısal bir dile dönüştürülebileceği, hangi grafiklerle önceliklendirilebileceği ve nereye odaklanarak iyileştirmelerin gerçekleştirileceği hem teorik hem vaka örneği çözümü ile aktarılmıştır.

Vaka örneği, FMEA yönteminin aktarımı amacıyla herhangi bir sağlık kuruluşundan bağımsız bir şekilde kurgulanmış olup değerlendirme sonuçları, kurumlara ve birimlere göre farklılık gösterebilmektedir. Yapıcı esnekliği ve sistematik yaklaşımıyla öne çıkan FMEA yönteminin, enjeksiyon uygulama vaka örneğindeki varsayımlar dahilinde ortalama %61,2 oranında potansiyel riskleri azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Riskler hakkında bir farkındalık oluşturma ve sistematik bir şekilde yönetilmesi konusunda FMEA yönteminin yeterli ve güçlü olduğunu literatürde yer alan çalışmalar da desteklemektedir. Ancak hiçbir yöntemin tek başına bir problemin kalıcı çözümünde tamamen başarılı olmadığı gibi FMEA yönteminden de tek başına mucizeler yaratarak sistemi sıfır hata noktasına indirmesi beklenmemelidir. Bir sistemin hatasızlaştırılabilmesi için FMEA, gereken bakış açısını sağlama ve sistematik bir yönetim modeli oluşturma konusunda sağlık kuruluşlarına yardımcı olabilir.

Sağlık sistemlerinin hatasızlaştırılması konusunda hastane üst yönetiminin desteği, kalite yöneticilerinin, iş sağlığı ve güvenliği uzmanlarının ve ekip liderlerinin tam katılımı ile multidisipliner bir ekip çalışması, başarılı sonuçlara ulaşabilmek için kilit rol üstlenmektedir.

---

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız

---

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Declaration of Interests:** The authors declare that there are no competing interests.

## Kaynaklar

- Akgün, S. (2017). Hata Türleri ve Etkileri Analizi Metodu ve Sağlık Hizmeti Uygulamaları. *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, 4(1), 1-8. [\[Crossref\]](#)
- Aksay, K., Orhan, F., & Kurutkan, N. M. (2012). Sağlık Hizmetlerinde Bir Risk Yönetimi Tekniği Olarak FMEA: Laboratuvar Sürecine Yönelik Bir Uygulama. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*, 4(2), 121-142.
- Altın, Z. G., Dağ, M., Öz, A., & Aydoğmuş, E. (2018). Risk Analysis by FMEA Method in Hotel. *Journal of Physical Chemistry and Functional Materials*, 1(1), 59-65.
- Aydan, M. (2010). Sağlık Hizmetleri Kalite İyileştirme Çalışmalarında Hata Tür ve Etkileri Analizinin Bir Üniversite Hastanesinde Uygulanabilirliği. [Yüksek Lisans Tezi], YÖKSİS. [267324].
- Aydan, M., & Kaya, S. (2017). Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA): Üniversite Hastanesinde Bir Uygulama. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 20(4), 475-502.
- Aydın, G., Gökçe, Ö., Erbeyin, H., Arslan, S., İlbay, E., Aycan, İ., ... Soylu, D. (2013). İlaç Uygulama Hataları: Bir Hastanede HTEA Tekniği Kullanılarak Yürütülen Sistem İyileştirme Çalışması. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*, 5(1), 17-41.
- Birgören, B., & Yalçınkaya, M. (2019). İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesinde Hata Türleri ve Etkileri Analizinin (FMEA) Kullanımı. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 11(1), 41-50. [\[Crossref\]](#)
- Bol, P., Gül, G., & Erbaycu, A. E. (2013). Hasta-Hekim İletişimindeki Eksiklik ve Hataların Ortaya Konmasında FMEA Model Analizinin Katkısı. *İzmir Göğüs Hastanesi Dergisi*, 27(3), 181-191.
- Chiozza, M. L., & Ponzetti, C. (2009). FMEA: A Model for Reducing Medical Errors. *Clinica Chimica Acta*, 404(1), 75-78. [\[Crossref\]](#)
- Chrysler Corporation, Ford Motor Company, & General Motors Corporation. (1993). *Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Reference Manual*.
- Erginel Musubeyli, N. (2004). Tasarım Hata Türü ve Etkileri Analizinin Etkinliği için Bir Model ve Uygulaması. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 15(3), 17-26.
- Ford. (2011). *Failure Mode and Effects Analysis FMEA Handbook (with Robustness Linkages)* (Version 4.2). Ford Motor Company.
- Fotopoulos, C., Kafetzopoulos, D., & Gotzamani, K. (2011, Mayıs 17). Critical Factors for Effective Implementation of the HACCP System: a Pareto Analysis. *British Food Journal*. [\[Crossref\]](#)
- Gilchrist, W. (1993). Modelling Failure Modes and Effects Analysis. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 10(5), 16-23. [\[Crossref\]](#)
- Güngör, A. (2021). Mobilya Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir İşletmenin EFQM Mükemmellik Modeli Uygulamasında FMEA Yöntemiyle Risk Analizi. *Ağaç ve Orman*, 2(1), 1-6.
- Güngör Hüner, S., Karakulak, A., Egeli, D., Veyisoğlu, D., Gülnar, D., Bozkurt, İ., ... & Burges, Ü. (2014). Bir Özel Hastanede Risk Değerlendirme Çalışması. *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, 1(1), 27-32.
- Kumru, M., & Kumru, P.Y. (2013). Fuzzy FMEA Application to Improve Purchasing Process in a Public Hospital. *Applied Soft Computing*, 13(1), 721-733. [\[Crossref\]](#)
- Liu, H.-C. (2019). *Improved FMEA Methods for Proactive Healthcare Risk Analysis*. Singapore: Springer. [\[Crossref\]](#)
- Makary, M. A., & Daniel, M. (2016). Medical Error-the Third Leading Cause of Death in the US. *BMJ*, 353(i2139). [\[Crossref\]](#)
- McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R. (2009). *The Basics of FMEA*. 2. Baskı. New York: Productivity Press.
- Narlı, M. (2021). Yenidoğan Bebek Transport Ambulansı Risk Analizi: HTEA Yöntemi ile Bir Uygulama. *Afet ve Risk Dergisi*, 4(2), 145-162. [\[Crossref\]](#)
- Özkan Tez, H., Tez, E., & Yılmaz, A. (2012). Tedarik Zincirinde Karşılaşılan Sorunların FMEA ile Çözümlemesi ve Yönetilmesi: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama. *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 4(2),

107-117.

Powell, T., & Sammut-Bonnici, T. (2014). Pareto Analysis. In C. L. Cooper (Ed.), *Wiley Encyclopedia of Management*. John Wiley & Sons. [Crossref]

Sawhney, R., Subburaman, K., Sonntag, C., Venkateswara Rao, P. R., & Capizzi, C. (2010). A Modified FMEA Approach to Enhance Reliability of Lean Systems. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 27(7), 832-855. [Crossref]

Schmittner, C., Gruber, T., Puschner, P., & Schoitsch, E. (2014). Security Application of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). İçinde: A. Bondavalli & F di Giandomenico (Eds.), *International Conference on Computer Safety, Reliability, and Security* (C. 8666, ss. 310-325). Florence, Italy: Springer.

ger. [Crossref]

Söyük, S. (2020). *Sağlık İşletmelerinde İnsan Kaynakları Yönetimi*. (2. Baskı). İstanbul: Beta Yayınları.

Söyük, S. (2016). Toplam Kalite Yönetiminin Temel İlkeleri. İçinde: S. Söyük, A. Üzgöl (Eds.), *Sağlık İşletmelerinde TKY İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Öğretim Fakültesi Ders Notları*. Erişim Adresi: [http://auzefki-tap.istanbul.edu.tr/kitap/saglikkurumlariisletmeciligi\\_ao/saglikisletmelerindekaliteyonetimi.pdf](http://auzefki-tap.istanbul.edu.tr/kitap/saglikkurumlariisletmeciligi_ao/saglikisletmelerindekaliteyonetimi.pdf)

Stamatis, D. H. (2003). *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*. 2. Baskı. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press.

Yılmaz, B. S. (2000). Hata Türü ve Etki Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(4), 134-150.

# **BÖLÜM 9**

## **SAĞLIK SOSYOLOJİSİ: TOPLUMSAL SAĞLIK GÖSTERGELERİ ÜZERİNE VIKOR UYGULAMASI**

Özgür ASLAN  
Canser BOZ

# Sağlık Sosyolojisi: Toplumsal Sağlık Göstergeleri Üzerine Vikor Uygulaması

## *Health Sociology: Application of Vikor Method on Societal Health Indicators*

### BÖLÜM HAKKINDA

Sağlık sosyolojisi, bireylerin sağlık durumunu, toplumsal faktörlerin etkisi altında inceleyen bir disiplindir. Bu bağlamda, Vikor uygulaması, toplumsal sağlık göstergelerini değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. Vikor, çok kriterli karar verme analizi yapabilen bir yöntem olup, sağlık sosyolojisi bağlamında toplumsal sağlık göstergelerini belirlemek ve sıralamak için etkili bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem, toplumsal sağlık sorunlarının anlaşılmasına ve çözümüne yönelik stratejiler geliştirmeye yardımcı olarak, toplumların genel sağlık düzeyini artırmaya yönelik önlemlerin belirlenmesinde önemli bir araç olabilir. Kitabın bu bölümünde çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisi olan VİKOR'un toplumsal sağlık göstergeleri üzerinden bir uygulaması yapılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Karar verme, sağlık sosyolojisi, sağlık statüsü, toplumsal sağlık.

