

ISSN:

e-ISSN : 2718-0794 - Baskı ISSN : 2757-5861

**DERGİ HAKKINDA**

Bağımsız bir akademik yayın organı olan "Sağlık Hizmetlerinde Kuram ve Uygulama Dergisi" Eylül, Ocak ve Mayıs aylarında, yılda üç kez yayınlanan hakemli bir dergidir.

**Yayın Türü**

Ulusal (Yerel) Akademik Dergi, Yılda Üç Sayı

**Yayımcı**

Doç. Dr. Şükrü Anıl TOYGAR

**Yayın Kurulu Başkanı**

Doç. Dr. Çağdaş Erkan AKYÜREK

**Yayın Kurulu Başkan Yardımcısı**

Dr. Deniz Tugay ARSLAN

**Yayın Sekreteri**

Arş. Gör. Elif ERBAY

**Sorumlu Yazı İşleri Müdürü**

Dr. Jebağı Canberk AYDIN

**Dil Editörü**

Ezgi TOYGAR

**İstatistiksel Analiz Editörü**

Doç. Dr. Gözde TEREKLİ YEŞİLAYDIN

**Teknik Editörler**

Arş. Gör. Şura ALAN - Arş.Gör. Damlanur ARI - Dr. Sema DÖKME YAĞAR - Ali İhsan ÖKSÜZ - Arş. Gör. Zelal ÖZYILDIZ

**Dizgi - Grafik Tasarım**

Pelikan Yayınevi Grafik Birimi

**Basım Yeri**

SAGE Yayıncılık Rek. Mat. San. Tic. Ltd. Şti Tel: (312) 341 00 02

## YAYIN KURULU

Çağdaş Erkan AKYÜREK, Ankara Üniversitesi

Şükrü Anıl TOYGAR, Tarsus Üniversitesi

Jebağı Canberk AYDIN, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

Deniz Tugay ARSLAN, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Altuğ Murat KÖKTAŞ, Necmettin Erbakan Üniversitesi

Aliye Aslı SONSUZ, İstanbul Medipol Üniversitesi

Gözde TEREKLİ YEŞİLAYDIN, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Elif ERBAY, Ankara Üniversitesi

Mustafa Said YILDIZ, T.C. Sağlık Bakanlığı

Mario A. PFANNSTIEL, Neu-Ulm University of Applied Sciences

Menderes TARCAN, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Mehmet TOP, Hacettepe Üniversitesi

Bernard TAHİRBEGOLLİ, Heimerer College Kosovo

Nebahat ÖZERDOĞAN, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Ersen ALOĞLU, Hacettepe Üniversitesi

Işıl Şirin SELÇUK, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Hüseyin ARSLAN, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Vjosa HAJRULLAHU, Heimerer College Kosovo

E. Asuman ATİLLA, Hacı Bayram Veli Üniversitesi

Emine ÇETİN ARSLAN, İzmir Bakırçay Üniversitesi

Mine BAYDAN, Ankara Üniversitesi

Mustafa Berkay AYDIN, Bursa Uludağ Üniversitesi

Aysu KURTULDU ZEKİOĞLU, Trakya Üniversitesi

Yasemin ÇEKİÇ, Ankara Üniversitesi

Duygu HATİPOĞLU AYDIN, Hacettepe Üniversitesi

Erdinç KALAYCI, Ankara Üniversitesi

Çağdaş CEYHAN, Anadolu Üniversitesi

Hasan Hüseyin TEKİN, Necmettin Erbakan Üniversitesi

Fulya AKGÜL GÖK, Ankara Üniversitesi

Mustafa ÖZGÜR, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Selim TOSUN, Ankara Üniversitesi

Ali ÜNAL, Hitit Üniversitesi

Tuğba YÜCEER KARDEŞ, Süleyman Demirel Üniversitesi

Taşkın TAŞTEPE, Ankara Üniversitesi

Çağdaş Salih MERİÇ, Gaziantep Üniversitesi

Eda Özge YAZGAN, İnönü Üniversitesi

İbrahim H. CANSEVER, Süleyman Demirel Üniversitesi

Hatem H. ALSAQQ, Ankara Üniversitesi

Tamadur SULEIMAN SHUDAIFAT, Al al-Bayt Üniversitesi

Ebru YÜKSEL HALİLOĞLU, Gazi Üniversitesi

Fatma MANSUR, Hacı Bayram Veli Üniversitesi

Fikriye YILMAZ, Başkent Üniversitesi

Gamze TARCAN, Hacettepe Üniversitesi

Emre ÖZCAN, Başkent Üniversitesi

Songül ÇINAROĞLU, Hacettepe Üniversitesi

Vahit ÇALIŞIR, İskenderun Teknik Üniversitesi

Serap DURUKAN KÖSE, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

Tuncay KÖSE, Muğla Sıtkı KOÇMAN Üniversitesi

Orhan PARILDAR, T.C. Sağlık Bakanlığı

## ENDEKS BİLGİSİ



## ÖN SÖZ

*Bilimin ve bilginin ışığıyla çalışanlara, üretenlere,*

*Yeni Sayımızla Merhaba!*

Gerçek veriye ulaşımın giderek kolaylaştığı, bilgi-işleme araçlarının yaygınlaştığı ve yapay zeka uygulamalarının her geçen gün daha kullanıcı dostu bir hal aldığı günümüz koşullarında, karar vermenin karmaşıklığı azalma eğiliminde olsa da çevresel koşullar daima önümüze çözümü daha zor problemler çıkarmaktadır. Öyle ki yönetimin en temel fonksiyonu olan “karar verme” bağlamında kullanılacak araçların görmezden gelinmesi artık çoğu kişinin sahip olduğu bir lüks olmaktan çıkmıştır. Bu sayımızda ilk kez bir tema üzerinden ilerleme yolunu seçerken okuyucularımızda bu bağlamda en azından bir kulak dolgunluğu yaratmayı amaçladık. Bu nedenle başlıklardan da kolayca anlaşılabilmesi üzere **“Yeni başlayanlar için sağlık kurumlarında karar verme”** teması ile bu sayıyı hazırlamaya çalıştık. Faydalı olması, farkındalık yaratması ve ilgi çekmesi dileğiyle...

Ve yine her bir sözcüğünün altına imzamızı atarak:

Biz **Sağlık Hizmetlerinde Kuram ve Uygulama Dergisi** olarak, araştırmacıları dayanaksız biçimde kalıplara sokmaya çalışmayan, farklı sesleri ve görüşleri değersizleştirme çabası gütmeyen, şans tanıyan ve bunu bilimsel ve etik kurallardan ödün vermeden gerçekleştirme amacıyla, **bağımsız** bir yayın organı olmayı sürdüreceğiz. İlkeli, dürüst, sadece kendi emeğine güvenerek, kendi zekâsını kullanma cesaretini göstererek sorgulayan, yazan, üreten ve paylaşan araştırmacılara, akademisyenlere ve okurlara selam olsun.

SHKUD Yayın Kurulu Adına

**Doç. Dr. Çağdaş Erkan AKYÜREK**

*Yayın Kurulu Başkanı*

SAĞLIKTA METİN  
MADENCİLİĞİ:  
TEORİ VE  
UYGULAMA



pelikan

DR. SEMA DÖKME YAĞAR  
DOÇ. DR. ÇAĞDAŞ ERKAN AKYÜREK





## 1. GİRİŞ

Yöneylem araştırmasının doğuşu, II. Dünya Savaşı yıllarında askeri uygulamalara dayanmaktadır. 1911'de Frederick Taylor tarafından yayınlanan "Bilimsel Yöntemin İlkeleri" çalışmasının kökenini oluşturduğu söylenmektedir. Zaman geçtikçe, yöneylem araştırması, örgütlerin ve sistemlerin tasarlanması, kuruluşu ve işletilmesinde karşılaşılan planlama, yürütme ve kontrol faaliyetlerine bilimsel yöntemlerle katkı sağlayarak problemlere çözüm arayan bir bilim dalı olarak yerini almıştır. Farklı alanlarda uygulama alanı bulan yöneylem araştırması, çeşitli teknikleri ile, üretim planlama ve stok kontrolü kapsamında yanıtlanması gereken sorular arasında yer alan, talepteki ani değişikliklere karşı hazırlıklı olmak için, önceden, hangi üründen hangi seviyede stok bulundurulması gerektiğine yönelik hesaplamalar yapabilmektedir (Sağır vd., 2012: 3-6).

Sağlık kurumlarında, optimum düzeyde hizmet sunabilmek için, düzgün işleyen bir stok yönetim sisteminin geliştirilmesi gereklidir. Stoklar, genellikle parasal değer, talep veya kritiklik gibi bir hastanenin stok yönetim sisteminin karmaşıklığını tam olarak ele almayan tek bir kriter dayalı olarak, girdi sınıflandırması yoluyla yönetilmektedir. Stok kontrol yöntemleri, taleplere göre geliştirilen ilaç ve malzeme sınıflandırmasına, daha etkin satın alma kararları verilmesine, sağlık kurumlarındaki malzeme ve ilaç stokunun optimize edilmesine ve zamandan tasarruf edilmesine olanak sağlamaktadır (Assis vd., 2022). Olasılıklı stok yöntemleri sonucunda elde edilen sonuçlar, sipariş maliyetini göz önüne alarak, sipariş edilmesi gereken ilaç veya sarf malzemesi miktarı hakkında karar alırken sağlık yöneticilerine yardımcı olmaktadır (Agada ve Ogwuche, 2017).

Sağlık kurumlarında ilaçlar ve tıbbi sarf malzemelerinde olasılıklı stok yöntemlerinden faydalanarak yapılan araştırmalarda, bu yöntemlerin sağlık yöneticilerine yol göstermelerinin yanı sıra maliyet tasarrufu sağladığı yönünde sonuçlar da bulunmaktadır. Pambudi vd., (2016), hastane eczanesinde olasılıklı stok yöntemlerinden sürekli gözden geçirme ve periyodik gözden geçirme sistemini kullandıkları araştırmalarında, sürekli gözden geçirme yönteminde toplam stoku mevcut toplam stok maliyetinden %88'e kadar, periyodik gözden geçirme yönteminde ise toplam stoku mevcut toplam stok maliyetinden %71'e kadar daha az azalttığını bulmuşlardır. Puspitasari vd., (2016) Endonezya'da bir hastanenin eczanesinde yaptıkları araştırmalarında, olasılıklı stok yöntemlerinden sabit sipariş miktarı modelini kullanarak optimal ilaç sipariş miktarını belirlemişlerdir. Endonezya'da gerçekleştirilen bir diğer araştırmada, bir hastanedeki ilaç ve tıbbi malzemelerde olasılıklı stok yöntemlerinde talebin değişken ve teslim süresinin sabit olduğu yöntem uygulanmıştır (Hafnika vd., 2016). Nijerya'da (2017), yapılan bir araştırmada üçüncü basamak bir hastanede ilaç ve tıbbi sarf malzeme için ekonomik sipariş miktarı ve yeniden sipariş düzeyi belirlenmiştir. Her bir ilaç ve hastane sarf malzemesinin ekonomik sipariş miktarı ve yeniden sipariş seviyesinin ilgili sipariş maliyetlerindeki değişikliklere yanıtının bir dağılımı elde edilmiştir (Agada ve Ogwuche, 2017). Rojas vd., (2021), farklı talep senaryoları altında bir simülasyon çalışması yürütmüştür. COVID-19'un tedavisinde hastanelerde ilaç temini için olasılıklı stok yöntemlerine dayalı bir algoritma tasarlamıştır. Parıldar ve Akyürek (2021), bir hastanede bulunan bazı tıbbi malzemeleri ABC, VED yöntemleri kullanarak analiz etmişlerdir. Araştırmalarında olasılıklı stok yöntemlerinden olan değişken talep ve tedarik süresi denklemini kullanarak elde bulundurulması gereken emniyet stoku miktarını ve yeniden sipariş noktasını elde etmişlerdir. Gökler (2020), ise araştırmasında kan bileşenlerine ait talep miktarlarını tahmin etmiş ve toplam maliyeti en aza indirecek olasılıklı bir stok modeli kullanmıştır.

Bu çalışmanın ilerleyen bölümlerinde tüm kuruluşlar için önemli olan stok planlama ve kontrol uygulamalarını anlamak amacıyla stok kavramı, stok kontrol yöntemleri ve olasılıklı stok yöntemlerinden bahsedilecektir. Bu sayede, sağlık kurumlarında olasılıklı stok yöntemleri konusunda yola yeni çıkmış olanlara kılavuz niteliği görecektir ve anlaşılır bilgiler sunması arzu edilmektedir.

## 2. STOK KAVRAMI

Her işletme için stokların varlığı gerekli ve kaçınılmazdır. Kaliteli bir sağlık sisteminde tıbbi malzeme, ekipman ve ilaçlar vazgeçilmezdir. Bu nedenle, talebi en iyi şekilde karşılamak için stok kontrolü yapılması gereken önemli bir şeydir (Essila, 2022; Puspitasari vd., 2016). Kaya'ya göre (2020:1013), stok, "Olağan iş akışı içinde, sarf malzemelerini içermek üzere satış sonrası mal veya hizmetlerin üretim ve satışında tüketim için üretim sürecinde tutulan maddi duran varlıklar anlamına gelmektedir. Stoklar, bir işletmenin ortaya çıkabilecek ani ihtiyaçları karşılamak ve üretimin kesintiye uğramadan sürdürülmesini sağlamak amacıyla her an el altında bulundurduğu mamul mal, ham madde ve ara mallardır."

Stok, bir firmanın operasyonlarına esneklik katan çeşitli işlemlere hizmet edebilir. Stokların dört önemli işlevi şunlardır (Heizer ve Render, 2004: 528):

- Beklenen talebi karşılamak,
- Üretim sürecinin çeşitli kısımlarını birbirinden ayırmak,
- Daha büyük miktarlarda satın alınabildiği için malların maliyetini veya teslimatını azaltarak miktar indirimlerinden yararlanmak,
- Enflasyondan ve yukarı yönlü fiyat değişimlerinden korunmak

Stok kavramının yanı sıra stoksuzluk kavramından bahsetmekte fayda görülmektedir. Talebin artması ya da azalması talep edenler tarafından belirlenmektedir. Bunun sonucunda alıcıların ne zaman sipariş vereceklerine karar verilmektedir. Talep artışının yanında, sipariş edilen stokun zamanında gelmemesi ve gecikmesi de stoksuz kalma problemine yol açabilmektedir. Aynı zamanda tedarik zamanlarının sabit olmaması da söz konusu olmaktadır. Siparişin teslim süresi de değişebilmektedir. Sipariş teslim süresinin değişken özellikte olması stoksuzlukla sonuçlanabilmektedir (Kızılboğa, 2013: 37).

### 2.1. Stok Kontrol Yöntemleri

Tüm kuruluşlar, bir tür stok planlama ve kontrol sistemi kullanmaktadır. Bir bankanın nakit stokunu kontrol etmek için yöntemleri olduğu gibi, bir hastanenin kan tedarikini ve ilaçları kontrol etmek için kullandığı yöntemler bulunmaktadır. Devlet kurumları, okullar ve her üretim organizasyonu stok planlama ve kontrol ile ilgilenmektedir. Fiziksel ürünlerin söz konusu olduğu durumlarda kuruluş, malları üretip üretmeyeceğine veya satın alıp almayacağına karar vermelidir (Heizer ve Render, 2004: 528). Sağlık hizmetlerinde malzeme yönetiminde, stok kontrol yöntemlerini uygulayarak etkili ve verimli bir şekilde stok maliyeti azaltma stratejilerini benimsemekte fayda görülmektedir. Bunun yanı sıra, sağlık kurumları çabuk bozulan stokları bünyelerinde bulundurdukları için stok kontrolü daha da önem kazanmaktadır (Essila, 2022; Puspitasari vd., 2016).

Sağlık kurumlarında, hizmet sunumunun aksamaması, malzeme ihtiyacı doğduğunda, kaliteli ve ekonomik olarak yapılabilmesi sayesinde mümkün olabilir (Ağırbaş, 2022: 277). Fazla miktarda stok bulundurmamak, depolama maliyeti, personel maliyeti gibi yükler getirmekte, kaynakların verimli şekilde kullanılmasının önüne geçmektedir (Tengilimoğlu ve Yiğit, 2013: 164). Stok yöntemleri alanında basit yöntemler dışında karmaşık sorunları çözmek amacıyla kullanılan matematiksel modeller de bulunmaktadır. Bu modellerde bulunan katı varsayımlara ilave varsayımlar eklenerek ve mevcut varsayımlar yumuşatılarak yeni modeller geliştirilmiştir. Fazla sayıda ürün olması, öğrenme, enflasyon ve paranın zaman değeri etkileri, stoktaki ürünlerin bozulması gibi farklı durumların analize dahil edildiği farklı modeller literatürde yerini almıştır (Algburi vd., 2019: 28). Yapılan araştırmalar, sağlık kurumlarının kullanabileceği en yakın yöntemin olasılıklı stok kontrol yöntemi olduğunu öne sürmektedir. Bunun nedeni, olasılıksız stok yöntemlerin tedarik süresini ve sabit talep olarak kabul edilen talebi dikkate almamasıdır (Hafnika vd., 2016; Essila, 2022). Şekil 1'de talebin yapısına stok kontrol yöntemleri yer almaktadır.

**Şekil 1.** Talebin Yapısına Göre Stok Kontrol Yöntemleri



**Kaynak:** Çokoy, 2013: 27

Her işletme, faaliyetlerini aksatmadan yürütmek, müşteri istek ve ihtiyaçlarına anında cevap vermek ve neticesinde de kâr elde edebilmek amacıyla bünyesinde belli bir miktarda stok bulundurmaktadır. Bu yöntemlerin kullanılmasıyla, toplam maliyeti minimum yapacak şekilde, ürünlerden ne kadar sipariş edileceği ve bu siparişlerin ne zaman verileceği kararının verilmesi amaçlanmaktadır. Stok kontrol yöntemlerindeki belirleyici değişken taleptir. Stok kontrol yöntemleri, bu doğrultuda olasılıklı (stokastik) ve olasılıksız (deterministik) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Çokoy, 2013: 26).

### 2.1.1 Olasılıklı (Stokastik) Stok Yöntemleri

Bir ürüne olan talebin zaman içerisinde değişmesi ve bunun tam anlamıyla bilinmemesi ve tedarik süresinin de tam olarak tespit edilememesi durumunda olasılıklı stok yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu değerlerin, geçmiş yıldaki verilere dayanarak, belirli bir olasılıkla tahmini mümkün olmaktadır. İşletme, bu verileri dikkate alarak stoksuzluk riskini azaltmak amacıyla, elinde fazla miktarda stok bulundurmaktadır. Belirsiz durumda olan talep karşısında hareket alanı oluşturmak ve oluşacak tersliklere karşı emniyetli olmak amacıyla emniyet stoku bulundurmaktadır. Bunun nedeni, talepte oluşacak artış sonucunda meydana gelebilecek olan stoksuz kalma durumunun, emniyet stoku maliyetiyle kıyaslandığında daha maliyetli ve tehlikeli olmasıdır (Kızılböğâ, 2013: 37). Gelecekte meydana gelecek olan talebin bir olasılık dağılımı ile hesaplanabildiği koşullarda kullanılan olasılıklı stok yöntemleri, gerçek hayattaki belirsizliğin getireceği riski azaltmaktadır (Erk, 2009: 82). Talebin bilindiği durumda olasılıksız yöntemler, bilinmediği durumda ise olasılıklı yöntemler kullanılmaktadır (Çokoy, 2013: 27). Olasılıklı yöntemler, gerçek dünya uyarlaması modeller olarak görülmektedir. Çünkü talep ve teslim süresi her zaman bilinemediği gibi ve sabit olmayacaktır. Yönetimin önemli bir endişesi, belirsiz talep karşısında yeterli bir hizmet seviyesinin sürdürülmesidir (Heizer ve Render (2004: 546). Kısaca, olasılıklı stok yöntemlerinin kullanılması, talep belirsizliği altında gerçeğe daha yakın sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır (Rojas vd., 2021).

Gelişmekte olan birçok ülkede ve hatta gelişmiş ülkelerde bile talep ve tedarik süreleri kesin olarak bilinmemektedir. Bu tür arz ve talep ortamı, olasılıksız modellerin yeterli olmadığı "tam zamanında" ortamların tipik özelliği olmaktadır. Olasılığa dayalı stok yöntemleri, talep ve arzın belirsizliklerini yakalamaktadır. Kuruluşta bu belirsizlikleri ortadan kaldırmak için emniyet stoku tutulması gerekmektedir. Talep ve/veya tedarik süresi değişkenliği ne kadar yüksek olursa, gereken emniyet stoku da o kadar büyük olacaktır. Bu nedenle, belirli bir hizmet seviyesi için toplam maliyeti en aza indirmek için stok miktarını belirleyen olasılıklı bir stok yönteminin benimsenmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Vrat, 2014: 123-124).

Olasılıklı stok modelleri konusunda farklı sınıflandırmalar mevcuttur. Winston (2003: 885), belirli bir süre boyunca talebin belirsiz veya rastgele olduğu stok modellerini tek bir sıralama kararı verildiğinde bir sorunun sona erdiği tek dönemlik stok modelleri; emniyet stoğu ve hizmet seviyesi gibi önemli kavramları içeren belirsiz talep için ekonomik sipariş miktarı modelinin versiyonları; periyodik gözden geçirme modeli; ABC sınıflandırma sistemi ve değişim eğrileri olarak sınıflandırmıştır.

Bir diğer sınıflandırmaya göre olasılıklı stok yöntemleri için kullanılan iki stok sistemi vardır. Bunlar (Doğangüneş, 1998: 55):



1. Sabit sipariş periyotlu sistem veya P-sistemi
2. Sabit sipariş miktarı sistem veya Q-sistemi

Sistemler arasındaki en büyük farklılık sistemlerinin gerektirdiği emniyet stoku farklılıklarında ortaya çıkmaktadır. Sabit sipariş periyotlu sistemde emniyet stoku, tedarik süresi boyunca talep değişmelerine bağlıken, sabit sipariş miktarlı sistemde emniyet stoku tedarik süresi ve sipariş aralıklarındaki değişmelere bağlıdır (Doğangüneş, 1998: 56). P sisteminde emniyet stoku istem miktarındaki değişmelere, Q sisteminde ise sipariş aralığına bağlı olduğundan, P sisteminde daha fazla emniyet stokuna ihtiyaç duyulmaktadır. Q sisteminde sipariş miktarı sabitken P sisteminde değişkendir. Dolayısıyla emniyet stoku miktarı P sisteminde, Q sisteminden daha yüksektir (Pıçak, 2001: 30; Kızıboğa, 2013: 38).

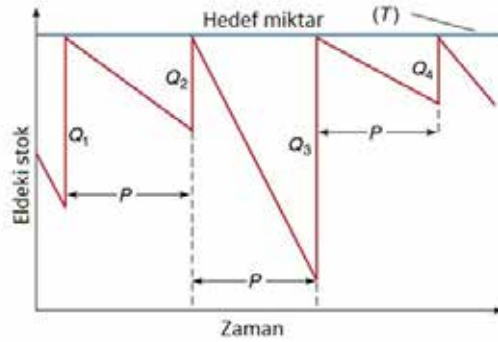
Tedarik süresi talebine ilişkin veriler mevcut olmadığında, üç model kullanılmaktadır. Her üç model de talep ve tedarik süresinin bağımsız değişkenler olduğunu varsaymaktadır. Örneklerde günler kullanıldığı gibi haftalar da kullanılabilir. Bu üç durumun her biri için farklı bir formül kullanılmaktadır (Heizer ve Render, 2004: 549):

1. Talep değişken ve tedarik süresi sabit
2. Tedarik süresi değişken ve talep sabit
3. Hem talep hem de tedarik süresi değişken

### 2.1.1.1 Sabit Sipariş Periyotlu Sistem (P sistemi)

Bu yöntemde daha önceden belirlenmiş olan zaman aralıklarında eldeki stok düzeyi tespit edilerek ekonomik sipariş miktarı kadar sipariş verilmektedir. Verilen sipariş miktarı her bir zaman aralığında farklılaşabilmektedir (Kızıboğa, 2013: 39). Şekil 2’de sabit sipariş periyotlu sistem görselleştirilmektedir.

Şekil 2. Sabit Sipariş Periyotlu Sistem



**Kaynak:** Heizer ve Render, 2004: 552-553

Sabit sipariş periyotlu sistemde, stoklar belirli bir dönemin sonunda sipariş edilmektedir. Ardından eldeki stoklar sayılmaktadır. Yalnızca toplam stoku önceden belirlenmiş bir hedef düzeyine (T) getirmek için gereken miktar sipariş edilmektedir. Şekil 2’deki aşağı doğru eğimli çizgiler eldeki stok seviyelerini temsil etmektedir. Siparişler arası süre (P) geçtiğinde, stokları hedef miktara (T) çıkarmak için sipariş verilmektedir. Birinci periyotta sipariş edilen miktar Q1, ikinci periyotta Q2 olabilir. Qi değeri, mevcut stok ile hedef stok düzeyi arasındaki farktır. Sabit süreli sistemin avantajı, bir kalem geri çekildikten sonra stok kalemlerinin fiziksel sayımının olmamasıdır. Bu sayım, yalnızca bir sonraki gözden geçirme zamanı geldiğinde yapılmaktadır. Bu prosedür idari olarak da uygundur. Sabit dönem (P) sistemi, satıcılar yeni siparişler almak için müşterilere rutin (yani sabit süreli aralıklarla) ziyaretler yaptığında veya alıcılar sipariş ve nakliye maliyetlerinden tasarruf etmek için siparişleri birleştirmek istediklerinde uygundur. Bu nedenle, benzer stok kalemleri aynı gözden geçirme süresine sahiptir. Örneğin, bir ilaç şirketi temsilcisi, her salı eczaneye satmış olduğu ilaçları satmak için gelebilir. Bu sistemin dezavantajı, gözden geçirme periyodunda stok çetelesi olmadığı için, bu süre zarfında stok tükenmesi olasılığının olmasıdır. Bu senaryo, büyük bir siparişin, sipariş verildikten hemen sonra stok düzeyini sıfıra çekmesi durumunda mümkündür. Bu nedenle, hem gözden geçirmeler arasındaki süre hem de hazırlık süresi boyunca stoksuzluğa karşı koruma sağlamak için

daha yüksek bir güvenlik stoku seviyesinin (sabit miktar sistemine kıyasla) muhafaza edilmesi gerekmektedir (Heizer ve Render, 2004: 552-553).

Sabit sipariş periyotlu sistemde, her stok kaleminin miktarı, daha önceden belirlenmiş bir zaman sonunda tespit edilmektedir. Sonraki aşamada, tespit edilen miktarı belirli bir stok düzeyine tamamlayacak miktarda sipariş verilmektedir. Çok sayıda birbirinden farklı stok kaleminin bulunduğu sistemlerde sipariş periyotlarının ayrı ayrı hesaplanması ve bulunacak süreler göre kontrol yapılması oldukça zordur. Sipariş periyodunun hesaplanmasında dikkatli davranılması önem arz etmektedir. Böyle yapılmadığı takdirde, yani sipariş periyodu gereğinden kısa veya uzun tutulacak ve toplam stok maliyeti artacaktır. Elde bulundurma maliyeti sipariş miktarı ve zaman ile doğru orantılıken; kontrol maliyeti zamanla ters orantılı olarak değişmektedir. Sipariş periyodu uzadıkça yapılacak kontrol sayısı da azalacaktır (Kobu, 2006: 312).

Bu yöntemde, sağlık kurumlarında bulunan her ilaç ve tıbbi malzemenin miktarı, daha önceden belirlenmiş olan haftalık, aylık belirli periyotlara göre belirlenmektedir. Daha sonraki aşamada, belirlenen bu miktarı, belirli bir seviyeye tamamlayacak miktarda ilaç ve tıbbi malzeme siparişi verilmektedir. Bu miktarlar, ilaç ve tıbbi malzemelerin tüketimine bağlı olarak her periyotta farklılaşmaktadır. Bu nedenle, siparişin hangi periyotlarla verileceğine karar verilirken dikkatli olma gerekliliği bulunmaktadır. Bu yöntemin stok maliyetlerinin artması, stoksuzluk riski gibi dezavantajları bulunmaktadır (Yiğit, 2020).

Birinci basamak bir sağlık kurumunda, oral rehidrasyon sıvısı ihtiyacının 1000, ortalama günlük ihtiyacın 33, inceleme süresinin 21 gün, teslimat süresinin 7 gün olduğu bir problem üzerinden gidilebilir. Burada, stok miktarı, gün cinsinden teslim süresi ile ortalama günlük tüketiminin çarpımı olacaktır ( $7 \times 33 = 231$ ). Bu sağlık kurumunda, 1 Ocak'ta, stok temin edilmiş ve maksimum oral rehidrasyon sıvısı paketi stok seviyesi olan 1000'e ulaşmıştır. Zaman geçtikçe oral rehidrasyon sıvısı paketleri talebe göre tüketilmiş ve ilk inceleme zamanı olan 21 gün sonra 500 paket tüketildiği görülmüştür. Bu durumda, sipariş edilen miktar  $500+231$  (tedarik süresi stok) paket, yani toplam 731 paket olacaktır. Bir sonraki döngünün sıfır günü olan 28 Ocak'ta yine 1000 paketlik maksimum stok seviyesine sahip olunacaktır. Yine 21 gün sonra ikinci inceleme zamanı gelecektir. Bu durumda eldeki stok 700 adet; sipariş edilen oral rehidrasyon sıvısı paketi miktarı ise  $[(1000 - 700) + 231] = 531$  olacaktır (Sing vd., 2022).

### 2.1.1.2 Sabit Sipariş Miktarlı Sistem (Q Sistemi)

Sabit miktar veya Q sistemlerinde, her bir kalem için her sipariş verildiğinde aynı sabit miktar stoklara eklenmektedir. Yani, stok yeniden sipariş noktasına düştüğünde, Q adet için yeni sipariş verilmektedir. Sabit miktar modelini kullanmak için stokların sürekli olarak izlenmesi gerekmektedir. Bu, sürekli bir stok sistemi gerektirir. Stoklara her ürün eklendiğinde veya stoklardan çekildiğinde, yeniden sipariş noktasına ulaşıp ulaşılmadığını belirlemek için kayıtlar güncellenmelidir (Heizer ve Render, 2004: 552-553).

Bu yöntemin temel mantığı eldeki stok miktarı belirli bir düzeye düştüğünde toplam stok maliyetini minimum yapacak şekilde önceden belirlenmiş sabit bir miktarın sipariş edilmesidir. Bu nedenle, sabit sipariş miktarlı sistemde stok kalemleri için, toplam stok kontrol maliyetini minimum yapan bir sipariş miktarı, sipariş düzeyi ve emniyet stokunun hesaplanması gerekmektedir. Her periyot için sipariş süresi farklılaşmakta, sipariş miktarı sabit kalmaktadır. Sipariş miktarı sabit olduğundan her periyottaki tedarik süresi de değişmektedir. Sipariş miktarı sabit olsa da sipariş periyotlarının farklılaşması siparişlerin tedarik edilmesinde bazı sorunlara yol açabilir. Tüketim hızı sabit olursa bu problem ortadan kalkacaktır (Kobu, 2006: 312).

