

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

SAĞLIK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

**ÜLKELERİN TIBBİ GÖRÜNTÜLEME CİHAZLARINA ERİŞİMİNİN ÇOK
KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS

Arzu AYDIN

HAZİRAN-2023
GÜMÜŞHANE



T.C.

**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

SAĞLIK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

**ÜLKELERİN TIBBİ GÖRÜNTÜLEME CİHAZLARINA ERİŞİMİNİN ÇOK
KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**EVALUATION OF COUNTRIES' ACCESS TO MEDICAL IMAGING
DEVICES BY MULTI-CRITERIA DECISION MAKING TECHNIQUES**

YÜKSEK LİSANS

Arzu AYDIN

**HAZİRAN-2023
GÜMÜŞHANE**



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

SAĞLIK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

**ÜLKELERİN TIBBİ GÖRÜNTÜLEME CİHAZLARINA ERİŞİMİNİN ÇOK
KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**EVALUATION OF COUNTRIES' ACCESS TO MEDICAL IMAGING
DEVICES BY MULTI-CRITERIA DECISION MAKING TECHNIQUES**

YÜKSEK LİSANS

Arzu AYDIN

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Bahadır ŞİMŞEK

**HAZİRAN-2023
GÜMÜŞHANE**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum “**Ülkelerin Tıbbi Görüntüleme Cihazlarına Erişiminin Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Değerlendirilmesi**” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmaları kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi’nin lisanslı kullanıcısı olduğum intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlediği kıstaslara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

22/06/2023

.....
Arzu AYDIN

TEŞEKKÜR

Hem yüksek lisans eğitimim boyunca hem de bu tez çalışmasının fikir aşamasından sonuçlandırılmasına tüm süreçlerinde bilgi, görüş ve tecrübelerini benimle paylaşan, sabırla, ilgiyle ve özenle tüm sorularımı yanıtlayan ve destekleyen değerli hocam ve danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Bahadır Şimşek'e çok teşekkür ederim. Kıymetli eleştirileri ve katkılarından ötürü değerli jüri üyesi hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Merve Karaer'e ve Dr. Öğr. Üyesi Sefa Emre Yılmazel'e teşekkür ederim.

Üniversite hayatımın ilk gününden itibaren hep yanımda olan, birlikte başladığımız lisansüstü eğitim sürecinde desteklerini ve en önemlisi pozitif enerjisini hep yanımda hissettiğim kıymetli dostum Hava Aydın'a, bu süreçte arayıp soran tüm arkadaşlarıma ve maddi ve manevi tüm destekleriyle, gösterdikleri sabır ve ilgiyle başta annem Emine Aydın ve babam Yusuf Aydın olmak üzere tüm aile üyelerine sonsuz sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım.

Arzu AYDIN
GÜMÜŞHANE – 2023

ÖZET

Tıbbi görüntüleme cihazları, sağlık hizmetlerinin sürekliliğinin sağlanmasında ve yüksek riskli hastalıkların yönetiminde kilit unsurlardan biridir. Bu araştırma OECD ve AB üyesi/aday ülkelerin tıbbi görüntüleme cihazlarına erişim performansının çok kriterli karar verme teknikleriyle değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Yüksek maliyetli üç tıbbi görüntüleme cihazına ilişkin (BT, MR ve PET) 2018-2020 yılları arasındaki veriler doğrultusunda ve dokuz kriter bağlamında 26 ülke değerlendirilmiştir. Ülkeler üç aşamalı analizle performans sıraları (CoCoSo), sınıfları (FlowSort) ve benzerlikleri (K Ortalamalar) saptanmıştır. Çalışma sonucunda, 26 ülkenin performansında en belirleyici kriterin bin kişiye düşen PET görüntüleme sayısı olduğu; tıbbi görüntüleme cihazlarına erişim performansı en yüksek iki ülkenin ABD ve Güney Kore, en düşük iki ülkenin Sırbistan ve Macaristan olduğu; performans sırası en düşük beş ülke içerisinde ve düşük performans grubunda yer alan İsrail, Macaristan ve Türkiye'nin benzer yapıda ülkeler olduğu ve ortalamaya göre 15 ülkenin yüksek performans grubunda yer aldığı tespit edilmiştir. Ülkelerin en çok eşitsizlikler yaşadığı PET görüntüleme cihazına erişiminin, planlama veya strateji geliştirilmesi gereken politika alanlarından biri olarak görülmektedir. Ülkelerin tıbbi teknoloji kaynaklarını nüfus, hastalık yükleri ve cihazın kullanım sıklığı göz önünde bulundurarak dağılımını gerçekleştirmesinin erişimde yaşanan eşitsizlikleri iyileştireceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çok kriterli karar verme, Erişim, Performans değerlendirme, Tıbbi cihazlar, Tıbbi görüntüleme cihazları

SUMMARY

Medical imaging devices are one of the key elements in ensuring the continuity of health services and in the management of high-risk diseases. This study was conducted to assess the performance of OECD and EU member/candidate countries in terms of access to medical imaging devices using multi-criteria decision-making techniques. In line with the data for three high-cost medical imaging devices (CT, MRI and PET) between 2018-2020, 26 countries were evaluated in the context of nine criteria. Countries' performance ranks (CoCoSo), classes (FlowSort) and similarities (K Means) were determined by three-stage analysis. As a result of the study, it was determined that the most determining criterion in the performance of 26 countries is the number of PET imaging scans per thousand people; the two countries with the highest performance in access to medical imaging devices are the USA and South Korea, and the two countries with the lowest performance are Serbia and Hungary; Israel, Hungary and Turkey, which are among the five countries with the lowest performance rank and in the low performance group, are countries with similar structures and 15 countries are in the high performance group according to the average. Access to PET imaging equipment, in which countries experience the most inequalities, is considered to be one of the policy areas that require planning or strategy development. It is thought that the distribution of medical technology resources by taking into account population, disease burden and frequency of use of the device will improve inequalities in access.

Keywords: Multi-criteria decision making, Access, Performance evaluation, Medical devices, Medical imaging devices

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	III
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	IV
TEŞEKKÜR.....	V
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
TABLolar DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XII
EKLER DİZİNİ.....	XIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XIV
1. GİRİŞ	1
2. TIBBİ CİHAZLAR	4
2.1. Tıbbi Cihazın Tanımı	4
2.2. Tıbbi Cihazların Sınıflandırılması ve İsimlendirilmesi.....	5
2.3. Tıbbi Görüntüleme Cihazları	8
2.3.1. Bilgisayarlı Tomografi (BT)	9
2.3.2. Manyetik Rezonans (MR)	10
2.3.3. Pozitron Emisyon Tomografi (PET)	10
3. TIBBİ CİHAZLARA ERİŞİM.....	12
3.1. Sağlık Hizmetlerine Erişim	12
3.2. Tıbbi Cihazlara Erişim	14
3.2.1. Kullanılabilirlik (Availability)	16
3.2.2. Erişilebilirlik (Accessibility)	17
3.2.3. Uygunluk (Appropriateness)	18
3.2.4. Satın Alınabilirlik (Affordability)	18
3.2.5. Kabul Edilebilirlik (Acceptability)	19
3.2.6. Kalite (Quality)	19
4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME	20
5. METERYAL VE YÖNTEM	26
5.1. Araştırmanın Gerekçesi ve Amacı	26
5.2. Araştırmanın Tasarımı	26
5.3. Veri Toplama Aracı	29

5.4. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi	29
5.5. Araştırmada Kullanılan Kriterler	30
5.6. Kullanılan Teknikler ve İşlemler	32
5.6.1. Ağırlıklandırma Yöntemi	33
5.6.2. Sıralama Yöntemi.....	36
5.6.3. Kümeleme ve Sınıflandırma Yöntemi	37
5.7. Araştırmanın Varsayımları ve Sınırlılıkları	47
5.8. Araştırmanın Özgünlüğü.....	47
5.9. Araştırmanın Modeli	48
6. BULGULAR.....	49
6.1. Ülkelerin Profilleri	49
6.1.1 Sağlık ve Sosyal Profilleri.....	49
6.1.2 Tıbbi Cihaz Profilleri	53
6.2. Veri Setlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri.....	56
6.3. Kriter Ağırlıkları	59
6.4. CoCoSo Analizine İlişkin Bulgular	61
6.5. K-Ortalamalar Kümeleme Bulguları.....	66
6.6. FlowSort Sınıflandırma Bulguları.....	71
7. DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA.....	77
8. SONUÇ, KATKI VE ÖNERİLER.....	84
KAYNAKÇA.....	86
EKLER.....	107
ÖZGEÇMİŞ	111

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Tıbbi cihazların EMDN ve GMDN kategorileri (Anand vd., 2010; EU, 2023).	7
Tablo 2. Farklı biyomedikal görüntüleme tekniklerinin özellikleri (Kumrular ve Polat, 2021).	8
Tablo 3. Erişimin boyutları	13
Tablo 4. Sağlık teknolojilerine erişimin boyutları (Frost ve Reich, 2008:19).	15
Tablo 5. Kriter ağırlıklandırma yöntemleri (Odu,2019; Durmuş, 2015; Ayan vd., 2023).	21
Tablo 6. CoCoSo çalışmaları	23
Tablo 7. FlowSort çalışmaları	24
Tablo 8. Kümeleme analizi çalışmaları	25
Tablo 9. Alternatifler	30
Tablo 10. Kriterler	30
Tablo 11. Sınıfların alt ve üst profil değerleri	43
Tablo 12. Genelleştirilmiş Kriterler için Fonksiyonlar (Brans ve Vincke,1985: 649-652; Brans ve Mareschal, 2005: 170).	44
Tablo 13. Ülkelerin sağlık ve sosyal profilleri	50
Tablo 14. Ülkelerin tıbbi cihaz profilleri	53
Tablo 15. 2018 yılı veri setinin tanımlayıcı istatistikleri	56
Tablo 16. 2019 yılı veri setinin tanımlayıcı istatistikleri	57
Tablo 17. 2020 yılı veri setinin tanımlayıcı istatistikleri	57
Tablo 18. Ortalama (2018, 2019, 2020) veri setinin tanımlayıcı istatistikleri	58
Tablo 19. 2018 yılı CoCoSo değerlendirme stratejileri ve birleşimi	61
Tablo 20. 2019 yılı CoCoSo değerlendirme stratejileri ve birleşimi	62
Tablo 21. 2020 yılı CoCoSo değerlendirme stratejileri ve birleşimi	63
Tablo 22. Ortalama (yıl) CoCoSo değerlendirme stratejileri ve birleşimi	64
Tablo 23. Ülkelerin yıllara göre COCOSO performans sıralamaları	65
Tablo 24. Küme sayılarına göre Silhouette indeksi değerleri	66
Tablo 25. 2 Küme sonuçları	67
Tablo 26. Kriterlerin kümelerdeki ortalamaları	68
Tablo 27. 2 kümede alternatiflerin Silhouette değerleri	69
Tablo 28. Kriterlerin tercih fonksiyonları ve parametreleri	71
Tablo 29. Sınıfların kriterlerdeki sınır değerleri	72

Tablo 30. Ülkelerin 2018 yılı akım değerleri ve sınıfları.....	73
Tablo 31. Ülkelerin 2019 yılı akım değerleri ve sınıfları.....	74
Tablo 32. Ülkelerin 2020 yılı akım değerleri ve sınıfları.....	75
Tablo 33. Ülkelerin ortalama (2018, 2019,2020) akım değerleri ve sınıfları	76
Tablo 34. Ülkelerin nihai sıralama, kümeleme ve sınıflandırma sonuçları	80



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Sağlık teknolojilerine erişim (Frost ve Reich, 2008:17).....	14
Şekil 2. Karar verme problemleri (Doumpos ve Zopounidis, 2002).....	20
Şekil 3. Orange Data Mining araçları	41
Şekil 4. Visual PROMETHEE 2018 yılı tercih fonksiyonu ve parametre önerileri	45
Şekil 5. Araştırma modeli	48
Şekil 6. CRITIC ağırlıkları.....	59
Şekil 7. Entropi ağırlıkları.....	60
Şekil 8. Ortalama ağırlıklar	60
Şekil 9. Farklı küme sayılarında Silhouette indeksi değerleri.....	67
Şekil 10. 2018 yılı kümelerin Silhouette ve MDS grafiği.....	69
Şekil 11. 2019 yılı kümelerin Silhouette ve MDS grafiği.....	70
Şekil 12. 2020 yılı kümelerin Silhouette ve MDS grafiği.....	70
Şekil 13. Ortalama yıla ilişkin kümelerin Silhouette ve MDS grafiği	71

EKLER DİZİNİ

Ek 1. 2018 yılı veri seti	107
Ek 2. 2019 yılı veri seti	108
Ek 3. 2020 yılı veri seti	109
Ek 4. Ortalama yıla (2018,2019,2020) ilişkin veri seti	110



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BT	: Bilgisayarlı Tomografi (Computed Tomography(CT))
BWM	: Best Worst Method (En İyi En Kötü Yöntemi)
CND	: Classificazione Nazionale Dispositivi medici (İtalya Ulusal Tıbbi Cihaz Sınıflandırması)
CoCoSo	: Compined Compromise Solution
CRITIC	: Criteria Importance Through Intercriteria Correlation
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
DIRAC	: Directory of Radiotherapy Centres (Radyoterapi Merkezleri Rehberi)
DSA	: Dijital Substraksiyon Anjiyografi (Digital Subtraction Angiography)
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
EMDN	: European Medical Device Nomenclature (Avrupa Tıbbi Cihaz İsimlendirmesi)
ELECTRE	: Elemination and Choice Translating Reality English
EU	: European Union (Avrupa Birliği)
EUİGE	: Eşitsizliğe Uyarlanmış İnsani Gelişme Endeksi
FDA	: Food and Drug Administration (Gıda ve İlaç İdaresi)
GAMA	: Gama Kameralar
GHTF	: Global Harmonization Task Force
GMDN	: Global Medical Device Nomenclature (Küresel Tıbbi Cihaz İsimlendirmesi)
HALE	: Healthy Life Expectancy (Sağlıklı Yaşam Beklentisi)
IAEA	: International Atomic Energy Agency (Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı)
IMDRF	: International Medical Device Regulators Forum
IVD	: In Vitro Diagnostik
IVDMD	: In Vitro Diagnostik Medical Device
İGE	: İnsani Gelişme Endeksi
LT	: Litotriptör
MAM	: Mamografi
MDR	: Medical Device Regulation (Tıbbi Cihaz Yönetmeliği)
MeDevIS	: Priority Medical Devices Information System (Öncelikli Tıbbi Cihazlar Bilgi Sistemi)

MR	: Manyetik Rezonans (Magnetic Resonance Imaging (MRI))
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)
PET	: Pozitron Emisyon Tomografisi (Positron Emission Tomography)
PMD	: Priority Medical Devices (Öncelikli Tıbbi Cihazlar)
Promethee	: The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation
RAD	: Radyoterapi Cihazı
SAGP	: Satın Alma Gücü Paritesi
SKH	: Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (Sustainable Development Goals-SDG)
SPECT	: Single Photon Emission Computerized Tomography (Tek Foton Emisyon Bilgisayarlı Tomografi)
STD	: Sağlık Teknolojisi Değerlendirme
STK	: Sivil Toplum Kuruluşu
TOPSİS	: Technique for Order Preference By Similarity to an Ideal Solution
UDI	: Unique Device Identification
UHC	: Universal Health Coverage (Evrensel Sağlık Kapsamı)
UMDNS	: Universal Medical Device Nomenclature System (Evrensel Tıbbi Cihaz İsimlendirme Sistemi)
UNAIDS	: United Nations Programme on HIV/AIDS
UNDP	: United Nations Development Programme
UNFPA	: United Nations Population Fund
UNİCEF	: United Nations International Children's Emergency Found
UNSPSC	: United Nations Standard Products and Services Code
US	: Ultrasonografi
WB	: World Bank (Dünya Bankası)
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
WIPO	: World Intellectual Property Organization (Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü)
WPM	: Weighted Product Model (Ağırlıklı Çarpım Yöntemi)
WSM	: Weighted Sum Model (Ağırlıklı Toplam Yöntemi)

1. GİRİŞ

Tıbbi cihazların olmadığı bir sağlık sistemini düşünülemez hale getiren sağlık teknolojilerindeki gelişmeler, çeşitlenen hastalıklar karşısında bugünkü sağlık kazanımlarının elde edilmesindeki başarının kaynağı olurken, sağlığın ve sağlık hizmetlerinin kapsamının genişlemesini sağlamıştır. Fakat bu kazanımların ve kapsamın; dünyada var olan sosyo-ekonomik, insani gelişmişlik gibi farklılıklara paralel olarak dağılımında oluşan eşitsizlikler, küresel hedefler ve ülkeler için sürdürülebilir sağlığın önünde engel teşkil etmeye başlamıştır. Bu noktada nüfusun sağlık kaynaklarına ve hizmetlerine erişiminin değerlendirilmesi, ülkelerin ve örgütlerin eşitsizlikleri saptamada ve anlamada aracı rolü önem kazanmıştır.

Erişim, en genel olarak sağlık sistemine giriş veya sistemin kullanımı (Clark, 1983) ya da sağlık hizmetini sanal veya yüz yüze alabilmenin kolaylığı (Fortney vd., 2011; Russell vd., 2013) şeklinde ifade edilerek, tüm bireylerin veya toplumun demografik ve sosyo-ekonomik gibi farklılıklarına bakılmaksızın kaliteli sağlık hizmetlerini alabilmelerini hedefleyen evrensel sağlık kapsamının önemli bir bileşeni olarak görülmektedir (Evans vd., 2013). Sağlık teknolojileri kapsamında bulunan tıbbi cihazlar hastalıkların teşhisi, tedavisi ve önlenmesi için sağlık hizmetleri sunumunda kritik öneme sahiptir. Görüntüleme amaçlı kullanılan tıbbi cihazlar tarama, teşhis, cerrahi planlama ve görüntü yardımıyla insan vücudundaki fiziksel ve fizyolojik koşulları ortaya çıkarmak için kullanılır. Tıbbi görüntüleme, evrensel sağlık kapsamında yer aldığı gibi birincil koruma, erken tanı ve teşhisten, tedavi ve tedavi sonrası rehabilitasyon veya palyatif bakıma kadar uzanan bakımın sürekliliğini sağlanmasında ve çeşitli hastalıkların yönetiminde önemli rol oynamaktadır (WHO, 2017a; Frija vd., 2021:2).

Sağlık sisteminin altı yapı taşından biri olan sağlık teknolojilerine erişim (Morris ve Saboury, 2019), insanların ihtiyaç duyduğunda kaliteli sağlık teknolojilerini elde etme ve uygun şekilde kullanma becerisi (Frost ve Reich, 2008) şeklinde tanımlanırken; bu teknolojilerin önemli bir parçası olan tıbbi cihazlara erişim ise Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından hastaların tıbbi cihazların ve hizmetlerin, mevcut olduğu sağlık kurumlarına (kullanılabilirlik) coğrafi olarak ulaşabilmesini (erişilebilirlik), bilimsel olarak geçerli (uygunluk), sosyal ve kültürel açıdan ve bireylerin beklentilerine uygun (kabul edilebilirlik), bir ülkenin veya hastalarının ödeme yapabileceği (satın alınabilirlik) ve güvenli ve etkili kullanımı için düzenleyici standartları karşılaması gibi (kalite) farklı unsurların etkileşimi olarak ifade edilmiştir (WHO, 2012).

Sağlık sistemi performans hedeflerine ulaşılmasında ve bir nüfusun aldığı sağlık hizmetlerinin maliyeti ve kalitesinde, tıbbi cihazların mevcudiyeti, etkili kullanımı ve erişilebilirliği etkili olmaktadır. Uygun tıbbi cihazlara küresel erişimi iyileştirmek için DSÖ tarafından oluşturulan Öncelikli Tıbbi Cihazlar (PMD) projesiyle, küresel hastalık yüklerine ve risk faktörlerine göre hastalıkların yönetiminde gerekli olan öncelikli tıbbi cihazlar belirlenmiştir. Yüksek teknoloji ürünleri olan tıbbi görüntüleme cihazları; dünyada yaygın yüksek riskli hastalıkların yönetiminde öncelikli tıbbi cihazlar içerisinde yer almaktadır (WHO, 2010; WHO, 2012:7).

Tıbbi cihazların, sağlık hizmetleri dışında sağlık düzeyi ve ekonomik göstergelere olan olumlu etkisini gösteren araştırmalar mevcuttur. Örneğin, kanser hastalarının görüntüleme ve nükleer tıp hizmetlerine erişiminin artırılmasının sağlık ve ekonomik sonuçları açısından faydalarını ortaya koyan Lancet Onkoloji Komisyonu'nun raporuna göre; 2012'den 2018'e kadar dünyada yeni kanser vakalarının tahmini sayısının %28'den fazla artarak 14.1 milyondan 18.1 milyona, kanserden ölenlerin tahmini sayısının ise yaklaşık %17 artarak 8.2 milyondan 9.6 milyona yükseldiği belirtilmiştir. Bu doğrultuda 2020-2030 yılları arası için yapılan tahminlerde dünya çapında görüntülemenin artırılmasının; kanserlerin neden olduğu 76 milyon ölümün %3.2'sini (2.46 milyon) önleyeceği ve 54.92 milyon yaşam yılı kazandıracığı ve ekonomik olarak, 6.8 milyar ABD doları maliyeti karşısında 1.23 trilyon dolarlık üretkenlik artışı sağlayarak; her 1 dolar karşılığında 179.19 dolarlık getirisi olacağı ifade edilmektedir (Hricak vd., 2021). Benzer şekilde sağlık teknolojisindeki artışın, 2000-2020 dönemi arasında bazı Asya ve Avrupa ülkelerinde (Japonya, Güney Kore, Litvanya ve Lüksemburg) önlenebilir ölüm oranlarını düşürdüğü ve yaşam beklentisini artırdığı tespit edilmiştir (Karrouk vd., 2022).

Dünya Sağlık Örgütüne üye ülkelerin ortalama olarak milyon nüfus başına; yaklaşık %10'unun en az bir PET cihazı, %33'ünün en az bir lineer hızlandırıcısı, %40'ının en az bir Radyoterapi cihazı, %54'ünün en az bir MR cihazı, %70'inin en az bir BT cihazı ve %89'unun en az bir Mamografi cihazı mevcuttur (WHO, 2017a). Ülkelerin gelir düzeylerine göre bir tıbbi cihaza düşen nüfus değişebilmektedir. Örneğin, Bilgisayarlı Tomografi (BT) cihazı ortalama yüksek gelirli ülkelerde 25 bin, üst-orta gelirli ülkelerde 79 bin, alt-orta gelirli ülkelerde 227 bin ve düşük gelirli ülkelerde 1 milyon 694 bin kişiye hizmet vermektedir (IMAGINE, 2023; Hricak vd., 2021). Gelişmiş ülkelerde üretilen ve kolayca kullanılabilen tıbbi cihazlar, gelişmemiş ülkelerde uygun fon ve satın alma gücünün olmayışı ve uygun alt yapı ve uzman işgücü eksikliğinden kaynaklı olarak erişimi ve kullanımı zor veya imkansız olabilmektedir (WHO, 2010:2). Gelişmiş ülkelerde ise tıbbi cihazların benimsenmesine ilişkin sorunlar ön plana çıkmakla

birlikte bu ülkelerdeki sağlık sistemi ve politikalarının hastalıkların önlenmesi ve teşhis edilmesinden ziyade, hastalığın ortaya çıktıktan sonraki tedavi sürecine odaklı olması ve artan sağlık maliyetleri karşısında sağlık kurumlarının harcamaları kısımaya yönelik uygulamaların tıbbi teknolojiye erişimi azalttığı belirtilmektedir (Abbam, 2014).

Bu çalışmada yüksek teknoloji içeren tıbbi görüntüleme cihazlarına sahip ülkelerin cihaza ve görüntülemeye erişim performansı çok kriterli karar verme teknikleriyle değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda çalışmanın ikinci bölümünde tıbbi cihazlar için geliştirilmiş tanımlara, tıbbi cihaz çeşitlerine ve tıbbi görüntüleme cihaz türlerine; üçüncü bölümünde erişim kavramını sağlık hizmetleri, sağlık teknolojileri ve tıbbi cihazlar açısından anlamına ve çeşitli unsurlar bakımından boyutlarına ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Çalışmanın analizinde kullanmış olduğumuz çok kriterli karar verme metodolojisine ve yararlanmış olduğumuz yöntemlere ait literatürdeki çalışmalara dördüncü bölümde yer verilerek kavramsal çerçeve üç bölümde sunulmuştur. Çalışmanın tasarımında izlenen yol, analiz işlemlerine ve kullanılan tekniklere dair detaylar beşinci bölümde yer almaktadır. Altıncı bölümde, ülkelerin sosyo-ekonomik, sağlık düzeyi ve tıbbi cihaz sistemlerini ifade eden göstergeler doğrultusunda oluşturulan profilleri sunulduktan sonra veri setlerine, ülkelerin erişim performansına ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Bir sonraki bölümde bulguları özetleyen genel değerlendirmeye ve literatürdeki benzer çalışmaların sonuçlarıyla ilişkisi tartışılmıştır. Araştırmanın son bölümde araştırmanın sonuçlarına, sağlık alanına katkıları ve öneriler sunulmuştur.

2. TIBBİ CİHAZLAR

2.1.Tıbbi Cihazın Tanımı

1980'lerin ortalarında tıbbi cihazlar sayıca 600'ü aşan bir çeşitliliğe sahipken (Şemin, 1999) günümüzde dünya pazarında 7.000'den fazla jenerik cihaz grubuna ayrılmış tahmini 2 milyon farklı türde tıbbi cihaz bulunduğu belirtilmektedir (WHO (Medical Devices), 2022). Tıbbi cihazın tanımı, artan çeşit sayısından kaynaklı net bir şekilde ifade edilememekle beraber zaman içinde gelişmelere bağlı olarak kapsamı genişleyerek değişim yaşamıştır (Kiper, 2018; WHO, 2010). Dünya Sağlık Örgütü'nün Tıbbi Cihazlarla İlgili Temel Ülke Araştırmasına göre; 194 ülke içerisinde 113'ünün tıbbi cihazların düzenlenmesi için yasal bir mevzuata sahip olduğu ve bunların %93'ünün tıbbi cihaza ve %48'inin In Vitro Diagnostik (IVD) tıbbi cihazlara ilişkin yasa veya yönetmelikte tanımı yer almaktadır (WHO, 2017a). Avrupa Birliği mevzuatında tıbbi cihazlar; vücuda yerleştirilebilir aktif tıbbi cihazlar, vücut dışında kullanılan (in vitro) tıbbi tanı cihazlara ve hayvan kaynaklı dokular kullanılarak imal edilen tıbbi cihazlara ilişkin farklı yönetmeliklerde tanımları mevcuttur.

Dünya Sağlık Örgütü'nün kullanmış olduğu, tüm dünyada tıbbi cihaz düzenlemelerini standartlaştırmak amacıyla 1992 yılında kurulmuş olan Küresel Uyumlaştırma Çalışma Grubu (GHTF) (şimdiki adıyla Uluslararası Tıbbi Cihaz Düzenleyicileri Forumu (IMDRF)) tarafından 2005 yılında geliştirilen tanımda;

İnsanda kullanıldıklarında asli fonksiyonunu farmakolojik, immünolojik veya metabolik etkiler ile sağlamayan, fakat fonksiyonunu yerine getirirken bu etkiler tarafından desteklenebilen ve insan üzerinde: a) hastalığın tanısı, önlenmesi, izlenmesi, tedavisi veya hafifletilmesi b) yaralanma veya sakatlığın tanısı, izlenmesi, tedavisi, hafifletilmesi veya mağduriyetin giderilmesi c) anatomik veya fizyolojik bir işlevin araştırılması, değiştirilmesi veya yerine başka bir şey konulması, d) hayatın sürdürülmesinin desteklenmesi, e) doğum kontrolü, f) tıbbi cihazın dezenfekte olmasının sağlanması, g) medikal veya tanı amaçlı veri sağlanması amacıyla geliştirilmiş herhangi bir enstrüman, aparat, makine, cihaz, implant, uygulama, in-vitro reaktif veya kalibratör, yazılım, malzeme veya benzeri bir uygulama şeklinde açıklamıştır (GHTF, 2012; WHO, 2010).

Benzer bir tanımı kullanan ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) farklı olarak tıbbi cihazın “ *...(1) resmi Ulusal Formüllerde veya Birleşik Devletler Farmokopesinde veya herhangi bir ekte tanınan, (2) insanlarda veya diğer hayvanlarda hastalık veya diğer durumların teşhisinde veya hastalığın iyileştirilmesi, hafifletilmesi, tedavisi veya önlenmesinde kullanılması amaçlanan veya, (3) insan veya diğer hayvanların vücudunun yapısını veya herhangi bir işlevini etkilemeyi amaçlayan...*” şeklinde olması gerektiğini

vurgulayarak hayvan sağılığı için kullanılan cihazları da bu kapsama almıştır (FDA, 2022; USCODE, 2022).

Avrupa Parlamentosu ve Konseyi tarafından mevcutta yer alan; 1993 tarihli Tıbbi Cihazlara İlişkin Konsey Direktifi ve 1998 tarihli İn Vitro Tanı Amaçlı Tıbbi Cihazlara İlişkin Konsey (IVDMD) Direktifi, 2017 yılında yaşadığı değişikliklerle beraber tıbbi cihazlarla ilgili yeni düzenlemeler getirmiştir. Bu düzenlemelerle beraber tıbbi cihazların niteliklerini artırıcı, detaylı kalite uygulamalarını, gelişmiş denetim ve takip uygulamalarını ve ileri uyum mekanizmalarını içeren yenilikler olmuştur (Deloitte, 2021). Avrupa Birliği mevzuatına göre bir tıbbi cihaz (MDR-2017/745);

Amaçlanan asli fonksiyonunu, insan vücudu içerisinde veya üzerinde farmakolojik, immünolojik veya metabolik etkiler ile sağlamayan fakat fonksiyonunu yerine getirirken bu etkiler tarafından desteklenebilen ve spesifik olarak; a) Hastalığın; tanısı, önlenmesi, izlenmesi, tahmini, prognozu, tedavisi veya hafifletilmesi, b) Yaralanma veya sakatlığın; tanısı, izlenmesi, tedavisi, hafifletilmesi veya kompanse edilmesi, c) Anatomisinin ya da bir fizyolojik yahut patolojik sürecin veya durumu; araştırılması, ikame edilmesi veya modifikasyonu, d) Organ, kan ve doku bağışları dâhil olmak üzere, insan vücudundan elde edilen örneklerin in vitro tetkiki vasıtasıyla bilgi sağlanması, tıbbi amaçlarından biri veya daha fazlası için, imalatçı tarafından insan üzerinde tek başına veya birlikte kullanılmak üzere tasarlanan alet, aparat, teçhizat, yazılım, implant, reaktif, materyal veya diğer malzemeleri, 2) Gebeliğin önlenmesine veya desteklenmesine yönelik cihazları, 3) 1 inci maddenin ikinci fıkrasında atıfta bulunulan cihazların ve bu bendin (1) numaralı alt bendinde atıfta bulunulan cihazların temizliği, dezenfeksiyonu veya sterilizasyonu için özel olarak tasarlanan ürünleri, in vitro tanı amaçlı tıbbi cihaz (MDR-2017/746) ; Yalnızca veya esas olarak; 1) Fizyolojik veya patolojik bir sürece veya duruma ilişkin, 2) Konjenital fiziksel veya zihinsel bozukluğa ilişkin, 3) Tıbbi bir duruma veya hastalığa yakınlığa ilişkin, 4) Potansiyel alıcılar için güvenlik ve uyumluluğu belirlemeye yönelik, 5) Tedavi cevabını veya reaksiyonlarını tahmin etmeye yönelik, 6) Tedavi tedbirlerini tanımlamaya veya izlemeye yönelik, hususlardan biri veya daha fazlası hakkında bilgi sağlamak amacıyla, kan ve doku bağışları dâhil olmak üzere, insan vücudundan elde edilen numunelerin incelenmesinde imalatçı tarafından in vitro olarak kullanılması amaçlanan, gerek tek başına gerekse birlikte kullanılan, reaktif, reaktif ürün, kalibratör, kontrol materyali, kit, alet, aparat, ekipman parçası, numune kapları, yazılım veya sistem olan tıbbi cihazları (EU, 2017a; EU, 2017b) ifade etmektedir.

Aranson vd. (2019) ise tıbbi cihazı, *"Sağlık hizmetlerinde kullanılmak üzere tasarlanmış ve üretilmiş, yalnızca tıbbi veya beslenme amaçlı olmayan bir buluş."* olarak tanımlamıştır (Aranson vd., 2019).

2.2. Tıbbi Cihazların Sınıflandırılması ve İsimlendirilmesi

Sağlık kurumları tarafından ve uluslararası mevzuatta tıbbi cihazlar işlev, yaş, kullanım süresi, risk düzeyi, maliyet gibi çeşitli unsurlar çerçevesinde sınıflandırılabilir. Tıbbi cihazların sayıca çokluğu ve kullanım alanlarının çeşitliliği sınıflandırılmasını zorlaştırmaktadır (Aranson vd., 2019). Sınıflandırmanın temel mantığı tıbbi cihazların yönetimi, düzenlenmesi veya planlanmasında kolaylık sağlamasıdır. Aranson vd. (2019) tıbbi cihazları; uygulama alanı (vücut dışı, yüzeye uygulanan, vücuda

giren), kullanım süresine (geçici, kısa süreli, daimi) ve harici bir güç kaynağına sahip olup olmadığına (aktif, aktif olmayan) dayalı olarak basit bir sınıflandırma önermiştir. Henschke vd. (2015) AB tıbbi cihaz yönetmeliği doğrultusunda risk ve işlevsellik unsurlarını içeren mevcut sınıflandırmayı, STD mantığı ile birleştirerek tıbbi cihazları tanısıl ve terapötik olmasına, doğrudan hastalar tarafından kullanılıp kullanılmadığına ve belirli bir prosedürün parçası oluşturup oluşturmadığına göre sınıflandırmıştır. İşlevlerine göre tıbbi cihazlar genel olarak şöyle sınıflandırılmaktadır (TÜBİTAK, 2003);

- **Tıbbi Görüntüleme Sistemleri;** Röntgen cihazları, Bilgisayarlı Tomografi cihazı, Manyetik Rezonans görüntüleme cihazı, Kemik Mineral Densitometre cihazı, Anjiyografi sistemleri, Ultrasonografi, Doppler cihazları, Film banyo cihazları, Gamma Kamera, PET, SPECT, Radyasyon dedektörleri.
- **Ameliyathane ve Solunum Cihazları;** Defibrilatör, Ventilator, Elektrokoter, ameliyat masaları ve lambaları, Kalp akciğer pompası, Isıtıcı-soğutucu, Kan ısıtıcıları, Cerrahi aspiratör, Oto-transfüzyon cihazları.
- **Biyokimya, Moleküler Biyoloji, Hematoloji, Genetik ve Mikrobiyoloji Cihazları;** Otoanalizör, Kan analiz cihazları, Santrifüj cihazları, Kan ve kan ürünleri saklama cihazları, Aferez cihazları vb.
- **Biyolojik Sinyal İzleme Cihazları;** EKG cihazları, Hasta başı monitörler, Oksijen satürasyonu cihazları, EMG, ERG cihazları, Defibrilatör/monitörler
- **Radyoterapi Sistemleri;** Lineer akseleratör, Co-60 teleterapi cihazları, Brakiterapi sistemleri, Simülatörler
- **Fizik Tedavi Cihazları;** Koşu / Yürüme bantları, Eksersiz bisikletleri, Ultrason cihazları vb.
- **Optik Tıbbi Cihazlar;** Endoskoplar, Teleskoplar, Mikroskoplar, Işık kaynakları, Otoskop ve Oftalmoskoplar, Lazer cihazları,
- **Sterilizatör ve Etüv Cihazları;** Buharlı Sterilizatörler (Otoklav), Gaz Sterilizatörleri, Kuru Hava Sterilizatörleri (Etüv)
- **Diş, KBB ve Göz üniteleri, Ses ve işitme cihazları, Mekanik cihazlar ve cerrahi aletler, Tıbbi gaz sistemleri, Hemodiyaliz cihazları, Su sistemleri, Tek kullanımlık sarf malzemeleri, Protez ve Ortezler**

Tıbbi cihazların risk düzeylerine göre ulusal ve uluslararası olarak farklı seviyelerde sınıflandırmaları vardır. AB mevzuatında tıbbi cihazlar; kullanım süresi (geçici, kısa süreli, uzun süreli), invazivliğe, aktifliğe ve çeşitli kurallara göre düşük (I), orta (IIa), orta/yüksek (IIb) ve yüksek (III) olmak üzere üç risk düzeyinde sınıflandırılmaktadır. Tıbbi cihazları risk düzeylerine göre; GHTF düşük (A), düşük-orta

(B), orta-yüksek (C) ve yüksek (D) şeklinde dört düzeyde (GHTF, 2012), ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) düşük (I), orta (II) ve yüksek (III) olarak üç düzeyde, Çin Ulusal Tıbbi Ürünler Dairesi (NMPA) üç düzeyde ve İngiltere, Kanada, Japonya ve Güney Kore dört düzeyde sınıflandırma yapmaktadır (Deloitte, 2021; Seo vd., 2022).

Sağlık sistemleri ve kuruluşları tarafından tıbbi cihaz ve ilgili ürün çeşitlerini jenerik olarak tanımlamak ve sınıflandırmak için kullanılan kodlama sistemleri mevcuttur. İsimlendirme sistemleri olarak ifade edilen bu terminolojiler envanter yönetimi, bakım, satın alma, muhasebe, stoklama, düzenleyici faaliyetler, advers tıbbi cihaz olay raporlaması ve gümrük işlemleri gibi çeşitli faaliyetlerde farklı profesyonellerce kullanılır (WHO, 2017a:70; Iadanza vd., 2021; WHO, 2019). Dünyada yaygın olarak kullanılan belli başlı isimlendirme sistemlerinin bazıları şunlardır; Avrupa Tıbbi Cihaz İsimlendirmesi (EMDN), Küresel Tıbbi Cihaz İsimlendirmesi (GMDN), Evrensel Tıbbi Cihaz İsimlendirme Sistemi (UMDNS) ve Benzersiz Cihaz Tanımlayıcı (UDI). Tablo 1’de görüldüğü üzere tıbbi görüntüleme cihazları, isimlendirme sistemlerinden GMDN’de “Teşhis ve Tedavi Amaçlı Radyasyon Cihazları” kategorisinde 12 ile kodlanmakta ve EMDN’de “Tıbbi Ekipman ve İlgili Aksesuarlar, Yazılımlar ve Sarf Malzemeleri” kategorisinde Z ile kodlanmaktadır.

Tablo 1. Tıbbi cihazların EMDN ve GMDN kategorileri (Anand vd., 2010; EU, 2023)

GMDN		EMDN	
Kod	Kategori	Kod	Kategori
1	Aktif İmplant Edilebilir Cihazlar	A	Uygulama, Geriçekme ve Toplama Cihazları
2	Anestezi ve Solunum Cihazları	B	Hematoloji ve Hemotranfüzyon Cihazları
3	Dişilik Cihazları	C	Kardiyovasküler Sistem Cihazları
4	Elektromekanik Tıbbi Cihazlar	D	Tıbbi Cihazlar İçin Dezenfektanlar, Antiseptikler, Sterilizasyon Ajanları ve Deterjanlar
5	Hastane Donanımı	F	Diyaliz Cihazları
6	İn Vitro Teşhis Cihazları	G	Gastrointestinal Cihazlar
7	Aktif Olmayan İmplant Edilebilir Cihazlar	H	Sütür Cihazları
8	Oftalmik ve Optik Cihazlar	J	Aktif İmplant Edilebilir Cihazlar
9	Yeniden Kullanılabilir Cihazlar	K	Endoterapi ve Elektro Cerrahi Cihazlar
10	Tek Kullanımlık Cihazlar	L	Yeniden Kullanılabilir Cerrahi Aletler
11	Engelli Bireyler İçin Yardımcı Ürünler	M	Genel ve Özel Örtü İçin Cihazlar
12	Teşhis ve Tedavi Amaçlı Radyasyon Cihazları	N	Sinir ve Medüller Sistem Cihazları
13	Tamamlayıcı Terapi Cihazları	P	İmplant Edilebilir Protetik ve Osteosentez Cihazları
14	Biyolojik Kaynaklı Cihazlar	Q	Dental, Oftalmolojik ve KBB Cihazları
15	Sağlık Hizmeti Ürünleri ve Uyarlamaları	R	Solunum ve Anestezi Cihazları
16	Laboratuvar Ekipmanı	S	Sterilizasyon Cihazları
17-20	Boş	T	Hasta Koruyucu Ekipmanlar ve İnkontinans Yardımcıları (Kişisel Koruyucu Ekipman)
		U	Ürogenital Sistem Cihazları
		V	Çeşitli Tıbbi Cihazlar
		W	İn Vitro Diyagnostik Tıbbi Cihazlar
		Y	Diğer Kategorilerde Dahil Olmayan Engelliler İçin Cihazlar
		Z	Tıbbi Ekipman ve İlgili Aksesuarlar, Yazılımlar ve Sarf Malzemeleri

2.3. Tıbbi Görüntüleme Cihazları

Tıbbi görüntüleme (medical imaging), farklı enerji türleri ile vücudun içyapılarının (doku, organ) analiz ve müdahalesi için görüntülenmesini sağlamak amacıyla kullanılan teknikler ve yapılan işlemler bütünüdür (Bankman, 2009 akt Atlan ve Pençe, 2021). Tıbbi görüntüleme teknikleri insan vücudunu cerrahi olarak açmadan vücudun içine bakmak için kullanılan invaziv olmayan yöntemlerdir. Farklı tıbbi durumların teşhis veya tedavisine yardımcı olmak için kullanılan birçok tıbbi görüntüleme tekniği ve cihazları vardır (Kasban vd., 2015). Bu cihazlar veya teknikler insan vücudunun görüntülenmesi için farklı enerji türleri kullanır. Radyoloji görüntüleme tekniklerinden, mamografi ve bilgisayarlı tomografi enerji türü olarak x-ışınlarını, manyetik rezonans görüntülemede radyo frekansları, nükleer tıp görüntülemede (PET, SPECT) gama ışınları ve ultrason görüntülerinde enerji türü olarak yüksek frekanslı ses dalgaları kullanılmaktadır (Atlan ve Pençe, 2021). Tablo 2’de bazı biyomedikal görüntüleme tekniklerinin özellikleri ve kullanım alanları sunulmuştur.

Tablo 2. Farklı biyomedikal görüntüleme tekniklerinin özellikleri (Kumrular ve Polat, 2021).

Görüntüleme Tekniği	Mekanizma	Avantajlar	Dezavantajlar	Kullanım Alanları
X-Ray	X-ray emisyonu	Kolay kullanım, yüksek detay, derine ulaşabilme	Radyoaktif etki, düşük kimyasal algılama	Yumuşak dokular ve sıvı
BT	X-ray emisyonu	Non-invaziv, hızlı ve ağrısız, fiziksel yoğunluktaki küçük farklar ile ayırt edilir.	Radyoaktif etki, gerçek zamanlı bilgi yok, yüksek maliyet	Sert ve yumuşak doku
MR	Proton kutuplanması ve salınması	Kolay kullanım, derine ulaşabilme	Yüksek maliyet, uzun görüntüleme süresi	Sert ve yumuşak doku
PET/SPECT	Gamma ışını emisyonu	Kolay kullanım, derine ulaşabilme, yüksek moleküler hassasiyet	Yüksek maliyet, düşük detay, ışımsal etiketleme	Hücre metabolizma, hücre takibi
US	Akustik dönüş	Kolay kullanım, derine ulaşabilme, yüksek hız, gerçek zamanlı görüntüleme, düşük maliyet	Düşük detay, düşük kimyasal hassasiyet,	Yumuşak doku

Tıbbi görüntülemenin başlangıcı, Wilhelm Conrad Röntgen’in 1895’te x-ışınını (gözle görülmeyen, vücudu geçebilen ve iyonizan radyasyon içeren ışın demeti) keşfetmesine dayanmaktadır. Bu buluştan kısa bir süre sonra Fransız fizikçi Henri Antonie Becquerel X-ışınları üzerinde çalışırken uranyumun radyoaktifliğini, Marie Curie ve eşi Pierre Curie ise radyum elementini keşfederek ‘radyoloji’ biliminin doğuşuna öncülük etmişlerdir. Röntgen incelemeleri tıpta ilk kullanılan görüntüleme

tetikleri olurken bilimin ve teknolojinin hızla gelişmesine paralel olarak yeni görüntüleme cihazları ve yöntemleri geliştirilmiştir. Bu keşifler yeni cihazların icadını tetikleyerek 1950’lerde katater anjiyografisi, 1960’larda nükleer tıp, 1970’lerde Ultrasonografi (US) ve Bilgisayarlı Tomografi (BT), 1980’lerde Manyetik Rezonans (MR), Pozitron Emisyon Tomografisi (PET) ve girişimsel radyoloji, erken 1990’larda çok kesitli BT, ultra hızlı MR teknikleri, geç 1990’larda fonksiyonel ve moleküler görüntüleme alanları, 2000’lerde de tüm bu cihazların daha iyi görüntü kalitesi vermesi ve daha az artefakt üretmesine yönelik çalışmalar ve cihazların birbirine katkısını artırmak için füzyon ya da hibrid görüntüleme yöntemleri (PET-BT/MR, US füzyon) geliştirilmiştir (Yücel, 2015: 77; Kumrular ve Polat, 2021: 208).

X-ray görüntülemenin temeli, dokuların x ışınını farklı derecede soğurmasına dayanmaktadır. Radyolojinin temel görüntüleme cihazlarının pek çoğu x ışını ile görüntü oluşturmakta ve röntgen cihazları (radyografi ve radyoskopi) en sık ve yaygın olarak kullanılan nispeten ucuz, kolay erişilebilir cihazlardır. Röntgen görüntüleme solunum sisteminde özellikle akciğer görüntülemede, kas-iskelet sisteminde kemiklerin değerlendirilmesinde ilk seçilecek yöntem konumunda olup göğüs hastalıklarının tanı ve tedavisinde, kalça bozukluklarının değerlendirmesinde, atletik el yaralanmalarının teşhisinde ve yumuşak ve sert doku lezyonlarının sınıflandırmasında kullanılmaktadır (Atlan ve Pençe, 2021:210; Yücel, 2015:79; Kumrular ve Polat, 2021:209).

Röntgen görüntüleme, invaziv olmaması, hızlı ve ağrısız şekilde olması, tıbbi ve cerrahi tedavi planını desteklemesi ve kanserin tedavisinde veya kan pıhtılarının giderilmesinde vücuda kateter veya stent yerleştirilirken tıbbi personele rehberlik etmesi gibi faydalarının yanında; iyonlaştırıcı radyasyona maruziyet (aşırı) sonucu kanser geliştirme olasılığını artırması ve katarakt, cilt kızarması ve saç dökülmesi gibi doku etkileri gibi riskleri vardır (Kasban vd., 2015).