### ABOUT the CHAPTER

Health sociology is a discipline that examines the health status of individuals under the influence of social factors. In this context, the Vikor application is a method used to assess societal health indicators. Vikor is a method capable of conducting multi-criteria decision analysis, and it is effectively utilized as a tool in the field of health sociology to identify and rank societal health indicators. This method can be crucial in understanding and addressing social health issues, aiding in the development of strategies for improving the overall health level of communities. In this chapter of the book, an application of VIKOR, which is one of the multi-criteria decision-making methods, is carried out using societal health indicators.

**Keywords:** Decision making, health sociology, health status, societal health.

Sosyal ve çevresel faktörlerin insanların sağlığını kesin suretle etkilediğinin kabulü oldukça eskiye dayanmaktadır. Bu durum sağlık sosyolojisi disiplininin ortaya çıkmasına katkı sağlamıştır. Toplumsal, çevresel ve sosyal faktörler, gerek sağlık statüsü göstergelerine olan etkisi bakımından gerekse bir bütün olarak sağlık sistemlerinde belirlenen amaçlara ulaşmada önemli bir bileşen olarak görülmesi yönüyle kritik bir konu olarak ele alınmaktadır. Kitabın bu bölümünde öncelikle kavramsal olarak sağlık sosyolojisi konusu ele alınmıştır. Devamında toplumsal sağlık göstergeleri açıklanmıştır. Bölümüne ait uygulama için ise VIKOR yöntemi yardımı ile toplumsal sağlık göstergeleri analiz edilmiştir.

### Sağlık Sosyolojisi: Kavramsal Çerçeve

Sağlık, genel bir ifadeyle bireyin fiziksel, zihinsel ve sosyal refahının kapsamını ifade etmektedir. Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere sağlık çok boyutlu bir kavramdır. Sağlığın yukarıda sıralanan üç boyutu sıklıkla birbirini etkilese de, bireyin fiziksel sağlığı iyi ve zihinsel sağlığı kötü olabilir veya tam tersi de geçerli olabilir (University of Minnesota, 2016). Sosyoloji ise insanın sosyal etkinliğinin bilimsel bir çalışması olarak görülebilir. Sosyal koşulları içeren her türlü insan faaliyeti, sosyolojik analiz için geçerlidir. Diğer yandan, sosyoloji, "sosyolojik bakış açısı"nı kullanmasıyla diğer bilimlerden ayrılmaktadır. Sosyolojik bakış, gözlemlenen insan davranışında var olan kalıpları araştırmayı içermektedir (Thomas, 2002: 1).

Sosyolojinin tarihsel odak noktası, insan toplumundaki sosyal problemlerdir. Sosyal prob-



Özgür Aslan   
Canser Boz 

İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,  
Sağlık Yönetimi Bölümü, Sağlık Ekonomisi Ana  
Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye  
E-posta: canser.boz@iuc.edu.tr  
ozgur.aslan@iuc.edu.tr

**Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as:**  
Aslan, Ö. & Boz, C. (2024). Sağlık sosyolojisi: toplumsal sağlık göstergeleri üzerine vikor uygulaması. C. Boz & F. Yılmaz. (Ed.), *Sağlık yönetiminde kantitatif teknikler ve makine öğrenmesi* içinde (s. 118-129). İstanbul: İÜC Yayınevi.



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

lemler sağlık sorunları, suç, sapma, şiddet, yoksulluk, eşitsizlik, nüfus sorunları, suçluluk ve kurumsal istikrarsızlığı içermektedir. Modernleşme ve sanayileşme gibi toplumsal güçler, özellikle on sekizinci yüzyılın başlarından itibaren benzeri görülmemiş bir toplumsal değişimin başlangıcına işaret etmiştir. Bu toplumsal değişim, üretim ilişkilerindeki farklılaşmanın bir sonucu olarak birtakım sorunlara yol açmıştır (Amzat, 2014: 2).

Sağlık sosyolojisi ise, sosyal ve kültürel faktörlerin sağlığı nasıl etkilediği, insanların sağlık ve şifa algısı ve farklı toplumlarda iyileşmenin nasıl sağlandığı gibi konuları araştırmaktadır. Sosyal yapı ve kültürel pratiklerin insanların yaşamları üzerinde somut sonuçları bulunmaktadır. Sosyolojik analiz, hastalığın ortaya çıkmasının rastgele olmadığını vurgulamaktadır. Farklı türdeki toplumlar kendi sağlık ve hastalık modellerini üretmektedirler. İnsanların sağlıklı olup olmadıkları, içinde bulundukları koşullar ve çevre tarafından belirlenmektedir. Yaşadığımız yer, içinde yaşadığımız çevre, genetik, hastalıklar, istihdam ve gelir, eğitim, arkadaşlar ve aile ile ilişkiler gibi faktörlerin hepsinin sağlık ve refah üzerinde önemli etkileri vardır (Pandey, 2016: 146).

Sosyolojik bakış açısından sağlık da bir sosyal kurumdur ve nüfusun sağlık ihtiyaçlarını karşılamak doğrultusunda gelişmiştir. Sağlık sosyolojisi, sosyal bir kurum olarak tıp konusuna yönelmiş olup yukarıdaki tanıma paralel olarak sağlık-hastalık olgularını etkileyen sosyal faktörlere ilişkin bir çalışma alanı olarak tanımlanabilir. Ayrıca sağlık sosyolojisi tıp faktörünün katıldığı toplumsal olayları inceleyen ve bu alanda neden sonuç ilişkilerini saptamaya çalışan bir disiplin olarak da tanımlanabilir (Özen, 1993).

Collyer ve Scamber (2015: 1-2)'e göre sosyolojinin bir alt dalı olan sağlık sosyolojisi insan-toplum ilişkisinden yola çıkarak hastalık ve sağlık kavramlarını tanımlamış ve sağlık ile hastalığın nedenlerini toplumsal bağlamda ele alarak açıklamaya çalışmıştır. Diğer yandan sağlık sosyolojisi, tarihsel olarak ana disiplini olan sosyolojinin entelektüel geleneği içinde şekillenmiştir ve başlangıçta Batı Avrupa ve Kuzey Amerika temelli olarak ortaya çıkmıştır.

## Sağlık Üzerine Teorik Sosyolojik Yaklaşımlar

Sosyal ve çevresel faktörlerin insanların sağlığını kesin suretle etkilediğinin kabulü oldukça eskiye dayanmaktadır. 19. yüzyılın sağlığa ilişkin teşvik ve kampanyaları ile modern kamu sağlığının fikir babalarına ait çalışmaların çoğu, bireylerin sosyal konumu, yaşam koşulları ve sağlık sonuçları arasındaki güçlü ilişkinin bilindiğini göstermektedir (Turkish Healthy Cities Association, 2019).

Sosyolojik teoriler, sosyal dünyanın bilgisinin sistemleştirilmesine izin veren çerçeveler ve anlayışlar sağlamaktadır. Bu nedenle teori, ampirik incelemede ve olayların bilimsel açıklamasında temel olmaktadır. Bu, sağlık araştırmalarında sosyolojik teorik temellere ilişkin olarak da geçerlidir (Amzat ve Razum, 2014). Bununla birlikte, sağlığın sosyolojik perspektifi ve diğer bir ifadeyle toplumsal sağlık teorileri en temel açıdan bir şeyin nasıl çalıştığını açıklama iddiasında olan bir fikirler dizisidir (Pandey, 2016: 147).

Başlıca sosyolojik bakış açıları olgulara farklı türde açıklamalar sunmaktadır. Ancak bunlar birlikte anlayışımıza herhangi bir yaklaşımın tek başına yapabileceğinden daha kapsamlı bir katkı sağlamaktadır (University of Minnesota, 2016). Tablo 1'de sağlıklı yönelik teorik sosyolojik yaklaşımlar verilmektedir. (Tablo 1)

**Tablo 1**

*Sağlığa Teorik Sosyolojik Yaklaşımlar*

| Teorik Perspektif              | Başlıca Varsayımlar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| İşlevselcilik (Fonksiyonalizm) | İyi sağlık ve etkili tıbbi bakım, toplumun sorunsuz işleyişi için esastır. Hastalar, yasal olarak hasta olarak algılanmak ve normal yükümlülüklerinden muaf olmak için "hasta rolünü" yerine getirmelidir. Hekim-hasta ilişkisi hiyerarşiktir: Hekim talimat verir ve hastanın da bunları takip etmesi gerekir.                                                              |
| Çatışma teorisi                | Sosyal eşitsizlik, sağlığın kalitesini ve sağlık hizmetlerinin kalitesini karakterize eder. Dezavantajlı sosyal geçmişe sahip kişilerin hastalanma ve yetersiz sağlık hizmeti alma olasılıkları daha yüksektir. Hekimler kısmen de olsa gelirlerini artırmak için tıp uygulamalarını kontrol etmeye ve toplumsal sorunları tıbbi sorunlar olarak tanımlamaya çalışmışlardır. |
| Sembolik etkileşimcilik        | Sağlık ve hastalık <b>sosyal yapılardır</b> : Fiziksel ve zihinsel koşullar çok az nesnel gerçekliğe sahiptir veya hiç yoktur. Bunun yerine ancak bir toplum tarafından bu şekilde tanımlandığında sağlıklı veya kötü koşullar olarak kabul edilir. Hekimler, yetkilerini ve tıbbi bilgilerini sergilemek için "durumu yönetirler".                                          |

*Açıklama notu.* University of Minnesota, 2016, Social Problems: Continuity and Change, Saylor Foundation kaynağından uyarlanmıştır.