Sabit sipariş miktarlı sistemin, sağlık kurumlarında maliyeti düşük olan ancak stok kalemlerinde yüksek oranda yer tutan C grubu malzemeler için kullanılabileceği öne sürülmektedir. Bu yöntemde, stok taşıma maliyetinin ve stoksuzluk maliyetinin yüksek olma riski bulunmaktadır (Erdem ve Durmuş, 2016). Bu yöntemde, sağlık kurumlarında her ilaç ve tıbbi malzeme konusunda, toplam stok maliyetini en aza indiren sipariş miktarı ve emniyet stoku hesaplanmaktadır. Sabit sipariş miktarlı sistemde, sipariş edilme periyotlarının farklılaşması tıbbi malzeme ve ilaç tedarikinde sorun yaşanmasına neden olabilir. Talebin belirsiz olması söz konusu olsa da, aylık tüketimin sabit özellik göstermesi durumunda sorun yaşanma ihtimali azalmaktadır (Orhaner vd., 2016; Yiğit, 2020). Sabit sipariş büyüklüğü sisteminde her seferinde sabit sayıda birim sipariş edilmektedir. Stok sürekli olarak izlenmekte ve yeniden sipariş noktası adı verilen önceden belirlenen seviyeye düştüğünde, sabit miktarda stok için yeni stok siparişi verilmektedir. Bu yöntem sıklıkla ve kesintisiz olarak gerçekleşen sürekli envanter sistemidir. Bu yöntem Hindistan'da aşı tedarikinde kullanılmaktadır (Sing vd., 2022).

### 2.1.1.2.1 Emniyet Stoku

İşletmelerde talep ve tedarik süresi değişken olabilmektedir. Bu nedenle işletmeler, teslimatta beklenmeyen gecikmeler veya tedarik süresi boyunca beklenenden fazla talep sonucunda stoksuzluk riskiyle karşılaşabilmektedir. Stoksuz kalma durumu, sipariş verildikten sonraki aşamada, siparişin işletmeye ulaşmasına kadar geçen sürede yani tedarik süresinde de ortaya çıkabilir. Yönetim tedarik süresindeki stoksuzluk riskine karşı beklenenden fazla olan talebi karşılamak için fazla stok tutabilir. Stoksuz kalma riskini azaltmak için elde tutulan bu fazla stoka emniyet stoku denilmektedir (Bal, 2012: 52).

Emniyet stoku, belirli bir zamanda, talep edilen en yüksek miktarı ile ortalama talep miktarı arasındaki farktır. Normal koşullar altında oluşabilecek talep dalgalanmalarını karşılamak ve stoksuz kalma maliyetini en aza indirmek amacıyla elde emniyet stoku tutulmaktadır. Anlaşılacağı üzere, emniyet stoku işletmeyi mali açıdan iki farklı yönde etkilemektedir. Emniyet stoku bulundurmamak, stoksuz kalma maliyetini azaltmakta ancak stok bulundurma maliyetini arttırmaktadır. Emniyet stoku bulundurma durumu sipariş sayısının yanı sıra, siparişler arasında geçen süreyi ve yeniden sipariş noktasını etkilemektedir (Erk, 2009: 73).

İşletmeler, belirlenen uygun sipariş miktarını (Q) önceden saptanmış olan yeniden sipariş zamanı (r) geldiğinde sipariş etmektedir. Sipariş verildikten sonra talepte artışı olması durumunda, elde bulunan stoklar güvenlik stokunun altına inmekte, hatta tükenmektedir. Stoksuz kalma durumu, işletmelerin hizmet seviyelerini olumsuz etkilemektedir. Hizmet seviyesini arttırmak ve stok sorunu yaşamamak amacıyla daha fazla güvenlik stoku bulundurulması tercih edilen bir yaklaşımdır (Saraçlar, 2003).

Belirsiz talep, stok dışı kalma olasılığını artırmaktadır. Hizmet düzeyi, stok dışı kalma olasılığının tamamlayıcısıdır. Örneğin, stok dışı kalma olasılığı 0,05 ise, hizmet seviyesi 0,95'tir. Stokları azaltmanın bir yöntemi, fazladan stok tutmaktır. Bu tür stoklara emniyet stoku denilmektedir. Emniyet stoku, yeniden sipariş noktasına birkaç birim eklemeyi içermektedir. Heizer ve Render (2004: 546), emniyet stokunu da işin içine katarak yeniden sipariş noktasının belirlenmesini şu formülle açıklamıştır:

$$\text{Yeniden sipariş noktası} = \text{YSN} = d \cdot L$$

d = Günlük talep

L = Sipariş sağlama süresi veya bir siparişi teslim etmek için geçen iş günü sayısı

Emniyet stokunun (ss) dahil edilmesi, ifadeyi şu şekilde değiştirmektedir:

$$\text{Yeniden sipariş noktası} = \text{YSN} = d \cdot L + ss$$

Tutulan güvenlik stoku miktarı, stoksuz kalma maliyetine ve fazladan stok tutma maliyetine bağlıdır. Yıllık stok dışı kalma maliyeti şu şekilde hesaplanmaktadır:

Yıllık stoksuz kalma maliyetleri

= Her bir talep seviyesi için eksik olan birimlerin toplamı • Bu talep seviyesinin olasılığı • (Stoksuz kalma maliyeti)/birim • Yıllık sipariş sayısı

### 2.1.1.3 Talep Değişken ve Tedarik Süresi Sabit

Heizer ve Render (2004: 549), talep değişken ve tedarik süresi sabit olması durumunda yeniden sipariş noktasını şu formülle açıklamıştır:

$$\text{Yeniden sipariş noktası} = \text{Ortalama günlük talep} \cdot \text{Gün cinsinden tedarik süresi} + Z \sigma_{dLT}$$

$$Z \sigma_{dLT} = \text{Tedarik süresi boyunca talebin standart sapması} = \sigma_d \sqrt{\text{tedarik süresi}}$$

$$\sigma_d = \text{Gün başına talebin standart sapması}$$

#### 2.1.1.4 Tedarik Süresi Değişken ve Talep Sabit

Heizer ve Render (2004: 550), talep sabit ve tedarik süresi sabit olması durumunda yeniden sipariş noktasını şu formülle açıklamıştır:

$$YSN = \text{Günlük talep} \cdot \text{Günde ortalama tedarik süresi} + Z \cdot \text{Günlük Talep} \cdot \sigma_{LT}$$
$$\sigma_{LT} = \text{Günlük teslimat süresinin standart sapması}$$

#### 2.1.1.5 Hem Talep Hem De Tedarik Süresi Değişken

Hem talep hem de teslim süresi değişken olduğunda, yeniden sipariş noktası formülü daha karmaşık hale gelmektedir (Heizer ve Render, 2004: 550):

$$YSN = \text{Günlük ortalama talep} \cdot \text{Günde ortalama tedarik süresi} + Z \sigma_{dLT}$$
$$\sigma_{dLT} = \text{Günlük teslimat süresinin standart sapması}$$
$$\sigma_{dLT} = \sqrt{\text{Günlük tedarik süresi} \cdot \sigma_d^2 + \text{Ortalama günlük talep}^2 \sigma_{LT}^2}$$

Essila (2022) araştırmasında, kritik ve yüksek fiyatlı bir ürün olarak sarıhumma aşısı için olasılıklı stok yöntemlerini uygulamıştır. Sağlık kurumlarında son derece karmaşık depolama gereksinimi bulunmaktadır. Olasılıklı stok yöntemleri, sipariş zamanını belirlemek amacıyla sağlık hizmetindeki talep ve teslim süresi belirsizliğini birleştirmektedir. Bu yöntemde amaç, sipariş verme, stokta tutma, eksiklik ve fazla maliyetler de dahil olmak üzere toplam yıllık maliyetleri en aza indirmektir. Buna göre, genel bir sağlık merkezinde sarı humma aşısı için ortalama yıllık talep, iki dozluk standart sapmayla yaklaşık yirmi doz olarak hesaplanmıştır. On beş dozluk üç ünite 1.691,31 dolardan satın alındığından, bir dozun orijinal maliyeti yaklaşık 112,75 dolardır. Hurda değeri, tedarikçilere ve iade süresine bağlı olarak satın alma maliyetinin %85 ila %100'ü arasında değişmektedir. Orijinal maliyetin %85'ini temsil eden 95,83 dolar tutarında bir hurda değeri belirlenmiştir. Genel sağlık merkezi "gerektiğinde" sipariş vermektedir. Araştırma sonucunda, araştırmacılar ne sabit sipariş miktarının ne de sabit periyotlu modelin incelenen sağlık merkezinde uygulanamayacağını ifade etmişlerdir (Essila, 2022).

#### 2.1.1.6 Tek Periyotlu Modeller

Tek dönemlik bir stok modeli, bir ürün için bir siparişin verildiği bir durumu tanımlar. Satış döneminin sonunda, kalan herhangi bir ürünün değeri çok azdır veya hiç yoktur. Bu, Noel ağaçları, mevsimlik ürünler, unlu mamuller, gazeteler ve dergiler için tipik bir sorundur. Bu stok sorununa genellikle "gazete bayisi sorunu" adı verilmektedir. Diğer bir deyişle, bir gazete bayisindeki ürünler haftalık veya günlük olarak sipariş edilse bile, bir sonraki satış döneminde elde tutulamaz ve stok olarak kullanılamaz. Bu yüzden karar, dönemin başında ne kadar sipariş verileceğiyle ilgilidir. Bu tür mevsimlik ürünlere olan talep hiçbir zaman tam olarak bilinmediği için talebe bağlı bir olasılık dağılımı ele alınmaktadır. Normal dağılım varsayılırsa ve her sezon ortalama (ortalama) 100 Noel ağacı stoklanıp satıldıysa, %50 ihtimalle stoklar tükenir ve %50 ihtimalle tükenmez. Mevsim başlamadan önce ağaçlar için en uygun stoklama politikasını belirlemek için standart sapmanın bilinmesi ve şu iki marjinal maliyetin göz önünde bulundurulması gerekir (Heizer ve Render, 2004: 551).

Fazla stok maliyeti = Birim başına maliyet - Birim başına hurda değeri

$$C_s = \text{Stoksuzluk maliyeti (tahmini)} = \text{Birim başına satış fiyatı} - \text{Birim başına maliyet}$$

$$C_0 = \text{Fazla stok maliyeti (tahmini)} = \text{Birim başına maliyet} - \text{Birim başına hurda değeri}$$

Hizmet seviyesi, yani stok tükenmeme olasılığı şu şekilde belirlenir:

$$\text{Hizmet seviyesi} = \frac{C_s}{C_s + C_0}$$

Bu nedenle, sipariş miktarını, hizmet seviyesi oranına eşit veya daha fazla olana kadar artırmak düşünülmektedir. Bu model, birçok hizmet sektöründe kullanılmaktadır. Neredeyse tüm tıbbi ve laboratuvar envanter malzemelerine uygun

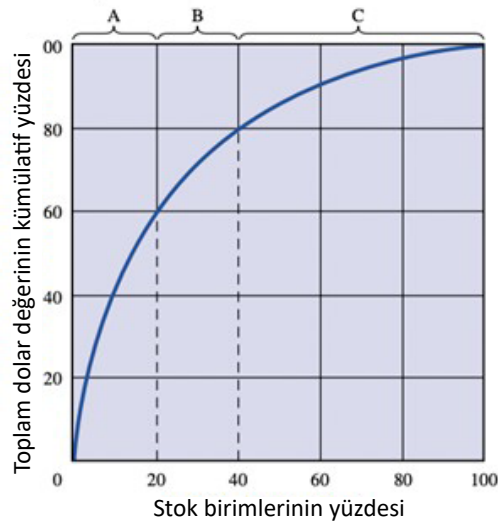
olarak, aşuların da envanter yönetimi açısından sınırlı bir raf ömrü vardır. Bu nedenle, stok envanter parametrelerinin belirlenmesinde tek periyotlu modellerin **aşular için** en uygun yaklaşım olduğu ifade edilmiştir. **İlaçların** çabuk bozulan ürünler olmaları ve sınırlı kullanıma sahip olmaları nedeniyle, ilaçlar ve bazı tıbbi malzemeler gibi çabuk bozulan öğelerin sipariş edilmesi için en uygun envanter modeli olarak görülmektedir (Essila, 2022).

### 2.1.1.7 ABC Sınıflandırması

ABC sınıflandırması 1950'lerde General Electric'te tasarlanmıştır (Winston, 2003: 911). ABC sınıflandırması, az sayıda öğenin büyük bir parasal hacmini ve çok sayıda öğenin küçük bir parasal hacmi oluşturduğunu gösteren "Pareto İlkesini" kullanmaktadır (Hafnika vd., 2016). Bu sınıflandırma sisteminde stok kalemlerinin miktarları ve parasal değerleri göz önüne alınmaktadır. Stok kontrolünde ABC sınıflandırması, stok kalemlerinin toplam içindeki kümülatif yüzdelere göre sınıflandırılması anlamına gelmektedir. Sınıflandırma sonucunda stoklar ürünlerin toplam içindeki göreceli oranları ile parasal değerlerinin göreceli oranları dikkate alınarak A grubu, B grubu ve C grubu stoklar olarak üç gruba ayrılmaktadır. ABC sınıflandırması, stoklarla ilgili olarak gerekli kararların alınmasına yardımcı olmaktadır (Yüksel ve Duman, 2017: 34).

Yöntem temel olarak, stokların önem derecesine göre sınıflandırılması ilkesine dayanmaktadır. Stokların önem derecesi ise, kullanılan malzeme miktarı ve fiyatı temel alınarak belirlenmektedir. Malzemelerin yıllık parasal hacmi, yıllık kullanılan miktar ile birim fiyatın çarpılması ile bulunur. A grubu, en önemli ve sürekli izlenmesi gereken gruptur. Grupta malzeme sayısı azdır ancak yıllık kullanım değeri yüksektir. B grubu, orta önemli grupken, C grubu, sayısal olarak fazla malzeme içerse de en az önemli olan gruptur (Ağırbaş, 2022: 283). Sağlık kurumları için A grubunda, tıbbi malzemeler maliyeti yüksek malzemelerden oluşmaktadır. Bu malzemelerin, uygun fiyata temin edilmesi ve stokların sıkı şekilde izlenmesi önerilmektedir. B grubunda, sağlık kurumlarında sağlık hizmeti sunmak için gereken tıbbi malzemeleri oluşturmaktadır. C grubunda ise, maliyeti düşük olan malzemelerdir. Sağlık kurumlarında özel hizmetler için bulundurulması isteğe bağlı olan malzemeleri oluşturmaktadır (Yiğit ve Yiğit, 2019).

#### Şekil 3. ABC Sınıflandırması



**Kaynak:** Winston, 2003: 911

Hangi kalemlerin A tipi, B tipi ve C tipi olduğunun nasıl belirlendiğini göstermek için 100 ürün stoklayan bir firma düşünülebilir. Kalemler madde 1, madde 2, madde 100 olarak yeniden sıralandığında; burada madde 1 en yüksek yıllık satış hacmini oluştururken, madde 2 ikinci en büyük yıllık satış hacmini oluşturmaktadır. Ardından noktalar çizilmektedir. Örneğin, (20, 60) noktası, ilk 20 öğenin (dolar satışları açısından) tüm satışların %60'ını oluşturduğunu gösterir. Şekil 3'teki, 1-20 arası maddeler A tipi maddeler, 21-40 arası maddeler B tipi maddeler ve 41-100 arası maddeler C tipi maddelerdir (Winston, 2003: 911). Şekil 4'te ABC stok kalemlerinin miktar içerisinde ve parasal olarak yüzde değerleri yer almaktadır.

#### Şekil 4. ABC Stok Kalemleri

A Grubu Stok Kalemleri: Toplam miktarın %10-20'sini toplam stok değerinin %70-80'ini oluşturur. En önemli gruptur.

B Grubu Stok Kalemleri: Toplam stok miktarının %30-40'ını oluştururken değer olarak %10-15'lik bir paya sahiptirler. Orta önemli gruptur.

C Grubu Stok Kalemleri: Miktar olarak %40-50, değer olarak sadece %5-10'luk paya sahiptirler. En az önemli gruptur.

**Kaynak:** Tengilimoğlu ve Yiğit (2013: 178).

ABC sınıflandırması sonucunda elde edilen A grubunda bulunan malzemeler; sıkı kontrol gerektiren ve güvenlik stoku düzeyleri düşük tutulması tavsiye edilen malzemelerdir. A grubunda bulunan malzemeler, sipariş verme yöntemlerinde dikkatli davranılmasını gerektiren, sık gözden geçirilmesi gereken malzemelerdir. B grubunda bulunan malzemeler normal düzeyde kontrol gerektiren ve güvenlik stok düzeyleri ortalama seviyede olması önerilen malzemelerdir. Sipariş verme yöntemi, talebin arttığı dönemlerdeki artışlar dikkate alınarak tespit edilmelidir (Yeşilyurt ve ark., 2015). Winston (2003: 911-920)'a göre, firmanın stok yatırımının çoğu A tipi kalemlerde olduğundan, bu kalemler için etkili stok kontrol politikaları geliştirmeye yönelik çabaların yoğunlaştırılması, önemli tasarruflar sağlamalıdır. A tipi (ve muhtemelen B Tipi) kalemler üzerinde çaba yoğunlaştırarak, önemli maliyet düşüşleri sağlayabilmek mümkündür. C grubundaki malzemelerin kontrol derecesi basit ve güvenlik stok düzeyleri yüksek seviyede tutulmalıdır. C grubunda bulunan malzemelerde periyodik olarak toplu satın almalar yapılmalıdır (Yeşilyurt ve ark., 2015).

Sağlık kurumlarında "A" grubunda yer alan ilaç ve tıbbi malzemelerin stok maliyeti yüksektir. Bu grubun sıkı takip edilmesi gerekmektedir. "B" grubunun ise maliyeti orta düzeydedir. Bu grubun emniyet stoku orta seviyededir. Kontrol orta derecede olmalıdır. "C" grubu ise sağlık kurumunda çok miktarda bulunan ve maliyeti düşük olan stoklardan oluşmaktadır (Yiğit, 2020). ABC analizinin, sağlık kurumlarında kullanılan ilaçların kontrolünde kullanıldığı araştırmalar dikkat çekmektedir (Nadu, 2012; Gurumurthy vd., 2021; Vaz vd., 2008).

### 3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sağlık hizmetlerinin, kesintisiz olarak sunulması için ilaçlar ve tıbbi malzemeler gibi stokları bünyesinde bulundurması gerekmektedir. Sağlık kurumları açısından, düzgün işleyen bir stok yönetim sistemi geliştirilmesi, fazla stok veya stoksuzluk riskiyle karşı karşıya kalmaması hayati önem taşımaktadır. Gerekliliği olduğu miktarda stoku bünyesinde barındırmaması sonucunda sorunların ortaya çıkmasının yanında, gereğinden fazla stok bulundurmanın da depolama maliyetini artıracakları bilinmektedir. Sağlık hizmetlerinin kendine has özelliklerinin yanı sıra, stokların özellikle çabuk bozulan ve pahalı ürünlerden oluşması da söz konusudur. Sağlık kurumlarında bu amaçla stok kontrol yöntemlerinden faydalanılmaktadır. Stok kontrol yöntemleri içerisinde karışık ve basit yöntemleri barındırmaktadır. Temel olarak bu yöntemler, hasta talebini karşılarken ekonomik olmayı amaçlamaktadır. Stok kontrol yöntemleri, sağlık kurumlarında kullanılan malzemelerin ne zaman ve ne kadar sipariş verileceğini ortaya koymaktadır. Stok kontrol yöntemlerinin sınıflandırılmasında temel faktör olarak talep kavramı ortaya çıkmaktadır. Olasılıklı stok yöntemleri, sağlık hizmetlerinde öne çıkan talep belirsizliğini dikkate almaktadır. Olasılıklı stok yöntemleri altında bulunan sabit sipariş periyotlu sistemde, stoklar önceden belirlenmiş bir süre sonunda sipariş edilmektedir. Sabit sipariş miktarı sisteminde ise, periyotlar değil sipariş edilen miktar sabit olmaktadır.

Bunun yanı sıra sağlık kurumlarında stoksuz kalma riskine karşı bir miktar fazla stok bulundurmak amacıyla emniyet stoku adı verilen bir stok da bulunmaktadır. Sağlık hizmetlerindeki talep belirsizliği, stok dışı kalma olasılığını artıran bir unsurdur. Olasılıklı stok yöntemlerinden sabit sipariş miktarı ve sabit sipariş periyotlu sistemin uygulanabilmesi için tedarik süresi gibi bazı bilgilere hakim olunması gerekmektedir. Olasılıklı stok yöntemlerinden, tedarik süresine ilişkin veriler mevcut olmadığında ise üç farklı model kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, belirli bir dönem sonunda elde kalan malzemelerin değerinin çok azaldığı ya da olmadığı durumları ifade eden (gazete bayisi sorunu) tek periyotlu modeller



de kullanılabilir. Sağlık hizmetlerinde kullanılan ilaç ve tıbbi malzemeler de çabuk bozulmaları nedeniyle bu kapsamda değerlendirilebilir. Bu yöntemlere ek olarak, stokların miktarına ve maliyetine göre sınıflandırıldığı ABC analizi de sağlık hizmetlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Talep belirsizliğini yüksek düzeyde bünyesinde bulunduran sağlık kurumlarında, hizmet sunumunu aksatmadan etkili stok kontrolünü sağlamak, stok maliyetlerini en aza indirmek, kaynakları etkili kullanmak ve nihayetinde toplum sağlığını geliştirmek amacıyla karar alma süreçlerinde yardımcı olacak olasılıklı stok kontrol yöntemlerinin kullanılması önerilmektedir. Olasılıklı stok yöntemlerinin maliyetleri azalttığı yönünde sonuçlar bulunmaktadır. Bu yöntemler, sağlık hizmetlerinde malzeme yönetiminin bilimsel yöntemlere dayandırılmasına ve sağlık sektörünün verimliliğinin artırılmasına katkı sunacaktır.

## KAYNAKÇA

- Agada PO, Ogwuche EH. (2017). *A probabilistic economic order quantity (EOQ) model for inventory management of drugs and hospital consumables*. FUW Trends in Science and Technology Journal, 2(2), 737-742.
- Ağırbaş İ. (2022). *Sağlık Kurumlarında Finansal Yönetim ve Maliyet Analizi*. (3b) Siyasal Kitabevi, Ankara.
- Algburi AAH, Eroğlu A, Sulak H. (2019). *Farklı Durumlar Altında Geliştirilen Stok Kontrol Modelleri Yazın Taraması*. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 24(1), 19-31.
- Assis AG, Dos Santos AFA, Dos Santos LA, da Costa JF, Cabral MAL, de Souza RP. (2022). *Classification of medicines and materials in hospital inventory management: a multi-criteria analysis*. BMC Medical Informatics and Decision Making, 22(1), 325.
- Bal S. (2012). *Tedarik Zinciri Yönetiminde Envanter Modellerinin Önemi Üzerine Bir Uygulama*. (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- Çokoy B.** (2013). *Üretim ve Stok Kontrol Politikalarının Belirlenmesi: Plastik Sektöründe Bir Uygulama*. (Yüksek Lisans Tezi). Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Doğangüneş K. (1998). *Stokastik Envanter Kontrol Modelleri ve Bir İşletme Uygulaması*. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Erdem S, Durmuş A. (2016). *Hastane medikal sarf malzemelerinde parti büyüklüklerinin belirlenmesine yönelik bir uygulama*. Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 17(1), 23-46.
- Erk E. (2009). *Talep yönetimi yolu ile stok kontrolü üzerine bir model önerisi ve ticari bir işletmede uygulama* (Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Essila JC. (2022). *Strategies for reducing healthcare supply chain inventory costs*. Benchmarking: An International Journal.
- Gökler SH. (2020). *Kan bankalarında talep tahmini ve stokastik stok yönetimi*. (Doktora Tezi) Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Gurumurthy A, Nair VK, Vinodh S. (2021). *Application of a hybrid selective inventory control technique in a hospital: a precursor for inventory reduction through lean thinking*. The TQM Journal, 33(3), 568-595.
- Hafnika F, Farmaciawaty DA, Adhiutama A, Basri MH. (2016). *Improvement of inventory control using continuous review policy in a local hospital at bandung city*, Indonesia. The Asian Journal of Technology Management, 9(2), 109.
- Heizer JH, Render B. (2004). *Principles of operations management*. Pearson Educación.
- Kaya N. (2020). *Stok Yönetimi*. İksad Yayınevi. Ankara. ISBN: 978-625-7914-88-8
- Kızılboğa A. (2013). *Envanter Kontrol Yöntemleri ve Bir Uygulama*. (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kobu B. (2006). *Üretim Yönetimi*, Beta Yayınları, 13.Baskı, İstanbul, 602s, 2006. S12
- Nadu T. (2012). *Drug inventory control analysis in a primary level health care facility in rural Tamil Nadu, India*. age, 5(2), 36-40.
- Orhaner E, Biçer E B, İlman E. (2016). *TMS-2'ye Göre Sağlık İşletmelerinde Stokların Değerlendirilmesi (Özel Hastane Örneği)*. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 3(7), 87-106.
- Pambudi SS, Damayanti DD, Chulasoh BS (2016). *Drug Inventory Policy Proposal Using Probabilistic Methods to Increase the Service Level*. Proceeding of 9th International Seminar on Industrial Engineering and Management. ISSN : 1978-774X

- Parıldar O, Akyürek ÇE. (2021). *Hastanelerde Emniyet Stoku Seviyesinin ve Yeniden Sipariş Noktasının Olasılıklı Stok Modeli ile Belirlenmesi: Bir Kamu Hastanesi Örneği*. Sosyoekonomi, 29(47), 229-248.
- Pıçak SZ. (2001). *Envanter Kontrol Sistemleri ve Stokastik Modelde Uygulama* (Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Puspitasari R, Arvianto A, Rinawati DI, Laksono PW. (2016). *Q inventory model with product expiry and product return on pharmaceutical products at hospital kardinah*. In 2016 2nd International Conference of Industrial, Mechanical, Electrical, and Chemical Engineering (ICIMECE) (pp. 33-37). IEEE.
- Rojas F, Leiva V, Huerta M, Martin-Barreiro C. (2021). *Lot-size models with uncertain demand considering its skewness/kurtosis and stochastic programming applied to hospital pharmacy with sensor-related COVID-19 data*. Sensors, 21(15), 5198.
- Sağır M, Atlas M, Aras N, Kamışlı Öztürk Z. (2012). *Yöneyem Araştırması I*. T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2528 Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 1499. Anadolu Üniversitesi. ISBN: 978-975-06-2549-7.
- Saraçlar Ç. (2003). *Lojistik Faaliyetler İçinde Envanter Yönetiminin Rolü ve Önemi. (Yüksek Lisans Tezi)*. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Singh A, Rasanía S K, Barua K (2022). *Inventory control: Its principles and application*. Indian Journal of Community Health, 34(1), 14-19.
- Tengilimoğlu D, Yiğit V. (2013). *Sağlık İşletmelerinde Tedarik Zinciri ve Malzeme Yönetimi*, Nobel Yayın, Ankara
- Vaz F S, Ferreira A M, Pereira-Antao I, Kulkarni M, Motghare D. (2008). *Application of inventory control techniques for drug management at a rural health centre*. Indian Journal of Preventative and Social Medicine, 39(3), 120-123.
- Vrat P. (2014). *Probabilistic Inventory Models*. In: *Materials Management*. Springer Texts in Business and Economics. Springer, New Delhi. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-1970-58>
- Winston WL. (2003). *Operations Research: Applications and Algorithms*, Brooks/Cole, Cengage Learning.
- Yeşilyurt Ö, Sulak H, Bayhan M. (2015). *Sağlık Sektöründe Stok Kontrol Faaliyetlerinin ABC ve VED Analizleriyle Değerlendirilmesi: Isparta Devlet Hastanesi Örneği*. Suleyman Demirel University Journal of Faculty of Economics & Administrative Sciences, 20(1).
- Yiğit A, Yiğit V. (2019). *Tıbbi Malzeme Stok Kontrolünde ABC ve VED Analizi: Sağlık Bakanlığı Hastanelerinde Bir Araştırma*. Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 10(24), 254-263.
- Yiğit V. (2020) *Sağlık Kurumlarında Malzeme ve Stok Yönetimi (Ünite 9)*. Sağlık Kurumları Yönetimi II, Yasemin Akbulut, Editör, Atatürk Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi, Erzurum, 1-27.
- Yüksel V, Duman A. (2017). *Eczanelerde Stok Yönetimi*. Lectio Scientific, 1(1), 26-39.

## Yeni Başlayanlar İçin Yapay Sinir Ağları

Şura Alan

Arş. Gör, Tarsus Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölümü

ARTICLE INFO	ÖZET
<p><b>Makale Türü:</b> Geleneksel Derleme</p> <p><b>Anahtar Sözcükler:</b> Yapay sinir ağı, yapay zeka, geleneksel derleme</p> <p><b>Sorumlu Yazar</b> Şura Alan</p> <p><b>Adres:</b> Tarsus Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölümü</p> <p><b>E-mail:</b> suraalan@tarsus.edu.tr</p>	<p><i>İnsan beyninin nasıl çalıştığı tarih boyunca ilgi çekici bir konu olmuştur ve bilim insanları tarafından bu konuda çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Yaşanan teknolojik gelişmeler sayesinde insan beyni gibi davranabilen ve modelleme yapma imkanı sunan uygulamalar ön plana çıkmaya başlamıştır. Yapay Sinir Ağları, insanın öğrenme sürecindeki biyolojik beyin fonksiyonlarını taklit ederek insan beyninin yaptığı gibi yeni bilgiler oluşturabilmeyi ve bazı insansı yetenekleri otomatik olarak gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. Biyolojik sinir ağlarından ilham alan Yapay Sinir Ağları, çok sayıda ara bağlantıya ve basit işlemciye sahip bilgi işlem sistemleridir. Yapay Sinir Ağları, insan uzmanlığı ve bilgisinin alternatifi olarak görülmektedir. Yapay Sinir Ağları beyni yakından takip ederek modellenmiştir ve bu nedenle terminolojinin büyük bir kısmı sinirbilimden esinlenerek oluşturulmuştur. Bu makalede Yapay Sinir Ağları hakkında genel bir bilgilendirme yapmak amacıyla geleneksel derleme yapılmıştır.</i></p>

## 1. GİRİŞ

Beyin, tüm vücudu kontrol eden son derece karmaşık bir organdır. En ilkel hayvanın beyninin en gelişmiş bilgisayardan daha fazla kapasiteye sahip olduğu düşünülmektedir. Beynin tek işlevi sadece vücudun fiziksel kısımlarını kontrol etmek değil, aynı zamanda düşünme, görselleştirme, hayal kurma, öğrenme gibi fiziksel terimlerle tanımlanamayan daha karmaşık faaliyetleri de kontrol etmektir. YSA'lar beyni taklit eden ve karar vermede önemli rol oynayan yapay zekanın bir dalıdır (Gupta, 2013). YSA'lar, insan beyninde bulunan biyolojik sinir ağlarının organizasyonundan ilham alarak girdi verilerinden öğrenebilir ve bu öğrenmeye göre kararlar alabilir. Deneysel bilgiyi depolamak ve onu kullanıma hazır hale getirmek eğilimine sahip, büyük ölçüde paralel dağıtılmış bir işlemcidir olarak tanımlanmaktadır (Haykin, 1994).

Yapay Sinir Ağı, biyolojik sinir ağlarının çalışmasını taklit eden bilgi işlem sistemlerini ifade eder. Yapay Sinir Ağları aynı zamanda "sinir ağları", "yapay sinir sistemleri", "paralel dağıtılmış işleme sistemleri" ve "bağlantıcı sistemler" olarak da anılmaktadır (Dongare vd., 2012).

