

# Monte Carlo Simülasyonu ile yatırım kararı

## Investment decision with Monte Carlo Simulation

Tuğba Altıntaş<sup>1</sup>, Abdullah Kaldık<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prof.Dr.Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, tugba.altintas@uskudar.edu.tr, 0000-0002-4779-8668

<sup>2</sup>Sağlık Yönetimi Uzmanı, Bingöl Devlet Hastanesi, kaldikabdullah@gmail.com, 0000-0003-4854-7278

### Anahtar Kelimeler:

Karar Modelleri, Yöneylem Araştırması, Simülasyon, Monte Carlo Simülasyonu

### Key Words:

Decision Models, Operations Research, Simulation, Monte Carlo Simulation.

### Sorumlu Yazar/Corresponding Author:

Prof.Dr.Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, tugba.altintas@uskudar.edu.tr, 0000-0002-4779-8668

### DOI:

10.52880/sagakaderg.1242263

### Gönderme Tarihi/Received Date:

25.01.2023

### Kabul Tarihi/Accepted Date:

25.02.2023

### Yayımlanma Tarihi/Published Online:

01.06.2023

## ÖZ

Bu çalışmada, özel bir fizyoterapi ve rehabilitasyon kliniğinin yeni bir elektroterapi cihazına yatırım yapması halinde, yatırımın ne kadar sürede geri döneceği Monte Carlo simülasyonu ile tahmin edilerek, yatırımın avantajlı mı dezavantajlı mı olduğuna karar verilmiştir. Simülasyon deneyi için bir senaryo üretilmiş, kliniğe gelen hasta sayısının günlere göre Uniform dağıldığı varsayılarak, 360 gün boyunca gelen hasta sayısı Uniform dağılıma uygun rasgele sayı üretilerek elde edilmiştir. Ardından mevcut durum ile yatırım yapılan durum için birikimli kazanç ve kayıplar Monte Carlo simülasyonu ile hesaplanarak karşılaştırma yapılmış ve yatırım kararının kliniğin lehine olduğu anlaşılmıştır.

## ABSTRACT

In this study, if a private physiotherapy and rehabilitation clinic invests in a new electrotherapy device, the return on investment is estimated by Monte Carlo simulation to determine whether the investment is advantageous or disadvantageous. For the simulation experiment, a scenario is generated, assuming that the number of patients coming to the clinic is uniformly distributed by days, the number of patients coming to the clinic for 360 days is obtained by generating a random number in accordance with the uniform distribution. Then, the cumulative gains and losses for the current situation and the invested situation were calculated and compared by Monte Carlo simulation and it was understood that the investment decision was in favor of the clinic.

## GİRİŞ

Sağlık toplum için vazgeçilmez ve paha biçilemez bir durumdur. Teknolojinin ilerlemesiyle sağlık alanında da gözle görülür derecede ilerlemeler ve iyileşmeler olmuştur. Yöneylem araştırmasının uygulama alanlarından biri de sağlıktır. İngiltere'de yürütülen bir çalışmada polikliniklerde meydana gelen yönetsel problemler yöneylem araştırması kullanılarak ele alınmıştır (Welch & Bailey, 1952). Amerika Birleşik Devletlerinde 1960-1962'de hastanelerin bölümleri arasında iktisadi dengenin tahsis edilmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Flagle ve

Young Yöneylem Araştırmasının sağlık kurumlarında geldiği noktayı ve ileriki süreçte hangi konularda kullanılabileceğini araştırmıştır (Fries, 2022). Feldstein lineer programlama ile sağlık sistemindeki kısıtlı kaynakların optimum kullanımına yönelik bir model geliştirmiştir (Feldstein, 1970). Hanssmann farklı alanlardaki harcamalarda etkin bir seviyeye ulaşmak için yine yöneylem araştırması teknikleriyle benzer modeller geliştirmiştir (Hanssmann, 1961). Buşalıcı hastalıklar ve salgınlar ile ilgili olarak da literatürde bir çok çalışma yer almaktadır. Revella ve ark. Tüberküloz ile mücadeleyle yönelik bir doğrusal programlama modeli geliştirmiştir. 1965 yılında Klarman tarafından