2.3.1. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Bilgisayarlı Tomografi, insan vücudunun kesitlerinin görüntülerini üretmek için x-ışını kullanan bir teşhis teknolojisidir (Kasban vd., 2015). Elde edilen görüntüler, doktorlara standart röntgen ışınlarından çok daha fazla bilgi sağlayarak 3D görüntüler içindeki ayrı dilimlerin incelenmelerine olanak sağlar (COCİR, 2021). BT, tüm organ sistemleri görüntülemesinde kullanılır ve kontrast madde uygulamaları ile patolojilerin saptanması ve karakterizasyonunu kolaylaştırır (Yücel, 2015:84).

BT görüntüleme tekniği, pankreastaki kistik tümörleri görüntülemede, dental görüntüler ile yetişkinlerde yaş tahmini yapmada, el ve distal önkol kırıklarının

teşhisinde, akut kafa travmasının değerlendirilmesinde, kardiyak kitlelerin görüntülenmesinde, lenf düğümleri, akciğer, pelvis, karaciğer, dalak, böbrekler, çene, kalp, omurga ve ekstremiteler gibi insan vücudunun birçok bölümünün incelenmesinde, hastalık, travma ve anormallik tanısı koyarken, girişimsel veya terapötik prosedürleri planlamak ve yönlendirirken ve tedavi etkinliğinin izlenmesinde (kanseri tedavisi) kullanılmaktadır. Ayrıca günümüz pandemilerinden Covid-19 hastalığının erken teşhisinde ve tanısında, hassas sonuçlar vermesi nedeniyle göğüs BT'si tercih edilmektedir (Kasban vd., 2015: 42; Kumrular ve Polat, 2021: 210).

2.3.2. Manyetik Rezonans (MR)

Manyetik rezonans görüntüleme tekniğinde radyasyon kullanılmamakta ve vücut içerisindeki doku ya da organları radyo frekansı kullanarak görüntülenmektedir (Atlan ve Pençe, 2021). Bu görüntüleme tekniği yumuşak doku kontrast çözümü gücü en yüksek radyolojik görüntüleme yöntemi olarak kabul edilmektedir (Kumrular ve Polat, 2021). MR görüntüleme, en sık olarak beyin-omurilik ve kas-iskelet sistemi patolojilerinin tanısında kullanılmaktadır. Bunun dışında kalp, bati (karaciğer, safra yolları, pankreas, adrenal, böbrekler), meme ve pelvik incelemelerde, noninvaziv olarak damar görüntülemesinde, vücudun çeşitli bölgelerindeki tümörlerin, kistlerin ve diğeri anormalliklerin incelenmesinde, kalıtsal kalp hastalıklarının görüntülenmesinde, radyoterapi tedavi planlaması ve ameliyat planlanmasında kullanılmaktadır (Yücel, 2015:86; Kumrular ve Polat, 2021:211).

MR görüntüleme iyi yumuşak doku kontrastı olması, radyasyon içermemesi, damarların kontrast madde kullanmadan görüntülenebilmesi ve yüksek görüntü çözünürlüğü içermesi gibi avantajlarının yanında; tetkik süresinin uzun olması, klastrofobi olan veya koopere olmayan hastaların çekime girememesi, çocuk hastalarda hareket nedeniyle anestezi gerekliliği ve hastanın üzerindeki metal objelerin, implantlar, metal yabancı cisimler, intrakraniyal anevrizma klipleri, kalp pilleri, bazı kalp kapakçıkları gibi ajanların MR çekimi esnasında hastaya zarar vermesi (ısınma, bozulma ve yer değıştirme) gibi dezavantajları söz konusudur (Yücel, 2015: 88; Kasban vd., 2015).

2.3.3. Pozitron Emisyon Tomografi (PET)

Fizyolojik ve/veya patofizyolojik süreçleri haritalamak üzere tasarlanan enjekte edilmiş veya absorbe edilmiş radyofarmasötiklerin (radyasyon yayıcı) izlenmesini içeren nükleer tıp görüntüleme yöntemlerinde, vücuda radyofarmasötik izotoplar ağız yoluyla veya enjekte edilerek belirli organlara, kemiklere veya dokulara çekilir ve insan

vücudunun yaydığı radyasyon tarayıcı yardımıyla görüntüye dönüştürülür. Nükleer tıp görüntüleme, PET ve SPECT olmak üzere iki tekniği içerir. En temel nükleer tıp görüntüleme tekniği olan SPECT görüntülemesinde, vücuda verilen radyoformasötik maddelerden tek doğrultuda yayılan gama fotonları SPECT dedektörleri tarafından tespit edilerek üç boyutlu kesitsel görüntüler oluşturulmasıdır (Kumrular ve Polat, 2021). SPECT genellikle kardiyoloji ve fonksiyonel beyin teşhisinde, fizyolojik anormalliklerin tam konumunu belirlenmesinde yararlanır.

PET, nükleer tıpta pozitron yayan radyonüklidler kullanan fonksiyonel teşhis için bir görüntüleme yöntemidir. PET, fonksiyonel biyokimyasal süreçleri görselleştirebilir ve klinik onkoloji ve nörogörüntülemesinde yaygın olarak kullanılır (WHO, 2017a:85). Bu teknik kanser hücrelerinde olan metabolik değişimlerin belirlenmesinde, tanısında, evrenmesi, takip ve tedaviye yanıtın değerlendirilmesinde yararlanır (Yücel, 2015:96). Ayrıca kanserlerin (meme, servikal, kolorektal, özofagus, baş ve boyun, akciğer, lenfoma, melanom, pankreas, tiroid ve diğerleri), kardiyovasküler hastalıkların, Alzheimer hastalığı, Parkinson hastalığı, demans, epilepsi ve diğer nörolojik hastalıkların teşhisinde ve tedavinin potansiyel etkinliğini değerlendirmesinde kullanılır (Kasban vd., 2015:50). PET cihazının tek başına görüntülemesinde yetersizliği PET-BT, PET-MR gibi hibrid cihazların geliştirilmesine neden olmuştur. İki farklı cihazdan alınan bilgileri bir görüntü üzerinde birbiriyle ilişkilendirmek ve yorumlamak için üretilen özel görüntüler yüksek doğrulukta bilgiler vermektedir. Bunlardan en popüler olanı PET-BT, kanser hücrelerindeki farklı biyokimyasal yolları görselleştirmeyi sağlayan moleküler bir görüntüleme yöntemidir (Yücel, 2015:96; Kumrular ve Polat, 2021:213).

3. TIBBİ CİHAZLARA ERİŞİM

3.1. Sağlık Hizmetlerine Erişim

Erişim kavramını sağlık hizmetleri açısından farklı kapsamlarda ve tanımlarda ele alan çalışmalar olsa da standart veya net bir tanım olmayışı sağlık hizmetleri alanının karmaşık ve çok boyutlu niteliğinden kaynaklanmaktadır. Dünyadaki sağlık sistemlerinin performansının merkezinde yer alan erişim kavramı en basit şekliyle sağlık sistemine giriş veya sistemin kullanımı olarak tanımlanmaktadır (Levesque vd., 2013; Clark, 1983; Russel vd., 2013). Levesque vd. (2013) erişimi arz ve talep yönlü ele alarak sağlık ihtiyaçlarını belirleme, sağlık hizmeti arama, sağlık kaynaklarına ulaşma, sağlık hizmeti alma veya kullanma ve bakım ihtiyacına uygun hizmetlerin fiilen sunulma imkanı olarak; Fortney vd. (2011), gerçek ve algılanan erişim için iki alt tanımla birlikte, dijital çağ için güncellenen bakıma hasta merkezli erişimi, geniş yelpazedeki sağlık hizmeti sunucularıyla (doktorlar, hemşireler, sağlık personeli ve bilgisayar uygulamaları gibi) sanal veya yüz yüze etkileşim kurmanın potansiyel kolaylığı şeklinde ve Russell vd. (2013) nüfusun sağlık hizmetlerine erişimini, hastaların ihtiyaç duydukları zamanlarda sağlık hizmeti alabilmelerinin kolaylığı olarak ifade etmiştir. Beck (1973) erişimi "tıbbi buzdağı" kavramıyla ele alarak farklı bir yaklaşımla; bir doktorun tedavi edebileceği hastalar kümesini buzdağına benzeterek suyun üstünde kalan kısmın doktorun hizmet sunduğu hastaları veya bakıma erişenlerin büyüklüğü ile tanımlamıştır (Beck (1973) Akt Aday ve Andersen, 1974: 210). Gözlü ve Tatlıdil (2015) ise *“bireylerin ihtiyaç duyabileceği sağlık hizmetlerine istediği zamanda, istediği yerde ve tatmin edici kalite düzeyinde mevcut sağlık hizmeti arz koşulları çerçevesinde ulaşılabilme olasılığı”* şeklinde erişimi tanımlanmıştır (Gözlü ve Tatlıdil, 2015: 149).

Erişimin farklı tanımlarından anlaşılacağı üzere gelişimi devam eden, farklı faktörleri içine katarak geleceğe uzanan ve süreklilik arz eden bir kavramdır. Erişimi etkileyen unsurlar farklı boyutlar altında ele alınmaktadır. Erişimi farklı boyutlarda açıklayan çalışmaların bazıları Tablo 3'te derlenmiştir. Penchansky ve Thomas (1981) erişimi hasta ile sağlık sistemi arasındaki spesifik uyum alanlarını özetleyen bir kavram olarak beş boyutta ve Clark (1983) hastalar ile sağlık sistemi arasındaki uyumluluğun veya uygunluğu olarak üç boyutta ele almıştır. Gözlü ve Tatlıdil (2015) Türkiye'deki 81 ilin kamu tarafından sunulan sağlık hizmetlerine erişimini beş boyutta, Peters vd. (2008) düşük ve orta gelirli ülkelerde sağlık hizmetlerine erişimdeki eşitsizlikleri dört boyutta, Gabrani vd. (2020) birinci basamak sağlık hizmetleri kullanımını beş boyutta, Russell vd.

(2013) birinci basamak sağlık hizmetlerinin sunumunda erişimi yedi boyutta, Levesque vd. (2013) sağlık hizmetlerine hasta merkezli erişimi beş boyutta ve Fortney vd (2011) bakıma hasta merkezli erişimi dijital çağ unsurlarıyla güncelleyerek beş boyutta değerlendirmiştir. Carroll vd. (2021) yaşlı insanlar için hizmet kullanımında veya erişimde eşitliğin sağlanıp sağlanmadığıyla ilgili literatürü sekiz boyutta ve Doetsch vd. (2017) ise Portekiz'deki ekonomik krizin etkisiyle yaşlı nüfusun sağlık hizmetlerine erişiminin önündeki potansiyel engelleri Levesque vd. (2013) oluşturduğu beş boyut çerçevesinde inceleyerek kavramsallaştırmıştır.

Tablo 3. Erişimin boyutları

Yazarlar	Boyutlar
Penchansky ve Thomas (1981)	Kullanılabilirlik, erişilebilirlik, konaklama, satın alınabilirlik ve kabul edilebilirlik
Clark (1983)	Satın alınabilirlik, kabul edilebilirlik ve kullanılabilirlik
Fortney vd (2011)	Coğrafi, zamansal, finansal, kültürel ve dijital
Levesque vd (2013), Doetsch vd (2017)	Ulaşılabilirlik, kabul edilebilirlik, kullanılabilirlik ve konaklama, satın alınabilirlik ve uygunluk
Russell vd (2013)	Kullanılabilirlik, coğrafi, satın alınabilirlik, konaklama, zamanlılık, kabul edilebilirlik ve farkındalık
Gabrani vd (2020)	Kullanılabilirlik, kabul edilebilirlik, erişilebilirlik, satın alınabilirlik ve yeterlilik
Peters vd (2008)	Coğrafi erişilebilirlik, kullanılabilirlik, finansal erişilebilirlik ve kabul edilebilirlik
Gözlü ve Tatlıdil (2015)	Demografik özellikler, finansal engeller, sağlık hizmetleri altyapısı, ulaşım ve sağlık tesisi kullanımı ve memnuniyet oranı
Ouma vd (2021)	Konaklama, satın alınabilirlik, kullanılabilirlik, kabul edilebilirlik ve erişilebilirlik
Carroll vd (2021)	Kabul edilebilirlik, uygunluk, kullanılabilirlik ve kaynaklar, farkındalık, karar verme yeteneği, ihtiyaç, erişimi etkileyen kişisel ekonomik, sosyal ve kültürel koşullar, fiziksel erişilebilirlik

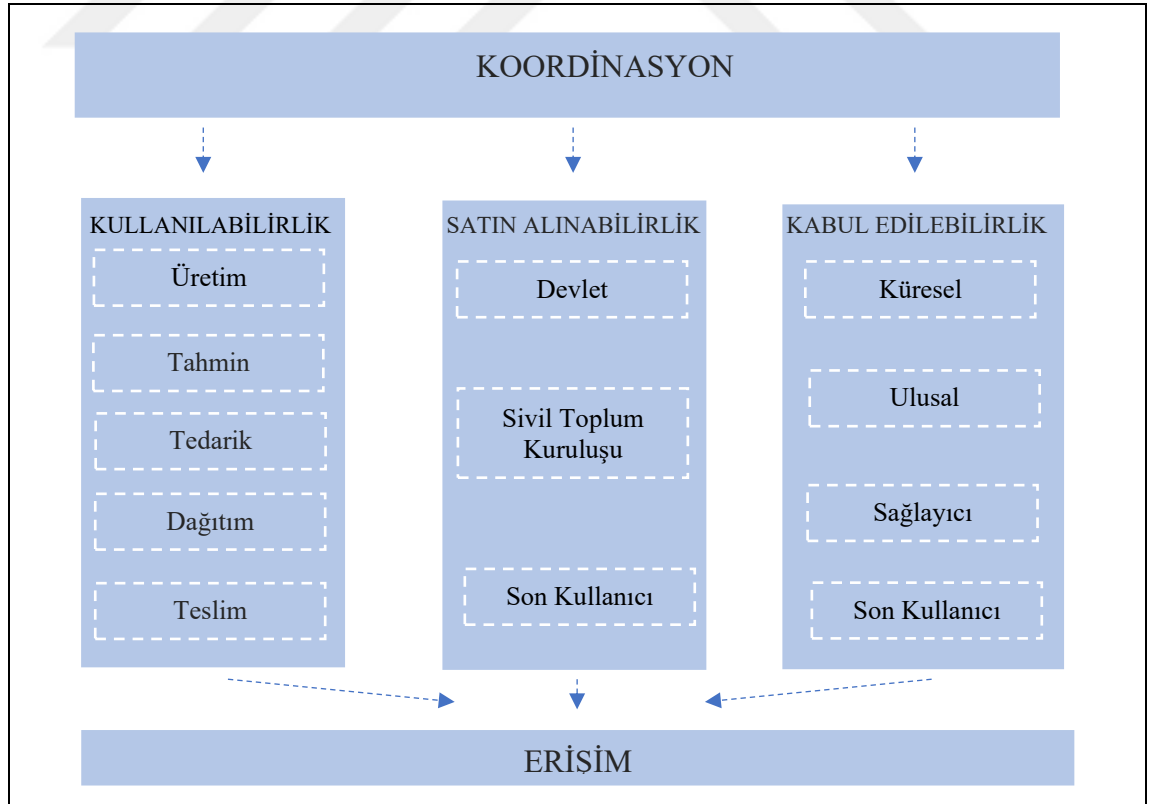
Erişime ilişkin ilk bilimsel çalışmalar coğrafi ve mekânsal bilim alanlarında başlamıştır. Sağlık hizmetlerine erişim ölçümleri de başlangıçta bir topluluğun bir sağlık kaynağına olan mesafesinin ölçümü olarak doğal kaynak dağılımına benzer şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu mesafe arttıkça bir hastanın bakım alma yeteneğinin azalmasıyla orantılı olduğu varsayılarak erişilebilirlik ve kullanılabilirlik için bu ölçüm esas olmuştur (Morris ve Saboury, 2019:16). Erişim kavramı zamanla farklı boyutları içine alarak sağlık hizmetlerinin kapsamı gibi genişlemiş, sağlık politikalarının temel hedefi haline gelmiştir. Sağlık alanında erişimi farklı boyutlarda ve konularda değerlendiren pek çok çalışma mevcuttur. Literatürde çeşitli sağlık hizmetlerine; birinci basamak (Silva vd., 2018), diş sağlığı (Ghanbarzadegan vd., 2021), ruh sağlığı (Prajapati ve Liebling, 2021) vb., dezavantajlı gruplara; yoksullar (Frost ve Reich, 2008), yaşlılar (Carroll vd., 2021), kadınlar (Akter vd., 2019), çocuklar (Bull vd., 2022), engelliler (Gibson ve O'Connor, 2010; Bright ve Kuper, 2018), kronik hastalığı olanlar (Brundisini vd., 2013) ve

mülteciler (Assi vd., 2019) gibi, ilaçlara (Tharumia Jagadeesan ve Wirtz, 2021), aşılarla (Kuehn vd., 2022), coğrafi olarak sağlık kurumlarına ve hizmetlerine (Graves, 2008; Deniz, 2018) yönelik erişim değerlendirmeleri yaygın bazı çalışma alanlarına örnek verilebilir.

3.2. Tıbbi Cihazlara Erişim

Sağlık teknolojilerine erişim, üretiminden son kullanıcıya ulaşımının sağlanmasının yanında sosyal, ekonomik ve politik unsurları barındıran ve zaman içinde pek çok faaliyeti ve aktörü içeren bir süreç olarak ifade edilmektedir. Bir sağlık teknolojisine erişim, "doğru" ürünün "doğru" yerde ve "doğru" zamanda "doğru" şekilde sağlanmasına bağlı olduğu belirtilmektedir (Frost ve Reich, 2008:8).

Frost ve Reich (2008) yoksul ülkeler için sağlık teknolojilerine (ilaç, aşı, tanı testi, cihaz) erişimi süreç olarak ele alarak analitik çerçeve oluşturmuştur. Şekil 1’de görüldüğü üzere erişim; arz bileşenlerini vurgulayan “Kullanılabilirlik”, çeşitli aktörlerin maliyet unsurlarını belirten “Satın Alınabilirlik”, talep faktörlerini ve teknoloji kabulünü içeren “Kabul Edilebilirlik” ve bu üç boyutun organizasyonel yapı ve ilişkilerini ifade eden “Koordinasyon” boyutu doğrultusunda ele alınmıştır (Frost ve Reich, 2008).



Şekil 1. Sağlık teknolojilerine erişim (Frost ve Reich, 2008:17).

Sağlık teknolojilerine erişimin belirtildiği boyutlar ve içeriğini tanımlayan ifadeler Tablo 4’te özetlenmiştir. İlk boyut olarak ifade edilen koordinasyon, diğer üç boyutun organizasyonuna ilişkin kararları içermektedir. İkinci boyut sağlık teknolojilerinin kullanılabilirliği ile ilgili süreci ve teknolojinin güvenilir ve düzenli şekilde tedarik edilmesini sağlamak için gereken çeşitli faaliyetleri vurgulamaktadır. Üçüncü boyut ülkelerin ve son kullanıcıların sağlık teknolojilerini satın alabilmesiyle ilgilidir. Son boyut ise sağlık teknolojilerinin kabulünü içeren talep oluşturmaya odaklı küresel, ulusal, bölgesel ve toplumsal düzeydeki faaliyetleri vurgulamaktadır (Frost ve Reich, 2008:18).

Tablo 4. Sağlık teknolojilerine erişimin boyutları (Frost ve Reich, 2008:19).

ERİŞİM	TANIM
KOORDİNASYON-	Kullanılabilirlik, satın alınabilirlik ve kabul edilebilirlik faaliyetlerini koordine etmek ve yönlendirmek amacıyla kurulan organizasyonel yapılar ve ilişkilerdir.
KULLANILABİLİRLİK-	İnsanların (hasta, tedarikçi ve sağlık çalışanı) eline (veya ağızına) ulaşmasını sağlamak için yeni bir sağlık teknolojisinin üretilmesi, tedariki, nakliyesi, depolanması, dağıtılması ve teslim edilmesinin lojistiğini içerir.
Üretim	Hammaddelerin kullanım veya satış için nihai ürünlere dönüştürülmesi.
Tahmin	Bir ürünün ne kadarının ve hangi fiyattan satın alınıp kullanılacağını değerlendirmesi.
Tedarik	Özel veya kamu tedarikçilerinden sağlık teknolojileri satın alma süreci ve elde edilen belirli miktar, ödenen fiyatlar ve alınan sağlık teknolojilerinin kalitesi ile ilgili tüm kararları içerir.
Dağıtım	Teknolojilerin kamu veya özel kanallar ya da kamu-özel karışımı yoluyla taşınması süreci.
Teslim	Tedarik zincirinde teknolojinin fiziksel olarak özel veya kamu kanallarıyla hedeflenen son kullanıcıya aktarıldığı nokta.
SATIN ALINABİLİRLİK-	Sağlık teknolojilerinin ve ilgili hizmetlerin, bunlara ihtiyaç duyan insanlar için çok maliyetli olmamasını sağlamayı içerir.
Devlet ve STK	Teknolojinin ülkelerdeki ulusal hükümetlerin satın alma birimleri ve STK'lar tarafından satın alınabilirliği.
Son Kullanıcı	Teknolojinin hastalar ve tüketiciler tarafından satın alınabilirliği.
KABUL EİLEBİLİRLİK-	Yeni bir sağlık teknolojisinin küresel kuruluşlar, devlet aktörleri, sağlık çalışanları ve tedarikçileri ve hastalar tarafından kabul görmesini ve talebin oluşmasını içerir.
Küresel	Teknolojinin WHO, UNICEF, UNAIDS ve UNFPA gibi uluslararası kuruluşlar ve teknik uzmanlar tarafından kabul edilmesi.
Ulusal	Ülkelerin hükümet bakanlıklarındaki politika yapıcılar tarafından teknolojinin kabul edilmesi; politika oluşturma, yasal onay ve tedavi protokollerinin uygulanmasını içerir.
Sağlayıcı	Teknolojinin sağlık çalışanı veya tedarikçiler tarafından kabul edilmesi ve uygun reçetelenmesi.
Son Kullanıcı ve Uygun Kullanım	Teknolojinin hasta veya tüketici tarafından kabul edilmesini, teknolojinin uygun kullanımını içerir.

Uygun tıbbi cihazlara küresel erişimi iyileştirmek için Dünya Sağlık Örgütü, hastaların tıbbi cihazlara ve hizmetlere erişim derecesini ifade eden farklı faktörlerin

etkileşimini “Kullanılabilirlik”, “Ulaşılabilirlik”, “Uygunluk”, “Satın Alınabilirlik”, “Kabul Edilebilirlik” ve “Kalite” boyutlarında tanımlamıştır (WHO, 2012).

3.2.1. Kullanılabilirlik (Availability)

Sağlık hizmetleri açısından ele alındığında fiziksel erişim olarak da ifade edilen bu boyut; hizmetlerin uygun şekilde, ihtiyaç duyulduğu zamanda ve doğru yerde bulunup bulunmadığıyla ilgilenir (Thiede vd., 2007). Bu boyutu, hizmetlerin hacmi ve türü ile nüfus ihtiyaçlarının hacmi ve türü arasındaki uyum şeklinde ifade eden Russel vd. (2013) birinci basamak hizmetlere erişimde kullanılabilirlik boyutunu, nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli yetkinliklere sahip birinci basamak sağlık kurumlarının ve sunucularının varlığı olarak; Penchansky ve Thomas (1981) hekim, diş hekimi ve diğer sağlayıcıların, klinikler ve hastaneler gibi tesislerin ve ruh sağlığı, acil bakım gibi özel programlar ve hizmetlerin arzının yeterliliği şeklinde ifade etmiştir. Erişim boyutu olarak kullanılabilirliği; Ademe vd. (2016) radyoloji, oftalmoloji, laboratuvar, yoğun bakım ünitesi, ameliyathane ve sterilizasyon gibi birimlerde gözlemlenen tıbbi cihazların mevcudiyeti şeklinde ve Khatib vd. (2016) ise bir ilacın eczanede fiziksel varlığı olarak değerlendirmiştir.

Sağlık hizmetine ihtiyaç duyanlar ile sağlık kurumu arasındaki mesafe ve bireyin veya ailenin ulaşım seçenekleri; sağlık hizmeti sunucularının ulaşım kaynakları ve hizmet ihtiyacı duyanların konumuna bağlı mobil hizmetler ve ev ziyaretleri yapma istekliliği; sağlık kurumlarının açık olduğu saatler (randevu sisteminin varlığı) ile bu kurumlara gitmenin mümkün olduğu (özellikle çalışan yetişkinler için) veya hizmetlere ihtiyaç duyulan zamanlar arasındaki uyum derecesi; sağlık kurumlarındaki hizmetlerin kapsamına ilişkin politikalar, işgücü sayısı, becerisi ve deneyiminden, ekipman ve tıbbi malzemelerin mevcudiyetinden etkilenen sağlık hizmetlerinin türü, kapsamı, miktarı ve kalitesi ile hizmet verilen toplumun sağlık ihtiyaçlarının niteliği ve kapsamı arasındaki ilişki kullanılabilirliğin sorun alanlarından bazılarıdır (Thiede vd., 2007).

Frost ve Reich (2008) sağlık teknolojilerinin kullanılabilirliğini küresel, ulusal, bölgesel ve yerel düzeylerde tedarik edilmesini etkileyen faktörleri, özellikle de teknolojinin üretimi, tedariki, nakliyesi, depolanması, dağıtımı ve son kullanıcıya ulaştırılmasıyla ilgili lojistik faaliyetler bütünü olarak değerlendirmiştir. Dünya Sağlık Örgütüne göre bir tıbbi cihazın kullanılabilirliği; sağlık kurumlarında fiziksel olarak bulunup bulunmadığını, sağlık çalışanları tarafından hastaları tedavi etmek için kullanılıp kullanılmadığını ve tıbbi cihaz pazarında ne zaman bulunabileceğini ifade etmektedir (WHO, 2012; WHO, 2010).

3.2.2. Erişilebilirlik (Accessibility)

Erişilebilirlik, müşterilerin ulaşım kaynakları ve seyahat süresi, mesafesi ve maliyeti dikkate alınarak arzın yeri ile müşterilerin yeri arasındaki ilişki olarak ifade edilmektedir (Penchansky ve Thomas, 1981: 128). Bu boyut literatürde fiziksel, coğrafi ve mekânsal olarak çeşitli şekillerde kullanılabilmekle beraber ulaşılabilirlik şeklinde de ele alınabilmektedir. Sağlık alanında erişim boyutlarını arz ve talep yönlü ele alan Carroll vd. (2021) hareketlilik ve ulaşım ile ilgili gereksinimler nedeniyle hastaların hizmetlere erişebilmesini talep yönlü ve ilgili hizmetlerin kolayca erişilebilir olarak sunulmasını arz yönlü fiziksel erişilebilirlik şeklinde açıklamıştır. Sağlık hizmetlerine coğrafi erişimi Ouma vd. (2021) tarafından, sağlık hizmetine ihtiyaç duyulan bir yerden sağlık hizmeti sunucularının bulunduğu konuma ulaşmanın kolaylığı veya zorluğu olarak ifade edilmiştir. Coğrafi erişim gerçekleşen ve algılanan olarak iki yönü vardır. Gerçekleşen erişim, sağlık çalışanına veya teletıp ekipmanına sahip en yakın sağlık kurumuna karayolu mesafesi, seyahat süresi ve sağlık kurumu tercih derecesiyle (örneğin 30 dakika mesafede olan) tanımlanırken; algılanan erişim, sağlık hizmeti sunucularına seyahat etmenin kişinin bildirdiği kolaylık ile açıklamıştır (Fortney vd., 2011).

Literatürde erişilebilirlik boyutunu sağlık hizmetleri ve teknolojileri açısından ele alan bazı çalışmalar mevcuttur. Örneğin; Onega vd. (2014) tarafından ABD'li kadınların mamografi, ultrason ve MR cihazlarıyla yapılan meme görüntüleme hizmetlerine coğrafi erişimini değerlendirdiği çalışmada, cihazların bulunduğu sağlık kurumlarına seyahat süresinin cihaz türüne göre değiştiği ve görüntülemeye coğrafi erişim açısından kırsal ve kentsel bölgelerde yaşayan kadınların dezavantajlı olduğu tespit edilmiştir. Padeiro (2018) yaşlıların eczanelere coğrafi erişilebilirliğini değerlendirdiği çalışma sonucunda şehirdeki yaşlıların %61.2'sinin en yakın eczaneye 10 dakikadan daha az yürüme mesafesinde yaşadığını tespit etmiştir. Almeida vd. (2022) belediyeler düzeyinde, Brezilya'daki nüfusun konumuna göre MR cihazına erişilebilirliği iyileştirmek için kaynak tahsisini optimize etmiştir. Kim vd. (2023) ise yaşlı nüfus gruplarının Covid 19 aşılama alanlarına (en yakın) seyahat süresini ve bu alanların sayısını kullanarak, aşı alanlarına mekânsal erişilebilirliği değerlendirmiştir. Wang vd. (2023) birinci basamak sağlık hizmeti sunan hekimlere fiziksel ve sanal erişilebilirliği mekânsal olarak; Gorbantzadeh vd. (2020) ruh sağlığı hizmetlerini sunan kurumlara nüfusun erişilebilirliğini ulaşım süresiyle değerlendirmiştir.

Dünya Sağlık Örgütü tıbbi cihazlara erişilebilirliği; insanların tıbbi cihazlara ulaşma ve uygun şekilde kullanma becerisinin yanı sıra toplumun veya bireyin sağlık

hizmetleri için tıbbi cihazları arz eden sağlık kurumlarına coğrafi olarak ulaşım ulaşamayacağı şeklinde tanımlamıştır (WHO, 2012; WHO, 2010).

3.2.3. Uygunluk (Appropriateness)

Uygunluk, hizmetler ile müşterilerin ihtiyaçları arasındaki uyumu ve zamanlılığını, sağlık sorunlarının değerlendirilmesinde ve doğru tedavinin belirlenmesinde harcanan hizmet miktarını ve sağlanan hizmetlerin teknik ve kişiler arası kalitesini ifade etmektedir. Levesque vd. (2013) uygunluk boyutunu teknik ve kişiler arası kalite, yeterlilik, koordinasyon ve süreklilik kavramlarıyla ele alarak, kişinin uygun sağlık hizmeti almasının sağlık kaynakları ve niteliğine ek olarak sağlık okuryazarlığı, öz yeterlilik, öz yönetim ve iletişim becerisiyle güçlü ilişkisini vurgulamıştır. (Levesque vd., 2013). Uygun tıbbi cihazlar, bilimsel olarak geçerli, yerel ihtiyaçlara uyarlanmış hem hastalar hem de sağlık personeli tarafından kabul edilebilir ve toplumun veya ülkenin karşılayabileceği kaynaklarla kullanılabilen tıbbi yöntemleri, prosedürleri, teknikleri ve ekipmanı ifade eder; uygunluk, mevcut altyapı ile insani ve finansal gerekliliklerin dikkate alınmasını içermektedir (WHO, 2012; WHO, 2010).

3.2.4. Satın Alınabilirlik (Affordability)

Satın alınabilirlik genel olarak hizmetlerin fiyatının müşterilerin gelirine ve ödeme gücüne uygunluğu (Obrist vd., 2007) veya sağlık hizmetlerinden faydalanma maliyeti ile insanların ödeme gücü arasındaki uyum derecesi (Thiede vd., 2007) şeklinde tanımlanmaktadır. Satın alınabilirliği; Levesque vd. (2013) insanların uygun hizmetleri kullanmak için kaynakları ve zamanı harcamaya yönelik ekonomik kapasitesi olarak, Carroll vd. (2021) hastaların bakım veya hizmetler için gerçek veya algılanan ödeme gücü şeklinde, Penchansky ve Thomas (1981) hastaların ihtiyaç duyduğu sağlık hizmetlerini, cepten ödemeler ve dolaylı maliyetler dahil olmak üzere toplam maliyetini karşılayabilme kolaylığı olarak ifade edilmiştir. Söz konusu dolaylı maliyetin sağlık hizmeti almaya giderken katlanılan maliyetler dışında normal dışı veya aşırı seyahat ve bekleme sürelerinden doğan gelir elde etme fırsatının kaybedilmesine ilişkin maliyetleri kapsamaktadır (Russell vd., 2013). Sağlık teknolojilerinin satın alınabilirliği uluslararası kuruluşlar, ulusal hükümetler, sağlık hizmeti sağlayıcıları ve hastalar için maliyetin, bir sağlık teknolojisini satın alma becerisini ve/veya isteğini etkileme derecesini gösterirken (Frost ve Reich, 2008); bir tıbbi cihazın satın alınabilirliği DSÖ tarafından sağlık hizmeti veya ürünlerinin hedeflenen müşterilerinin kullanımı için ne kadar ödeme yapabileceği ile ilişkilendirilmiştir (WHO, 2012).

3.2.5. Kabul Edilebilirlik (Acceptability)

Kabul edilebilirlik boyutu hizmet sunucuların özellikleriyle kullanıcıların özelliklerinin uyumu (Obrist vd., 2007) şeklinde veya bireylerin hizmet unsurlarını kabul etme olasılığını belirleyen sosyal ve kültürel faktörler (Levesque vd., 2013) olarak ifade edilmektedir. Bu boyutta sağlık hizmeti sunucularının kişisel ve uygulama özellikleri (yaş, cinsiyet, din, etnik köken, kültür) kullanıcıların sağlıklarına ilişkin tutum ve inançlarıyla ilişkilendirilir. Bu inanç ve tutumlar kullanıcıların sosyal ve kültürel geçmişleriyle bağlantılı ve kırsal ve kentsel alanlarda yaşayanlar arasında farklılıklar göstermektedir (Russell vd.,2013)

Sağlık teknolojilerinin kabul edilebilirliği küresel, ulusal, sağlayıcı ve son kullanıcı dahil olmak üzere çeşitli düzeylerde kabulü, talebi ve uygun kullanımı şeklinde ifade edilirken (Frost ve Reich, 2008); DSÖ tarafından bir tıbbi cihazın kabul edilebilir oluşu, toplumun veya bireylerin tıbbi cihazların kullanımına yönelik beklenti ve tutumlarını, bu cihazların sosyal ve kültürel açıdan talepleri karşılamaya uygun olup olmadığı ile açıklanmıştır (WHO, 2012).

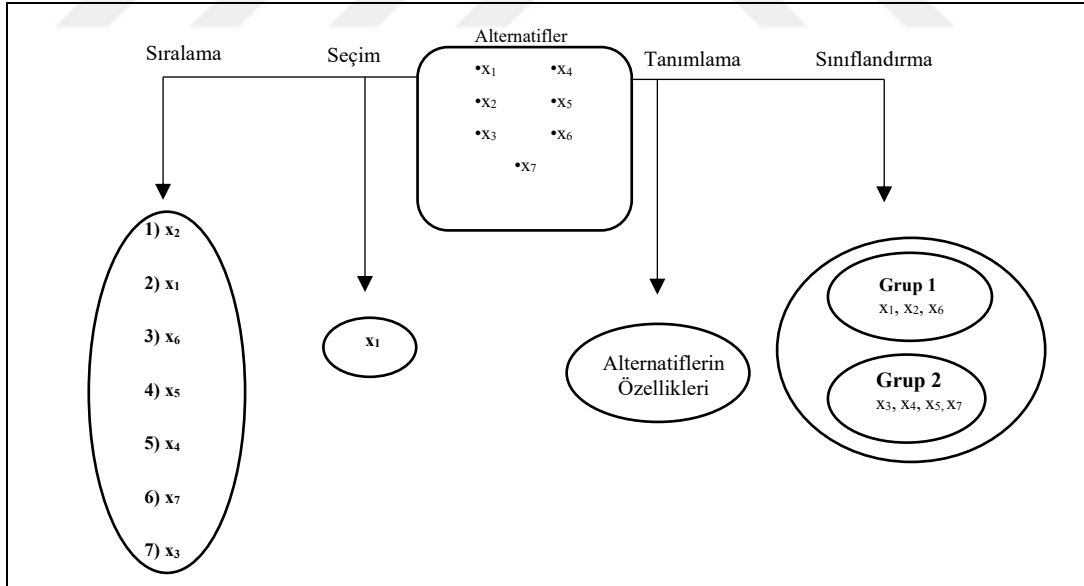
3.2.6. Kalite (Quality)

Kalite, kendine özgü doğası ve maddi olmayan unsurları barındırması nedeniyle tanımlanması zorken, diğer sektörlere göre sağlık sektörünün somutluk, heterojenlik ve eşzamanlılık gibi farklı özellikleri, uygulamalarının karmaşık doğası, multidisipliner alanları ve etik unsurları içermesi sağlık hizmetlerinde kalite tanımının yapılmasını daha da zorlaştırmaktadır (Mosadeghrad, 2012). Sağlık hizmeti kalitesi Donabedian (1980) tarafından *"tıp bilimi ve teknolojisinin, riski artırmadan sağlığa olan yararını en üst düzeye çıkaracak şekilde uygulanması"* olarak açıklanmıştır (Donabedian 1980 akt. Mosadeghrad, 2012).

Tıbbi cihazların kalite boyutunu DSÖ, etkili ve güvenli kullanımları için düzenleyici standartları karşılayıp karşılamamasıyla tanımlayarak (WHO, 2012) kalite güvencesi içerisinde tıbbi cihaz üretiminin, kalite standartlarına ve kalite kontrol sistemlerine uygunluğunun sağlanması gerektiğiyle ilişkilendirmiştir. (WHO, 2011).

4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

Karar verme eylemi, sistemleri oluşturan bileşenler arasındaki etkileşimin ve karmaşıklığın artmasıyla beraber gün geçtikçe önemli hale gelmiştir. Oluşan yeni problemler karşısında en uygun çözüme karar vermek; belli kriterler doğrultusunda değerlendirmeler sonucunda gerçekleşebilmektedir (Çelikkalek ve Özdemir, 2020). Yöneyim araştırmaları kapsamında bulunan çok kriterli karar analizi, birden fazla ilgisiz ve çelişkili kriterlerin aynı anda değerlendiren destekleyici bir karar verme aracıdır (Diaby vd., 2013). Genellikle karar verme analiz süreci, karar alıcı tarafından belirlenen amaç doğrultusunda konuyla ilgili kriter ve alternatiflerin belirlenmesiyle başlamakta; kriterlerin göreceli önem düzeylerinin elde edilmesiyle, alternatiflerin kriterler bazında belli yöntemlerle değerlendirilmesiyle ve alternatiflerin Şekil 2’de yer alan sıralama, seçim, tanımlama ve sınıflandırma gibi işlemlerle sonuçlandırılmasıyla bitmektedir. Çok kriterli karar verme (ÇKKV) sürecinde bir alternatif problemdeki tercih seçenekleri olup amacın öznesidir. Bu özne örneğin ülke, yıl, araç veya hizmet olarak değerlendirilen konumda yer alabilmektedir (Arslankaya ve Göraltay, 2019).



Şekil 2. Karar verme problemleri (Doupouos ve Zopounidis, 2002).

Alternatiflerin değerlendirmeye tabi tutulan özellikleri, kaliteleri veya verimlilikleri karar vericinin değer yargılarına bağlı oluşan kriterler doğrultusunda tanımlanır. Kriter ağırlıklarının belirlenmesi, karar verme sürecinin sonucunu önemli ölçüde etkilemesi dolayısıyla çok kriterli karar verme tekniklerinde karşılaşılan problemlerden bir tanesidir.

Bir çok araştırmacı kriter ağırlıklarının belirlenmesi için farklı yöntemler geliştirmiştir. Literatürde doğrudan ve dolaylı yaklaşımlarla geliştirilmiş objektif, subjektif ve karma türlerinde kriter ağırlıklandırma teknikleri vardır. Subjektif ağırlıklandırma teknikleri, uzman görüşüne dayanır ve kişisel yargıların elde edilmesi için karar vericilerin bir dizi soruları cevaplandırması beklenir. Objektif ağırlıklandırma tekniklerinde ise karar vericinin veya uzmanın müdahalesi söz konusu olmayıp matematiksel modeller aracılığıyla kriterlerden toplanan bilgilerle ağırlıklar elde edilir. Ağırlıklar subjektif yöntemlerde belirlendiğinde taraflı ve objektif yöntemlerle belirlendiğinde karar vericinin karar sürecini etkileyebilecek bilgi ve tecrübesinden mahrum olabilmektedir. Entegre ağırlıklandırma yöntemleri hem objektif hem de subjektif yöntemlerin eksikliklerini bertaraf ederek iki yöntemi matematiksel bir formülle birleştirir (Odu, 2019). Tablo 5’te görüldüğü üzere kriterlerin ağırlıklandırılmasında geliştirilen öznel, nesnel ve karma yapıda tekniklerden, öznel ağırlıklandırma yöntemlerinin yoğunlukta olduğu görülmektedir.

Tablo 5. Kriter ağırlıklandırma yöntemleri (Odu,2019; Durmuş, 2015; Ayan vd., 2023)

Subjektif (Öznel) Ağırlıklandırma	Objektif (Nesnel) Ağırlıklandırma	Karma (Hibrit, Entegre) Ağırlıklandırma
Doğrudan puanlama yöntemi	Entropi	Çarpma sentezi
İkili karşılaştırma yöntemi	CRITIC	Katkı sentezi
Max100 ve Min10	Ortalama ağırlık (Eşit)	Kareler toplamına dayalı
Ödünleşim Yöntemi	Standart sapma	optimum ağırlıklandırma
Puan dağıtım yöntemi	İstatiksel varyans	IDOCRIW
Salınım yöntemi	prosedürü	
Oran Yöntemi	İdeal nokta yöntemi	
Delphi Yöntemi	SECA	
Nominal Grup Tekniği	CILOS	
Sıralama yöntemi	MEREC	
SIMOS		
SMART		
SWARA		
Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)		
BWM		
MACBETH		
DEMATEL		
SWARA		
FUCOM		
LBWA		

Sağlık hizmetleri alanında karar verme, diğer alanlarla kavramsal olarak benzer süreçlere sahip olsa da sağlığın yeri doldurulamaz ve paha biçilemez benzersiz özellikleri karar vericileri doğru ve etkili kararlar almaya zorlamaktadır. Bu kararların hastaların yaşam kalitesine ve toplum üzerindeki genel sonuçları düşünüldüğünde karmaşık seçimler karşısında sağlığın her alanında, yöneylem araştırmaları ve karar desteği

inceleme alanları haline gelmiştir (Diaby vd., 2013:21). Sağlık ve sağlık hizmetleri alan yazınında çok kriterli karar verme analizi; talep tahmini, kapasite planlama, yer seçimi, etkinlik analizi, çizelgeleme (tedavi, hemşire, ameliyat), lojistik ve tedarik zinciri, atama (hastalıkların önlenmesi), organ bağıışı ve nakli, tanı ve tedavi (Batur ve Erol, 2018), kalite ve performans değerlendirme, tıbbi atık yönetimi, hastane bilgi sistemleri, yalın yönetim, sağlık turizmi, sağlık sistemi (Erbay ve Akyürek, 2020; Ağaç ve Baki, 2016), sağlık teknolojisi değerlendirme (tıbbi cihaz, ilaç, aşı, hastane, prosedür) (Karadayı vd., 2020) ve tıbbi cihaz seçimi (Özdağoglu vd., 2020a) gibi çeşitli konularda ele alınmaktadır.

Sağlık alanında karar verme problemlerinde hibrit yöntemler en yaygın kullanılan yöntemler olmakla birlikte, çalışmalarda çok kriterli karar verme yöntemlerinden analitik hiyerarşi süreci (AHP), TOPSİS, çok nitelikli fayda teorisi, hedef programlama, EVİDEM en sık kullanılan tekniklerdir (Khan vd., 2021). Literatürde seçim, sıralama, tanımlama ve sınıflandırma yönelik farklı süreçleri içeren çeşitli karar verme teknikleri geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları şöyledir (Ishizaka ve Nemery, 2013; Pamučar, 2020);

- Alternatiflerin seçimi: Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), Analitik Ağ Süreci (ANP), VİKOR, MAUT, UTA, MACBETH, PROMETHEE, ELECTRE I, TOPSİS, Doğrusal Programlama, Veri Zarflama Analizi, MABAC, COPRAS
- Alternatiflerin sıralanması: AHS, AAS, MAUT, UTA, MACBETH, MOORA, PROMETHEE, ELECTRE III, TOPSİS,
- Alternatiflerin sınıflandırılması: AHSSort, UTADIS, FlowSort, ELECTRE Tri
- Alternatiflerin tanımlanması: GAIA, FS-Gaia

Yukarıda listelenen teknikler dışında çok çeşitli karar verme teknikleri yer almakta ve yeni teknikler geliştirilmeye de devam etmektedir. Güncel tekniklerden olan birleşik uzlaşık çözüm (combined compromise solution) tekniği, 2019 yılında Yazdani vd. tarafından geliştirilerek alternatiflerin farklı stratejilerde ve bu stratejilerin birleştirilmesine dayanarak değerlendirilmesinde kullanılmaya başlanmıştır. CoCoSo yöntemi literatürde finans, ekonomi, tarım, eğitim, sigorta, bankacılık ve sağlık gibi çeşitli alanların değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Tablo 6’da literatürde bu tekniği kullanan bazı çalışmaların özeti sunulmuştur. Sağlık alanında çalışmalarda; işgücü dağılımının analizi (Şimşek, 2022a), hastane (Zolfani vd., 2020) ve depolama (Tirkolae ve Torkayesh, 2022) yer seçimi, sağlık hizmetlerine erişim (Kalavani vd., 2022) ve performans değerlendirme (Biswas, 2020; Ortiz-Barrios vd., 2023) gibi konularda gerçekleştirilmiştir. CoCoSo tekniği kullanılan çalışmalarda kriterlerin ağırlıklandırma şekli eşit (Khan ve Haleem, 2021), objektif (Dwivedi ve Sharma, 2022), subjektif (Acar, 2022) ve hibrit (Torkayesh vd., 2021b; Torkayesh vd., 2021a) olarak farklı biçimlerde

yapılmıştır. Çalışmalarda CoCoSo tekniğiyle birlikte TOPSİS, EDAS, MARCOS, MABAC gibi sıralama yöntemleri kullanılmakla birlikte bazı çalışmalar (Altıntaş, 2021; Biswas, 2020) CoCoSo tekniği sonuçlarının diğer bazı tekniklerin sonuçlarıyla tutarlı olduğunu saptamıştır.