Biyolojik sinir ağlarından esinlenen YSA'lar, çok sayıda ara bağlantıdan ve basit işlemciden oluşan büyük ölçüde paralel hesaplama sistemleridir. YSA modelleri, insanda kullanıldığına inanılan bazı "organizasyon" ilkelerini kullanmaya çalışır. Bir tür ağ, düğümleri 'yapay nöronlar' olarak görür. Yapay nöron, doğal nöronlardan esinlenen bir hesaplama modelidir (Gupta, 2013).

Nöronlar arasındaki bağlantılar ağırlıklıdır, bu da ağı belirli bir görevdeki performansını artırmak için ağırlıkları ayarlayarak verilerden öğrenmesine olanak tanır. YSA görüntü tanıma, doğal dil işleme ve tahmin görevleri gibi çeşitli alanlarda etkin bir şekilde uygulanmaktadır (LeCun vd., 2015). YSA'lar, özellikle karmaşık kalıpları ve verilerdeki ilişkileri öğrenmede yararlıdır, bu da onları geleneksel yöntemlerle modellenemeyen görevler için uygun kılar. YSA'ların bu özelliği, önemli avantajlarından biridir. YSA'lar mimarileri, öğrenme algoritmaları ve aktivasyon işlevleri gibi çeşitli faktörlere göre kategorize edilebilir (Heaton, 2018).

YSA hakkında genel bir bilgilendirme yapmayı amaçlayan bu makalede geleneksel derleme yönteminden yararlanılmıştır. YSA'nın tarihsel gelişimi, ağ yapıları ve öğrenme süreçleri ile YSA'nın avantaj ve dezavantajlarına değinilmiştir.

### 1.1. Tarihsel Gelişim

Günümüzün yapay sinir ağlarının temelini oluşturan çalışmalar 1940'lı yıllarda McCulloch ve Pitts gibi bilim insanları tarafından yapılmıştır. Yapay sinir ağları alanındaki çalışmalarıyla bilinen ve ilk yapay sinir hücresi yapısını oluşturan McCulloch ve Pitts, 1943 tarihli makalelerinde oluşturulan yapay hücrelerle insan beyni tarafından mantıklı kabul edilen her türlü ifadeyi formüle etmenin mümkün olduğunu göstermişlerdir (Öztemel, 2012). İlerleyen yıllarda (Bilgin, 2023):

- Hebbian Öğrenme Kuralı 1949 yılında Donald Hebb, tarafından geliştirilmiştir.
- Farley ve Clark 1954'te oluşturulan bir ağın içerisinde uyarılara tepki veren ve bunlara uyum sağlayabilen bir modelleme ortaya koymuşlardır.
- Rosenblatt tarafından 1958'de tek katmanlı bir ağ modeli (algılayıcı) oluşturulmuştur.
- Kohonen ve Anderson 1972 yılında Kohonen ve Anderson, herhangi bir öğretici olmadan öğrenen modelin temelini oluşturan ilk çalışmayı yaptılar.
- Hopfield 1982'de, yapay sinir ağlarının genelleşebileceğini göstererek ve geleneksel bilgisayar programlarıyla çözülmesi zor sorunlara çözüm üretebileceğini bulmuştur.

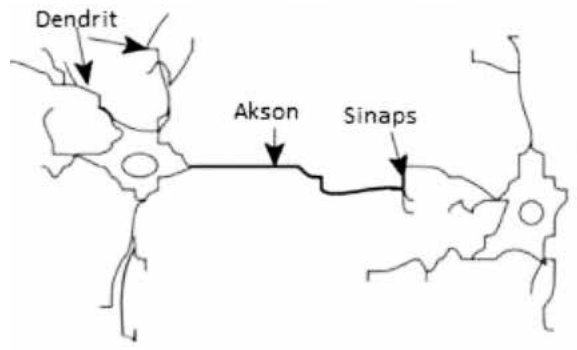
### 1.2. Ağ Yapısı

Beyin, nöron adı verilen hücrelerden yapılmıştır. Bu tür hücrelerin (nöronlar) birbirine bağlanması sinir ağını veya beyni oluşturmaktadır. İnsan beyninde yaklaşık 1011 nöron ve birbiriyle yaklaşık 10000 bağlantı vardır. Biyolojik bir nöron, hücre gövdesi, akson ve dendritten oluşmaktadır. Dendrit, diğer nöronlardan hücre gövdesine elektro-kimyasal sinyaller almaktadır. Soma adı verilen hücre gövdesi, hücreyi desteklemek için gerekli olan çekirdek ve diğer kimyasal yapıları içermektedir. Akson, nörondan gelen sinyali diğer nöronlara taşımaktadır. İki nöronun dendritleri veya nöron ile kas

hücreleri arasındaki bağlantıya ise sinaps denmektedir (Gershenson, 2003).

Nöron, dendritler aracılığıyla diğer nöronlardan sinyaller alır. Sinyalin gücü belirli bir eşiği aştığında, bu nöron sinapsları kullanarak akson yoluyla bir sonraki nörona iletilmek üzere kendi sinyalini tetikler. Sinapslar aracılığıyla diğer nöronlara gönderilen sinyal onları tetikler ve bu süreç devam eder. Bu şekilde çok sayıda nöron aynı anda çalışmaktadır. Aynı zamanda beynin büyük miktarda veri depolama kapasitesi vardır. Biyolojik sinir hücresi Şekil 1'de gösterilmektedir (Mehrotra vd., 1997).

Şekil 1. Biyolojik sinir hücresi

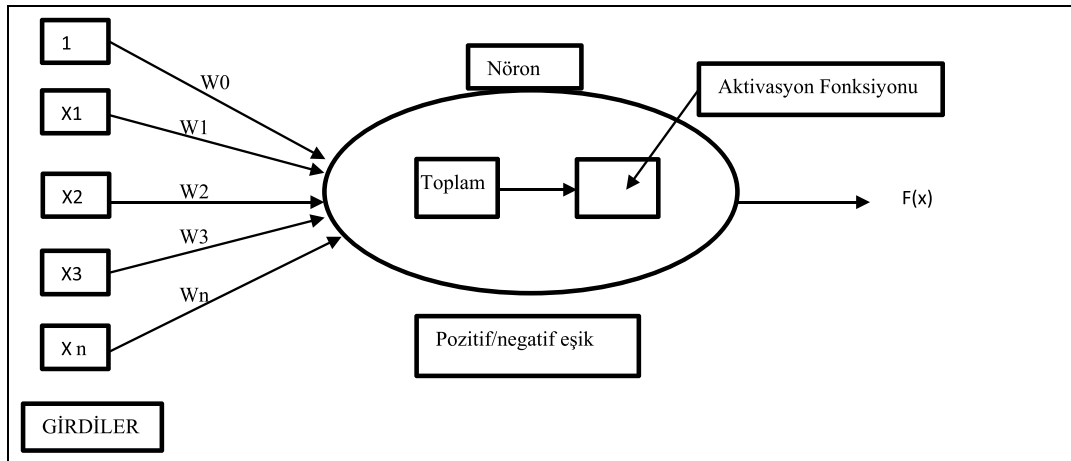


**Kaynak:** Mehrotra vd, 1997.

En basit haliyle YSA, insan beyninin bir taklidi olarak tanımlanmaktadır. Doğal bir beynin yeni şeyler öğrenme, yeni ve değişen çevreye uyum sağlama yeteneğine sahip olduğu bilinmektedir. Beynin, eksik ve net olmayan, bulanık bilgileri analiz etme ve bunlardan kendi yargısını çıkarma konusunda da yetenekli olduğu düşünülmektedir. Başkalarının farklı şekilde yazdığı bir el yazısını kendi yazı stilimizden tamamen farklı olsa da okuyabilmemiz; birkaç günlük bir bebeğin annesini dokunuşundan, sesinden ve kokusundan tanıyabilmesi; önceden tanınan birinin bulanık fotoğraftan bile teşhis edebilmesi beynin bu yeteneğine örnek gösterilebilir. YSA da eksik ve bulanık olanı tahmin etmekte kullanılan bir yöntemdir (Kukreja vd., 2016).

YSA, nöron adı verilen işlem birimlerinden meydana gelmektedir. Yapay bir nöron, doğal nöronun yapısını ve davranışını kopyalamaya çalışır. Nöronlar girdilerden (dendritler) ve bir çıktıdan (akson yoluyla sinaps) oluşmaktadır. Bir nöronun başka bir nöronu aktive etme işlevi bulunmaktadır. Yapay nöron modeli Şekil 2.2'de gösterilmektedir (Anitha ve Kuldeep, 2015).

Şekil 2. Yapay sinir hücresi



**Kaynak:** Anitha ve Kuldeep, 2015.

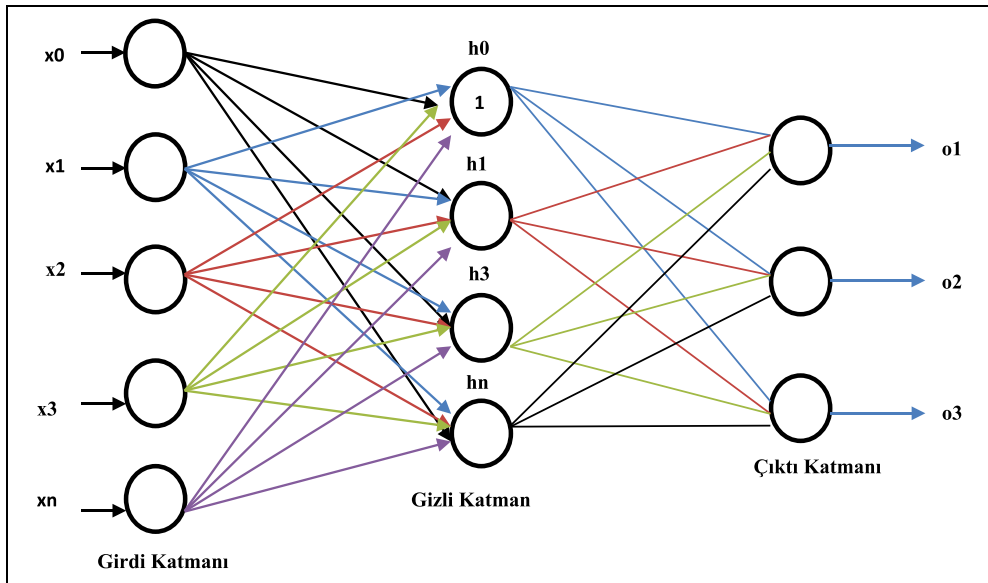
Şekil 2'de gösterilen  $x_1, x_2, x_3, x_n$  nöronun girdilerini oluşturmaktadır. Girdilerle birlikte nörona bir hata payı/önyargı da eklenmektedir. Genellikle hata payı değeri 1 olarak başlatılmaktadır.  $W, w_1, w_2, w_3, w_n$  ağırlık olarak tanımlanmaktadır. Ağırlık, sinyale bağlantılı ve ağırlık ve girdinin çarpımı, sinyalin gücünü vermektedir. Bir nöron, farklı kaynaklardan birden fazla girdi alıp tek bir çıktı ortaya koymaktadır (Anitha ve Kuldeep, 2015).

Aktivasyon için kullanılan çeşitli fonksiyonlar vardır. En sık kullanılan aktivasyon fonksiyonlarından biri Sigmoid Fonksiyonudur. Kullanılan diğer fonksiyonlar Adım Fonksiyonu, Doğrusal Fonksiyon, Rampa Fonksiyonu, Hiperbolik Tanjant Fonksiyonudur. Hiperbolik tanjant (tanh) fonksiyonu şekil olarak sigmoid'e benzer, ancak sınırları 0 ile 1 arasında olan sigmoid'in aksine -1 ile +1 arasında değişmektedir (Lee vd., 1992).

Toplam, bir katman ile diğeri arasındaki ağırlıklarla çarpılan girdilerin ağırlıklı toplamıdır. Kullanılan aktivasyon fonksiyonu, bir adım fonksiyonunun sürekli ve türevlenebilir bir yaklaşımı olan sigmoid fonksiyonudur. Bu tür bireysel nöronların birbirine bağlanması sinir ağını oluşturmaktadır (Kukreja vd. 2016).

YSA'nın yapısı Şekil 3'de gösterildiği üzere girdi katmanı, gizli katman(lar) ve çıktı katmanı olmak üzere temelde 3 kategoriden oluşmaktadır. Girdi katmanında girdi değerleri, gizli katmanlarda ise girdi ve çıktı katmanları arasında kalan bir dizi nöronlar bulunmaktadır. Gizli katmanlar tek veya çoklu olabilmektedir. Çıktı katmanında ise genellikle bir nöron bulunmaktadır ve çıktı 0 ile 1 arasında değer almaktadır (Shukla, ve Abdelrahman, 2004).

Şekil 3. Sinir ağı yapısı



**Kaynak:** Shukla, ve Abdelrahman, 2004.

Girdilerin gücü ağırlık değerlerine bağlı olarak belirlenmektedir. Ağırlık değeri pozitif, negatif veya sıfır olabilmektedir. Negatif ağırlık, sinyalin azaldığı veya engellendiği anlamına gelmekteyken; sıfır ağırlık ise iki nöron arasında hiçbir bağlantı olmadığı anlamına gelmektedir. Ağırlıklar gerekli çıktıyı elde etmek için ayarlanmaktadır. Gerekli çıktıyı elde edebilmek için YSA'nın ağırlıklarını ayarlamaya yönelik algoritmalar vardır. Bu ağırlıkları ayarlama işlemine öğrenme veya eğitim denir (Gershenson, 2003).

YSA kategorileri denetimli ve denimsiz öğrenme yöntemlerine dayanmaktadır. YSA mimarisinin en basit biçimi, iki girdi ve bir çıktıya sahip bir nörondan oluşan *Algı*'dir. Burada aktivasyon fonksiyonu, adım fonksiyonu veya rampa fonksiyonundan yararlanılmaktadır. Algılar, verilerin iki ayrı sınıfa sınıflandırılması için kullanılır. Daha karmaşık uygulamalar için, Şekil 3'de gösterildiği gibi bir giriş katmanı, bir çıkış katmanı ve bir veya daha fazla gizli katman içeren çok katmanlı algılar kullanılmaktadır (Kukreja vd., 2016).

Bağlantı modeline göre ağ mimarisi iki kategoride incelenmektedir. Bunlar grafiklerin döngü içermediği ileri beslemeli ağlar ve geri besleme bağlantıları nedeniyle döngüleri tekrarlayan veya geri beslemeli ağlardır. Genel olarak, ileri beslemeli ağlar statiktir, yani belirli bir girdiden bir dizi değer yerine yalnızca bir çıktı değerleri kümesi üretmektedir. İleri beslemeli ağlar, bir girdiye verilen yanıtlarının önceki ağ durumundan bağımsız olması nedeniyle belleksiz olarak nitelendirilmektedir.



Öte yandan, tekrarlayan veya geri beslemeli ağlar dinamik sistemlerdir. Yeni bir girdi deseni sunulduğunda, nöron çıktıları hesaplanmaktadır. Geri besleme yolları nedeniyle, her bir nöronun girdileri daha sonra değiştirilmekte ve bu da ağın yeni bir duruma girmesine neden olmaktadır. Farklı ağ mimarileri uygun öğrenme algoritmaları gerektirir (Anderson, 1995).

İleri beslemeli ağların tasarlanırken birtakım sorulara yanıt verilmelidir. Bunlar (Gupta, 2013):

- Belirli bir görev için kaç katmana ihtiyaç var?
- Katman başına kaç birime ihtiyaç var?
- Ağın eğitim setine dahil olmayan veriler üzerinde nasıl performans gösterecek (genelleme yeteneği) ve “iyi” genelleme için eğitim setinin ne kadar büyük olması gerekecek?

### 1.3. Öğrenme Paradigmaları

Her biri belirli bir soyut öğrenme görevine karşılık gelen üç ana öğrenme paradigması vardır. Bunlar, denetimli öğrenme, denetimsiz öğrenme ve takviyeli öğrenmedir.

- Ağın *denetimli öğrenmesi*, her giriş modeli için doğru bir yanıt (çıkıtı) sağlamaktadır. Ağırlıklar, ağın bilinen doğru cevaplara mümkün olduğunca yakın cevaplar üretmesine izin verecek şekilde belirlenmektedir.
- *Denetimsiz öğrenme*, eğitim veri setindeki her bir giriş modeliyle ilişkili doğru bir yanıt gerektirmemektedir. Verilerdeki temel yapıyı veya verilerdeki kalıplar arasındaki korelasyonları araştırmakta; kalıpları bu korelasyonlardan kategoriler halinde düzenlemektedir.
- *Hibrit öğrenme*, denetimli ve denetimsiz öğrenmeyi birleştirmektedir. Ağırlıkların bir kısmı genellikle denetimli öğrenme yoluyla belirlenirken, diğerleri denetimsiz öğrenme yoluyla elde edilmektedir.
- *Takviyeli öğrenme*, ağa doğru cevapların kendilerine değil, yalnızca ağ çıktılarının doğruluğuna ilişkin bir eleştirinin sağlandığı, denetimli öğrenmenin bir çeşidi olarak bilinmektedir.

Üç ana öğrenme paradigmasına ek olarak literatürde yer alan başka öğrenme kuralları da mevcuttur. Bunlardan bazılarını değinilmiştir (Basheer ve Hajmeer, 2000)

- **Hata Düzeltme Kuralı**

Denetimli öğrenme paradigmasında, ağa her giriş deseni için istenen bir çıktı verilmektedir. Öğrenme süreci sırasında, ağ tarafından üretilen gerçek çıktı istenen çıktıya eşit olmayabilir. *Hata düzeltme öğrenme kuralının* temel prensibi, bu hatayı kademeli olarak azaltmak için bağlantı ağırlıklarını değiştirerek hata sinyalini (hedef çıktı-elde edilen çıktı) kullanmaktır.

- **Algı Öğrenme Kuralı**

Algılayıcı, bir girdinin birkaç olası ikili olmayan çıktıdan birine denetimli olarak sınıflandırılması için kullanılan bir algoritmadır. Algılayıcılar için öğrenme algoritması, eğitim setindeki öğeleri her seferinde bir tane işlediği için çevrimiçi bir algoritmadır. Yapay sinir ağları bağlamında bir algılayıcı, regresyon yerine sınıflandırma yapması dışında doğrusal bir nörona benzemektedir. Yani, bir algılayıcı eğitim örneklerini kendi sınıflarına ayırmak için ağırlıklarını ayarlarken, doğrusal bir nöron gerçek değerli bir tahmin hatasını azaltmak için ağırlıklarını ayarlamaktadır.

- **Boltzmann Öğrenmesi**

Boltzmann öğrenimi, bilgi-teorik ve termodinamik ilkelerden türetilmiştir. Boltzmann öğreniminin amacı, bağlantı ağırlıklarını ayarlayarak, görünür birimlerin durumları istenen belirli bir olasılık dağılımını karşılamaktadır. Boltzmann öğrenmesi, hatanın istenen ve gerçek çıktılar arasındaki doğrudan fark olarak değil, sabitlenmiş ve serbest çalışma koşulları altında çalışan iki nöronun çıktılarının korelasyonları arasındaki fark olarak ölçüldüğü özel bir hata düzeltme öğrenme durumu olarak kabul edilmektedir.

#### • Hebbian Kuralı

Teori genellikle “Birlikte ateşleyen hücreler, birlikte bağlanır.” şeklinde özetlenmektedir. Hebb’in ilkesi, model nöronlar arasındaki ağırlıkların nasıl değiştirileceğini belirleyen bir yöntem olarak tanımlanabilmektedir. İki nöron arasındaki ağırlık, iki nöron aynı anda etkinleşirse artar ve ayrı ayrı etkinleşirse azalmaktadır. Aynı anda hem pozitif hem de negatif olma eğiliminde olan düğümler güçlü pozitif ağırlıklara sahipken, tersi olma eğiliminde olanlar güçlü negatif ağırlıklara sahip olacaktır. Örneğin, Nokia kelimesini uzun yıllar boyunca kitleler tarafından duyulmuştur. Nokia cep telefonlarını duymaya alışıldığı için, ‘Nokia’ kelimesi zihnimizde cep telefonu kelimesiyle ilişkilendirilmiştir. Ne zaman bir Nokia cep telefonu görsük, ‘Nokia’ ve telefon kelimeleri arasındaki ilişki zihinlerde güçlenmektedir. ‘Nokia’ ve cep telefonu arasındaki ilişki o kadar güçlüdür ki, birisi Nokia’nın otomobil ve kamyon ürettiğini söylemeye çalışsa, bu garip görünebilecektir.

Geri yayılım algoritması, sinir ağının eğitilmesinde en sık kullanılan yöntemdir. Burada hedeflenen çıktı ile elde edilen çıktı arasındaki fark katmanlara geri yayılır ve ağırlıklar ayarlanmaktadır. Bir geri yayılım sinir ağı, denetimli bir öğrenme yöntemi ve ileri beslemeli bir mimari kullanmaktadır. Geri yayımlı YSA’da gizli katmanların çıktıları, çıktının hesaplandığı çıktı katmanına yayılmaktadır. Bu çıktı, verilen girdi için istenen çıktı ile karşılaştırılmaktadır. Aradaki farka (varsa) dayanarak, hata çıktı katmanından gizli katmana ve gizli katmandan girdi katmanına geri yayılmaktadır. Akış geriye doğru hareket ettikçe nöronlar arasındaki ağırlıkları değiştirmektedir. Girişten çıkışa ve çıkıştan girişe doğru ilerleyen bu döngüye *epok* denilmektedir (Eluyode ve Akomolafe, 2013).

Özetlemek gerekirse bir sinir ağına ilk olarak bir dizi bilinen girdi verisi verilir ve bilinen bir çıktı elde etmesi istenmektedir. Buna ağı eğitilmesi denmektedir. Ağ, hata (gerçek çıktı ile istenen çıktı arasındaki fark) belirli bir tolerans dahilinde olana kadar bu tür birçok epoktan geçmektedir. Süreç sonunda artık ağı eğitildiği düşünülmektedir. Bu eğitim süreci, tüm katmanlardaki tüm nöronlar arasındaki ağırlıkları belirlemektedir. Eğitilmiş bir ağdan bu şekilde elde edilen ağırlıklar, ağı bilinmeyen bir veriye verdiği yanıtın hesaplanmasında kullanılabilir (Petriu, 2016).

#### 1.4. Avantaj ve Dezavantajları

YSA, birçok yönden normal bir bilgisayar programından farklıdır. Avantaj ve dezavantajları incelendiğinde (Eluyode ve Akomolafe, 2013):

- Uyarlanabilir öğrenme: YSA, öğrenirken görevleri nasıl yapacağını öğrendiği şekilde insan beynini kopyalar. Normal bir program diğer girdi türlerine uyum sağlayamaz.
- Kendi kendine organizasyon: YSA öğrenirken kendi organizasyonunu oluşturabilir. Normal bir program görevi için sabittir ve yapması amaçlanandan başka bir şey yapamaz.
- Paralel çalışma: YSA, insan beyni gibi paralel çalışmaktadır. Bu durum, seri olarak çalışan bir bilgisayar programından farklılık göstermektedir.
- Hata toleransı: Sinir ağlarının en ilginç özelliklerinden biri, eksik, yoğun ve bulanık veriler temelinde bile çalışabilmeleridir. Normal bir program eksik, net olmayan verileri işleyemez ve en ufak bir yanlış veriyle karşılaştığında çalışmayı durdurmaktadır.
- İnsan beynine kıyasla YSA oldukça hızlıdır çünkü beyin işleme süresi daha yavaştır.
- Geleneksel programlama yöntemleriyle karşılaştırıldığında, YSA’nın çıktığı hesapladığı yöntem net değildir. Benzer olmalarına rağmen, farklı girdi kümeleriyle geçen süre değişmeye devam etmektedir.
- YSA, veri sınıflandırması, örüntü tanıma ve verilerin belirsiz olduğu uygulamalarda kullanılabilir.
- YSA, girdi ve çıktının doğası tam olarak bilindiğinde ve yapılması gerekenler açıkça bilindiğinde kullanılamaz.

## 2. SONUÇ

YSA'ların işlevi bilgiyi işlemek olduğundan, esas olarak bununla ilgili alanlarda kullanılırlar. Gerçek sinir ağlarını modelleyerek hayvanlarda ve makinelerde davranışla kontrolü incelemek için kullanılan çok çeşitli YSA'lar vardır, ancak aynı zamanda örüntü tanıma, tahmin ve veri sıkıştırma gibi mühendislik amaçları için kullanılan YSA'lar da vardır. Bunlar temel olarak ağırlıklarla çarpılan girdilerden (sinapslar gibi) oluşur. Her bir ok ile atanan ağırlıklar bilgi akışını temsil etmektedir. Bu ağırlıklar daha sonra nöronun aktivasyonunu belirleyen matematiksel bir fonksiyon tarafından hesaplanmaktadır. Başka bir fonksiyon (kimlik olabilir) yapay nöronun çıktısını hesaplar (bazen belirli bir eşişe bağlı olarak). Bu ağırlık nöronları sadece girdilerini toplar. Girdi nöronlarının tek bir girdisi olduğundan, çıktıları aldıkları girdinin bir ağırlıkla çarpımı olacaktır (Gupta, 2013).

Başarılarına rağmen, YSA'ların, büyük miktarda eğitim verisi ihtiyacı, aşırı uyum riski ve ağırlık dahili işleyişini yorumlama zorluğu dahil olmak üzere zorlukları ve sınırlamaları görmezden gelinmemelidir. Bununla birlikte, zorluklara ve sınırlamalara rağmen, YSA'lar hala çeşitli yapay zeka sorunlarını ele almak için güçlü bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, devam eden iyileştirme ve ilerlemelerinin gelecekte alanın gelişimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olması beklenmektedir (Kılıç, 2023).

Sağlık sektöründe hem yönetim anlamında hem de klinik anlamda yapay sinir ağlarına başvurulmaktadır. Yönetim süreçlerinde: demografik raporların oluşturulması, MHRS üzerinden kullanım oranlarının gösterilmesi, acil servis polikliniklerine başvuran hasta sayısından kapasite tahmini, ilaç kullanım tahmini raporlarının oluşturulması gibi amaçlarla kullanılmaktadır (Akalin ve Veranyurt, 2020). Yapılan klinik çalışmalara örnek vermek gerekirse; akut apandisit, ateroskleroz ve koroner arter hastalıkları için tanı koyma, osteoporoz riski değerlendirme, yürüme bozukluğu ve baş ağrıların sınıflandırılması, oral veya orofarenjiyal kanser tedavisinde hastalardaki hipernazalitenin değerlendirilmesi ve analizi bunlardan bazılarıdır. Yapılan çalışmalar sonucunda YSA'nın yanlış teşhis riski olan karmaşık hastalıkların tanısında faydalı bir araç olabileceği ortaya çıkmıştır. Bu nedenle YSA yöntemiyle gereksiz araştırmaların, olumsuz ameliyat oranlarının ve potansiyel olarak ortaya çıkabilecek maliyetlerin önüne geçilebileceği söylenebilir. YSA araştırmalarının getirileri ve başarıları göz önüne alınırsa, bu yöntemin tıpta yeni bir çağ açıp, daha gelişmiş tanı ve tedavi yöntemlerine ışık tutacağı düşünülmektedir (Gönül vd., 2015).

## KAYNAKÇA

- Akalın, B., & Veranyurt, Ü. (2020). Sağlıkta dijitalleşme ve yapay zekâ. *SDÜ Sağlık Yönetimi Dergisi*, 2(2), 128-137.
- Anderson, J. A. (1995). An introduction to neural networks. MIT press.
- Anitha, G. S., & Kuldeep, S. (2015). Neural Network Approach for Processing Substation Alarms. *International Journal of Power Electronics Controllers and Converters*, 1(1), 21-28.
- Basheer, I. A., & Hajmeer, M. (2000). Artificial neural networks: fundamentals, computing, design, and application. *Journal of microbiological methods*, 43(1), 3-31.
- Bilgin, A. (2023). *Türkiye'deki iş kazası verilerinin yapay sinir ağları ile modellenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Medeniyet Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Dongare, A. D., Kharde, R. R., & Kachare, A. D. (2012). Introduction to artificial neural network. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, 2(1), 189-194.
- Eluyode, O. S., & Akomolafe, D. T. (2013). Comparative study of biological and artificial neural networks. *European Journal of Applied Engineering and Scientific Research*, 2(1), 36-46.
- Gershenson, C. (2003). Artificial neural networks for beginners. arXiv preprint cs/0308031.
- Gönül, Y., Şahin, U. L. U., Bucak, A., & Bilir, A. (2015). Yapay sinir ağları ve klinik araştırmalarda kullanımı. *Genel Tıp Dergisi*, 25(3), 104-111.
- Gupta, N. (2013). Artificial neural network. *Network and Complex Systems*, 3(1), 24-28.
- Heaton, J. (2018). Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville: Deep learning: The MIT Press, 2016, 800 pp, ISBN: 0262035618. *Genetic programming and evolvable machines*, 19(1-2), 305-307.
- Kılıç, S. (2023). *Explaining artificial neural networks with decision tree ensembles*. Doktora Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Kukreja, H., Bharath, N., Siddesh, C. S., & Kuldeep, S. (2016). An introduction to artificial neural network. *Int J Adv Res Innov Ideas Educ*, 1, 27-30.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *nature*, 521(7553), 436-444.
- Lee, K. Y., Cha, Y. T., & Park, J. H. (1992). Short-term load forecasting using an artificial neural network. *IEEE transactions on power systems*, 7(1), 124-132.
- Mehrotra, K., Mohan, C. K., & Ranka, S. (1997). Elements of artificial neural networks. MIT press.
- Öztemel, E. (2012). Yapay Sinir Ağları. İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- Petriu, E. M. (2017). Professor, University of Ottawa, ". Neural Networks Basics.
- Sayıt Kılıç 2023. PROF. DR. BURKAY GENÇ Hacettepe üniversitesi
- Shukla, M., & Abdelrahman, M. (2004). Artificial neural networks based steady state security analysis of power systems. In Thirty-Sixth Southeastern Symposium on System Theory, 2004. Proceedings of the (pp. 266-269). IEEE.
- Simon Haykin. Neural networks: A comprehensive foundation. Macmillan Publishing, 1994.