**Fonksiyonel (İşlevselci) Yaklaşım:** İşlevselci bakış açısı, bir toplumun işlev görebilmesi için iyi sağlık ve etkili tıbbi bakımın gerekli olduğunu vurgulamaktadır. Kötü sağlık, toplumdaki rollerimizi yerine getirme yeteneğimizi bozmaktadır. Bu yaklaşımda çok fazla insan sağlıksızsa, toplumun işleyişi ve istikrarı zarar görmektedir. Kötü tıbbi bakım, aynı şekilde toplum için de işlevsizdir, çünkü hasta olan insanlar sağlıklı olmakta daha fazla zorluk yaşamaktadır. Ayrıca sağlıklı insanların hastalanma olasılığı daha yüksek olmaktadır (University of Minnesota, 2016).

**Çatışma Yaklaşımı:** Geleneksel olarak çatışma teorisi olarak adlandırılan yaklaşım, fonksiyonalizme bir başka alternatif haline gelmiştir. Avrupa Karl Marx ve Max Weber geleneğinden ilham alan çatışma teorisi, toplumun fikir birliği ile değil, farklı grupların rekabet eden çıkarları tarafından karakterize edildiği öncülüne dayanmaktadır (Collyer ve Scamber, 2015: 6-7). Weitz (2013)'e göre "çatışma yaklaşımı", sağlık kalitesi ve sağlık hizmeti sunumundaki eşitsizliği vurgulamaktadır. Daha önce belirtildiği gibi, sağlık ve sağlık hizmetlerinin kalitesi dünya çapında büyük farklılıklar göstermektedir. Dezavantajlı sosyal çevrelerden gelen insanların hastalanma olasılığı daha yüksektir ve bir kez hasta olduklarında yetersiz sağlık hizmetleri onların iyileşmesini zorlaştırmaktadır. Çatışma yaklaşımı aynı zamanda hekimlerin tıp uygulamalarını kontrol etme ve çeşitli sosyal sorunları tıbbi sorunlar olarak tanımlama çabalarını da eleştirmektedir (University of Minnesota, 2016).

**Sembolik Etkileşimci Yaklaşım:** 1960'ların ortalarına gelindiğinde, sembolik etkileşimcilik, yapısal işlevselciliğin önemli bir rakibi haline gelmiştir (Collyer ve Scamber, 2015: 6-7). Sembolik etkileşimci yaklaşım, sağlık ve hastalığın "sosyal yapılar" olduğunu vurgulamaktadır. Bu, çeşitli fiziksel ve zihinsel koşulların çok az nesnel gerçekliğe sahip olduğu veya hiç olmadığı, bunun yerine

ancak bir toplum ve üyeleri tarafından böyle tanımlandığında sağlıklı veya kötü koşullar olarak kabul edildiği anlamına gelmektedir (Lorber ve Moore, 2002).

## **Sağlık Sosyolojisinin Önemi ve Gelişimi**

Sosyoloji kendini geliştirmek suretiyle, iyi yaşam arayışı içindeki toplumların karşılaştığı sorunlara ve zorluklara yanıt olarak yeni görevler üstlenmektedir. Sosyolojik ilgi alanları teorilerde, kavramlarda ve metodolojik yaklaşımlarda gelişmektedir. Sağlık sosyolojisi, sağlık bakım sistemlerinin karmaşıklıklarını inceleme ihtiyacının bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Bu bakış, sosyal sistem perspektifidir. Sosyal sistem perspektifi, grup fenomenlerine ve sağlık ve hastalık davranışına odaklanmaktadır. Biyolojik organizmadan ziyade sosyal sistemi vurgulayan bir bakış açısı olarak görülmektedir. Bu, terapi ve müdahaleden, gerçek sosyal bağlamda sağlıkla ilgili davranışların anlaşılmasına, açıklanmasına ve tahmin edilmesine doğru bir geçiş sürecidir (Twumasi, 2004: 75-76).

Erken dönemde tıp sosyolojisi terimini kullanan Robert Straus'a göre; tıp sosyolojisi beş kritere göre tanımlanmaktadır: (1) tıp sosyologlarının temel mesleki bağlantılarını sürdürdükleri organizasyon türleri (2) doğrudan tıp sosyolojisi ile ilgili olan mesleki faaliyet oranı (3) işlevin doğası, yani öğretim, araştırma veya yönetim (4) tıbbi sosyolojide öğretim-öğrencilerin belirlenmesi ve (5) tıbbi sosyolojide araştırma, problem türlerinin ve araştırma alanlarının tanımlanması ve sınıflandırılması (Straus, 1957: 200-202). Straus, sağlık sosyolojisindeki çalışmaların mantıksal olarak bölünmüş iki kategoride ele alınabileceğini tıpta sosyoloji ve tıp sosyolojisi önermişse de, bugün sağlık hastalık toplum ilişkisini vurgulama açısından sağlık sosyolojisi veya medikal sosyoloji kavramı kullanılmaktadır (Özen, 1993: 73-74).

Sağlık sosyolojisi kavramı düşünsel anlamda uzun yıllardan beri var olmasına rağmen, disiplin olarak ortaya çıkışı 1800'lerin ortalarına dayanmaktadır. "Tıbbi sosyoloji" terimi, sağlık alanındaki sosyal faktörlerin önemine dair bir makalede 1894'te, Charles McIntyre tarafından kullanılmıştır. Tıbbi sosyoloji, ABD'de 1940'lar ve 1950'lerde sosyoloji içinde özel bir alan olarak tanımlandı. Bu alt disiplinin gelişimi, 1920'lerde ve 1930'larda ortaya çıkan sosyal tıp ilgisiyle ve 1940'lar ile 1950'lerde sosyal epidemiyolojinin ortaya çıkmasıyla hız kazandı. Bu iki akım, sosyal bilimin tıbbi araştırmalara katkı sağlayabileceği inancını destekledi. Sonuç olarak, bu yeni alt disiplinin sosyoloji içindeki ilk uygulamaları, tıp fakültelelerinde gerçekleşti (Ekizer, 2020: 2-5).

Aslında, yirminci yüzyılın sonlarına doğru, sosyolojik bakış açısının sağlık ve sağlık hizmetlerine olan katkısı geniş bir şekilde takdir edilmektedir. Sosyal faktörler ile çeşitli grupların sağlık karakteristikleri arasındaki karmaşık ilişkilerin fark edilmesi, sağlık ve hastalık sosyolojisini genel sosyoloji alanında önemli bir alan haline getirmiştir. Sosyoloji, insan davranışının sosyal sebepleri ve sonuçlarıyla ilgilenirken, sağlık sosyolojisi de sağlık ve hastalığın sosyal sebepleri ile bu sebeplerin neden olduğu durumlarla ilgilenir. Sağlık sosyolojisi, sağlık ve sağlık uygulamalarına sosyolojik perspektiften bakış açıları, kuramlar ve yöntemler sunar. Tıbbi sosyoloji, devlet kurumları ve tıbbi fon kaynaklarının genellikle tamamen teorik sosyolojiye ilgi göstermediği bir dönemde ortaya çıkmıştır. ABD'deki tıbbi sosyolojinin ilk odak noktası, teorinin

geliştirilmesinden ziyade uygulamalı veya pratik problem çözme üzerine yoğunlaşmıştır. (Ekizer, 2020: 2-5).

## **Sağlığın Toplumsal Belirleyicileri**

Sağlık kavramının sosyal belirleyicileri, bireylerin ve toplumun sağlığını destekleyen veya zayıflatan sosyal faktörlere, hem de bu faktörlerin toplumda eşit olmayan konumları işgal eden gruplar arasında eşit olmayan dağılımının altında yatan sosyal süreçlere atıfta bulunan ikili bir anlam kazanmıştır (İslam, 2019: 2). Taşıdığı öneme karşın sağlığın bazı sosyal belirleyicilerinin potansiyel etkisi her zaman açık değildir (Canadian Public Health Association, 2022). Aşağıda sağlığın sosyal belirleyicileri özetlenmektedir.

**Gelir ve Gelir Dağılımı:** Gelir, belki de sağlığın en önemli sosyal belirleyicisidir. Gelir düzeyi genel yaşam koşullarını şekillendirmektedir. Psikolojik işleyişi ve beslenme kalitesini, fiziksel aktivitenin kapsamını, tütün kullanımını ve aşırı alkol kullanımı gibi sağlıkla ilgili davranışları etkilemektedir. Gelir ve sağlık arasındaki ilişki iki farklı düzeyde incelenebilir. İlk olarak, bir bireyin veya ailenin aldığı gerçek gelirle sağlığın nasıl ilişkili olduğunu gözlemlenebilir. İkinci olarak, gelirin nüfus içinde nasıl dağıldığını ve bu dağılımın nüfusun sağlığıyla nasıl ilişkili olduğunu gözlemlenebilir. Daha eşit gelir dağılımının, bir toplumun genel sağlığının daha iyi olmasının en iyi belirleyicilerinden biri olduğu ile ilgili güçlü veriler bulunmaktadır (Mikkonen ve Raphael, 2010).

**Eğitim:** Eğitim, bir bireyin sağlık durumunu belirlemede önemli rol oynamaktadır. Ancak daha fazla kişisel bilgi birikimine sahip bir bireyden ziyade gelirin, istihdam ve kariyer başarısı ile bağlantılı olması daha olası görünmektedir. Daha yüksek eğitim seviyeleri ile bireyler daha az tehlikeli işlere erişebilir ve işyeri yaralanmalarıyla ilgili risklerini azaltabilirler (Canadian Public Health Association, 2022).

**İşsizlik ve İş Güvenliği:** Yapılan araştırmalar işsiz olan kadın ve erkeklerde hastalık ve ölümlerin daha yüksek olduğunu göstermiştir. İşsiz olan erkek/kadınlar sağlık durumlarını genellikle orta veya kötü olarak tanımlamaktadırlar (Öner, 2014: 15-16).