Tablo 6. CoCoSo çalışmaları

Yazar	Konu	Yöntem
Turanlı vd. (2023)	En iyi yaşanabilir Avrupa ülkeleri başkentlerinin sıralanması	CoCoSo, Uzman Görüşü
Altıntaş (2021)	G7 ülkelerinin bilgi performanslarının analizi	CoCoSo, (EDAS, TOPSİS, GİA)
Şimşek (2022a)	Türkiye’de sağlık işgücü kaynakları dağılımının iller düzeyindeki değişiminin analizi	CoCoSo, CRITIC, Entropi
Çiftaslan ve Rençber (2022)	Sistemik önemli bankaların performans analizi: Türkiye örneği	IDOCRIW, CoCoSo
Acar (2022)	Sosyo-ekonomik küresel endeksler perspektifinde OECD ülkelerinin performanslarının karşılaştırılması	CRITIC, CoCoSo
Dwivedi ve Sharma (2022)	Hindistan birliği bölgeleri sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin performans analizi	Entropi, CoCoSo
Zolfani vd. (2020)	COVID-19 pandemisi sırasında geçici bir hastanenin yer seçimi	Gri tabanlı CRITIC ve CoCoSo
Bektaş (2022)	Türk sigorta sektörünün performans analizi	MEREC, LOPCOW, EDAS, CoCoSo
Peng ve Huang (2020)	Finansal risk değerlendirmesi	Bulanık CRITIC ve CoCoSo
Çalış ve Sakarya (2022)	Covid-19 döneminde ve öncesinde firmaların finansal performanslarının analizi	CRITIC, CoCoSo
Kalavani vd. (2022)	İran illerinde sağlık hizmetlerine erişim ve gelişimin incelenmesi	CRITIC, CoCoSo
Khan ve Haleem (2021)	Gelişmekte olan ekonomiler bağlamında döngüsel ekonomi uygulamalarının incelenmesi	Eşit Ağırlık, CoCoSo
Tirkolae ve Torkayesh (2022)	Sağlık atıkları için depolama sahası yer seçimi	SBWM, G-MARCOS, CoCoSo-G
Peng vd. (2021)	Akıllı sağlık yönetiminin değerlendirilmesi	CRITIC, CoCoSo
Popovic (2021)	Personel seçimi	SWARA, CoCoSo
Das ve Chakraborty (2022)	Yeşil kuru öğütme işlemlerinin optimizasyonu	SWARA, CoCoSo
Torkayesh vd. (2021b)	Doğu Avrupa'daki ülkelerin sağlık sektörlerinin değerlendirilmesi	BWM, LBWA, CoCoSo
Biswas (2020)	Hindistan'da sağlık hizmeti tedarik zincirlerinin performans ölçümü	PIPRECIA, MABAC, CoCoSo, MARCOS
Torkayesh vd. (2021a)	Sosyal sürdürülebilirlik performansının karşılaştırmalı değerlendirilmesi	CRITIC, Entropi, CoCoSo
Lukic (2021)	Sırbistan'da sigorta şirketlerinin sigorta türüne göre verimliliğinin analizi	CoCoSo
Zolfani vd. (2019)	Sürdürülebilir tedarikçi seçimi	BWM, CoCoSo
Özdağoğlu vd. (2020b)	Türk üniversitelerinin sıralanması	CoCoSo VE MARCOS
Ortiz-Barrios vd (2023)	Covid-19 salgını sırasında acil servis performansının değerlendirilmesi	IF-AHP, IF-DEMATEL, CoCoSo
Topal (2021)	Elektrik üretim şirketlerinin finansal performans analizi	Entropi, CoCoSo

Alternatifleri önceden tanımlanmış gruplara bölme işlemi çok kriterli karar verme alanında geliştirilen bazı yöntemlerle yapılabilmektedir. Alternatiflerin sınıflandırılmasında, benzerlik (TRINOMFC) ve kayıtsızlık (PROAFTN) indekslerine, MAUT yöntemine göre (UTADIS) ve sıralamaya dayalı olarak geliştirilen teknikler mevcuttur (Nemery de Bellevaux, 2008). Sıralama problemini ele alan yaygın tekniklerden bazıları genişletilerek sınıflandırma yöntemleri geliştirilmektedir. Örneğin, AHP varyasyonlu AHP-Sort (I,II) ve GAH-Sort; PROMETHEE varyasyonlu PROMETHEE TRI, PROMSORT ve FlowSort; ELECTRE varyasyonlu ELECTRE-Trı ve ELECTRESort; ve diğer yöntemlerden MACBETH-Sort, TOPSİS-Sort ve VİKORSORT sıralama yöntemlerinden geliştirilen sınıflandırma tekniklerinden bazılarıdır (Nikolić, 2020).

FlowSort tekniği merkezi veya sınırları belli gruplara, alternatiflerin üstünlüklerine göre karşılaştırılarak ayrılmasını sağlar (Nemery and Lamboray, 2008). Literatürde FlowSort tekniğinin kullanımı yaygın olmamakla birlikte ulaşılan tüm çalışmalar Tablo 7’de sunulmuştur. Çalışmalar ekonomi, finans, eğitim ve sağlık gibi konularda ele alınmış olup sadece afet yönetiminde sağlık hizmetlerini (Şimşek ve Göktekin, 2022b; Moheimani vd., 2020) değerlendiren iki araştırmanın sağlık alanıyla ilgili olduğu görülmüştür.

Tablo 7. FlowSort çalışmaları

Yazar	Konu	Yöntem
Nemery ve Lamboray (2008)	FlowSort: sınırlayıcı veya merkezi profillere sahip akış tabanlı bir sıralama yöntemi	FlowSort
Es vd (2016)	Gelişmiş ülkelerin ar-ge faaliyetlerinin sınıflandırılması	FlowSort, K Ortalamalar
Genç (2013)	G7 Ülkelerinden seçilen üyelerin makro ekonomik kriterlere göre sınıflandırılması	FlowSort ve Electre Trı, Eşit Ağırlıklandırma
Oruç ve Demirbaş (2020)	İşletmelerin finansal başarısızlığının tahmin edilmesi	AHP, Electre Trı, FlowSort
Şimşek ve Göktekin (2022b)	Afet sonrası sağlık hizmeti sunum potansiyeline göre şehirlerin sınıflandırılması	FlowSort
Es vd (2017)	Türkiye’de illerin eğitim hizmetlerine göre sınıflandırılması	Bulanık FlowSort
Lolli vd (2015)	Grup karar destek sistemleriyle plastik şişe üretiminde hata türleri ve etki analizi sınıflandırması	FlowSort-GDSS
Caetano vd (2022)	Su borusu şebekesi iyileştirmesi (yenileme) önceliklendirme sınıflandırması	Electre Trı-C, FlowSort
Emamat vd (2022)	Hisse senedi portföyü seçimi	BWM, Electre Trı, FlowSort
Moheimani vd (2020)	Afet yönetiminde hastanelerin çeviklik düzeylerine göre sınıflandırılması	Aralıklı Tip 2 Bulanık Flowsort

Çok değişkenli analiz tekniklerinden biri olan kümeleme analizinde benzerlik ölçüleri kullanarak verilerin doğal yapısına dayalı olarak nesneler gruplandırılır (Olteanu, 2013: 4). Literatürde bir çok kümeleme yöntemi olmakla birlikte temelde hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan kümeleme teknikleri olarak ikiye ayrılır. Bu yöntemlerin ortak amacı oluşan kümelerin; küme içi benzerliklerinin ve kümeler arasındaki farklılıklarının en yüksek düzeyde olmasıdır. Hiyerarşik olmayan kümeleme algoritmalarından biri olan K Ortalamalar yöntemi uygulama kolaylığı ve hesaplama verimliliği gibi özellikleri dolayısıyla kullanımı yaygındır. Bu yöntemin temel mantığı n adet verinin karar verici veya yöntemlerle belirlenen k adet kümeye ayrılmasıdır. Bu doğrultuda küme içi benzerliğin yüksek ve kümeler arası benzerliğin düşük olması hedeflenir (Şener ve Koltan Yılmaz, 2021).

Tablo 8. Kümeleme analizi çalışmaları

Yazar	Konu	Yöntem
Noviandi vd (2022)	Sağlık tesislerine uzaklık ve erişilebilirlik esasına göre köylerin kümelenmesi	K Ortalamalar (Öklid), Elbow yöntemi ve Silhouette indeks
Demircioğlu ve Eşiyok (2020)	Covid-19 salgını ile mücadelede ülkelerin kümelenmesi	K Ortalamalar
Mut ve Akyürek (2017)	OECD ülkelerinin sağlık göstergelerine göre kümelenmesi	Ward yöntemi, K Ortalamalar
Songur ve Top (2016b)	Tıbbi görüntüleme teknolojileri kapasitesi ve kullanım durumuna göre Türkiye'deki bölgelerin sektörler (kamu, özel ve üniversite) bazında kümelenmesi	Ward yöntemi (Öklid)
Çınaroğlu ve Baser (2017)	Türkiye'de tıbbi cihaz sayısının kamu hastane birliklerine göre mekânsal dağılımının kümelenmesi	Ward yöntemi (Öklid)
Çetintürk ve Gençtürk (2020)	OECD ülkelerinin sağlık harcaması göstergelerine göre kümelenmesi	Ward yöntemi (Öklid)
Alkaya ve Alkaş (2021)	OECD ülkelerinin sağlık göstergelerine göre kümelenmesi	Merkezi yöntem
Köse (2022)	OECD ülkelerinin sağlık göstergeleri açısından kümelenmesi	Ward yöntemi, K Ortalamalar
Çağdaş (2020)	Covid-19 salgının ekonomi ve kamu maliyesine etkilerinin kümeleme analizi ile incelenmesi	K-Ortalamalar, Ward yöntemi

Sağlık alanında kümeleme analizi çok çeşitli konularda uygulanmakla birlikte farklı kümeleme algoritmalarının literatürde yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Tablo 8'de kümeleme yöntemleriyle sağlık alanında yapılmış bazı çalışmalara yer verilmiştir. Verilen çalışmalarda hiyerarşik kümeleme yöntemlerinden Ward tekniğinin ve hiyerarşik olmayan yöntemlerden K Ortalamalar tekniğinin kullanımının yoğunlukta olduğu görülmektedir. Araştırmalar farklı göstergeler doğrultusunda ülkelerin sağlık göstergeleri, sağlık harcaması ve Covid-19 salgını ile mücadelesi açısından, tıbbi teknoloji dağılımı ve sağlık kurumlarına erişilebilirliği gibi çeşitli konularda ele alınmıştır.

5. METERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın; amacı, tasarımında izlenilen yol, evreni ve örnekleme, veri toplama yeri, kriterleri ve alternatifleri, kullanılan teknikler ve işlemler, varsayım ve sınırlılıkları ve özgünlüğüne ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Bölüm sonumda tüm süreç şema ile modellenerek özetlenmiştir.

5.1. Araştırmanın Gerekçesi ve Amacı

Tıbbi cihaz sayıları, çeşitleri ve işlevleri bilimsel, teknolojik ve endüstriyel gelişmelere bağlı olarak sürekli bir artış eğilimi içinde olmuştur. Bu durum tıbbi cihazları; teşhis ve tedavi hizmetlerine bağımlı, hastanelerdeki maliyetlerin ve sağlık harcamalarının büyük çoğunluğundan sorumlu, sağlık sistemlerinin sürdürülebilirliği açısından vazgeçilmez unsurlar haline getirmiştir. Tıbbi cihazların küresel boyutta dağılımının bilinmesi sağlık hizmetlerindeki eşitsizliklerin önlenmesi, insanların bu hizmetlere erişiminin artırılmasında ve küresel sağlık hedeflerine ulaşmada kilit alanı oluşturmaktadır. Bu araştırmada ülkelerin tıbbi görüntüleme cihazlarının mevcudiyetine ve kullanımına erişim performansının çok kriterli karar verme teknikleriyle değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

5.2. Araştırmanın Tasarımı

Bu kısımda belirlenen amaç doğrultusunda araştırmada kullanılacak kriterlerin, alternatiflerin ve analiz edilecek yılların seçiminde izlenilen yol ve tutumlara ilişkin detaylar yer almaktadır.

Küresel boyutta tıbbi cihazlara ilişkin istatistiklerin toplandığı birkaç veri tabanı mevcuttur. Ükelere ait tıbbi cihaz kaynaklarının sayısal durumu ve kullanımına ilişkin veriler; WHO, OECD, AB ve DIRAC IAEA istatistik veri tabanlarında çevrim içi paylaşılmaktadır. WHO Küresel Sağlık Gözlemevi, öncelikli sağlık teknolojileri teması altında tıbbi cihazlar konusu içinde sadece BT, MR, PET, Gama Kamera, Doğrusal Hızlandırıcı, Telekobalt, Radyoterapi ve Mamografi cihazlarının milyon nüfus başına düşen sayıları yayınlamaktadır. En son 2014 yılına ait istatistikleri sunan bu veri seti güncel olmaması sebebiyle tercih edilmemiştir (WHO, 2023a). Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) ise Radyoterapi Merkezleri Rehberi (DIRAC) ile milyon kişi başına düşen radyoterapi cihaz sayısını, radyasyon tedavisi ekipmanının durumunu ve

ekipmanların yaşını ulusal, bölgesel, yerel ve gelir grubu düzeyinde güncel olarak çevrim içi paylaşmaktadır (IAEA, 2023).

OECD istatistik veri tabanında sağlık teması altında tıbbi cihazlara ilişkin sunulan veriler, sağlık kaynakları ve sağlık hizmeti sunumu konusu içinde sırasıyla tıbbi teknoloji ve teşhis muayenesi bölümlerinde bulunmaktadır. Tıbbi teknoloji bölümünde 5'i teşhis (BT, MR, PET, MAM, GAMA) 1'i tedavi (RAD) amaçlı 6 tıbbi cihazın ve teşhis muayenesi bölümünde, teşhis amaçlı 3 tıbbi cihazın (MR, BT ve PET) istatistikleri mevcuttur (OECD, 2023). AB istatistik veri tabanında ise nüfus ve sosyal koşullar ana teması altında sağlık teması içinde yer verilen tıbbi cihazlara ilişkin veriler, sağlık hizmetleri kaynakları ve faaliyetleri konuları içinde tıbbi teknoloji ve tıbbi görüntüleme teknikleriyle yapılan incelemeler bölümleri içinde sunulmuştur. Tıbbi teknoloji bölümünde 6'sı teşhis (BT, MR, PET, MAM, GAMA, DSA) 2'si tedavi (RAD ve LT) amaçlı 8 cihazın ve tıbbi görüntüleme incelemeleri bölümünde 3 tıbbi cihazın (MR, BT ve PET) verileri mevcuttur (EURO, 2023).

İki istatistik veri tabanında, tıbbi cihaz kaynaklarında son 41 yıla (1980-2021) ve tıbbi cihaz kullanımında son 27 yıla (1995-2021) ait veriler mevcut olsa da ülkeler yaklaşık son 10 yılda (2011-2020) daha düzenli bir veri paylaşım içerisinde olmuşlardır. Bu iki veri tabanının güncel veri barındırması tercih sebebi olmuştur. Hem OECD hem de AB istatistik veri tabanlarında; tıbbi cihaz verileri hastane, ayaktan sağlık hizmeti sağlayıcısı ve toplam (hastane ve ayaktan) türünde ayrı ayrı verilmektedir. Türkiye'nin sadece toplam türünde veri paylaşması ve ülkelerin teşhis hizmeti sağlayıcılarının ağırlığı hastane ve ayaktan türünde değişmesi dolayısıyla toplam sağlık hizmeti sunucularına ilişkin veriler dikkate alınmıştır. Örneğin ABD'de MR ve PET cihaz sayısı ayaktan hizmet sunucularında daha baskın, Yunanistan'da ise MR ve BT için aynı durum geçerlidir. Hastane ve ayaktan sağlık hizmeti sağlayıcılarında tıbbi cihaz sayısının baskınlığı zamanla da değişebilmektedir. Mesela Avusturya'da 2016 yılı ve Fransa'da 2019 yılı itibarıyla ayaktan sağlık hizmeti sunucularında MR cihazı sayısı daha fazla olmuştur (OECD, 2023).

Kriterlerin belirlenmesinde tıbbi cihazın kullanımına ilişkin göstergelerin mevcut olduğu cihaz türleri etkili olmuştur. Bu doğrultuda ülkelerin sadece BT, MR ve PET cihaz türlerinde tıbbi görüntüleme verilerini paylaşmasından dolayı çalışmanın kriterleri bu cihazlara ait göstergelerden oluşturulmuştur. Ayrıca ülkelerin bu cihaz türlerinde veri paylaşımı daha yoğundur. Veri tabanlarındaki veriler ham ve türetilmiş ölçüm türlerinde verilmektedir. Tıbbi cihaz verileri sayı ve milyon nüfusa düşen sayı olarak görüntüleme tetkikleri ise sayı, bin nüfusa düşen sayı ve cihaz başına düşen sayı şeklinde

sunulmaktadır. Çalışmada kullanmak üzere ülkelerin BT, MR ve PET cihaz türlerinde cihaz ve görüntüleme sayıları alınarak; bir tıbbi cihazın ortalama hizmet vermesi gereken nüfus miktarı, bin kişiye düşen görüntüleme sayısı ve cihaz başına düşen tetkik sayısı nüfus verileri yardımıyla elde edilmiştir.

Araştırmanın amacı doğrultusunda ilk kriterler belirlendikten sonra daha fazla ülkeyi kapsama almak adına yılların kombinasyonları ile modeller oluşturulmuştur. İlk olarak iki veri tabanından 2010-2020 yılları arasında; belirlenen cihaz türlerinde toplam hizmet sağlayıcılarında cihaz sayısı ve görüntüleme sayısı tam olan ülkeler ayıklanmıştır. Belirlenen kriterlerde verileri tam olan ülkelerin (29 ülke) yoğunlaştığı 2014 ve sonrası için oluşturulan modellerden; en fazla yılın ve ülkenin kapsama alınabileceği 2018-2020 yılları arasındaki verisi tam olan 26 ülke seçilmiştir. Diğer modeller; son 7 yılı (2014-2020) ve 19 ülkeyi, son 6 yılı (2015-2020) ve 21 ülkeyi, son 5 yılı (2016-2020) ve 22 ülkeyi ve son 4 yılı (2017-2020) ve 24 ülkeyi kapsamaktadır. OECD ve AB üyesi/aday ülkelerden 2014 ile 2020 yılları arasında 3 cihaz türünde ve toplam sunuculara ilişkin verilere bakıldığında; Bosna Hersek, Karadağ ve Kosova'nın veri tabanlarında yer almaması ve Portekiz, Birleşik Krallık ve İsveç'in sadece hastaneler düzeyinde verilerini paylaşmasından dolayı araştırma kapsamı dışında kalmıştır. Benzer şekilde kapsam dışı kalan diğer ülkelerdeki veri eksiklikleri şöyledir:

- İsviçre'nin toplam hizmet sunucularına ait sadece BT ve PET cihaz sayısı, hastanelere ait 3 cihazda sayı ve kullanım verileri mevcuttur.
- İzlanda'nın sadece PET görüntüleme sayısı ve İrlanda'nın 3 cihaz türünde görüntüleme sayısı yoktur.
- Danimarka'nın MR cihaz sayısı hariç tüm verileri mevcuttur.
- Meksika'nın sadece tıbbi görüntüleme sayıları mevcut değildir.
- Kosta Rika'nın sadece; hastanelere ait tıbbi cihaz sayısı ve tüm sunucularda BT görüntüleme sayısı mevcuttur.
- Yeni Zelanda'nın 3 cihaz türünde tıbbi cihaz sayısı var fakat tıbbi görüntüleme sayısı hastaneler düzeyinde en son 2013 yılı mevcuttur.
- Kolombiya'nın tıbbi görüntüleme sayısı mevcut değil ve sadece BT ve MR cihaz sayısı mevcuttur.
- Kuzey Makedonya'nın tıbbi cihaz sayıları yok ama tıbbi görüntüleme sayıları mevcuttur.
- Şili'nin toplam sunuculara ait PET görüntüleme sayısı yok ve BT ve MR cihaz sayısı en son 2017 yılı ve PET cihaz sayısı en son 2014 yılı verisi mevcuttur.

- Güney Kıbrıs'ın tıbbi cihaz sayıları mevcut, PET görüntüleme sayısı (0) yok ve en son 2019 yılı BT ve MR görüntüleme sayısı mevcuttur.
- Japonya iki yıl arayla tıbbi cihaz sayısını paylaşmakta (en son 2020) ve sadece 2014 yılına ait tıbbi görüntüleme sayısı mevcuttur.
- Almanya'nın toplam ve ayaktan hizmet sağlayıcılarında en son 2018 yılı ve hastaneler düzeyinde 2020 yılı tıbbi cihaz sayısı ve tüm hizmet sağlayıcılarında (ve yıllarda) tıbbi görüntüleme sayısı mevcuttur.
- Arnavutluk'un tıbbi cihaz ve görüntüleme sayısı mevcut değildir.
- Lihtenştayn'ın sadece PET cihaz sayısı ve görüntüleme sayısı (0) yoktur.

Belirlenen üç cihaz türünde toplam hizmet sunucularına ait hem görüntüleme sayısı hem de cihaz sayısı mevcut, 2018-2020 yılları arasında zamansal eksiklikleri olan ülkelerden; Fransa'nın sadece 2020 yılının 3 cihaz türünde görüntüleme sayısının mevcut olmaması, Letonya'nın sadece 2019 ve 2020 yılı verisinin tam olması ve Kanada'nın 2013 sonrası bir yıl arayla veri paylaşması ve en son 2019 yılı verisinin mevcut olması dolayısıyla araştırma kapsamı dışında kalmıştır. 2014 ve 2020 yılları arasında ise Macaristan'ın 2017 yılı ve öncesi, Slovenya'nın 2016 yılı ve öncesi, Hollanda'nın 2015 ve 2016 yıllarındaki, Avusturya ve Estonya'nın 2014 yılı, Norveç'in 2014 ve 2015 yıllarındaki, ABD'nin 2016 ve 2017 yıllarındaki veri eksiklikleri çalışmayı son 3 yılın (2018-2020) değerlendirilmesiyle sınırlandırmıştır.

5.3. Veri Toplama Aracı

Araştırmada kullanılan ikincil tür veriler “OECD.Stat” ve “Eurostat” veri tabanlarından Mart-Ekim 2022 tarihi aralığında (Mart 2023 tarihinde revize edildi) elde edilmiştir. Ülkelerin tıbbi cihaz profillerine ilişkin veriler Dünya Sağlık Örgütü'nün yayınlamış olduğu Tıbbi Cihaz Küresel Atlası 2017 ve 2022'den derlenmiştir. Sağlık ve sosyal profillerine ilişkin veriler ise Dünya Bankası'nın açık erişim veri tabanından elde edilmiştir.

5.4. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Çalışmanın evrenini, Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü'ne (OECD) üye 38 ülke ve Avrupa Birliği'ne (AB) üye ve üyelik sürecinde olan 34 ülke olmak üzere toplamda 49 ülke oluşturmaktadır. Bu ülkelerin 16'sı sadece OECD üyesi, 5'i sadece AB üyesi, 22'si hem OECD hem AB üyesi, 6'sı üyeliği olmayan AB aday ve Türkiye hem OECD üyesi ve AB aday konumundadır. Çalışmada, herhangi bir örnekleme yöntemine başvurulmadan tüm evrene ulaşılmaya çalışılmıştır. Belirlenen kriterlere ilişkin ülkelerin

veri paylaşımında zaman ve kriter bazlı eksikliklerden kaynaklı olarak 23 ülke çalışmaya dahil edilememiştir. Bu ülkeler; Almanya, Arnavutluk, Birleşik Krallık, Bosna Hersek, Danimarka, Fransa, İrlanda, İsveç, İsviçre, İzlanda, Japonya, Kanada, Karadağ, Kıbrıs (GKRY), Kolombiya, Kosova, Kosta Rika, Kuzey Makedonya, Letonya, Lihtenştayn, Meksika, Portekiz, Şili ve Yeni Zelenda'dır. Çalışmamıza dahil olan 26 ülkeye Tablo 9'da yer verilmiştir.

Tablo 9. Alternatifler

Kod	Ülkeler	Kod	Ülkeler
A1	ABD	A14	Kore
A2	Avustralya	A15	Litvanya
A3	Avusturya	A16	Lüksemburg
A4	Belçika	A17	Macaristan
A5	Bulgaristan	A18	Malta
A6	Çek Cumhuriyeti	A19	Norveç
A7	Estonya	A20	Polonya
A8	Finlandiya	A21	Romanya
A9	Hırvatistan	A22	Sırbistan
A10	Hollanda	A23	Slovakya
A11	İspanya	A24	Slovenya
A12	İsrail	A25	Türkiye
A13	İtalya	A26	Yunanistan
5	Sadece OECD Üyesi	16	AB ve OECD Üyesi
4	Sadece AB Üyesi	1	Üye Değil (Aday)

5.5. Araştırmada Kullanılan Kriterler

Bu araştırmada ülkeler üç cihaz türünde Tablo 10'da yer verilen 9 kriterle değerlendirilmiştir. Bir cihazın hizmet verdiği nüfus miktarı, nüfusun kullandığı görüntüleme miktarı ve görüntülemede cihazın kullanıldığı miktar olmak üzere 3 alanda bu kriterler bilgi sağlamaktadır. Ayrıca ilk 6 kriter nüfusun cihaza ve görüntülemeye erişimini; son 3 kriter cihazın kullanım sıklığını ifade etmektedir.

Tablo 10. Kriterler

Kod	Kriterler	Formül
K1	Bilgisayarlı Tomografi CBDN	Toplam Nüfus/BT Cihaz Sayısı
K2	Manyetik Rezonans CBDN	Toplam Nüfus/MR Cihaz Sayısı
K3	Pozitron Emisyon Tomografi CBDN	Toplam Nüfus/PET Cihaz Sayısı
K4	Bin Nüfus Başına Düşen BTG Sayısı	$(BT \text{ Görüntüleme Sayısı} / \text{Toplam Nüfus}) * 1000$
K5	Bin Nüfus Başına Düşen MRG Sayısı	$(MR \text{ Görüntüleme Sayısı} / \text{Toplam Nüfus}) * 1000$
K6	Bin Nüfus Başına Düşen PETG Sayısı	$(PET \text{ Görüntüleme Sayısı} / \text{Toplam Nüfus}) * 1000$
K7	Bilgisayarlı Tomografi CBDG Sayısı	$BT \text{ Görüntüleme Sayısı} / BT \text{ Cihaz Sayısı}$
K8	Manyetik Rezonans CBDG Sayısı	$MR \text{ Görüntüleme Sayısı} / MR \text{ Cihaz Sayısı}$
K9	Pozitron Emisyon Tomografi CBDG Sayısı	$PET \text{ Görüntüleme Sayısı} / PET \text{ Cihaz Sayısı}$

Manyetik Rezonans, Bilgisayarlı Tomografi ve Pozitron Emisyon Tomografisi gibi cihazlar, orta ile yüksek düzey arasında risk gösteren; satın alması, bakımı ve imha maliyetleri yüksek; güvenli ve uygun kullanımı üst düzeyde eğitim gerektiren; kurulumu ve işlevselliği için ortamının standartlara uygun olması gereken teknolojilerdir. Ayrıca PET cihazı gibi nükleer tıp ve BT gibi x ışını kullanan tıbbi cihazların, hastanın ve sağlık çalışanının radyasyon maruziyetinden zarar görmesini önlemek adına dikkatle uygulanması için yüksek eğitimli personel tarafından çalıştırılması ve kullanılması gerekmektedir (WHO, 2017a: 86).

Yüksek riskli hastalıkların yönetiminde kullanılan öncelikli tıbbi cihaz listeleri; uygun tıbbi cihazlara erişimin iyileştirilmesine, güvenliğin artırılmasına, bakım kalitesinin desteklenmesine ve sağlık sistemlerinin güçlendirilmesine yardımcı olur. DSÖ bu yüzden 2007 yılında başlattığı öncelikli tıbbi cihazlar projesinden sonra tıbbi cihazların hastalıklardaki önceliklerini derleyen açık erişimli elektronik veri tabanı MeDevIS'ı (Öncelikli Tıbbi Cihazlar Bilgi Sistemi) geliştirmiştir (WHO, 2023b). Bu veri tabanında yer aldığı gibi BT, MR ve PET cihazları yüksek riskli hastalıklardan; kanser (WHO, 2017b), kardiyovasküler hastalıklar ve diyabetin (WHO, 2021) yönetiminde öncelikli tıbbi cihazlar arasında bulunmaktadır. Ayrıca BT cihazı 2020 yılında başlayan pandemiyle birlikte COVID-19'un (WHO, 2020) teşhisinde öncelikli tıbbi cihazlar arasında yer almıştır. Yaşlanan nüfusun ihtiyaçlarının karşılanması, bulaşıcı ve bulaşıcı olmayan hastalıklarla mücadelede ve halk sağlığı önceliklerinin gerçekleştirilmesi için tıbbi cihazlara küresel erişimin iyileştirilmesi gereklidir (WHO, 2012: 5; WHO, 2010: 21). Bu bağlamda; "BT Cihazı Başına Düşen Nüfus", "MR Cihazı Başına Düşen Nüfus" ve "PET Cihazı Başına Düşen Nüfus" kriterleri maliyet ve "Bin Nüfus Başına Düşen BT Görüntüleme Sayısı", "Bin Nüfus Başına Düşen MR Görüntüleme Sayısı" ve "Bin Nüfus Başına Düşen PET Görüntüleme Sayısı" kriterleri fayda yönelimli alınmıştır.

Tıbbi cihazların planlanması, değiştirilmesi ve yönetiminde; yaşı, işlevi, risk düzeyi, arıza oranı, kullanımı ve kullanılabilirliği, verimliliği, klinik etkililiği gibi pek çok unsur etkili olmaktadır (Seo vd., 2022; Zamzam vd., 2021). Tıbbi cihazın yaşam döngüsünde önemli rol oynayan unsurlardan biri de kullanım sıklığıdır. Tıbbi cihazın kullanım sıklığının yüksek olması beklenen ömrünü kısaltabilmektedir (Aridi vd., 2016). Kanada Radyologlar Derneği, tıbbi cihaz kullanımının eskiyen tıbbi cihazlar üzerindeki etkisini değerlendirmek için yaptığı çalışmada tıbbi cihazın beklenen ömrünün cihaz kullanımı arttıkça azalabileceğinin tespit etmiştir. Bu rapora göre cihazın (BT, MR ve PET) yüksek kullanımında (5 gün 24 saat) 8 yıl, orta kullanımında (5 gün 16 saat) 10 yıl ve düşük kullanımda (5 gün 8 saat) 12 yıl tahmini ömrü olabilmektedir (CAR,

2013). Belirli kullanım ömrü olan radyolojik cihazların yaşlandıkça arızalar, görüntü kalitesinde azalma veya kayıplar yaşanmakta ve nihayetinde kullanım dışı bırakılmaktadır (ESR, 2014). Üstelik Avrupa geneli ve diğer bazı ülkelerde 2015 ile 2020 yılları arası gözlemlendiğinde; tıbbi görüntüleme cihazlarının (Anjiyografi, BT, MR ve PET) gittikçe yaşlandığı ve 10 yaş üstü kurulu ekipman oranının %21-22 seviyelerinde olduğu belirtilmektedir. Altın Kural'a göre kurulu ekipmanın en az %60'ının 1-5, %30'undan fazlası 6-10 ve en çok %10'unun 10 ve üstü yaş aralığında olması istenir. Ülkelerin mevcut tıbbi görüntüleme cihazlarının yaş dağılımına bakıldığında bu oranı karşılayan ülke sayısı çok azdır (COCİR, 2021).

Araştırmada, cihazın kullanımını ifade eden BT, MR ve PET cihazına düşen yıllık görüntüleme sayısının çok yüksek ve çok düşük olduğu ülkeler vardır. Yıllık cihaz başına düşen BT ve MR görüntüleme sayısı, 15 binden fazla olan Türkiye ve Macaristan ve 2 binden düşük olan Bulgaristan ve Romanya gibi ülkeler örnek verilebilir (EURO, 2023). Bir cihazın yıllık görüntüleme sayısının yüksek mi? yoksa düşük mü? olmasının daha ideal olacağı veya iyi performans göstergesi olacağı kararının verilmesi ülkeden ülkeye değişkenlik gösterebilir. Bu noktada cihazların kullanım sıklığının; yaşam döngüsüne (CAR, 2013; Aridi vd., 2016; Faisal ve Sharawi, 2015) ve teşhisin (görüntü) kalitesi, arıza riski ve güvenlik sorunu gibi unsurlara (ESR, 2014; Tase vd., 2021; Nak ve Sağbaş, 2020: 91, Seo vd., 2022) etkisinin tüm ülkeler için önemli olacağı düşünülmüştür. Bu doğrultuda “Bilgisayarlı Tomografi Cihazı Başına Düşen Görüntüleme Sayısı”, “Manyetik Rezonans Cihazı Başına Düşen Görüntüleme Sayısı” ve “Pozitron Emisyon Tomografi Cihazı Başına Düşen Görüntüleme Sayısı” kriterleri maliyet yönelimli alınmıştır.

5.6. Kullanılan Teknikler ve İşlemler

Çalışmamızda ilk olarak ülkelerin tıbbi görüntüleme cihazlarına erişim performansında en etkili olan kriterler CRITIC ve Entropi tekniklerine göre belirlenmiştir. Ülkeler daha sonra performanslarına göre iyi düzeyden kötü düzeye doğru CoCoSo yöntemiyle sıralanmıştır. Ülkeler benzerliklerine göre K Ortalamalar yöntemiyle kümelenerek doğal grup yapısı elde edildikten sonra, birbirleriyle karşılaştırılarak her bir kriterin ortalama değerine göre FlowSort yöntemiyle sınıflandırılmıştır. Ülkelerin değerlendirilmesinde; kriterlerin ağırlıklandırılması ve alternatiflerin sıralanması, kümelenmesi ve gruplandırılması aşamalarında Eşitlik 1'deki tipte 2018, 2019, 2020 yılı ve ortalaması için oluşturulmuş karar matrisleri kullanılmıştır.

$$x_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (\text{Eşitlik 1})$$

m adet alternatif ($A_1, A_2, \dots, A_m | i = 1, 2, \dots, m$), n adet kriter ($K_1, K_2, \dots, K_n | j = 1, 2, \dots, n$) varlığı durumunda, A_i alternatifinin K_j kriterindeki performansı x_{ij} olarak ifade edilir.

5.6.1. Ağırlıklandırma Yöntemi

Kriterlerin önem düzeylerine göre sıralanmasında yararlanılan öznel, nesnel ve karma nitelikte farklı ağırlıklandırma yöntemleri mevcuttur (Odu, 2019). Çalışmamızda 2 objektif ağırlıklandırma yöntemlerinden olan CRITIC ve Entropi tekniğinin ortalaması (Torkayesh vd., 2021b: 6) yılların değerlendirilmesinde kullanılmıştır.

a) CRITIC Yöntemi

Kriterlerde yer alan tüm bilgiyi kullanmayı hedefleyen Diakoulaki vd. (1995)'nin oluşturduğu CRITIC yöntemi, alternatiflerin her bir kriterdeki performansının zıtlık yoğunluğuna ve kriterlerin birbiriyle çatışmasına odaklanan objektif kriter ağırlıklandırma tekniğidir. Söz konusu zıtlığın ölçüsünü standart sapma ve çatışmanın ölçüsünü korelasyon değeri vermektedir (Yılmaz ve Söyük, 2020: 292; Kalavani vd, 2022; Zolfani vd., 2020). Kriterler içinde, yüksek standart sapması ve düşük korelasyon değeri olan kriter diğerlerinden daha fazla önem düzeyine sahip olur (Çınaraoğlu, 2021: 344; Pekkaya ve Dökmen, 2019: 933). Başka bir ifadeyle alternatif değerleri arasında değişimin en fazla aynı zamanda diğer kriterle arasında ilişkinin en düşük olduğu kriter, alternatiflerin sıralanmasında daha belirleyici özelliğe sahiptir. Bu tekniğin değerlendirme süreci 4 aşamada şöyle ilerler (Diakoulaki vd., 1995: 765);

Aşama 1. Karar matrisinin normalize edilmesi (r_{ij})

Karar matrisi Weitendorf (max-min) doğrusal normalizasyon (Ersoy, 2021: 224, Jahan ve Edwards, 2015: 339) yöntemiyle Eşitlik 2'de yer alan formüllerle normalize edilir. I ve J sırasıyla fayda ve maliyet yönelimli kriterleri göstermek üzere normalize edilmiş karar matrisi r_{ij} ile gösterilir.

$$r_{ij} = \left\{ \left(\frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} | j \in I \right), \left(\frac{\max_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} | j \in J \right) \right\} \quad (\text{Eşitlik 2})$$

Aşama 2. Kriterler arasındaki korelasyonun hesaplanması (ρ_{jk})

Normalize edilmiş karar matrisinin Eşitlik 3 ile Pearson korelasyon değerleri hesaplanır. Kriterler arasındaki korelasyon ρ_{jk} ile gösterilir.

$$\rho_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j) * (r_{ik} - \bar{r}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2 * \sum_{i=1}^m (r_{ik} - \bar{r}_k)^2}}, j, k = 1, 2, \dots, n \quad (\text{Eşitlik 3})$$

Aşama 3. Kriterlerin bilgi miktarının (C_j) hesaplanması

Normalize edilmiş karar matrisi üzerinden hesaplanan, kriterin standart sapması " σ_j " şeklinde gösterilir. Her kriterin taşıdığı bilgi miktarı C_j ile ifade edilir.

$$C_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - \rho_{jk}), j = 1, \dots, n \quad (\text{Eşitlik 4})$$

Aşama 4. Kriter ağırlıklarının hesaplanması

Kriterin bilgi miktarı toplam bilgi miktarına bölünerek ağırlıklara ulaşılır. CRITIC yöntemiyle belirlenen ağırlıklar W_{j1} ile ifade edilmiştir.

$$W_{j1} = \frac{C_j}{\sum_{k=1}^n C_k}, j = 1, \dots, n \quad (\text{Eşitlik 5})$$

b) Entropi Yöntemi

Entropi kavramı 1865'te Clausius tarafından termodinamikten türetilmiş bir ölçümdür. Ayrıca düzensizliğin ölçüsü şeklinde ifade edilen bu kavram, Shannon (1948) tarafından belirsizliğin ölçüsü olarak bilgi teorisinde entropi kavramı şeklinde geliştirilmiştir (Zhang vd., 2011: 444). Objektif olarak kriterlerin önem düzeylerini belirlemede verilerdeki değişimi baz alan Entropi tekniğinin aşamaları şöyledir (Wang ve Lee, 2009; Zhu vd., 2020; Dwivedi ve Sharma, 2022);

Aşama 1. Karar matrisi normalize edilir

Karar matrisinin (x_{ij}) normalize edilmesinde, Eşitlik 6'da yer alan toplama dayalı doğrusal normalizasyon tekniği (Ersoy, 2021: 224, Jahan ve Edwards, 2015: 339) kullanılır. Normalize edilmiş karar matrisi p_{ij} ile ifade edilir.

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (\text{Eşitlik 6})$$

Aşama 2. Kriterlerin Entropi değerlerinin hesaplanması

Alternatif sayısı “n” olmak üzere her kriterin entropi değeri E_j ile ifade edilir.

$$E_j = \frac{-1}{\ln(n)} \sum_{i=1}^m (p_{ij} * \ln(p_{ij})) \quad (\text{Eşitlik 7})$$

Aşama 3. Kriter ağırlıklarının hesaplanması

Entropi tekniğiyle elde edilen kriter ağırlıkları w_{j2} ile ifade edilmiştir. Kriterin sapma derecesi $(1 - E_j)$ yüksekse daha düşük entropi değerine ve yüksek ağırlığa sahip olur.

$$w_{j2} = \frac{1 - E_j}{\sum_{i=1}^m (1 - E_j)}, j = 1, 2, \dots, n \quad (\text{Eşitlik 8})$$

c) Nihai Ağırlıklar

Literatürde, farklı tekniklerle elde edilen ağırlıkların birleştirilmesinde kullanılan operatörler veya formüller geliştirmiştir. Kriter ağırlıklarını belirlemede; iki subjektif tekniğin (Torkayesh vd., 2021a), iki objektif tekniğin (Bektaş, 2022; Torkayesh vd., 2021b) ve objektif ve subjektif iki tekniğin (Chang, 2023) birleştirilerek kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Torkayesh vd. (2021b), CRITIC ve Entropi teknikleriyle elde ettikleri ağırlıkları Eşitlik 9’da önerdiği formülle birleştirmiştir.

$$w_j = \zeta \cdot w_{j1} + (1 - \zeta)w_{j2} \quad (\text{Eşitlik 9})$$

Formüldeki yüzde payını tanımlayan katsayı (ζ) farklı tekniklerin katılım derecesini ifade etmektedir. Katılım yüzde payı $[0,1]$ aralığındaki bir değer olup eşit derecede katılım için 0.5 alınması önerilir (Torkayesh vd., 2021b). İki tekniğin birleştirilmesinde bu değer alınması ağırlıkların ortalamasını almakla eş değer olmaktadır. Çalışmamızda iki yöntem ile belirlenen ağırlıkların ortalaması alınmıştır.

5.6.2. Sıralama Yöntemi

CoCoSo (Combined Compromise Solution) Yöntemi

Birleşik uzlaşma çözümü (CoCoSo), Yazdani vd. (2019) tarafından geliştirilen çelişkili ve uzlaşmacı durumları dikkate alan karar verme yöntemidir. Yöntem basit toplamsal ağırlıklandırma ve üstel ağırlıklı çarpım modellerinin entegrasyonu olarak şu aşamaları içerir (Yazdani vd., 2019; Torkayesh vd., 2021a; Biswas, 2020);

Aşama 1. Karar matrisinin normalize edilmesi

CRITIC tekniğinde olduğu gibi karar matrisi Weitendorf (max-min) doğrusal normalizasyon (Ersoy, 2021: 224, Jahan ve Edwards, 2015: 339) yöntemiyle Eşitlik 10'da yer alan formüllerle normalize edilir. I ve J sırasıyla fayda ve maliyet yönelimli kriterleri göstermek üzere normalize edilmiş karar matrisi r_{ij} ile gösterilir.

$$r_{ij} = \left\{ \left(\frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \mid j \in I \right), \left(\frac{\max_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \mid j \in J \right) \right\} \quad (\text{Eşitlik 10})$$

Aşama 2. S_i ve P_i değerlerinin hesaplanması WSM WPM

S_i ve P_i sırasıyla Ağırlıklı Toplam Yöntemi (WSM) ve Ağırlıklı Çarpım Yöntemi (WPM) değerlerini göstermek üzere, S_i değeri gri ilişkisel yaklaşımına ve P_i değeri WASPAS çarpımsal özelliğine göre sırasıyla Eşitlik 11 ve 12 ile elde edilir.

$$S_i = \sum_{j=1}^n (w_j * r_{ij}) \quad (\text{Eşitlik 11})$$

$$P_i = \sum_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j} \quad (\text{Eşitlik 12})$$

Aşama 3. Karar alternatiflerinin göreceli performanslarının (toplama stratejileri) hesaplanması

Eşitlik 13'te yer alan birinci strateji, WSM ve WPM puanlarının toplamalarının aritmetik ortalamasını, Eşitlik 14'teki ikinci strateji, WSM ve WPM'nin göreceli puanlarının en iyi alternatife göre toplamını ve Eşitlik 15'teki üçüncü strateji, WSM ve WPM modellerinin dengeli bir uzlaşmasını ifade eder. Üçüncü stratejide yer alan kesme (lambda) λ değeri 0 ile 1 arasında değişir ve karar vericiler tarafından seçilir (genellikle $\lambda = 0.5$). Çalışmamızda lambda değeri 0.5 olarak alınmıştır.

$$\mathfrak{F}_{ia} = \frac{P_i + S_i}{\sum_{i=1}^m (P_i + S_i)} \quad (\text{Eşitlik 13})$$

$$\mathfrak{F}_{ib} = \frac{S_i}{\min_i S_i} + \frac{P_i}{\min_i P_i} \quad (\text{Eşitlik 14})$$

$$\mathfrak{F}_{ic} = \frac{\lambda(S_i) + (1 - \lambda)(P_i)}{(\lambda \max_i S_i + (1 - \lambda) \max_i P_i)}, \quad 0 \leq \lambda \leq 1 \quad (\text{Eşitlik 15})$$

Aşama 4. Alternatiflerin nihai görece performansının elde edilmesi ($\mathfrak{F}_i$)

Alternatiflerin üç stratejiye göre performans puanı Eşitlik 16 ile hesaplanır. En yüksek puana sahip alternatif en iyi performansa sahip olur.

$$\mathfrak{F}_i = (\mathfrak{F}_{ia} * \mathfrak{F}_{ib} * \mathfrak{F}_{ic})^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{3}(\mathfrak{F}_{ia} + \mathfrak{F}_{ib} + \mathfrak{F}_{ic}) \quad (\text{Eşitlik 16})$$

5.6.3. Kümeleme ve Sınıflandırma Yöntemi

Belirli nesneleri veya alternatifleri gruplandırma işlemi iki metodolojik bakış açısı içermektedir. İlki verinin yapısıyla ilgili bilginin olmadığı durumlarda, bir takım benzerlik ölçütleriyle grupları anlamayı veya ortaya çıkarmayı amaçlayan denetimsiz gruplama işlemi olarak ifade edilen kümeleme yöntemleri ve algoritmalarıdır. İkincisi ise sınıf olarak tanımlanan nesnelerin yerleştirileceği gruplarla ilgili önsel bilgilerin varsayılabilirdiği, denetimli gruplama işlemi denilen sınıflandırma yöntemleridir. Kümeleme keşifsel veya tanımlayıcı ve sınıflandırma doğrulayıcı veya çıkarımsal yaklaşımı içeren veri analiz teknikleri olarak ifade edilebilmektedir (Olteanu, 2013: 4-5; Nemery, 2008: 23). Çalışmamızda ülkelerin kümelenmesinde veri madenciliği aracı olan K Ortalamalar algoritması ve sınıflandırılmasında çok kriterli sınıflandırma tekniği olan FlowSort yöntemi kullanılmıştır.

a) K Ortalamalar Kümeleme Tekniği

Denetimsiz/gözetimsiz kümeleme yöntemlerinden olan ve aşamalı (hiyerarşik olmayan) olarak ilerlemeyen K Ortalamalar tekniği, veri madenciliğinde kullanılan önemli kümeleme algoritmalarından biri olmasının yanı sıra istatistiksel analiz aracıdır. İlk kez MacQueen (1967) tarafından kullanılan bu yöntem, kümeler arası heterojenliğe

ve küme içi homojenliğe odaklı olarak popülasyonu belli sayıda kümeye bölme sürecidir (MacQueen, 1967; Yılmaz ve Söyük, 2020). K ortalamalar yönteminin uygulanma aşamaları aşağıda yer almaktadır.