## Yeni Başlayanlar İçin Oyun Teorisi

Kenan Birsen

Doktora Öğrencisi, Ankara Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölümü

ARTICLE INFO	ÖZET
<p><b>Makale Türü:</b> Geleneksel Derleme</p> <p><b>Anahtar Sözcükler:</b> Oyun Teorisi, Stratejik davranış, Sağlık hizmetleri alanında oyun modelleri</p> <p><b>Sorumlu Yazar</b> Kenan Birsen</p> <p><b>Adres:</b> Ankara Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölümü</p> <p><b>E-mail:</b> kenanbirsen@gazi. edu.tr</p>	<p><i>Stratejik davranışı merkeze alan Oyun Teorisi, karar vericiler arasındaki etkileşimi matematiksel modeller kullanarak açıklamaya çalışır. Etkileşimde elde edilecek her bir fayda getirisinin sayılarla modellenmesi, çeşitli alanlara yüksek değerde katkılar sunmuştur ve sunmaya devam etmektedir. Bu çalışmanın amacı, Oyun Teorisini bilimin basitlik ilkesi ışığında açıklamak ve sağlık hizmetleri alanındaki oyun modellerine örnekler sunarak, teorisinin kullanımını teşvik etmektir. Bu doğrultuda kapsamlı ve stratejik türdeki oyunlar genel hatları ile tanıtılmış, tıp eğitiminden etiğe, birinci basamakta sunulan muayene hizmetlerinden ruh sağlığı ve cerrahi operasyonlara kadar uzanan Oyun Teorisi uygulamalarından bazıları aktarılmıştır. Ek olarak oyun modellerinin uygulama başarısını sınırlandıran engellere değinilmiştir. Bu çalışmanın sonucu, tıbbi etkileşimin doğası gereği, oyun modellerinin her zaman kesin sayısal açıklamalar sunamayacağı fikrini desteklemektedir. Bununla birlikte Oyun Teorisinin sağlık hizmeti alanlarındaki katkıları, görmezden gelinemeyecek kadar büyüktür.</i></p>

## 1. GİRİŞ

Ekonomik ilişkilerin başarısı, tarafların birbirleri hakkındaki öngörülerini ne düzeyde dikkate aldığı ile ilgilidir. Yapılacak hamlelerin her biri, karar vericilerin mevcut durumunu ulaşmak istedikleri duruma doğru ilerletmeye çalışır. Amaç, mümkün olan en yüksek faydayı elde edebilmektir. Bu, sonuçların belirli bir mantık düzeninde karşılıklı hamlelere göre belirlendiği, stratejik davranış biçimini ifade eder. Gerek bireyler gerekse devletler açısından çok sayıda stratejik davranış örneği sunmak mümkündür. Çin hanedanlık zaferlerine kadar geriye götürülebilen bu örnekler, sosyal hakların elde edilmesinden sanayi devrimine, yerel ya da uluslararası politikadan spor ve ticarete kadar birçok alana uzanır. Buna rağmen bilimsel araştırmaların başlangıcı, nispeten yenidir.

Stratejik davranışı bilime dahil etmeye yönelik öncü çabalar, John von Neumann tarafından yapılan araştırmalarla başlamıştır. Ekonomik ilişkiler için matematiğin kullanımını teşvik eden Neumann, 1944'te, Oskar Morgenstern ile birlikte "Oyun Teorisi ve Ekonomik Davranış" adlı kitabı yayımlamıştır (Myerson, 2002:1). Önerilen teori, o zamana dek henüz çözülmemiş olan bir dizi ekonomik davranış sorununa yeni bir yaklaşım kazandırmaktadır (Neumann ve Morgenstern, 1953:1). Buna göre karar vericilerin davranışları, yaptıkları tercihlerin sayısal tanımını veren bir fayda fonksiyonu ve belirsiz faktörler hakkındaki inançlarını şekillendiren bir olasılık dağılımından meydana gelir. Şu halde Oyun Teorisi, karar vericiler arasındaki çatışma ve işbirliğinin matematiksel modellerle incelenmesidir (Myerson, 2002:2,5).

Oyun Teorisine göre bir oyunun stratejisi, onu tanımlayan kuralların toplamı ile yönetilen ve her muhtemel hamlenin bir dizi sonuca bağlandığı etkileşimdir. Kuralların ihlali, oyunun yapısını bozar (Neumann ve Morgenstern, 1953:49). Bunu engellemek için oyun stratejisinde izlenmesi gereken bir takım süreçler vardır. İlk olarak karar verici konumundaki her bir oyuncuya ve gerçekleştirilmesi muhtemel olan her bir hamleye, değişkenler atanır. Bu, aynı zamanda "kısmi değişkenler kümesi"nin belirlendiği aşamadır. İkinci aşamada, kısmi değişken kümeleri birleştirilerek "toplam küme" oluşturulur. Toplam kümenin karmaşıklık düzeyi, hem oyuncuların hem de hamlelerin sayısı ile orantılıdır. Örneğin hamlelerin sayıca fazla olduğu iki kişilik bir oyun, üç kişilik bir oyundan daha karmaşık olabilir. Üçüncü aşamada, hangi eylemlerin ne zaman yapılabilir olduğuna karar verilir. Son aşamada ise her bir oyuncu, diğer oyuncuların seçimlerine göre hangi hamleyi yapabileceğini belirler (Heap ve Varofakis, 2004:7).

Oyun Teorisi, ekonomik ilişkilerin de tıpkı oyunlar gibi geliştiğini önermektedir. Fakat buradaki ilk zorluk, sosyal olaylarda tam belirlilik halinden bahsetmenin mümkün olmamasıdır. Neumann ve Morgenstern bu eleştiriyi kabul etmekle birlikte, oyunculara yeni bilgiler ulaştığında olasılıkların da bu bilgilere uyarlanabileceğini savunurlar. Yazarlara göre bu teori, en kötü ihtimalle, bazı varsayımların basitleştirilmesine ve zorlukların bölünmesine izin vermesinden dolayı bilimsel analiz için bir başlangıç aracı olabilir. İkinci zorluk, fayda kavramına yöneliktir. Oyun Teorisi, oyuncuların ulaşmak istedikleri sonuçları özetleyen, tek bir sayısal ifadenin tanımlandığı fayda kavramını kabul eder. Hangi faydaya hangi değer atanacağı ise içinde bulunulan duruma göre değişir ve bu değişkenlik, hamlelerin seçimini zorlaştırabilir. Buna karşın fayda alternatiflerinin "çok faydalı" ya da "az faydalı" gibi nitel terimler yerine sayılarla ifade edilmesi, seçimi daha anlamlı hale getirecektir. Çünkü sayılar, faydalar arasındaki farklılıkları daha görünür kılar (Neumann ve Morgenstern, 1953:16,33).

Mevcut çalışmanın iki farklı katkı sağlayacağı düşünülmektedir. İlki, Oyun Teorisinin, yeni başlayanlar için kolay anlaşılır bir şekilde açıklanmasıdır. Bu, aynı zamanda bilimin basitlik ilkesinin de gereğidir. Bu nedenle çok sayıda karmaşık matematik formülü yerine, mümkün olan en sade dilin kullanımı tercih edilmiştir. Çalışmanın ikinci katkısı ise sağlık yönetiminde, Oyun Teorisinin mantığa dayanan gücünün daha fazla kullanımını teşvik etmesidir. Böylelikle sağlık hizmetlerine katılan bütün tarafların, sahip oldukları kaynakları fayda potansiyeli yüksek olan alanlara yönlendirmeleri beklenebilir.

## 2. OYUN TEORİSİNİN PROBLEMİ, AMACI ve VARSAYIMLARI

Herhangi bir ekonomik ilişkide taraflardan her biri, kendi açısından mümkün olan en yüksek faydayı elde etmeye çalışır (Colman, 1995). Fakat bu, temel bir sorunu da beraberinde getirmektedir: en yüksek fayda, herkes tarafından aynı anda istenir ve ilişkiye dair değişkenleri kontrol etme gücünü herkes paylaşır. Farklı bir ifade ile çıkarlar, çoğu zaman çatışır. Dolayısıyla oluşan etkileşimin nasıl bir sonuca yol açacağını anlamak için tarafların iradelerine ve hamlelerine dair bilgiler, hesaba katılmalıdır. İşte Oyun teorisinin temel problemi, tam olarak budur (Neumann ve Morgenstern, 1953:11).

Oyun Teorisinin amacı, bir ekonomik ilişkide taraflar açısından mantıklı hamlelerin ne olduğunu tanımlayan matematik ilkeleri bulmak ve bu ilkelere dayanarak, o hamlenin genel özelliklerini ortaya çıkarmaktır. Bunun için her şeyden önce



gerekli bilgi miktarı ve biçimsel yapının ne olduğu anlaşılmalı, neyin çözüm olarak kabul edilebileceğine dair fikirler açıkça belli olmalıdır (Neumann ve Morgenstern, 1953:20). Sonrasında, ilişkilerdeki sıralı ya da eş zamanlı bağımlılık dikkate alınmalıdır (Myerson, 2002:35). Tıpkı bilardo oyununda atış hakkının belirli bir kurala göre sıra ile kullanılması ya da rulet oyununda bütün oyuncuların aynı anda bahse katılması gibi durumlar, ekonomik ilişkilerdeki bağımlılık için de geçerlidir.

Oyun Teorisinin ilk varsayımı, olayların olasılıklarla birleştirilebileceğidir (Neumann ve Morgenstern, 1953:20). Bir karar vericinin davranışı, nesnel ya da öznel olasılık dağılımlarına göre gerçekleşir (Myerson, 2002:5). Dolayısıyla yapılacak hamleler, olasılıklardan tam olarak yararlanmalı ve olasılık dağılımlarına en iyi yanıtı vermelidir. İkinci varsayım ise karar vericilerin içinde buldukları ekonomik ilişkiye dair bütün konularda bilgili oldukları ve bu bilgiyi kullanabilecek kabiliyete sahip olduklarıdır. Mantıklı bir davranış için gereken bilgi, bütün karar vericilerden derlenmeli ve birleştirilmeli ancak mantık dışı davranışların da olabileceği dikkate alınmalıdır. Ayrıca eksik bilgi durumuna veya şansa bağlanan ekonomik olaylar göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle her muhtemel davranış için gerekli koşullar belirlenmelidir. Oyun Teorisi, bu yönü ile muazzam bir karmaşıklığın sıralanmasını ifade eder (Neumann ve Morgenstern, 1953:19,85).

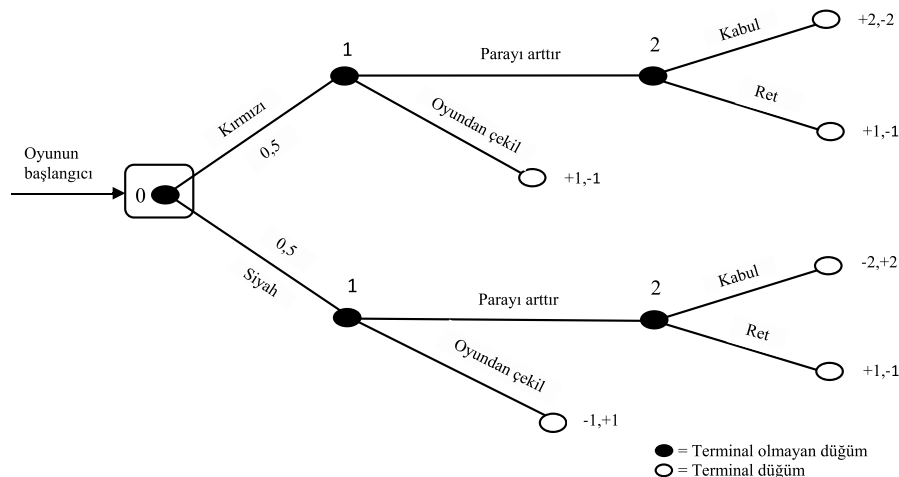
### 3. OYUN TEORİSİNDE MODELLER

Bir oyunun ya da çatışma durumunun analizi, onu tanımlayan modelin belirlenmesi ile başlar. Modelin yapısı çok basit olduğunda, incelemenin bazı hayati yönleri gizli kalabilir. Aksi durumda ise meydana gelen karmaşıklık, bazı konuları perdeleyerek incelemeyi engelleyebilir. Her iki aşırılıktan da kaçınmak için "kapsamlı tür" ve "stratejik tür" olmak üzere iki sınıflandırma önerilmektedir (Myerson, 2002:37).

#### 3.1. Kapsamlı Türdeki Oyunlar

Oyun alanlarını tanımlamanın en zengin şekilde yapılandırılmış yolu, kapsamlı türdeki oyunlardır. Bu oyunlar dinamik modellerdir ve fiilen oynandıkları zaman içerisindeki muhtemel hamleler dizisinin tam bir açıklamasını içerirler. Anlaşılabilirliği artırmak için iki kişilik basit bir kart oyunu örneği üzerinden ilerlenecektir. Oyunun başlaması için her iki oyuncunun da ortaya belirli bir miktarda para koyması gerekir. Daha sonra Oyuncu 1, kartların yarısının siyah (maça ve sinek) diğer yarısının da kırmızı (kupa ve karo) olduğu desteden bir kart çeker. Çekilen kartın rengi, yapılacak hamleyi belirler. Oyuncu 1'in iki muhtemel hamlesi vardır: ortadaki para miktarını artırmak ya da oyundan çekilmek. Eğer Oyuncu 1 para miktarını artırmayı seçerse, ortadaki paraya artırmak istediği tutarda ekleme yapar. Bu durumda Oyuncu 2, para artırımını kabul etme ya da reddetme hamleleri arasında bir karar verir. Oyuncu 2, para artırımını kabul etmeyi seçerse, ortadaki paraya artırılan tutarda ekleme yapar ve Oyuncu 1 kartını açar. Açılan kartın rengi kırmızı ise parayı Oyuncu 1, siyah ise parayı Oyuncu 2 alır ve oyun biter. Oyuncu 2, para artırımını reddetmeyi seçerse, oyun biter ve parayı Oyuncu 1 alır. Eğer Oyuncu 1 ikinci hamlesini yaparak oyundan çekilmeyi seçerse, çektiği kartı rakibine gösterir ve oyun biter. Kartın rengi kırmızı ise parayı Oyuncu 1 alır, siyah ise para Oyuncu 2'ye gider (Myerson, 2002:38,46). Şekil 3.1 kapsamlı türdeki basit kart oyununun ağaç diyagramı ile gösterimini temsil etmektedir.

Şekil 3.1 Kapsamlı türdeki basit kart oyununun ağaç diyagramı ile gösterimi (Myerson, 2002:38)



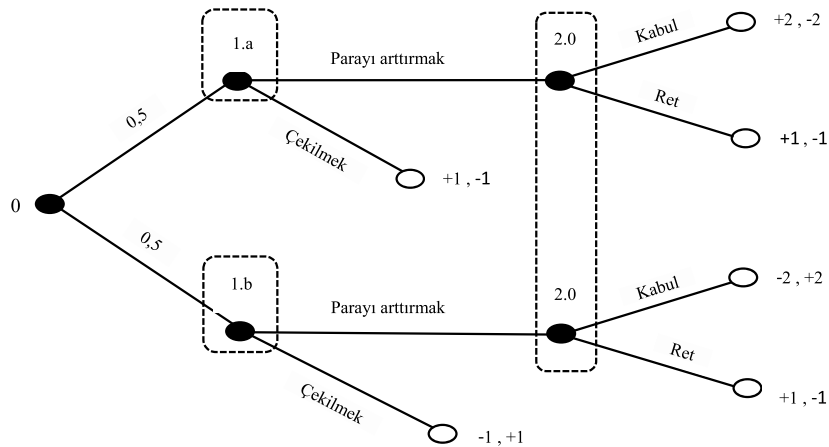
Şekil 3.1'e göre ağaç, her biri düğüm adı verilen noktaları birbirine bağlayan bir dizi daldan oluşur. En soldaki düğüm, ağacın kökü ve oyunun başlangıç noktasıdır. Ağaçta, başka dallar tarafından takip edilen dört düğüm vardır. Bunlar, en fazla birinin meydana gelebileceği alternatif olaylar dizisini temsil ederler ve "Terminal Olmayan Düğüm" olarak adlandırılırlar. Başka dallar tarafından takip edilmeyen düğümlerin sayısı ise altıdır. Bunlar da oyunun bitebileceği yolları gösteren "Terminal Düğümler"dir. Oyunda meydana gelebilecek olaylar ağacın kökünden başlar ve bu terminal düğümlerden birine doğru giden dallar ile temsil edilir. Fiilen oynanan bir oyunda meydana gelecek olayların gerçek sırasını gösteren yola ise "Oyun Yolu" denir. Oyun Teorisi analizinin amacı, oyun yolunu (oyunun gidişatını) tahmin etmeye çalışmaktır (Myerson, 2002:38).

Şekildeki oyun yolunda, terminal düğümlerin her biri bir çift sayı ile temsil edilmektedir. Bu sayılar, eğer oyun yolu bu düğümde sonlanırsa, Oyuncu 1 ve Oyuncu 2'nin elde edeceği getirileri gösterir. Örneğin şekildeki muhtemel bir olay dizisine göre Oyuncu 1, ortadaki parayı artırma hamlesini seçebilir ve Oyuncu 2 de bunu kabul edebilir. Çekilen kartın rengi ise kırmızıdır. Bu hamlenin şekildeki temsili, ağacın kökünden başlayarak en üstteki terminal düğüme doğru giden yoldur. Bu durumda elde edilen getiri vektörü; Oyuncu 1 için (+2), Oyuncu 2 için ise (-2)'dir. Bir diğer muhtemel olay dizisine göre ise Oyuncu 1, çekilme hamlesini seçebilir ve çekilen kartın rengi siyahtır. Bu hamlenin şekildeki temsili de ağacın kökünden başlayıp şeklin ortasında biten terminal düğüme giden yoldur. Bu durumda elde edilen getiri vektörü; Oyuncu 1 için (-1), Oyuncu 2 için ise (+1)'dir (Myerson, 2002:39).

Oyun yolundaki muhtemel olaylar dizisinden hangisinin gerçekleşeceği, oyuncular ya da şans tarafından kontrol edilir. Her iki durumda da düğümlere oyuncu etiketleri atanır. Eğer bir düğümde meydana gelebilecek olaylar şans tarafından belirleniyorsa, o düğümün etiketi (0)'dir. Dolayısıyla bu düğümü takip eden dalları da şans belirler. Örneğin, Şekil 3.1'de verilen ağaç diyagramındaki kök etiketi 0'dır çünkü Oyuncu 1'in çekeceği kartın rengini şans belirler. Kök takip eden dallardan her birinin olasılığı ise 0,5'tir çünkü destedeki kartların yarısı kırmızı, diğer yarısı da siyahtır. Etiket 0'dan farklı olan ve terminal olmayan bir düğüm, bir sonraki dalın etiketinin oyuncu tarafından belirleneceği, karar düğümüdür. Örneğin oyundaki ilk hamle Oyuncu 1 tarafından yapıldığı için ağacın kökünü izleyen ilk düğümler de Oyuncu 1 tarafından kontrol edilmektedir ve bu nedenle bu düğümlerin etiketi 1'dir (Myerson, 2002:39).

Yukarıda verilen kapsamlı açıklamalara rağmen Şekil 3.1, basit kart oyununu yeterince temsil etmez. Örneğin, ağaç diyagramının hiçbir noktasında, oyuncuların neyi bildikleri veya bilmedikleri gerçeğine yer verilmemiştir. Şekle bakıldığında, Oyuncu 2'nin bütün muhtemel olaylar dizisi karşısında yapacağı en mantıklı hamle çekilmek olacaktır çünkü Oyuncu 1'in elindeki kartın rengini bilmemektedir. Oysa Oyuncu 1, elindeki kartın rengine göre kontrol ettiği düğümleri ayırt edip yapacağı hamleyi seçebilir (Myerson, 2002:39). O halde bilgi düzeylerini anlayabilmek için oyuncu etiketlerinin yanına, bilgi etiketlerinin de atanması gerekmektedir. Şekil 3.2, kapsamlı türdeki basit kart oyununun ağaç diyagramı ile tam gösterimini temsil etmektedir.

**Şekil 3.2** Kapsamlı türdeki basit kart oyununun ağaç diyagramı ile tam gösterimi (Myerson, 2002:40)



Şekil 3.2'de, her karar düğümü bir ondalık nokta ile ayrılmış iki farklı etikete sahiptir. Ondalık noktanın solundaki etiket düğümü kontrol eden oyuncuyu, sağdaki etiket ise oyuncunun bu düğümdeki hamlesine dair bilgi durumunu gösterir. Örneğin "1.a." etiketi Oyuncu 1'in "a" bilgi durumunda hareket ettiği düğümü, "2.0." etiketi ise Oyuncu 2'nin "0" bilgi durumunda hareket ettiği düğümü ifade eder. Ayrıca Oyuncu 1'in "a" bilgi durumu kırmızı bir karta sahip olduğu, "b" bilgi durumu ise siyah bir karta sahip olduğu anlamına gelir. Oyuncu 2'nin her iki düğümde de sıfır bilgi durumunda olması,

hamle yapacağı zaman bu iki düğümü ayırt edemediği içindir. Aynı oyuncu ve aynı bilgi etiketlerine sahip olan fakat ayırt edilemeyen düğüm kümeleri, etrafına kesikli çizgi çizilerek vurgulanabilir (Myerson, 2002:40).

Hareket ve bilgi etiketleri olmadan, oyuncular hangi hamleyi seçeceklerini tam olarak bilemez ve mantıklı bir seçim yapamazlar. Örneğin Oyuncu 2, hangi düğümde oynayacağını bilmediğinden hangi hamleyi yapacağını da seçemez. Aslında seçeceği hamleler, ortadaki parayı artırma teklifini kabul etmek ya da reddetmektir ama bunu üstteki düğümde yaptığında getirisi (-2) ya da (-1), alttaki düğümde yaptığında ise getirisi (+2) ya da (-1) olacaktır. Oysa Oyuncu 1, hareket ve bilgi etiketlerine sahip olduğu için hangi düğümde oynadığını bilir ve kendi açısından mantıklı olan hamleyi seçebilir (Myerson, 2002:41).

Kapsamlı türdeki oyunun stratejisi, her muhtemel bilgi durumundaki hamleyi belirleyen kural setidir. Bunun matematiği, hamlelerin bilgi durumları ile eşleşmesidir ve yapılacak hamlenin ilk harfi büyük harfle (kırmızı karta sahip olma durumu), ikinci harfi de küçük harfle (siyah karta sahip olma durumu) yazılır. Şekil 3.2'ye göre Oyuncu 1'in yapabileceği dört stratejik hamle vardır. Bunlar; 1. kartın rengi ne olursa olsun ortadaki parayı artırmak, 2. kart kırmızı ise ortadaki parayı artırmak siyahsa oyundan çekilmek, 3. kart kırmızı ise oyundan çekilmek siyahsa ortadaki parayı artırmak ve 4. kartın rengi ne olursa olsun oyundan çekilmek şeklindedir. Sözü geçen stratejik hamlelerin matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir (Myerson, 43,44).

{Pp, Pç, Çp, Çç}

\* P harfleri pottaki parayı artırmayı, Ç harfleri oyundan çekilmeyi temsil eder.

Kapsamlı türdeki oyunların, karşılaşması gereken beş özellik vardır (Myerson, 2002:42,43). Bunlar:

1. Terminal olmayan her düğüm bir oyuncu etiketine sahiptir ve o oyuncu tarafından kontrol edilir,
2. Oyun yolunda her bir şans düğümündeki olasılıkların toplamı +1'dir,
3. Bir oyuncu tarafından kontrol edilen düğümdeki her alternatif, bir hareket etiketine sahiptir,
4. Bir oyuncu tarafından kontrol edilen her düğüm, eğer oyun yolu bu düğümde ulaşırsa, oyuncunun bilgi durumunu gösteren ikinci bir etikete sahiptir,
5. Oyun yolundaki her terminal düğüm, eğer oyun bu düğümde sonuçlanırsa, oyuncuların elde edeceği bir getiri vektörü etiketine sahiptir.

### 3.2. Stratejik Türdeki Oyunlar

Oyun alanlarını tanımlamanın en basit şekilde yapılandırılmış yolu, stratejik türdeki oyunlardır. Bu oyunlar, zamanlamaya dair bütün sorunları göz ardı etmesi ve oyuncuların, stratejilerini eş zamanlı seçtiğini varsaymasından dolayı, statik modellerdir. Stratejik türdeki bir oyunu tanımlamak için ihtiyaç duyulan üç şey; oyundaki oyuncuların kümesini belirlemek, her bir oyuncu için mevcut strateji seçenekleri kümesini belirlemek ve oyuncuların bu seçeneklere bağlı getirilerini belirlemektir. Stratejik türdeki bir oyunun matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir (Myerson, 2002:46,47).

$$[= (N, (X_i) i \in N, (u_i) i \in N)$$

Gösterimde; "N" ifadesi "[ " oyununa katılan oyuncuların kümesini, "X<sub>i</sub>" ifadesi her bir "i" oyuncusunun yapabileceği strateji seçenekleri kümesini, "u<sub>i</sub>" ifadesi ise her bir "i" oyuncusunun seçeceği stratejiye bağlı getirileri temsil etmektedir. Bu gösterim, sonlu bir oyunun açıklamasıdır. Eğer bir oyunda oyuncu kümesi ve strateji kümesi sonlu ise oyun da sonludur. Açıkçası analiz için gerekli değilse modelden zaman boyutunun çıkarılması, kavramsal basitleşme sağlayacaktır. Sözü geçen basitleşmeye ulaşmak için kapsamlı türdeki bir oyunu stratejik türdeki bir oyuna dönüştürecek prosedürler mevcuttur (Neumann ve Mongenstern, 1953:45).

Kapsamlı türdeki oyun için verilen basit kart oyunu örneğini stratejik türdeki oyuna uyarlırsak, her oyuncunun yapmayı planladığı stratejik hamle bilinse de oyunun sonucunun tahmin edilemeyeceğini söyleyebiliriz. Bunun nedeni Oyuncu 1'in çektiği kartın renginin bilinmemesidir. Örneğin; Oyuncu 1 Pç stratejisini (kart kırmızı ise ortadaki parayı artır siyahsa oyundan çekil) seçtiğinde, eğer kart kırmızı çıkarsa Oyuncu 1'in getirisi (+2) olacaktır. Çünkü Oyuncu 1 ortadaki parayı artırmayı teklif edecek, Oyuncu 2 bunu kabul etse de (K stratejisi) oyundan çekilse de (Ç stratejisi) kazanan Oyuncu 1 olacaktır. Aksi durumda, Oyuncu 1 Pç stratejisini seçerse ve kart siyah çıkarsa, Oyuncu 1'in getirisi (-1) olacaktır. Çünkü

Oyuncu 1 oyundan çekilmeyi teklif edecek ve kaybedecektir. Fakat kesin gerçek şu ki: destedeki bütün kartların rengi, kırmızı ya da siyahtır. Bu nedenle oyunun sonucu önceden tahmin edilemese de oyuncuların beklenen getirileri hesaplanabilir. Aşağıda verilen iki ayrı matematiksel ifade, örnekte anlatılan olasılıklara göre Oyuncu 1 ve Oyuncu 2 açısından beklenen getirileri temsil etmektedir (Myerson, 2002:46,47).

$$u_1 (Pç, K) = (+2) \cdot 1/2 + (-1) \cdot 1/2 = 0.5$$

$$u_2 (Pç, K) = (-2) \cdot 1/2 + (+1) \cdot 1/2 = 0.5$$

Stratejik türdeki bir oyunda oyuncuların davranışlarını açıklamanın en temel yolu, olasılıkların strateji kümeleri üzerinde nasıl dağıldığını anlamaktır. Oyun Teorisi, bir oyunun anlaşılmasında incelenmesi gereken tek şeyin normal gösterim olduğunu savunur. Oyunun normal gösterimi ise oyuncuların strateji hamlelerine dair kararları aynı anda ve bağımsız olarak aldıkları durumdur. Farklı bir ifade ile oyuncular, gerekli olan bütün hesaplamaları yapabilmeli ve oyun başlamadan önce, kendi mantıklı hamlelerini belirleyebilmelidir (Myerson, 2002:50,52). Tablo 3.1, stratejik türdeki basit kart oyununun normal gösterimini temsil etmektedir.

**Tablo 3.1 Stratejik türdeki basit kart oyununun normal gösterimi**

X1	X2	
	Kabul	Pas
Pp	0, 0	1, -1
Pç	0.5, -0.5	0, 0
Çp	-0.5, 0.5	1, -1
Çç	0, 0	0, 0

Kapsamlı ve stratejik türdeki oyunların genel hatları ile tanıtılmasında, getiri toplamı sıfır olan iki kişilik basit bir kart oyunu örneğinden yararlanılmıştır. Sıfır toplamlı oyunlar hakkında söylenmesi gereken şey ise oyuncuların fayda getirilerinin zıt olmasıdır. Biri kazanırken, diğeri kaybeder. Her oyuncunun amacı, kendi fayda getirisini artırırken diğeri oyuncularını azaltmaktır. O halde sıfır toplamlı iki kişilik oyunlar, hem karşılıklı bağımlılığa hem de yapılan hamleler sonucunda elde edilen toplam faydanın değişkenliğine izin vermektedir (Neumann ve Morgenstern, 1953:35). Oysa sıfır toplamlı olmayan oyunlarda böyle bir durum söz konusu değildir, oyuncular birlikte kazanabilirler. Bu, "Nash Dengesi" olarak da bilinen ve uyum sağlandığında bütün oyuncuların kazanabileceğini öneren durumlardır. Bunun dışında, üç ya da daha fazla kişilik oyunlarda, oyunculardan bazılarının, ortak hareket ederek diğerlerine karşı işbirliği yapabilme ihtimali vardır. Bu tür oyunlarda hamleler, oyuncular arasındaki pazarlık süreçlerinin sonucudur (Myerson, 2002:370). Çok kişilik oyunların temel sorunu, kazanılan fayda getirisinin ortaklar arasında nasıl dağılacaktır. Oyunun kuralları, fayda getirilerinin neler olduğunu belirlerken faydaların ortaklar arasındaki dağılımını, işbirliğinin taahhütleri belirler. Ne var ki karşılıklı taahhütler etkili stratejiler sağlasa da genellikle kısa ömürlüdür (Dowd, 2004). Oyun devam ederken mevcut işbirliği bozulabilir ya da yenileri ile değiştirilebilir. Bu, tamamen fayda getirisi ile ilgilidir. Daha fazla işbirliği ya da daha fazla çekişmenin olduğu oyunlar, tekrarlanan bir yapıya sahiptir. Bu tür oyunlarda hiçbir hamle zorunlu son değildir ve faydalar oyunun sonunda değil, her turun sonunda dağılır. Farklı bir ifade ile tekrarlanan oyunlarda, zaman ve getiri dizisi sonsuzdur (Myerson, 2002:308,313).

#### 4. TARTIŞMA

Oyun Teorisinin analitik gücünü sağlık hizmetleri alanında kullanmak, toplum açısından fayda potansiyeli yüksek getiriler sağlayabilir. Elbette hiçbir model bütün davranış özelliklerini mükemmel derecede açıklayamaz ancak Oyun Teorisi, doktor-hasta etkileşiminden doğan davranış stratejilerinin analizinde, yararlı bir araçtır. Bu önemlidir çünkü sağlığın en temel belirleyicisi, hastaların, kendi tedavi kararlarına verdikleri yanıtlardır. Fakat aynı hastalığa sahip olan her birey, aynı tedavi kararına aynı şekilde yanıt vermez. Bireylerin fizyolojik özellikleri, bilgi düzeyleri ve hatta mantıklı davranış davranmayacakları bile büyük ölçüde değişkendir. Üstelik sağlığın; ekonomik koşullar, fiziksel çevre, genetik faktörler ve sağlık hizmetinin yasal özellikleri gibi başka belirleyicileri de vardır. Doktor-hasta etkileşimi her ne kadar işbirlikçi bir anlayışa dayalı olsa da demografik özellikler ve bağlam, buna izin vermeyebilir. Dolayısıyla her bir tedavi kararı, ilgili hastanın bu karara nasıl yanıt vereceği dikkate alınarak belirlenmelidir.