cüzzama, 1965 yılında Lechat ve Flagle tarafından sifilize, 1973 yılında Cvjentanovic ve ark. Tarafından tifo ve koleraya yönelik hastalıkların yayılmasını önleyici matematiksel modeller geliştirilmiştir (Flagle, t.y.; Klarman, 1967; Reveller vd., 1969; TTB, t.y.). Bu alanda yöneylem araştırması, seçenek stratejilerin incelenmesine olanak sağladığı için başarılı olmuştur. Smith ve Solomon (1966) geliştirdikleri simülasyon sonuçlarına göre daha dengeli hasta akışı sağlanabildiği sonucuna ulaşmıştır (TTB, t.y.). Levine and Dunn (2015) çalışmalarında sağlık çizelgeleme problemi için yöneylem araştırması tekniklerinden yararlanmışlardır (Levine & Dunn, 2015). Molina-Pariente vd. geliştirdikleri çizelgeleme modeli ile acil ameliyatlarda geliş anı ve süresine bağlı olarak cerrahların ameliyatlara optimum yönlendirilmesini sağlamak Monte Carlo simülasyonundan yararlanmışlardır (Molina-Pariente vd., 2018). Davis vd. böbrek nakillerinde optimum atama sağlayan karma tam sayılı doğrusal programlama yöntemini kullanmıştır (Davis vd., 2015).

Literatürde yer alan bilgiler, yöneylem araştırmasının sağlık yönetimi alanında da büyük önem taşıdığını göstermektedir. Bu bağlamda yapılan çalışmada, simülasyon tekniğinin özel bir fizyoterapi ve rehabilitasyon kliniğinin yatırım kararında nasıl uygulanabileceği araştırılmıştır. Bu sayede yeni bir elektroterapi cihazına yatırım yapılması halinde, yatırımın ne kadar sürede geri döneceği tahmin edilerek, yatırım kararı verilmesinin avantajlı mı dezavantajlı mı olduğu değerlendirilmiştir.

## YÖNTEM

Günlük hayatta gelecekle ilgili risk ve belirsizlik her zaman vardır. Karar vericilerin risk ve belirsizlik ortamında geleceği doğru şekilde tahmin etmesi büyük önem taşımaktadır. Bir karar verme aracı olan Monte Carlo simülasyonu kararların muhtemel sonuçlarını görmeye ve risk analizine, böylelikle belirsizlik altında daha iyi karar vermeye yardımcı olmaktadır. Simülasyon, gerçek Dünyadaki bir sistemi modellemeyi amaçlar. Bu modellerde sistem davranışları araştırılarak farklı karar alternatifleri denir. Analitik problem çözme yöntemlerinin kullanılmadığı durumlarda sistemin geçmiş davranışlarına benzetim yöntemiyle karar problemleri çözülebilmektedir. Monte Carlo simülasyonu, gelecekle ilgili bilinmeyen veriyi rastgele sayı üreterek belirler. Bunu yaparken olasılık teorisinden yararlanmaktadır (Harrison vd., 2010). Monte Carlo simülasyon tekniğini bir iskambil oyunundan esinlenerek geliştiren ilk insan Manhattan Projesi'nde nükleer silah geliştirme çalışmalarında yer alan fizikçi Stanislaw Ulam'dır (Hançerlioğulları, 2006). Simülasyon, II. Dünya Savaşı yıllarında matematikçi John Von

Neumann tarafından elle veya fiziksel modeller üzerinde denenmesi pahalı ve karmaşık fizik problemlerinin çözümünde kullanılmıştır (Timor, 2001). Nisan 1948'de John ve Klara von Neumann ve Nick Metropolis'ten oluşan bir ekip, ENIAC üzerinde bir dizi hesaplamının ilkinin gerçekleştirerek ilk bilgisayarlı Monte Carlo simülasyonunu uygulamıştır (Haigh vd., 2014). Monte Carlo simülasyonunda işlem adımları aşağıdaki gibidir (Timor, 2001).

- Probleme ait değişkenler belirlenir ve bu değişkenlerin olasılık dağılımı belirlenir,
- Her bir değişken için birikimli olasılık dağılımı belirlenir,
- Her bir değişken için rasgele sayı aralıkları belirlenir,
- Rasgele sayı üretilir,
- Seçilen rasgele sayılar kullanılarak deney tekrarlanır.

## Örnek Uygulama

Çalışmada gerçeğe uygun olarak geliştirilen senaryo aşağıdaki gibidir. Özel bir Fizyoterapi ve Rehabilitasyon kliniğinde iki adet elektroterapi cihazıyla terapi gerçekleştirilmektedir. Her bir cihaz günde 10 hastaya hizmet etmektedir. Kliniğin sabit giderleri düşüldüğünde, bakılan hasta başına net kar 150 TL'dir. Gelen hasta sayısı 20'yi aşarsa onların tedavisi mümkün olamamakta, dolayısıyla her bakılmayan hastadan 150 TL kaybedilmektedir. Klinik daha fazla hastaya hizmet vermek için yeni bir elektroterapi cihazı almak istemektedir. Bu cihazın kliniğe maliyeti 200.000 TL'dir. Senaryoya göre, simülasyon yapılarak, söz konusu yatırımın ne kadar sürede geri döneceği, aynı zamanda kümülatif kazanç ve kaybın ne düzeyde olduğu tahmin edilecektir.