1) Karar matrisi standardize edilmesi

Kümeleme analizinden daha verimli, kaliteli ve doğru sonuçlar elde edilebilmesi için verilerin standardize edilmesi gerekir. Kriterlerin ortalaması 0 ve standart sapması 1 olacak şekilde, Eşitlik 17’de yer alan z skoru değeri karar matrisinin standardize edilmesinde kullanılmıştır (Mohamad ve Usman, 2013).

$$x_{ij} = Z(x_{ij}) = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j} \quad (\text{Eşitlik 17})$$

2) Küme sayısının belirlenmesi

Araştırmalarda küme sayısının belirlenmesinde, popülasyonun büyüklüğüne göre çeşitli formüller geliştirilmiştir (Çakmak, 1999: 193; Çelik, 2013: 183). Genellikle K Ortalamalar yöntemiyle yapılan çalışmalarda küme sayısının saptanmasında ya hiyerarşik kümeleme yöntemleri (Mut ve Akyürek, 2017; Çağdaş, 2020) ya da küme geçerlilik indeksleri (Arbelaitz vd., 2013; Reddy ve Vinzamuri, 2014: 92; Aslanyürek ve Mesut, 2021) kullanılmaktadır. Küme geçerlilik indeksleri ayrıca kümelerin kalitesini belirleyen performans değerlendirme araçlarıdır (Saitta vd., 2008). Bu çalışmada, Orange Data Mining 3.35 programının kullanmış olduğu Silhouette indeksi ile küme sayısı ve performansı belirlenmiştir. Rousseeuw (1987) tarafından geliştirilen bu indeksin formülle ve fonksiyonla gösterimi sırasıyla Eşitlik 18 ve 19’da yer almaktadır (Rousseeuw, 1987; Starczewski ve Krzyzak, 2015).

K kümesindeki i alternatifinin küme içindeki diğer tüm alternatiflere ortalama mesafesi a_i ve K kümesindeki i alternatifinin diğer kümelerin elemanlarına olan minimum ortalama mesafesi b_i olmak üzere, i alternatifinin silüet değeri S_i olarak ifade edilir. Küme içi ve kümeler arası mesafeyi ölçmek için çeşitli uzaklık ölçüm birimleri kullanılmaktadır. Çalışmamızda Silhouette skorunun elde edilmesinde Eşitlik 24’te yer alan Öklid uzaklık formülü kullanılmıştır.

$$S_i = \frac{b_i - a_i}{\max\{a_i, b_i\}} \quad (\text{Eşitlik 18})$$

$$S_i = \begin{cases} 1 - a_i/b_i, & \text{eğer } a_i < b_i \\ 0, & \text{eğer } a_i = b_i \\ b_i/a_i - 1, & \text{eğer } a_i > b_i \end{cases} \quad (\text{Eşitlik 19})$$

Kümeleme performansını ve optimum küme sayısını belirlemek için ortalama Silhouette puanını elde etmek gerekir. Bu puan 2 farklı yolla hesaplanabilir. Ya Eşitlik 20 ve 21 yardımıyla önce küme elemanlarının Silhouette değerleri ortalaması belirlenip sonra kümelerin ortalama değerlerinin ortalaması alınarak ya da Eşitlik 22 ile tüm alternatiflerin Silhouette değerlerinin ortalaması alınarak elde edilir (Starczewski ve Krzyzak, 2015: 50-51). Çalışmamızda ortalama Silhouette puanı Orange programının kullanmış olduğu Eşitlik 22’deki formülle saptanmıştır.

$$(C_k) = \frac{1}{m_k} \sum_{i \in C_k} S_i \quad (\text{Eşitlik 20})$$

$$SI = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K S(C_k) \quad (\text{Eşitlik 21})$$

$$\overline{SI} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left(\frac{b_i - a_i}{\max\{a_i, b_i\}} \right) \quad (\text{Eşitlik 22})$$

Elde edilen Silhouette skoru -1 ile 1 arasında bir değer almaktadır. Bu değer 1’e yakın olması küme içi benzerliklerin ve kümeler arası benzemezliğin yüksek olduğunu gösterir ve bu istenilen durumdur. Eğer değer 0’ a yakınsa küme içi benzerliğin ve kümeler arası benzemezliğin net olmadığını gösterir. Bu “ara durum” alternatifin farklı kümelere uzaklığının eşit olduğunu açıklar. Değerin -1’e yakın veya eşit olması ise küme içi benzerliğin düşük, alternatifin yanlış kümede yer aldığını gösteren kötü kümeleme sonucuna işaret eder. Kaufman ve Rousseeuw (2009) Silhouette değer aralıklarını; güçlü (1-0.71), makul (0.70-0.51), zayıf veya yapay (0.50-0.26) ve önemsiz ($0.25 \geq$) kümeleme şeklinde yorumlamıştır (Rousseeuw, 1987; Kaufman ve Rousseeuw, 2009: 88). Martinez ve Martinez (2005) ise Silhouette skorunun 0.5’ten büyük olmasının küme sayısı için yeterli olacağını ve 0.2’den küçük olmasının doğal küme sayısının karşılanmayacağını belirtmektedir (Martinez ve Martinez, 2005:148).

3) Küme merkezlerinin belirlenmesi

Belirlenen küme sayısı kadar küme merkezi seçerek alternatiflerin bu merkezlere uzaklığına göre atama işlemi sağlanır. Küme sayısının belirlenmesi gibi bu merkezlerin belirlenmesi de kümeleme performansını etkilemektedir. Bu merkezler genellikle MacQueen (1967)'in önerdiği gibi rastgele seçilmekle beraber kümeleme performansını iyileştirmek amaçlı geliştirilen farklı yöntemler de mevcuttur (Reddy ve Vinzamuri, 2014: 91). Bu yöntemlerden biri olan Arthur ve Vassilvitskii (2006)'nin önerdiği K-means++ algoritması; ilk küme merkezinin rastgele, ikinci ve sonraki küme merkezlerinin Eşitlik 23'e göre seçilmesiyle ilerleyen merkez belirleme yöntemidir. Çalışmamızda Orange programının kullanıcıya sunduğu 2 yöntemden biri olan k-means++ (diğeri rastgele seçim) yöntemi kullanılmıştır (Arthur ve Vassilvitskii, 2006). Rastgele seçilen ilk küme merkezine en yakın mesafedeki alternatif $D(i)$ olmak üzere ikinci ve sonraki küme merkezleri bu uzaklığın karesine orantılı olarak seçilir.

$$KM = \frac{D(i)^2}{\sum_{x \in X} D(i)^2} \quad (\text{Eşitlik 23})$$

4) Uzaklık ölçüsünün belirlenmesi

Literatürde iki nokta arasındaki mesafeyi ölçen sayısal veriler için metrik ve sayısal olmayan veri setleri için metrik olmayan uzaklık ölçüleri yer almaktadır (Pandit ve Gupta, 2011). Çalışmamızda en sık kullanılan metrik ölçülerden biri olan ve k ortalamalar algoritmasının temel aldığı Öklid uzaklık formülü kullanılmıştır (Sarıman, 2011). i ve j sırasıyla alternatif ve kriter kümeleri olmak üzere s ve r noktaları arasındaki doğrusal uzaklık Eşitlik 24'te yer alan d_{ij} ile ifade edilmiştir.

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{sj} - x_{rj})^2} \mid s, r \in i \quad (\text{Eşitlik 24})$$

5) Alternatiflerin kümelere atanması

Şimdiye kadar olan yukarıda belirtilen aşamalar tüm hiyerarşik olmayan kümeleme algoritmaları için uygulanan süreçtir. Kümeleme analizi için hazırlık aşaması da denilebilir. K ortalamalar algoritması için küme sayısı, küme merkezleri ve uzaklık ölçüsü belirlendikten sonra alternatiflerin kümelere atanması yapılır. Küme merkezlerine minimum mesafedeki gözlem noktaları (alternatifler) kümelere Eşitlik 25'te yer alan

amaç fonksiyonuna göre dahil edilir. Bu fonksiyon küme içi varyansı ve kare hata işlevini en aza indirmeyi hedeflemektedir (Reddy ve Vinzamuri, 2014: 90). M adet alternatif $(A_1, A_2, \dots, A_m | i = 1, 2, \dots, m)$ K sayıda kümeye $(C_1, C_2, \dots, C_K | k = 1, 2, \dots, K)$ ayrılmak istendiğinde, x_i alternatifinin küme merkezlerine (c_k) olan uzaklığı minimum olan değer J ile ifade edilmektedir.

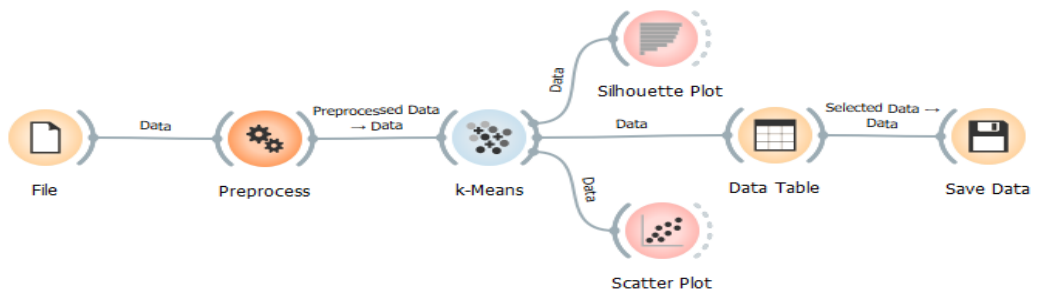
$$J = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^m \|x_i - c_k\|^2 \quad (\text{Eşitlik 25})$$

6) İşlemlerin tekrarlanması

Kümelerde değişiklik olmayıncaya kadar yeni küme merkezleri belirlenerek en yakın mesafeye göre atama tekrar edilir. Başlangıç küme merkezleri k-means++ algoritmasıyla daha sonraki tekrarlar da belirlenecek yeni küme merkezleri önceki kümelerin elemanlarının ortalaması (c_k) alınarak belirlenir. Bu işlem Orange programının önerdiği gibi 10 kez olacak biçimde seçilmiştir. Yeni küme merkezi c_k olmak üzere, kümedeki toplam eleman sayısı m_k ve k 'nıncı kümedeki i elemanı/alternatifi x_{ik} olarak ifade edilir (Reddy ve Vinzamuri, 2014: 89; Demircioğlu ve Eşiyok, 2020: 379).

$$c_k = \frac{1}{m_k} \sum_{i=1}^{m_k} x_{ik} \quad (\text{Eşitlik 26})$$

K Ortalamalar algoritması ile 2018, 2019 ve 2020 yıllarına ait 26 elemanlı 9 boyutlu verilerimizin kümelenmesi için Orange Data Mining 3.35 veri madenciliği programından yararlanılmıştır. Algoritmanın çalışması için verilerin aktarımı, ön işleme, analiz aşamalarında ve çıktıların oluşturulmasında kullanılan araçlar Şekil 3'te yer almaktadır.



Şekil 3. Orange Data Mining araçları

b) Flowsort Sınıflandırma Yöntemi

Çok kriterli sınıflandırma yöntemleri, kayıtsızlık indekslerine, benzerlik indekslerine, faydaya ve sıralamaya dayalı olarak farklı esaslarda geliştirilmiştir. Nemery (2008) tarafından sıralamaya dayalı geliştirilen Flowsort yöntemi, alternatifleri merkezi değer veya sınır değerleriyle tanımlanmış sıralı gruplara, ikili karşılaştırmalarla ayırır. Yöntemin izlediği yol ve yararlandığı tekniklerle ilgili süreç aşağıda sırasıyla açıklanmıştır (Nemery, 2008: 27-84; Nemery ve Lamboray, 2008).

1) Karar matrisinin oluşturulması

Alternatifler (A_i), kriterler (K_j), kriter ağırlıkları (w_j) ve yönelimleri karar verici tarafından belirlenerek karar matrisi oluşturulur. Çalışmamızda alternatiflerin sıralanmasında yararlanılacak kriter ağırlıkları ve yönelimleri FlowSort analiziyle gruplandırma işleminde kullanılmıştır. Belirlenen 3 yıla (2018, 2019 ve 2020) ait karar matrisleri ayrı ayrı değerlendirilerek alternatifler sınıflandırılmıştır.

2) Sınıflar ve sınır değerlerinin belirlenmesi

Sınıfların tanımlanmasında kullanılacak kategori ve sınır değerleri, karar verici tarafından belirlenmekte ve FlowSort tekniğindeki gösterimleri ve ilişkileri aşağıda verilmektedir. Alternatiflerin atandığı sınıflar $S_1, S_2, \dots, S_K$ ve bu sınıfların sıralaması $S_1 > \dots > S_l > \dots > S_K$ şeklinde ifade edilirse, rastgele belirlenen S_h ve S_l sınıfları arasındaki üstünlük ilişkisi; $h < l$ olmak üzere S_h sınıfına atama S_l sınıfına atamaya göre tercih edilmesi $S_h > S_l$ ile gösterilir. Sınıfları tanımlayan sınırlayıcı profil değerleri FlowSort tekniğinde, ELECTRE Tri (Roy ve Bouyssou, 1993: 389) yöntemindeki gibi alt ve üst değerlerle veya merkezi değerle belirlenebilmektedir. Sınıfların merkezi sınır değerleri kümesini $\tilde{R} = (\tilde{r}_1, \tilde{r}_2, \dots, \tilde{r}_k)$ ile ifade edilebilir. Sınıfların sınır değerleri kümesi ise $R^* = (r_1^*, r_2^*, \dots, r_{k+1}^*)$ ile ifade edilirse daha önce belirlediğimiz S_h sınıfının üst ve alt değeri sırasıyla r_h ve r_{h+1} şeklinde ifade edilir. Aynı zamanda r_h değeri bir önceki sınıfın (S_{h-1}) alt değeri ve r_{h+1} değeri ise bir sonraki sınıfın (S_{h+1}) üst değeri olmaktadır. Bu durum kriterin fayda yönelimli olduğu varsayıldığında geçerlidir (Nemery ve Lamboray, 2008:92; Genç, 2013: 336).

Çalışmamızda K Ortalamalar analizinde siluet skoruyla belirlenen küme sayısı, alternatiflerin atanacakları sınıf sayısının belirlenmesinde ön ayak olmuştur. Bu doğrultuda alternatifler performanslarına göre “Yüksek” ve “Düşük” olarak adlandırdığımız 2 kategoride sınıflandırılmıştır. Bu kategoriler belirlenen üst ve alt profil değerleriyle tanımlanmıştır. Belirlediğimiz sınıfların kriter yönelimine göre alt ve üst

değerleri Tablo 11’de net şekilde ifade edilmiştir. Alternatifler, ikili karşılaştırmadan sonra belirlenen iki sınıfa kriterlerin ortalama değerlerine göre atanmıştır.

Tablo 11. Sınıfların alt ve üst profil değerleri

Sınıf	Tanımı	Kriter Yönelimi	Üst Değeri	Alt Değeri
1	Yüksek	Max	Maksimum Değer	Ortalama Değer
		Min	Minimum Değer	Ortalama Değer
2	Düşük	Max	Ortalama Değer	Minimum Değer
		Min	Ortalama Değer	Maksimum Değer

3) Tercih fonksiyonlarının ve derecelerinin belirlenmesi

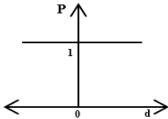
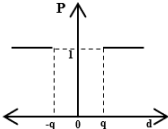
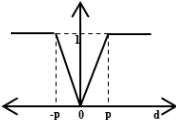
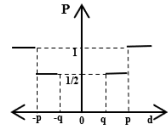
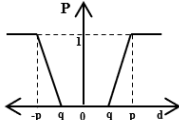
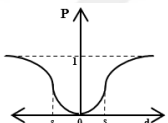
Alternatiflerin ve sınır değerlerinin birleşiminden oluşan kümenin elemanlarının ($R_i^* = R \cup \{A_i\}$), ikili karşılaştırılması yoluyla tercih derecelerinin ($P_j(x, y)$) hesaplanmasında PROMETHEE yönteminde tanımlanmış tercih fonksiyonlarından ($F(d)$) yararlanır. Brans ve Vıncke (1985) tarafından karar vericinin seçimini kolaylaştırmak amacıyla kriter yapısına göre Tablo 12’de yer alan 6 farklı tipte fonksiyon önerilmiştir. Bu fonksiyonlar; kriter bazında değerlendirme sağlayan, her hangi iki elemanın/alternatifin arasındaki farkı ($d_j(x, y)$) ifade eden ve $[0,1]$ aralığında değer alabilen gösterimlerdir. Fonksiyon değeri 0’a yaklaştıkça kayıtsızlık ve 1’e yaklaştıkça tercih edilebilirlik artmaktadır. Değerin 1 olması ise net bir tercihi göstermektedir. Fayda ve maliyet yönelimli kriterlerin tercih derecelerinin hesaplanmasında sırasıyla eşitlik (28) ve (29)’den yararlanır (Emamat vd., 2022: 10; Brans ve Mareschal, 2005: 169).

$$d_j(x, y) = K_j(x) - K_j(y) \quad x, y \in \{R_i^*\} \quad (\text{Eşitlik 27})$$

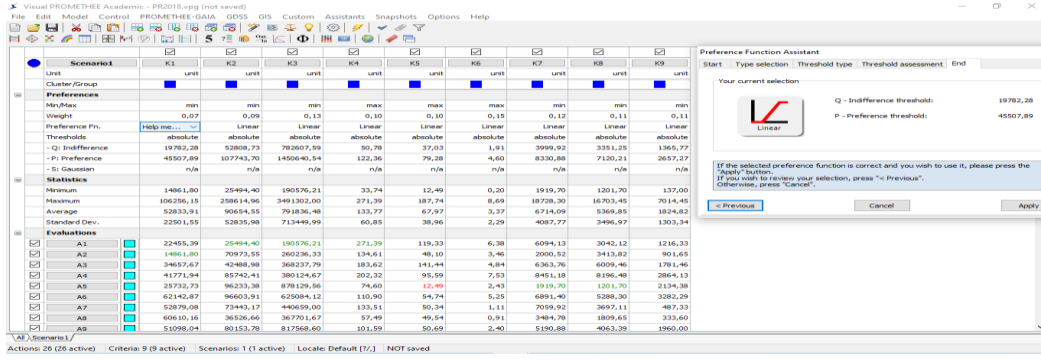
$$P_j(x, y) = F_j[d_j(x, y)] \quad (\text{Eşitlik 28})$$

$$P_j(x, y) = F_j[-d_j(x, y)] \quad (\text{Eşitlik 29})$$

Tablo 12. Genelleştirilmiş Kriterler için Fonksiyonlar (Brans ve Vincke,1985: 649-652; Brans ve Mareschal, 2005: 170).

	Fonksiyon Tipi	Fonksiyon Şekli	Tanımı	Parametreler
1	Olağan		$F(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ 1 & d > 0 \end{cases}$	-
2	U		$F(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ 1 & d > q \end{cases}$	q
3	V		$F(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ \frac{d}{p} & 0 \leq d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	p
4	Seviyeli		$F(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ \frac{1}{2} & q < d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	p,q
5	Doğrusal		$F(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ \frac{d-q}{p-q} & q < d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	p,q
6	Gaussian		$F(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ 1 - e^{-\frac{d^2}{2s^2}} & d > 0 \end{cases}$	s

Tercih fonksiyonu tipi ve parametreleri kullanılan kriterlerin yapısına göre karar verici tarafından belirlenmektedir. Fonksiyonların hesaplanmasında kullanılan parametrelerden; “q” kayıtsızlık/farksızlık eşliğini, “p” kesin tercih eşliğini ve “s” p ve q arasındaki ara değeri yada standart sapmayı ifade etmektedir. Karar verici; kriter üzerinde herhangi bir tercihi olmadığında olağan tipte, kriter için belirlediği değerin üzerinde değere sahip alternatifleri tercih etmek isterse U tipinde fonksiyon, kriterin ortalama değerinin üzerindeki alternatifleri tercih etmek isterse doğrusal ve aynı zamanda ortalama altındaki alternatifleri göz ardı edemiyorsa V tipi fonksiyon ve kriterin ortalamadan sapma değerleri belirleyici olacaksa Gaussian tipi fonksiyon seçebilir (Brans ve Mareschal, 2005: 171; Şenkayas ve Hekimoğlu, 2013: 71).



Şekil 4. Visual PROMETHEE 2018 yılı tercih fonksiyonu ve parametre önerileri

Çalışmamızda tercih fonksiyonlarının ve parametrelerinin belirlenmesinde Visual PROMETHEE programından yararlanılmıştır. Program algoritması Şekil 4’te görüldüğü gibi karar matrisi, kriter yönelimi ve ağırlıklarına göre tercih fonksiyonlarını ve parametrelerini önermiştir

$$\begin{cases} \pi(x, x) = 0, \\ 0 \leq \pi(x, y) \leq 1, \\ 0 \leq \pi(y, x) \leq 1, \\ 0 \leq \pi(x, y) + \pi(y, x) \leq 1 \end{cases} \quad (\text{Eşitlik 30})$$

Her kriter bazında, alternatiflerin ve sınır değerlerinin tercih dereceleri belirlendikten sonra tüm kriterlerin genel tercih indeksi Eşitlik 30’da yer alan koşullara bağlı olarak Eşitlik 31 ve 32 ile hesaplanır. Bir alternatifin başka alternatifle karşılaştırıldığında genel tercih indeksinin 0 olması zayıf tercih olduğunu, 1 olması ise güçlü tercih olduğunu göstermektedir. Her kriterin ağırlığı (w_j) ile tercih derecesi çarpılarak toplam tercih indeksi elde edilir (Brans ve Mareschal, 2005: 172; Nemery ve Lamboray, 2008: 92).

$$\pi(x, y) = \sum_{j=1}^n w_j P_j(x, y) \quad (\text{Eşitlik 31})$$

$$\pi(y, x) = \sum_{j=1}^n w_j P_j(y, x) \quad (\text{Eşitlik 32})$$

4) Pozitif, negatif ve net akımların hesaplanması

Alternatiflerin pozitif, negatif ve net akım değerleri, PROMETHEE tekniğinin ikili tercih yapısına ve ELECTRE-Tri yöntemindeki gibi sınırlandırıcı kesitler ile alternatifler

arasındaki ilişkiye göre eş zamanlı olarak tercih indeksinden hesaplanır (Nemery ve Lamboray, 2008).

$$\phi^+_{R_i^*}(A_i) = \frac{1}{|R_i^*| - 1} \sum_{r_1^* \in R_i^*} \pi(A_i, r_1^*) \quad (\text{Eşitlik 33})$$

$$\phi^-_{R_i^*}(A_i) = \frac{1}{|R_i^*| - 1} \sum_{r_1^* \in R_i^*} \pi(r_1^*, A_i) \quad (\text{Eşitlik 34})$$

$$\phi_{R_i^*}(A_i) = \phi^+_{R_i^*}(A_i) - \phi^-_{R_i^*}(A_i) \quad (\text{Eşitlik 35})$$

Pozitif akım (ϕ^+) bir alternatifin diğer alternatiflere tercih edilme gücünü gösterir. Bu akımın yüksek olması alternatifin üstünlüğünün ifadesidir. Negatif akım (ϕ^-) bir alternatife göre diğer alternatiflerin üstünlüğünü verir ve düşük olması alternatifin daha iyi olduğunu açıklamaktadır. Pozitif ve negatif akım arasındaki dengeyi veren net akımın (ϕ) ise pozitif akım gibi yüksek olması istenilen durumdur (Brans ve Mareschal, 2005: 173; Oruç ve Demirbaş, 2020: 982).

5) Alternatiflerin sınıflara atanması

Alternatiflerin ve sınır değerlerinin pozitif, negatif ve net akımları hesaplandıktan sonra bu akımlara göre 3 farklı sınıflandırma gerçekleştirilir. Bu sınıflara atanacak alternatifler, sınır değerlerine göre Eşitlik 36, 37 ve 38’de yer alan kurallara göre yapılır (Nemery ve Lamboray, 2008; Remadı ve Frikha, 2022). Bir alternatifin sınır değerlerine göre "tercih" ve "tercih edilen" karakterini sırasıyla pozitif akım ve negatif akım ile eş zamanlı olarak değerlendirilir. Araştırmada net akıma göre oluşan sınıflar dikkate alınmıştır.

$$S_{\phi^+}(A_i) = S_h, \text{ eğer } \phi^+_{R_i^*}(r_h) \geq \phi^+_{R_i^*}(A_i) > \phi^+_{R_i^*}(r_{h+1}) \quad (\text{Eşitlik 36})$$

$$S_{\phi^-}(A_i) = S_h, \text{ eğer } \phi^-_{R_i^*}(r_h) < \phi^-_{R_i^*}(A_i) \leq \phi^-_{R_i^*}(r_{h+1}) \quad (\text{Eşitlik 37})$$

$$S_{\phi}(A_i) = S_h, \text{ eğer } \phi_{R_i^*}(r_h) \geq \phi_{R_i^*}(A_i) > \phi_{R_i^*}(r_{h+1}) \quad (\text{Eşitlik 38})$$

Atama kurallarında yer alan daha önce belirlediğimiz S_h sınıfı ve bu sınıfın üst sınır değeri r_h ve alt sınır değeri r_{h+1} arasında; pozitif (ϕ^+), negatif (ϕ^-) ve net (ϕ) akım açısından Eşitlik 39’da belirtildiği gibi bir ilişki vardır. Pozitif ve net akımda üst sınır değeri alt sınır değerinden büyük iken negatif akımda tam tersi söz konusudur (Nemery ve Lamboray, 2008: 93; Genç, 2013: 337).

$$\begin{cases} \phi_{R_i}^+(r_h) > \phi_{R_i}^+(r_{h+1}) \\ \phi_{R_i}^-(r_h) < \phi_{R_i}^-(r_{h+1}) \\ \phi_{R_i}(r_h) > \phi_{R_i}(r_{h+1}) \end{cases} \quad (\text{Eşitlik 39})$$

5.7. Araştırmanın Varsayımları ve Sınırlılıkları

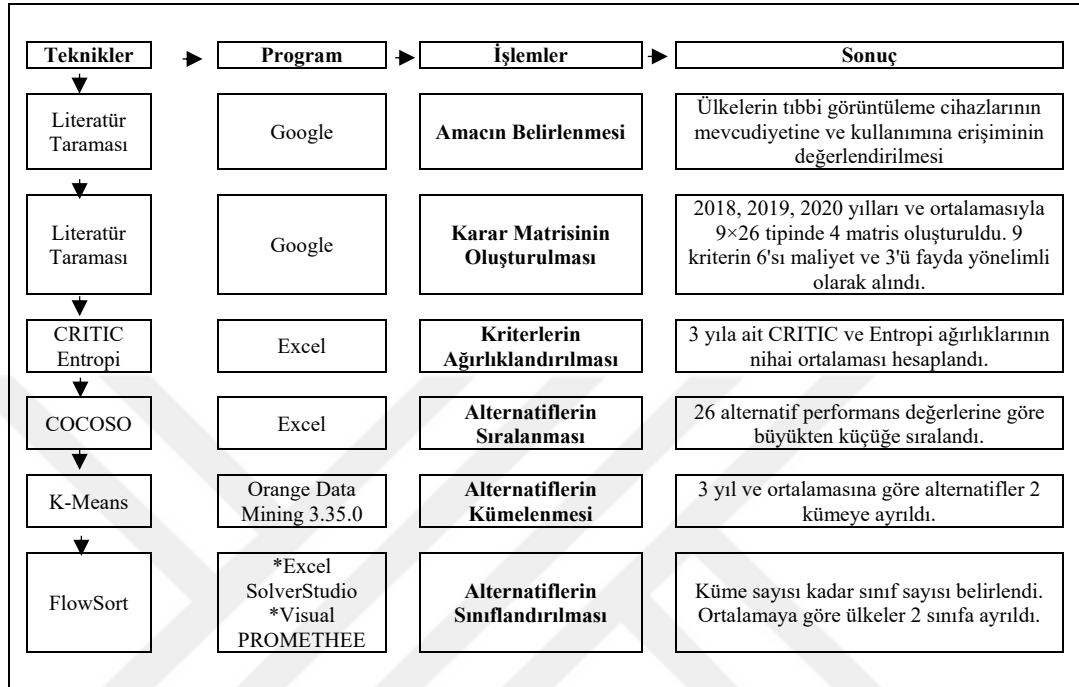
Bu araştırma, OECD ve AB üyesi/aday 26 ülke ve 3 yılın değerlendirilmesi ile sınırlı olması dolayısıyla diğer ülkelere ve yıllara genellenemez. Ülkelerin tıbbi cihaz sınıfları açısından sadece tıbbi teşhis ve tedavi amaçlı bazı cihazlara ait göstergelerin yer alması, tıbbi cihazların kullanımına ilişkin verilerin sadece 3 cihaz türünde (MR, BT, PET) olması; veri tabanlarında ülkelerin biyomedikal mühendis ve tekniker, radyolog, radyoterapist gibi teşhis hizmetlerine özgü işgücüne ilişkin verilerin güncel olmaması veya göstergelerin olmaması ve tüm ülkelerin zamansal veri paylaşımında sürekliliği sağlamaması çalışmanın önemli sınırlandırıcı unsurları olmuştur. Araştırmada kullanılan verilerin tüm ülkeler için homojen olduğu varsayılmıştır.

5.8. Araştırmanın Özgünlüğü

Tıbbi cihazların sayısına ve kullanımına ilişkin göstergelerin, sağlık sistemi veya hizmetlerinin çok kriterli karar verme ve diğer istatistiksel teknikler ile değerlendirilmesinde farklı sağlık göstergeleriyle birlikte kullanıldığı çalışmalara rastlamak mümkündür (Sielska, 2019; Torkayesh, 2021b; Kıran ve Akbolat, 2021; Sarıyıldız, 2022). Fakat sağlık sisteminin hem önemli bileşeni hem de alt sistemi olarak (WHO, 2009: 32) tıbbi cihazları, ülkeler bazında direkt olarak değerlendiren ve bunu çok kriterli karar verme teknikleriyle ele alan çalışma yok denecek kadar az denilebilir. Çalışmamızda kullanılan kriterler, alternatifler, kriter ağırlıklarının belirlenme şekli, değerlendirilen yıllar ve ülkelerin sıralanması, kümelenmesi ve sınıflandırılmasında yararlanılan teknikler ile oluşturulan model çalışmanın özgün değerini ortaya koymaktadır.

5.9. Araştırmanın Modeli

2018, 2019 ve 2020 yılı verileri ve 3 tıbbi görüntüleme cihazına ait 9 kriter kapsamında; 26 OECD ve AB üyesi/ aday ülkenin değerlendirilmesinde oluşturulan modele Şekil 5'te yer verilmiştir.



Şekil 5. Araştırma modeli

6. BULGULAR

Bu bölümde OECD ve AB üyesi/aday 26 ülkenin tıbbi görüntüleme cihazlarına erişimine ilişkin bulgular yer almaktadır. Ülkelerin bir takım sağlık, sosyal ve tıbbi cihaz göstergeleriyle profilleri sunulduktan sonra 2018, 2019, 2020 yılı ve ortalamasına ait karar matrislerine ilişkin tanımlayıcı istatistiklere, kriterlerin CRITIC, Entropi ve ortalama ağırlıklarına, CoCoSo yöntemiyle performans sıralamasına, K Ortalamalar yöntemiyle bulunduğu kümelere ve FlowSort tekniğiyle elde edilen yüksek ve düşük performans sınıflarına ilişkin bulgular sunulmuştur.

6.1. Ülkelerin Profilleri

Dünya Sağlık Örgütü'nün tıbbi cihazlara ilişkin ülke araştırmasının son yayını olan "Tıbbi Cihaz Küresel Atlası 2022"nin odak noktası; Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine (SKH) ulaşmada ve acil durumlar, refah ve evrensel sağlık kapsamı (UHC) için öncelikli tıbbi cihazlara erişimin artırılmasında ülkelerin tıbbi cihaz sisteminin önemini vurgulamaktır. Bu doğrultuda atlasta önce sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ilişkin bazı sosyo-ekonomik ve sağlık göstergeleriyle ülke profilleri oluşturulmuş daha sonra tıbbi cihazların durumunu içeren bilgilere yer verilmiştir (WHO, 2022). Araştırmamızda; ülkelerin tıbbi görüntüleme cihazlarının mevcudiyetine ve kullanımına erişiminin değerlendirilmesinden önce DSÖ yaklaşımıyla ve atlas yardımıyla ülkeler tıbbi cihaz, sağlık ve sosyal gösterge verileriyle analiz edilmiştir. Bu ön analiz çalışmanın karar alıcılar ve araştırmacılara yönelik katkıları arasında gösterilebilir.

6.1.1 Sağlık ve Sosyal Profilleri

Ülkelerin gelir grubu düzeyini, insani gelişmişliği, inovasyonunu, yüksek teknoloji ihracatını ifade eden sosyo-ekonomik göstergeler ve kişinin doğuştan yaşam süresini, bebek ölümlerini, bulaşıcı hastalıktan ölümlerini, evrensel sağlık kapsamını ve sağlık harcamasını belirten sağlık göstergelerine Tablo 13'te yer verilmiştir. Beş Yaş Altı Ölüm Oranı (SKH.3.2.1), 4 Majör Bulaşıcı Olmayan Hastalıktan 30-70 Yaşlarında Ölme Olasılığı (SKH.3.4.1) ve UHC Hizmet Kapsamı Endeksi (SKH.3.8.1) göstergeleri ayrıca sürdürülebilir kalkınma sağlık hedefleridir.

Tablo 13. Ülkelerin sağlık ve sosyal profilleri

	Dünya Bankası Gelir Grubu Düzeyi	İnsani Gelişme Endeksi (Eşitsizliğe Göre Uyarlanmış İGE)	Küresel İnovasyon Endeksi (0-100. Sıra)	Yüksek Teknoloji İhracatı (Üretilen İhracatın Yüzdesi)	Doğumdan Beklenen Yaşam Süresi (HALE) (Yıl)	Beş Yaş Altı Ölüm Oranı (1.000 Canlı Doğumda)	4 Major Bulaşıcı Olmayan Hastalıktan 30-70 Yaşlarında Ölme Olasılığı (%)	UHC Hizmet Kapsamı Endeksi (1-100)	Kişİ Başı Mevcut Sağlık Harcaması SAGP (\$)
Veri Yılı	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019
ABD	Yüksek	0.926(0.808)	61.7 (3)	18.7%	78.6 (66.1)	6.4	13.6%	83	10921.0
Avustralya	Yüksek	0.944(0.867)	50.3 (22)	21.3%	82.9 (70.9)	3.8	8.6%	87	5294.1
Avusturya	Yüksek	0.922(0.857)	50.9 (21)	11.5%	81.9 (70.9)	3.6	10.4%	82	6134.1
Belçika	Yüksek	0.931(0.859)	50.1 (23)	14.1%	82.0 (70.6)	4.1	10.6%	85	5846.9
Bulgaristan	Üst Orta	0.816(0.721)	40.4 (40)	10.8%	75.1 (66.3)	6.7	24.2%	70	1797.5
Çek Cumhuriyeti	Yüksek	0.900(0.860)	49.4 (26)	20.7%	79.2 (68.8)	3.0	14.3%	78	3477.0
Estonya	Yüksek	0.892(0.829)	50.0 (24)	16.9%	78.6 (69.2)	2.3	14.9%	78	2616.8
Finlandiya	Yüksek	0.938(0.888)	59.8 (6)	9.2%	82.0 (71.0)	2.3	9.6%	83	4710.2
Hırvatistan	Yüksek	0.851(0.783)	37.8 (44)	8.3%	78.4 (68.6)	4.7	16.1%	73	2167.8
Hollanda	Yüksek	0.944(0.878)	61.4 (4)	23.0%	82.1 (71.4)	4.0	10.4%	86	6248.2
İspanya	Yüksek	0.904(0.783)	47.9 (29)	6.8%	83.8 (72.1)	3.2	9.6%	86	3983.9
İsrail	Yüksek	0.919(0.814)	57.4 (10)	23.1%	82.8 (72.4)	3.5	8.8%	84	3326.3
İtalya	Yüksek	0.892(0.783)	46.3 (30)	7.8%	83.5 (71.9)	3.0	9.0%	83	3998.0
Güney Kore	Yüksek	0.916(0.815)	56.6 (11)	32.4%	83.2 (73.1)	3.1	7.3%	87	3521.3
Litvanya	Yüksek	0.882(0.791)	41.5 (38)	12.0%	76.3 (66.7)	3.8	19.3%	70	2796.8
Lüksemburg	Yüksek	0.916(0.826)	53.5 (18)	6.6%	82.6 (71.6)	2.8	9.8%	86	6756.9
Macaristan	Yüksek	0.854(0.791)	44.5 (33)	17.4%	76.3 (67.2)	4.1	22.1%	73	2155.9
Malta	Yüksek	0.895(0.823)	49.0 (27)	29.6%	82.9 (71.5)	6.1	10.5%	81	4039.6
Norveç	Yüksek	0.957(0.899)	51.9 (19)	22.5%	83.0 (71.4)	2.4	8.7%	86	7217.4
Polonya	Yüksek	0.880(0.813)	41.3 (39)	9.9%	77.9 (68.7)	4.4	17.0%	74	2206.5
Romanya	Yüksek	0.828(0.730)	36.8 (50)	11.1%	75.6 (66.8)	7.0	21.0%	71	1906.6
Sırbistan	Üst Orta	0.806(0.705)	35.7 (57)	-	75.9 (66.9)	5.7	22.0%	71	1686.1
Slovakya	Yüksek	0.860(0.807)	42.1 (37)	9.9%	77.7 (68.5)	5.8	15.5%	77	2267.1
Slovenya	Yüksek	0.917(0.875)	45.3 (31)	7.4%	81.5 (70.7)	2.3	11.5%	80	3629.0
Türkiye	Üst Orta	0.820(0.683)	37.0 (49)	3.0%	77.8 (68.4)	10.1	15.6%	79	1186.7
Yunanistan	Yüksek	0.888(0.791)	38.9 (41)	12.5%	81.6 (70.9)	4.0	12.5%	78	2418.8
ORT	-	0.892(0.811)	47.6	14.7%	80.1 (69.7)	4.3	13.6%	80	3935.0
AB	-	-	-	16.2%	81.3 (-)	3.9	12.4%	-	4579.7
OECD	-	0.900(0.791)	-	17.8%	80.2 (-)	6.9	11.8%	-	5528.1
Dünya	-	0.737(0.587)	-	20.7%	73.4 (63.7)	39.3	18.3%	67	1458.9
Kaynak	WB (1)	UNDP.2020	WIPO.2019	WB (2)	WB (3). (WHO.2023)	WB (4)	WB (5)	WB (6)	WB (7)

Araştırmada değerlendirilen ülkelerin %90'a yakını Dünya Bankası'na göre yüksek gelir düzeyine sahipken, sadece 3 ülke (Bulgaristan, Sırbistan ve Türkiye) üst-orta gelir grubu düzeyindedir. Son 5 yılda (2017-2021) Romanya hariç ülkelerin gelir gruplarında değişiklik olmamıştır. 2019'dan önce ve 2020 yılında üst orta gelir grubunda yer alan Romanya ilk kez 2019 yılında ve 2021 yılı itibariyle yüksek gelir grubuna çıkmıştır (WB (1), 2023).

Ülkelerin tamamı çok yüksek insani gelişmişliğe sahip ülkeler grubunda yer almaktadır. Bu grubun ortalaması 0.90 (N=66/189) olup 12 (~%47) ülke bu ortalamanın altında kalmaktadır. Ülke içindeki eşitsizliklerin İGE'den düşülmesiyle elde edilen daha gerçekçi gelişmişlik düzeyinde (EUIGE), tüm ülkeler için genel anlamda azalış olmuştur. Değerlendirilen 26 ülke içinde 11 ülkede %10'un üzerinde azalış olurken yüzdesel olarak en fazla azalma sırasıyla Türkiye (%16.7), İspanya (%13.4), ABD (%12.7) ve Sırbistan (%12.5)'da ve en az azalma ise Çek Cumhuriyeti (%4.4), Slovenya (%4.6) ve Finlandiya

(%5.3)'da olmuştur. Her iki endeks sıralamasında (İGE ve EUIGE) hem tüm ülkeler hem de değerlendirilen ülkeler içinde Norveç en yüksek insani gelişmişliğe sahip ülkedir. 26 ülke içinde Sırbistan (0.81) en az insani gelişmişlik düzeyine ve Türkiye (0.68) gelişmişlikte ülke içi eşitsizliklerin en çok olduğu ülkedir (UNDP, 2020).

İnovasyon' da kapasite ve başarı olarak en yüksek ülkeler ABD, Hollanda ve Finlandiya; en düşük ülkeler Sırbistan, Romanya ve Türkiye'dir. Dünya ülkelerinin (129) inovasyon skoru 67.24 (İsviçre) ile 14.49 (Yemen) arasında değişirken 26 ülke için bu aralık 61.73 (ABD) ile 35.71 (Sırbistan) şeklindedir. Bir sonraki yıl (2020) araştırma kapsamındaki ülkelerin inovasyonu 60.56 ile 34.33 arasında değişirken, Kore hariç tüm ülkelerin inovasyon skorunda düşüş yaşanmıştır. Ülke sıralamalarında ise ABD ve Malta'da değişim olmazken 13 ülke (Avustralya, Estonya, Finlandiya, Hollanda, İspanya, İsrail, Litvanya, Macaristan, Norveç, Slovakya, Slovenya, Türkiye ve Yunanistan) sıralamada gerilemiştir (WIPO, 2019; WIPO, 2020).

Ülkelerin, tüm üretilen ihracat içinde havacılık, bilgisayar, ilaç, bilimsel aletler ve elektrikli makineler gibi Ar-Ge yoğunluğu yüksek ürünlerin payını ifade eden yüksek teknoloji ihracatının yüzdesine bakılırsa 2019 yılında; 7 ülke (Sırbistan hariç) dünya ortalamasının (%20,7) üzerinde, 9 ülke %10'un altında yüzdeye sahiptir. Yüksek teknoloji ihracat yüzdesi en yüksek ülke Güney Kore, en düşük ülke Türkiye'dir. 2020 yılında ise bir önceki yıla göre Lüksemburg hariç diğer ülkelerin yüksek teknoloji ihracatı payı genel olarak artmıştır (WB (2), 2023).

Araştırma kapsamındaki ülkelerin 2019 yılında doğumdan beklenen yaşam süresi 75.1 ile 83.8 yıl arasında değişmektedir. 26 ülke dünya ortalamasının (73), 14 ülke OECD (80.2) ve AB (81.3) ortalamasının üzerinde yaşamaktadır. 2020 yılında bir önceki yıla göre dünyanın ortalama yaşam süresi 0.7 yıl, 26 ülkenin ortalaması (80.1) ise 0.8 yıl azalmıştır. 2019 yılında en yüksek yaşam yılına sahip ülke İspanya iken 2020 yılında Kore olmuştur. En düşük yaşam süresi ise iki yıl içerisinde de Bulgaristan'dadır (WB (3), 2023). 2019 yılında ortalama bir kişinin sağlıklı olarak yaşamaya devam etmesi beklenen yıl sayısı ortalama yaşam süresinin %86.9'unu kapsamaktadır. 26 ülke arasında daha yüksek Kore, daha düşük ABD ve tüm ülkeler dünya ortalamasının (64) üzerinde sağlıklı yaşam yıllarına sahiptir. Sağlıklı geçirilen yılların ortalama ömürdeki kapsamı daha düşük ülke ABD (%84.2) iken yüksek ülkeler ise Romanya (%88.4), Bulgaristan (%88.3), Sırbistan (%88.1) ve Macaristan (%88.0)'tır (WHO, 2023).

1.000 canlı doğumda 5 yaşına gelmeden ölen çocuk sayısı, gelişen toplumlar için çocukların hayatta kalmalarını ifade eden önemli bir göstergedir. Araştırma kapsamındaki tüm ülkelerin beş yaş altı ölüm oranı 2019 yılında; dünya ortalamasının (39.3), Türkiye

hariç bütün ülkeler OECD ortalamasının (6.9) ve 13 ülke AB (3.9) ortalamasının altındadır. Beş yaş altı ölüm oranı en düşük ülkeler Estonya, Finlandiya ve Slovenya iken en yüksek orana sahip ülke Türkiye'dir (WB (4), 2023).

Araştırma kapsamındaki ülkelerde; 30-70 yaş aralığındaki insanların herhangi bir kardiyovasküler hastalık, kanser, diyabet ve kronik solunum yolu hastalığından ölme olasılığı %8.6 ile %24.2 arasında değişirken olasılığı %10'un altında olan toplamda 8 ülke vardır. Ülkelerin yaklaşık %20'si (5) dünya ortalamasından (%18.3) ve %50'si AB (%12.4) ve OECD (%11.8) ortalamasından yüksek yüzdeye sahiptir. Bulaşıcı olmayan 4 majör hastalıktan ölme olasılığı en yüksek ülkeler arasında Bulgaristan, Macaristan, Sırbistan ve Romanya yer alırken en düşük olasılığa sahip ülke Güney Kore'dir (WB (5), 2023).

Evrensel sağlık kapsamının iyileştirilmesi, önlenebilir 5 yaş altı ölümlerin ve yaşam beklentisindeki eşitsizliklerin azaltılmasında kritik bir unsur olduğu belirtiliyor (WHO ve WB, 2021:10; UNİCEF, 2023:5). Evrensel Sağlık Kapsamı Endeksi; tüm toplumun ve bireylerin ihtiyaç duydukları temel sağlık hizmetlerinin kapsamının ve finansal koruma boyutunun, üreme, anne, yenidoğan ve çocuk sağlığı, bulaşıcı hastalıklar, bulaşıcı olmayan hastalıklar ve hizmet kapasitesi ve erişim bileşenleriyle ölçümünü vermektedir. 2019'da hizmet kapsamı skoru, DSÖ üye ülkelerinde (194) 27 (Somali) ile 89 (Kanada) ve araştırmadaki ülkelerde 70 (Bulgaristan ve Litvanya) ile 87 (Güney Kore ve Avustralya) arasında değişmektedir. DSÖ üye ülkelerinin; 31'i çok yüksek (80 ve üstü), 93'ü yüksek (60-79 arası), 54'ü orta (40-59 arası) ve 16'sı düşük (20 ile 39 arası) kapsama sahipken, çok düşük (20 ve altı) kapsamda ülke bulunmamaktadır. Araştırmadaki ülkelerin (26) ise 14'ü çok yüksek, 12'si yüksek ve tümü dünya ortalamasından (67) yüksek hizmet kapsamına sahiptir. Ülkelerin UHC kapsamının geliştirilmesinde, birinci basamak sağlık hizmetleri odaklı sağlık sistemlerinin güçlendirilmesinin oldukça önemli olduğu vurgulanmaktadır (WHO ve WB, 2021; WB (6), 2023).