**İstihdam ve Çalışma Koşulları:** İş, yaşam için gerekli olan finansal güvenlik, sosyal statü, kişisel gelişim, sosyal ilişkiler, öz saygı, fiziksel ve psiko-sosyal tehlikelerden korunma gibi sağlığın birçok önemli belirleyicisinin kökenini oluşturmaktadır. Bu nedenle hem çalışma koşulları hem de işin doğası sağlık için büyük önem taşımaktadır (Şahin, 2018: 58).

**Erken çocukluk gelişimi:** Erken çocukluk deneyimlerinin sağlık üzerinde güçlü, ani ve daha uzun süreli biyolojik, psikolojik ve sosyal etkileri bulunmaktadır. "Gecikme etkileri", erken çocukluk deneyimlerinin, daha sonraki yaşam koşullarından bağımsız olarak çocukları nasıl iyi veya kötü sağlığa yatkın hale getirdiğini ifade etmektedir. Örneğin, dezavantajlı koşullarda yaşayan düşük doğum ağırlıklı bebekler, genellikle sağlık sorunlarına, avantajlı nüfustaki bebeklere göre daha duyarlıdır. Bu gecikme etkileri, hamilelik sırasında annenin yetersiz beslenmesi, ebeveyn risk davranışları ve stres deneyimi ile ilişkili biyolojik süreçlerden kaynaklanmaktadır (Mikkonen ve Raphael, 2010).

**Gıda güvensizliği:** Gıda, temel insan ihtiyaçlarından biridir ve sağlığın önemli bir belirleyicisidir. Gıda güvensizliği yaşayan insan-

lar, kalitesi veya miktarı açısından yeterli bir beslenmeye sahip olamamaktadır. Gıda güvencesi olmayan vatandaşlar, gıdayı sosyal olarak kabul edilebilir yollarla elde edip edemeyeceklerinden emin değildirler. Gıda güvensizliği yeterli beslenmenin önünde bir engeldir. Gıda güvensizliği yaşayan insanlar, gıda güvenliği olan evlerde yaşayanlara göre daha az porsiyon meyve ve sebze, süt ürünleri ve vitamin tüketirler. Bu çerçevede kamu yararına programlar, sağlık sistemleri, sağlık sigortaları ve kanıta dayalı beslenme standartları aracılığıyla gıdaya erişimi iyileştirme çabaları, sağlık bakım maliyetlerini düşürebilir ve sağlık sonuçlarını iyileştirebilir (Whitman vd., 2022: 1, Mikkonen ve Raphael, 2010).

**Konut:** Barınma, sağlıklı bir yaşam sürmek için mutlak bir gerekliliktir. Güvenli ve uygun olmayan veya güvencesiz konutlarda yaşamak birçok sağlık sorunu riskini artırmaktadır (Mikkonen ve Raphael, 2010). Kronik sağlık sorunları olan bireylere destekleyici konut sağlayan “önce konut” müdahalelerinin faydalarına dair güçlü kanıtlar gösteren çalışmalar mevcuttur (Whitman ve diğerleri, 2022: 1).

**Toplumdan dışlanma:** Sosyal dışlanma süreçleri ve bir toplumdaki göreceli yoksunluğun kapsamı, sağlık ve erken ölüm üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Sağlığa verilen zarar sadece maddi yoksunluktan değil aynı zamanda yoksulluk içinde yaşamının sosyal ve psikolojik sorunlarından da kaynaklanmaktadır (Şahin, 2018: 60).

**Sosyal Güvenlik Ağı:** Sosyal güvenlik ağı, vatandaşları sağlıklarını etkileyebilecek çeşitli yaşam değişiklikleri sırasında koruyan bir dizi fayda, program ve desteği ifade etmektedir. Gelişmiş bir sosyal güvenlik ağı özellikle birey sağlığını iyileştirmede önemli bir fonksiyona sahiptir (Mikkonen ve Raphael, 2010).

**Sağlık Hizmetleri:** Kaliteli sağlık hizmetleri, temel bir insan hakkı olduğu kadar sağlığın sosyal bir belirleyicisidir. Evrensel bir sağlık sisteminin temel amacı, vatandaşların sağlığını korumak ve sağlık maliyetlerini tüm topluma yaymaktır. Evrensel bir sağlık sistemi, özel sağlık sigortasına gücü yetmeyen düşük gelirli vatandaşları korumada özellikle etkilidir (Mikkonen ve Raphael, 2010).

**Cinsiyet:** Kadınların mortalite oranları daha düşük ve yaşam süreleri daha uzun olsa da kadınların erkeklere nazaran daha kötü bir

sağlık durumuna sahip oldukları da gerçektir. Bu durum, sağlıkta cinsiyet eşitsizliği kavramı ile açıklanmaktadır. Kadınlar yaşamın sosyal ve maddi imkânlarına daha zor erişebilmekte, cinsiyetleri ve evliliklerindeki rolleri nedeni ile daha yoğun bir strese maruz kalmaktadırlar (Öner, 2014: 15-16).

**Engellilik:** Çok sık olarak engellilik, toplumsal terimlerden ziyade tıbbi olarak görülmektedir. Engellilik açıkça fiziksel ve zihinsel işlevlerle ilgili olsa da, birincil sorun, toplumun engelli kişilere toplumsal yaşama katılmaları için gerekli destekleri ve fırsatları sağlamaya istekli olup olmadığıdır (Mikkonen ve Raphael, 2010).

## Temel Sağlık Göstergeleri

Doğru bireysel sağlık durumu önlemleri, özelleştirilmiş koruyucu tıp hizmetlerine ve yaşam tarzı önerilerine rehberlik edebilir ve bireyin sağlık verilerini anlamlı gruplar halinde toplayarak nüfus sağlık programlarına uygulanabilir. Bununla birlikte, kronik hastalıklar hem hastalar hem de toplum için giderek daha maliyetli hale gelmektedir. Bu hastalıkların çoğu koruyucu tıp hizmetleri aracılığıyla önlenbilir veya geciktirilebilir. Bu hizmetlerin rutin ve tutarlı bir şekilde sağlanması gerekmektedir. Böylece sağlık bakım maliyetlerini kontrol etme potansiyeli en üst düzeye çıkarılabilir. Koruyucu tıbbın sağlık hizmetlerindeki kritik rolü kabul edilmesine rağmen, bu tür hizmetler bazı ülkelerde yeterli düzeyde sağlanamamaktadır. Kronik hastalıklar sağlık harcamalarının büyük bir bölümünü oluşturduğundan, koruyucu hizmetler yoluyla kronik hastalıkların başlangıcını önlemek veya geciktirmek kritik öneme sahiptir. Sağlık göstergelerinin izlenmesinin, politika yapıcılarının kapsama alanında ihtiyaç duyulan değişiklikleri not etmelerine ve politika kararlarını etkilemelerine yardımcı olduğu bilinmektedir. Bu göstergelerin izlenmesi, hükümetlerin sağlık kaynaklarını daha iyi tahsis etmesini de sağlamaktadır (Sokoya vd., 2022).

En temel şekliyle sağlık göstergeleri, nüfusun sağlığı veya sağlık sistemi performansı ile ilgili öncelikli konular hakkındaki bilgileri özetlemek için tasarlanmış ölçüler olarak tanımlanabilir. Bu göstergeler farklı coğrafi, kurumsal veya idari sınırlar arasında karşılaştırılabilir bilgiler sağlamaktadırlar. Ayrıca bu göstergeler zaman içindeki ilerlemeyi takip edebilirler. Tablo 2’de temel sağlık göstergeleri özetlenmektedir (Tablo 2).

**Tablo 2**  
*Temel Sağlık Göstergeleri*

| Gösterge                                          | Matematiksel Ölçüm | Sağlık Ölçüm Araçları | Epidemiyolojik Yorumlama                                                                                         | Gösterge Kategorisi |
|---------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Halen sigara içenlerin yaygınlığı<br>Risk faktörü | Oran               | Negatif               | Yaygınlık (belirli bir zamanda temel popülasyondaki bir kişinin sigara içiyor olma olasılığı)                    | Risk Faktörü        |
| Yetersiz fiziksel aktivitenin yaygınlığı          | Oran               | Negatif               | Yaygınlık (belirli bir zamanda temel popülasyondaki bir kişinin yeterince aktif olmama olasılığı)                | Risk Faktörü        |
| Düzenli meyve ve sebze tüketim yaygınlığı         | Oran               | Pozitif               | Prevalans (belirli bir zamanda temel popülasyondaki bir kişinin düzenli olarak meyve ve sebze tüketme olasılığı) | Risk Faktörü        |
| Aşırı alkol tüketiminin yaygınlığı                | Oran               | Negatif               | Yaygınlık (belirli bir zamanda temel popülasyondaki bir kişinin aşırı alkol tüketme olasılığı)                   | Risk Faktörü        |