Davranış analizlerinde iyi bir muhakeme fırsatı sağlayan Oyun Teorisi, teşhis ve tedavi kararlarından politik düzenlemelere kadar, neredeyse sağlığın her alanına uygulanabilir. Örneğin Allioui vd. (2020), işbirliğine dayanan bir oyun tasarımı ile hem Alzheimer hastalığının yol açtığı beyin hasarının teşhis edilmesinin hem de bu alanda yapılan araştırmaların sürdürülmesinin mümkün olduğuna yönelik güçlü kanıtlar sunmuşlardır. Sözü geçen çalışmada, teşhis doğruluğu daha az olan sonuçlar veren tek kesitli bölme tekniği yerine, daha gelişmiş bir model olan çok kesitli bölme tekniği kullanılmıştır. Oyun Teorisi ilkeleri ile uyumlu olarak bölgesel büyüme ve çevre doku hatları arasındaki ilişkiyi ortaya koyan bu teknik; beyin hasarının analizi, hasarlı bölgenin tam teşhisi, tedavi planının yapılması ve klinik takip için oldukça önemlidir. Benzer şekilde Hockstra ve Miller de (1976) tıbbi teşhis kararlarında fayda potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için işbirliğine dayanan oyun modelleri kullanmışlardır. Andritsos ve Tang (2013) hastalara, yurt dışında tedavi olma seçeneği sunmanın potansiyel etkisini analiz etmek için iki ülkenin karşılaştırıldığı bir oyun tasarlamışlardır. Sözü geçen oyunda, geri ödeme oranları sabitken sağlık kuruluşlarının hizmet rekabeti düzeyinde denge olduğu saptanmıştır. Araştırmanın sonucunda, eğer kalite ve maliyet kabul edilir düzeydeyse, daha az bekleme süreleri sağlayan sınır ötesi hasta hareketinin, bakıma erişimi artırabileceği anlaşılmıştır. Bernstein (2001) ise ortopedi uzmanları ve sağlık hizmetlerini ödeyen kurumlar arasındaki etkileşimi modellemek için “Mahkumların İkilemi” oyununu uygulamışlardır. Bu çalışmanın sonucunda, bir stratejik hamlenin yalnızca mevcut fayda getirisine odaklanmaması gerektiği belirtilmiş ve bugün yapılan bir hamlenin, gelecekteki karşılaşmalarda diğer oyuncuların davranışlarını nasıl etkilediğini tahmin etmenin de önemli olduğu vurgulanmıştır. “Mahkumların İkilemi” oyunu için sezgisel bir araştırma da Tarrant vd. (2004) tarafından yürütülmüştür. Buna göre birinci basamakta sunulan muayene hizmetlerindeki doktor–hasta etkileşiminde dört muhtemel strateji olduğu öne sürülmüştür. İlkinde, doktor, hasta açısından mümkün olan en yüksek fayda getirisini sağlayacak şekilde davranır. İkincisinde, doktorun bilgi ve becerisi eksiktir ya da yanlış muhakemede bulunur. Üçüncüsünde, hasta doktorun tavsiyesi ve tedavi kararına uyumlu davranır. Dördüncüsünde ise hasta, kendisine önerilen tavsiyeyi ve tedavi kararını reddeder. Bu etkileşimdeki ideal işbirliği stratejileri, birinci ve üçüncü hamlelerdir. Diğerleri ise mantık dışı ve sorunludur. Yine Palombo (1997), psikanalitik tedavi esnasında, doktor ve hasta arasındaki işbirliğine dayalı stratejik hamleleri incelemiştir. Oyun Teorisini Sosyal Ağ Analizi ile birleştiren farklı bir çalışmada Ford vd. (2004), bir ruh sağlığı merkezinde gerçekleştirdikleri vaka analizinde; yöneticiler, çalışanlar ve hastalar arasındaki etkileşimleri incelemiştir. Sözü geçen araştırmanın sonucunda, ruh sağlığı hizmetlerinin sıfır toplamlı ve işbirlikçi olmayan bir oyun örneği olduğu saptanmıştır. Steiger ve Steiger (2011), bir oyun modeli olarak “Nash Dengesi”nin sağlık ekonomisi alanında yararlı bir araç olabileceğine dikkat çekmişlerdir. Ek olarak hem beyin cerrahları özelinde hem de sağlık hizmetleri genelindeki tıbbi pratiklerin, oyun modellerinden çok daha karmaşık olduğunu vurgulamışlardır. Djulbegovic vd. (2015), Oyun Teorisini farklı bir perspektife taşıyarak, doktorlar ve hastalar arasındaki etkileşimin giderek şiddetlendiğini ve çatışmaların artabileceğini öne sürmüşlerdir. Bu çalışmada uygulanan oyun modelinde, farklı klinik durumlar üzerine simülasyonlar yapılmış ve güven, pişmanlık, suçluluk gibi duyguların etkileşimi incelenmiştir. Blake ve Carroll (2016) tarafından yapılan bir diğer çalışma, Oyun Teorisinin tıp eğitimine uygulanması açısından iyi bir örnektir. Çalışmanın çarpıcı sonucu, tıp eğitimindeki stratejik düşünceleri etkileyen motivasyonların, çeşitli oyun modelleri yardımı ile belirlenebileceğidir. Bu, daha kaliteli bir tıp eğitimi ve daha yüksek bir sağlık statüsü anlamına gelebilir. Harris ve Crone (2020), Dünya Sağlık Örgütü’nün önerisi doğrultusunda, hareketsiz yaşamı azaltabilmek için müdahaleli bir oyun tasarlamışlardır. Söz konusu oyunda, katılımcılardan, hem kendileri hem de takımları adına puan toplamaları istenmiş ve bu amaçla, yaptıkları yürüyüşler ve bisiklet yolculukları kaydedilmiştir. Çalışmanın sonucunda, temel halk sağlığına yönelik müdahaleli oyunların fiziksel hareketsizliği azaltabileceği saptanmıştır. Riggs (2004), karar verme ve seçim yapmanın kritik öneme sahip olduğu tıp etiği alanında, Oyun Teorisinin açıklayıcı gücünden yararlanmıştı.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Oyun Teorisi, tıp eğitiminden etiğe, birinci basamakta sunulan muayene hizmetlerinden ruh sağlığı ve cerrahi prosedürlere kadar çeşitli sağlık hizmeti alanlarında başarı ile uygulanmıştır ve uygulanmaya devam etmektedir. Fakat uygulamaların başarısı önünde bir takım engeller de vardır. İlki, sağlık hizmeti tüketicilerinin çoğunlukla eksik bilgi ile etkileşime girmeleridir. Bu normaldir çünkü tıbbi prosedürler, doğası gereği, ileri uzmanlık gerektiren karmaşık bir yapıya sahiptir. Ama yine de gereken prosedürler hakkında hasta ve/veya yakınlarını yeterince bilgilendirilmelidir. Şayet hekimlerin, bilgilendirmeler için ayıracakları zaman kısıtlı ise sosyal hizmet uzmanlarından yararlanılabilir. İkinci engel, hasta bireylerden, her zaman mantık çerçevesinde davranmalarını beklemenin mümkün olmamasıdır. Açıkçası kalp krizi geçiren bir hasta ile ruh sağlığı tedavisi gören bir hastanın, doktorun tavsiyelerine aynı uyumu göstermesi genellikle imkansızdır. Dolayısıyla bir hastanın,

kendisine verilen tavsiye ve tedaviye mümkün olan en iyi yanıtı verebilmesi için kendi özel sağlık durumunun dikkate alınmasına kaçınılmazdır. Üçüncü engel, sağlık hizmetleri alanındaki fayda getirilerinin etkileşime girenler arasında eşit dağılmamasıdır. Doktorun işbirliği, hastaya en yüksek fayda olan sağlıklı yaşamı taahhüt ederken hastanın işbirliği, doktora nispeten daha düşük bir fayda olan maddi kazanç ve mesleki tatmin sağlar. Son olarak demografik yapı ve içinde bulunulan bağlam, farklı coğrafyalardaki sağlık hizmetlerine uygulanan oyun modellerinin genellenebilirliğini azaltmaktadır. Sayılan bu engeller, Oyun Teorisinin, sağlık hizmetleri alanında girilen etkileşimlerin nasıl bir sonuç üreteceğine dair kesin sayısal açıklamalar sunamamasına yol açmaktadır. Fakat bu, sağlık hizmetleri alanında uygulanan oyun modellerinin sağladığı katkıları hiçe saymak anlamına gelmemelidir. Oyun Teorisi, bilimin diğer alanlarında olduğu gibi sağlık hizmetleri alanında da kullanımını ve katkılarını arttırmaya devam etmektedir.

## KAYNAKÇA

- Myerson, RB. (2002). *Game Theory: Analysis of conflict*. Harvard University Press.
- Neumann JV, Morgenstern O. (1953). *Theory of games and economic behavior*. Princeton University Press.
- Heap SPH, Varoufakis Y. (2004). *Game Theory A Critical Text*. London: Routledge.
- Colman AM. (1995). *Game theory and its applications in the social and biological sciences*. London: Routledge.
- Dowd, SB. (2004). Applied game theory for the hospital manager: Three case studies. *Health Care Manager*; 23 (2): 156-161.
- Allioui H, Sadgal M, Elfazziki A. (2020). Advanced brain imaging based on game theory for an automated Alzheimer diagnosis. *International Journal of Healthcare Technology and Management*; 18: 1-21.
- Hockstra DJ, Miller SD. (1976). Sequential games and medical diagnosis. *Comput Biomed Res*; 9 (3): 205-2015.
- Andritsos DA, Tang CS (2013). The impact of cross-border patient movement on the delivery of healthcare services. *International Journal of Production Economics*; 145(2): 702-712.
- Bersterne, J. (2000). Topics in medical economics: lessons of the Prisoner's Dilemma. *J Bone Joint Surg*; 82 (4): 595-598.
- Tarrant C, Stokes T, Colman AM. (2004). Models of the medical consultation: opportunities and limitations of game theory perspective. *Qual Saf Health Care*; 13: 461-466.
- Palombo, SR. (1997). The prisoner's dilemma: Game theory and the therapeutic alliance. *The Psychoanalytic Quarterly*; 66 (4): 628-641.
- Ford EW, Wells R, Bailey B. (2004). Sustainable network advantages: a game theoretic approach to community-based health care coalitions. *Health Care Manage Rev*; 29 (2): 159-169.
- Steiger HJ, Steiger UR. (2011). A short of game theory for neurosurgeons. *Cent Eur Neurosurg*; 72 (1): 28-31.
- Djulgovic B, Hozo I, Ioannidis JPA. (2015). Modern health care as a game theory problem. *Eur J Clin Invest*; 45 (1): 1-12.
- Blake A, Carroll BT. (2016). Game theory and strategy in medical training. *Medical Education*; 50 (11): 1094-1106.
- Harris MA, Crone D. (2020). Motivations and barriers to engagement with a technology-enabled community wide physical activity intervention. *PLoS One*; 15 (6): e0232317.
- Riggs, FE. (2004). Medical ethics, logic traps, and game theory: an illustrative tale of brain death. *J Med Ethics*; 30 (4): 359-361.

## Sağlık Sektöründe Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Literatür Araştırması

İbrahim Doğan<sup>1</sup> \* Büşra Gül<sup>2</sup> \* Ferit Sevim<sup>3</sup><sup>1</sup> Arş. Gör., Hitit Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölümü<sup>2</sup> Arş. Gör., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölüm<sup>3</sup> Arş. Gör., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölümü

ARTICLE INFO	ÖZET
<p><b>Makale Türü:</b> Geleneksel Derleme</p> <p><b>Anahtar Sözcükler:</b> Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Seçim Yöntemleri, Sınıflama Yöntemleri, Sıralama Yöntemleri, Sağlık Sektörü.</p> <p><b>Sorumlu Yazar</b> <sup>1</sup> İbrahim Doğan <sup>2</sup> Büşra Gül <sup>3</sup> Ferit Sevim</p> <p><b>Adres:</b> <sup>1</sup> Hitit Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölümü <sup>2</sup> Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölüm <sup>3</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölümü</p> <p><b>E-mail:</b> <sup>1</sup> doganibrahim@hitit.edu.tr <sup>2</sup> busra.gul@ogu.edu.tr <sup>3</sup> feritsevim@ktu.edu.tr</p>	<p><i>Sağlık alanında hem bireysel hem de örgütsel boyutta karar verme sürecine olan eğilim belirsizliklerin artmasıyla daha da önem kazanmaktadır. Özellikle sağlık sektöründe karar vericilerin aldığı kararların çok hassas sonuçları olması, bu alana yönelik yapılan çalışmaların da göz önünde olmasına neden olmaktadır. Kanıta dayalı yaklaşım açısından büyük önem taşıyan çok kriterli karar verme yöntemleri günümüzde önemli bir hale gelmiştir. Geleneksel derleme niteliğindeki bu çalışmada sağlık sektöründe kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinin tanıtılması ve bazı kullanım alanları hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda geleneksel derleme yöntemi kullanılarak literatürden elde edilen bilgiler doğrultusunda sağlık alanında sıklıkla kullanılan; Promethee, Electre I-III, UTA, AHP, FlowSort, Electre-Tri, Utadis ve AHPSort yöntemleri ele alınmıştır. Elde edilen bulgular, çok kriterli karar verme yöntemlerinin genel olarak seçim, sınıflama ve sıralama olarak ele alındığı göstermektedir. İncelenen yöntemlerin temel amaçlarına bakıldığında hepsinin odak noktası karar vericilere karar destek sistemi olmaktadır. Sağlık yöneticilerinin karar verme süreçlerinde çok kriterli karar verme yöntemlerinin bir araç olarak kullanıldığını göz ardı etmemesi gerekmektedir. Çok kriterli karar verme yöntemleri, karar verme sürecinde kullanıldığında rasyonel kararların alınmasına önemli katkılarda bulunabilir. Bu yöntemler, karmaşık ve çeşitli faktörleri dikkate alarak karar verme sürecini daha sistematik, analitik ve objektif hale getirebilir.</i></p>



## 1. GİRİŞ

Yöneticiler çeşitli konularda alternatifler belirlemek ve arasından en uygun olana karar vermek durumundadır. Karar vericiye geleceğe bakma, geçmiş ve şimdiki bilgiler ile gelecek tahminlerine dayanarak mümkün olan en iyi kararı verme yeteneği sağlamak, karar verme sürecinde gerçek amaçtır. Problemin yapısını belirlemek ve çoklu kriterleri açık bir şekilde değerlendirmek önemlidir (Aruldoss vd., 2013). Çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri, birbiriyle çelişen çoklu kriterler bağlamında karar vermeyi desteklemek için kullanılan çeşitli analitik tekniklerin ortak başlığıdır (Belton ve Stewart 2002). Bu teknikler, karar vericilerin hangi değerlendirme kriterlerinin ilgili olduğu, her birine atfedilen önem ve alternatifleri değerlendirmek için bu bilgiyi nasıl kullanacakları konusunda fikir birliğine varmalarını mümkün kılmaktadır. Bu sayede, kararların tutarlılığı, şeffaflığı ve meşruiyeti artırılabilir (Marsh vd., 2017).

ÇKKV yöntemlerinin ulaşım, göç, eğitim, çevre, enerji, savunma gibi sektör ve alanlarda hem kamu hem de özel sektör kararlarında yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir (Dodgson vd., 2009). Son yıllarda, çok kriterli karar verme yöntemleri olarak sağlık hizmetleriyle ilgili karar verme sürecini de desteklemek için giderek daha yaygın kullanılmaktadır (Diaby vd., 2013). ÇKKV'nin sağlık sektöründe uygulanması diğer sektörlerle göre nispeten yavaş olmuştur. Ancak sağlık alanında çalışan daha fazla araştırmacının ve uygulamacının tekniklerin farkına varmasıyla, sağlık uygulamalarında keskin bir artış gözlenmiştir (Marsh vd., 2014). Sağlık hizmetlerinde karar verme süreçlerini desteklemek için yeni yöntemlere yönelik yapılan araştırmalar, sağlık hizmetlerinde çok kriterli karar verme yöntemlerinin yaygınlaşmasının ve yükselmesinin gerekçesi olarak gösterilmektedir (Diaby vd., 2013). Buna rağmen bazı araştırmacılar sağlık hizmetleriyle ilgili karar vermede ÇKKV'nin etkililiğini değerlendirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunda ısrarcıdır. Çeşitli karar bağlamlarında belirli bir ÇKKV aracının keşfedici kullanımına ilişkin çok sayıda örnek bulunmaktadır ve bu yöntemler ÇKKV kullanımının sağlık alanında mümkün olduğunu göstermektedir (Hansen vd., 2019).

Sağlık yöneticileri, tıbbi teknolojileri finanse etme veya tazmin etme konusunda karar verirken sağlam, kanıta dayalı yöntemler kullanma konusunda küresel bir zorlukla karşı karşıyadır (Marsh vd., 2017). Yapılan çalışmalarda ÇKKV yöntemlerinin mali sürdürülebilirlik (Sevim vd., 2021), sağlık turizmi performansını değerlendirmek için kullanıldığı (Sevim ve Turan Kurtaran, 2023), bir sistematik inceleme çalışmasında ise hastanelerde kalite değerlendirme, tıbbi atık yönetimi, kuruluş yeri seçimi ve hastane bilgi sistemi yönetimi (Erbay ve Akyürek, 2020) gibi konularda kullanıldığı görülmektedir. Sağlıkta çok kriterli karar yöntemlerinin rolüne olan ilgi artarken, uygulamasında önemli farklılıklar bulunabilmektedir. Bunun nedeni, çok kriterli karar verme yöntemlerinin farklı temel varsayımlara sahip olmasıdır. Bu nedenle, sağlık hizmetlerinde kullanılacak uygun çok kriterli karar analizi yöntemlerini seçmek ve yetki alanlarında yerel kılavuzlar geliştirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu belirtilmektedir (Diaby vd., 2013). Bu çalışmada diğer alanlarda ve sağlık sektöründe sıklıkla kullanılan yöntemlerin çok kriterli karar verme yöntemlerine yeni başlayanların yanı sıra, sağlık alanında çalışan araştırmacı, karar verici ve politikacılara tanıtılması ve yöntemler hakkında bilgi verilmesi amaçlanmaktadır.

## 2. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Karar vericilerin, bir problemle karşılaştıkları zaman yapmaları gereken ilk iş problemi tanımlamak olmalıdır. Tanımlanan probleme uygun olan yöntemin belirlenmesi aşaması en kritik aşamadır. Çok kriterli karar verme yöntemleri; seçim, sınıflama ve sıralama yöntemleri olarak 3'e ayrılmaktadır. (Dalbudak ve Rençber, 2022). Seçim problemleri, doğru alternatifin, alternatif kümesi içerisinde seçilmesidir. Sınıflama problemlerinde, alternatifler, belirli kriter ya da tercihlere göre sınıflanır. Sıralama problemlerinde, alternatifler iyiden kötüye doğru ölçülebilir ya da tanımlanabilir bir şekilde sıralanır. Birden fazla kriter veya faktöre dayalı olarak farklı seçenekleri veya alternatifleri önceliklendirmek ve sıralamak için kullanılır. Tanım problemleri, eylemlerin ve sonuçlarının tanımlanması için kullanılmaktadır. Eleme problemlerinde, sadece iki sınıfın tanımlandığı sıralama probleminin özel bir durumu olan eleme problemi sonucunda alternatifler iki şekilde değerlendirilir: kabul edilen ve elenen alternatif. Tasarım problemlerinde, karar vericinin amaçlarını ve isteklerini karşılayacak yeni bir eylem belirlemek veya yaratmak amaçlanmaktadır (Roy, 1981).

**Tablo 1: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Kullanıldığı Problem Çeşitleri**

Seçim problemleri	Sınıflama problemleri	Sıralama problemleri	Tanım Problemi
Promethee	Promethee	FlowSort	GAIA
Electre I	Electre III	Electre-Tri	
UTA	UTA	Utadis	
AHP	AHP	AHPSort	

## 2.1. Seçim ve Sınıflama Problemleri

Çok kriterli karar verme yöntemleri arasında kümeleme yöntemleri, benzer özelliklere sahip verileri bir araya getirerek karar verme sürecine yardımcı olmaktadır. Bu yöntemler, farklı sektörlerde, özellikle de işletme, mühendislik, ekonomi, yönetim ve çevre bilimleri alanların yanı sıra sağlık alanında da kullanılmaktadır. Literatür incelendiğinde birçok kümeleme yöntemi olduğu görülmektedir, aşağıda sık kullanılan birkaç yöntem yer verilmiştir.

### 2.1.1. Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytical Hierarchy Process)

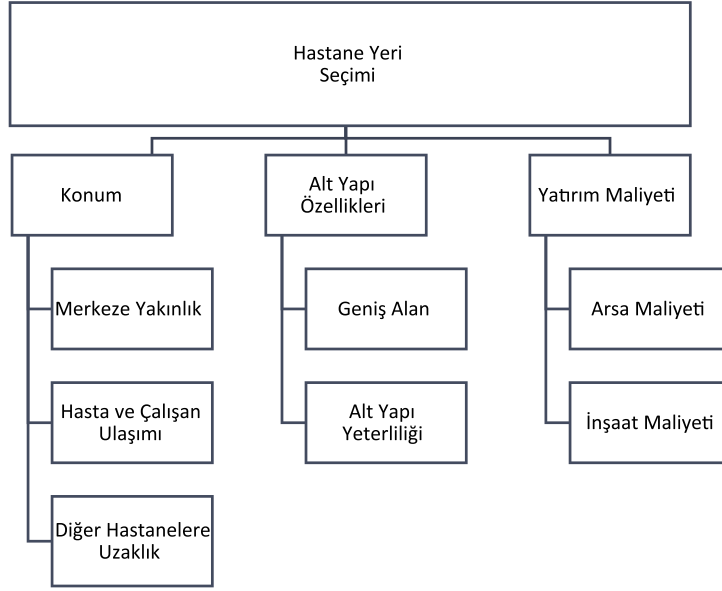
Analitik hiyerarşi süreci (AHS) literatürde "Analytical Hierarchy Process" olarak yer almaktadır ve kısaca "AHP" olarak adlandırılmaktadır. AHS, seçim ve kümeleme problemlerinde karar destek aracı olarak kullanılmaktadır. AHS, ilk olarak Myers ve Alpert ikilisi tarafından 1968'de ortaya atılmıştır ve 1977'de Thomas L. Saaty tarafından geliştirilerek bir model haline getirilmiştir (Yaralıoğlu, 2001). AHS'de hiyerarşi üç aşamadan oluşmaktadır. En üstte amaç, orta kısımda ana kriterler ve alt kriterler ve alt kısımda ise seçenekler bulunmaktadır. AHS, bir karar problemi, kriterler ve alt kriterler hiyerarşisi olarak parçalara ayırır ve ardından her kriterin diğeriyle ilişkisine göre göreceli önemini karşılaştırır (Saaty, 1980). Karar vericilerin, bir dizi kriter temelinde çeşitli seçenekleri değerlendirmelerine ve önceliklendirmelerine olanak tanır. AHS'de kriter ve alt kriterlerin önem derecesine göre en optimal çözüme ulaşmak hedeflenmektedir. Hiyerarşinin ve ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması kişisel yargıları da içerebilmektedir bu yüzden analizi daha verimli kılmak için alanında uzman kişilere ihtiyaç vardır. Sağlık yönetimi multidisipliner bir yapıya sahip olduğu için amaca yönelik olarak ilgili meslek gruplarından uzmanların karar verme sürecine katkıda bulunması önem arz etmektedir. AHS yöntemi hastane yeri seçimi (Aydın vd., 2009; Yeşilyurt ve Selamzade, 2020), sağlık çalışanlarının motivasyonunu etkileyen unsurların belirlenmesi (Aydın, 2019), hastanelerin performanslarının değerlendirilmesi (Gencan, 2014) gibi faaliyetler ile sağlık yönetimi alanında sıklıkla kullanılmaktadır.

AHS yönteminin aşamaları şu şekildedir (Anand vd., 2022):

1. Hiyerarşik yapının oluşturulması
2. Hedefe yönelik olarak kriterlerin önem derecesinin belirlenmesi
3. Normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması
4. Tutarlılığın hesaplanması

1. **Hiyerarşik yapının oluşturulması:** İlk aşamada kriterler ve alt kriterler belirlenmektedir. Kriterler hedefe ulaşmak için gerekli temel yapı taşları iken alt kriterler bu yapı taşlarını oluşturan detay parçalardır. Aşağıda örnek olarak bir hastane yeri seçimine göre hiyerarşik yapı örneği verilmiştir.

Şekil 1: Hiyerarşik yapı örneği



2. **Hedefe yönelik olarak kriterlerin önem derecesinin belirlenmesi:** Her kriter diğer kriterler ile ikili karşılaştırma yoluyla değerlendirilmektedir. Çalışmalarda genellikle Saaty (2008:86)'in geliştirdiği 1-9 arasında puan verilen ikili karşılaştırma skalası kullanılmaktadır. Bu skalaya göre yorumlama ölçütleri aşağıda verilmiştir:

Tablo 1: Karşılaştırma ölçeği

	Tanım	Açıklama
1	Eşit öneme sahip	Her iki kriter de eşit öneme sahip
2	Zayıf ya da hafif	
3	Biraz önemli	Bir kriter diğerine göre biraz daha önemli sayılmıştır
4	Makul artı	
5	Fazla önemli	Bir kriter diğerine göre çok daha önemli sayılmıştır
6	Güçlü artı	
7	Çok fazla önemli	Bir kriter diğerine göre kesinlikle çok daha önemli sayılmıştır
8	Çok çok güçlü	
9	Son derece önemli	Bir kriter diğerine göre son derece önemli olduğu bazı bilgilere dayandırılmaktadır.

Kaynak: Saaty, 2008:86.

Bu derecelendirme sonrasında her kriterin birbiri ile karşılaştırıldığı ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmaktadır. Matris iki farklı şekilde oluşturulabilmektedir.

Tablo 2: Ana kriterlere göre ikili karşılaştırma matris örneği

Ana Kriterler	Konum	Alt Yapı Özellikleri	Yatırım Maliyetleri
Konum	1	...	...
Alt Yapı Özellikleri	...	1	...
Yatırım Maliyetleri	...	...	1

Bu matris ana kriterler için oluşturulduktan sonra alt kriterler için de oluşturulmaktadır ve buna göre ileride ağırlıklandırmaları yapılmaktadır.

**Tablo 3:** Konumun alt kriterlerine göre ikili karşılaştırma matris örneği

Konumun Alt Kriterleri	Merkeze Yakınlık	Hasta ve Çalışan Ulaşımı	Diğer Hastanelere Uzaklık
Merkeze Yakınlık	1	...	...
Hasta ve Çalışan Ulaşımı	...	1	...
Diğer Hastanelere Uzaklık	...	...	1

İkili karşılaştırma matrisi Tablo 4'teki gibi de yapılabilmektedir.

**Tablo 4:** Ana kriterlere göre ikili karşılaştırma matrisi örneği

Ana Kriterler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ana Kriterler
Konum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Alt Yapı Özellikleri
Konum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırım Maliyetleri
Alt Yapı Özellikleri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırım Maliyetleri

Alt kriterler için de matrisler oluşturulmaktadır. Tablo 5'te örnek verilmiştir.

**Tablo 5:** Konumun alt kriterlerine göre ikili karşılaştırma matris örneği

Konumun Alt Kriterleri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Konumun Alt Kriterleri
Merkeze Uzaklık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Hasta ve Çalışan Ulaşımı
Merkeze Uzaklık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Diğer Hastanelere Uzaklık
Hasta ve Çalışan Ulaşımı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Diğer Hastanelere Uzaklık

**3. Normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması:** Normalize etmek için aşağıdaki formül uygulanır:

$$Aw = \lambda_{\max} W, \lambda_{\max} \geq n$$

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum a_{ij} w_j - n}{w_1}$$

$$A = \{a_{ij}\} \text{ ile } a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$$

Formülde;

A: ikili karşılaştırma

w: normalleştirilmiş ağırlık vektörü

$\lambda_{\max}$  : A matrisinin maksimum öz değeri

$a_{ij}$ : i ve j değerleri arasındaki sayısal karşılaştırmayı ifade etmektedir.

**4. Tutarlılığın hesaplanması:** AHS'nin sonuçlarını doğrulamak için tutarlılık oranı (CR), CR = CI/RI formülü kullanılarak hesaplanır ve tutarlılık endeksi (CI) de aşağıdaki formülle ölçülür (Taherdoost, 2017):

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

Formüldeki CI tutarlılık endeksini, matrisin öz değerleri arasındaki en büyük değeri ifade etmektedir. RI (rastgele tutarlılık endeksi) değeri matrisin boyutuyla ilgilidir ve Tablo 6'dan çıkarılacaktır. Örneğin 3 boyutlu bir matris ise RI değeri Tablo 6'dan çıkarılıp 0,5799 olarak kabul edilecektir. Tutarlılık oranının 0,10'dan düşük olmasının karşılaştırma sonuçlarının kabul edilebilir olduğuna işaret etmektedir.

**Tablo 6:** Rastgele Tutarlılık Endeksinin (RI) Değeri

Boyut	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,5799	0,8921	1,1159	1,2358	1,3322	1,3952	1,4537	1,4882

Kaynak: Golden ve Wang, 1990.

Literatür incelendiğinde bu dört aşamadan sonra seçenek ağırlıklarının hesaplandığı ve bu sonuca göre karara destek olunduğu görülmektedir. Formülü şöyle ifade edilebilir (Aydın vd., 2009; Yeşilyurt ve Selamzade, 2020):

$$\text{Seçenek Ağırlığı} = A1 \cdot [A11 \cdot S + A12 \cdot S + A13 \cdot S] + A2 \cdot [A21 \cdot S + A22 \cdot S] + A3 \cdot [A31 \cdot S + A32 \cdot S]$$

A1: Ana kriterler arası ağırlık

A11: Alt kriterler arası ağırlık

S: Alt kriterlere göre seçenek ağırlığı

### 2.1.2. İdeal Çözüm Benzerlik Yoluyla Tercih Sıralaması Tekniği (TOPSIS)

İdeal çözüme benzerlik yoluyla tercih sıralaması tekniği literatürde “Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution” olarak yer almaktadır ve kısaca “TOPSIS” olarak adlandırılmaktadır. TOPSIS, seçim ve kümeleme problemlerinde karar destek aracı olarak kullanılmaktadır. İdeal çözüme benzerlik yoluyla tercih sıralaması tekniği ilk olarak Hwang ve Yoon (1981) tarafından tanıtılmıştır. TOPSIS ile ideal ve negatif ideal çözümlere olan göreceli uzaklığa göre en optimal çözüme ulaşmak hedeflenmektedir.

TOPSIS yönteminin aşamaları şu şekilde sıralanabilir (Başdar, 2018; Anand vd., 2022):

1. Karar matrisinin (A) oluşturulması
2. Standart karar matrisinin (R) oluşturulması
3. Ağırlıklı standart karar matrisinin (V) oluşturulması
4. İdeal (A\*) ve negatif ideal (A-) çözümlerin oluşturulması
5. Ayrım ölçülerinin hesaplanması
6. İdeal çözüme göreceli yakınlığın hesaplanması

1. **Karar matrisinin (A) oluşturulması:** Karar vermede kullanılacak değerlendirme kriterleri sütunlara, üstünlükleri sıralanmak istenen karar noktaları ise satırlara yazılmaktadır. Örneğin 2 değerlendirme kriteri ve 3 karar seçeneği olur ise şu şekilde gösterilebilir:

$$A = \begin{bmatrix} 25 & 20 \\ 10 & 30 \\ 30 & 10 \end{bmatrix}$$

2. **Normalleştirilmiş karar matrisinin (R) oluşturulması:** Karar matrisindeki verilerden yararlanılarak oluşturulmaktadır. Her bir kritere ait olan değerler, o kriterlerin kareleri toplamının kareköküne bölünerek hesaplanır. Kullanılan formül şu şekildedir:

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}}$$

Örnek:

$$R = \begin{bmatrix} 0,6201 & 0,5345 \\ 0,2480 & 0,8017 \\ 0,7442 & 0,2672 \end{bmatrix} \text{ bulunur.}$$

$$r_{11} = \frac{25}{\sqrt{25^2 + 10^2 + 30^2}} = 0,6201$$

3. **Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinin (V) oluşturulması:** Değerlendirme kriterlerine ilişkin ağırlık değerleri (i w) belirlendikten sonra bu değerler ile standart karar matrisindeki veriler çarpılarak ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi oluşturulmaktadır.