Satın alma gücü paritesine göre dolar cinsinden ifade edilen ülkelerin mevcut kişi başı sağlık harcaması, sürdürülebilir kalkınma sağlık hedefinin (3c) güçlü sağlık finansmanının sağlanmasında ve sağlık kapsamının (UHC) artırılmasında önemli bir göstergedir. Araştırma kapsamındaki ülkelerin tamamına yakını (Türkiye hariç) dünya ortalamasından (1458.9), 8 ülke AB ortalamasından (4579.7), 6 ülke OECD ortalamasından (5528.1) yüksek kişi başı sağlık harcaması yapmaktadır. Diğer ülkelere göre kişi başına en yüksek 10.921 dolarla ABD ve en düşük 1186.7 dolar ile Türkiye sağlık harcaması yapmıştır (WB (7), 2023).

6.1.2 Tıbbi Cihaz Profilleri

Dünya Sağlık Örgütü, 2007 yılında sağlık teknolojilerinin önemine ilişkin ilk kararı (WHA60. 29) aldıktan sonra 2009 yılında sağlık teknolojileri programlarının geliştirilmesi için kilit alanları belirlemek adına tıbbi cihazlara ilişkin ilk temel ülke anketi oluşturulmuş ve 2010'da 145 ülke katılımıyla "Tıbbi Cihazlara İlişkin Temel Ülke Araştırması 2010" yayınlanmıştır. 2014 yılında "tıbbi ürünler için düzenleyici sistemin güçlendirilmesi" (WHA67.20) ve "evrensel sağlık kapsamını desteklemek için sağlık müdahalesi ve teknoloji değerlendirme" (WHA67.23) kararlarından sonra sağlık sistemlerinin güçlendirilmesi adına sağlık teknolojilerinin mevcudiyetini ve iyi kullanımını artıracak sürekli bir eylem içine girilmiştir (WHO, 2017a). Güncellemelerle birlikte üçüncü yayını 25 Kasım 2022 tarihinde olan Küresel Tıbbi Cihaz Atlası, katılım sağlayan ülkelerin (180); ulusal sağlık teknolojisi politikasının, düzenleyici kurumlarının, sağlık teknolojisi değerlendirme ve yönetim birimlerinin, tıbbi cihaz kuruluşlarının, tıbbi cihaz envanter ve bakımının, ekipman yönetim yazılımının, terminoloji sisteminin, ulusal tıbbi cihaz listelerinin, tıbbi cihaz ve biyomedikal/klinik mühendis sayısının mevcudiyetine ilişkin bilgiler sunmaktadır (WHO, 2022). Araştırma kapsamındaki ülkelerin 2017 ve 2022 Küresel Tıbbi Cihaz Atlası yardımıyla bu göstergelerdeki bilgileri derlenerek oluşturulan tıbbi cihaz profilleri Tablo 14'te sunulmuştur.

Tablo 14. Ülkelerin tıbbi cihaz profilleri

Ülkeler	Sağlık Teknolojisi (Tıbbi Cihaz) Ulusal Politikası		Politika, Ulusal Sağlık Programı/Plamın Bir Parçasıdır		Ulusal Sağlık Teknolojisi Değerlendirme Birimi		Tıbbi Cihazlar için Terminoloji Sistemi		Tıbbi Cihaz Envanteri ve Bakımı	Tıbbi Cihaz Listeleri		Biyomedikal Mühendis Sayısı
	2017	2022	2017	2022	2017	2022	2017	2022		2017	2022	2017
ABD	x	x	x	x	-	x	ULU	GMDN	-	x	x	22.000
Avustralya	x	x	x	x	✓	✓	-	GMDN	-	-	-	320
Avusturya	✓	✓	✓	✓	✓	✓	UMDNS	EMDN	✓	✓	✓	800
Belçika	✓	✓	✓	✓	✓	✓	GMDN	EMDN	-	✓	✓	500
Bulgaristan	x	x	x	x	-	✓	UMDNS, GMDN	EMDN	-	✓	✓	35
Çek Cumhuriyeti	x	x	x	x	-	✓	UMDNS	EMDN	✓	✓	✓	<10
Estonya	x	x	x	x	✓	✓	ULU	EMDN	-	✓	✓	60
Finlandiya	x	x	x	x	✓	✓	GMDN	EMDN	✓	x	x	850
Hırvatistan	✓	✓	✓	✓	x	x	x	EMDN	x	✓	✓	250
Hollanda	✓	✓	✓	✓	✓	✓	GMDN	EMDN	x	✓	x	500
İspanya	✓	✓	✓	✓	✓	✓	UMDNS GMDN	EMDN	✓	✓	✓	1.000
İsrail	✓	✓	✓	✓	✓	✓	UMDNS	UMDNS	✓	✓	✓	2.000
İtalya	✓	✓	✓	✓	✓	✓	CND	EMDN	✓	✓	✓	8.477
Güney Kore	✓	✓	✓	✓	✓	✓	ULU	ULU	x	✓	✓	<10
Litvanya	x	✓	x	✓	✓	✓	x	EMDN	✓	✓	✓	250
Lüksemburg	✓	✓	x	x	✓	✓	x	EMDN	✓	✓	✓	-
Macaristan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	ORKI-kód	EMDN	✓	✓	✓	400

Tablo 14. (Devamı)

Ülkeler	Sağlık Teknolojisi (Tıbbi Cihaz) Ulusal Politikası		Politika, Ulusal Sağlık Programının/Planının Bir Parçasıdır		Ulusal Sağlık Teknolojisi Değerlendirme Birimi		Tıbbi Cihazlar için Terminoloji Sistemi		Tıbbi Cihaz Envanteri ve Bakımı	Tıbbi Cihaz Listeleri		Biyomedikal Mühendis Sayısı
Rapor Yılı	2017	2022	2017	2022	2017	2022	2017	2022	2022	2017	2022	2017
Malta	x	x	x	x	✓	✓	x	EMDN	✓	x	x	-
Norveç	✓	✓	✓	✓	✓	✓	GMDN	GMDN	-	✓	✓	<10
Polonya	x	x	x	x	x	✓	GMDN	EMDN	✓	x	x	163
Romanya	x	x	x	x	✓	✓	x	EMDN	✓	✓	✓	1.250
Sırbistan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	ULU	ULU	✓	✓	✓	300
Slovakya	✓	✓	x	x	✓	✓	ULU	EMDN	✓	✓	✓	63
Slovenya	✓	✓	✓	✓	x	x	ULU	EMDN	✓	✓	✓	174
Türkiye	x	x	x	x	✓	✓	UNSPSC	ULU	✓	✓	✓	960
Yunanistan	✓	✓	x	✓	✓	✓	GMDN	EMDN	✓	x	x	300

Araştırma kapsamındaki tüm ülkelerin tıbbi cihazların düzenlenmesinden sorumlu bir ulusal kurumu mevcuttur. Ülkelerin 2017 yılı itibariyle %54'ünün (14) ve 2022 yılı itibariyle %62'sinin (16) ulusal sağlık teknolojisi (tıbbi cihaz) politikası mevcuttur. Ulusal sağlık teknolojisi, ulusal sağlık programının veya planının parçası olmayan 2017 yılı verilerine göre 3 ülke (Lüksemburg, Slovakya, Yunanistan) 2022 yılı verisine göre 2 (Lüksemburg, Slovakya) ülke vardır. 2017 yılından 2022 yılına geçen süreçte; ulusal sağlık teknoloji politikası olmayan ülkelere sadece Hollanda ve Litvanya ulusal bir politika geliştirirken, mevcut sağlık teknolojisi politikasını ulusal sağlık programının veya planının parçası haline yalnızca Yunanistan getirmiştir (WHO, 2017a; WHO, 2022).

2017 itibariyle ülkelerin %77'sinde (20/26) ulusal sağlık teknolojisi değerlendirme birimi varken 3 ülkenin (ABD, Bulgaristan ve Çek Cumhuriyeti) verisi ve Hırvatistan, Polonya ve Slovenya'nın STD birimi yoktur. 2022 yılı itibariyle ise ülkelerin yaklaşık %88'i ulusal STD birimine sahip olmuştur. Birimi olmayan ülkelere; ABD sağlık teknolojilerini değerlendirecek tek veya ulusal bir kurum yerine kapsamlı bir STD kurumları (ACIP, USPSTF, MedCAC ve AHRQ) ağı, Hırvatistan (ilaç odaklı) ve Slovenya'nın ise başka birimler vasıtasıyla yürüttüğü STD'si mevcuttur. 2017 yılından 2022 yılına geçen süreçte ise Polonya başka birimlere entegre yürüttüğü STD çalışmalarını artık oluşturduğu ulusal STD birimiyle devam ettirmektedir. Ulusal STD birimi olan ülkelere sadece Slovakya, Malta, Bulgaristan ve Çek Cumhuriyeti'nin STD birimi tıbbi cihazların değerlendirmesini içermemektedir. Bir çok ülkenin verisi olmamakla birlikte STD birimi bir Biyomedikal veya Klinik Mühendisi içerdiğini bildiren 5 ülke (Avustralya, Finlandiya, Hollanda, Lüksemburg, Yunanistan) vardır (WHO, 2017a; WHO, 2022).

Ülkelerin 2017'den itibaren %80'inin (20/25) ve 2022 yılı itibariyle %76'sının (19/25) şu üç alandan birinde veya hepsinde; tedarik veya geri ödeme için onaylanmış (1.), farklı sağlık kurumları (hastane, laboratuvar) için (2.), spesifik klinik müdahaleler ve acil durumlar için oluşturulmuş (3.) tıbbi cihaz listesi mevcuttur. 2017'den 2022 yılına geçen süreçte ülkelerin üç türde listesi bulunan ülke sayısı 3'ten (Litvanya, Macaristan, Türkiye) 8'e yükselmiştir. Avusturya, Estonya, İsrail ve Norveç mevcut iki listelerine (1. ve 2.) ek olarak 3'üncü, Slovenya mevcut listesi (2.) dışında hem 1'inci hem de 3'üncü ve Belçika mevcut (1.) listesine ek 3'üncü tipte tıbbi cihaz listesi oluşturmuştur. 2022 yılı raporuna göre 16 ülkenin 1'inci, 11 ülkenin 2'nci ve 8 ülkenin 3'üncü türde tıbbi cihaz listesi mevcuttur (WHO, 2017a; WHO, 2022).

Dünya Sağlık Örgütü 3 ana alanda; tıbbi ekipman için ulusal envanterin (1.), sadece yüksek maliyetli teknolojiler (MR, BT ve PET gibi) için ulusal envanterin (2.) ve tıbbi ekipman için ulusal fonksiyonel envanterin (3.) üye ülkelerdeki varlığını tespit etmiştir. Araştırmadaki 26 ülkeden 7'sinin (Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, İspanya, İtalya, Malta, Sırbistan ve Türkiye) 1'inci, 8'inin (Avusturya, İsrail, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Polonya, Romanya ve Yunanistan) 2'nci ve 2'sinin (Slovakya ve Slovenya) 3'üncü alanda envanteri mevcuttur. Hollanda envanterinin olmadığını, Hırvatistan resmi olmayan bir envanteri planlama stratejileri için kullandığını ve Güney Kore tıbbi cihazların envanterinin devlet tarafından yönetilmediğini belirtmiştir. Ayrıca 6 ülke (ABD, Avustralya, Belçika, Bulgaristan, Estonya, Norveç) herhangi bir envanteri kullanıp kullanmadığını belirtmemiştir (WHO, 2022).

Tüm tıbbi cihazları ve ürünleri jenerik olarak sınıflandırmak ve tanımlamak için farklı terminoloji sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemlerin belli standartlar içinde olması tıbbi cihazların yönetimini ve düzenlenmesini kolaylık sağlamaktadır. Tıbbi cihazların isimlendirilmesinde kullanılan bu terminoloji sistemlerinden; UMDNS, GMDN, UNSPSC ve özellikle AB 2017/745-746 sayılı tüzükler sonrası AB'ye üye devletlerce kabul edilen İtalya'nın tıbbi cihaz terminolojisini (CND) temel alan EMDN sistemi en yaygın olanlarıdır. Bunlar dışında ülkelerin ulusal olarak geliştirip kullandığı sistemlerde mevcuttur. Araştırmadaki 26 ülkeden terminoloji sistemi olmayan (Hırvatistan, Litvanya, Lüksemburg, Malta ve Romanya) ve ulusal sistem kullanan (Estonya, Macaristan, İtalya, Slovakya ve Slovenya) AB ülkeleri 2017 sonrası EMDN sistemine geçmiştir. 2022 verilerine göre; Sırbistan, Türkiye (UNSPC ve GMDN), Güney Kore ulusal, 3 ülke (ABD, Avustralya, Norveç) GMDN, sadece İsrail UMDNS ve diğer tüm ülkeler EMDN sistemine sahiptir. Araştırma kapsamındaki ülkelere terminoloji sistemi çoğunlukla düzenleyici amaçlar (%62'si) için kullanılmakta olup çeşitli

amaçlarda kullanan ve tedarik amacıyla kullanan ülkelerde mevcuttur (WHO, 2017a; WHO, 2022). Tıp ve mühendislik alanını bir araya getiren ve tıbbi cihazların düzenlenmesi, değerlendirilmesi, yönetimi gibi yaşam döngüsünün her aşamasında aktif rol oynayan biyomedikal mühendisler son yıllarda gelişimi itibariyle sağlık sistemlerinin ve iş gücünün stratejik mesleklerinden biri olmuştur. Araştırma kapsamındaki ülkelere Güney Kore, Çek Cumhuriyeti ve Norveç 10'un altında ve İspanya, İsrail, İtalya, Romanya ve ABD binin üzerinde biyomedikal mühendise sahiptir (WHO,2017c).

6.2. Veri Setlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri

Araştırmada belirlenen 26 ülkenin seçilen 9 kriterdeki performansı 2018, 2019 ve 2020 yılları ve ortalaması için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Ülkelerin kriter düzeyinde maksimum, minimum, ortalama, standart sapma ve varyasyon değerleri Tablo 15, Tablo 16, Tablo 17 ve Tablo 18'de yer verilmiştir.

Tablo 15. 2018 yılı veri setinin tanımlayıcı istatistikleri

2018	Max	Min	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
K1	106.256 (Macaristan)	14.862 (Avustralya)	52.834	22.502	43%
K2	258.615 (Sırbistan)	25.494 (ABD)	90.655	52.836	58%
K3	3.491.302 (Sırbistan)	190.576 (ABD)	791.836	713.450	90%
K4	271 (ABD)	34 (Romanya)	134	61	45%
K5	188 (Türkiye)	12 (Bulgaristan)	68	39	57%
K6	8.69 (İsrail)	0.20 (Slovenya)	3.37	2.29	68%
K7	18.728 (Macaristan)	1.920 (Bulgaristan)	6.714	4.088	61%
K8	16.703 (Türkiye)	1.202 (Bulgaristan)	5.370	3.497	65%
K9	7.014 (İsrail)	137 (Slovenya)	1.825	1.303	71%

Tablo 15'de görüldüğü üzere 2018 yılında ortalama BT cihazına 52 bin, MR cihazına 90 bin ve PET cihazına 791 bin nüfus düşerken bir cihazın en fazla hizmet verdiği nüfus kapasitesi BT'de 106 bin, MR'de 258 bin ve PET'te 3 milyon kişidir. Ülkeler içinde 2018 yılında bin kişiye en çok 271 ve en az 34 BT, en çok 188 ve en az 12 MR, en çok 8.69 ve en az 0.20 PET görüntüleme tetkiki yapılmıştır. Yıllık olarak ortalama BT cihazı 6.714, MR cihazı 5.370 ve PET cihazı 1.825 görüntüleme yapmakla birlikte bu günlük olarak BT'de 18, MR'de 14 ve PET'te 5 görüntülemeye tekabül etmektedir. Kriterlerin varyasyon katsayıları incelendiğinde en çok PET cihazına düşen nüfus (90%) kriterinde olmak üzere sırasıyla PET, MR ve BT cihaz türlerine ait değerlerin ortalamaya göre değişimi yüksektir. Genel olarak ülkelerde cihaz sayısı, 1.000 kişiye ve cihaza düşen görüntüleme sayısı, BT ve MR cihaz türlerinde daha fazla PET cihazında daha azdır.

Tablo 16. 2019 yılı veri setinin tanımlayıcı istatistikleri

2019	Max	Min	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
K1	106.208 (Macaristan)	14.339 (Avustralya)	51.228	22.539	44%
K2	257.231 (Sırbistan)	24.733 (ABD)	85.689	54.038	63%
K3	3.472.618 (Sırbistan)	183.425 (ABD)	762.697	673.280	88%
K4	278 (ABD)	34 (Romanya)	140	61	44%
K5	196 (Türkiye)	13 (Bulgaristan)	73	40	55%
K6	9.18 (İsrail)	0.27 (Slovenya)	3.62	2.40	66%
K7	19.703 (Macaristan)	1.945 (Romanya)	6.951	4.403	63%
K8	17.955 (Türkiye)	1.171 (Bulgaristan)	5.395	3.458	64%
K9	6.394 (İsrail)	189 (Slovenya)	1.913	1.239	65%

2018 yılına göre 2019 yılında ortalama cihaz başına düşen nüfus sayısında azalış, bin kişiye ve cihaz başına düşen görüntüleme sayısında artış görülmektedir. Fakat bazı ülkelerde bunun tersi durum yaşanmaktadır. Örneğin 2019 yılında bir önceki yıla göre; Slovakya'nın BT, MR ve PET cihazı başına düşen nüfus sayısı artmıştır. Aynı durum Türkiye ve İsrail'de BT ve MR cihazlarında yaşanmıştır. Cihaz başına düşen tıbbi görüntüleme ise Malta ve Norveç'te BT ve MR, İtalya'da MR ve PET cihaz türlerinde azalmıştır. Ortalama cihaz başına düşen nüfus değerlerinde bir önceki yıla göre BT'de 1.606, MR'de 4.966 ve PET'te 29.139 birim azalma olmuştur. Bu durum nüfusa oranla cihaz sayısındaki artışın daha fazla olmasıyla açıklanabilir. Görüntüleme tetkiklerinde ise 1.000 kişiye ortalama yıllık 140 BT, 73 MR ve 3,62 PET görüntüleme düşmüştür. Bir BT cihazının yıllık ortalama görüntüleme sayısı bir önceki yıla göre 237 birim artarken bu durum MR ve PET cihazında sırasıyla 25 ve 88 birim olarak gerçekleşmiştir. 2019 yılında bir önceki yıla göre 6 kriterde değişimin kapsamı azalırken, BT (K1) ve MR (K2) cihazlarına düşen nüfus ve BT cihazına düşen görüntüleme kriterlerinde artmıştır.

Tablo 17. 2020 yılı veri setinin tanımlayıcı istatistikleri

2020	Max	Min	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
K1	103.725 (Macaristan)	14.778 (Avustralya)	48.779	22.177	45%
K2	215.598 (Sırbistan)	28.676 (ABD)	80.688	48.541	60%
K3	3.449.563 (Sırbistan)	172.958 (ABD)	713.932	634.520	89%
K4	271 (Türkiye)	36 (Romanya)	130	60	46%
K5	141 (Avusturya)	11 (Bulgaristan)	64	32	51%
K6	10.12 (İsrail)	0.32 (Slovenya)	3.71	2.51	68%
K7	18.218 (Macaristan)	1.819 (Bulgaristan)	6.278	4.426	71%
K8	12.462 (Türkiye)	917 (Bulgaristan)	4.545	2.693	59%
K9	6.220 (İsrail)	218 (Finlandiya)	1.863	1.197	64%

Araştırma kapsamında olan 26 ülkenin 2020 yılında ortalama, BT cihazıyla ilgili kriterlerde cihaz başına 48.779 kişi, 1.000 kişiye 130 ve cihaz başına yıllık 6.278 tıbbi görüntüleme; MR cihazıyla ilgili kriterlerde cihaz başına 80.688 kişi, 1.000 kişiye 64 ve cihaz başına 4.545 tıbbi görüntüleme ve PET cihazıyla ilgili kriterlerde cihaz başına 713.932 kişi, 1.000 kişiye 3.71 ve cihaz başına 1.863 tıbbi görüntüleme düşmüştür. 2020'de ortalama değerlerde, önceki yıllardaki tüm cihaz türlerinde yaşanan cihaz başına

düşen nüfus sayısının azalışı devam ederken; bin kişiye ve cihaz başına düşen görüntüleme sayısı, PET cihazı hariç diğer cihaz türlerinde 2018 ve 2019 yıllarının gerisine düşmüştür. Nitekim bu düşüş 2020 yılında başlayan Covid 19 pandemisinin (Patel vd., 2023; Naidich vd., 2020) sonucunun bir göstergesi olabilir. Kriterlerin varyasyon katsayıları incelendiğinde ortalamaya göre veride; ülkeler arasında en çok değişim PET cihazına düşen nüfus ve BT cihazına düşen görüntüleme sayısında olduğu görülmektedir.

Tablo 18. Ortalama (2018, 2019, 2020) veri setinin tanımlayıcı istatistikleri

ORT	Max	Min	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
K1	105.396 (Macaristan)	14.659 (Avustralya)	50.947	22.281	44%
K2	243.815 (Sırbistan)	26.301 (ABD)	85.677	51.485	60%
K3	3.471.161 (Sırbistan)	182.319 (ABD)	756.155	668.898	88%
K4	257 (ABD)	35 (Romanya)	135	60	44%
K5	175 (Türkiye)	12 (Bulgaristan)	68	37	54%
K6	9.33 (İsrail)	0.26 (Slovenya)	3.57	2.39	67%
K7	18.883 (Macaristan)	1.906 (Bulgaristan)	6.648	4.276	64%
K8	15.707 (Türkiye)	1.096 (Bulgaristan)	5.103	3.165	62%
K9	6.543 (İsrail)	182 (Slovenya)	1.867	1.239	66%

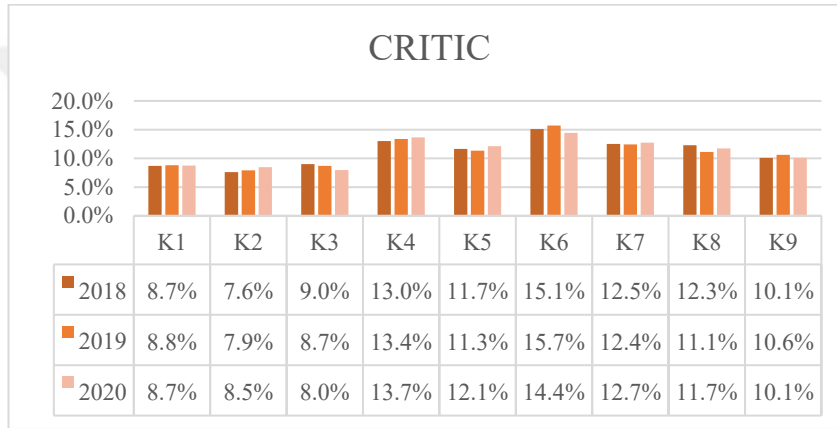
Ülkelerin genel olarak ortalama; BT cihazına 50.947 nüfus ve 6.648 görüntüleme, MR cihazına 85.677 nüfus ve 3.165 görüntüleme ve PET cihazına 756.155 nüfus ve 1.867 görüntüleme düşmektedir. Yılın tüm günlerinde (365) tıbbi cihazların çalıştığı varsayılırsa ortalama günlük olarak ülkelerde BT cihazıyla 52 ile 5 arasında, MR cihazıyla 43 ile 3 arasında ve PET cihazıyla 17 ile 0.50 arasında tıbbi görüntüleme yapılmaktadır. Ülkelerde bin kişiye ortalama 135 BT, 68 MR ve 3.57 PET görüntüleme yapılmaktadır. Ülkelerin 3 yıl verilerinin ortalaması alınarak elde edilen genel değerlerde ortalama en çok kişiye hizmet veren, 1.000 kişiye ve cihaz başına düşen en az tıbbi görüntülemeye sahip cihaz türleri sırasıyla PET, MR ve BT'dir.

Tüm yıllarda BT cihazına; en az nüfus düşen ülke Avustralya, en çok nüfus ve görüntüleme düşen ülke Macaristan'dır. Sırbistan MR ve PET cihazına düşen nüfusu en çok olan ülkeyken en az nüfusa bu iki cihazda hizmet veren ülke ABD'dir. 2018 ve 2019 yılında bin kişiye düşen en yüksek BT görüntülemesi ABD'de ve MR görüntülemesi Türkiye'de olurken, 2020 yılında en yüksek BT görüntüleme Türkiye'de ve MR görüntüleme ise Avusturya'da yapılmıştır. İsrail bin kişiye en çok PET görüntüleme ve PET cihazıyla en çok görüntüleme yapan ülkedir. Tüm yıllarda ve ortalama olarak, bin kişiye en az BT görüntüleme Romanya'da, MR görüntüleme Bulgaristan'da ve PET görüntüleme Slovenya'da yapılmıştır. 2019 yılı hariç tüm yıllarda Bulgaristan BT cihazıyla ve 2020 yılı hariç tüm yıllarda Slovenya PET cihazıyla en az görüntüleme yapan

ülke olmuştur. Tüm yıllarda ve ortalama olarak MR cihazıyla en yüksek Türkiye ve en düşük Bulgaristan görüntüleme yapmıştır.

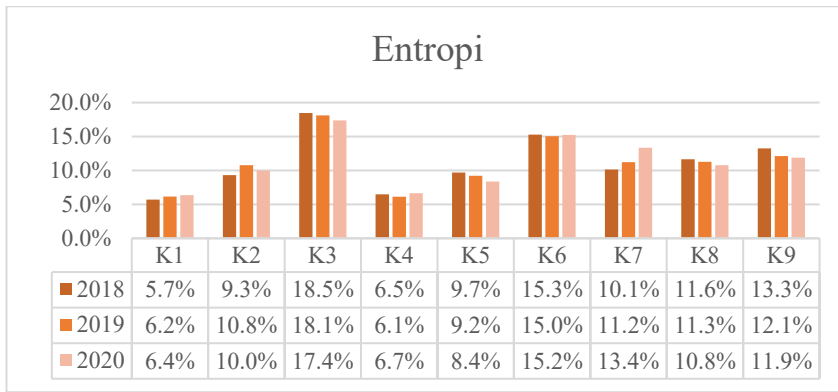
6.3. Kriter Ağırlıkları

Araştırmada ülkelerin performans sıralaması ve sınıflandırılmasında yararlanılacak ağırlıklar veri setinden objektif yöntemlerle elde edilmiştir. Her yıl özelinde CRITIC ve Entropi yöntemleriyle kriter ağırlıkları ayrı ayrı hesaplanarak yöntem bazında yılların ortalaması alınmıştır. Çalışmada değerlendirilen 3 yılın Şekil 6'da CRITIC ağırlıklarına ve Şekil 7'de Entropi ağırlıklarına yer verilmiştir. Yöntem bazında ve nihai ağırlıkların ortalamasına ilişkin bulgular ise Şekil 8'de gösterilmiştir.



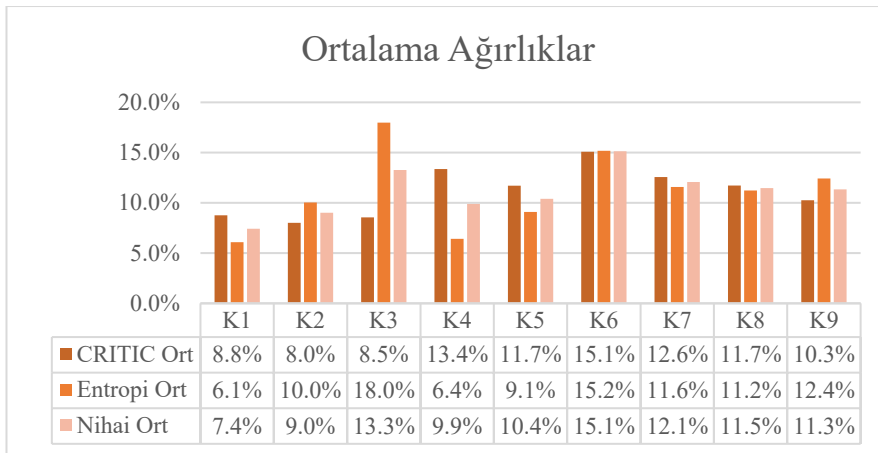
Şekil 6. CRITIC ağırlıkları

CRITIC tekniğiyle elde edilen ağırlıklarda, tüm yıllarda en belirleyici kriterler sırasıyla Bin Kişiyeye Düşen PET Görüntüleme (K6), Bin Kişiyeye Düşen BT Görüntüleme (K4) ve BT Cihazı Başına Düşen Görüntüleme Sayısı (K7) olurken, en az belirleyiciliğe sahip kriter ise 2018 ve 2019 yılı için MR Cihazı Başına Düşen Nüfus (K2), 2020 yılı için PET Cihazı Başına Düşen Nüfus (K3) olmuştur. Önem düzeyi yüksek ilk 3 kriter standart sapması yüksek ve diğer kriterlerle korelasyonu düşük kriterlerdir. Daha düşük önem düzeyi olan son 3 kriter ise K3 hariç diğer iki kriterin (K1 ve K2) standart sapması yüksek ve diğer kriterlerle ilişkisi daha yüksektir. Düşük korelasyona sahip K9 ve K8 kriterleri düşük standart sapmaya sahip olmasından dolayı önem düzeyi yüksek ilk 3 kriterden daha düşük ağırlığı olmuştur. CRITIC yöntemine göre, bin kişiyeye ve cihaz başına düşen görüntüleme sayıları ülkelerin performansında daha belirleyici olurken cihaz başına düşen nüfus sayısı kriterleri daha az etkili olan kriterler olmuştur.



Şekil 7. Entropi ağırlıkları

Şekil 7’de bulunan 3 yıl için ayrı ayrı Entropi yönetimiyle belirlenmiş ağırlıklar mevcuttur. Değerlendirilen tüm yıllarda daha önemli ve ülkeler arası verilerdeki değişimin daha çok olduğu ilk iki kriter PET Cihazı Başına Düşen Nüfus (K3) ve Bin Kişiye Düşen PET Görüntüleme Sayısı (K6) çıkmıştır. Ülkelerin performansında daha düşük belirleyiciliğe sahip kriterler ise BT Cihazı Başına Düşen Nüfus (K1) ve Bin Kişiye Düşen BT Görüntüleme Sayısı (K4) olmuştur. Yıllar arası önem yüzdelerindeki değişime bakıldığında, 2019 yılında bir önceki yıla göre K1, K2 ve K7 kriterleri hariç tüm kriterin yüzdesinde düşüşler olmuştur. 2020 yılında ise bu düşüş 4 kriter hariç (K1, K4, K6, K7) diğer kriterlerde devam etmiştir. Entropi tekniğine göre ülkelerin performans sıralamasında kriterin yönelimi fark etmeksizin sırasıyla PET, MR ve BT cihazı ile ilgili kriterler etkili olmuştur.



Şekil 8. Ortalama ağırlıklar

CRITIC tekniğinde yüksek ağırlığa sahip “Bin Kişiye Düşen BT Görüntüleme Sayısı (K4)” kriteri ve düşük ağırlık alan “PET Cihazı Başına Düşen Nüfus (K3)” kriteri, Entropi tekniğinde sırasıyla daha düşük ve en yüksek önem düzeyine sahip kriterler olmuştur. Nihai ağırlıklara göre; 26 ülkenin performansında K6, K3 ve K7 kriterleri

belirleyici olurken K1, K2 ve K4 kriterleri daha az etki göstermiştir. Kriterlerden “Bin Kişiye Düşen PET Görüntüleme Sayısı (K6)” yüksek, “PET Cihazı Başına Düşen Nüfus (K3)” ve “BT Cihazı Başına Düşen Görüntüleme Sayısı (K7)” düşük olan ülkelerin performansının daha yüksek olması beklenmektedir.

6.4. CoCoSo Analizine İlişkin Bulgular

Tıbbi görüntüleme cihazlarına erişimi değerlendirilen OECD ve AB üyesi/aday 26 ülkenin, CoCoSo yöntemiyle elde edilen yıllara ait performans skorları ve sıralamasına ilişkin bulgulara aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 19. 2018 yılı CoCoSo değerlendirme stratejileri ve birleşimi

Kod	Ülkeler	$\mathcal{F}_{ia}$	S	$\mathcal{F}_{ib}$	S	$\mathcal{F}_{ic}$	S	$\mathcal{F}_i$	S
A1	ABD	0.0412	1	4.2375	1	1.0000	1	2.3186	1
A2	Avustralya	0.0396	6	3.7693	5	0.9602	6	2.1130	5
A3	Avusturya	0.0402	2	3.8720	4	0.9751	2	2.1625	3
A4	Belçika	0.0397	5	3.7228	6	0.9638	5	2.0979	6
A5	Bulgaristan	0.0347	21	3.2364	18	0.8422	21	1.8269	20
A6	Çek Cumhuriyeti	0.0384	13	3.3466	15	0.9326	13	1.9325	15
A7	Estonya	0.0381	16	3.3735	14	0.9246	16	1.9371	14
A8	Finlandiya	0.0378	17	3.4130	11	0.9169	17	1.9468	13
A9	Hırvatistan	0.0382	14	3.3165	16	0.9263	14	1.9165	16
A10	Hollanda	0.0391	8	3.5919	8	0.9487	8	2.0374	8
A11	İspanya	0.0391	9	3.5312	9	0.9485	9	2.0141	9
A12	İsrail	0.0327	24	2.6856	25	0.7943	24	1.5827	24
A13	İtalya	0.0400	3	3.8741	3	0.9701	3	2.1597	4
A14	Güney Kore	0.0400	4	3.8856	2	0.9700	4	2.1641	2
A15	Litvanya	0.0375	19	3.2301	19	0.9098	19	1.8720	18
A16	Lüksemburg	0.0386	11	3.3759	13	0.9371	11	1.9468	12
A17	Macaristan	0.0283	26	2.2327	26	0.6871	26	1.3343	26
A18	Malta	0.0388	10	3.4902	10	0.9412	10	1.9933	10
A19	Norveç	0.0378	18	3.1889	20	0.9166	18	1.8609	19
A20	Polonya	0.0373	20	3.1203	21	0.9051	20	1.8266	21
A21	Romanya	0.0313	25	2.6940	24	0.7592	25	1.5616	25
A22	Sırbistan	0.0258	27	2.0000	27	0.6268	27	1.2030	27
A23	Slovakya	0.0382	15	3.2680	17	0.9261	15	1.8978	17
A24	Slovenya	0.0346	22	3.1014	22	0.8403	22	1.7741	22
A25	Türkiye	0.0345	23	3.0949	23	0.8363	23	1.7688	23
A26	Yunanistan	0.0395	7	3.7106	7	0.9587	7	2.0897	7
A27	Ortalama	0.0386	12	3.3892	12	0.9369	12	1.9518	11

CoCoSo yöntemiyle yapılan analiz sonucunda ülkelerin 2018 yılı verilerine göre üç toplama stratejisinde ve nihai görece performans sıralamasına Tablo 19’da yer verilmiştir. Toplama stratejilerinde ve birleşimiyle elde edilen görece sıralamalarda ABD (1), Yunanistan (7), Hollanda (8), İspanya (9), Malta (10), Slovenya (22), Türkiye (23), Macaristan (26) ve Sırbistan (27) sırası değişmeyen ülkeler olmuştur. Avusturya, birinci

ve üçüncü stratejiye göre 2'nci sırada, nihai olarak 3'üncü sırada yer almıştır. Birinci ve üçüncü stratejiye göre; Güney Kore 4'üncü, Belçika 5'inci ve Avustralya 6'ncı sırada yer alırken ikinci strateji ve nihai sırada bu ülkeler sırasıyla 2'nci, 6'ncı ve 5'inci sırada yer almıştır. Nihai görece performans sıralamasında tıbbi görüntüleme cihazlarına erişimi ve kullanımı daha yüksek ülkeler sırasıyla ABD, Güney Kore, Avusturya, İtalya ve Avustralya iken en düşük ülkeler Sırbistan, Macaristan, Romanya, İsrail ve Türkiye'dir 2018 yılında 11 ülke üç toplama stratejisinde ve 10 ülke nihai görece sıralamasında ülkelerin ortalama (1.95) performansından yüksek performans sergilemiştir. Ülkelerin nihai performans skorları 2.32 (ABD) ile 1.20 (Sırbistan) arasında değişmekte ve 2'nin üzerinde skora sahip toplamda 9 ülke bulunmaktadır.

Tablo 20. 2019 yılı CoCoSo değerlendirme stratejileri ve birleşimi

Kod	Ülkeler	$\mathcal{F}_{ia}$	S	$\mathcal{F}_{ib}$	S	$\mathcal{F}_{ic}$	S	$\mathcal{F}_i$	S
A1	ABD	0.0411	1	4.2233	1	1.0000	1	2.3128	1
A2	Avustralya	0.0396	6	3.7660	5	0.9614	6	2.1122	6
A3	Avusturya	0.0401	3	3.8515	3	0.9745	3	2.1540	3
A4	Belçika	0.0397	5	3.7234	6	0.9645	5	2.0982	5
A5	Bulgaristan	0.0347	22	3.2184	20	0.8426	22	1.8200	22
A6	Çek Cumhuriyeti	0.0383	14	3.3090	16	0.9308	14	1.9165	14
A7	Estonya	0.0381	16	3.3728	15	0.9266	16	1.9379	16
A8	Finlandiya	0.0378	18	3.4084	12	0.9184	18	1.9457	18
A9	Hırvatistan	0.0382	15	3.2985	17	0.9276	15	1.9102	15
A10	Hollanda	0.0391	8	3.5820	8	0.9499	8	2.0341	8
A11	İspanya	0.0390	9	3.5045	10	0.9477	9	2.0030	9
A12	İsrail	0.0326	24	2.6659	25	0.7914	24	1.5729	24
A13	İtalya	0.0398	4	3.8383	4	0.9682	4	2.1444	4
A14	Güney Kore	0.0402	2	3.9206	2	0.9760	2	2.1812	2
A15	Litvanya	0.0376	19	3.2563	18	0.9137	19	1.8843	19
A16	Lüksemburg	0.0386	11	3.3876	14	0.9386	11	1.9520	11
A17	Macaristan	0.0283	26	2.2103	26	0.6870	26	1.3253	26
A18	Malta	0.0389	10	3.5126	9	0.9443	10	2.0037	10
A19	Norveç	0.0385	13	3.4207	11	0.9365	13	1.9632	13
A20	Polonya	0.0372	20	3.0934	22	0.9045	20	1.8155	20
A21	Romanya	0.0316	25	2.7945	24	0.7692	25	1.6066	25
A22	Sırbistan	0.0260	27	2.0000	27	0.6320	27	1.2063	27
A23	Slovakya	0.0380	17	3.2333	19	0.9246	17	1.8831	17
A24	Slovenya	0.0348	21	3.1347	21	0.8448	21	1.7896	21
A25	Türkiye	0.0344	23	3.0731	23	0.8356	23	1.7596	23
A26	Yunanistan	0.0394	7	3.6857	7	0.9565	7	2.0782	7
A27	Ortalama	0.0386	12	3.3925	13	0.9384	12	1.9537	12

2019 yılında ülkelerin performans değerleri 2,31 (ABD) ile 1,21 (Sırbistan) arasında değişmektedir. Nihai görece performans değeri 2'nin üzerinde olan toplamda 10 ülke ve ülkelerin ortalamasından (1.95) yüksek 11 ülke yer almaktadır. Toplama stratejilerinde ve nihai sıralamada ilk 4 ülke (ABD, Güney Kore, Avusturya ve İtalya) ve

son 2 ülke (Sırbistan ve Macaristan) aynı sırada bulunmaktadır. Birinci ve üçüncü toplama stratejisinde sırası yüksek olan Belçika (5), İspanya (9), Çek Cumhuriyeti (14), Hırvatistan (15), Slovakya (17), Polonya (20) ve İsrail (24) üçüncü stratejide ve nihai görece performansta sırası düşen ülkeler olurken, Avustralya (6), Malta (10), Norveç (13), Estonya (16), Litvanya (19), Bulgaristan (22) ve Romanya (25) sırası yükselen ülkeler arasında yer almaktadır. Birinci ve üçüncü toplama stratejisinde ülkelerin ortalama performansının üstünde yer alan Lüksemburg, ikinci strateji ve nihai görece sıralamada ortalamanın altına düşmüştür. Norveç ise tam tersi durum yaşayarak, birinci ve üçüncü toplama stratejilerine göre ortalama performansın altında bir sıradayken nihai sıralamada bu ortalamanın üstüne çıkmıştır.

Tablo 21. 2020 yılı CoCoSo değerlendirme stratejileri ve birleşimi

Kod	Ülkeler	$\mathcal{F}_{ia}$	S	$\mathcal{F}_{ib}$	S	$\mathcal{F}_{ic}$	S	$\mathcal{F}_i$	S
A1	ABD	0.0409	1	4.0844	1	1.0000	1	2.2593	1
A2	Avustralya	0.0398	4	3.7591	5	0.9728	4	2.1167	4
A3	Avusturya	0.0401	3	3.8150	3	0.9798	3	2.1428	3
A4	Belçika	0.0396	6	3.6264	6	0.9663	6	2.0616	6
A5	Bulgaristan	0.0346	22	3.1676	20	0.8461	22	1.8022	22
A6	Çek Cumhuriyeti	0.0383	16	3.2475	17	0.9356	16	1.8953	16
A7	Estonya	0.0384	15	3.3766	13	0.9378	15	1.9463	15
A8	Finlandiya	0.0372	20	3.3592	15	0.9087	20	1.9193	20
A9	Hırvatistan	0.0384	14	3.3207	16	0.9378	14	1.9249	14
A10	Hollanda	0.0392	7	3.5448	9	0.9578	7	2.0245	7
A11	İspanya	0.0391	9	3.4848	11	0.9547	9	1.9994	9
A12	İsrail	0.0321	25	2.5661	25	0.7851	25	1.5293	25
A13	İtalya	0.0398	5	3.7702	4	0.9714	5	2.1199	5
A14	Güney Kore	0.0404	2	3.9286	2	0.9868	2	2.1910	2
A15	Litvanya	0.0378	18	3.2410	18	0.9232	18	1.8842	18
A16	Lüksemburg	0.0392	8	3.4959	10	0.9572	8	2.0055	8
A17	Macaristan	0.0277	26	2.1123	26	0.6777	26	1.2804	26
A18	Malta	0.0388	12	3.4249	12	0.9468	12	1.9710	12
A19	Norveç	0.0390	10	3.5449	8	0.9535	10	2.0216	10
A20	Polonya	0.0375	19	3.1259	22	0.9159	19	1.8350	19
A21	Romanya	0.0324	24	2.8974	24	0.7918	24	1.6610	24
A22	Sırbistan	0.0258	27	2.0000	27	0.6305	27	1.2047	27
A23	Slovakya	0.0380	17	3.1911	19	0.9294	17	1.8694	17
A24	Slovenya	0.0349	21	3.1303	21	0.8533	21	1.7931	21
A25	Türkiye	0.0332	23	2.9574	23	0.8105	23	1.6971	23
A26	Yunanistan	0.0390	11	3.5705	7	0.9535	11	2.0313	11
A27	Ortalama	0.0387	13	3.3683	14	0.9453	13	1.9484	13

2020 yılında ülkelerin nihai görece performans skorları 2.26 (ABD) ile 1.20 (Sırbistan) arasında değiştiği Tablo 21’de görülmektedir. Performans değeri 2’nin üzerinde 11 ve ülkelerin ortalama performansından (1.95) yüksek 12 ülke bulunmaktadır. 2020 yılında tüm toplama stratejilerinde ve nihai görece sıralamada ilk 3 (ABD, Güney

Kore ve Avusturya), son 5 (Sırbistan, Macaristan, İsrail, Romanya ve Türkiye), 6'ncı (Belçika), 12'nci (Malta) ve 18'inci (Litvanya) sırada bulunan ülkelerin sırası değişmemiştir.

Tablo 22. Ortalama (yıl) CoCoSo değerlendirme stratejileri ve birleşimi

Kod	Ülkeler	$\mathcal{F}_{ia}$	S	$\mathcal{F}_{ib}$	S	$\mathcal{F}_{ic}$	S	$\mathcal{F}_i$	S
A1	ABD	0.0411	1	4.1957	1	1.0000	1	2.3022	1
A2	Avustralya	0.0396	6	3.7686	5	0.9644	6	2.1151	6
A3	Avusturya	0.0401	3	3.8488	3	0.9760	3	2.1537	3
A4	Belçika	0.0397	5	3.7019	6	0.9649	5	2.0901	5
A5	Bulgaristan	0.0347	22	3.2070	20	0.8433	22	1.8159	22
A6	Çek Cumhuriyeti	0.0383	14	3.3005	17	0.9324	14	1.9142	14
A7	Estonya	0.0382	16	3.3769	15	0.9292	16	1.9411	16
A8	Finlandiya	0.0376	19	3.3891	12	0.9153	19	1.9360	19
A9	Hırvatistan	0.0382	15	3.3100	16	0.9298	15	1.9160	15
A10	Hollanda	0.0391	8	3.5743	8	0.9517	8	2.0322	8
A11	İspanya	0.0390	9	3.5069	9	0.9497	9	2.0051	9
A12	İsrail	0.0325	24	2.6507	25	0.7914	24	1.5668	24
A13	İtalya	0.0398	4	3.8210	4	0.9690	4	2.1382	4
A14	Güney Kore	0.0402	2	3.9211	2	0.9775	2	2.1822	2
A15	Litvanya	0.0376	18	3.2449	18	0.9154	18	1.8809	18
A16	Lüksemburg	0.0388	10	3.4243	11	0.9440	10	1.9696	10
A17	Macaristan	0.0282	26	2.2021	26	0.6859	26	1.3212	26
A18	Malta	0.0388	11	3.4749	10	0.9434	11	1.9885	11
A19	Norveç	0.0384	13	3.3777	14	0.9351	13	1.9455	13
A20	Polonya	0.0373	20	3.1112	22	0.9079	20	1.8244	20
A21	Romanya	0.0318	25	2.7906	24	0.7736	25	1.6081	25
A22	Sırbistan	0.0259	27	2.0000	27	0.6312	27	1.2056	27
A23	Slovakya	0.0381	17	3.2367	19	0.9265	17	1.8855	17
A24	Slovenya	0.0348	21	3.1200	21	0.8457	21	1.7844	21
A25	Türkiye	0.0343	23	3.0672	23	0.8338	23	1.7559	23
A26	Yunanistan	0.0393	7	3.6635	7	0.9566	7	2.0696	7
A27	Ortalama	0.0386	12	3.3853	13	0.9396	12	1.9516	12

Yılların ortalaması alınarak oluşturulan karar matrisi CoCoSo tekniğiyle analiz edilerek ülkelerin genel bir sıralaması yapılmıştır. Tablo 22’de görüldüğü üzere ülkelerin performans skoru ortalama 2.30 ile 1.20 arasında değişmiştir. Tüm yıllarda olduğu gibi en iyi performansı ABD ve en kötü performansı Sırbistan göstermiştir. Nihayetinde performans skoru 2’nin üzerinde 9, ortalamanın (1.95) üzerinde 11 ülke vardır.