**Tablo 2***Temel Sağlık Göstergeleri (devamı)*

|                                                                             |       |         |                                                                                                                                            |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| AIDS insidans oranı                                                         | Oran  | Negatif | İnsidans (belirli bir zamanda temel nüfustaki bir kişinin AIDS geliştirmesi riski)                                                         | Sağlık durumu: morbidite  |
| Hipertansiyon prevalans oranı                                               | Oran  | Negatif | Prevalans (belirli bir zamanda temel popülasyondaki bir kişinin hipertansif olma olasılığı)                                                | Sağlık durumu: morbidite  |
| Dış nedenlerle hastaneye yatışların oranı                                   | Oran  | Negatif | Prevalans (taban popülasyonda belirli bir zamanda hastanede yatan bir kişinin dış bir nedenden dolayı hastaneye yatırılmış olma olasılığı) | Sağlık durumu: morbidite  |
| Bebek ölüm hızı                                                             | Oran  | Negatif | İnsidans (temel popülasyondaki canlı bir yenidoğanın yaşamın ilk yılında ölme riski)                                                       | Sağlık durumu: ölüm oranı |
| Anne ölüm oranı                                                             | Sebep | Negatif | Anne ölümlerinin canlı doğumlara oranı. Bu, insidansın dolaylı bir ölçüsüdür                                                               | Sağlık durumu: ölüm oranı |
| Beş yaşın altındaki çocuklarda akut solunum yolu enfeksiyonundan (ARI) ölüm | Oran  | Negatif | İnsidans (belirli bir zaman diliminde temel popülasyonda beş yaşın altındaki bir çocuğun ARI'den ölmesi riski)                             | Sağlık durumu: mortalite  |
| Hastane yatak sayısının nüfusa oranı                                        | Oran  | Pozitif | Belirli bir zamanda temel nüfustaki her birey için mevcut hastane yatağı sayısı (potansiyel ve ortalama)                                   | Sağlık hizmetleri: yapı   |
| Sezaryen oranı                                                              | Oran  | Negatif | Belirli bir zamanda belli bir popülasyonda canlı doğumun sezaryen ile olma olasılığı                                                       | Sağlık hizmetleri: süreç  |

*Açıklama notu.* Pan American Health Organization & WHO, 2015, Health Indicators: Conceptual and Operational Considerations, PAHO kaynağından derlenmiştir.

## Uygulama

Kitabın bu bölümünde ülke düzeyinde örnek olarak temel sağlık göstergelerin analizinde çok kriterli karar verme tekniklerinden VIKOR yöntemi ile birimlerin (ülke düzeyinde) karşılaştırılması yapılmıştır. Hesaplamalar için Microsoft Excel Programı kullanılmıştır. VIKOR, ideal çözüme en yakın çözümü temsil eden birleştirme fonksiyonu temelli bir yaklaşımdır. Birleştirme fonksiyonu, ideal çözüme yakınlığı ölçmek için sıralama endeksi oluşturmak amacıyla kullanılmaktadır. VIKOR yönteminin önemli özelliklerinden biri de farklı ölçüm değerlerine sahip kriter değerlerinin normalize edilerek, bir arada değerlendirilmek üzere kullanılmasına imkan tanımasıdır. Böylece, kriterlerin birim değerlerinden kaynaklanan farklılığı ortadan kaldırarak sıralama endeksi oluşturmak mümkün olmaktadır. VIKOR yöntemi, özellikle karar vericilerin rasyonel bir şekilde karar veremeyip kararsız kaldıkları veya tercihlerini açıklayamadığı durumlarda sıklıkla tercih edilen çok kriterli karar verme tekniğidir (Paksoy, 2015).

VIKOR yönteminde izlenmesi gereken aşamalar şu şekilde özetlenmektedir (Gül ve ark., 2012);

**1. Aşama:** Kriterler için en iyi ve en kötü değerler belirlenir. Fayda kriteri için aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$f_j^* = \max_i f_{ij}, \quad f_j^- = \min_i f_{ij}$$

**2. Aşama:** Alternatifler için  $S_i$  ve  $R_i$  değerleri hesaplanır.  $w_j$  kriterin ağırlığını belirtmektedir.

$$S_i = \sum_{j=1}^n \frac{w_j (f_i^* - f_{ij})}{(f_i^* - f_i^-)} \quad R_i = \max_j \left( \frac{w_j (f_i^* - f_{ij})}{(f_i^* - f_i^-)} \right)$$

**3. Aşama:** Her alternatifin değeri hesaplanır.  $v$  değeri, maksimum grup faydasını sağlayan strateji için ağırlığı ifade ederken,  $(1-v)$  değeri karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığının ağırlığını ifade etmektedir. Genellikle  $v = 0,5$  kullanılır.

$$Q_i = \frac{v(S_i - S^*)}{(S^- - S^*)} + \frac{(1-v)(R_i - R^*)}{(R^- - R^*)}$$

$$S^* = \min_i S_i, \quad S^- = \max_i S_i, \quad R^* = \min_i R_i, \quad R^- = \max_i R_i$$

değerlerini ifade etmektedir.

**4. Aşama:** Elde edilen  $S_i$ ,  $R_i$  ve  $Q_i$  değerleri sıralanır. En küçük  $Q_i$  değerine sahip olan alternatif veya değerlendirme birimi, alternatifler grubu içerisindeki en iyi seçenek olarak ifade edilir.

**5. Aşama:** Elde edilen sonucun geçerli olması için iki koşul sağlanmalıdır. Ancak bu şekilde, minimum  $Q_i$  değerine sahip alternatif, en iyi olarak nitelendirilebilir.

**Koşul-1: Kabul Edilebilir Avantaj:** En iyi ve en iyiye en yakın seçenek arasında belirgin bir fark olduğunun kanıtlanmasını içeren

koşuldur:

$$Q(R_i) - Q(R) \geq D(Q) \quad D(Q) = \frac{1}{i-1}$$

**Koşul-2: Kabul Edilebilir İstikrar:** Elde edilen uzlaşık çözümün istikrarlı olduğunun kanıtlanması açısından şu koşulun sağlanması gerekir: En iyi  $Q_i$  değerine sahip P1 alternatifi, S ve R değerlerinden en az bir tanesinde en iyi skoru elde etmiş olmalıdır.

Eğer her iki koşul da eşitlik sağlanamaz ise, en iyi alternatifin minimum  $Q_i$  değerine sahip olan alternatif olduğu kabul edilir.

Bu bölümün uygulama aşamasında 34 farklı birim için (VAR), se-kiz farklı toplumsal sağlık göstergesi kullanılacaktır. Bu göstergelere dayalı olarak birimler VIKOR yöntemi uygulaması ile sıralanacaktır. Buna göre ilk olarak analiz kapsamında kullanılan veri seti Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3**

*Veri Seti*

| BİRİMLER        | Doğumda Yaşam Beklentisi (yıl) | Kişi Başına Düşen Toplam Sağlık Harcaması (\$) | Cepten Sağlık Harcaması (%) | Toplam Sağlık Harcaması/ GSYH (%) | 10.000 Nüfusa Düşen Hekim Yoğunluğu | 10.000 Nüfusa Düşen Hemşire ve Ebe Yoğunluğu | Her 1.000 Canlı Doğumda Yenidoğan Ölüm Oranı | Her 100.000 Canlı Doğumda Anne Ölüm Oranı |
|-----------------|--------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|
| VAR1            | 81                             | 4.812                                          | 13                          | 11,3                              | 3,601                               | 11,098                                       | 2,1                                          | 6                                         |
| VAR2            | 81,5                           | 4.485                                          | 16                          | 11                                | 4,853                               | 7,878                                        | 2,1                                          | 4                                         |
| VAR3            | 80,5                           | 4.526                                          | 20                          | 11,2                              | 2,933                               | 16,764                                       | 2,2                                          | 7                                         |
| VAR4            | 81                             | 3.311                                          | 9                           | 9,1                               | 2,743                               | 10,133                                       | 2,4                                          | 9                                         |
| VAR5            | 74,5                           | 1.213                                          | 40                          | 7,6                               | 3,73                                | 4,698                                        | 5,6                                          | 11                                        |
| VAR6            | 78                             | 1.982                                          | 16                          | 7,2                               | 3,672                               | 8,736                                        | 1,8                                          | 4                                         |
| VAR7            | 80                             | 4.552                                          | 13                          | 10,6                              | 3,424                               | 16,093                                       | 2,5                                          | 6                                         |
| VAR8            | 77                             | 1.453                                          | 19                          | 5,7                               | 3,334                               | 6,554                                        | 1,5                                          | 9                                         |
| VAR9            | 81                             | 3.604                                          | 19                          | 9,4                               | 2,904                               | 23,956                                       | 1,3                                          | 3                                         |
| VAR10           | 82                             | 4.334                                          | 7                           | 11,7                              | 3,447                               | 0,306                                        | 2,2                                          | 8                                         |
| VAR11           | 78                             | 1.517                                          | 12                          | 7,3                               | 2,601                               | 5,328                                        | 2,6                                          | 8                                         |
| VAR12           | 81                             | 5.601                                          | 5                           | 12,9                              | 2,859                               | 0,152                                        | 2,4                                          | 7                                         |
| VAR13           | 81                             | 3.867                                          | 17                          | 8,9                               | 3,173                               | 15,197                                       | 2,3                                          | 8                                         |
| VAR14           | 83                             | 2.846                                          | 23                          | 8,9                               | 3,975                               | 5,11                                         | 2,8                                          | 5                                         |
| VAR15           | 82                             | 4.244                                          | 16                          | 9,7                               | 3,77                                | 11,861                                       | 1,6                                          | 4                                         |
| VAR16           | 82,5                           | 3.126                                          | 18                          | 9,1                               | 3,486                               | 5,44                                         | 2,1                                          | 4                                         |
| VAR17           | 82                             | 2.197                                          | 46                          | 7,4                               | 2,584                               | 4,299                                        | 1,5                                          | 7                                         |
| VAR18           | 74                             | 1.310                                          | 36                          | 5,7                               | 3,579                               | 3,435                                        | 5,2                                          | 18                                        |
| VAR19           | 74                             | 1.579                                          | 33                          | 6,2                               | 3,614                               | 7,167                                        | 2,5                                          | 10                                        |
| VAR20           | 82                             | 6.518                                          | 11                          | 7,1                               | 2,766                               | 12,611                                       | 0,9                                          | 10                                        |
| VAR21           | 75                             | 1.839                                          | 27                          | 8                                 | 3,031                               | 6,404                                        | 3,5                                          | 17                                        |
| VAR22           | 80,5                           | 2.652                                          | 32                          | 8,7                               | 3,112                               | 6,905                                        | 4,4                                          | 9                                         |
| VAR23           | 77                             | 1.551                                          | 23                          | 6,7                               | 2,157                               | 5,799                                        | 3,1                                          | 3                                         |
| VAR24           | 81                             | 2.508                                          | 27                          | 9,7                               | 3,868                               | 6,113                                        | 2                                            | 10                                        |
| VAR25           | 74,5                           | 998                                            | 20                          | 5,3                               | 2,269                               | 5,882                                        | 6,3                                          | 31                                        |
| VAR26           | 76                             | 2.147                                          | 22                          | 8,2                               | 3,32                                | 6,066                                        | 4,2                                          | 6                                         |
| VAR27           | 80,5                           | 2.595                                          | 12                          | 9,2                               | 2,506                               | 8,394                                        | 1,4                                          | 9                                         |
| VAR28           | 81,5                           | 2.513                                          | 26                          | 9,8                               | 6,117                               | 0,235                                        | 2,9                                          | 3                                         |
| VAR29           | 74,5                           | 539                                            | 51                          | 5,9                               | 1,153                               | 3,896                                        | 6,2                                          | 29                                        |
| VAR30           | 76                             | 926                                            | 43                          | 6,5                               | 2,099                               | 5,557                                        | 3,1                                          | 7                                         |
| VAR31           | 76                             | 759                                            | 31                          | 6,4                               | 2,627                               | 0,612                                        | 3,5                                          | 8                                         |
| VAR32           | 74,5                           | 987                                            | 38                          | 10,6                              | 2,112                               | 4,549                                        | 4,2                                          | 17                                        |
| VAR33           | 75,5                           | 1.053                                          | 15                          | 5,6                               | 1,538                               | 2,402                                        | 7,1                                          | 16                                        |
| Ağırlıklar (Wi) | 12,5%                          | 12,5%                                          | 12,5%                       | 12,5%                             | 12,5%                               | 12,5%                                        | 12,5%                                        | 12,5%                                     |