Örnek: Değerlendirme kriterlerinden ilki 0,60 ikincisi 0,40 ağırlığa sahip varsayalım.

$$V = \begin{bmatrix} 0,3720 & 0,2138 \\ 0,1488 & 0,3206 \\ 0,4465 & 0,1068 \end{bmatrix} \text{ bulunur.}$$

$$V_{11} = 0,6201 \cdot 0,60 = 0,3720$$

4. **İdeal (A\*) ve negatif ideal (A-) çözümlerin oluşturulması:** İdeal bir çözümün gerçekleştirilebilmesi için ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinde yer alan ağırlıklandırılmış değerlendirme kriterlerinin en büyükleri seçilmelidir. Değerlendirme kriterleri minimizasyon yönlü ise de en küçükleri seçilmelidir. Tam tersi negatif ideal çözüm için ise ağırlıklandırılmış değerlendirme kriterlerinin en küçükleri, değerlendirme kriterleri minimizasyon yönlü ise en büyükleri seçilmelidir.

Örnek: Değerlendirme kriterlerinin maksimizasyon yönlü olduğunu varsayalım. Buna göre ideal çözüm için kriterlerin en büyüğü, negatif ideal çözüm için ise kriterlerin en küçüğü seçilecektir.

$$A^* = (0,3720 ; 0,3206)$$

$$A^- = (0,1488 ; 0,1068)$$

5. **Ayrım ölçülerinin hesaplanması:** İdeal Ayrım Ölçüsü (S<sub>i</sub><sup>\*</sup>) ve Negatif İdeal Ayrım Ölçüsü (S<sub>i</sub><sup>-</sup>) hesapları yapılmaktadır. Her bir karar seçeneğine ilişkin değerlendirme ölçütlerinin pozitif ideal ve negatif ideal çözüm değerlerinden sapmalarının bulunabilmesi için Öklid yaklaşımından yararlanılır. Buna göre, karar seçeneği sayısı kadar uzaklık değerleri hesaplanır. Kullanılan formül aşağıda verilmiştir:

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2}, i=1,2 \dots n$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, i=1,2 \dots n$$

S<sub>i</sub><sup>\*</sup>: İdeal ayırım ölçüsü

S<sub>i</sub><sup>-</sup>: Negatif ideal ayırım ölçüsü

Örnek:

$$S_1^+ = \sqrt{(0,3720 - 0,3720)^2 + (0,2138 - 0,3206)^2} = 0,1068$$

$$S_2^+ = \sqrt{(0,1488 - 0,3720)^2 + (0,3206 - 0,3206)^2} = 0,2232$$

$$S_3^+ = \sqrt{(0,4465 - 0,3720)^2 + (0,1068 - 0,3206)^2} = 0,2264$$

$$S_1^- = \sqrt{(0,3720 - 0,1488)^2 + (0,2138 - 0,1068)^2} = 0,2475$$

$$S_2^- = \sqrt{(0,1488 - 0,1488)^2 + (0,3206 - 0,1068)^2} = 0,2138$$

$$S_3^- = \sqrt{(0,4465 - 0,1488)^2 + (0,1068 - 0,1068)^2} = 0,2977$$

**6. İdeal çözüme görelî yakınlığın hesaplanması:** İdeal çözüme görelî yakınlık değeri hesaplanmaktadır. İdeal çözüme görelî yakınlık, negatif ideal ayırım ölçüsünün ideal ayırım ölçüsü ve negatif ideal ayırım ölçüsünün toplamına bölünmesi ile hesaplanmaktadır. Kullanılan formül aşağıda verilmiştir:

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+}$$

$C_i^*$ : İdeal çözüme görelî yakınlık

Bu formülde yer alan  $C_i^*$  değeri,  $0 \leq C_i^* \leq 1$  aralığında yer alır ve  $C_i^*$  ideal çözümü,  $C_i^* = 0$  ise negatif ideal çözümü ifade eder.

Örnek:

$$C_1^* = \frac{0,2475}{0,1068 + 0,2475} = 0,6985$$

$$C_2^* = \frac{0,2138}{0,2232 + 0,2138} = 0,4892$$

$$C_3^* = \frac{0,2977}{0,2264 + 0,2977} = 0,5680$$

İdeal çözüme görelî yakınlık katsayılarına göre  $1 > 3 > 2$  sıralaması dikkate alınarak karar seçenekleri değerlendirilir.

### 2.1.3. Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process)

Analitik Ağ Süreci (AAS) literatürde "Analytic Network Process" olarak yer almaktadır ve kısaca "ANP" olarak adlandırılmaktadır. AAS, seçim ve kümeleme problemlerinde karar destek aracı olarak kullanılmaktadır. AAS, AHS'nin bir uzantısıdır ve Saaty (1996) tarafından tanıtılmıştır. AAS, kriter ve seçenekler ile hiyerarşik bir yapı oluşturulmasını ve karmaşık problemleri çözmeye yardımcı olmayı içermektedir (Saaty ve Vargas, 2006). AHS'de ana kriterler arasında bir bağımlılık olmadığı kabul edilmekteyken AAS'de ana kriterler arasında bir ilişki olabilmektedir. Ayrıca AHS'de hiyerarşik yapı zorunlu iken AAS'de hiyerarşi bir gereklilik değildir (Başdar, 2018).

AAS yönteminin aşamaları şu şekilde sıralanabilir (Saaty, 1996; Govindan vd. 2013):

- 1. Karar modelinin oluşturulması:** Amaç, ana ve alt kriterler ve seçenekler detaylı olarak ifade edilerek karar modeli oluşturulmaktadır. Bu aşamada, kriterler arasındaki ilişkileri gösteren dışsal bağımlılıklar, içsel bağımlılıklar ve geri bildirimler şema üzerinde gösterilerek ağ yapısı şekillendirilir.
- 2. İkili karşılaştırmalar ile özvektörün hesaplanması:** Kriterler arası ilişkilere göre ikili karşılaştırmalara yapılarak tüm kriterlerin görelî önem düzeyleri (özvektörleri) hesaplanır. Özvektörler sıklıkla AHS'de bahsedilen matris ve 1-9 puan



skalası kullanılarak hesaplanmaktadır.

- 3. Tutarlılık oranının hesaplanması:** Karar vericiler tarafından ölçütler arasında yapılan karşılaştırmalarda tutarlı olup olmadıklarını belirlemek için oluşturulan her matrisin tutarlılık oranı (CR) hesaplanır. CR değeri 0,10'dan küçük ise tutarlı kabul edilir. CR değeri 0,10'dan büyük ise matriste düzenleme yapılır. CR için kullanılan formül aşağıdaki gibidir:

$$\text{Tutarlılık Oranı (CR)} = \frac{\text{Tutarlılık İndeksi (CI)}}{\text{Rasgele Tutarlılık İndeksi (RI)}}$$

Formülün pay kısmında bulunan Tutarlılık endeksi (CI) ise aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır:

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

Formüldeki  $\lambda_{\max}$  matrisin öz değerleri arasındaki en büyük değeri ifade etmektedir. Öncelikler vektörünün elemanları ile karşılaştırma matrisinin elemanları çarpılarak tüm öncelikler matrisi hesaplanır. Tüm öncelikler matrisinin her bir elemanı öncelikler vektörünün elemanlarına bölünür ve elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınarak  $\lambda_{\max}$  bulunur. Formüldeki Rasgele Tutarlılık Endeksi (RI) ise matrisin boyutu ile ilgilidir ve aşağıdaki tabloya göre belirlenir.

**Tablo 7:** Rastgele Tutarlılık Endeksinin (RI) Değeri

Boyut	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,5799	0,8921	1,1159	1,2358	1,3322	1,3952	1,4537	1,4882

Kaynak: Golden ve Wang, 1990

- 4. Süper matrisin oluşturulması:** İkili karşılaştırma matrislerinden elde edilen görelî öncelik değerleri (1-9) büyük bir (süper) matrisin içinde toplanır. Böylece tüm görelî öncelik değerleri tek bir matriste görülebilir. Kriterlerin birbirleri ile ilişkisi olduğu bir matriste bir kümedeki elemanların diğer kümelerdeki elemanlara etkisini (dış bağımlılık) ya da aynı kümedeki diğer elemanlara etkisini (iç bağımlılık) göstermek için bu vektörler matrise sütun olarak yerleştirilir. Süper matris, parçalı bir matristir ve buradaki her matris bölümü sistem içerisindeki ki kriter arasındaki ilişkiyi ifade eder (Polat, 2022).
- 5. Süper matrisin ağırlıklandırılması:** İkili karşılaştırmalar sonucu elde edilen önem düzeylerini gösteren süper matrisin sütun toplamları 1'e eşit olacak şekilde veriler ağırlıklandırılır.
- 6. Limit süper matris oluşturulması:** Ölçütlerin önem düzeylerinin bir noktada eşitlenmesini sağlamak için süper matrisin  $2n+1$  kuvveti alınır ve bu şekilde ölçütlerin birbirleri üzerindeki uzun dönemli etkileri belirlenmiş olur (Ayağ ve Samanlıoğlu, 2010). Kuvvetteki  $n$  rastgele seçilen büyük bir sayıdır ve bu işlem sonucunda elde edilen matris limit süper matris olarak adlandırılmaktadır.
- 7. Seçeneklerin sıralanması:** Limit süper matris oluşturulduktan sonra önem ağırlıklarına göre seçenekler (alternatifler) sıralanır.

#### 2.1.4. Çok Nitelikli Fayda Teorisi (MAUT)

Çok nitelikli fayda teorisi literatürde "Multiple Attribute Utility Theory" olarak yer almaktadır ve kısaca "MAUT" olarak adlandırılmaktadır. MAUT, seçim ve kümeleme problemlerinde karar destek aracı olarak kullanılmaktadır. MAUT, karar vermede birden çok kriteri analiz eder ve buna göre sistematik olarak ortak bir sonuç oluşturur (Kim ve Song, 2009). Yöntem kısa olarak, seçenekler (alternatifler) kümesi üzerinde tanımlı bir fayda fonksiyonu olduğuna ve karar vericilerin seçenekler arasında tercih yaparken bu fayda fonksiyonunu maksimize etmesini amaçlamaktadır.

MAUT yönteminin aşamaları şu şekilde sıralanabilir (Konuskan ve Uygun, 2014:1405-1406):

- 1. Kriterlerin ve seçeneklerin belirlenmesi:** Karar problemine konu olan kriterler ( $a_n$ ) ve seçenekler ( $x_m$ ) belirlenir.
- 2. Ağırlık değerlerinin belirlenmesi:** Seçeneklerin doğru şekilde değerlendirilmesini sağlayan ve önceliklerin belirlendiği ağırlık değerlerinin ( $w_j$ ) ataması yapılır. Ağırlık değerlerinin toplamı 1'e eşit olmalıdır.
- 3. Karar matrisinin oluşturulması:** Kriterlerin değer ölçülerinin ataması yapılır. Değerlendirmelerde Saaty (2008)'in 1-9 skalası veya 5'lik ve 100'lük sistem kullanılabilir.
- 4. Normalize edilmiş fayda değerlerinin hesaplanması:** Karar matrisi normalize edilir. Normalize etmek için aşağıdaki formül kullanılır:

$$u_i(x_i) = \frac{x - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-}$$

$x_i^+$  : Kriter maksimizasyon ise en yüksek değer, minimizasyon ise en küçük değer

$x_i^-$  : Kriter maksimizasyon ise en düşük değer, minimizasyon ise en büyük değer

x: Hesaplama satırındaki mevcut fayda değeri

- 5. Toplam fayda değerlerinin hesaplanması:** Fayda değerleri belirlenir. Fayda fonksiyonu için aşağıdaki formül kullanılır:

$$U_{(x)} = \sum_{i=1}^m U_i(x_i) \cdot w_j$$

$U_{(x)}$  : Seçeneğin fayda değeri

$U_i(x_i)$  : Her kriter ve her seçenek için normalize fayda değerleri

$w_j$  : Ağırlık değerleri

- 6. Seçeneklerin sıralanması:** Kriterlerin ağırlık toplamı alınır ve seçenekler hesaplanır. Seçenekler arasında en fazla faydayı sağlayanaya göre sıralama yapılır.

### 2.1.5. Zenginleştirme Değerlendirmeleri için Tercih Sıralama Organizasyon Yöntemi (PROMETHEE)

Zenginleştirme değerlendirmeleri için tercih sıralama organizasyon yöntemi literatürde "Rating Organization Method Preference for Enrichment Evaluation" olarak yer almaktadır ve kısaca "PROMETHEE" olarak adlandırılmaktadır. PROMETHEE, seçim ve kümeleme problemlerinde karar destek aracı olarak kullanılmaktadır. PROMETHEE, 1982 senesinde Brans ve Vincke tarafından geliştirilmiştir ve çok ölçülü bir öncelik belirleme yöntemidir (Brans ve Vincke, 1985; Brans vd, 1986). PROMETHEE ile karar seçeneklerinin birbirlerine olan pozitif üstünlük ve negatif üstünlük karşılaştırmaları yapılır ve en optimal çözüme ulaşmak hedeflenmektedir.

PROMETHEE yönteminin gelişimi şu şekilde ilerlemiştir (Brans ve Mareschal, 2005):

PROMETHEE I	:	Kısmi sıralama
PROMETHEE II	:	Tam sıralama
PROMETHEE III	:	Aralıkları temel alarak sıralama
PROMETHEE IV	:	Sürekli durumlar için sıralama
PROMETHEE V	:	Bölümleme kısıtları içeren sıralama
PROMETHEE VI	:	İnsan beyninin temsilini içeren sıralama

PROMETHEE yönteminin aşamaları şu şekilde sıralanabilir (Ayçin, 2019:56):

1. **Karar seçenekleri, kriterler ve kriterler ağırlıklarının belirlenmesi:** Yöntemin birinci aşamasında karar verici tarafından karar seçenekleri ve değerlendirme kriterleri belirlenir.
2. **Kriterler için tercih fonksiyonlarının belirlenmesi:** Bu aşamada belirlenmiş olan değerlendirme kriterlerinin yapısını ve aralarındaki ilişkiyi göstermek için tercih fonksiyonları belirlenmelidir.
3. **Ortak tercih fonksiyonlarının belirlenmesi:** Bir önceki aşamada belirlenen tercih fonksiyonları dikkate alınarak, her bir değerlendirme kriteri için karar seçeneklerinin ikili karşılaştırmaları yapılmalıdır.
4. **Tercih endekslerinin belirlenmesi:** Ortak tercih fonksiyonları belirlendikten sonra, bu aşamada her karar seçeneği çifti için tercih endeksi belirlenmelidir.
5. **Pozitif ve negatif üstünlüklerin hesaplanması:** Bu aşamada karar seçenekleri arasında sıralama yapılabilmesi için, her karar seçeneği için pozitif ve negatif üstünlükler belirlenmelidir.
6. **PROMETHEE I ile kısmi önceliklerin hesaplanması:** Bu aşamada pozitif üstünlük ve negatif üstünlük değerlerinin ikili karşılaştırmaları yapılarak karar seçeneklerin kısmi sıralaması belirlenir.
7. **PROMETHEE II ile net önceliklerin hesaplanması ve tam sıralama:** Bu aşamada tüm karar seçenekleri için net öncelik değerleri hesaplanacaktır.

#### 2.1.6. Kategorik Tabanlı Değerlendirme Tekniği ile Çekiciliği Ölçme (MACBETH)

Kategorik tabanlı değerlendirme tekniği ile çekiciliği ölçme yöntemi literatürde "Measuring Attractiveness by A Categorical Based Evaluation Technique" olarak yer almaktadır ve kısaca "MACBETH" olarak adlandırılmaktadır. MACBETH, seçim ve kümeleme problemlerinde karar destek aracı olarak kullanılmaktadır. MACBETH, karar verici için farklı seçeneklerin görece olarak tercih edilme düzeyini gösteren bir yöntemdir. MACBETH ile doğrusal programlama modelleri kullanılarak karar seçeneklerinin tercih edilebilirliğine ilişkin puanlar elde edilir ve bu puanlara göre en optimal çözüme ulaşmak hedeflenmektedir.

MACBETH yönteminin aşamaları şu şekilde sıralanabilir (Kundakcı 2016: 18-19):

1. Kriterler belirlenerek değer ağacı yapısında gösterilir.
2. Değer ağacı oluşturulduktan sonra, alternatifler belirlenir.
3. Alternatifler için  $m \times m$  boyutlu matris oluşturulur.
4. Kriterler ve alternatifler için ikili karşılaştırmalar yapılır.
5. Karar verici tarafından yapılan yargıların tutarlılığı kontrol edilir.
6. MACBETH ölçeğine göre ifade edilen tutarlı yargılar doğrusal programlama modelleri kullanılarak uygun sayısal bir ölçeğe dönüştürülür ve alternatiflerin tercih edilirliğine ilişkin puanlar elde edilir.
7. Son olarak elde edilen alternatif puanları kriter ağırlıkları ile çarpılarak toplanır. Böylelikle alternatiflere ait genel puanlar hesaplanmış olur. Elde edilen genel puanlara göre alternatifler büyükten küçüğe doğru sıralanır.

#### 2.1.7. Gerçeği İfade Eden Eleme ve Seçim (ELECTRE)

Gerçeği ifade eden eleme ve seçim yöntemi literatürde "Elimination and Choice Translating Reality" olarak yer almaktadır ve kısaca "ELECTRE" olarak adlandırılmaktadır. ELECTRE I seçim, ELECTRE III kümeleme problemlerinde karar destek aracı olarak kullanılmaktadır. Bernard Roy, Temmuz 1966'da Roma'da sunduğu bir tebliğde matematik eğitimi kullanarak bugün ELECTRE olarak bilinen pratik bir karar verme sistemi geliştirmiştir. Bu sistem, her bir seçeneğin bir dizi ortak değerlendirme kriterine göre aldığı puanlara dayanarak, farklı seçeneklerin olası tüm eşleştirmeleri arasındaki ilişkinin sistematik bir analizini içermektedir. Sonuç, her bir seçeneğin diğerlerinden ne derece üstün olduğunun bir ölçüsüdür. Metodoloji, bir üstünlük ilişkisinin kurulmasını, uyum ve uyumsuzluk endekslerinin oluşturulmasını (her bir kriterin

göreceli önemi kavramı da dahil olmak üzere) ve elde edilen tüm üstünlük ilişkilerinin genel bir değerlendirilmesinden elde edilen sonuçların analizini gerektirmektedir (Rogers vd., 2000). ELECTRE ile belirlenen eşik değerlere göre karar seçeneklerini değerlendirmek ve en optimal çözüme ulaşmak hedeflenmektedir.

ELECTRE yönteminin aşamaları şu şekilde sıralanabilir (Demir, 2018:104):

1. Kriter ağırlıklarının belirlenmesi
2. Performans (başlangıç) matrisinin oluşturulması
3. Eşik değerlerin belirlenmesi
4. Uyum endeksleri ve uyum matrisinin oluşturulması
5. Uyumsuzluk endeksleri ve uyumsuzluk matrisinin oluşturulması
6. Güvenirlik matrisinin oluşturulması
7. Sıralamanın belirlenmesi

## 2.2. Sıralama Yöntemleri

Çok kriterli karar verme yöntemleri, alternatifler arasından en uygun ve doğru seçimin belirlenebilmesi için kullanılan yöntemlerdir. Karar vericilerin ilgili problemi tanımladıktan sonra problemin konusuna göre yöntemler arasından en uygun yöntemi belirlemesi gerekmektedir. Bu noktada seçim ve sınıflama yöntemlerine ek olarak alternatif belirli kriterlere göre sıralanması istenen durumlar için de yöntemler geliştirilmiştir. Sıralama problemlerinde; AHPSort, Utadis, Flowsort ve Electre-Tri en yaygın kullanılan yöntemlerdir.

### 2.2.1. Analitik Hiyerarşide Sıralama Süreci - AHPSort Yöntemi

AHP yöntemi kriterler ya da alternatiflerin birbiri ile karşılaştırarak ağırlıklandırma yapmaktadır. AHPSort ise her alternatif için bir puan verdiği için sıralamanın yanı sıra tarama ve sınıflama için de kullanılabilir. Ayrıca yöntem, alternatifleri, önceden tanımlanmış gruplara atamak için de kullanılır. AHPSort yöntemini diğer yöntemlerden ayıran özelliği ise yüksek kriter sayısı ile çalışma imkanı sağlamasıdır. Kriter sayısının artması ile diğer yöntemlerde ikili karşılaştırma yapma olanağı azalırken AHPSort yönteminde bu süreç basitleştirilmiştir. Kriterler arasında gruplandırma yapmanın zor olduğu durumlarda kullanılabilir. Kriterlere maliyet ve faydaya göre minimum/maksimum değer ataması yaparak sıralama hiyerarşinde daha sağlıklı bir çıktı elde etmeyi sağlar (Assumma vd., 2021).

AHPSort yöntemi genelde şu adımları içermektedir;

1. Problemin tanımlanması, kriterlerin belirlenmesi,
  - Problemin hedefini, kriterini  $c_j, j = 1, \dots,$  ve alternatiflerini  $a_k, k = 1, \dots, 1$  tanımlayın.
2. Ana hedef en üstte, kriterler ortada ve seçenekler en altta olacak şekilde bir karar problemi hiyerarşisi geliştirilmesi,
  - Sınıf sayısı  $n$  olan  $C_i, i = 1, \dots, n$  sınıflarını tanımlayın. Sınıflar sıralanabilir ve bir etikete sahip olabilir (örneğin, mükemmel, iyi, orta, kötü).
3. Hiyerarşinin her düzeyi için, matristeki her bir öğenin iki kriterin veya seçeneğin birbirine göre göreceli önemini temsil ettiği ikili karşılaştırma matrisleri geliştirilmesi,
  - Tüm sınıfların içeriğini tanımlayın.  $C_i$  sınıfında her kriterin sahip olması gereken minimum değer  $l_{pij}$  ile belirlenebilir ya da  $C_i$  sınıfındaki  $j$  kriteri  $j \cdot n - 1$  formülü kullanılarak belirlenebilir.
4. Özvektör yöntemini kullanarak ikili karşılaştırma matrislerine dayalı olarak her kriterin veya seçeneğin öncelik ağırlıklarının hesaplanması,
  - $c_j$  kriterinin önemini ikili olarak değerlendirin ve AHP'nin özdeğer yöntemiyle  $w_j$  ağırlığını elde edin.

$$\text{Denklem (1)} \quad A \cdot p = \lambda \cdot p$$

A = Karşılaştırma matrisi

P = öncelik/ağırlık vektörü

$\lambda$   $\lambda$  = maksimum özdeğer

- İkili bir karşılaştırma matrisinde, her j kriteri için her sınırlayıcı profil  $lp_{ij}$  veya merkezi profil  $cp_{ij}$  ile tek bir alternatif  $a_k$ 'yi karşılaştırın.
- Karşılaştırma matrislerinden, denklem (1)'deki özdeğer yöntemiyle  $a_k$  alternatifi için yerel öncelik  $pk_j$ 'yi ve sınırlayıcı profiller  $lp_{ij}$ 'nin veya merkezi sınırlayıcı profiller  $cp_{ij}$ 'nin yerel öncelik  $pi_j$ 'sini üretin.

$$\text{Denklem } P_k = \sum_{j=1}^m P_{kj} \cdot w_j \quad (2)$$

- Denklem (2)'yi kullanarak k alternatifi için bir küresel öncelik  $pk$  ve Denklem (3)'ü kullanarak sınırlayıcı profil için bir küresel öncelik  $lp_i$  veya merkezi profiller için  $cp_i$  sağlayan ağırlıklı yerel öncelikleri toplayın.

5. Tutarlılık indekslerini ve oranlarını kullanarak ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığını kontrol edilir. Matrisler tutarsızsa, yargıları gözden geçirilir ve ağırlıkları yeniden hesaplanır,

- Sınırlayıcı profiller: Tanımlanmışsa, alternatif  $a_k$ ,  $lp_i$ 'si global öncelik  $pk$ 'nin hemen altında olan  $C_i$  sınıfına atanır. Merkezi profiller: İki merkezi profil arasında eşit mesafe olması durumunda, iyimser atama vizyonu  $a_k$ 'yi üst sınıfa tahsis ederken, kötümser atama vizyonu  $a_k$ 'yi alt sınıfa ayırır.

$$p_k \geq lp_1 \Rightarrow a_k \in C_1$$

$$lp_2 \leq p_k < lp_1 \Rightarrow a_k \in C_2$$

$$p_k < lp_{n-1} \Rightarrow a_k \in C_n$$

6. Kriterleri veya seçenekleri önem sırasına göre sıralamak için son öncelik ağırlıkları kullanılır (Anand vd., 2022).

### 2.2.2. Belirsizlik Altında Karar Vermek İçin Aksiyomları Kullanma- Utadis YÖNTEMİ

Utadis, 1990'ların başında Bernard Roy adlı bir Fransız araştırmacı tarafından geliştirilen çok kriterli bir karar verme yöntemidir. Utadis, açıkça kabul edilen temel ilkeler veya kurallar olan aksiyomlar kavramına dayanmaktadır. Bu aksiyomlar, bir karar verme sürecinde farklı alternatifleri değerlendirmek ve sıralamak için kullanılan bir dizi kriteri ve alt kriteri tanımlamak için kullanılır. Utadis yöntemi, kriterleri ve alt kriterleri her alternatif için tek bir puanda birleştirmek için bir dizi matematiksel işlem kullanır. Yöntem, kriterlerin değerlendirilmesinde belirsizlik veya kesin olmayan durumların yanı sıra kriterlerin çelişkili veya tamamlayıcı olduğu durumları ele almak için tasarlanmıştır. Genel olarak, Utadis, birden çok kriterin dikkate alınması gerektiğinde ve değerlendirme sürecinde belirsizlik ve belirsizliğin ele alınması gerektiğinde karar verme için yararlı bir yöntemdir (Roy, 1981).

UTADIS yöntemi aşağıdaki adımları içerir:

1. Karar problemini ve değerlendirilmesi gereken alternatifler kümesinin tanımlanması.
2. Karar problemi ile ilgili kriterleri ve alt kriterlerin tanımlanması. Her kriter ve alt kriter kesin ve ölçülebilir bir şekilde tanımlanması.
3. Kriterleri ve alt kriterleri değerlendirmek için kullanılacak aksiyomları veya temel ilkelerin tanımlanması. Aksiyomlar, karar vericinin tercihlerini ve değerlerini yansıtmalıdır.
4. Değerlendirme puanlarını belirlemek için aksiyomları kullanarak, her bir kritere ve alt kritere göre her alternatifin değerlendirilmesi. Bu puanlar, mevcut veri türüne bağlı olarak sayısal veya sembolik olabilir.
5. Aksiyomları ve değerlendirme puanlarını hesaba katan bir matematiksel işlem kullanarak her alternatif için puanların toplanması. Toplama işlemi, bulanık mantık, olasılık teorisi veya inanç fonksiyonları gibi farklı matematiksel modellere dayalı olabilir.

6. Toplam puanlarına göre alternatiflerin sıralanması. En yüksek puana sahip alternatif en iyi seçenek olarak kabul edilir.
7. Sonuçların sağlamlığını ve aksiyonları veya değerlendirme puanlarını değiştirmenin sıralamalar üzerindeki etkisini değerlendirmek için duyarlılık analizi yapılması.

### 2.2.3. Akış Sıralaması - FlowSort Yöntemi

Yöntem, 1997 yılında Jyrki Wallenius ve Jussi Kettunen tarafından geliştirilmiştir ve çevre yönetimi, lojistik ve yöneylem araştırması gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. FlowSort, önce orijinal verileri ikili karşılaştırma matrislerine dönüştürerek çalışır; burada karar verici, her seçeneği her bir kritere göre diğer tüm seçeneklerle karşılaştırır. Yöntem daha sonra bu matrisleri, seçeneğin karar vericinin tercihlerini ne kadar iyi karşıladığının bir ölçüsü olan her seçeneğin akış puanını hesaplamak için kullanır. Akış puanı, grafikteki her bir kenarın ağırlığının, kenarın herhangi bir ucundaki iki seçenek arasındaki karar vericinin tercihinin karşılığı geldiği, yönlendirilmiş bir grafikteki her seçenek arasındaki en kısa yolu bularak hesaplanır. Bir seçeneğin akış puanı, o seçenekte başlayan ve diğer herhangi bir seçenekte biten tüm yollar boyunca ağırlıkların toplamına eşittir. Temelde FlowSort, her seçeneğin akış puanını hesaplamak için en kısa yol algoritmalarını kullanan grafik tabanlı bir yöntemdir (Köksalan vd., 2011).

FlowSort yönteminde yer alan adımlar aşağıdaki gibidir:

1. Kriterlerin tanımlanması: FlowSort'taki ilk adım, seçenekleri değerlendirmek için kullanılacak kriterleri belirlemektir. Bu kriterler karar problemi ile ilgili olmalı ve ölçülebilir olmalıdır.
2. Kriterlere ağırlık atanması: Bir sonraki adım, karar verme sürecindeki görece önemini yansıtan her kritere ağırlık atamaktır. Bu ağırlıklar, toplamlarının 1 olmasını sağlamak için normalize edilmelidir.
3. İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması: Her bir kriter için, her seçeneğin o kritere göre diğer tüm seçeneklerle karşılaştırıldığı bir ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması. Karar verici, her bir seçenek çifti arasındaki tercihinin, tipik olarak 1 ile 9 arasında değişen bir ölçek kullanılarak belirtmelidir ve daha yüksek değerler daha güçlü tercihleri gösterir.
4. Akış puanlarının hesaplanması: İkili karşılaştırma matrislerini kullanarak her seçenek için akış puanını hesaplayın. Bu, her seçeneğin bir düğüm olarak temsil edildiği ve düğümler arasındaki kenarların ağırlıklarının karar vericinin tercihlerine karşılık geldiği yönlendirilmiş bir grafik oluşturmayı içerir. Her seçenek için akış puanı, o seçenekte başlayan ve diğer herhangi bir seçenekte biten tüm yollar boyunca ağırlıkların toplamına eşittir.
5. Seçeneklerin sıralanması: Son olarak, akış puanlarına göre seçenekleri sıralayın. En yüksek akış puanına sahip seçenek en iyi seçenek olarak kabul edilirken, en düşük akış puanına sahip seçenek en kötü olarak kabul edilir.

### 2.2.4. Gerçeği Yansıtan Eleme ve Seçim- Electre-tri Yöntemi

Electre Tri, 1980'lerde Fransız Yöneylem Araştırmacısı Bernard Roy tarafından geliştirilmiştir. Alternatifleri birden çok kritere veya niteliğe göre değerlendirmek ve sıralamak için kullanılmaktadır. Electre Tri'nin ayırt edici özelliklerinden biri, bulanık küme teorisini kullanarak kesin olmayan değerlendirilmesine izin vermesidir. Genel olarak, Electre Tri yöntemi, birbiriyle çelişen birden fazla kriterle karmaşık karar problemleriyle karşılaşan karar vericiler için yararlı bir araçtır (Anand vd., 2022).