Tablo 23. Ülkelerin yıllara göre COCOSO performans sıralamaları

Sıra	2018	2019	2020	ORT
1	ABD	ABD	ABD	ABD
2	Güney Kore	Güney Kore	Güney Kore	Güney Kore
3	Avusturya	Avusturya	Avusturya	Avusturya
4	İtalya	İtalya	İtalya	İtalya
5	Avustralya	Avustralya	Avustralya	Avustralya
6	Belçika	Belçika	Belçika	Belçika
7	Yunanistan	Yunanistan	Yunanistan	Yunanistan
8	Hollanda	Hollanda	Hollanda	Hollanda
9	İspanya	Malta	Norveç	İspanya
10	Malta	İspanya	Lüksemburg	Malta
11	Ortalama	Norveç	İspanya	Lüksemburg
12	Lüksemburg	Ortalama	Malta	Ortalama
13	Finlandiya	Lüksemburg	Ortalama	Norveç
14	Estonya	Finlandiya	Estonya	Estonya
15	Çek Cumhuriyeti	Estonya	Hırvatistan	Finlandiya
16	Hırvatistan	Çek Cumhuriyeti	Finlandiya	Hırvatistan
17	Slovakya	Hırvatistan	Çek Cumhuriyeti	Çek Cumhuriyeti
18	Litvanya	Litvanya	Litvanya	Slovakya
19	Norveç	Slovakya	Slovakya	Litvanya
20	Bulgaristan	Bulgaristan	Polonya	Polonya
21	Polonya	Polonya	Bulgaristan	Bulgaristan
22	Slovenya	Slovenya	Slovenya	Slovenya
23	Türkiye	Türkiye	Türkiye	Türkiye
24	İsrail	Romanya	Romanya	Romanya
25	Romanya	İsrail	İsrail	İsrail
26	Macaristan	Macaristan	Macaristan	Macaristan
27	Sırbistan	Sırbistan	Sırbistan	Sırbistan
	OECD ve AB üyesi	OECD üyesi	AB üyesi	AB adayı

Tüm yıllarda ve ortalama olarak sırasıyla ABD, Güney Kore, Avusturya, İtalya, Avustralya, Belçika, Yunanistan ve Hollanda ilk 8 sırada yer alan ve iyi performansa sahip ülkelerdir. Son iki sırada yer alan Sırbistan ve Macaristan ise en düşük performans sergileyen ülkelerdir. Ülkelerin (26) her yıl ortalama performans skorlarının (1.95) aynı değerde olmasına karşın ortalamanın üzerine çıkan ülke sayısının yıllar içinde arttığı görülmektedir. Ülkelerin ortalama performansından yüksek 2018’de 10, 2019’da 11, 2020’de 12 ülke ve genel olarak 11 ülke yer almıştır. 26 ülkenin ortalama performansından yüksek ülkeler listesine 2019 yılında Norveç ve 2020 yılında Lüksemburg katılmıştır. 2019 yılında bir önceki yıl ile karşılaştırıldığında en yüksek performans sıçraması yaşayan Norveç bir sonraki yıl (2020) devam eden yükselen performansına karşın genel sıralamada 2018 yılının etkisiyle ülkelerin ortalamasından aşağıda kalmıştır. Değerlendirilen 3 yıl gözlemlendiğinde Çek Cumhuriyeti, Finlandiya ve İspanya’nın azalan bir performans içinde olduğu görülmektedir.

6.5. K-Ortalamlar Kümeleme Bulguları

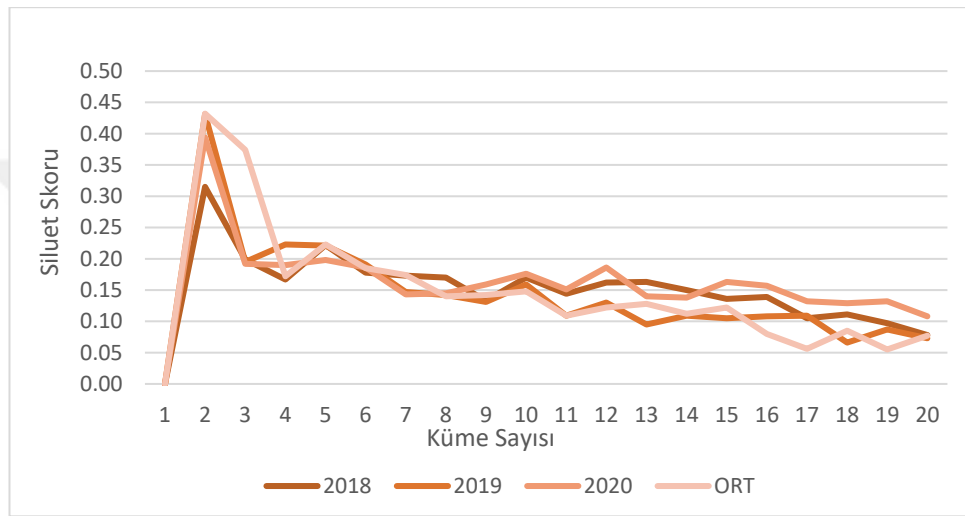
Araştırma kapsamındaki 26 ülkenin 2018, 2019, 2020 yılı ve yılların ortalamasına ilişkin verileri ayrı ayrı K Ortalamalar yöntemiyle analiz edilerek, belirlenen 9 kriterde birbirine benzer veya farklı ülkelerin oluşturduğu doğal gruplar bu kısımda keşfedilmiştir. Kullanılan veri madenciliği programında önce veriler Z skoruyla standartlaştırıldıktan sonra K Ortalamalar aracıyla kümeleme işlemi gerçekleştirilmiştir. K Ortalamalar yönteminde küme sayısı, uzaklık ölçüsü ve küme merkezleri karar verici tarafından belirlenmektedir. Özellikle alternatiflerin atanacağı küme sayısının ve merkezinin belirlenmesi kümeleme performansı için önemlidir. Bu çalışmada uzaklık ölçümünde Öklid'den, küme sayısının belirlenmesinde Silhouette indeksinden ve merkezlerin belirlenmesinde K-Means++'dan yararlanılmıştır. Yıllara ve ortalamasına göre oluşan küme sayılarında Silhouette skorlarına Tablo 24'te ve grafiğine Şekil 10'da yer verilmiştir.

Tablo 24. Küme sayılarına göre Silhouette indeksi değerleri

Küme Sayısı	2018	2019	2020	ORT (Yıl)
1	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.315	0.431	0.394	0.432
3	0.199	0.195	0.192	0.374
4	0.167	0.223	0.190	0.172
5	0.222	0.221	0.198	0.223
6	0.178	0.191	0.186	0.185
7	0.173	0.147	0.143	0.174
8	0.170	0.142	0.145	0.140
9	0.133	0.131	0.159	0.142
10	0.170	0.159	0.176	0.148
11	0.144	0.109	0.151	0.109
12	0.162	0.130	0.186	0.122
13	0.163	0.095	0.140	0.128
14	0.150	0.109	0.138	0.112
15	0.136	0.105	0.163	0.122
16	0.139	0.108	0.157	0.080
17	0.105	0.109	0.132	0.056
18	0.111	0.066	0.129	0.085
19	0.097	0.087	0.132	0.055
20	0.078	0.073	0.108	0.077

Küme sayıları 2'den başlayarak 20'ye kadar test edilmiştir. Silhouette skorlarının tüm değerlerde yaklaşık 0 ile 0.50 arasında değiştiği görülmektedir. Silhouette skorunun en yüksek olduğu küme sayısı kümeleme için en uygun olanıdır. Alternatiflerin 2018 yılı için sırasıyla 2, 5 ve 3 küme, 2019 yılı için 2, 4 ve 5 küme, 2020 yılı için 2, 5 ve 3

küme ve ortalama olarak 2, 3 ve 5 küme ayrılabilirliği tespit edilmiştir. Tüm yıllarda en yüksek Silhouette skorları, alternatiflerin 2 küme ayrılmasının daha iyi olacağına işaret etmektedir. Kaufman ve Rousseeuw (2009)'e göre “yapay” ve Martinez ve Martinez (2005)'in yeterli gördüğü aralıktan (>0.5) düşük, doğal küme sayısının karşılanmadığı aralıktan (<0.2) yüksek kümeleme gerçekleşmiştir. Ayrıca değerlerin 0'a yakın olması küme içi benzerliğin ve kümeler arası farklılığın net olmadığı ara durumun varlığını göstermektedir. Şekil 9'da görüldüğü üzere değerlerin 2 kümeden sonra azalan bir görünümü vardır.



Şekil 9. Farklı küme sayılarında Silhouette indeksi değerleri

K Ortalamalar yöntemiyle 2 küme ayrılan ülkelerin yıllara göre bulguları Tablo 25'te sunulmuştur. Küme 1'de yer alan ülkelerin sıklığı ve ortalama Silhouette değeri Küme 2'ye göre daha yüksek çıkmıştır. Yılların ortalamasında ve 2019 yılında Küme 1'de bulunan ülkeler aynı olmakla birlikte diğer yıllara göre sıklığı ve Silhouette değerleri daha yüksektir.

Tablo 25. 2 Küme sonuçları

Yıl	Küme	Ülkeler	Sıklık	Siluet (Küme)
2018	K1	ABD, Avustralya, Avusturya, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Estonya, Finlandiya, Hırvatistan , Hollanda, İspanya, İtalya, Kore, Litvanya, Malta, Norveç, Polonya, Romanya, Sırbistan, Slovakya, Slovenya, Yunanistan	21	0.369
	K2	Belçika, İsrail , Lüksemburg, Macaristan, Türkiye	5	0.092
2019	K1	ABD, Avustralya , Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Estonya, Finlandiya, Hırvatistan, Hollanda, İspanya, İtalya, Kore, Litvanya, Lüksemburg, Malta, Norveç, Polonya, Romanya, Sırbistan, Slovakya, Slovenya, Yunanistan	23	0.468
	K2	İsrail , Macaristan, Türkiye	3	0.150

Tablo 25. (Devamı)

Yıl	Küme	Ülkeler	Sıklık	Siluet (Küme)
2020	K1	ABD, Avustralya, Avusturya, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Estonya, Finlandiya, Hırvatistan, Hollanda, İspanya, İtalya, Kore, Litvanya, Lüksemburg, Malta, Norveç, Polonya, Romanya, Sırbistan, Slovakya, Slovenya, Yunanistan	22	0.444
	K2	Belçika, İsrail , Macaristan, Türkiye	4	0.120
ORT	K1	ABD, Avustralya, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Estonya, Finlandiya, Hırvatistan , Hollanda, İspanya, İtalya, Kore, Litvanya, Lüksemburg, Malta, Norveç, Polonya, Romanya, Sırbistan, Slovakya, Slovenya, Yunanistan	23	0.469
	K2	İsrail , Macaristan, Türkiye	3	0.141

Tıbbi görüntüleme cihazlarının mevcudiyeti ve kullanımı açısından benzerlik gösteren Macaristan, İsrail ve Türkiye tüm yıllarda Küme 2’de bulunurken bu kümeye sadece 2018 yılında Lüksemburg, 2018 ve 2020 yılında ise Belçika dahil olmuştur. Diğer tüm ülkeler tüm yıllarda Küme 1’de yer almıştır. Tablo 26’da görüldüğü üzere Küme 2’de bulunan ülkelerin genel olarak ortalama tıbbi cihazına daha yüksek nüfus düşmekte, bin kişiye daha yüksek tıbbi görüntüleme ve tıbbi cihazla yaklaşık 3 kat daha yüksek tıbbi görüntüleme yapılmaktadır. Küme 1’de yer alan ülkelerin ise ortalama tıbbi cihazına düşen nüfus, bin kişiye ve cihaz başına düşen tıbbi görüntüleme sayısı daha düşüktür.

Tablo 26. Kriterlerin kümelerdeki ortalamaları

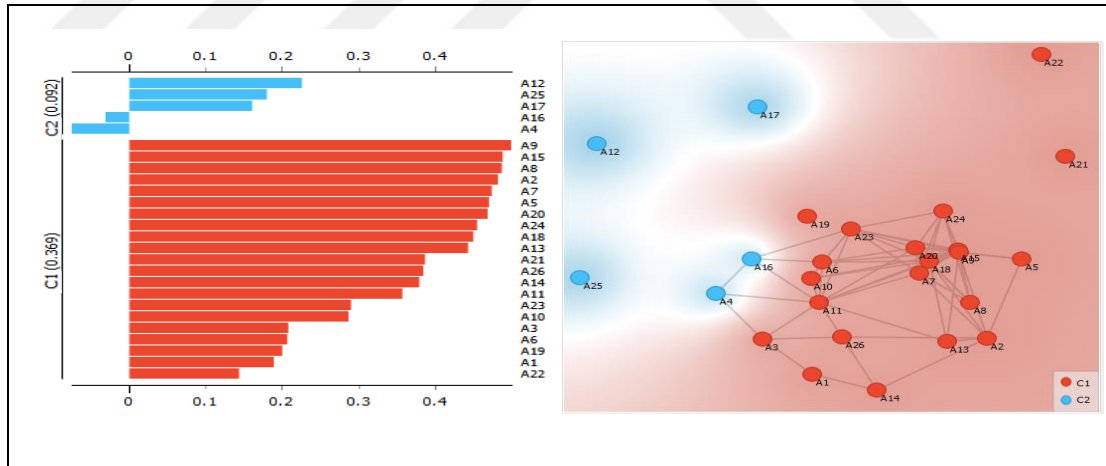
Yıllar	2018		2019		2020		ORT (2018-2019-2020)	
Küme	K1	K2	K1	K2	K1	K2	K1	K2
BT CBDN	47.516	75.171	45.958	91.629	43.405	78.336	45.708	91.109
MR CBDN	81.273	130.055	75.659	162.585	69.914	139.948	76.011	159.784
PET CBDN	813.550	700.640	758.678	793.515	729.323	629.278	752.406	784.899
BDG BT	120	189	133	193	118	201	127	192
BDG MR	62	91	70	99	61	80	66	91
BDG PET	3	5	3	5	3	6	3	5
BT CBDG	5.030	13.786	5.610	17.228	4.689	15.015	5.316	16.855
MR CBDG	4.245	10.096	4.440	12.711	3.661	9.404	4.263	11.542
PET CBDG	1.436	3.457	1.663	3.825	1.571	3.466	1.622	3.746

Tablo 26’da yer alan kümelerin kriterlerdeki ortalama değerlerinin yıllara göre değişimine bakılırsa; her yıl kümeye dahil olan ülkelerdeki küçük değişimler, 2 küme arasındaki ortalama değerlerdeki farklılığı PET cihazına düşen nüfus kriteri hariç etkilememiştir. PET cihazına düşen nüfus ortalaması 2018 ve 2020 yılında Küme 1’de daha yüksek çıkarken, yılların ortalaması ve 2019 yılında Küme 2’de daha yüksek çıkmıştır. Bu yıllarda Küme 2’ye dahil olan Belçika ve Lüksemburg’un PET cihazına düşen nüfusunun düşük olması 2018 ve 2020’deki ortalamayı düşürdüğü aşikardır.

Tablo 27. 2 kümede alternatiflerin Silhouette değerleri

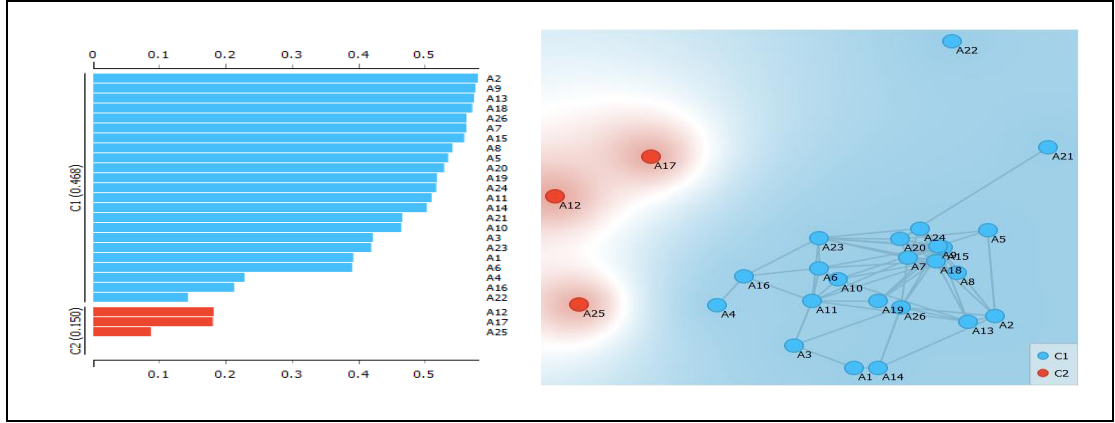
Ülkeler	2018	2019	2020	ORT	Ülkeler	2018	2019	2020	ORT
ABD	0.189	0.392	0.391	0.415	Güney Kore	0.379	0.502	0.403	0.498
Avustralya	0.482	0.579	0.529	0.579	Litvanya	0.488	0.559	0.548	0.565
Avusturya	0.208	0.421	0.286	0.406	Lüksemburg	-0.031	0.212	0.217	0.263
Belçika	0.075	0.228	-0.149	0.211	Macaristan	0.161	0.180	0.178	0.168
Bulgaristan	0.470	0.535	0.488	0.533	Malta	0.449	0.571	0.519	0.564
Çek Cumhuriyeti	0.206	0.390	0.339	0.407	Norveç	0.200	0.518	0.453	0.463
Estonya	0.473	0.562	0.550	0.565	Polonya	0.468	0.529	0.537	0.522
Finlandiya	0.487	0.541	0.522	0.540	Romanya	0.386	0.465	0.495	0.466
Hırvatistan	0.499	0.576	0.565	0.589	Sırbistan	0.144	0.143	0.175	0.153
Hollanda	0.286	0.464	0.302	0.437	Slovakya	0.290	0.419	0.362	0.431
İspanya	0.357	0.510	0.462	0.522	Slovenya	0.454	0.517	0.484	0.514
İsrail	0.226	0.182	0.254	0.174	Türkiye	0.180	0.087	0.198	0.080
İtalya	0.443	0.573	0.564	0.579	Yunanistan	0.384	0.562	0.573	0.573
Silhouette İndeksi (SI)						0.315	0.431	0.394	0.432

Ülkelerin 2 kümeye ayrıldıktan sonra bulunduğu küme ile benzerliğini ve diğer kümeye olan farklılığını ortaya koyan Silhouette değerlerine Tablo 27’de yer verilmiştir. Bu değerler Silhouette grafiği ve çok boyutlu ölçeklenmiş (MDS) görünümleriyle aşağıda sunulmuştur. Kümelerin sayısal sıraları en büyük Silhouette ortalamasına sahip kümeden en küçüğe doğru şeklinde gösterilmiştir.



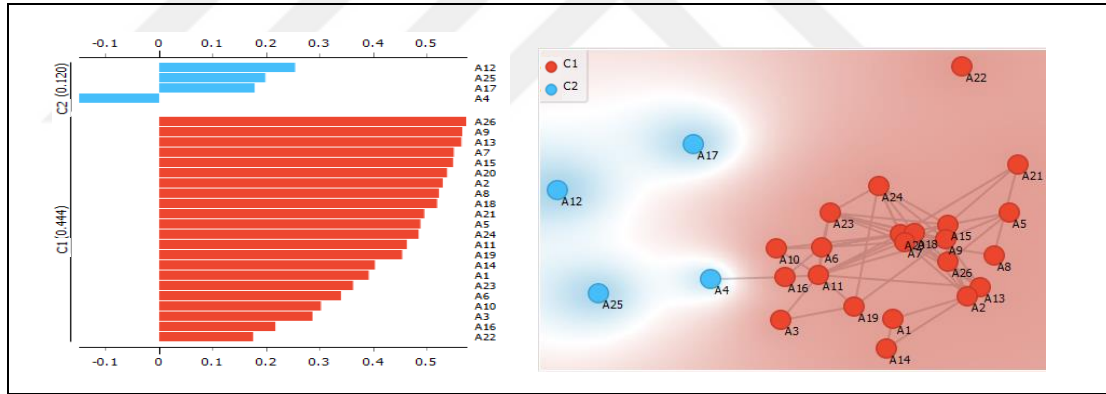
Şekil 10. 2018 yılı kümelerin Silhouette ve MDS grafiği

Şekil 10’da görüldüğü gibi 2018 yılında oluşan kümelerden Küme 1; diğer kümeye göre daha homojen olup Hırvatistan (A9) ve Litvanya (A15) bu kümenin merkezine en yakın 2 ülke, ABD (A1) ve Sırbistan (A22) ise en uzak 2 ülke olmuştur. Küme 2’de ise Silhouette değeri en yüksek ve merkeze en yakın ülke İsrail (A12) ve en uzak ülkeler ise Lüksemburg (A16) ve Belçika (A4)’dır. Kümelerin Silhouette değerlerinin ortalaması alındığında Küme 1’in (0.369) daha yüksek skora sahip olduğu görülmektedir.



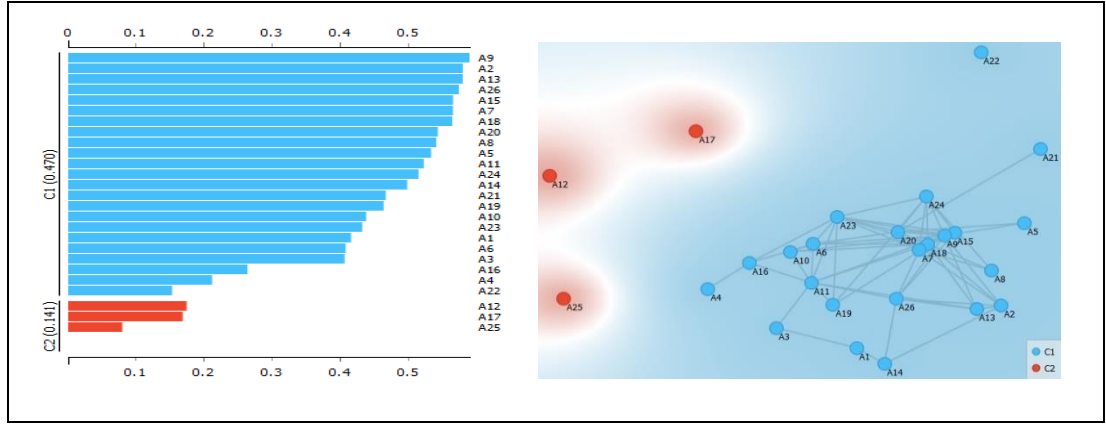
Şekil 11. 2019 yılı kümelerin Silhouette ve MDS grafiği

Ülkelerin 2019 yılı Silhouette değerleri yaklaşık 0 ile 0.6 arasında değişirken Küme 1'i oluşturan ülkelerin ortalama Silhouette değeri diğer kümeden daha yüksek ve homojen yapıdadır. Küme 1'in merkezine en yakın ülke Avustralya (A2) ve en uzak ülke Sırbistan (A22)'dir. Küme 2'yi oluşturan 3 ülke Silhouette değeri en düşük ülkeler olup bu kümenin merkezine en yakın ülke İsrail (A12) ve en uzak ülke Türkiye (A25)'dir.



Şekil 12. 2020 yılı kümelerin Silhouette ve MDS grafiği

Şekil 12'de yer verilen 2020 yılı grafiklerinde Silhouette değeri en düşük ülkelerden oluşan Küme 2'nin merkezine en yakın ülke İsrail (A12) olup tüm ülkeler arasında en düşük Silhouette değerini (-0.149) alan Belçika (A4) bu merkeze en uzak noktadır. Küme 1'in merkezine en yakın ülke Yunanistan (A26) ve en uzak ülke Sırbistan (A22) olup diğer kümeye göre daha homojen bir yapısı vardır. Şekil 13'te yer alan ülkelerin genel kümeleme sonucunda ise küme merkezlerine en yakın ülkeler Küme 1'de Hırvatistan ve Küme 2'de İsrail olurken, bu kümelerin en uzak noktasında sırasıyla Sırbistan ve Türkiye yer almıştır.



Şekil 13. Ortalama yıla ilişkin kümelerin Silhouette ve MDS grafiği

Yıllara ilişkin grafiklerde ve değerlerde genel olarak Küme 1 ortalama Silhouette değeri ve homojenliği daha yüksek küme olmuştur. Kümelerin merkezlerine en yakın ülkeler genel olarak Küme 1’de Hırvatistan ve Küme 2’de İsrail olmuştur. Silhouette değeri 2018 ve 2020 yıllarında 0’ın altına düşen Belçika ve Lüksemburg bulundukları kümeyle diğer küme arasında sınırda kalan ülkeler olmuştur.

6.6. FlowSort Sınıflandırma Bulguları

Bu kısımda araştırma kapsamındaki 26 ülkenin belirlenen yıllarda tıbbi görüntüleme cihazlarına erişiminin “Yüksek” ve “Düşük” kategorilerde sınıflandırılmasına ilişkin bulgular yer almaktadır. FlowSort yönteminin uygulanması aşamasında yararlanılan kriterlerin; yönelimi, ağırlıkları, tercih fonksiyonu tipi ve kayıtsızlık ve kesin tercih parametreleri Tablo 28’de ve ülkelerin atanacağı grupların kriterlerdeki alt ve üst sınırlarını tanımlayan değerlere Tablo 29’de yer verilmiştir.

Tablo 28. Kriterlerin tercih fonksiyonları ve parametreleri

Kriterler	Kod	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Yönelim	min/ max	min	min	min	max	max	max	min	min	min
Ağırlıklar	w_j	7.42%	9.02%	13.26%	9.89%	10.40%	15.13%	12.07%	11.47%	11.34%
Fonksiyon Tipi	$P(d)$	Doğrusal	Doğrusal	Doğrusal	Doğrusal	Doğrusal	Doğrusal	Doğrusal	Doğrusal	Doğrusal
2018	q	19.782	52.809	782.608	51	37	1.9	4000	3.351	1.366
	p	45.508	107.744	1.450.641	122	79	4.6	8.331	7.120	2.657
2019	q	19.838	55.084	739.644	51	38	2.0	4.314	3.444	1.215
	p	45.588	110.215	1.368.773	123	81	4.8	8.974	7.051	2.526
2020	q	19.811	48.632	720.499	52	29	2.2	4.441	2.404	1.183
	p	44.921	98.990	1.284.698	121	66	5.1	9.027	5.454	2.439
ORT	q	19.720	52.237	740.125	50	34	2.0	4.206	2.998	1.246
	p	45.091	105.009	1.358.881	120	74	4.8	8.716	6.439	2.526

Tablo 28’de görüldüğü üzere ülkelerin kriter bazlı karşılaştırılmasında, her yıl özelinde Visual PROMETHEE programının önerdiği tercih fonksiyonu ve parametreleri kullanılmıştır. Program veri setine göre tüm yıllarda bütün kriterler için Doğrusal (Linear) tip fonksiyon önerirken farksızlık (q) ve kesin tercih (p) eşiği değerleri yıllara göre değişmiştir. Kriter özelinde ikili olarak karşılaştırılan ülkeler (sınır değeri dahil) arasındaki fark doğrusal fonksiyona göre kesin tercih eşiğinden (p) büyükse 1 değerini, farksızlık eşiğinden (q) küçük ve eşitse 0 değerini ve bu iki eşik arasındaysa 0 ile 1 arasında değer almıştır. Bu doğrultuda elde edilen tercih dereceleri kriter ağırlıklarıyla çarpılarak toplam tercih indeksi daha sonra bu indeksten ülkelerin pozitif, negatif ve net akım değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 29. Sınıfların kriterlerdeki sınır değerleri

Yıllar	Sınırlar	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
2018	r_1^*	14.862	25.494	190.576	271	188	8.7	1.920	1.202	137
	r_2^*	52.834	90.655	791.836	134	68	3.4	6.714	5.370	1.825
	r_3^*	106.256	258.615	3.491.302	34	12	0.2	18.728	16.703	7.014
2019	r_1^*	14.339	24.733	183.425	278	196	9.2	1.945	1.171	189
	r_2^*	51.228	85.689	762.697	140	73	3.6	6.951	5.395	1.913
	r_3^*	106.208	257.231	3.472.618	34	13	0.3	19.703	17.955	6.394
2020	r_1^*	14.778	28.676	172.958	271	141	10.1	1.819	917	218
	r_2^*	48.779	80.688	713.932	130	64	3.7	6.278	4.545	1.863
	r_3^*	103.725	215.598	3.449.563	36	11	0.3	18.218	12.462	6.220
ORT	r_1^*	14.659	2.6301	182.319	257	175	9.3	1.906	1.096	182
	r_2^*	50.947	85.677	756.155	135	68	3.6	6.648	5.103	1.867
	r_3^*	105.396	243.815	3.471.161	35	1	0.3	18.883	15.707	6.543

Tablo 29’da her yıl özelinde ülkelerin ayrılacağı sınıfları tanımlayan alt ve üst sınır değerleri verilmiştir. Aslında ülkelerin ayrılacağı yüksek ve düşük performans sınıfları tek sınır değeriyle tanımlanmıştır. Kriterlerdeki ortalama değerlerden; büyük olan ülkeler yüksek sınıfı, küçük olan ülkeler düşük sınıfı oluşturmakla birlikte yüksek sınıfın üst sınırını ve düşük sınıfın alt sınırını veri seti doğrultusunda doğal olarak maksimum ve minimum değerler oluşturmuştur. Alternatiflerin ve sınır değerin tercih dereceleri, indeksi ve akım değerleri elde edildikten sonra her akım değerine göre sınıflara atama gerçekleşmiştir. Pozitif ve net akımlara göre ortalamadan (sınır değeri) büyük ve eşit ülkeler yüksek sınıfa, ortalamadan küçük ülkeler düşük sınıfa atanmıştır. Negatif akıma göre ise sınır değerinden küçük ülkeler yüksek sınıfa, büyük ülkeler düşük sınıfa atanmıştır.

Tablo 30. Ülkelerin 2018 yılı akım değerleri ve sınıfları

Ülkeler		r_2^*	A_i	S	Ülkeler		r_2^*	A_i	S
ABD	ϕ^+	0	0.0074	Yüksek	Güney Kore	ϕ^+	0	0.0022	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0	Düşük
	ϕ	0	0.0074	Yüksek		ϕ	0	0.0022	Yüksek
Avustralya	ϕ^+	0	0.0015	Yüksek	Litvanya	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0.0025	Düşük
	ϕ	0	0.0015	Yüksek		ϕ	0	-0.0025	Düşük
Avusturya	ϕ^+	0	0.0025	Yüksek	Lüksemburg	ϕ^+	0	0.0013	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0.0007	Düşük
	ϕ	0	0.0025	Yüksek		ϕ	0	0.0006	Yüksek
Belçika	ϕ^+	0	0.0052	Yüksek	Macaristan	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0.0102	Düşük
	ϕ	0	0.0052	Yüksek		ϕ	0	-0.0102	Düşük
Bulgaristan	ϕ^+	0	0.0014	Yüksek	Malta	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0.0012	Düşük		ϕ^-	0	0	Düşük
	ϕ	0	0.0002	Yüksek		ϕ	0	0	Yüksek
Çek Cumhuriyeti	ϕ^+	0	0.0013	Yüksek	Norveç	ϕ^+	0	0.0006	Yüksek
	ϕ^-	0	0.0002	Düşük		ϕ^-	0	0.0022	Düşük
	ϕ	0	0.0011	Yüksek		ϕ	0	-0.0016	Düşük
Estonya	ϕ^+	0	0	Yüksek	Polonya	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0.0018	Düşük		ϕ^-	0	0.0011	Düşük
	ϕ	0	-0.0018	Düşük		ϕ	0	-0.0011	Düşük
Finlandiya	ϕ^+	0	0.0004	Yüksek	Romanya	ϕ^+	0	0.0006	Yüksek
	ϕ^-	0	0.0029	Düşük		ϕ^-	0	0.0084	Düşük
	ϕ	0	-0.0026	Düşük		ϕ	0	-0.0078	Düşük
Hırvatistan	ϕ^+	0	0	Yüksek	Sırbistan	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0.0143	Düşük
	ϕ	0	0	Yüksek		ϕ	0	-0.0143	Düşük
Hollanda	ϕ^+	0	0.0030	Yüksek	Slovakya	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0.0002	Düşük
	ϕ	0	0.0030	Yüksek		ϕ	0	-0.0002	Düşük
İspanya	ϕ^+	0	0	Yüksek	Slovenya	ϕ^+	0	0.0005	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0.0034	Düşük
	ϕ	0	0	Yüksek		ϕ	0	-0.0029	Düşük
İsrail	ϕ^+	0	0.0058	Yüksek	Türkiye	ϕ^+	0	0.0053	Yüksek
	ϕ^-	0	0.0096	Düşük		ϕ^-	0	0.0069	Düşük
	ϕ	0	-0.0038	Düşük		ϕ	0	-0.0016	Düşük
İtalya	ϕ^+	0	0.0023	Yüksek	Yunanistan	ϕ^+	0	0.0016	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0.0001	Düşük
	ϕ	0	0.0023	Yüksek		ϕ	0	0.0015	Yüksek

Ülkelerin 2018 yılı pozitif, negatif ve net akım değerlerine göre atandığı sınıflara ilişkin bilgiler Tablo 30’da yer verilmiştir. Tüm ülkeler pozitif akım değerlerine göre atandığında yüksek ve negatif akım değerlerine göre atandığında düşük sınıflarda yer almasından dolayı net akımlara göre elde edilen sınıflandırma sonuçları dikkate alınmıştır. Net akımlara göre tıbbi görüntüleme cihazlarına erişimi, ortalama performanstan yüksek olan 14 ülke; ABD, Avustralya, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Hırvatistan, Hollanda, İspanya, İtalya, Güney Kore, Lüksemburg, Malta ve Yunanistan yüksek sınıfa atanmıştır. Geriye kalan 12 ülke; Estonya, Finlandiya, İsrail, Litvanya, Macaristan, Norveç, Polonya, Romanya, Sırbistan, Slovakya, Slovenya ve Türkiye ortalamadan düşük performansa sahip olmaları dolayısıyla düşük sınıfa atanmıştır.

Tablo 31. Ülkelerin 2019 yılı akım değerleri ve sınıfları

Ülkeler		r_2^*	A_i	S	Ülkeler		r_2^*	A_i	S
ABD	ϕ^+	0	0.0059	Yüksek	Güney Kore	ϕ^+	0	0.0022	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0	Düşük
	ϕ	0	0.0059	Yüksek		ϕ	0	0.0022	Yüksek
Avustralya	ϕ^+	0	0.0014	Yüksek	Litvanya	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0.0013	Düşük
	ϕ	0	0.0014	Yüksek		ϕ	0	-0.0013	Düşük
Avusturya	ϕ^+	0	0.0020	Yüksek	Lüksemburg	ϕ^+	0	0.0003	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0.0011	Düşük
	ϕ	0	0.0020	Yüksek		ϕ	0	-0.0008	Düşük
Belçika	ϕ^+	0	0.0045	Yüksek	Macaristan	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0.0099	Düşük
	ϕ	0	0.0045	Yüksek		ϕ	0	-0.0099	Düşük
Bulgaristan	ϕ^+	0	0.0012	Yüksek	Malta	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0.0015	Düşük		ϕ^-	0	0	Düşük
	ϕ	0	-0.0003	Düşük		ϕ	0	0	Yüksek
Çek Cumhuriyeti	ϕ^+	0	0	Yüksek	Norveç	ϕ^+	0	0.0003	Yüksek
	ϕ^-	0	0.0005	Düşük		ϕ^-	0	0.0001	Düşük
	ϕ	0	-0.0005	Düşük		ϕ	0	0.0002	Yüksek
Estonya	ϕ^+	0	0.0001	Yüksek	Polonya	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0.0003	Düşük		ϕ^-	0	0.0002	Düşük
	ϕ	0	-0.0002	Düşük		ϕ	0	-0.0002	Düşük
Finlandiya	ϕ^+	0	0.0008	Yüksek	Romanya	ϕ^+	0	0.0007	Yüksek
	ϕ^-	0	0.0017	Düşük		ϕ^-	0	0.0061	Düşük
	ϕ	0	-0.0009	Düşük		ϕ	0	-0.0054	Düşük
Hırvatistan	ϕ^+	0	0	Yüksek	Sırbistan	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0.0132	Düşük
	ϕ	0	0	Yüksek		ϕ	0	-0.0132	Düşük
Hollanda	ϕ^+	0	0.0014	Yüksek	Slovakya	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0	Düşük
	ϕ	0	0.0014	Yüksek		ϕ	0	0	Yüksek
İspanya	ϕ^+	0	0	Yüksek	Slovenya	ϕ^+	0	0.0009	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0.0021	Düşük
	ϕ	0	0	Yüksek		ϕ	0	-0.0012	Düşük
İsrail	ϕ^+	0	0.0052	Yüksek	Türkiye	ϕ^+	0	0.0054	Yüksek
	ϕ^-	0	0.0105	Düşük		ϕ^-	0	0.0069	Düşük
	ϕ	0	-0.0053	Düşük		ϕ	0	-0.0015	Düşük
İtalya	ϕ^+	0	0.0003	Yüksek	Yunanistan	ϕ^+	0	0.0006	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0	Düşük
	ϕ	0	0.0003	Yüksek		ϕ	0	0.0006	Yüksek

Ülkelerin 2019 yılı net akım değerlerine göre yapılan sınıflandırma sonucunda 13 ülke yüksek ve 13 ülke düşük sınıfa atanmıştır. Tıbbi görüntüleme cihazlarına erişimi yüksek ülkeler içerisinde; ABD, Avustralya, Avusturya, Belçika, Hırvatistan, Hollanda, İspanya, İtalya, Güney Kore, Malta, Norveç, Slovakya ve Yunanistan bulunurken erişimi düşük ülkeler arasında; Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Estonya, Finlandiya, İsrail, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Polonya, Romanya, Sırbistan, Slovenya ve Türkiye yer almıştır. 2018 yılında yüksek sınıfta bulunan Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti ve Lüksemburg 2019 yılında ortalama performansın altında kalarak düşük sınıfa düşmüştür. Benzer şekilde düşük sınıfta bulunan Norveç ve Slovakya ise 2019 yılında ortalama performansın üstüne çıkarak yüksek sınıfta yer almıştır.

Tablo 32. Ülkelerin 2020 yılı akım değerleri ve sınıfları

Ülkeler		r_2^*	A_i	S	Ülkeler		r_2^*	A_i	S
ABD	ϕ^+	0	0.0030	Yüksek	Güney Kore	ϕ^+	0	0.0026	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0	Düşük
	ϕ	0	0.0030	Yüksek		ϕ	0	0.0026	Yüksek
Avustralya	ϕ^+	0	0.0009	Yüksek	Litvanya	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0.0008	Düşük
	ϕ	0	0.0009	Yüksek		ϕ	0	-0.0008	Düşük
Avusturya	ϕ^+	0	0.0030	Yüksek	Lüksemburg	ϕ^+	0	0.0003	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0.0007	Düşük
	ϕ	0	0.0030	Yüksek		ϕ	0	-0.0004	Düşük
Belçika	ϕ^+	0	0.0042	Yüksek	Macaristan	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0.0006	Düşük		ϕ^-	0	0.0104	Düşük
	ϕ	0	0.0036	Yüksek		ϕ	0	-0.0104	Düşük
Bulgaristan	ϕ^+	0	0.0013	Yüksek	Malta	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0.0017	Düşük		ϕ^-	0	0	Düşük
	ϕ	0	-0.0004	Düşük		ϕ	0	0	Yüksek
Çek Cumhuriyeti	ϕ^+	0	0	Yüksek	Norveç	ϕ^+	0	0.0015	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0	Düşük
	ϕ	0	0	Yüksek		ϕ	0	0.0015	Yüksek
Estonya	ϕ^+	0	0	Yüksek	Polonya	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0.0001	Düşük		ϕ^-	0	0.0001	Düşük
	ϕ	0	-0.0001	Düşük		ϕ	0	-0.0001	Düşük
Finlandiya	ϕ^+	0	0.0015	Yüksek	Romanya	ϕ^+	0	0.0009	Yüksek
	ϕ^-	0	0.0024	Düşük		ϕ^-	0	0.0041	Düşük
	ϕ	0	-0.0009	Düşük		ϕ	0	-0.0032	Düşük
Hırvatistan	ϕ^+	0	0	Yüksek	Sırbistan	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0.0127	Düşük
	ϕ	0	0	Yüksek		ϕ	0	-0.0127	Düşük
Hollanda	ϕ^+	0	0.0023	Yüksek	Slovakya	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0	Düşük
	ϕ	0	0.0023	Yüksek		ϕ	0	0	Yüksek
İspanya	ϕ^+	0	0	Yüksek	Slovenya	ϕ^+	0	0.0008	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0.0016	Düşük
	ϕ	0	0	Yüksek		ϕ	0	-0.0008	Düşük
İsrail	ϕ^+	0	0.0051	Yüksek	Türkiye	ϕ^+	0	0.0058	Yüksek
	ϕ^-	0	0.0117	Düşük		ϕ^-	0	0.0082	Düşük
	ϕ	0	-0.0066	Düşük		ϕ	0	-0.0024	Düşük
İtalya	ϕ^+	0	0.0002	Yüksek	Yunanistan	ϕ^+	0	0.0011	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0	Düşük
	ϕ	0	0.0002	Yüksek		ϕ	0	0.0011	Yüksek

Net akım değerlerine göre yapılan sınıflandırma sonuçlarında, 2020 yılında 14 ülke performansı yüksek ve 12 ülke performansı düşük sınıfta yer almıştır. 2020 yılında bir önceki yıla göre Çek Cumhuriyeti hariç ülkelerin bulunduğu sınıflarda değişim olmamıştır. 2019 yılında düşük sınıfta bulunan Çek Cumhuriyeti, 2020 yılında tıbbi görüntüleme cihazlarına erişimi yüksek sınıf grubuna çıkmıştır. 2020 yılında tıbbi görüntüleme cihazlarına erişimi yüksek olan ülkeler arasında ABD, Avustralya, Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Hırvatistan, Hollanda, İspanya, İtalya, Güney Kore, Malta, Norveç, Slovakya ve Yunanistan bulunurken diğer ülkeler tıbbi görüntüleme cihazlarına erişimi ortalama performanstan düşük olması sebebiyle düşük sınıf grubunda yer almıştır.

Tablo 33. Ülkelerin ortalama (2018, 2019,2020) akım değerleri ve sınıfları

Ülkeler		r_2^*	A_i	S	Ülkeler		r_2^*	A_i	S
ABD	ϕ^+	0	0.0050	Yüksek	Güney Kore	ϕ^+	0	0.0024	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0	Düşük
	ϕ	0	0.0050	Yüksek		ϕ	0	0.0024	Yüksek
Avustralya	ϕ^+	0	0.0013	Yüksek	Litvanya	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0.0011	Düşük
	ϕ	0	0.0013	Yüksek		ϕ	0	-0.0011	Düşük
Avusturya	ϕ^+	0	0.0023	Yüksek	Lüksemburg	ϕ^+	0	0.0004	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0.0004	Düşük
	ϕ	0	0.0023	Yüksek		ϕ	0	0	Yüksek
Belçika	ϕ^+	0	0.0045	Yüksek	Macaristan	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0.0000	Düşük		ϕ^-	0	0.0101	Düşük
	ϕ	0	0.0045	Yüksek		ϕ	0	-0.0101	Düşük
Bulgaristan	ϕ^+	0	0.0014	Yüksek	Malta	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0.0015	Düşük		ϕ^-	0	0	Düşük
	ϕ	0	-0.0002	Düşük		ϕ	0	0	Yüksek
Çek Cumhuriyeti	ϕ^+	0	0	Yüksek	Norveç	ϕ^+	0	0.0008	Yüksek
	ϕ^-	0	0.0002	Düşük		ϕ^-	0	0.0002	Düşük
	ϕ	0	-0.0002	Düşük		ϕ	0	0.0006	Yüksek
Estonya	ϕ^+	0	0.0000	Yüksek	Polonya	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0.0002	Düşük		ϕ^-	0	0	Düşük
	ϕ	0	-0.0002	Düşük		ϕ	0	0	Yüksek
Finlandiya	ϕ^+	0	0.0009	Yüksek	Romanya	ϕ^+	0	0.0007	Yüksek
	ϕ^-	0	0.0020	Düşük		ϕ^-	0	0.0060	Düşük
	ϕ	0	-0.0011	Düşük		ϕ	0	-0.0052	Düşük
Hırvatistan	ϕ^+	0	0	Yüksek	Sırbistan	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0.0133	Düşük
	ϕ	0	0	Yüksek		ϕ	0	-0.0133	Düşük
Hollanda	ϕ^+	0	0.0019	Yüksek	Slovakya	ϕ^+	0	0	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0	Düşük
	ϕ	0	0.0019	Yüksek		ϕ	0	0	Yüksek
İspanya	ϕ^+	0	0	Yüksek	Slovenya	ϕ^+	0	0.0008	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0.0020	Düşük
	ϕ	0	0	Yüksek		ϕ	0	-0.0013	Düşük
İsrail	ϕ^+	0	0.0055	Yüksek	Türkiye	ϕ^+	0	0.0058	Yüksek
	ϕ^-	0	0.0106	Düşük		ϕ^-	0	0.0074	Düşük
	ϕ	0	-0.0052	Düşük		ϕ	0	-0.0016	Düşük
İtalya	ϕ^+	0	0.0002	Yüksek	Yunanistan	ϕ^+	0	0.0005	Yüksek
	ϕ^-	0	0	Düşük		ϕ^-	0	0	Düşük
	ϕ	0	0.0002	Yüksek		ϕ	0	0.0005	Yüksek

Tablo 33'te görüldüğü gibi genel olarak net akımlara göre yapılan atama sonucunda 15 ülke yüksek sınıfta ve 11 ülke düşük sınıfta yer almıştır. Tüm yıllarda ve ortalamasında tıbbi görüntüleme cihazlarına erişim performansı; ortalamadan yüksek olan ABD, Avustralya, Avusturya, Belçika, Hırvatistan, Hollanda, İspanya, İtalya, Güney Kore, Malta ve Yunanistan yüksek sınıfta, ortalamadan düşük olan Estonya, Finlandiya, İsrail, Litvanya, Romanya, Sırbistan, Slovenya ve Türkiye düşük sınıfta yer almıştır. Sadece 2018 yılında yüksek sınıf grubunda yer alan Bulgaristan ve Lüksemburg genel sınıflandırmada sırasıyla düşük ve yüksek sınıf gruplarında bulunmuşlardır. Yalnızca 2018 yılında düşük sınıfta bulunan Norveç ve Slovakya genel sınıflandırmada yüksek sınıfta yer alırken 2018 ve 2020 yıllarında yüksek sınıfta bulunan Çek Cumhuriyeti genel sınıflandırma sonuçlarında düşük sınıfta yer almıştır. 2018, 2019 ve 2020 yıllarında düşük sınıfa atanan Polonya genel sınıflandırma sonucuna göre yüksek sınıfa atanmıştır.

7. DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA

Bu çalışmada OECD ve AB üyesi/aday 26 ülkenin tıbbi görüntüleme cihazlarına erişimi, mevcudiyet ve kullanım boyutları doğrultusunda değerlendirilmiştir. Tıbbi görüntüleme cihazlarına erişimin değerlendirilmesinde, işlevselliği ve maliyeti yüksek Bilgisayarlı Tomografi, Manyetik Rezonans ve Pozitron Emisyon Tomografisi cihazlarıyla ilgili dokuz gösterge kullanılmıştır. Ülkelerin cihaza ve görüntülemeye erişimini BT, MR ve PET cihazına düşen nüfus ve 1.000 kişiye düşen görüntüleme sayısı; cihazın kullanım sıklığını BT, MR ve PET cihazına düşen görüntüleme sayısı ile değerlendirilmiştir. Performansın ölçülmesinde çok kriterli karar verme tekniklerinden yararlanılmıştır. Aşağıda literatürde OECD ve AB üyesi ülkelerin değerlendirilmesinde tıbbi cihaz göstergelerine yer veren ve çalışmamıza referans olabilecek nitelikte beş çalışma yer almaktadır.

Torkayesh vd.'nin (2021b) çalışmasında bin kişiye düşen doktor, hemşire, yatak, BT, MR, RAD ve MAM cihazı sayısı göstergeleriyle 7 Doğu Avrupa ülkesi değerlendirilmiştir. Göstergelerin ağırlıklandırılmasında subjektif iki tekniğin (BWM, LBWA) birleşimi ve ülkelerin sıralanmasında CoCoSo tekniği kullanılmıştır. Ülkelerin sıralanmasında en etkili olan kriter yatak sayısı olurken en az etkili olan kriter Mamografi cihazı sayısı olmuştur. Araştırma sonucunda Litvanya (1) ve Slovakya'nın (2) en yüksek ve Estonya (6) ve Polonya'nın (7) en düşük performans gösteren ülkeler olduğu tespit edilmiştir.

İlgün vd.'nin (2021) araştırmasında 24 AB üyesi ülke ile Türkiye'yi BT ve MR cihazlarının kullanım oranı (%) ve cihaz başı kullanım payı açısından karşılaştırarak cihaz türünde ayrı ayrı hiyerarşik kümeleme analiziyle gruplandırmıştır. Çalışma sonucunda Türkiye'nin AB ülkelerinin ortalamasına göre BT görüntüleme kullanım oranının 6 kat, MR görüntüleme kullanım oranının 11 kat daha fazla olduğu ve her iki cihaz içinde cihaz başı kullanım payının AB ülkelerinden yüksek olduğunu tespit etmiştir. Kümeleme analizi bulguları doğrultusunda BT cihazı kullanım oranı ve payı açısından Fransa ve Türkiye'nin, MR cihazında ise İspanya, Birleşik Krallık, Fransa ve Türkiye'nin benzer ülkeler olduğu sonucunu elde etmiştir.

İzgüden vd.'nin (2022) araştırmasında 21 OECD ülkesi 2018 yılına ait sağlık ekipmanları (Yatak, MAM, BT, MR ve RAD cihazı sayısı) ve sağlık göstergeleri (beş yaş altı ölüm oranı, bebek ölüm oranı, yaşam beklentisi) verileriyle ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Kriterlerin ağırlıklandırılmasında Entropi ve ülkelerin sıralanmasında

ARAS ve SAW yönteminden yararlanılmıştır. Ülkelerin sağlık performansında en etkili olan kriter bebek ölüm oranı, sağlık ekipmanlarının değerlendirilmesinde en etkili olan kriter ise Mamografi cihaz sayısı olmuştur. Çalışma sonucunda iki tekniğe göre; sağlık göstergelerinde en iyi ülkeler İzlanda, Slovenya ve Finlandiya olurken, sağlık ekipmanlarında Güney Kore, ABD ve Yunanistan ilk üç sırada yer almıştır. Her iki teknikte, sağlık göstergelerinde ve sağlık ekipmanında son iki sırada yer alan Türkiye ve Macaristan en düşük performans gösteren ülkeler olduğu tespit edilmiştir.

Sielska'nın (2019) araştırmasında 2013-2016 yılları arasındaki veriler kapsamında Avrupa ülkeleri 10 çıktı kriteri ve içerisinde BT, MR ve GAMA cihaz sayısını ifade eden göstergelerle birlikte 7 girdi kriteri ile ayrı boyutlarda değerlendirilmiştir. Analizde kriterlerin ağırlıklandırılmasında CCSD (Korelasyon Katsayısı ve Standart Sapma Entegre Yaklaşımı) tekniği ve ülkelerin sıralanmasında TOPSİS yöntemi kullanılmıştır. Analiz sonucunda çıktı kriterlerinden bebek ölüm oranı ve girdi kriterlerinden Gama Kamera sayısı ülkelerin performansında etkili olduğu elde edilmiştir. Çıktı kriterlerinde 32 ülke arasında performansı yüksek ülkeler İzlanda, Norveç ve İsveç, düşük ülkeler Bulgaristan, Slovakya, Romanya ve Malta olurken, çıktı kriterleri kapsamında değerlendirilen 16 ülke arasında; Belçika, İsviçre ve Lüksemburg en yüksek ve Romanya, Polonya ve Letonya en düşük performansa sahip ülkeler olduğu tespit edilmiştir.

Uslu'nun (2021) araştırmasında 26 OECD ülkesi, 2019 yılına ait veriler kapsamında beşi tıbbi cihaz sayısını (BT, MR, PET, MAM ve RAD) ve üçü doktor ve yatak sayısını ifade eden eşit ağırlıktaki göstergelerle sağlık kaynakları açısından TOPSİS ve VİKOR teknikleriyle sıralanmıştır. Çalışma sonucunda ABD ve Güney Kore ilk iki sırada, Meksika ve Türkiye son iki sırada yer alan ülkeler olmuştur. Ayrıca Türkiye'nin bin kişiye düşen pratisyen ve uzman hekim sayısı OECD ülkelerine yakinken beş türdeki tıbbi cihaz açısından az sayıda tarayıcı ve ekipmana sahip olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma kapsamındaki 26 ülkede ortalama olarak BT cihazı 50 bin, MR cihazı 90 bin ve PET cihazı 791 bin kişiye hizmet vermektedir. 2018-2020 yılları arasında bu cihazlara düşen ortalama kişi sayısı sürekli azaldığı ve cihazlara en çok ve en az nüfus düşen ülkelerin yılların ortalamasına ve üç yıla ait değerlerde değişmediği görülmüştür. Tüm kriterlerde ve cihaz başına düşen nüfus kriterlerinde PET cihazı ülkeler arasında ortalamaya göre değişimi ve aynı zamanda eşitsizliklerin en yüksek olduğu göstergedir. Ülkelerin yıllar içerisinde (2018-2020) ortalama cihaz başına düşen nüfusunun azalmasına karşın değişimin kapsamının arttığı saptanmıştır. Bu durumun cihaz sayılarındaki artışın veya azalışın ülkelerde farklılaşmasından kaynaklandığı açıktır. Ülkelerde ortalama olarak bin kişiye 135 BT görüntüleme, 68 MR görüntüleme ve 3.57

PET görüntüleme yapılmaktadır. Ortalama değerlerde bin kişiye düşen BT ve MR görüntüleme sayısı 2018-2019 yılları arasında artarken 2020 yılında azalarak 2018 yılının gerisine düşmüştür. Bin kişiye düşen PET görüntüleme sayısı ise 2018-2020 yılları arasında artış göstermiştir. Bin kişiye düşen görüntüleme sayısı ülkeler arasında en çok PET görüntüleme sayısında değişkenlik göstermektedir.

Ülkelerde ortalama (26) bir BT cihazı yıllık 6 bin 648 görüntüleme, MR cihazı 5 bin 103 görüntüleme ve PET cihazı bin 867 görüntüleme yapmaktadır. Üç cihaz türünde 2018-2019 yılları arasında ortalama görüntüleme sayısı artarken, 2020 yılında başlayan pandemi ile cihaz başına düşen görüntüleme sayısı azalarak ülkeleri 2018 yılının gerisine götürmüştür. Ülkeler arası değişimin boyutuna bakarsak 2018-2020 yılları arasında MR ve PET cihazlarında azalma, BT cihazında artma eğiliminde olduğu ve değişimin boyutu 2018 ve 2019 yılında en yüksek PET cihazında, 2020 yılında ise BT cihazında olduğu tespit edilmiştir. Covid-19'un teşhisinde, hastalığı erken aşamada tanımlamada doğru ve hassas sonuçlar vermesi dolayısıyla tercih edilen (Aljondi ve Alhamdi, 2020) ve öncelikli tıbbi cihazlar arasında yer alan BT cihazının (WHO, 2020); pandemi döneminde yapılan BT görüntüleme sayısının önceki yıllara göre düşmesine karşın cihaz başı görüntüleme sayısının değişim boyutunun artmasının ülkeler arasında BT cihazına erişimde eşitsizliklerin arttığını açıklayabilir.

Ülkelerin sıralanması ve sınıflandırılmasında kullanılan 9 kriterin belirleyiciliği veya önem düzeyi, iki subjektif kriter ağırlıklandırma yöntemlerinden olan CRITIC ve Entropi tekniklerinin ortalaması alınarak belirlenmiştir. Verilerdeki değişimi kullanarak ağırlıklandırma yapan Entropi tekniği sonuçlarına göre; ülkelerde cihaz sayısı, bin kişiye ve cihaza düşen görüntüleme sayısı düşük cihaz türleri ülkelerin performansında daha belirleyici olmuştur. Bu doğrultuda PET, MR ve BT ile ilgili kriterler daha yüksek ağırlık almıştır. Entropi tekniğine göre yüksek ağırlığı olan kriterlerin varyasyon katsayılarının yüksek ve düşük ağırlığı olan kriterlerin varyasyon katsayılarının düşük olduğu tespit edilmiştir. Entropi ağırlıklarının değerleri yıllara göre değişirken ağırlığı yüksek ilk iki sıradaki kriterler dışında diğer kriterlerin önem sıralamasında kendi aralarında değişimler olmuştur.

Kriterlerin birbirleriyle ilişkisini ve değişimi birlikte ele alan CRITIC yöntemine göre; sırasıyla bin kişiye düşen görüntüleme sayısı, cihaz başına düşen görüntüleme sayısı ve cihaz başına düşen nüfus kriterleri daha yüksek ağırlık almıştır. Nihai olarak 26 ülkenin değerlendirilmesinde en belirleyici kriterler bin kişiye düşen PET görüntüleme sayısı ve PET cihazına düşen nüfus sayısı olmuştur. Literatürde tıbbi görüntüleme cihazlarına yer verilen bazı performans değerlendirme çalışmalarında, kriter

ağırlıklandırma sonucunda tıbbi cihazların önem düzeyine ilişkin elde edilen kimi bulgular vardır. OECD üyesi ülkeleri değerlendiren Sielska (2019)'nın çalışmasında ülkelerin performansında en etkili kriter yüz bin kişiye düşen Gama Kamera sayısı olmuştur. Torkayesh vd.'nin (2021b) Doğu Avrupa ülkelerini değerlendirdiği çalışmada bin kişiye düşen Mamografi cihazı sayısı en az etkili kriter olurken, İzgüden vd.'nin (2022) Avrupa ülkelerini değerlendirdiği çalışmada Mamografi cihaz sayısı en yüksek ağırlık alan kriter olmuştur. Aslında tüm çalışmaların kapsadığı ülkeler, yıllar, göstergeler ve kullandığı teknikler farklı modeller oluşturduğu için sonuçların farklı çıkması olağandır.

Tablo 34. Ülkelerin nihai sıralama, kümeleme ve sınıflandırma sonuçları

ÜLKELER	SIRA	KÜME	SINIF
ABD	1	K1	S1
Güney Kore	2	K1	S1
Avusturya	3	K1	S1
İtalya	4	K1	S1
Avustralya	5	K1	S1
Belçika	6	K1	S1
Yunanistan	7	K1	S1
Hollanda	8	K1	S1
İspanya	9	K1	S1
Malta	10	K1	S1
Lüksemburg	11	K1	S1
Ortalama	12	-	-
Norveç	13	K1	S1
Estonya	14	K1	S2
Finlandiya	15	K1	S2
Hırvatistan	16	K1	S1
Çek Cumhuriyeti	17	K1	S2
Slovakya	18	K1	S1
Litvanya	19	K1	S2
Polonya	20	K1	S1
Bulgaristan	21	K1	S2
Slovenya	22	K1	S2
Türkiye	23	K2	S2
Romanya	24	K1	S2
İsrail	25	K2	S2
Macaristan	26	K2	S2
Sırbistan	27	K1	S2

OECD ve AB üyesi 26 ülkenin 2018, 2019 ve 2020 yıllarında tıbbi görüntüleme cihazlarına erişim performansına göre sıralanmasında CoCoSo yöntemi kullanılmıştır. Önem düzeyleri doğrultusunda cihaz başına düşen nüfusu düşük, bin kişiye düşen görüntüleme sayısı yüksek ve cihaz başına düşen görüntüleme sayısı düşük ülkeler, tıbbi görüntülemeye ve cihazlara erişim performansı yüksek bir dereceye sahip olmuştur. Her yıl için yapılan analizde üç değerlendirme stratejisi ve birleşimine göre sıralamalar yapılmıştır. Değerlendirilen yılların ortalamasıyla oluşturulan veri seti analiz edilerek genel sıralama ve 26 ülkenin ortalaması alternatif olarak sıralamaya eklenerek ülkelerin

ortalama performansından iyi ülkeler elde edilmiştir. Bu doğrultuda yıllara göre ülkelerin ortalama tıbbi görüntüleme cihazlarına erişimi ve kullanım performansından iyi ülkelerin sayısının 2018-2020 aralığında arttığı görülmüştür. Genel sıralamaya göre ülkelerin ortalama performansından yüksek toplamda 11 ülke yer almıştır. Tıbbi görüntüleme cihazlarına erişimi iyi olan ilk dokuz ülke sırasıyla ABD, Güney Kore, Avusturya, İtalya, Avustralya, Belçika, Yunanistan, Hollanda ve İspanya iken performansı düşük son beş ülke sırasıyla Sırbistan, Macaristan, İsrail, Romanya ve Türkiye'dir. Torkayesh vd.'nin (2021b) Doğu Avrupa ülkelerini sağlık kaynakları açısından sıraladığı çalışmanın bulgularından farklı; İzgüden vd.'nin 21 OECD ülkesini değerlendirdiği çalışmayla ve Uslu'nun (2021) 26 OECD ülkesini sağlık kaynakları açısından değerlendirdiği çalışmayla benzer bulgular elde edilmiştir.

Tıbbi görüntüleme sayısı ve cihaz başı görüntüleme sayısı yüksek Türkiye, İsrail ve Macaristan ile düşük ülkeler Bulgaristan, Romanya, Slovenya ve Sırbistan'ın son yedi sırada performansı düşük ülkelerle beraber yer aldığı tespit edilmiştir. Son beş sırada yer alan Türkiye ve İsrail bin kişiye en yüksek tıbbi görüntüleme yapan ülkeler arasında yer alsada da cihaz sayılarının az olması ve cihaza düşen görüntüleme sayılarının çok yüksek olması performanslarını düşüren etkenler olmuştur. Bulgaristan, Romanya, Slovenya ve Sırbistan'ın ise bin kişiye ve cihaza düşen tıbbi görüntüleme sayısı bakımından düşük ve cihaza düşen nüfus sayısının yüksek olması erişim ve kullanım açısından düşük performans göstermelerindeki etkenler olmuştur.

Çalışmada performans sıralanmasında kullanılan tıbbi görüntüleme cihazlarına ilişkin kriterler, benzer ülkelerin tespit edilmesi amacıyla yapılan kümeleme analizinde kullanılmıştır. Ülkelerin kümelere ayrılmasında hiyerarşik olmayan kümeleme tekniklerinden ve veri madenciliği aracı olan K Ortalamalar algoritması kullanılmıştır. Veri setleri öncelikle ön işleme aracıyla ve z skoru vasıtasıyla standartlaştırılarak sonrasında algoritma aracıyla kümelere ayrılmıştır. Ülkelerin doğal küme sayısının elde edilmesinde Silhouette indeksinden yararlanılmıştır. Bu doğrultuda en yüksek Silhouette değerlerinin tüm yıllarda ülkelerin 2 kümeye ayrılması gerektiğini işaret etmiştir. Kümeleme analizi sonucunda Küme 1'i oluşturan ülkelerin sıklığı ve homojenliği diğer kümeye göre yüksek çıkmıştır. Fakat bu kümeyi oluşturan tüm ülkelerin performans sıraları ve sınıfları benzer değildir. Örneğin en iyi performans gösteren ülke ABD ile en kötü performans gösteren Sırbistan aynı kümede yer almıştır. Ortalama olarak Küme 2'yi oluşturan İsrail, Macaristan ve Türkiye'nin; diğer kümenin kriterlerdeki ortalamasına göre tıbbi cihazına düşen nüfusu ve bin kişiye düşen görüntüleme sayısı yüksek olmak birlikte tıbbi cihazla yaklaşık 3 kat daha yüksek tıbbi görüntüleme yaptığı tespit

edilmiştir. Tüm ülkelerin kriterlerdeki ortalama değerleri göz önünde bulundurulursa, bu iki kümenin kriterlerdeki ortalama değerleri Küme 2’de daha yüksektir. Benzer veri yapısında olan İsrail, Macaristan ve Türkiye’nin tıbbi görüntüleme cihazlarına erişim açısından da benzer performanslara sahipken; Küme 1’de farklı performanslara sahip ülkeler vardır.

Sıralamaya dayalı olarak geliştirilen çok kriterli sınıflandırma tekniklerinden biri olan FlowSort yöntemiyle ülkeler tıbbi görüntüleme cihazlarına erişim ve kullanım performanslarına göre sınıflandırılmıştır. Ülkeler kriterlerdeki ortalama değerlere göre yüksek ve düşük olarak tanımlanan sınıflara, üç akımda ayrı ayrı atama stratejileriyle gruplandırılmıştır. Sınıflandırma sonucunda tüm ülkeler pozitif akımlara göre yüksek ve negatif akımlara göre düşük sınıfta yer aldığı için net akımlara göre yapılan sınıflandırma dikkate alınmıştır.

Ülkelerin üç yıla ait verilerin ortalaması alınarak yapılan genel sınıflandırma sonucuna göre ABD, Avustralya, Avusturya, Belçika, Hırvatistan, Hollanda, İspanya, İtalya, Güney Kore, Lüksemburg, Malta, Norveç, Polonya, Slovakya ve Yunanistan tıbbi görüntüleme cihazlarına erişimi yüksek sınıfta; Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Estonya, Finlandiya, İsrail, Litvanya, Macaristan Romanya, Sırbistan, Slovenya ve Türkiye erişimi düşük sınıfta yer almıştır. Tablo 34’te görüldüğü üzere ülkelerin performans sıralamasını elde etmek için yapılan CoCoSo analizi bulgularında ülkelerin ortalama performansından yüksek sırada yer alan ülkelerin tümü sınıflandırma bulgularıyla benzer sonuçlar verse de ortalamadan düşük sırada bulunan Norveç, Hırvatistan, Slovakya ve Polonya yüksek performans grubunda yer almıştır.

Tıbbi görüntüleme cihazlarına erişim ve kullanım performansı en iyi olan (1) ve yüksek performans gösteren ülkeler sınıfında (S1) bulunan ABD; diğer ülkelerden (26) en yüksek kişi başı sağlık harcamasına (10.921/SAGP(\$)), çok yüksek sağlık kapsamına (83) ve en yüksek biyomedikal mühendis sayısına (22 bin) ve tıbbi cihaz pazar oranına (%42.7/2019) sahip olmasına karşın 5 yaş altı ölüm oranı (6.4), 4 majör bulaşıcı olmayan hastalıktan 30-70 yaşlarında ölme olasılığı (%13.60) yüksek ve doğumdan beklenen yaşam süresinin OECD ve AB ortalamasından düşük (78.6) ve araştırmadaki ülkeler arasında en düşük sağlıklı yaşam yıllarına (66.1) sahip ülke konumundadır (KHIDI, 2023). Sağlık kaynakları açısından zengin ABD’nin sağlık düzeyi göstergeleri açısından düşük olduğunu destekleyen çalışmalar mevcuttur (Yiğit, 2019; İzgüden vd., 2022). Bu durum ABD sağlık sistemi içerisindeki derin eşitsizliklerle açıklanan “aşırılığın ortasında yoksunluk” paradoksuyla ifade edilmektedir (Wang, 2012; COGME, 1998).

Güney Kore, görüntüleme hacmi yüksek ve cihaza düşen nüfusu ve görüntülemesi düşük ABD gibi tıbbi görüntüleme cihazlarına erişim ve kullanım performans sırası (2) ve grubu (S1) en iyi olan ülkeler içerisinde. Güney Kore, tıbbi cihaz pazar payı %1.6 seviyesinde olup (KHIDI, 2023), OECD ve AB ortalamasından düşük kişi başı sağlık harcaması (3.521/SAGP (\$)) yapmasına karşın; en yüksek sağlık kapsamına (UHC/87), düşük 5 yaş altı ölüm oranına (3.1), yüksek yaşam süresine (83.2), ve diğer ülkeler arasından en yüksek sağlıklı yaşam süresine (73.1) ve en düşük 4 majör kronik hastalıktan 30-70 yaşlarında ölme olasılığına (%7.30) sahiptir.

Türkiye, ABD ve Güney Kore gibi tıbbi görüntüleme sayısı yüksek olmasına karşın cihaz sayısının düşük ve cihaza düşen görüntüleme sayısının yüksek olması dolayısıyla tıbbi görüntüleme cihazlarına erişim ve kullanım performansı düşük ülkeler sırasında (22) ve grubunda (S2) yer almıştır. Türkiye; dünya ortalamasından düşük kişi başı sağlık harcamasına (1.887/SAGP (\$)), yüksek sağlık kapsamına (79), OECD ve AB ortalamasından düşük yaşam süresine (77.8), 26 ülkenin ortalama sağlıklı yaşam süresinden düşük yaşam yıllarına (68.4), 26 ülke arasında en yüksek 5 yaş altı ölüm oranına (bin doğumda 10.1) ve dünya ortalamasından düşük (%18.3), OECD (%11.8) ve AB (%12.4) ortalamasından yüksek 4 majör kronik hastalıktan 30-70 yaşlarında ölme olasılığına (%15.6) sahiptir. Türkiye insani gelişmişlikte olduğu (UNDP, 2020) gibi iller ve bölgeler arası tıbbi cihazların dağılımı (Çınaroğlu ve Baser, 2017; Songur ve Top, 2016b; Nak ve Sağbaş, 2020) ve sağlık kaynakları, kullanımı ve düzeyi göstergelerinde eşitsizlikler yaşamaktadır (Çınaroğlu, 2021; Çağlar ve Keten, 2019; Karaer ve Tatlıdil, 2019).

İsrail, ülkeler arasında nüfusuna ve cihazına en yüksek PET görüntüleme düşen ülke olup tıbbi görüntüleme cihazına erişim performansı düşük ülkeler sırasında (24) ve grubunda (S2) yer almıştır. Kriterler doğrultusunda ve özellikle tıbbi görüntüleme cihazına düşen görüntüleme sayısı açısından Türkiye ve Macaristan ile benzerdir. OECD ve AB ortalamasından düşük; sağlık harcamasına (3.326/ SAGP (\$)), 5 yaş altı ölüm oranına (bin doğumda 3.5) ve 4 majör kronik hastalıktan 30-70 yaşlarında ölme olasılığına (% 8.8) sahiptir. İsrail yüksek sağlık kapsamına (84), Güney Kore'den sonra en yüksek sağlıklı yaşam yıllarına (72.4) ve OECD ve AB ortalamasından yüksek yaşam süresine (82.8) sahip ülkedir.

8. SONUÇ, KATKI VE ÖNERİLER

Tıbbi cihazların sağlık hizmetlerinin tüm süreçlerindeki kapsamının genişlemesi ve etkisinin artmasıyla birlikte nüfusun bu cihazlara erişimi önemli hale gelmiştir. Özellikle bulaşıcı ve bulaşıcı olmayan hastalıklarla mücadelede, yaşlanan nüfusun ihtiyaçları gözetildiğinde, sürdürülebilir sağlığın sağlanmasında ve evrensel sağlık kapsamının artırılmasında ülkelerin tıbbi cihaz kaynaklarının varlığı ve nüfusun bu cihazlara erişimi sağlık politikalarının hedefi olmuştur. Bu çalışmada OECD ve AB üyesi/aday ülkelerin üç cihaz türünde, nüfusun görüntülemeye ve cihaza erişimi ve cihazın kullanım sıklığını ifade eden kriterler doğrultusunda, mevcudiyet ve kullanım boyutlarında tıbbi görüntüleme cihazlarına erişim performansı çok kriterli karar verme teknikleriyle değerlendirilmiştir. Ülkelerin performansında etkili veya önemli olan kriterler veri seti vasıtasıyla CRITIC ve Entropi teknikleriyle saptanmıştır. Bunun sonucunda ülkeler arası tıbbi görüntüleme cihazlarına erişimde eşitsizliklerin cihaz türlerine göre değiştiği, değerlendirilen yıllarda en çok PET cihazına ve görüntülemeye erişimde eşitsizliklerin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Ülkelerin artan hastalık yükleri karşısında özellikle başta kardiyovasküler hastalıklar ve kanser olmak üzere bulaşıcı ve bulaşıcı olmayan hastalıklarla mücadelede BT, MR ve PET gibi tıbbi görüntüleme cihazlarına erişimi oldukça önemlidir. Kanser yönetiminde ön plana çıkmaya başlayan PET görüntülemeye ve cihazına erişimin artırılmasının ülkelerin strateji geliştirmesi gereken sağlık politikası alanlarından biri olarak görülmektedir. Ayrıca görüntülemeye erişimin artırılmasının sağlık düzeyi göstergelerine etkisi ve ekonomik faydaları (Hricak vd., 2021; Karrouk vd., 2022; Abbam, 2014) göz önünde bulundurulursa, ülkelerin gelişimine ve kalkınmasına olumlu etkileri olabilir.

Ülkelerin performans sıralamaları sonucunda tıbbi görüntüleme cihazlarına erişimi iyi ülkelerin nüfusa düşen tıbbi görüntülemeleri yüksek olmakla birlikte cihaza düşen nüfusu ve görüntülemesi düşüktür. Performansı düşük ülkelerde ise cihaz başına düşen görüntülemenin ve nüfusun çok yüksek olduğu ülkeler ile nüfusa ve cihaza düşen görüntülemesi çok düşük olan ülkelerin beraber yer aldığı görülmüştür. Düşük performans gösteren ülkelerden İsrail, Macaristan ve Türkiye gibi ülkelerin kaynaklarını, Romanya ve Bulgaristan gibi ülkelerin nüfusun görüntülemeye erişimini ve Sırbistan'ın ise hem mevcut kaynaklarını hem de tıbbi görüntülemeye erişimi artırıcı girişimlerde bulunması gerekir.

Performans değerlendirmesi sonucunda tıbbi görüntüleme cihazlarına erişimi düşük ve yüksek ülkelerin, cihaz türlerine ve yıllara göre nüfusunun cihaza ve görüntülemeye erişimi değişmiştir. Bu ülkelerin sağlık harcamaları ve sağlık düzeyi göstergeleri incelendiğinde net bir ilişkiden söz etmek zordur. Sağlık harcaması düşük bazı ülkelerden kimisi yüksek (Güney Kore) kimisi düşük (Türkiye ve İsrail) tıbbi görüntüleme cihazlarına erişim gösterebilmektedir. Ayrıca yüksek sağlık harcamasına ve iyi tıbbi görüntüleme cihazlarına erişimi olan lke (ABD) sağlık düzeyi göstergelerinde kötü olabilmektedir.

Ülkelerin K Ortalamalar analizi sonucunda, kriterler doğrultusunda 2 grupta kümelendiği ve Türkiye, İsrail ve Macaristan'ın benzer yapıda ülkeler olduğu elde edilmiştir. Ayrıca bu ülkelerin tıbbi görüntüleme cihazlarına erişim performansları benzer olup literatürde yapılan kümeleme çalışmaları sonuçlarına göre sağlık düzeyi ltleri (Alptekin ve Yeşilaydın, 2015), sağlık göstergeleri (Songr, 2016a) ve sağlık harcamaları (etintrk ve Gençtürk, 2020) açısından da benzer olduğu tespit edilmiştir. Bu üç ülkenin diğer ülkelere göre üç kat fazla görüntüleme yapması ve nüfusuna düşen cihaz sayısının düşük olması cihaz başı tıbbi görüntüleme yükünü artırmıştır. Bu ülkelerin başta PET cihazı olmak üzere tıbbi görüntüleme kaynaklarının artırmasının performanslarını iyileştirme noktasında önemli olabilir. Tüm ülkelerin tıbbi teknoloji kaynaklarının dağılımını nüfus, hastalık yükleri ve cihazın kullanım sıklığı göz önünde bulundurularak yapılmasının, erişimin iyileştirilmesini ve kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlayabilir.

Tıbbi görüntüleme cihazlarına erişimin değerlendirildiği bu çalışmanın sonuçları sağlık ve çok kriterli karar verme alanındaki araştırmacılara, ülkelerin sağlık yönetiminden sorumlu birimlere, tıbbi cihazların yaşam döngüsünde aktif rol alan biyomedikal mühendislere ve tedarikçilere ilgili karar süreçlerinde katkı sağlayabilir. Literatürde erişim değerlendirmesini çok kriterli karar verme analiziyle yapan çalışmaların sıklığı düşük olmakla birlikte tıbbi görüntüleme cihazlarına erişimi değerlendiren çalışmalar yok denilecek kadar azdır. Bu yüzden çalışmanın literatüre katkısının önemli olduğu düşünülmektedir.

Sağlık hizmetleri veya tıbbi cihazlar için erişim kavramı bir çok faktörü barındırması dolayısıyla çok boyutlu yapının değerlendirilmesine olanak sağlayan çok kriterli karar verme teknikleriyle birlikte kullanımı artırılabilir. Ayrıca bu çalışmada tıbbi görüntüleme cihazlarına erişim mevcudiyet ve kullanım doğrultusunda değerlendirilmiştir. Ülkelerin tıbbi cihazlara erişimi satın alınabilirlik, kabul edilebilirlik ve kalite gibi diğer boyutları da içeren faklı çalışmalar oluşturulabilir.

KAYNAKÇA

- Abbam, G. (2014). What role does technology play in improving access to healthcare? *Diversity and Equality in Health and Care*, 11(3), 173-175. doi:<https://www.doi.org/10.21767/2049-5471.1000e4>
- Acar, E. (2022). Comparison of the performances of OECD countries in the perspective of socio-economic global indices: CRITIC-based CoCoCo method. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 73, 256-277. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dpusbe> adresinden alındı
- Aday, L. A., and Andersen, R. (1974). A framework for the study of access to medical care. *Health Services Research*, 9(3), 208-220.
- Ademe, B. W., Tebeje, B., and Molla, A. (2016). Availability and utilization of medical devices in Jimma zone hospitals, Southwest Ethiopia: a case study. *BMC Health Services Research*, 16, 1-10. doi:<https://doi.org/10.1186/s12913-016-1523-2>
- Ağaç, G. ve Baki, B. (2016). Sağlık alanında çok kriterli karar verme teknikleri kullanımı: Literatür incelemesi. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 19(3), 343-363.
- Akter, S., Davies, K., Rich, J. L., and Inder, K. J. (2019). Indigenous women's access to maternal healthcare services in lower- and middle-income countries: A systematic integrative review. *International Journal of Public Health*, 64, 343–353. doi:<https://doi.org/10.1007/s00038-018-1177-4>
- Aljondi, R., and Alghamdi, S. (2020). Diagnostic value of imaging modalities for Covid-19: Scoping review. *Journal of Medical Internet Research*, 22(8), 11. doi:<http://dx.doi.org/10.2196/19673>
- Alkaya, A. ve Alkaş, C. (2021). OECD ülkelerinin sağlık göstergelerine göre kümeleme analizi sınıflaması. *Sosyal Güvençe*(19), 427-474. doi:<https://doi.org/10.21441/sosyalguvence.1050881>
- Almeida, J. D., Conceição, S. V., and Magalhães, V. S. (2022). An optimization model for equitable accessibility to magnetic resonance imaging technology in developing countries. *Decision Analytics Journal*, 4, 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.dajour.2022.100105>
- Alptekin, N. ve Yeşilaydın, G. (2015). OECD ülkelerinin sağlık göstergelerine göre bulanık kümeleme analizi ile sınıflandırılması. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 7(4), 137–155.

- Altıntaş, F. F. (2021). G7 ülkelerinin bilgi performanslarının analizi: CoCoSo yöntemi ile bir uygulama. *Journal of Life Economics*, 8(3), 337-347. doi:<https://doi.org/10.15637/jlecon.6.006>
- Anand, K., Saini, S. K., Singh, B. K., and Veermaram, C. (2010). Global medical device nomenclature: The concept for reducing device-related medical errors. *Journal of Young Pharmacists*, 2(4), 403-409. doi:<https://doi.org/10.4103/0975-1483.71637>
- Aranson, J. K., Heneghan, C., and Ferner, R. E. (2019). Medical devices: Definition, classification, and regulatory implications. *Drug Safety*, 43, 83-93. doi:<https://doi.org/10.1007/s40264-019-00878-3>
- Arbelaitz, O., Gurrutxaga, I., Muguerza, J., Perez, J. M., and Perona, I. (2013). An extensive comparative study of cluster validity indices. *Pattern Recognition*, 46(1), 243-256. doi:<https://doi.org/10.1016/j.patcog.2012.07.021>
- Aridi, M., Hussein, B., Hassan, M. H., and Khachfe, H. M. (2016). A novel approach for healthcare equipments lifespan assessment. *International Journal on Advances in Life Sciences*, 8(1and2), 1-15.
- Arslankaya, S. ve Göraltay, K. (2019). *Çok kriterli karar verme yöntemlerinde güncel yaklaşımlar*. Ankara: İKSAD Yayınevi.
- Arthur, D., and Vassilvitskii, S. (2007). k-means++: The Advantages of careful seeding. *proceedings of the eighteenth annual ACM-SIAM symposium on discrete algorithms*, (s. 1027-1035).
- Aslanyürek, M. ve Mesut, A. (2021). Kümeleme performansını ölçmek için yeni bir yöntem ve metin kümeleme için değerlendirmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*(27), 53-65. doi: 10.31590/ejosat.932938
- Assi, R., Özger İlhan, S., and İlhan, M. N. (2019). Health needs and access to health care: the case of Syrian refugees in Turkey. *Public Health*, 172, 146-152. doi:<https://doi.org/10.1016/j.puhe.2019.05.004>
- Atlan, F. ve Pençe, İ. (2021). Yapay zekâ ve tıbbi görüntüleme teknolojilerine genel bakış. *Acta Infologica*, 5(1), 207-230. doi:<https://doi.org/10.26650/acin.813736>
- Ayan, B., Abacıoğlu, S., and Babilio, M. P. (2023). A Comprehensive review of the novel weighting methods for multi-criteria decision-making. *Information*, 14(5), 1-28. doi:<http://dx.doi.org/10.3390/info14050285>
- Bankman, I. N. (2009). *Handbook of medical image processing and analysis*. Boston: Academic Press.
- Batur, G. D. ve Erol, S. (2018). Sağlık sistemlerinde yöneylem araştırması teknikleri: 2007-2017 yılları arası literatür taraması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik*

doi:<https://dx.doi.org/10.5505/pajes.2017.44389>

- Beck, R. G. (1973). Economic class and access to physician services under public medical care insurance. *International Journal of Health Services*, 3(3), 341-355. doi:<https://doi.org/10.2190/9J37-6TD1-P1PE-4FN4>
- Bektaş, S. (2022). Türk sigorta sektörünün 2002-2021 dönemi için MEREC, LOPCOW, COCOSO, EDAS ÇKKV yöntemleri ile performansının değerlendirilmesi. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, 16(2), 247-283. doi:<http://doi.org/10.46520/bddkdergisi.1178359>
- Biswas, S. (2020). Measuring Performance of healthcare supply chains in india: a comparative analysis of multi-criteria decision making methods. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 3(2), 162-189. doi:<https://doi.org/10.31181/dmame2003162b>
- Brans, J. P., and Mareschal, B. (2005). PROMETHEE methods. *Multiple criteria decision analysis: State of art surveys*. içinde (s. 163-195) New York: Springer. doi:https://doi.org/10.1007/0-387-23081-5_5
- Brans, J. P., and Vincke, P. (1985). A preference ranking organisation method (The PROMETHEE method for multiple criteria decision-making). *Management Science*, 31(6), 647-656.
- Bright, T., and Kuper, H. (2018). A systematic review of access to general healthcare services for people with disabilities in low and middle income countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(9), 1-29. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph15091879>
- Brundisini, F., Giacomini, M., DeJean, D., Vanstone, M., Winsor, S., and Smith, A. (2013). Chronic disease patients' experiences with accessing health care in rural and remote areas. *Ontario Health Technology Assessment Series*, 13(15), 1-33. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3817950/> adresinden alındı
- Bull, C., Howie, P., and Callander, E. J. (2022). Inequities in vulnerable children's access to health services in Australia. *BMJ Global Health*, 1-11. doi:<http://dx.doi.org/10.1136/bmjgh-2021-007961>
- Caetano, J., Carriço, N., and Covas, D. (2022). Lessons Learnt from the application of MCDA sorting methods to pipe network rehabilitation prioritization. *Water*, 14, 736. doi:<https://doi.org/10.3390/w14050736>
- CAR. (2013). *Lifecycle guidance for medical imaging equipment in canada*. Canadian Association of Radiologists.

- Carroll, C., Sworn, K., Booth, A., Tsuchiya, A., Maden, M., and Rosenberg, M. (2021). Equity in healthcare access and service coverage for older people: a scoping review of the conceptual literature. *Integrated Healthcare Journal*, 4(1), 1-18. doi:<https://doi.org/10.1136/ihj-2021-000092>
- Chang, K.-H. (2023). Integrating subjective-objective weights consideration and a combined compromise solution method for handling supplier selection issues. *Systems*, 11, 1-19. doi:<https://doi.org/10.3390/systems11020074>
- Clark, D. W. (1983). Dimensions of the concept of access to health care. *Bulletin of the New York Academy of Medicine*, 59(1), 8.
- COCİR. (2021). *Medical imaging equipment age profile and density 2021 edition*. Belgium: European Coordination Committee of the Radiological, Electromedical and Healthcare IT Industry.
- Çağdaş, Y. (2020). Koronavirüs (Covid-19) salgınının ekonomi ve kamu maliyesine etkilerinin kümeleme analizi ile incelenmesi. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 5(Özel Sayı), 137-163. doi:<https://doi.org/10.30784/epfad.811203>
- Çağlar, A. ve Keten, N. D. (2019). İllerin sağlık endeksi: Bileşik endeks yaklaşımı ile bir deneme. *Düzce Tıp Fakültesi Dergisi*, 21(1), 42-53. doi:10.18678/dtfd.521027
- Çakmak, Z. (1999). Kümeleme analizinde geçerlilik problemi ve kümeleme sonuçlarının değerlendirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*(3), 187-205.
- Çalış, N. ve Sakarya, Ş. (2022). Covid-19 döneminde ve öncesinde firmaların finansal performanslarının CRITIC temelli CoCoSo yöntemi ile analizi; Bist otomotiv sektörü üzerine bir uygulama. *Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, 6(2), 287-322. doi:<https://doi.org/10.33399/biibfad.1142744>
- Çelik, Ş. (2013). Kümeleme analizi ile sağlık göstergelerine göre Türkiye'deki illerin sınıflandırılması. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 14(2), 175-194.
- Çelikkilek, Y. ve Özdemir, M. (2020). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Çetintürk, İ. ve Gençtürk, M. (2020). OECD ülkelerinin sağlık harcama göstergelerinin kümeleme analizi ile sınıflandırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 11(26), 228-244. doi:<https://doi.org/10.21076/vizyoner.650681>
- Çiftaslan, M. E. ve Rençber, Ö. F. (2022). IDOCRIW ve CoCoSo yöntemleri ile sistemik önemli bankaların performans analizi: Türkiye örneği. *Kahramanmaraş*

- Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(21. Uluslararası İşletmecilik Kongresi Özel Sayısı), 54-72.doi: <https://doi.org/10.33437/ksusbd.1135258>
- Çınaroğlu, E. (2021). CRITIC temelli CODAS ve ROV yöntemleri ile AB ülkeleri yaşam kalitesi analizi. *Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(1), 337-363. doi:<https://doi.org/10.33399/biibfad.868418>
- Çınaroğlu, S., and Baser, O. (2017). Spatial distribution of total number of medical devices in Turkey: A classification analysis. *A Multifaceted Peer Reviewed Journal in the field of Medicine and Public Health*, 7(2), 102-106. doi:10.5530/ijmedph.2017.2.20
- Das, P. P., and Chakraborty, S. (2022). SWARA-CoCoSo method-based parametric optimization of green dry milling processes. *Journal of Engineering and Applied Science*, 69(35), 1-21. doi:<https://doi.org/10.1186/s44147-022-00087-3>
- Deloitte. (2021). *Sağlığın dinamosu: Türkiye tıbbi teknoloji ve cihaz sektörü*. Deloitte Danışmanlık A.Ş. Ekim 2022 tarihinde https://www.seis.org.tr/cms-uploads/2022/03/Tibbi_Cihaz_Sektor_Raporu.pdf adresinden alındı
- Demircioğlu, M. ve Eşiyok, S. (2020). Covid-19 salgını ile mücadelede kümeleme analizi ile ülkelerin sınıflandırılması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(37), 369-389.
- Deniz, M. (2018). Uşak şehrinde aile sağlığı merkezlerine erişilebilirliğin CBS ile analizi. *Electronic Turkish Studies*, 13(26), 475-491. doi:<https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.14404>
- Diaby, V., Campbell, K., and Goeree, R. (2013). Multi-criteria decision analysis (MCDA) in health care: A bibliometric analysis. *Operations Research for Health Care*, 2(1-2), 20-24. doi:<https://doi.org/10.1016/j.orhc.2013.03.001>
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G., and Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The CRITIC method. *Computers and Operations Research*, 22(7), 763-770. doi:[https://doi.org/10.1016/0305-0548\(94\)00059-H](https://doi.org/10.1016/0305-0548(94)00059-H)
- Doetsch, J., Pilot, E., Santana, P., and Krafft, T. (2017). Potential barriers in healthcare access of the elderly population influenced by the economic crisis and the troika agreement: a qualitative case study in Lisbon, Portugal. *International Journal for Equity in Health*, 16(184), 1-17. doi:<https://doi.org/10.1186/s12939-017-0679-7>
- Donebedian, A. (1980). *The definition of quality and approaches to its assessment*. Ann Arbor: Michigan Health Administration Press.