Tabloda 33 farklı birim için toplumsal sağlık göstergeleri yer almaktadır. Bu göstergeler;

- Doğumda Yaşam Beklentisi (yıl)
- Kişi Başına Düşen Toplam Sağlık Harcaması (\$)
- Cepken Sağlık Harcaması (%)
- Toplam Sağlık Harcaması/GSYH (%)
- 1.000 Nüfusa Düşen Hekim Yoğunluğu
- 1.000 Nüfusa Düşen Hemşire ve Ebe Yoğunluğu
- Her 1.000 Canlı Doğumda Yenidoğan Ölüm Oranı
- Her 100.000 Canlı Doğumda Anne Ölüm Oranı olarak belirlenmiştir.

İkinci olarak tablonun en alt satırında  $W_i$  olarak gösterilen önem ağırlıkları bulunmaktadır. Bu ağırlıklar yapılacak olan VIKOR analizinde değişkenlerin önem derecelerinin matematiksel ağırlıklarıdır. Örneğimizde her bir gösterge için ağırlıklar eşit (%12,5) olarak belirlenmiştir. Kriter ağırlıkları belirlendikten sonra birinci aşamada belirtildiği gibi veri setimizdeki en iyi ve en kötü değerler belirlenmiştir. En iyi ve en kötü değerler kriterlerin fayda ya da maliyet kriteri olmasına göre değişmektedir. Buna göre veri setinde yer alan 5 değişken fayda kriteri (doğumda beklenen yaşam

süresi, kişi başına düşen toplam sağlık harcaması, toplam sağlık harcaması/GSYH, bin nüfusa düşen hekim yoğunluğu, bin nüfusa düşen hemşire ve ebe yoğunluğu) 3 değişken maliyet kriteri (cepken sağlık harcaması, bin canlı doğumda yenidoğan ölüm oranı, yüz bin canlı doğumda anne ölüm oranı) olarak belirlenmiştir. Buna göre Microsoft Excel'de en iyi değerler fayda kriterleri için MAK, maliyet kriterleri için MİN formülü ile en kötü değerler ise fayda kriterleri için MİN, maliyet kriterleri için MAK formülü ile hesaplanmıştır. Tablo 4'te tüm değişkenlere ait hesaplanan en iyi ve en kötü değerler yer almaktadır.

**Tablo 4**  
En İyi ve En Kötü Değerler

| $f_j^*$ ve $f_j^-$ değerleri | K1 | K2    | K3 | K4   | K5   | K6    | K7  | K8 |
|------------------------------|----|-------|----|------|------|-------|-----|----|
| $f_j^*$ en iyi değerler      | 83 | 6.518 | 5  | 12,9 | 6,12 | 23,96 | 0,9 | 3  |
| $f_j^-$ en kötü değerler     | 74 | 539   | 51 | 5,3  | 1,15 | 0,15  | 7,1 | 31 |

Bu aşamadan sonra normalizasyon ve ağırlıklandırma işlemi yapılmıştır. Ağırlıklandırılmış ve normalize edilmiş matris Tablo 5'teki gibidir.

**Tablo 5**  
Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

| [W <sub>j</sub> ] | 12,5% | 12,5% | 12,5% | 12,5% | 12,5% | 12,5% | 12,5% | 12,5% |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kriterler         | K1    | K2    | K3    | K4    | K5    | K6    | K7    | K8    |
| Birimler          | max   | max   | min   | max   | max   | max   | min   | min   |
| VAR1              | 0,028 | 0,036 | 0,022 | 0,026 | 0,063 | 0,068 | 0,024 | 0,013 |
| VAR2              | 0,021 | 0,043 | 0,030 | 0,031 | 0,032 | 0,084 | 0,024 | 0,004 |
| VAR3              | 0,035 | 0,042 | 0,041 | 0,028 | 0,080 | 0,038 | 0,026 | 0,018 |
| VAR4              | 0,028 | 0,067 | 0,011 | 0,063 | 0,085 | 0,073 | 0,030 | 0,027 |
| VAR5              | 0,118 | 0,111 | 0,095 | 0,087 | 0,060 | 0,101 | 0,095 | 0,036 |
| VAR6              | 0,069 | 0,095 | 0,030 | 0,094 | 0,062 | 0,080 | 0,018 | 0,004 |
| VAR7              | 0,042 | 0,041 | 0,022 | 0,038 | 0,068 | 0,041 | 0,032 | 0,013 |
| VAR8              | 0,083 | 0,106 | 0,038 | 0,118 | 0,070 | 0,091 | 0,012 | 0,027 |
| VAR9              | 0,028 | 0,061 | 0,038 | 0,058 | 0,081 | 0,000 | 0,008 | 0,000 |
| VAR10             | 0,014 | 0,046 | 0,005 | 0,020 | 0,067 | 0,124 | 0,026 | 0,022 |
| VAR11             | 0,069 | 0,105 | 0,019 | 0,092 | 0,089 | 0,098 | 0,034 | 0,022 |
| VAR12             | 0,028 | 0,019 | 0,000 | 0,000 | 0,082 | 0,125 | 0,030 | 0,018 |
| VAR13             | 0,028 | 0,055 | 0,033 | 0,066 | 0,074 | 0,046 | 0,028 | 0,022 |
| VAR14             | 0,000 | 0,077 | 0,049 | 0,066 | 0,054 | 0,099 | 0,038 | 0,009 |
| VAR15             | 0,014 | 0,048 | 0,030 | 0,053 | 0,059 | 0,064 | 0,014 | 0,004 |
| VAR16             | 0,007 | 0,071 | 0,035 | 0,063 | 0,066 | 0,097 | 0,024 | 0,004 |
| VAR17             | 0,014 | 0,090 | 0,111 | 0,090 | 0,089 | 0,103 | 0,012 | 0,018 |
| VAR18             | 0,125 | 0,109 | 0,084 | 0,118 | 0,064 | 0,108 | 0,087 | 0,067 |
| VAR19             | 0,125 | 0,103 | 0,076 | 0,110 | 0,063 | 0,088 | 0,032 | 0,031 |
| VAR20             | 0,014 | 0,000 | 0,016 | 0,095 | 0,084 | 0,060 | 0,000 | 0,031 |
| VAR21             | 0,111 | 0,098 | 0,060 | 0,081 | 0,078 | 0,092 | 0,052 | 0,063 |
| VAR22             | 0,035 | 0,081 | 0,073 | 0,069 | 0,076 | 0,090 | 0,071 | 0,027 |
| VAR23             | 0,083 | 0,104 | 0,049 | 0,102 | 0,100 | 0,095 | 0,044 | 0,000 |
| VAR24             | 0,028 | 0,084 | 0,060 | 0,053 | 0,057 | 0,094 | 0,022 | 0,031 |
| VAR25             | 0,118 | 0,115 | 0,041 | 0,125 | 0,097 | 0,095 | 0,109 | 0,125 |

Tablo 5

Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi (devamı)

| [Wj]      | 12,5% | 12,5% | 12,5% | 12,5% | 12,5% | 12,5% | 12,5% | 12,5% |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kriterler | K1    | K2    | K3    | K4    | K5    | K6    | K7    | K8    |
| Birimler  | max   | max   | min   | max   | max   | max   | min   | min   |
| VAR26     | 0,097 | 0,091 | 0,046 | 0,077 | 0,070 | 0,094 | 0,067 | 0,013 |
| VAR27     | 0,035 | 0,082 | 0,019 | 0,061 | 0,091 | 0,082 | 0,010 | 0,027 |
| VAR28     | 0,021 | 0,084 | 0,057 | 0,051 | 0,000 | 0,125 | 0,040 | 0,000 |
| VAR29     | 0,118 | 0,125 | 0,125 | 0,115 | 0,125 | 0,105 | 0,107 | 0,116 |
| VAR30     | 0,097 | 0,117 | 0,103 | 0,105 | 0,101 | 0,097 | 0,044 | 0,018 |
| VAR31     | 0,097 | 0,120 | 0,071 | 0,107 | 0,088 | 0,123 | 0,052 | 0,022 |
| VAR32     | 0,118 | 0,116 | 0,090 | 0,038 | 0,101 | 0,102 | 0,067 | 0,063 |
| VAR33     | 0,104 | 0,114 | 0,027 | 0,120 | 0,115 | 0,113 | 0,125 | 0,058 |

Ağırlıklandırılmış normalize matris elde edildikten sonra VIKOR algoritmasında belirtilen işlemlere göre  $S_i$ ,  $R_i$  ve  $Q_i$  değerleri hesaplanmış ve Tablo 9-6'da verilmiştir.