Electre-tri yönteminin adımları genellikle aşağıdaki gibidir;

1. **Karar probleminin tanımlanması:** İlk adım, karar problemini ve karar vericinin ulaşmaya çalıştığı hedefleri açıkça tanımlamaktır.
2. **Kriterlerin belirlenmesi:** Bir sonraki adım, alternatifleri değerlendirmek için kullanılacak kriterleri veya nitelikleri belirlemektir. Bu kriterler ilgili, önemli ve ölçülebilir olmalıdır.
3. **Kriter ağırlıklarının belirlenmesi:** Kriterler belirlendikten sonra, karar vericinin her bir kritere ağırlık atayarak bunların göreceli önemini belirlemesi gerekir. Bu ağırlıklar yüzdeler, oranlar veya diğer ölçü birimleri olarak ifade edilebilir.

4. **Alternatiflere puan atanması:** Karar vericinin daha sonra her alternatifi her bir kritere göre değerlendirmesi ve her alternatfin o kriterde ne kadar iyi performans gösterdiğine bağlı olarak puanlar ataması gerekir. Puanlar sayılar, kategoriler veya dilsel terimler olarak ifade edilebilir.
5. **Tercih ve kayıtsızlık eşiklerinin tanımlanması:** Karar vericinin, alternatfin tercih edilen veya kayıtsız olarak kabul edilmesi için karşılaması gereken minimum performans seviyesini temsil eden her bir kriter için tercih ve kayıtsızlık eşikleri tanımlaması gerekir.
6. **Uyum ve uyumsuzluk indekslerinin belirlenmesi:** Bir sonraki adım, tercih ve kayıtsızlık eşiklerine göre her bir kriterde ne kadar iyi performans gösterdiğine dayalı olarak her bir alternatif çifti için uyum ve uyumsuzluk indekslerini hesaplamaktır.
7. **Endekslerin toplanması:** Uyum ve uyumsuzluk endeksleri daha sonra alternatiflerin küresel bir sıralamasını elde etmek için toplanır. Electre Tri yöntemi, karar vericinin tercihlerine ve eşiklerine dayalı sıralamaları hesaplamak için özel bir algoritma kullanır.
8. **Hassasiyet analizi:** Son olarak, kriter ağırlıkları, eşikleri veya puanlarındaki değişikliklere karşı sıralamaların sağlamlığını test etmek için bir hassasiyet analizi yapılabilir (Roy, 1981).

### 3. SONUÇ

ÇKKV yöntemleri günümüzde karar verme süreçlerinin karmaşık hale gelmesi ile önemi daha da anlaşılan yöntemler arasındadır. Özellikle sağlık sektöründe alınan kararların hassasiyeti düşünüldüğünde ÇKKV yöntemlerinin bu alanda kullanılması kaçınılmaz hale gelmektedir. ÇKKV yöntemlerinin temel amacına bakıldığında karar verme süreçlerinin en rasyonel şekilde tamamlanabilmesi için bir karar destek sistemi işlevine sahip olduğu görülmektedir.

Yöneticilerin en önemli rollerinden bir tanesi karar verme rolüdür. Yöneticiler bu rolü yerine getirirken geçmiş tecrübelerine ve sezgilerine dayanarak karar verebilmektedir. Ancak günümüz koşullarında alınan kararların şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkelerine bağlı olarak rasyonel ve kanıta dayalı bir yaklaşıma dayandırılması gerekmektedir. Bu durum ÇKKV yöntemlerinin kullanılmasını kaçınılmaz hale getirmektedir. Verilere dayandırılarak alternatifler arasından en uygun olanını seçmek ÇKKV yöntemleri ile mümkün hale gelebilmektedir.

Sağlık sektöründe kullanılan ÇKKV yöntemleri özellikle sağlık yöneticileri ve sağlık politikacıları için önemli bir kaynak niteliği taşımaktadır. Geniş anlamda bakıldığında ülkelerin sağlık sistemleri, dar kapsamda bakıldığında hastane düzeyinde alınan kararlara kanıt niteliği taşımaktadır. ÇKKV yöntemleri sağlık alanında kaynak tahsisi, maliyet etkililik çalışmalarında, sağlık teknolojisi değerlendirmelerinde, kuruluş yeri seçiminde, satın alma ve talep tahmini gibi birçok alanda kullanılabilir. Bunun yanı sıra ÇKKV yöntemlerinde farklı göstergeler kullanılarak ülkeler arası kıyaslama, sıralama veya sınıflama gibi birtakım araştırmalar yapılabilmektedir.

Çok kriterli karar verme yöntemleri, sağlık sektöründe karar verme süreçlerine daha sistematik ve bilimsel bir şekilde yaklaşılmasına yardımcı olabilir, etkili bir çözüm aracı olarak kullanılabilir. Sağlık sektöründe çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanırken dikkatli ve sistematik olunması, daha iyi kararlar alınmasına yardımcı olabilir ve sağlık hizmetlerinin kalitesini artırabilir. Bunun yanı sıra risk analizi ve belirsizlikleri ele alarak daha güvenilir ve sağlam kararlar alınmasına katkı sağlayabilir. Hasta memnuniyetini artırmaya ve sağlık hizmetlerinin kalitesini iyileştirmeye yönelik yeni çalışmalara odaklanılabilir. Sağlık sektöründe çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanacak olan araştırmacılar için metodolojik bir çerçeve geliştirilebilir. Bu çerçeve ile yöntemlerin adımları, veri toplama süreçleri, analiz aşamaları ve sonuçların nasıl yorumlanacağı ayrıntılı bir şekilde açıklanabilir.



## KAYNAKÇA

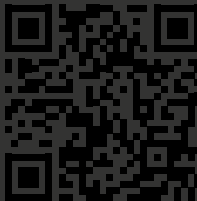
- Anand, A., Agarwal, M., Aggrawal, D. (2022). Multiple Criteria Decision Making Methods Applications for Managerial Discretion.
- Assumma, V., Bottero, M., Ishizaka, A., Tasiou, M. (2021). Group analytic hierarchy process sorting II method: An application to evaluate the economic value of a wine region landscape. *Environmental Modeling & Assessment*, 26(3), 355-369.
- Ayağ Z., Samanlıoğlu, F. (2010). Analytic Network Process (ANP) for Solar Power Plant Location Problem, IIE Annual Conference and Expo 2010 (IERC'10), June 5-9, Cancun, Mexico.
- Ayçin, E. (2019). *Çok Kriterli Karar Verme Bilgisayar Uygulamalı Çözümler*. Nobel Yayıncılık, Ankara.
- Aydın, E. (2019). *Sağlık Çalışanlarının Motivasyonlarına Etki Eden Unsurlar: Bir AHP Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Aydın Ö., Öznehir, S., Akçalı, E. (2009). Ankara İçin Optimal Hastane Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci ile Modellenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(2):69-86.
- Aruldoss, M., Lakshmi, T. M., & Venkatesan, V. P. (2013). A survey on multi criteria decision making methods and its applications. *American Journal of Information Systems*, 1(1), 31-43.
- Başdar, C. (2018). *Topsis ve Electre Yöntemleri ile Finansal Performansın Sıralanması: Bist Bilişim Sektörü Uygulaması*. Doktora Tezi. Bursa: Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Muhasebe-Finansman Bilim Dalı.
- Belton, V., Stewart, T. (2002). *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*. Springer Science & Business Media.
- Brans, J. P., Vincke, P. (1985). "A Preference Ranking Organization Method: The PROMETHEE Method for MCDM", *Management Science*, 31 (6), s.647-656.
- Brans, J.P., Mareschal, B., Vincke, P. (1986). "How to Select and How to Rank Projects: The PROMETHEE Method for MCDM", *European Journal of Operational Research*, Cilt 24, s.228-238.
- Brans, J.P., Mareschal, B. (2005). Promethee Methods. *Multiple Criteria Decision Analysis: State Of The Art Surveys*. 2, (1050): 163-189.
- Dalbudak, E., Rençber, Ö. F. (2022). Çok kriterli karar verme yöntemleri üzerine literatür incelemesi. *Gaziantep Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1):1-17 . DOI: 10.55769/gauniibf.1068692.
- Demir, C. (2018). *Türkiye'de Uygulanan İlaç Politikaları Konusunda Paydaşların Görüş ve Tercihlerinin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi (ELECTRE III) ile Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sağlık Yönetimi Anabilim Dalı.
- Diaby, V., Campbell, K., Goeree, R. (2013). Multi-criteria decision analysis (MCDA) in health care: a bibliometric analysis. *Operations Research for Health Care*, 2(1-2), 20-24.
- Dodgson, J. S., Spackman, M., Pearman, A., Phillips, L. D. (2009). *Multi-criteria analysis: a manual*. Department for Communities and Local Government: London.
- Erbay, E., 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.
- Gencan, S. (2014). *Hastanelerin Performansının Veri Zarflama Analizi / Analitik Hiyerarşi Prosesi Bütünleşik Yöntemi Kullanılarak Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Nevşehir: Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Govindan, K., Sarkis, J., Palaniappan, M. (2013). An analytic network process- based multicriteria decision making model for a reverse supply chain. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 68(1), 863-880.
- Golden, B. L., Wang, Q. (1990). *An Alternative Measure of Consistency*. In: B. L. Golden, A. Wasil & P.T. Harker (eds.) *Analytic Hierarchy Process: Applications and Studies*, 68-81, New-York: Springer Verlag.
- Hansen, P., Devlin, N. (2019). *Multi-criteria decision analysis (MCDA) in healthcare decision-making*. In Oxford Research Encyclopedia of Economics and Finance.
- Hwang, C. L., Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer-Verlag, New York. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9>.
- Kim, S., Song, O. (2009). A MAUT Approach For Selecting A Dismantling Scenario For The Thermal. *Annals of Nuclear Energy*, 36:145-150.

- Konuşkan Ö., Uygun Ö. (2014). Çok Nitelikli Karar Verme (MAUT) Yöntemi ve Bir Uygulaması, Karabük/Sakarya Üniversitesi Ortak Program, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, Ana Bilim Dalı, s. 1405-1406.
- Kenger, M. D. (2017). Banka Personel Seçiminin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Entropi Temelli Maut, Aras Ve Gri İlişkisel Analiz Yöntemleri İle Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı.
- Koçoğlu, S. (2019). Entropi Tabanlı Topsis Ve Maut Yöntemleri İle Acil Servislerde Risk Değerlendirme: Samsun İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Bolu: Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı.
- Kundakçı, N. (2016). Combined Multi-Criteria Decision Making Approach based on MACBETH and Multi-MOORA Methods, *Alphanumeric Journal*, 4(1), 17–26.
- Köksalan, M. M., Wallenius, J., Zionts, S. (2011). *Multiple criteria decision making: from early history to the 21st century*. World Scientific.
- Marsh, K., Goetghebeur, M., Thokala, P., Baltussen, R. (Eds.). (2017). *Multi-criteria decision analysis to support healthcare decisions* (Vol. 10, pp. 978-3). Cham: Springer International Publishing.
- Marsh, K., Lanitis, T., Neasham, D., Orfanos, P., & Caro, J. (2014). Assessing the value of healthcare interventions using multi-criteria decision analysis: a review of the literature. *Pharmacoeconomics*, 32(4): 345-365.
- Polat, E. E. (2022). *Endüstriyel Tasarım Jürilerinde Değerlendirme Aracı Olarak Analitik Ağ Süreci (Aas) Yönteminin Kullanımı: Mezuniyet Stüdyo Dersi Üzerine Bir Analiz Ve Uygulama*. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Eskişehir Teknik Üniversitesi.
- Rogers, M., Bruen, M., Maystre, L. (2000). *Electre and Decision Support Methods and Application in Engineering and Infrastructure Investment*. Springer Science + Business Media LLC. New York.
- Roy, B. (1981). The optimisation problem formulation: criticism and overstepping. *Journal of the Operational Research Society*; 32 (6): 427–436.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.
- Saaty, T. L. (1996). *Decision making with dependence and feedback: The analytic network process* (Vol. 4922, No. 2). Pittsburgh: RWS publications.
- Saaty, T. L., Vargas, L. G. (2006). *Decision Making With The Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks*. Springer Science+Business Media, LLC, USA.
- Saaty, T. L. (2008). Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services*; 1(1):83-98 <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>.
- Sevim, F., Ağırbaş, İ., Yılmaz, G. (2022). COVID-19'un Sosyal Güvenlik Sistemi Mali Sürdürülebilirliği Üzerindeki Etkisinin TOPSIS Yöntemi ile İncelenmesi, *Sosyal Güvence Dergisi*, 21:784-807. doi:10.21441/sosyalguvence.1120487.
- Sevim F., Turan Kurtaran A. (2023). Evaluation of Turkey's health tourism performance with the MOORA method. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(1), 99-109.
- Yaraloğlu, K. (2001). Performans Değerlendirmede Analitik Hiyerarşi Proses. *D.E.Ü.İ.İ.B.F. Dergisi*, 16(1):129-142.
- Yeşilyurt, Ö., Selamzade, F. (2020). Muş İli İçin Optimal Hastane Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci ile Değerlendirilmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(5):1361-1367. DOI: 10.18506/anemon.712319.



www.  
pelikan

Tüm Kitaplarımız için



Alışveriş Sitemizi  
Ziyaret Edin!..

kitabevi  
.com.tr

## Sağlık Hizmetlerine Erişim ve Sağlık Statüsü: Almanya, Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere ve Türkiye Karşılaştırması

Mustafa KAYA<sup>1</sup> \* Gülbiye YENİMAHALLELİ YAŞAR<sup>2</sup><sup>1</sup> Araştırma Görevlisi Doktor, Kırıkkale Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölümü<sup>2</sup> Profesör Doktor, Ankara Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölümü

ARTICLE INFO	ÖZET
<p><b>Makale Türü:</b> Araştırma Makalesi</p> <p><b>Anahtar Sözcükler:</b> Sağlık hizmetine erişim, sağlık statüsü, sağlık sistemleri, çok kriterli karar verme, MULTIMOORA</p> <p><b>Sorumlu Yazar</b> <sup>1</sup> Mustafa KAYA <sup>2</sup> Gülbiye YENİMAHALLELİ YAŞAR</p> <p><b>Adres:</b> <sup>1</sup> Kırıkkale Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölümü <sup>2</sup> Ankara Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölümü</p> <p><b>E-mail:</b> <sup>1</sup> mustafa_519@hotmail.com <sup>2</sup> gulbiyey@gmail.com</p>	<p><i>Sağlık durumunun subjektif bir göstergesi olan sağlık statüsü, hem bireysel hem de toplumsal olarak iyileştirmeyi amaçladığımız bir değişkendir. Bölgelerarası karşılaştırmalarda sıkça kullanılan bu göstergenin en temel belirleyicilerinden birisi de sağlık hizmetleridir. Ülke yönetimleri farklı sağlık sistemi organizasyonu seçimi ile sağlık hizmetlerine erişimi, sağlık hizmetlerine erişim ise sağlık statüsünü etkilemektedir. Bu çalışmada farklı sağlık sistemlerine sahip Almanya, ABD, İngiltere ve Türkiye’de sağlık statüsünün sağlık hizmetlerine erişim durumuna göre karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan sağlık hizmetlerine erişim ve sağlık statüsü göstergeleri, OECD’nin Bir Bakışta Sağlık (Health at a Glance) raporunda ele alınan değişkenler çerçevesinde incelenmiştir. Her iki durum için de sekiz ayrı değişken olmak üzere toplam 16 değişken kullanılmıştır. Araştırmanın verileri OECD veri tabanından elde edilmiştir. Ülkelerin mevcut kaynaklarıyla en iyi sağlık statüsüne sahip olması başarı göstergesi olarak kabul edilmiştir. Karşılaştırmanın Microsoft Office Excel programında MOORA yöntemiyle yapıldığı bu çalışmada ülkelerin başarı sıralamaları Almanya, İngiltere, ABD ve Türkiye şeklinde bulunmuştur. Ele alınan değişkenler de göz önünde bulundurularak başarılı olan ülkelerin deneyimlerinden başta bu çalışmada ele alınan ülkeler olmak üzere tüm ülkelerin yararlanması önerilmektedir.</i></p>

## 1. GİRİŞ

Sağlık statüsü, toplumun genel sağlık düzeyini belirlemede ve karşılaştırmada kullanılan bir göstergedir. Sağlık statüsü; doğumda beklenen yaşam süresi ve beklenen sağlıklı yaşam süresi gibi yaşam beklentisi düzeylerini, bebek ölüm hızı ve anne ölüm oranı gibi ölüm oranlarını, hastalıkların görülme oranı ve sıklığı, hastalık yükü gibi hastalık göstergelerini içermektedir. Sağlık statüsü bireysel düzeyde de ele alınmaktadır. Bireysel düzeydeki sağlık statüsü bireyin yaşam kalitesi ile değerlendirilmektedir. Gerek toplumsal gerekse bireysel düzeyde bir değerlendirmenin yapılabilmesi için bireyin ya da toplumun sağlık statüsünün niceliksel olarak ölçülebilmesi gerekmektedir. Çeşitli göstergeler ve yöntemlerle sağlık statüsünü istatistiki olarak ölçülebilme mümkündür (Ulutürk, 2015). Ölçümlerde kullanılan bireyin yaşı, gelir düzeyi, iş gibi göstergeler objektif; algılanan memnuniyet ve kendini sağlıklı hissetme durumu gibi göstergeler de subjektif göstergelerdir (Torlak ve Yavuzçehre, 2008).

Çok boyutlu bir kavram olan sağlık statüsü birçok faktör tarafından etkilenmektedir (Greenfield ve Nelson 1992; Feinstein, 1992; van Deer Steeg vd., 2004). Sağlık statüsünü etkileyen faktörlere ilişkin birçok çalışma bulunmaktadır. Literatürde en çok kabul gören çalışma Blum (1974) çalışmasıdır. Blum sağlık statüsünü etkileyen faktörleri; organizmanın yaşamını etkileyen dış faktörler olan *çevre*, bireyin kişilik, tutum ve davranışına göre şekil alan *davranış*, kuşaktan kuşağa aktarılmasıyla gelişen ve bazı sakatlık veya hastalıklara yatkın olma durumu olarak ifade edilen *kalıtım* ve son olarak sağlığın korunması, tedavi edilmesi, rehabilitasyonu ve geliştirilmesini içeren *sağlık hizmetleri* olarak gruplandırmıştır. Başka bir ifadeyle sağlık statüsünün belirleyicileri olan bu faktörler, sağlıklı ya da hastalıklı olma durumlarını etkileyen faktörlerin tespiti ve böylelikle hastalık ve sakatlıkların önlenmesi amacıyla kullanılmaktadır (Fleming ve Parker, 2009).

Sağlık statüsünün belirleyicilerinden olan sağlık hizmetleri; hizmetin türü, yeri, amacı ve zaman aralığına göre değişebilen, belirli sağlık kurumlarında belirli sağlık personeli tarafından sunulan, bireylerin ihtiyaç duyduğu koruyucu, tedavi edici, rehabilite edici ve sağlığın geliştirilmesi hizmetleri ile sağlığa zarar verecek faktörlerin ortadan kaldırılması çalışmalarını içeren ve sağlığa ilişkin hizmetlerin arz ile talebini buluşturan sistemlerdir (Kavuncubaşı, 2000; Erdem ve Prinççi, 2003). Sağlıklı bir toplumun oluşturulması ve ülkelerin gelişmişlik düzeyinin artırılabilmesi için sağlık hizmetlerinin herkes tarafından erişilebilir ve kullanılabilir olması gerekmektedir.

Sağlık hizmetlerine erişim; “insanların ihtiyaç duydukları zamanda ve hiçbir engelle karşılaşmadan ihtiyaç duydukları sağlık hizmetlerine erişebilmesi” (Academy Health, 2022), sağlık hizmetlerinin kullanılabilirliği ise; sağlık hizmetine ihtiyacı olan kişilerin bu hizmete erişip erişememesi şeklinde tanımlanmıştır (Duncan ve Clark, 1983). Sağlık hizmetlerine erişim ile sağlık statüsü arasındaki ilişki oldukça yakın ve karşılıklı bir etkileşim içindedir. Sağlık hizmetlerine kolay ve etkin bir şekilde erişim sağlayabilmek, bireylerin hastalıkların erken teşhisi, etkili tedavisi ve sağlık bakımına düzenli olarak erişimini mümkün kılar. Bu da doğrudan bireylerin genel sağlık durumunu etkileyerek daha iyi sonuçlar doğurur (WHO, 2021).

Öte yandan, sağlık hizmetlerine erişimdeki kısıtlamalar veya eşitsizlikler, bireylerin sağlık statüsünü olumsuz etkileyebilmektedir. Düşük gelirli veya dezavantajlı gruplar arasında sağlık hizmetlerine erişimin sınırlı olması, hastalıkların daha ileri aşamalarda teşhis edilmesine ve tedaviye erişiminin gecikmesine neden olabilir. Bu da sağlık sonuçlarını olumsuz etkileyerek önlenemez hastalıkların ve komplikasyonların artmasına yol açabilir. Sağlık hizmetlerine eşit ve adil bir şekilde erişebilmenin, toplum genelinde sağlık eşitsizliklerini azaltmada kritik bir rolü vardır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, sağlık hizmetlerine erişimdeki eşitsizliklerin azaltılması, bebek ve çocuk ölümlerini azaltabilir, bulaşıcı hastalıkların yayılmasını kontrol altına alabilir ve kronik hastalıkların yönetimini güçlendirebilir (WHO, 2019). Bu bağlamda, sağlık politikalarının oluşturulmasında ve uygulanmasında sağlık hizmetlerine erişim faktörü göz ardı edilmemeli, evrensel sağlık hizmetlerine erişimi artırmak için çaba sarf edilmelidir. Sağlık hizmetlerinde kullanımın ve kullanımı etkileyen faktörlerin incelenmesi, sağlık alanında yapılacak planlamalar, toplumun sağlık düzeyinin belirlenmesi, sağlığa etkililiğin ve verimliliğin ölçülebilmesi için gereklidir (Erdem ve Prinççi, 2003).

Sağlık hizmetlerine erişim ve sağlık hizmeti kullanımını etkileyen faktörlerden biri sağlık sistemidir. Her bir sistem, sebebi olan tanımlanmış bir amaca sahiptir. Sağlık sistemleri, tüm topluma sağlık hizmetlerinin sunulmasını amaçlayan imkanların mevcudiyetini ve koordinasyonunu konu alan geniş kapsamlı bir kavramdır. Dünyada uygulanan birçok sağlık sistemi bulunmaktadır. Temel amacı topluma sağlık hizmeti sunmak ve sağlıklı bir topluma sahip olmak olan sağlık sistemi; finansman, hizmet sunumu ve regülasyon başlıklarının sınırlarının belirlenmesi noktasında çeşitlenmektedir. Topluma sağlık hizmetlerinin sunumunu amaçlayan sağlık sistemleri yanı sıra toplumsal refah gibi daha geniş bir alanı kapsayan sistemler de vardır. Bu sebeple sağlık sisteminin tanımını yapabilmek için sistemin amaçları ve fonksiyonlarının bilinmesi



gerekmektedir. Toplumun sağlık statüsünü iyileştirmek, tıbbi olmayan beklentileri (hastaya saygı ve hasta odaklılık gibi) karşılamak ve adil finansman bir sağlık sisteminin ana amaçlarını içermektedir. Finansman oluşturmak, kaynak sağlamak, hizmet sunmak ve yönetim ise sistemin fonksiyonlarıdır (Figueras vd., 2012).

Sağlık sistemleri farklı sınıflandırmalarla ele alınmıştır. Bu çalışmada sağlık sistemlerinin sınıflandırılmasına yönelik öncü çalışmalardan birini yapan Field sınıflandırılması çerçevesinde ele alınmıştır (Aydın, 2021). Araştırmada ele alınan ülkelerden Almanya Sosyal Sigorta Sistemi'ne, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Çoğulcu Sağlık Sistemi'ne, İngiltere Ulusal Sağlık Sistemi'ne ve son olarak Türkiye Karma Sistem'e sahiptir. Sosyal sigorta sistemi; herkesin sağlık hizmetlerine kolayca ulaşmasını hedefleyen, bazı istisnalar dışında bireylerin kanuni olarak sağlık sigortası yaptırmak zorunda olduğu, dolayısıyla kurumlara veya hizmet sunucularına üçüncü taraf ödeyicinin bulunduğu, hekimlerin çoğunlukla özerkliğe sahip olduğu bir yapıdadır (IQWiG, 2018; Field, 1973). Özel teşebbüs veya serbest pazar tipi sağlık sistemi olarak da adlandırılan çoğulcu sağlık sistemi; çoğunlukla özerkliğe sahip, hekimlerin toplu ya da bireysel muayenehanelerde hizmet verdiği, mülkiyet açısından sağlık kurumlarının büyük kısmının özel mülkiyete sahip olduğu yapıdadır (Field, 1973,). Ulusal sağlık sistemi; sağlık hizmeti sunumunda tüm nüfusu kapsayan, finansmanının genel bütçeden karşılandığı, sağlık kurumlarının büyük çoğunluğunun kamuya ait olduğu, hekimlerin nerede çalıştığına bakılmaksızın ücretlerinin devlet tarafından ödendiği ve hekimlerinin özerkliğe sahip olduğu sistemlerdir (Cylus vd., 2015; Field, 1973). Karma bir sisteme sahip Türkiye'de ise sağlık hizmetleri hem çalışan ve işverenlerden toplanan sosyal sigorta primleri hem de genel bütçeden ayrılan payla sağlanmaktadır. Kamu ve özel mülkiyete sahip kurumlar hizmet vermektedir. Hekimler kamu veya özel sektörde hizmet sunabilmekte, kamuda sunulan hizmetler primlerden elde edilen gelirlerle, özelde sunulan hizmetler ise hem primlerden elde edilen gelirler hem de hizmet talep edenlerden alınan cepten ödemelerle sağlanmaktadır. Almanya, İngiltere ve Türkiye ağırlıklı olarak kamusal finansman sistemlerine sahip olmalarına rağmen cepten ödemeler, beşte bir oranına yakın bir miktarla önemli bir yer tutmaktadır. Türkiye sağlık sistemi Almanya, ABD ve İngiltere sağlık sistemine göre daha karmaşık bir yapıdadır.

Sağlık statüsünü ve sağlık hizmetlerine erişimi etkileyen birçok faktörün yanı sıra sağlık sistemleri de farklı isim ve gruplandırmalarla ele alınmaktadır. **Ülkelerin sağlık statülerinin sağlık hizmetine erişme durumlarına göre sıralamalarının elde edilmesinin amaçlandığı** bu çalışmada sağlık statüsünü ve sağlık hizmetlerine erişimi etkileyen faktörler ile sağlık sistemlerinden araştırmaya konu olan başlıklar ele alınmış, araştırma kapsamı dışında kalan başlıklara değinilmemiştir.

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada ele alınan değişkenler çerçevesinde farklı sağlık sistemlerine sahip olan Almanya, ABD, İngiltere ve Türkiye'de sağlık statülerinin sağlık hizmetine erişme durumlarına göre sıralamalarının elde edilmesi ve karşılaştırmalı olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

### 2.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development-OECD)'ne üye olan 37 ülke araştırmanın evrenini oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini ise farklı sağlık sistemlerine sahip Almanya, ABD, İngiltere ve Türkiye oluşturmaktadır.

### 2.3. Araştırmada Kullanılan Veriler ve Verilerin Toplanması

OECD Bir Bakışta Sağlık (Health at a Glance) raporunda ülkelerin sağlık hizmetlerine erişimi ve sağlık statüsü karşılaştırması yapmak amacıyla belirlediği değişkenleri ve bu değişkenlere ilişkin verileri yayınlamaktadır. Bu karşılaştırma kriterlerine ait değişkenlerde en son yayınlanan 2021 raporunda değişikliğe gidilmiştir. Bazı değişkenler eklenirken bazı değişkenler ise çıkarılmıştır. Bu sebeple ele alınan ülkelerin verilerinin tama yakınının bulunduğu yıla ait rapordaki değişkenler ve en yakın yıla ait veriler kullanılmıştır.

OECD 2019 yılında yayınlanan Bir Bakışta Sağlık raporunun sağlık hizmetlerine erişim başlığında; sağlık güvencesinin kapsamı, maliyet nedeniyle karşılanamayan sağlık hizmetleri, cepten yapılan sağlık harcamaları, hekimlerin coğrafi dağılımı ve acil olmayan ameliyatlar için bekleme süreleri ölçütlerini kullanmaktadır (OECD, 2019). Ancak maliyet nedeniyle karşılanamayan sağlık hizmetleri ve acil olmayan bekleme sürelerine ilişkin veriler tüm ülkeler için sunulamamış olması nedeniyle bu araştırma kapsamına dahil edilememiştir. Onların yerine tıbbi cihaz ve sağlık personeli sayıları çalışma kapsamına alınmıştır.

OECD sağlık statüsünü incelerken; doğumda beklenen yaşam süresi, ana ölüm sebebi, dolaşım sistemi hastalıklarının sebep olduğu ölümler, kanser sebebiyle ölümler, bebek sağlığı, ruh sağlığı, algılanan sağlık durumu, kanser insidansı ve diyabet prevalansı değişkenlerini kullanmaktadır (OECD, 2019). Bu çalışmada, çalışmanın amacına uygun olarak doğumda beklenen yaşam süresi, algılanan sağlık durumu, aşılama oranı, anne ölüm hızı, bölgede yaşayan 0-69 yaş arasındaki 100.000 kişi başına kaybedilen potansiyel yaşam yılı, bebek sağlığı, bebek ölüm hızı, ruh sağlığı ve 100.000 kişi başına düşen bazı bulaşıcı ve paraziter hastalık kaynaklı ölüm değişkenleri sağlık statüsü göstergesi olarak kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan veriler OECD Bir Bakışta Sağlık 2019 raporundan ve OECD veri tabanından elde edilmiştir. Bu nedenle etik kurul incelemesi ve izni gerektirmemektedir.

## 2.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Bu çalışmada Almanya, ABD, İngiltere ve Türkiye'ye ait sağlık hizmetlerine erişim ve sağlık statüsü değişkenleri, OECD Bir Bakışta Sağlık 2018 raporundaki verilere dayalıdır. Değişkenlerin analizi için çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden MULTI-MOORA analiz yöntemleri kullanılmıştır. MULTI-MOORA Analizi kendi başına bir yöntem olmayıp, farklı MOORA yöntemlerinin sonuçları kullanılarak son bir değerlendirme yapma yöntemidir (Brauers ve Zavadskas, 2006). Bu nedenle sadece MULTI-MOORA yöntemi değil, MOORA yöntemi ve araştırmada kullanılan çeşitleri çalışmada detaylı olarak anlatılmıştır. Çalışmada veriler Microsoft Office Excel programı aracılığıyla analiz edilmiştir.

Araştırmada kullanılan alternatifler (ülkeler) i ve kriterler (sağlık göstergeleri) j karakterleri ile ifade edilmiştir. İfadeler Almanya (i1), ABD (i2), İngiltere (i3), Türkiye (i4), sosyal sağlık sigortasının kapsadığı nüfus oranı (j1), doğumda beklenen yaşam süresi (j2), algılanan sağlık durumu (j3), bin kişi başına düşen MR cihazı sayısı (j4), bin kişi başına düşen tomografi cihazı sayısı (j5), aşılama oranı (j6), bin kişi başına düşen hekim sayısı (j7), bin kişi başına düşen hemşire sayısı (j8), anne ölüm hızı (j9), cepten yapılan sağlık harcaması (j10), hekimlerin coğrafik dağılımları (j11), bölgede yaşayan 0-69 yaş arasındaki 100.000 kişi başına kaybedilen potansiyel yaşam yılı (j12), bebek sağlığı (j13), ruh sağlığı (j14), bebek ölüm hızı (j15) ve 100.000 kişi başına düşen bazı bulaşıcı ve paraziter hastalık kaynaklı ölümler (j16) şeklindedir.