- Doumpos, M., and Zopounidis, C. (2002). *Multicriteria decision aid classification methods* (Cilt 73). New York: Kluwer Academic Publishers. doi:<https://doi.org/10.1007/b101986>
- Durmuş, M. (2015). *Kriter ağırlıklandırma yöntemlerinin karşılaştırılması*. Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.Yüksek Lisans Tezi
- Dwivedi, P. P., and Sharma, D. K. (2022). Application of Shannon Entropy and COCOSO techniques to analyze performance of sustainable development goals: The case of the Indian Union Territories. *Results in Engineering*, 14, 1-9. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100416>
- Emamat, M., Mota, C., Mehregan, M. R., Moghadam , M., and Nemery , P. (2022). Using ELECTRE-TRI and FlowSort methods in a stock portfolio selection context. *Financial Innovation*, 11(2022), 1-35. doi:<https://doi.org/10.1186/s40854-021-00318-1>
- Erbay, E. ve Akyürek, Ç. E. (2020). Hastanelerde çok kriterli karar verme uygulamalarının sistematik derlemesi. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(2), 612-645. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ahbvuibfd/issue/56396/638701> adresinden alındı
- Ersoy, N. (2021). Normalization procedures for CoCoSo method: A comparative analysis under different scenarios. *Dokuz Eylül University Journal of the Faculty of Business*, 23(2), 217-234. doi: 10.24889/ifede.974252
- Es, H. A., Hamzaçebi, C. ve Ümit Fırat, S. (2016). Flowsort yöntemi ile gelişmiş ülkelerin ar-ge faaliyetlerine göre sınıflandırılması. 3. *International Management Information Systems Conference*, (s. 163-173). İzmir.
- Es, H. A., Hamzaçebi, C. ve Ümit Fırat, S. (2017). Bulanık Flowsort Yöntemiyle Türkiye’de illerin eğitim hizmetlerine göre sınıflandırılması. *Kent Akademisi*, 10(3), 323-337. <https://dergipark.org.tr/en/pub/kent/issue/34453/382527> adresinden alındı
- ESR. (2014). Renewal of radiological equipment. *Insights Imaging*, 5, 543-546.
- EU. (2017a). *EUR-Lex*. Aralık 2022 tarihinde <http://data.europa.eu/eli/reg/2017/745/oj> adresinden alındı
- EU. (2017b). Aralık 2022 tarihinde EUR-Lex: <http://data.europa.eu/eli/reg/2017/746/oj> adresinden alındı
- EU. (2023). *European Medical Device Nomenclature (EMDN)*. European Commission: <https://webgate.ec.europa.eu/dyna2/emdn/> adresinden alındı

- EURO. (2023). *Eurostat*. European Union:
<https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database> adresinden alındı
- Evans, D. B., Hsu, J., and Boerma, T. (2013). Universal health coverage and universal access. *Bulletin of the World Health Organization*, 91, 546-546A. doi:<http://dx.doi.org/10.2471/BLT.13.125450>
- Faisal, M., and Sharawi, A. (2015). Prioritize medical equipment replacement using analytical hierarchy process. *IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE)*, 10(3), 55-63. doi: 10.9790/1676-10325563
- FDA. (2022, Ocak 18). www.fda.gov. U.S. Food and Drug Administration:
<https://www.fda.gov/medical-devices/classify-your-medical-device/how-determine-if-your-product-medical-device#step1> adresinden alındı
- Fortney, J. C., Bosworth, H. B., Burgess, J. F., Booth, B. M., and Kaboli, P. J. (2011). A Re-conceptualization of access for 21st century healthcare. *Journal of General Internal Medicine*, 26, 639-647. doi:<https://doi.org/10.1007/s11606-011-1806-6>
- Frija, G., Blažić, I., Frush, D. P., Hierath, M., Kawooya, M., Donoso-Bach, L., and Brkljačić, B. (2021). How to improve access to medical imaging in low-and middle-income countries? *EClinicalMedicine*, 38, 7.
- Frost, L. J., and Reich, M. C. (2008). *Access: how do good health technologies get to poor people in poor countries?* USA: Harvard Center for Population and Development Studies.
- Gabrani, J., Schindler, C., and Wyss, K. (2020). Factors associated with the utilisation of primary care services: a cross-sectional study in public and private facilities in Albania. *BMJ Open*, 10(12), 1-11. doi:<http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2020-040398>
- Genç, T. (2013). G7 Ülkelerinden seçilen üyelerin makro ekonomik kriterlere göre FlowSort ve ELECTRE Trİ yöntemi ile sınıflandırılması. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 333-348.
- Ghanbarzadegan, A., Balasubramanian, M., Luzzi, L., Brennan, D., and Bastani, P. (2021). Inequality in dental services: a scoping review on the role of access toward achieving universal health coverage in oral health. *BMC Oral Health*, 21, 1-11. doi:<https://doi.org/10.1186/s12903-021-01765-z>
- Ghorbanzadeh, M., Kim, K., Ozguven, E. E., and Horner, M. W. (2020). A comparative analysis of transportation-based accessibility to mental health services. *Transportation Research Part D*, 81, 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102278>

- GHTF. (2012). *Definition of the terms 'Medical Device' and 'In Vitro Diagnostic (IVD)'*. Global Harmonization Task Force (International Medical Device Regulators Forum).
<https://www.imdrf.org/sites/default/files/docs/ghtf/final/sg1/technical-docs/ghtf-sg1-n071-2012-definition-of-terms-120516.pdf> adresinden alındı
- GHTF. (2012). *Principles of medical devices classification*. The Global Harmonization Task Force. Mart 2023 tarihinde
<https://www.imdrf.org/sites/default/files/docs/ghtf/final/sg1/technical-docs/ghtf-sg1-n77-2012-principles-medical-devices-classification-121102.pdf> adresinden alındı
- Gibson, J., and O'Connor, R. (2010). Access to health care for disabled people: a systematic review. *Social Care and Neurodisability*, 1(3), 21-31.
doi:<https://doi.org/10.5042/scn.2010.0599>
- Gözlü, M. ve Tatlıdil, H. (2015). Türkiye'deki 81 ilin kamu tarafından sunulan sağlık hizmetlerine erişim durumları. *Sosyal Güvenlik Dergisi*, 5(2), 145-165.
- Graves, B. A. (2008). Integrative literature review: A review of literature related to geographical information systems, healthcare access, and health outcomes. *Perspectives in Health Information Management*, 5(11), 1-13.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18698429> adresinden alındı
- Henschke, C., Perleth, M., Panteli, D., and Busse, R. (2015). Taxonomy of medical devices in the logic of health technology assessment. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 31(5), 324-330.
doi:<http://dx.doi.org/10.1017/S0266462315000562>
- Hricak, H., Abdel-Wahab, M., Atun, R., Lette, M. M., Paez, D., Brink, J. A., . . . Scott, A. M. (2021). Medical imaging and nuclear medicine: a Lancet Oncology Commission. *Lancet Onkolojisi*, 22(4), e136-e172.
doi:[https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(20\)30751-8](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(20)30751-8)
- IAEA. (2023). *Directory of Radiotherapy Centres (DIRAC)*. Aralık 4, 2022 tarihinde International Atomic Energy Agency: <https://dirac.iaea.org/Query/Map2?mapId=0> adresinden alındı
- Iandanza, E., Cerofolini, S., Lombardo, C., Satta, F., and Gherardelli, M. (2021). Medical devices nomenclature systems: a scoping review. *Health and Technology*, 11, 681-692. doi:<https://doi.org/10.1007/s12553-021-00567-1>
- İlgün, G., Sönmez, S. ve Koca, G. Ş. (2021). Tıbbi cihaz kullanım durumunun değerlendirilmesi: Türkiye ve Avrupa Birliği ülkeleri üzerine bir araştırma.

Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2021(60), 381-398. doi:10.18070/erciyesiibd.874217

IMAGINE. (2023). *Medical imaging and nuclear medicine global resources database*. Mayıs 2023 tarihinde International Atomic Energy Agency (IAEA): <https://humanhealth.iaea.org/HHW/DBStatistics/IMAGINE.html> adresinden alındı

Ishizaka, A., and Nemery, P. (2013). *Multi-criteria decision analysis: Methods and software*. WILEY. https://books.google.com.tr/books?hl=tr&andlr=andid=oluV7rT6DqIC&doi=fnda&ndpg=PP9&anddq=ishizaka+and+nemery+multi-criteria+decision+analysis&ots=MNA5WtinaD&sig=2ARPsp1VbCex6nyDjCLZhejEuLMandredir_esc=y#v=onepage&q=ishizaka%20and%20nemery%20multi-criteria%20decision%20 adresinden alındı

İzgüden, D., Sezer Korucu, K., Çalışkan Söylemez, Ş. ve Demir, M. (2022). OECD ülkelerinin sağlık göstergeleri ve sağlık ekipmanlarının Entropi temelli ARAS ve SAW yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 13(35), 731-755. doi:<https://doi.org/10.21076/vizyoner.1002922>

Jahan, A., and Edwards, K. L. (2015). A State-of-the-art survey on the influence of normalization techniques in ranking: Improving the materials selection process in engineering design. *Materials and Design*, 65(1), 335-342. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2014.09.022>

Kalavani, K., Haqbin, A., Shojaei, P., and Zare, Z. (2022). Investigating the development and access to healthcare services across Iranian provinces. *Asia Pacific Journal of Health Management*, 17(3), 1-10. doi:10.24083/apjhm.v17i3.1673

Karadayı, M. A., Yılmaz, B. Ö., Erol, B. E. ve Tozan, H. (2020). Sağlık teknolojisi değerlendirmede çok kriterli karar verme yaklaşımları üzerine bir derleme çalışması. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(1), 264-289. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dubited/issue/49725/602936> adresinden alındı

Karaer, M. ve Tatlıdil, H. (2019). Türkiye'deki 81 ilin bazı sağlık göstergeleri ile temel bileşenler analizi ve gri ilişkisel analiz açısından değerlendirilmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 8(1), 44-54.

Karrouk, Y., Ezouine, D., Zerrouk, M. H. and Oliva, M. A. (2022). Evaluation of the impact of health technologies on life expectancy and Avoidable mortality in Asian

- and Europe countries: case study of Japan, South Korea, Lithuania and Luxembourg. *ETHICOMP 2022*, 178-187.
- Kasban, H., El-Bendary, M., and Salama, D. H. (2015). A Comparative study of medical imaging techniques. *International Journal of Information Science and Intelligent System*, 4(2), 37-58.
- Kaufman, L., and Rousseeuw, P. J. (2009). *Finding groups in data: an introduction to ckuster analysis*. 335: John Wiley and Sons.
- Khan, I., Pintelon, L., and Martin, H. (2022). The application of multicriteria decision analysis methods in health care: A literature review. *Medical Decision Making*, 42(2), 262-274. doi:<https://doi.org/10.1177/0272989x211019040>
- Khan, S., and Haleem, A. (2021). Investigation of circular economy practices in the context of emerging economies: a CoCoSo approach. *International Journal of Sustainable Engineering*, 14(3), 357-367. doi:<https://doi.org/10.1080/19397038.2020.1871442>
- Khatib, R., McKee, M., Shannon, H., Chow, C., Rangarajan, S., Teo, K., . . . Yusuf, S. (2016). Availability and affordability of cardiovascular disease medicines and their effect on use in high-income, middle-income, and low-income countries: an analysis of the PURE study data. *The Lancet*, 387(10013), 1-9. doi:[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00469-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00469-9)
- KHIDI. (2023). *Status of the global medical device market*. Mayıs 7, 2023 tarihinde One-stop Service Center for Medical Device Industry: <https://www.khidi.or.kr/board?menuId=MENU01253> adresinden alındı
- Kim, K., Ghorbanzadeh, M., Horner, M. W. and Ozguven, E. E. (2023). Assessment of disparities in spatial accessibility to vaccination sites in Florida. *Annals of GIS*, 28(3), 263-277. doi:<https://doi.org/10.1080/19475683.2022.2026474>
- Kiper, M. (2018). *Dünyada ve Türkiye'de tıbbi cihaz sektörü ve strateji önerisi*. (M. Kiper, Der.) Ankara: Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı.
- Kıran, Ş. ve Akbolat, M. (2021). Availability of health resources: A comparison of Turkey and selected OECD countries. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 24(3), 603-618.
- Köse, A. (2022). OECD ülkelerinin sağlık göstergeleri açısından kümeleme analizi yöntemine göre değerlendirilmesi. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 12(4), 2010-2021. doi:<https://doi.org/10.30783/nevsosbilen.1080274>
- Kuehn, M., LaMori, J., DeMartino, J. K., Mesa-Frias, M., Daron, J., Korrapati, L., . . . Kirson, N. (2022). Assessing barriers to access and equity for COVID-19

- vaccination in the US. *BMC Public Health*, 22(2263), 1-8.
doi:<https://doi.org/10.1186/s12889-022-14636-1>
- Kumrular, R. K. ve Polat, A. (2021). Klinik uygulamalarda ileri biyomedikal görüntüleme teknolojileri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*(23), 207-221.
doi:<https://doi.org/10.31590/ejosat.840321>
- Levesque, J. F., Harris, M. F., and Russell, G. (2013). Patient-centred access to health care: conceptualising access at the interface of health systems and populations. *International Journal for Equity in Health*, 12, 1-9.
doi:<https://doi.org/10.1186/1475-9276-12-18>
- Lolli, F., Ishizaka, A., Gamberini, R., Rimini, B., and Messori, M. (2015). FlowSort-GDSS – A novel group multi-criteria decision support system for sorting problems with application to FMEA. *Expert Systems with Applications*, 42(2015), 6342–6349. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2015.04.028>
- Lukić, R. M. (2021). Analiza efikasnosti osiguravajućih kompanija po vrstama osiguranja u Srbiji na bazi COCOSO metode. *Tokovi Osiguranja*, 37(2), 9-38.
- MacQueen, J. (1965). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. J. Neyman, and M. L. Lucien içinde, *Proceedings Of The Fifth Berkeley Symposium On Mathematical Statistics and Probability* (s. 281-297). Los Angeles LA USA : University of California Press .
- Martinez, W. L., and Martinez, A. R. (2005). *Exploratory data analysis with MATLAB*. A CRC Press Company.
- Mohamad, İ., and Usman, D. (2013). Standardization and its effects on K-Means clustering algorithm. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 6(17), 3299-3303.
- Moheimani, A., Sheikh, R., Hosseini, S., and Sana, S. S. (2020). Assessing the agility of hospitals in disaster management: application of interval type-2 fuzzy Flowsort inference system. *Soft Computing*, 25, 3955–3974.
doi:<https://doi.org/10.1007/s00500-020-05418-1>
- Morris, M. A., and Saboury, B. (2019). Access to imaging technology in global health. D. J. Mollura, M. P. Culp, and M. P. Lungren. *Radiology in Global Health Strategies, Implementation, and Applications* içinde (s. 15-33). Switzerland: Springer Cham. doi:<https://doi.org/10.1007/978-3-319-98485-8>
- Mosadeghrad, A. M. (2012). A conceptual framework for quality of care. *Mater Sociomed*, 24(4), 251-261. doi:<https://doi.org/10.5455%2Fmsm.2012.24.251-261>

- Mut, S. ve Akyürek, Ç. E. (2017). OECD ülkelerinin sağlık göstergelerine göre kümeleme analizi ile sınıflandırılması. *International Journal of Academic Value Studies (Javstudies)*, 3(12), 411-422.
- Naidich, J. J., Boltyenkov, A., Wang, J. J., Chusid, J., Hughes, D., and Sanelli, P. C. (2020). Impact of the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic on imaging case volumes. *Journal of the American College of Radiology*, 17(7), 865-872. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jacr.2020.05.004>
- Nak, H. ve Sağbaş, İ. (2020). Sağlık harcamaları kapsamında tıbbi görüntüleme cihazlarının bölgesel dağılımının analizi. *Maliye Çalışmaları Dergisi*, 63, 77-92. doi:10.26650/mcd2020-822594
- Nemery de Bellevaux, P. (2008). On the use of multicriteria ranking methods in sorting problems. *Docteur En Sciences de L'ingenieur*. Université Libre de Bruxelles, Faculté des Sciences Appliquées.
- Nemery, P., and Lamboray, C. (2008). FlowSort: A Flow-Based sorting method with limiting or central profiles. *Top*, 16(1), 90-113.
- Nikolić, D. (2020). Perspectives on multicriteria classification methods. Ž. Živković (Dü.), *International May Conference on Strategic Management (MCSM20)*. içinde 16, s. 424-435. Bor: University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Management Departmen.
- Noviandi, N., Stefanny, A., and Irawan, B. (2022). Clustering villages based on distance and accessibility to health facilities using the K-Means method. *Jurnal Teknologi dan Open Source*, 5(1), 35-42. doi:<http://dx.doi.org/10.36378/jtos..v5i1.2184>
- Obrist, B., Iteba, N., Lengeler, C., Makemba, A., Mshana, C., Nathan, R., . . . Hassan, M. (2007). Access to Health care in contexts of livelihood insecurity: A framework for analysis and action. *Plos Medicine*, 4(10), 1584-1588. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0040308>
- Odu, O. G. (2019). Weighting methods for multi-criteria decision making technique. *Journal of Applied Sciences and Enviromental Management*, 23(8), 1449-1457. doi:<https://dx.doi.org/10.4314/jasem.v23i8.7>
- OECD. (2023). *OECD.Stat*. Organisation for Economic Co-operation and Development: <https://stats.oecd.org/> adresinden alındı
- Olteanu, A. L. (2013). On clustering in multiple criteria decision aid: Theory and applications. *Doctoral Disserttion*. Télécom Bretagne, Université de Bretagne Occidentale.

- Onega, T., Hubbard, R., Hill, D., Lee, C. I., Haas, J. S., Carlos, H. A., . . . Tosteson, A. N. (2014). Geographic access to breast imaging for US women. *Journal of the American College of Radiology*, 11(9), 874-882. doi:https://doi.org/10.1016/j.jacr.2014.03.022
- Ortíz-Barrios, M., Jaramillo-Rueda, N., Gul, M., Yucesan, M., Jiménez-Delgado, G., and Alfaro-Saiz, J. J. (2023). A fuzzy hybrid MCDM approach for assessing the emergency department performance during the COVID-19 outbreak. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5), 4591. doi:https://doi.org/10.3390/ijerph20054591
- Oruç, K. O. ve Demirbaş, K. (2020). İşletmelerin finansal başarısızlığının AHP Temelli ELECTRE TRI ve FLOWSORT yöntemleri ile tahmin edilmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 15(3), 975-1000.
- Ouma, P., Macharia, P. M., Okiro, E., and Alegana, V. (2021). methods of measuring spatial accessibility to health care in Uganda. P. T. Makanga (Der), *Practicing Health Geography The African Context* içinde (s. 77-90). Springer Cham. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-030-63471-1_6
- Özdağoğlu, A., Keleş, M. K. ve Yörük Eren, F. (2020a). SWARA Tabanlı WSM ve CODAS Yöntemleri ile Biyokimya Hormon Cihazı Seçimi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*, 10(1), 371-396.
- Özdağoğlu, A., Ulutaş, A., and Keleş, M. K. (2020b). The ranking of Turkish universities with COCOSO and MARCOS. *Proceedings of The Third Economics, Business And Organization Research (EBOR) Conference* (s. 374-392). Rome: Economics Business and Organization Research.
- Padeiro, M. (2018). Geographical accessibility to community pharmacies by the elderly in metropolitan Lisbon. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 14(7), 653-662. doi:https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2017.07.014
- Pamučar, D. (2020). Multi-criteria decision making and validation of the results. Ž. Živković (Dü.), *International May Conference on Strategic Management (IMCSM20)* içinde 16, s. 11-26. Bor: University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Management Department.
- Pandit, S., and Gupta, S. (2011). A comparative study on distance measuring approaches for clustering. *International Journal of Research in Computer Science*, 2(1), 29-31. doi:10.7815/ijorcs.21.2011.011
- Patel, K., Rahid, A., Spear, L., and Gholamrezanezhad, A. (2023). A global review of the impacts of the coronavirus (COVID-19) pandemic on radiology practice,

- finances, and operations. *Life*, 13(4), 962.
doi:<https://doi.org/10.3390/life13040962>
- Pekkaya, M. ve Dökmen, G. (2019). OECD ülkelerinin kamu sağlık harcamalarının ÇKKV yöntemleri ile performans değerlendirmesi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 15(4), 923-950.
doi:<http://dx.doi.org/10.17130/ijmeh.2019456391>
- Penchansky, R., and Thomas, W. (1981). The concept of access: Definition and relationship to consumer satisfaction. *Medical Care*, 19(2), 127-140.
<https://www.jstor.org/stable/3764310> adresinden alındı
- Peng, X., and Huang, H. (2020). Fuzzy decision making method based on CoCoSo with CRITIC for financial risk evaluation. *Technological and Economic Development of Economy*, 26(4), 695-724. doi:<https://doi.org/10.3846/tede.2020.11920>
- Peng, X., Krishankumar, R., and Ravichandran, K. S. (2021). A novel interval-valued fuzzy soft decision-making method based on CoCoSo and CRITIC for intelligent healthcare management evaluation. *Soft Computing*, 25, 4213-4241.
doi:<https://doi.org/10.1007/s00500-020-05437-y>
- Peters, D. H., Gang, A., Bloom, G., Walker, D. G., Brieger, W. R. and Hafizur Rahman, M. (2008). Poverty and access to health care in developing countries. *Annals of the new York Academy of Sciences*, 1136(1), 161-171.
doi:<https://doi.org/10.1196/annals.1425.011>
- Popovic, M. (2021). An MCDM approach for personnel selection using the CoCoSo method. *Journal of Process Management and New Technologies*, 9(3-4), 78-88.
doi:<http://dx.doi.org/10.5937/jpmnt9-34876>
- Prajapati, R., and Liebling, H. (2021). Accessing Mental health services: A systematic review and meta-ethnography of the experiences of South Asian Service users in the UK. *Journal of Racial and Ethnic Health Disparities*, 9(2), 598-619.
doi:<https://doi.org/10.1007%2Fs40615-021-00993-x>
- Reddy, C. K., and Vinzamuri, B. (2014). A survey of partitional and hierarchical clustering algorithms. C. C. Aggarwal and C. K. Reddy (Der), *Data Clustering Algorithms and Applications* içinde (s. 87-106). Taylor and Francis Group.
- Remadi, F. D., and Frikha, H. M. (2022). An extension of The FLOWSORT method based on intuitionistic fuzzy set theory to solve multicriteria decision making problems. *RAIRO Operations Research*, 56(3), 1491-1501.
doi:<https://doi.org/10.1051/ro/2022013>

- Rousseeuw, P. J. (1987). Silhouettes: A Graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 20(1), 53-65.
- Roy, B., and Bouyssou, D. (1993). *Aide multicritere a la decision methodes et cas*. Paris: Economica.
- Russell, D. J., Humphreys, J. S., Ward, B., Chisholm, M., Buykx, P., McGrail, M., and Wakerman, J. (2013). Helping policy-makers address rural health access problems. *The Australian Journal of Rural Health*, 21, 31-71. doi:<https://doi.org/10.1111/ajr.12023>
- Saitta, S., Raphael, B., and Smith, I. F. (2008). A comprehensive validity index for clustering. *Intelligent Data Analysis*, 12(6), 529-548. <http://content.iospress.com/articles/intelligent-data-analysis/ida00346> adresinden alındı
- Sarıman, G. (2011). Veri madenciliğinde kümeleme teknikleri üzerine bir çalışma: K-Means ve K-Medoids kümeleme algoritmalarının karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(3), 192-202.
- Sarıyıldız, A. Y. (2022). Evaluation of the health performances of the regions affiliated to the ministry of health by multi-criteria decision making techniques. *Health Sciences Medicine*, 5(6), 1562-1567. doi: 10.32322/jhsm.1136265
- Seo, G., Park, S., and Lee, M. (2022). How to calculate the life cycle of high-risk medical devices for patient safety. *Frontiers in Public Health*, 1-10. doi:<https://www.frontiersin.org/journals/public-health#editorial-board>
- Sielska, A. (2019). Comparison of healthcare performance and its determinants in european countries using the TOPSIS approach. *In Warsaw Forum of Economic Sociology*, 10(20), 71-94.
- Silva, W., Figueira, M., and Silva, E. (2018). Integrative literature review: access to primary healthcare services. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 71(3), 1178-1188. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0441>
- Songur, C. (2016a). Türkiye’de sağlık reformları ve sağlık harcamalarının değerlendirilmesi sağlık göstergelerine göre ekonomik kalkınma ve işbirliği örgütü ülkelerinin kümeleme analizi. *Sosyal Güvenlik Dergisi*, 6(1), 197-224.
- Songur, C. and Top, M. (2016b). Regional clustering of medical imaging technologies. *Computers in Human Behavior*, 61, 333-343. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2016.03.056>

- Starczewski, A., and Krzyzak, A. (2015). Performance evaluation of the Silhouette index. L. Rutkowski, M. Korytkowski, R. Scherer, R. Tadausiewicz, L. A. Zadeh, and J. M. Zurada (Dü.), in *Artificial Intelligence and Soft Computing* (s. 49-58). Switzerland: Springer International Publishing.
- Şemin, S. (1999). *Sağlık hizmetlerinde teknoloji*. Ankara, Yenişehir: Türk Tabipleri Birliği.
- Şener, S. ve Koltan Yılmaz, Ş. (2021). Entropi tabanlı ELECTRE TRI ve K-ortalamalar yöntemleriyle ülkelerin refah düzeyine göre değerlendirilmesi. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 21(2), 191-209. doi:http://dx.doi.org/10.25294/auibfd.888980
- Şenkayas, H. ve Hekimoğlu, H. (2013). Çok kriterli tedarikçi seçimi problemine PROMETHEE yöntemi uygulaması. *Verimlilik Dergisi*(2), 63-80.
- Şimşek, A. B. (2022a). Analysis of the change in the distribution of health human resources at the provincial level in Turkey in 2014-2019. *Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi*, 8(2), 171-184. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/usaysad/issue/72382/1130444> adresinden alındı
- Şimşek, A. B. ve Göktekin, Z. (2022b). Afet sonrası sağlık hizmeti sunum potansiyeline göre şehirlerin sınıflandırılması. *III. Uluslararası Afet Yönetimi Kongresi*, (s. 210-221). Tokat.
- Tase, A., Ni, M. Z., Buckle, P. W., and Hanna, G. B. (2022). Current status of medical device malfunction reporting: using end user experience to identify current problems. *BMJ Open Qual*, 11(2), 1-8. doi:10.1136/bmjoq-2022-001849
- Tharumia Jagadeesan, C., and Wirtz, V. J. (2021). Geographical accessibility of medicines: a systematic literature review of pharmacy mapping. *Journal of Pharmaceutical Policy and Practice*, 14(28), 1-13. doi:https://doi.org/10.1186/s40545-020-00291-7
- Thiede, M., Akweongo, P., and McIntyre, D. (2007). Exploring the dimensions of access. D. McIntyre, and G. Mooney içinde, *The Economics of Health Equity* (s. 103-123). Cambridge University Press .
- Tirkolae, E. B., and Torkayesh, A. E. (2022). A Cluster-based stratified hybrid decision support model under uncertainty: Sustainable healthcare landfill location selection. *Applied Intelligence*, 52, 13614–13633. doi:https://doi.org/10.1007/s10489-022-03335-4
- Topal, A. (2021). Çok kriterli karar verme analizi ile elektrik üretim şirketlerinin finansal performans analizi: Entropi tabanlı CoCoSo yöntemi. *bmij*, 9(2), 532-546. doi:https://doi.org/10.15295/bmij.v9i2.1794

- Torkayesh, A. E., Ecer, F., Pamucar, D., and Karamaşa, Ç. (2021a). Comparative assessment of social sustainability performance: integrated data-driven weighting system and CoCoSo model. *Sustainable Cities and Society*, 71, 102975. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102975>
- Torkayesh, A. E., Pamucar, D., Ecer, F., and Chatterjee, P. (2021b). An integrated BWM-LBWA-CoCoSo framework for evaluation of healthcare sectors in Eastern Europe. *Socio-Economic Planning Sciences*, 78(1), 1-12. doi:<https://doi.org/10.1016/j.seps.2021.101052>
- Turanlı, R., Özden, Ü. H. ve Gerçekler, D. (2023). CoCoSo yöntemi ile eni iyi yaşanabilir Avrupa ülkeleri başkentlerinin sıralanması. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(1), 84-95.
- TÜBİTAK. (2003). *Teknoloji öngörü projesi sağlık ve ilaç paneli sonuç raporu*. Ankara. https://tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/si/saglikveilac_son_surm.pdf adresinden alındı
- UNDP. (2020). *Human development report 2020: The next frontier human development and the anthropocene*. New York: United Nations Development Programme. <https://hdr.undp.org/content/human-development-report-2020> adresinden alındı
- UNICEF. (2023). *Levels and trends in child mortality report 2022*. United Nations Children's Fund (UNICEF).
- USCODE. (2022, Ocak 16). www.uscode.house.gov. Office Of The Law Revision Counsel United States Code: <https://uscode.house.gov/view.xhtml?req=granuleid:USC-prelim-title21-section321andnum=0andedition=prelim> adresinden alındı
- Uslu, Y. D. (2021). TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri kullanılarak OECD ülkelerinin sağlık kaynağı göstergeleri açısından karşılaştırılması. *OPUS-Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 18(44), 7668-7692. doi:10.26466/opus.961183
- Wang, F., Zeng, Y., Liu, L., and Onega, T. (2023). Disparities in spatial accessibility of primary care in Louisiana: From physical to virtual accessibility. *Frontiers Public Health*, 11, 1-11. doi:<https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1154574>
- Wang, T.-C., and Lee, H.-D. (2009). Developing a fuzzy TOPSIS Approach based on subjective weights and objective weights. *Expert Systems with Applications*, 36(1), 8980-8985. doi:10.1016/j.eswa.2008.11.035

- WB (1). (2023). *World Bank*. Nisan 13, 2023 tarihinde <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups> adresinden alındı
- WB (2). (2023). *High-technology exports (% of Manufactured Exports)*. Nisan 15, 2023 tarihinde World Bank: <https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.MF.ZS> adresinden alındı
- WB (3). (2023). *Life expectancy at birth, total (years)*. Nisan 14, 2023 tarihinde World Bank: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.LE00.IN> adresinden alındı
- WB (4). (2023). *Mortality rate, under-5 (per 1,000 live births)*. Nisan 14, 2023 tarihinde World Bank: <https://data.worldbank.org/indicator/SH.DYN.MORT> adresinden alındı
- WB (5). (2023). *Mortality from CVD, cancer, diabetes or CRD between exact ages 30 and 70 (%)*. Nisan 14, 2023 tarihinde World Bank: <https://data.worldbank.org/indicator/SH.DYN.NCOM.ZS?locations=> adresinden alındı
- WB (6). (2023). *UHC service coverage index*. Nisan 14, 2023 tarihinde World Bank: <https://data.worldbank.org/indicator/SH.UHC.SRVS.CV.XD> adresinden alındı
- WB (7). (2023). *Current health expenditure per capita, PPP (current international \$)*. Nisan 19, 2023 tarihinde World Bank: <https://data.worldbank.org/indicator/SH.XPD.CHEX.PP.CD> adresinden alındı
- WHO (Medical Devices). (2022, Ocak 16). <https://www.who.int/>. World Health Organization: https://www.who.int/health-topics/medical-devices#tab=tab_1 adresinden alındı
- WHO. (2009). *Systems thinking for health systems strengthening*. Geneva/Switzerland: World Health Organization.
- WHO. (2010). *Medical devices: managing the mismatch: an outcome of the priority medical devices project*. Lausanne, Switzerland: World Health Organization . https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44407/9789241564045_eng.pdf?sequence=1&disAllowed=y adresinden alındı
- WHO. (2011). *Local production for access to medical products developing a framework to improve public health*. World Health Organization.
- WHO. (2012). *Local production and technology transfer to increase access to medical devices: Addressing the barriers and challenges in low- and middle-income countries*. Geneva/Switzerland: World Health Organization.

- <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/336774/9789241504546-eng.pdf?sequence=1&disAllowed=y> adresinden alındı
- WHO. (2017a). *Global atlas of medical devices (WHO Medical device technical series)*. Geneva, Switzerland: World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/255181> adresinden alındı
- WHO. (2017b). *WHO list of priority medical devices for cancer management (medical device technical series)*. Geneva/Switzerland: World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565462> adresinden alındı
- WHO. (2017c). *Human resources for medical devices the role of biomedical engineers who medical device technical series*. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1083767/retrieve> adresinden alındı
- WHO. (2019). *Standardization of medical devices nomenclature International*. https://extranet.who.int/iris/restricted/bitstream/handle/10665/328220/B145_3-en.pdf?sequence=1&disAllowed=y adresinden alındı
- WHO. (2020). *Priority medical devices list for the covid-19 response and associated technical specifications*. Geneva/Switzerland: World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-MedDev-TS-O2T.V2> adresinden alındı
- WHO. (2021). *WHO list of priority medical devices for management of cardiovascular diseases and diabetes (medical device technical series)*. Geneva/Switzerland: World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240027978> adresinden alındı
- WHO. (2022). *Global Atlas of Medical Devices 2022*. Geneva/Switzerland: World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/364709/9789240062207-eng.pdf?sequence=1&disAllowed=y> adresinden alındı
- WHO. (2023). *Healthy life expectancy (HALE) at birth (years)*. Nisan 19, 2023 tarihinde World Health Organization: Global Health Observatory: <https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/gho-ghe-hale-healthy-life-expectancy-at-birth> adresinden alındı
- WHO. (2023a). *The global health observatory*. 2023 tarihinde World Health Organization: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/topic-details/GHO/medical-devices> adresinden alındı
- WHO. (2023b). *MeDevIS*. Mayıs 2, 2023 tarihinde World Health Organization: <https://medevis.who-healthtechnologies.org/> adresinden alındı

- WHO, and WB. (2021). *tracking universal health coverage 2021 global monitoring report*. Geneva/Switzerland: World Health Organization and the International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank.
- WIPO. (2019). *The global innovation index 2019 creating healthy lives—the future of medical innovation*. Geneva/Switzerland: Cornell University, INSEAD, and the World Intellectual Property Organization,. <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4434> adresinden alındı
- WIPO. (2020). *The global innovation index 2019 who will finance innovation?* Geneva/Switzerland: Cornell University, INSEAD, and the World Intellectual Property. https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2020/ adresinden alındı
- Yazdani, M., Zarate, P., Zavadskas, E. K., and Turskis, Z. (2019). A Combined Compromise Solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Management Decision*, 57(9), 2501-2519. doi:<https://doi.org/10.1108/MD-05-2017-0458>
- Yiğit, A. (2019). Performance analysis of OECD countries based on health outcomes and expenditure indicators. *Journal of International Health Sciences and Management*, 5(9), 114-123.
- Yılmaz, F. ve Söyük, S. (2020). Sağlık risk faktörlerine göre ülkelerin kümelenmesi ve çok kriterli karar verme teknikleriyle sağlık durumu göstergelerinin analizi. *Sosyal Güvençe Dergisi*, 8(17), 283-320. doi: 10.21441/sosyalguvence.823636
- Yücel, A. (2015). Tıbbi görüntüleme cihazları. M. Solak (Der), içinde *Tıbbi Cihaz ve Malzemeler* (s. 76-102). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Zamzam, A. H., Wahab, A. K., Azizan, M. M., Satapathy, S. C., Lai, K. W., and Hasikin, K. (2021). Systematic review of medical equipment reliability assessment in improving the quality of healthcare services. *Frontiers Public Health*. doi:10.3389/fpubh.2021.753951
- Zhang, H., Gu, C.-l., Gu, L.-w., and Zhang, Y. (2011). The evaluation of tourism destination competitiveness by TOPSIS and information Entropy - A case in the Yangtze River Delta of China. *Tourism Management*, 32(1), 443-451. doi:10.1016/j.tourman.2010.02.007
- Zhu, Y., Tian, D., and Yan, F. (2020). Effectiveness of Entropy weight method in decision-making. *Mathematical Problems in Engineering*, 1-5. doi:<https://doi.org/10.1155/2020/3564835>

- Zolfani, S. H., Chatterjee, P., and Yazdani, M. (2019). A structured framework for sustainable supplier selection using a combined BWM-CoCoSo model. *International Scientific Conference Contemporary Issues in Business, Management and Education*, (s. 797-804). Vilnius. doi:<https://doi.org/10.3846/cibmee.2019.081>
- Zolfani, S. H., Yazdani, M., Torkayesh, A. E., and Derakhti, A. (2020). Application of a Gray-Based decision support framework for location selection of a temporary hospital during COVID-19 pandemic. *Symmetry*, 12(6), 886. doi:<http://doi.org/10.3390/sym12060886>



EKLER

Ek 1. 2018 yılı veri seti

2018	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
ABD	22455.39	25494.40	190576.21	271.39	119.33	6.38	6094.13	3042.12	1216.33
Avustralya	14861.80	70973.55	260236.33	134.61	48.10	3.46	2000.52	3413.82	901.65
Avusturya	34657.67	42488.98	368237.79	183.62	141.44	4.84	6363.76	6009.46	1781.46
Belçika	41771.94	85742.41	380124.67	202.32	95.59	7.53	8451.18	8196.48	2864.13
Bulgaristan	25732.73	96233.38	878129.56	74.60	12.49	2.43	1919.70	1201.70	2134.38
Çek Cumhuriyeti	62142.87	96603.91	625084.12	110.90	54.74	5.25	6891.40	5288.30	3282.29
Estonya	52879.08	73443.17	440659.00	133.51	50.34	1.11	7059.92	3697.11	487.33
Finlandiya	60610.16	36526.66	367701.67	57.49	49.54	0.91	3484.78	1809.65	333.60
Hırvatistan	51098.04	80153.78	817568.60	101.59	50.69	2.40	5190.88	4063.39	1960.00
Hollanda	70333.15	76584.99	212736.07	105.26	52.15	6.46	7403.36	3994.01	1373.36
İspanya	52210.97	58048.22	556295.40	118.28	92.52	4.19	6175.39	5370.71	2331.77
İsrail	99806.34	185057.58	807524.00	146.62	46.59	8.69	14633.13	8621.27	7014.45
İtalya	28190.78	34551.19	287871.23	94.45	74.37	5.64	2662.62	2569.66	1622.69
Güney Kore	25919.96	33230.29	264649.40	228.27	49.04	3.72	5916.87	1629.71	983.90
Litvanya	41199.13	80044.03	1400770.50	120.90	57.49	0.64	4980.94	4602.03	902.50
Lüksemburg	60795.00	86850.00	607950.00	197.20	74.95	4.98	11988.70	6509.29	3029.00
Macaristan	106256.15	203657.63	1086174.00	176.26	51.30	1.93	18728.30	10447.27	2098.22
Malta	53848.22	96926.80	242317.00	97.25	56.26	3.95	5236.78	5452.80	957.00
Norveç	51572.00	104155.22	885319.33	83.13	115.89	2.31	4287.33	12071.04	2049.33
Polonya	55752.02	109751.83	1164034.52	84.43	36.81	1.60	4707.41	4040.48	1863.06
Romanya	63031.43	111295.50	2434589.13	33.74	13.80	0.32	2126.44	1535.85	780.38
Sırbistan	89520.56	258614.96	3491302.00	51.82	13.30	0.46	4639.32	3438.41	1602.50
Slovakya	54467.71	104745.59	680846.31	155.15	69.52	2.26	8450.85	7281.73	1535.75
Slovenya	62728.79	82802.00	690016.67	76.16	69.87	0.20	4777.61	5785.24	137.00
Türkiye	67223.13	88969.63	621429.09	225.07	187.74	3.67	15129.63	16703.45	2279.82
Yunanistan	24616.69	34072.63	825605.92	213.89	83.38	2.33	5265.34	2841.06	1923.38
ORT	52833.91	90654.55	791836.48	133.77	67.97	3.37	6714.09	5369.85	1824.82

Ek 2. 2019 yılı veri seti

2019	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
ABD	22259.66	24732.95	183424.55	278.38	127.92	6.70	6196.61	3163.84	1229.50
Avustralya	14339.03	67641.99	267007.84	140.89	51.32	3.89	2020.19	3471.55	1037.71
Avusturya	34814.26	39989.36	369901.54	196.24	147.99	4.91	6832.07	5918.00	1817.54
Belçika	41379.14	86833.51	347334.03	205.35	98.35	8.41	8497.10	8540.11	2921.27
Bulgaristan	25366.40	88300.77	871970.06	78.08	13.26	2.88	1980.60	1170.94	2512.50
Çek Cumhuriyeti	60967.57	96120.04	627607.29	114.14	60.11	5.47	6958.79	5777.47	3435.71
Estonya	53074.20	69834.47	442285.00	136.21	50.81	1.43	7229.28	3548.16	630.33
Finlandiya	61351.17	34727.08	306755.83	67.21	53.07	0.93	4123.43	1842.87	286.11
Hırvatistan	50188.31	79710.84	813050.60	112.48	58.03	2.80	5644.96	4625.67	2278.60
Hollanda	67228.20	72270.32	222370.21	110.92	59.46	6.57	7456.68	4297.30	1461.76
İspanya	52050.12	56685.15	567534.43	124.40	99.16	4.58	6475.29	5620.98	2598.84
İsrail	100600.00	192638.30	696461.54	158.93	47.48	9.18	15988.46	9146.21	6393.69
İtalya	27436.42	33090.90	281740.93	97.27	75.40	5.64	2668.68	2495.12	1589.87
Güney Kore	25236.26	31225.30	270728.26	248.79	73.92	4.13	6278.48	2308.29	1118.52
Litvanya	37758.58	71644.49	1397067.50	132.55	66.98	0.75	5004.74	4798.59	1048.00
Lüksemburg	62000.30	68889.22	620003.00	201.18	81.36	5.48	12473.10	5604.89	3395.00
Macaristan	106208.07	203565.46	1085682.44	185.51	54.19	2.34	19703.07	11031.04	2539.56
Malta	50405.90	84009.83	252029.50	102.21	64.28	4.02	5151.80	5400.33	1013.50
Norveç	37928.32	57504.23	891315.50	85.93	116.56	2.56	3259.20	6702.75	2281.67
Polonya	55632.57	109052.49	1163226.55	99.52	41.74	1.50	5536.33	4552.28	1742.79
Romanya	57155.86	94057.45	1937583.50	34.02	14.16	0.45	1944.51	1332.02	879.00
Sırbistan	85743.64	257230.93	3472617.50	59.32	15.77	0.42	5086.02	4055.26	1472.50
Slovakya	56228.32	104887.44	681768.38	160.15	73.67	2.45	9004.81	7727.52	1672.50
Slovenya	54981.84	80358.08	696436.67	83.93	80.04	0.27	4614.42	6431.58	188.67
Türkiye	68078.69	91551.49	598401.80	234.93	196.12	4.25	15993.64	17955.30	2543.07
Yunanistan	23512.25	31349.66	765827.43	195.43	87.39	2.14	4595.01	2739.62	1639.71
ORT	51227.89	85688.53	762697.38	140.15	73.41	3.62	6950.66	5394.53	1912.61

Ek 3. 2020 yılı veri seti

2020	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
ABD	23342.84	28675.73	172957.54	221.56	83.16	6.74	5171.80	2384.68	1165.51
Avustralya	14777.51	67626.56	259576.70	144.55	51.16	4.63	2136.12	3460.06	1201.10
Avusturya	35105.69	39455.07	387688.91	182.00	140.51	4.55	6389.30	5544.00	1765.52
Belçika	41541.29	87173.77	348695.09	205.61	87.66	8.66	8541.17	7641.83	3019.67
Bulgaristan	24676.21	86675.19	866751.88	73.70	10.58	3.27	1818.53	916.70	2833.63
Çek Cumhuriyeti	61495.14	90679.28	594453.06	108.03	57.65	5.00	6643.36	5227.30	2974.67
Estonya	49239.96	66473.95	443159.67	127.61	50.50	1.66	6283.52	3357.00	736.67
Finlandiya	58824.95	32719.20	345596.56	44.69	41.28	0.63	2628.82	1350.75	217.50
Hırvatistan	44974.44	65285.48	809540.00	101.83	56.03	2.78	4579.67	3657.98	2253.80
Hollanda	68130.86	74856.22	207636.90	113.95	58.60	7.65	7763.32	4386.21	1588.17
İspanya	49896.28	54868.56	538085.99	113.37	84.68	4.65	5656.95	4646.45	2500.13
İsrail	101264.84	180688.24	614340.00	149.94	46.63	10.12	15183.16	8425.47	6220.00
İtalya	26670.94	32013.75	275229.29	87.48	64.70	4.64	2333.30	2071.13	1277.56
Güney Kore	24610.54	29172.16	276901.49	250.27	71.82	4.26	6159.38	2095.27	1180.91
Litvanya	32125.17	69872.25	1397445.00	110.75	54.20	1.06	3557.79	3787.40	1479.50
Lüksemburg	45029.50	57310.27	630413.00	189.24	83.21	5.43	8521.43	4768.91	3423.00
Macaristan	103725.03	203128.19	975015.30	175.64	44.74	2.37	18218.48	9087.58	2308.00
Malta	52019.30	86698.83	260096.50	103.97	52.10	3.94	5408.30	4516.67	1024.50
Norveç	32212.41	52739.92	597719.11	84.73	117.54	2.84	2729.47	6199.07	1697.67
Polonya	50399.70	96610.01	1009320.34	88.88	40.08	1.62	4479.43	3872.48	1636.76
Romanya	52337.55	84846.78	1375729.86	36.43	14.44	0.44	1906.75	1225.30	611.50
Sırbistan	81166.19	215597.69	3449563.00	52.25	13.02	0.38	4241.32	2807.25	1309.50
Slovakya	52488.72	101089.39	682353.38	143.68	68.42	2.46	7541.70	6916.81	1676.88
Slovenya	52503.15	75004.50	700042.00	84.40	79.61	0.32	4431.28	5971.00	221.33
Türkiye	66814.65	88801.58	579060.33	271.14	140.34	4.00	18116.12	12462.05	2315.70
Yunanistan	22880.28	29827.22	764855.14	121.81	46.42	2.34	2786.94	1384.67	1787.00
ORT	48778.97	80688.07	713931.77	130.29	63.81	3.71	6277.98	4544.77	1862.54

Ek 4. Ortalama yıla (2018,2019,2020) ilişkin veri seti

ORT	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
ABD	22685.96	26301.03	182319.44	257.11	110.14	6.61	5820.85	2863.55	1203.78
Avustralya	14659.45	68747.36	262273.62	140.02	50.20	3.99	2052.28	3448.48	1046.82
Avusturya	34859.21	40644.47	375276.08	187.29	143.31	4.77	6528.38	5823.82	1788.17
Belçika	41564.13	86583.23	358717.93	204.42	93.87	8.20	8496.48	8126.14	2935.02
Bulgaristan	25258.45	90403.11	872283.83	75.46	12.11	2.86	1906.28	1096.45	2493.50
Çek Cumhuriyeti	61535.19	94467.74	615714.82	111.02	57.50	5.24	6831.19	5431.02	3230.89
Estonya	51731.08	69917.20	442034.56	132.44	50.55	1.40	6857.57	3534.09	618.11
Finlandiya	60262.09	34657.64	340018.02	56.46	47.96	0.82	3412.34	1667.76	279.07
Hrvatistan	48753.60	75050.04	813386.40	105.30	54.92	2.66	5138.50	4115.68	2164.13
Hollanda	68564.07	74570.51	214247.73	110.04	56.74	6.89	7541.12	4225.84	1474.43
İspanya	51385.79	56533.97	553971.94	118.69	92.12	4.47	6102.54	5212.71	2476.91
İsrail	100557.06	186128.04	706108.51	151.83	46.90	9.33	15268.25	8730.98	6542.72
İtalya	27432.71	33218.61	281613.82	93.07	71.49	5.31	2554.86	2378.64	1496.70
Güney Kore	25255.59	31209.25	270759.72	242.45	64.93	4.04	6118.24	2011.09	1094.44
Litvanya	37027.63	73853.59	1398427.67	121.40	59.56	0.82	4514.49	4396.01	1143.33
Lüksemburg	55941.60	71016.50	619455.33	195.87	79.84	5.30	10994.41	5627.69	3282.33
Macaristan	105396.42	203450.42	1048957.25	179.14	50.08	2.21	18883.28	10188.63	2315.26
Malta	52091.14	89211.82	251481.00	101.14	57.55	3.97	5265.63	5123.27	998.33
Norveç	40570.91	71466.45	791451.31	84.60	116.67	2.57	3425.33	8324.29	2009.56
Polonya	53928.10	105138.11	1112193.80	90.94	39.55	1.57	4907.72	4155.08	1747.54
Romanya	57508.28	96733.24	1915967.49	34.73	14.13	0.41	1992.56	1364.39	756.96
Sırbistan	85476.80	243814.53	3471160.83	54.47	14.03	0.42	4655.55	3433.64	1461.50
Slovakya	54394.92	103574.14	681656.02	152.99	70.54	2.39	8332.46	7308.69	1628.38
Slovenya	56737.93	79388.19	695498.44	81.50	76.50	0.26	4607.77	6062.61	182.33
Türkiye	67372.16	89774.24	599630.41	243.71	174.73	3.97	16413.13	15706.93	2379.53
Yunanistan	23669.74	31749.84	785429.50	177.04	72.40	2.27	4215.76	2321.79	1783.37
ORT	50946.92	85677.05	756155.21	134.74	68.40	3.57	6647.58	5103.05	1866.66

ÖZGEÇMİŞ

Arzu AYDIN, lise öğrenimini Çarşıbaşı Anadolu Lisesi’nde tamamladıktan sonra, lisans eğitimine 2016 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Sağlık Yönetimi bölümünde başlamıştır. 2019 yılında TÜBİTAK-2209 proje destek programı ile “Sağlık Kurumlarında Çalışan Kadınların Cam Tavan Sendromu Düzeylerinin Belirlenmesi” başlıklı çalışması desteklenmiş ve 2020 yılında proje sonuçlandırılmıştır. 2020 yılında başladığı, Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Yönetimi Tezli Yüksek Lisans Programında eğitimi devam etmektedir.

Yayınlar

Turan Kurtaran, A., Aydın, A., Yeşildağ, Y. A. (2021). The research of relationship between socio-demographic features and glass ceiling perceptions of female healthcare professionals. 6. International Health Sciences and Management Conference, 20-22 Mayıs 2021, Ankara, s. 201. <http://ihmc2021.ussam.org/tr/>