Tablo 6

Hesaplanan  $S_i$ ,  $R_i$  ve  $Q_i$  Değerleri

| Birimler | $S_i$ | $R_i$ | 0,00              | 0,25              | 0,50              | 0,75              | 1,00              |
|----------|-------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|          |       |       | $Q_i$<br>(q=0,00) | $Q_i$<br>(q=0,25) | $Q_i$<br>(q=0,50) | $Q_i$<br>(q=0,75) | $Q_i$<br>(q=1,00) |
| VAR1     | 0,280 | 0,068 | 0,065             | 0,053             | 0,041             | 0,028             | 0,016             |
| VAR2     | 0,269 | 0,084 | 0,340             | 0,255             | 0,170             | 0,085             | 0,000             |
| VAR3     | 0,307 | 0,080 | 0,271             | 0,217             | 0,164             | 0,110             | 0,057             |
| VAR4     | 0,383 | 0,085 | 0,349             | 0,304             | 0,259             | 0,215             | 0,170             |
| VAR5     | 0,703 | 0,118 | 0,887             | 0,828             | 0,769             | 0,709             | 0,650             |
| VAR6     | 0,452 | 0,095 | 0,509             | 0,450             | 0,392             | 0,333             | 0,274             |
| VAR7     | 0,297 | 0,068 | 0,070             | 0,063             | 0,056             | 0,049             | 0,042             |
| VAR8     | 0,546 | 0,118 | 0,893             | 0,773             | 0,654             | 0,534             | 0,415             |
| VAR9     | 0,273 | 0,081 | 0,283             | 0,214             | 0,144             | 0,075             | 0,006             |
| VAR10    | 0,325 | 0,124 | 0,987             | 0,761             | 0,535             | 0,309             | 0,083             |
| VAR11    | 0,528 | 0,105 | 0,667             | 0,598             | 0,528             | 0,458             | 0,388             |
| VAR12    | 0,302 | 0,125 | 1,000             | 0,762             | 0,525             | 0,287             | 0,049             |
| VAR13    | 0,352 | 0,074 | 0,173             | 0,161             | 0,148             | 0,136             | 0,124             |
| VAR14    | 0,392 | 0,099 | 0,577             | 0,478             | 0,380             | 0,282             | 0,183             |
| VAR15    | 0,285 | 0,064 | 0,000             | 0,006             | 0,012             | 0,018             | 0,024             |
| VAR16    | 0,368 | 0,097 | 0,548             | 0,448             | 0,348             | 0,248             | 0,148             |
| VAR17    | 0,528 | 0,111 | 0,779             | 0,681             | 0,584             | 0,486             | 0,388             |
| VAR18    | 0,762 | 0,125 | 1,000             | 0,935             | 0,869             | 0,804             | 0,738             |
| VAR19    | 0,629 | 0,125 | 1,000             | 0,885             | 0,770             | 0,655             | 0,539             |
| VAR20    | 0,301 | 0,095 | 0,519             | 0,401             | 0,283             | 0,165             | 0,047             |
| VAR21    | 0,634 | 0,111 | 0,774             | 0,717             | 0,660             | 0,604             | 0,547             |
| VAR22    | 0,521 | 0,090 | 0,423             | 0,412             | 0,400             | 0,388             | 0,377             |
| VAR23    | 0,577 | 0,104 | 0,656             | 0,607             | 0,559             | 0,510             | 0,462             |
| VAR24    | 0,428 | 0,094 | 0,491             | 0,428             | 0,364             | 0,301             | 0,237             |
| VAR25    | 0,825 | 0,125 | 1,000             | 0,958             | 0,916             | 0,875             | 0,833             |
| VAR26    | 0,556 | 0,097 | 0,548             | 0,519             | 0,489             | 0,460             | 0,430             |
| VAR27    | 0,406 | 0,091 | 0,446             | 0,386             | 0,325             | 0,265             | 0,205             |
| VAR28    | 0,378 | 0,125 | 0,993             | 0,785             | 0,577             | 0,370             | 0,162             |

**Tablo 6**  
Hesaplanan  $S_i$ ,  $R_i$  ve  $Q_i$  Değerleri (devamı)

| Birimler | $S_i$ | $R_i$ | 0,00              | 0,25              | 0,50              | 0,75              | 1,00              |
|----------|-------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|          |       |       | $Q_i$<br>(q=0,00) | $Q_i$<br>(q=0,25) | $Q_i$<br>(q=0,50) | $Q_i$<br>(q=0,75) | $Q_i$<br>(q=1,00) |
| VAR29    | 0,936 | 0,125 | 1,000             | 1,000             | 1,000             | 1,000             | 1,000             |
| VAR30    | 0,683 | 0,117 | 0,868             | 0,806             | 0,744             | 0,682             | 0,620             |
| VAR31    | 0,680 | 0,123 | 0,961             | 0,875             | 0,788             | 0,702             | 0,616             |
| VAR32    | 0,693 | 0,118 | 0,887             | 0,824             | 0,761             | 0,698             | 0,635             |
| VAR33    | 0,777 | 0,125 | 1,000             | 0,940             | 0,881             | 0,821             | 0,761             |
| S*       | 0,269 |       |                   |                   |                   |                   |                   |
| S-       | 0,936 |       |                   |                   |                   |                   |                   |
| R*       | 0,064 |       |                   |                   |                   |                   |                   |
| R-       | 0,125 |       |                   |                   |                   |                   |                   |

Tablo 9-6'da önce ikinci aşamadaki eşitliğe uygun olarak 33 birim için ayrı ayrı olmak üzere  $S_i$  ve  $R_i$  değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler elde edildikten sonra ardından üçüncü aşamada belirtilen eşitlik kullanılarak önce S\* , R\* S- ve R- değerleri hesaplanmaktadır. Bu değerler hesaplandıktan sonra yine üçüncü aşamada veri-

len eşitlik kullanılarak değerleri Tablo 6'daki gibi elde edilmiştir. Bu aşamadan sonra dördüncü aşamada verilen eşitliğe uygun olarak her bir karar birimi için hesaplanan  $S_i$ ,  $R_i$  ve  $Q_i$  değerleri sıralanmıştır. Bu sıralamaya Tablo 7'de yer verilmiştir.

**Tablo 7**  
Nihai Sıralama

| Birimler | $S_i$ | $R_i$ | $Q_i$ | $Q_i$ | 'ye Göre Sıralama |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| VAR15    | 0,285 | 0,064 | 0,063 | 1     |                   |
| VAR1     | 0,280 | 0,068 | 0,111 | 2     |                   |
| VAR7     | 0,297 | 0,068 | 0,119 | 3     |                   |
| VAR13    | 0,352 | 0,074 | 0,212 | 4     |                   |
| VAR9     | 0,273 | 0,081 | 0,272 | 5     |                   |
| VAR3     | 0,307 | 0,080 | 0,273 | 6     |                   |
| VAR2     | 0,269 | 0,084 | 0,314 | 7     |                   |
| VAR4     | 0,383 | 0,085 | 0,353 | 8     |                   |
| VAR27    | 0,406 | 0,091 | 0,433 | 9     |                   |
| VAR22    | 0,521 | 0,090 | 0,448 | 11    |                   |
| VAR20    | 0,301 | 0,095 | 0,457 | 10    |                   |
| VAR24    | 0,428 | 0,094 | 0,473 | 12    |                   |
| VAR6     | 0,452 | 0,095 | 0,493 | 14    |                   |
| VAR16    | 0,368 | 0,097 | 0,498 | 13    |                   |
| VAR14    | 0,392 | 0,099 | 0,526 | 15    |                   |
| VAR26    | 0,556 | 0,097 | 0,552 | 16    |                   |
| VAR11    | 0,528 | 0,105 | 0,634 | 17    |                   |
| VAR23    | 0,577 | 0,104 | 0,639 | 18    |                   |
| VAR17    | 0,528 | 0,111 | 0,717 | 19    |                   |
| VAR21    | 0,634 | 0,111 | 0,744 | 20    |                   |
| VAR8     | 0,546 | 0,118 | 0,808 | 23    |                   |
| VAR10    | 0,325 | 0,124 | 0,815 | 21    |                   |
| VAR12    | 0,302 | 0,125 | 0,818 | 22    |                   |
| VAR30    | 0,683 | 0,117 | 0,829 | 25    |                   |
| VAR28    | 0,378 | 0,125 | 0,835 | 24    |                   |
| VAR32    | 0,693 | 0,118 | 0,846 | 26    |                   |