### 2.4.1. MOORA

"Ayrık alternatiflerle çok amaçlı optimizasyon için önerilen yeni bir yöntem" olarak açıklanan MOORA (Multi-objective Optimization By Ratio Analysis) yöntemi William Karel M. Brauers ve Edmundas Kazimieras Zavadskas tarafından 2006 yılında gerçekleştirilen "The MOORA Method and Its Application to Privatization in Transition Economy" isimli çalışmada tanıtılmıştır. Tüm amaçları dikkate alması ve alternatifler ile amaçlar arasındaki tüm etkileşimleri aynı anda göz önünde bulundurabilmesi bu analizi güçlü ve tercih edilir kılmıştır. MOORA yöntemi literatürde MOORA-Oran Yöntemi, MOORA-Referans Noktası Yaklaşımı, MOORA-Önem Katsayısı, MOORA Tam Çarpım Formu, MULTİ-MOORA Yaklaşımı gibi farklı şekillerde kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin uygulanışı alt başlıklarda açıklanmıştır (Brauers ve Zavadskas, 2006).

Yöntemlere başlayabilmek için öncelikle alternatifler ve kriterler için kullanılacak değerleri içeren bir başlangıç matrisi (tablosu) oluşturulur ve bu matris üzerinde ilgili yöntemin analizleri başlatılır.

#### 2.4.1.1. MOORA-Oran yöntemi

ÇKKV yöntemleri farklı türde verilerin karşılaştırılması imkanı sunmaktadır. Fakat bu verilerin karşılaştırılabilir hale getirilmesi için standartlaştırılması gerekmektedir. Bu sebeple ilk olarak başlangıç matrisindeki veriler normalize edilir.  $i=1,2,\dots,m$  alternatif sayısı,  $j=1,2,\dots,n$  kriter olmak üzere normalizasyon işlemi eşitlik 1'deki formülle gerçekleştirilir.



$$X_{ij}^* = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$$

$X_{ij}$  alternatifinin  $j$  kriterine göre normalleştirilmiş değeridir ve 0-1 arasında değer alır. Normalizasyon işlemi sonrası kriterler minimum veya maksimum olmalarına göre belirlenir. Burada bahsedilen minimum veya maksimum olma durumu, karşılaştırmada kullanılan değişkenlerin araştırmanın amacı doğrultusunda düşük ya da yüksek olmasını istememize göre değişmektedir. Normalizasyon sonrası elde edilen her alternatifin satırında yer alan değerlerden maksimum olanlar kendi içerisinde, minimum olanlar kendi içerisinde olacak şekilde toplanır. Toplanan maksimum kriterlerin değerinden minimum kriterlerin değeri çıkarılır. Bu işlem eşitlik 2’de verilen formülle gerçekleştirilir.

$$Y_i^* = \sum_{j=1}^g x_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^n x_{ij}^*$$

Formülde yer alan  $Y_i^*$ ,  $i$  alternatifinin tüm kriterlere göre normalleştirilmiş değeridir. MOORA-Oran yönteminde elde edilen  $Y_i$  değerinin büyük olması istenen durumdur. Elde edilen değerlerin sıralanmasıyla işlem sonlandırılır.

#### 2.4.1.2. MOORA-Referans nokta yaklaşımı

Referans nokta yaklaşımında oran yaklaşımına ek olarak amaca göre belirlenen maksimum ve minimum noktalar kullanılır. Maksimum ve minimum noktalar referans noktaları ( $r_j$ ler) olarak belirlenir, belirlenen bu noktaların  $X_{ij}^*$  ile olan uzaklıkları bulunup (eşitlik 3) matris oluşturulur ve oluşturulan yeni matrise  $x_{ij}^{**}$  nin  $r_j$ ’den büyük olması gibi durumlardan dolayı “Tchebycheff Min-Maks Metrik” işlemi (eşitlik 4) uygulanır ve sıralama elde edilir. Daha açık anlatmak gerekirse her bir kriterin yer aldığı sütundaki amaca yönelik (minimum ya da maksimum) olarak satırın altına referans değerler eklenir. Eğer sütunda yer alan değer maksimum olması isteniyorsa referans değeri o sütunda yer alan maksimum değer; minimum olması isteniyorsa en küçük değerdir. Referans değerleri belirlendikten sonra her değer mutlak değer içerisinde kendi sütununda yer alan referans değerden çıkarılır ve yeni matris elde edilir. Bu matriste yer alan satırlardaki değerlerden en büyük olanı MOORA-Referans nokta değerini ifade eder. Bu değerler belirlenir ve buna yönelik sıralama yapılır. MOORA-Referans nokta yaklaşımının sonuçları olan bu değerlerin küçük olması istenen durumdur. Elde edilen değerlerin sıralanmasıyla işlem sonlandırılır.

$$r_j - x_{ij}^*$$

$$\min_i \left\{ \max_j \left( |r_j - x_{ij}^*| \right) \right\}$$

#### 2.4.1.3. MOORA-Tam çarpım formu

Bu yöntemde işlemlere başlamadan önce oluşturulan başlangıç matrisi kullanılır. Amaçların değerleri ve anlamları, çarpımlar şeklinde ifade edildiğinde  $x_{ij}$  değerleri eşitlik 5’te verilen formüller yardımıyla düzenlenir ve sonuçların maksimumdan minimuma sıralanmasıyla yeni matris elde edilmiş olur.

$$U_j = \prod_{i=1}^n x_{ij} \quad , \quad U_j = \frac{A_j}{B_j} \quad A_j = \prod_{g=1}^i x_{gi} \quad , \quad B_j = \prod_{k=i+1}^n x_{kj}$$

$U_j$  =  $j$ . kriterin kullanılabilirliği

$U_j$  = Alternatiflerin uygulanabilirliği

$A_j$  = Maksimize edilmiş hedeflerin (kriterlerin) sayısı

$B_j$  = Minimize edilmiş hedeflerin (kriterlerin) sayısı

$i = 1, 2, \dots, n$  kriterlerinin sayısı

$j = 1, 2, \dots, m$  alternatiflerinin (amaçlarının) sayısı

Yukarıda yer alan formüller başlangıç matrisinde yer alan maksimum değerlerin kendi içerisinde, minimum değerlerin kendi içerisinde çarpılması sonucunda elde edilen maksimum olması istenen kriterlerin çarpımından elde edilen değerin minimum olması istenen kriterlerin çarpımından elde edilen değere bölünmesini ifade etmektedir. Her bir satır için yapılan bu işlem sonucunda MOORA-Tam çarpım yaklaşımının sonuç değerleri elde edilir ve bu değerlerin küçük olması istenen durumdur. Elde edilen değerlerin sıralanmasıyla işlem sonlandırılır.

#### 2.4.1.4. MULTI-MOORA yaklaşımı

Uygulanan farklı MOORA metodlarının (MOORA-Oran Yöntemi, MOORA-Referans Nokta Yaklaşımı, MOORA Tam Çarpım Formu) sonuçları doğrultusunda elde edilen sıralamalar bir tabloda yan yana yazılır. Tablonun sonuna MULTI-MOORA yaklaşımının sonucu için yeni bir sütun eklenir. Her bir satırda yer alan değerlerin sıklığı dikkate alınarak açılan yeni sütuna en çok tekrar eden değer yazılır. Her satır için gerçekleştirilen bu işlem sonucunda elde edilen yeni sıralama MULTI-MOORA yöntemine ait yeni bir sonucu ifade etmektedir.

### 3. BULGULAR

MOORA yöntemine başlamak için gerekli olan kriter ve değişkenlere ilişkin veriler Tablo 1'de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** MOORA yöntemi için hazırlanmış değişkenler

Alternatifler	Kriterler															
	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min
	j1	j2	j3	j4	j5	j6	j7	j8	j9	j10	j11	j12	j13	j14	j15	j16
i1	89,3	81,1	63,5	35,34	19	95	4,190	12,850	4,10	676,60	2,50	2947,00	6,60	10,60	3,30	17,20
i2	36,3	78,6	87,4	41,00	20	95	2,580	11,610	14,00	1090,10	2,30	4721,00	8,00	13,80	5,90	22,20
i3	100	81,2	68,9	9,46	7,23	94	2,780	7,880	6,70	629,50	1,50	2997,00	7,00	7,50	3,90	8,80
i4	98,2	78	65	13,88	9,81	98	1,830	1,930	15,10	179,90	6,50	4001,00	8,40	2,10	10,20	18,90

#### 3.1. MOORA-Oran Yöntemi

Bu yöntemi uygulayabilmek için ilk olarak başlangıç matrisinde yer alan değerlerin normalize edilmesi gerektiği yöntem kısmında anlatılmıştır. Normalizasyon işlemi yapabilmek için başlangıç matrisindeki verilerin her birinin kareleri hesaplanır. Hesaplanan her bir alternatifin kareleri yeni tabloya eklenir. Normalizasyon işlemi yapabilmek için gerekli olan diğer iki veri ise kriterlerin toplamları ve toplam karekök değerleridir. Bu sebeple tabloya iki satır daha eklenir ve hesaplanan toplam ve toplam karekök değerleri bu satırlara eklenir. Başlangıç matrisinde yer alan değerlerin kareleri, karelerinin toplamlarına ve toplamlarının kareköklerine ilişkin veriler Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Değişkenlere ait normalizasyon öncesi değerler ve referans değerleri

Alternatifler	Kriterler															
	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min
	j1	j2	j3	j4	j5	j6	j7	j8	j9	j10	j11	j12	j13	j14	j15	j16
i1	7974,5	6577,2	4032,3	1248,9	356,8	9025,0	17,6	165,1	16,8	457787,6	6,3	8684809,0	43,6	112,4	10,9	295,8
i2	1317,7	6178,0	7638,8	1681,0	413,7	9025,0	6,7	134,8	196,0	1188318,0	5,3	22287841,0	64,0	190,4	34,8	492,8
i3	10000,0	6593,4	4747,2	89,5	52,3	8836,0	7,7	62,1	44,9	396270,3	2,3	8982009,0	49,0	56,3	15,2	77,4
i4	9643,2	6084,0	4225,0	192,7	96,2	9604,0	3,3	3,7	228,0	32364,0	42,3	16008001,0	70,6	4,4	104,0	357,2
<b>Toplam</b>	28935,4	25432,6	20643,2	3212,1	919,1	36490,0	35,3	365,7	485,7	2074739,8	56,0	55962660,0	227,1	363,5	165,0	1223,3
<b>Toplam Karekök</b>	170,1	159,5	143,7	56,7	30,3	191,0	5,9	19,1	22,0	1440,4	7,5	7480,8	15,1	19,1	12,8	35,0

Eşitlik 1’de verilen formül kısaca alternatiflere ait her değer için ilgili değerlerin yer aldığı sütundaki toplam karekök değerine bölünmesini ifade etmektedir. Bu formül yardımıyla Tablo 2’deki veriler kullanılarak yapılan normalizasyon işlemine ait veriler Tablo 3’te verilmiştir.

**Tablo 3.** Normalizasyon işlemi sonrası değerler

Alternatifler	Kriterler															
	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min
	<i>j1</i>	<i>j2</i>	<i>j3</i>	<i>j4</i>	<i>j5</i>	<i>j6</i>	<i>j7</i>	<i>j8</i>	<i>j9</i>	<i>j10</i>	<i>j11</i>	<i>j12</i>	<i>j13</i>	<i>j14</i>	<i>j15</i>	<i>j16</i>
<i>i1</i>	0,52	0,51	0,44	0,62	0,62	0,50	0,71	0,67	0,19	0,47	0,33	0,39	0,44	0,56	0,26	0,49
<i>i2</i>	0,21	0,49	0,61	0,72	0,67	0,50	0,43	0,61	0,64	0,76	0,31	0,63	0,53	0,72	0,46	0,63
<i>i3</i>	0,59	0,51	0,48	0,17	0,24	0,49	0,47	0,41	0,30	0,44	0,20	0,40	0,46	0,39	0,30	0,25
<i>i4</i>	0,58	0,49	0,45	0,24	0,32	0,51	0,31	0,10	0,69	0,12	0,87	0,53	0,56	0,11	0,79	0,54

Tablo 3’teki veriler ve eşitlik 2’de yer alan formül yardımıyla MOORA-Oran değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplama işlemi satırlarda yer alan maksimum değerlerin kendi aralarında; minimum değerlerin kendi aralarında toplanması ve farklarının alınmasıyla gerçekleştirilir. Hesaplama sonrası elde edilen sıralama Tablo 4’te verilmiştir.

**Tablo 4.**  $Y_i$  değeri ve alternatiflerin sıralaması

$Y_i$	Oran Metodu Sıralama
1,47	1
-0,43	3
0,60	2
-1,21	4

MOORA-Oran yöntemine göre karşılaştırması yapılan ülkelerin sağlık sistemlerinin kullanılan sağlık göstergeleri çerçevesinde en idealden ideal olmayana doğru sıralaması Almanya, İngiltere, ABD ve Türkiye şeklinde olmuştur. İncelenen sağlık sistemlerinde sonucu iyi-kötü olarak nitelendirecek olursak (kullanılan değişkenler çerçevesinde) en iyi sağlık sisteminin Almanya sağlık sistemi olduğu, en kötü sağlık sisteminin ise Türkiye sağlık sistemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

### 3.2. MOORA-Referans Nokta Yaklaşımı

Bu yöntemde bir önceki yöntemde elde edilen normalize edilmiş değerleri içeren (Tablo 3) matris kullanılır. Tablo 3 kullanılarak MOORA-Referans nokta yaklaşımı için alternatiflere, kriterlere ve belirlenen referans değerlerine (maksimum olması istenen kriterde sütundaki en büyük; minimum olması istenen kriterde sütundaki en düşük değer) ilişkin veriler Tablo 5’te gösterilmiştir.

**Tablo 5.** Referans noktalar

Alternatifler	Kriterler															
	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min
	<i>j1</i>	<i>j2</i>	<i>j3</i>	<i>j4</i>	<i>j5</i>	<i>j6</i>	<i>j7</i>	<i>j8</i>	<i>j9</i>	<i>j10</i>	<i>j11</i>	<i>j12</i>	<i>j13</i>	<i>j14</i>	<i>j15</i>	<i>j16</i>
<i>i1</i>	0,52	0,51	0,44	0,62	0,62	0,50	0,71	0,67	0,19	0,47	0,33	0,39	0,44	0,56	0,26	0,49
<i>i2</i>	0,21	0,49	0,61	0,72	0,67	0,50	0,43	0,61	0,64	0,76	0,31	0,63	0,53	0,72	0,46	0,63
<i>i3</i>	0,59	0,51	0,48	0,17	0,24	0,49	0,47	0,41	0,30	0,44	0,20	0,40	0,46	0,39	0,30	0,25
<i>i4</i>	0,58	0,49	0,45	0,24	0,32	0,51	0,31	0,10	0,69	0,12	0,87	0,53	0,56	0,11	0,79	0,54
<b>Referans Noktaları</b>	0,59	0,51	0,61	0,72	0,67	0,51	0,71	0,67	0,19	0,12	0,20	0,39	0,44	0,11	0,26	0,25

Eşitlik 3 ve Eşitlik 4 kullanılarak her bir değerden mutlak değer içerisinde kendi sütununda yer alan referans nokta değeri çıkarılır. Bu işlemler sonucunda elde edilen MOORA-Referans nokta yaklaşımı işlemine ait veriler Tablo 6’da verilmiştir.

**Tablo 6.** Referans noktası işlemi sonrası veriler

Alternatifler	Kriterler															
	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min
	<i>j1</i>	<i>j2</i>	<i>j3</i>	<i>j4</i>	<i>j5</i>	<i>j6</i>	<i>j7</i>	<i>j8</i>	<i>j9</i>	<i>j10</i>	<i>j11</i>	<i>j12</i>	<i>j13</i>	<i>j14</i>	<i>j15</i>	<i>j16</i>
i1	0,06	0,00	0,17	0,10	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,34	0,13	0,00	0,00	0,45	0,00	0,24
i2	0,37	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,27	0,06	0,45	0,63	0,11	0,24	0,09	0,61	0,20	0,38
i3	0,00	0,00	0,13	0,56	0,43	0,02	0,24	0,26	0,12	0,31	0,00	0,01	0,03	0,28	0,05	0,00
i4	0,01	0,02	0,16	0,48	0,35	0,00	0,40	0,57	0,50	0,00	0,67	0,14	0,12	0,00	0,54	0,29

Elde edilen yeni tablonun her bir satırında yer alan en büyük değerler belirlenir. Belirlenen bu değerler yapılan sıralama (küçük olması istenen durumdur) Tablo 7’de gösterilmiştir.

**Tablo 7.** Referans noktası yaklaşımına göre değerler ve sıralama

Maksimum Değerler	Referans Noktası Yaklaşımı Sıralaması
0,45	1
0,63	3
0,56	2
0,67	4

MOORA-Referans nokta yöntemine göre karşılaştırması yapılan ülkelerin sağlık sistemlerinin kullanılan sağlık göstergeleri çerçevesinde en idealden ideal olmayana doğru sıralaması Almanya, İngiltere, ABD ve Türkiye şeklinde olmuştur. İncelenen sağlık sistemlerinde sonucu iyi-kötü olarak nitelendirecek olursak (kullanılan değişkenler çerçevesinde) en iyi sağlık sisteminin Almanya sağlık sistemi olduğu, en kötü sağlık sisteminin ise Türkiye sağlık sistemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

### 3.3. MOORA Tam Çarpım Formu

Tablo 1’de yer alan veriler Eşitlik 5 kullanılarak (her bir satır için maksimum olması istenen kriterlere ait değerlerin çarpılması sonucunda elde edilen değer minimum olması istenen kriterlere ait değerlerin çarpılması sonucunda elde edilen değere bölünmesi) bulunan MOORA tam çarpım değerleri ve yapılan sıralama Tablo 8’de gösterilmiştir.

**Tablo 8.** Tam çarpım değerleri ve sıralama

Tam Çarpım Değeri	Tam Çarpım Değeri Sıralaması
19,34894	1
0,246957	3
2,306473	2
0,09767	4

MOORA tam çarpım yöntemine göre karşılaştırılması yapılan ülkelerin sağlık sistemlerinin kullanılan sağlık göstergeleri çerçevesinde en idealden ideal olmayana doğru sıralaması Almanya, İngiltere, ABD ve Türkiye şeklinde olmuştur. İncelenen sağlık sistemlerinde kullanılan sağlık göstergeleri çerçevesinde sonucu iyi-kötü olarak nitelendirecek olursak (kullanılan değişkenler çerçevesinde) en iyi sağlık sisteminin Almanya sağlık sistemi olduğu, en kötü sağlık sisteminin ise Türkiye sağlık sistemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

### 3.4. MULTI-MOORA Yaklaşımı

MOORA-Oran yöntemi, MOORA-Referans yöntemi ve MOORA tam çarpım formu yöntemlerinin sonuçları ve bu sonuçlar kullanılarak yapılan MULTI-MOORA yönteminin sonuçları Tablo 9’da verilmiştir. Yapılan 3 analizin sonuçları tabloya eklenmiş ve 3 analizin sonucuna göre satırda yer alan alternatifin en sık aldığı sıralama MULTI-MOORA sıralaması olarak belirlenmiştir.

**Tablo 9.** MULTI-MOORA yaklaşımına göre sıralama

<b>MOORA-Oran Yöntemi</b>	<b>MOORA-Referans Nokta Yaklaşımı</b>	<b>MOORA Tam Çarpım Formu</b>	<b>MULTI-MOORA Yaklaşımı</b>	<b>Alternatifler</b>
1	1	1	1	<i>i1</i>
3	3	3	3	<i>i3</i>
2	2	2	2	<i>i2</i>
4	4	4	4	<i>i4</i>

MULTI-MOORA yöntemine göre karşılaştırılması yapılan ülkelerin sağlık sistemlerinin kullanılan sağlık göstergeleri çerçevesinde en idealden ideal olmayana doğru sıralaması Almanya, İngiltere, ABD ve Türkiye şeklinde olmuştur. İncelenen sağlık sistemlerinde sonucu iyi-kötü olarak nitelendirecek olursak (kullanılan değişkenler çerçevesinde) en iyi sağlık sisteminin Almanya sağlık sistemi olduğu, en kötü sağlık sisteminin ise Türkiye sağlık sistemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

## 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bir sağlık sisteminin başarısını belirlemek için iki soruya cevap vermek gerekmektedir. İlk soru sağlık sistemini karşılaştırırken hangi değişkenlerin kullanılacağı, ikinci soru ise mevcut sağlık sistemiyle elde edilen başarı ve başarının sistemden beklenen durumları karşılayıp karşılamadığıdır (WHO, 2000). Ülkelerin sağlık sistemleri karşılaştırılırken benzer ülkelerin karşılaştırılması karşılıklı olarak çıkacak eleştirileri engelleme ve karşı ülkeye göre kendi performansının belirlenmesini sağlarken, benzer olmayan ülkelerin karşılaştırılması sistemlerin performansları hakkında bilgi edinmeye yardımcı olmaktadır (Yıldırım ve Yıldırım, 2012; Köktaş, 2014).

Farklı sağlık sistemlerinin karşılaştırıldığı bu çalışmada Almanya, ABD, İngiltere ve Türkiye ülkeleri ele alınmıştır. Çalışmada bu ülkelerin sağlık statülerinin sağlık hizmetine erişme durumlarına göre sıralamalarının elde edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada bir standart sağlanabilmesi için OECD'nin Bir Bakışta Sağlık 2018 raporunda sağlık hizmetlerine erişim ve sağlık statüsü göstergeleri olarak ele alınan değişkenler kullanılmıştır. Kullanılan analiz sağlık hizmetine erişim ve sağlık statüsü göstergesi değişkenlerini toplu olarak incelemekte ve değişkenlerin ayrı ayrı etkisi hakkında yorum yapılamamaktadır. Bu koşul dahilinde sağlık hizmetine erişimleri doğrultusunda, ülkelerin sağlık statüsü performans sıralamasını belirlemek için yapılan 4 farklı analiz sonucunda en iyi performansı gösteren ülke sosyal sigorta sisteminin kullanıldığı Almanya olmuştur. Sırasıyla diğer ülkeler ise ulusal sağlık sistemi kullanan İngiltere, çoğulcu sağlık sistemi kullanan ABD ve sonuncu olarak karma sistem kullanan Türkiye olmuştur.

Ülke karşılaştırması yapılırken benzer yapıdaki ülkelerin karşılaştırılmasının ülkelerin performansını ve eksikliklerini ortaya çıkardığı bilinmektedir. Bu sebeple literatürde yapılan çalışmalarda Avrupa Birliği ve OECD gibi birçok ülkeyi barındıran gruplar ele alınmıştır. Ayrıca ele alınan değişkenler araştırmalarda elde edilen sıralamalar üzerinde etkili olmaktadır. Farklı gruplarda olan ülkelerin karşılaştırmalarının yeterli sayıda olmadığı dikkat çekmiştir. Demirci ve arkadaşlarının (2020) Avrupa Birliği üyesi ve aday ülkeleri ele aldıkları ve sağlık finansmanının sağlık sistemleri performansına etkisini inceledikleri çalışmada İngiltere ve Türkiye verimli, Almanya ise verimsiz bulunmuştur. Ayrıca Beveridge sisteminin sağlık sistemi üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunun sonucu olarak bireylerin sağlık hizmeti için herhangi bir ödeme yapmadıkları, dolayısıyla sağlık hizmeti kullanımına daha yatkın oldukları belirtilmiştir. Bu durum bireylerin daha sağlıklı olmasını ve toplumun sağlık statüsünün yükselmesini sağlayacaktır. Benzer şekilde Türkoğlu (2018) Avrupa ülkelerini ele aldığı çalışmada Almanya'nın sağlık göstergeleri açısından Türkiye'den daha iyi bir konumda olduğu sonucuna ulaşmıştır. Saygın ve Kundakçı (2020)'nin OECD ülkelerini sağlık göstergeleri açısından kıyasladığı çalışmada Almanya 6, ABD 14 ve Türkiye 34. sırada yer almıştır. Şener ve Yiğit (2017)'in OECD ülkelerinin teknik verimliliğini inceledikleri çalışmada İngiltere ve Almanya verimsiz, Türkiye ise verimli bulunmuştur.

Çalışmada yapılan analizlerin sonucuna göre sosyal sigorta sistemini kullanan Almanya ilk sırada yer almıştır. Ülkelerin seçtikleri sağlık sistemleri, sağlık statüsü üzerinde etkili olacaktır. Bu sebeple ülkeler uygulayacakları sağlık sistemini belirlerken birçok değişkeni göz önünde bulundurmalı ve dikkatli şekilde karar vermelidir. Sağlık hizmetlerindeki birçok konuda olduğu gibi uygulanan sağlık sisteminde de değişiklik yapmak kolay olmamaktadır. Bu sebeple uygulanacak sağlık sistemi belirlenirken ya da sistemde değişiklik yapılması gerektiği durumlarda bilimsel çalışmaların ve ülke deneyimlerinin incelenmesi faydalı olacaktır.

Çalışmada elde edilen sonuçlar ve incelenen literatür sonucunda dikkat edilmesi gereken bir nokta bulunmuştur. Sağlık hizmetine erişim ya da sağlığa ayrılan kaynaklar açısından iyi olmasına rağmen sıralamalarda sonlarda yer alan ülkeler ya da tam tersi durum olabilmektedir. Bu duruma kaynakları fazla olmasına rağmen bunu sağlık sonuçlarına yansıtamayan ülkeler ya da kaynakları az olmasına rağmen verimli kullanarak sağlık sonuçlarına pozitif yansıtan ülkeler sebep olmaktadır. Ayrıca bu araştırmalarda kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin nicelik olarak fazla olması çalışmalarda karşılaştırılabilirliği zorlaştırmakta ve sonuçları değiştirebilmektedir. Benzer sağlık sistemini kullanan ülkelerin karşılaştırıldığı yayınların literatürde çokça, fakat farklı sistemleri benimseyen ülkelerin karşılaştırıldığı çalışmaların sayıca az bulunduğu görülmüştür. Farklı sağlık sistemlerini benimseyen ülkelerin sağlık hizmetlerine erişim ve sağlık statüsü açısından karşılaştırıldığı bu çalışmanın literatürde önemli bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

## KAYNAKÇA

- ACADEMY HEALTH (2022). Access to care. Erişim: <https://academyhealth.org/evidence/topics/access-care>. Erişim Tarihi: 12.05.2022
- Andersen R & Newman JF (1973). Societal and individual determinants of medical care utilization in the United States. *The Milbank Memorial Fund Quarterly: Health and Society*; 51(1), 95-124.
- Aydın, JC (2021). *Sağlık harcamalarının belirleyicileri: OECD ülkelerine yönelik kümeleme ve panel veri analizi*. Doktora Tezi. Ankara: Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Blum HL (1974). *Planning for health: Development and application of social change theory*. Human Sciences Press.
- Brauers WK & Zavadskas EK (2006). The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. *Control and Cybernetics*; 35(2), 445-69.
- Cylus J, Richardson E, Findley L, Longley M, O'Neill C & Steel D (2015). United Kingdom: Health system review. *Health Systems in Transition*; 17(5), 1-126.
- De Silva A. (2000). *A framework for measuring responsiveness*. Geneva: World Health Organization.
- Demirci Ş, Konca M & İlgün G (2020). Sağlık finansmanının sağlık sistemleri performansına etkisi: Avrupa Birliği üyesi ve aday ülkeler üzerinden bir değerlendirme. *Sosyoekonomi*; 28(43), 229-42.
- Erdem R & Piriñçi E (2003). Sağlık hizmetlerinde kullanım ve kullanımı etkileyen faktörler. *O.M.Ü. Tıp Dergisi*; 20(1), 39-46.
- Feinstein AR (1992). Benefits and obstacles for development of health status assessment measures in clinical settings. *Medical Care*; 30(5), 50-6.
- Field MG (1973). The concept of the "health system" at the macrosociological level. *Social Science & Medicine*; 7(10): 763-85.
- Fleming, M. L., & Parker, E. (2009). *Introduction to public health*. Churchill Livingstone, Elsevier.
- Figueras J, Lessof S, Mckee M, Duran A, Menabde N. (2012). *Health systems, health, wealth and societal well-being: an introduction*. In J. Figueras & M. Mckee (Eds.), *Health Systems, Health, Wealth and Societal Well-being: Assessing the case for investing in health systems* (pp. 1-18). European Observatory on Health Systems and Policies Series, Open University Press.
- Greenfield S & Nelson EC (1992). Recent developments and future issues in the use of health status assessment measures in clinical setting. *Medical Care*; 30(5), 23-41.
- Hong TK, Dibley MJ, Tuan T (2003). Factors affecting utilization of health care services by mothers of children ill with diarrhea in rural Vietnam. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*; 34(1), 187-98.
- INSTITUTE FOR QUALITY AND EFFICIENCY IN HEALTH CARE (2015). Health care in Germany: The German health care system. Erişim <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK298834/>. Erişim Tarihi: 20.08.2022.
- Kavuncubaşı Ş (2000). *Hastane ve sağlık kurumları yönetimi*. Siyasal Kitabevi.
- Köktaş MA (2014). *Sağlık Ekonomisi*. 657 Yayınevi.
- Navarro V (2000). Assessment of the World Health Report 2000. *The Lancet*; 356(9241), 1598-601.
- OECD (2019). Health at a Glance 2019 OECD Indicators. OECD Publishing, Paris. Erişim: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/4dd50c09-en.pdf?expires=1692902207&id=id&accname=guest&checksum=C8844253DC66FA54107A55E0DD9FA773>. Erişim Tarihi: 18.08.2023.

- Saygın ZÖ & Kundakçı N (2020). WASPAS ve CODAS yöntemleri ile OECD ülkelerinin sağlık göstergeleri açısından kıyaslamalı analizi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*; 23(1), 23-42.
- Şener M & Yiğit V (2017). Sağlık sistemlerinin teknik verimliliği: OECD ülkeleri üzerinde bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*; (26), 266-90.
- Torlak SE, & Yavuzçehre PS. (2008). Denizli kent yoksullarının yaşam kalitesi üzerine bir inceleme. *Çağdaş Yerel Yönetimler*; 17(2), 23-44.
- Türkoğlu SP (2018). Avrupa ülkelerinin sağlık göstergelerinin TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*; 18(1), 65-78.
- Ulutürk S (2015). Sağlık ekonomisi, sağlık statüsü, sağlığın ölçülmesinde kullanılan ölçütler ve önemi: Türkiye örneği. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*; 52 (603), 47-63.
- Van der Steeg AFW, De Vries J & Roukema JA (2004). Quality of life and health status in breast carcinoma. *European Journal of Surgical Oncology*; 30: 1051-7.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (2000). The world health report 2000: Health Systems: Improving Performance. Switzerland: WHO. Erişim: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42281>. Erişim Tarihi: 10.08.2023.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. (2019). World health statistics 2019: Monitoring health for the SDGs. Erişim: [https://www.who.int/gho/publications/world\\_health\\_statistics/2019/en/](https://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2019/en/). Erişim Tarihi: 15.03.2023.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. (2021). Universal health coverage (UHC). Erişim: [https://www.who.int/health-topics/universal-health-coverage#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/universal-health-coverage#tab=tab_1). Erişim Tarihi: 10.05.2023.
- Yıldırım HH, Yıldırım T (2011). *Avrupa Birliği'ne üyelik sürecinde Türkiye sağlık sektörü*. 2. Baskı: İmaj Yayınevi.