## Çözüm

Gelen hasta sayısının günler itibariyle çok fazla değişkenlik göstermediği varsayılmış ve olasılık dağılımı Uniform Dağılım olarak belirlenmiştir. Gelen hasta sayısına ilişkin olasılık dağılımı, kümülatif olasılıklar ve güven aralığı (alt limit-üst limit) Şekil 1'de yer almaktadır.

İlgili olasılık dağılımından hareketle rasgele sayı üretimi: =tamsayı\_s\_sayı\_üret()\*100+1)

formülü ile gerçekleştirilmiş ve 360 adet rasgele sayı üretilmiştir. İlgili işlem sonrası elde edilen sonuçlara ait görsel Şekil 2'de yer almaktadır.

Gelen hasta sayısı, ilgili rasgele sayı hangi güven aralığına girmişse, ona karşılık gelen hasta sayısı olacak şekilde formüle edilmiştir. İlgili formül yazımına ilişkin görsel Şekil 3'de yer almaktadır.

GELEN HASTA SAYISI	OLASILIK	KÜMÜLATİF OLASILIK	ALT LİMİT	ÜST LİMİT
15	0,2	0,2	1	20
20	0,30	0,50	21	50
25	0,25	0,75	51	75
30	0,15	0,90	76	90
35	0,10	1,00	91	100

Şekil 1. Gelen Hasta Sayılarına İlişkin Olasılık Dağılımı

=TAMSAYI(S_SAYI_ÜRET()*100+1)									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
GELEN HASTA SAYISI	OLASILIK	KÜMÜLATİF OLASILIK	ALT LİMİT	ÜST LİMİT					
15	0,2	0,2	1	20					
20	0,30	0,50	21	50		SEANS BAŞINA KAR GÜNLÜK BAKILAN HASTA SAYISI	150		
25	0,25	0,75	51	75			20		
30	0,15	0,90	76	90					
35	0,10	1,00	91	100					
DENEY NO	GELEN HASTA İÇİN RASGELE SAYI	GELEN HASTA SAYISI	BAKILAN HASTA	BAKILAMAYAN HASTA	KAZANÇ	KAYIP	KÜMÜLATİF KAYIP	KÜMÜLATİF KAZANÇ	
1	31	20	20	0	3000	0	0	3000	
2	91	35	20	15	3000	2250	2250	6000	
3	77	30	20	10	3000	1500	3750	9000	
4	73	25	20	5	3000	750	4500	12000	
5	67	25	20	5	3000	750	5250	15000	
6	80	30	20	10	3000	1500	6750	18000	

Şekil 2. Rasgele Sayı Üretimi

=ARA(B11;\$D\$2:\$E\$6;\$A\$2:\$A\$6)									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
GELEN HASTA SAYISI	OLASILIK	KÜMÜLATİF OLASILIK	ALT LİMİT	ÜST LİMİT					
15	0,2	0,2	1	20					
20	0,30	0,50	21	50		SEANS BAŞINA KAR GÜNLÜK BAKILAN HASTA SAYISI	150		
25	0,25	0,75	51	75			20		
30	0,15	0,90	76	90					
35	0,10	1,00	91	100					
DENEY NO	GELEN HASTA İÇİN RASGELE SAYI	GELEN HASTA SAYISI	BAKILAN HASTA	BAKILAMAYAN HASTA	KAZANÇ	KAYIP	KÜMÜLATİF KAYIP	KÜMÜLATİF KAZANÇ	
1	31	20	20	0	3000	0	0	3000	
2	91	35	20	15	3000	2250	2250	6000	
3	77	30	20	10	3000	1500	3750	9000	
4	73	25	20	5	3000	750	4500	12000	
5	67	25	20	5	3000	750	5250	15000	
6	80	30	20	10	3000	1500	6750	18000	

Şekil 3. Gelen Hasta Sayısının Hesaplanması

Bakılan hasta sayısı gelen hasta sayısı ile karşılaştırılmış, gelen hasta sayısı 20'ye eşit ve 20'den küçükse bakılan hasta=gelen hasta; 20'den büyükse bakılan hasta =20 olacak şekilde formül yazılmıştır. İlgili görsel Şekil 4'te yer almaktadır.

Bakılmayan hasta sayısı, gelen hasta sayısından bakılan hasta sayısının çıkarılmasıyla elde edilmiştir. İlgili hesaplamaya ait görsel Şekil 5'te yer almaktadır.