Tablo 7

Nihai Sıralama (devamı)

| Birimler | $S_i$ | $R_i$ | $Q_i$ | $Q_i$ | 'ye Göre Sıralama |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| VAR5     | 0,703 | 0,118 | 0,848 | 27    |                   |
| VAR31    | 0,680 | 0,123 | 0,897 | 28    |                   |
| VAR19    | 0,629 | 0,125 | 0,912 | 29    |                   |
| VAR18    | 0,762 | 0,125 | 0,950 | 30    |                   |
| VAR33    | 0,777 | 0,125 | 0,954 | 31    |                   |
| VAR25    | 0,825 | 0,125 | 0,968 | 32    |                   |
| VAR29    | 0,936 | 0,125 | 1,000 | 33    |                   |

Tablo 9-7'de  $S_i$ ,  $R_i$  ve  $Q_i$ lerinin sıralaması yapıldıktan sonra son aşamada koşulların denetiminin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bunun için beşinci aşamadaki koşullar sınanarak Tablo 8'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 8

Koşulların Denetlenmesi

|                                  |                                       |        |       |        |        |        |
|----------------------------------|---------------------------------------|--------|-------|--------|--------|--------|
|                                  | Q(P <sub>2</sub> )                    | 0,065  | 0,111 | 0,157  | 0,202  | 0,240  |
|                                  | Q(P <sub>1</sub> )                    | 0,000  | 0,063 | 0,127  | 0,190  | 0,236  |
|                                  | Q(P <sub>2</sub> )-Q(P <sub>1</sub> ) | 0,065  | 0,048 | 0,030  | 0,012  | 0,004  |
|                                  | DQ                                    | 0,031  | 0,031 | 0,031  | 0,031  | 0,031  |
| Kabul Edilebilir Avantaj Koşulu  | Koşul-1                               | DOĞRU  | DOĞRU | YANLIŞ | YANLIŞ | YANLIŞ |
| Kabul Edilebilir İstikrar Koşulu | Koşul-2                               | YANLIŞ | DOĞRU | DOĞRU  | DOĞRU  | DOĞRU  |

Buna göre beşinci aşamada yer alan birinci koşulun denetlenmesi için eşitlikte verildiği gibi öncelikle DQ değeri (=1-(33-1)) hesaplanmıştır. Daha sonra her bir q değeri için [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1] ayrı ayrı olmak üzere sıralamaya dayalı olarak Q(P<sub>2</sub>)-Q(P<sub>1</sub>) değeri elde edilmiştir. Buna göre Q(P<sub>2</sub>)-Q(P<sub>1</sub>) ≥ DQ koşulu q=0,00 ve q=0,25 değerleri için sağlanmıştır. Son olarak ikinci koşul olan en iyi  $Q_i$  değerine sahip P1 alternatifinin  $S_i$  ve  $R_i$  değerlerinden en az bir tanesinde en iyi skora sahip olması koşulu incelenmiştir. Kabul edilebilir istikrar koşulu q=0,00 sıralaması hariç tüm sıralama koşullarında sağlanmıştır. Buna göre koşul denetimi sonucunda VIKOR yönteminde her iki koşulu da sağlayan q=0,25 değerinin sıralaması nihai  $Q_i$  sıralaması olarak Tablo 9-7'deki gibi kullanılmıştır. Nihai sıralamaya göre VAR15, VAR1 ve VAR7 en iyi alternatifler (uzlaşık çözüm) olurken; VAR29, VAR25 ve VAR33 en kötü alternatifler olmuştur.

## Sonuç

Kitabın bu bölümünde ilk olarak sosyolojik bir bakış açısı ile sağlık konusu açıklanmıştır. Bu kapsamda sağlık çok boyutlu bir kavram olarak ele alınmıştır. Sağlık sosyolojisi ise, sağlık ve sağlık uygulamalarına sosyolojik perspektiften bakış açıları, kuramlar ve yöntemler getiren bir bilim dalı olarak insan davranışında var olan kalıpları sağlıklıla bütünleştirerek araştırmayı içermektedir. Doğru bireysel sağlık durumu önlemleri, özelleştirilmiş koruyucu tıp hizmetlerine ve yaşam tarzı önerilerine rehberlik edebilir ve bireyin

sağlık verilerini anlamlı gruplar halinde toplayarak nüfus sağlık programlarına uygulanabilir. Bu doğrultuda kitabın bu bölümünde uygulama kapsamı toplumsal sağlık göstergeleri olarak belirlenmiştir. Seçili toplumsal sağlık göstergelerine göre ülkelerin sıralaması çok kriterli karar verme yaklaşımlarından biri olan VIKOR analizi kullanılarak Microsoft Excel programında yapılmıştır. VIKOR analizi birden fazla gösterge varlığında çok sayıda birim için tek bir sıralama skoru yaratma ve birimleri belirli bir üst gösterge başlığında değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Bu analizlerin birimleri kıyaslama, zaman içindeki değişiklikleri gözlemleme, başarılı olan ülke ve politikaları ortaya çıkarma ve toplumsal sağlık sonuçlarını değerlendirme noktasında araştırmacılar, karar vericiler ve politika yapımcılar başta olmak üzere tüm paydaşlara faydası olacaktır.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Declaration of Interests:** The authors declare that there are no competing interests.

## Kaynaklar

Amzat, J., & Razum, O. (2014). Functional Perspective on Health, içinde: Amzat, J. ve Razum, O. (Eds.) *Medical Sociology in Africa*. Cham: Springer. [Crossref]

Canadian Public Health Association (2022). *What are the Social Determinants of Health?* Erişim Tarihi: 01.01.2023. Erişim Adresi: <https://www.cpha.ca/what-are-social-determinants-health#f2>.

Collyer, F. & Scambler, G. (2015). The Sociology of Health, Illness and Medicine: Institutional Progress and Theoretical Frameworks, içinde: Collyer, F. (Ed.), *The Palgrave Handbook of Social Theory in Health, Illness and Medicine*, 1-15, UK: Palgrave Macmillan. [Crossref]

Ekizer, A. (2020). Sağlık Sosyolojisi ve Tarihsel Gelişimi, *Selçuk Sağlık Dergisi*, 1(1), 1-12.

Gül, M., Çelik, E., Güneri, A. F. & Gümüş, A. T. (2012). Simülasyon ile Bütünleşik Çok Kriterli Karar Verme: Bir Hastane Acil Departmanı İçin Senaryo Seçimi Uygulaması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(22), 1-18.

İslam, M. (2019). Social Determinants of Health and Related Inequalities: Confusion and Implications, *Frontiers in Public Health*, 7, 1-4. [Crossref]

Lorber, J., & Moore, L. J. (2002). *Gender and the Social Construction*

of Illness [2nd ed.]. Lanham, MD: Rowman & Littlefield.

Mikkonen, J., & Raphael, D. (2010). *Social Determinants of Health: The Canadian Facts*, York University School of Health Policy and Management, Toronto, Canada.

Öner, C (2014). Sağlıkın Sosyal Belirleyicileri ve Yaşam Kalitesi ile İlişkisi, *Türkiye Klinikleri J Fam Med-Special Topics*, 5(3), 15-8.

Özen, S. (1993). Sosyolojide Bir Alan: Sağlık Sosyolojisi ve Sağlık-Toplumsal Yapı İlişkileri. *Sosyoloji Dergisi*, 4, 73-88.

Paksoy, S. (2015). Ülke Göstergelerinin VIKOR Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11 (2), 153-169

Pan American Health Organization & WHO (2015). *Health Indicators: Conceptual and Operational Considerations*, PAHO.

Pandey, M. (2016). Health - A Sociological Perspective: An Overview, *International Journal for Innovative Research in Multidisciplinary Field*, 2 (10).

Şahin, M. (2018). Sağlıkın Sosyal Belirleyicileri ve Sosyal Politikalar, İçinde: Koç, Ö.E. (Ed.), *Türkiye’de Sağlık Harcamaları ve Özel Kesim Uygulamaları*, Ekin Basım Yayın, 47-69.

Sokoya, T., Zhou, Y., Diaz, S., Law, T., Himawan, L., Lekey, F, Shi, L., Gimbel, R.W., & Jing, X. (2022). Health Indicators as Measures of Indivi-

dual Health Status and Their Public Perspectives: Cross-sectional Survey Study, *The Journal of Medical Internet Research (JMIR)*, 24 (6). [Crossref]

Straus, R. (1957). The Nature and Status of Medical Sociology, *American Sociological Review*, 22(2), 200-204. [Crossref]

Thomas, R. K. (2002). Introduction to the Sociology of Health and Illness, İçinde: Thomas, R. K. (Ed.), *Society and Health*, Boston: Springer.

Turkish Healthy Cities Association (2019). *Sağlığın Sosyal Belirleyicilerine Yönelik Eylemler: Önceki Deneyimlerden Elde Edilenler*. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44488/9786058079519-tur.pdf>.

Twumasi, P. A. (2004). Sociology of Health: Contribution and Prospects, *Legon Journal of Sociology*, 1(1), 71-78.

University of Minnesota (2016). *Social Problems: Continuity and Change*, Saylor Foundation.

Weitz, R. (2013). *The Sociology of Health, Illness, and Health Care: A Critical Approach*. 6. ed., CA, Wadsworth: Thousand Oaks.

Whitman, A, Lew, N., Andre, C., Victoria, A., Rachael, Z., & Benjamin D. S. (2022). Addressing Social Determinants of Health: Examples of Successful Evidence-Based Strategies and Current Federal Efforts, *ASPE Report*, Erişim Adresi: <https://aspe.hhs.gov/sites/default/files/documents/e2b650cd64cf84aae8ff0fae7474af82/SDOH-Evidence-Review.pdf>.