Günlük kazanç bakılan hasta sayısının seans başına kar ile çarpımı, günlük kayıp bakılmayan hasta sayısının seans başına kar ile çarpımı sonucu elde edilmiştir. Hesaplamalara ilişkin görseller Şekil 6 ve Şekil 7'de yer almaktadır.

Kümülatif kayıp ve kümülatif kazanç sırasıyla, Şekil 8 ve Şekil 9'daki görsellerde yer alan formüller yazılarak hesaplanmıştır.

## BULGULAR

Simülasyon deneyi tekrarlanarak 360 günün sonunda elde edilen kümülatif kazanç 1.020.000-1.040.000 TL

aralığında değişirken, kümülatif kayıp 200.000-250.000 TL aralığında değişmektedir.

Yeni bir elektroterapi cihazı alındığında günlük 10 hastaya daha bakılabileceğinden günlük bakılan hasta sayısının 30 olması halinde kümülatif kazanç ve kaybın ne olacağı yine aynı simülasyon modelinden elde edilmiştir. Bu durumda 360 günün sonunda elde edilen kümülatif kazanç 1.200.000-1.250.000 TL aralığında değişirken, kümülatif kayıp 20.000-30.000 aralığında değişmektedir. Kayıptaki azalış miktarının, kazançtaki artış miktarından daha büyük olduğu, yatırımın bir yıldan kısa sürede geri döneceği yapılan simülasyon ile anlaşılmıştır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Yöneylem araştırması teknikleri ikincin dünya savaşı sonrasında işletmecilik alanında karar verme yöntemi olarak kullanılmıştır. Günümüzde sağlık yönetimi alanında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada Monte Carlo simülasyonu ile özel bir fizyoterapi kliniğine gelen hasta sayısı, geçmiş verilerden hareketle

=EĞER(C11<=\$H\$4;C11;\$H\$4)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	GELEN HASTA SAYISI	OLASILIK	KÜMÜLATİF OLASILIK	ALT LİMİT	ÜST LİMİT				
2	15	0,2	0,2	1	20				
3	20	0,30	0,50	21	50		SEANS BAŞINA KAR	150	
4	25	0,25	0,75	51	75		GÜNLÜK BAKILAN HASTA SAYISI	20	
5	30	0,15	0,90	76	90				
6	35	0,10	1,00	91	100				
7									
8									
9									
10	DENEY NO	GELEN HASTA İÇİN RASGELE SAYI	GELEN HASTA SAYISI	BAKILAN HASTA	BAKILAMAYAN HASTA	KAZANÇ	KAYIP	KÜMÜLATİF KAYIP	KÜMÜLATİF KAZANÇ
11	1	31	20	20	0	3000	0	0	3000
12	2	91	35	20	15	3000	2250	2250	6000
13	3	77	30	20	10	3000	1500	3750	9000
14	4	73	25	20	5	3000	750	4500	12000
15	5	67	25	20	5	3000	750	5250	15000
16	6	80	30	20	10	3000	1500	6750	18000
17	7	31	20	20	0	3000	0	6750	21000
18	8	90	30	20	10	3000	1500	8250	24000
19	9	68	25	20	5	3000	750	9000	27000
20	10	55	25	20	5	3000	750	9750	30000

Şekil 4. Bakılan Hasta Sayısının Hesaplanması

E11 =C11-D11									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	GELEN HASTA SAYISI	OLASILIK	KÜMÜLATİF OLASILIK	ALT LİMİT	ÜST LİMİT				
2	15	0,2	0,2	1	20				
3	20	0,30	0,50	21	50		SEANS BAŞINA KAR	150	
4	25	0,25	0,75	51	75		GÜNLÜK BAKILAN HASTA SAYISI	20	
5	30	0,15	0,90	76	90				
6	35	0,10	1,00	91	100				
7									
8									
9									
10	DENEY NO	GELEN HASTA İÇİN RASGELE SAYI	GELEN HASTA SAYISI	BAKILAN HASTA	BAKILAMAYAN HASTA	KAZANÇ	KAYIP	KÜMÜLATİF KAYIP	KÜMÜLATİF KAZANÇ
11	1	31	20	20	0	3000	0	0	3000
12	2	91	35	20	15	3000	2250	2250	6000
13	3	77	30	20	10	3000	1500	3750	9000
14	4	73	25	20	5	3000	750	4500	12000
15	5	67	25	20	5	3000	750	5250	15000
16	6	80	30	20	10	3000	1500	6750	18000
17	7	31	20	20	0	3000	0	6750	21000
18	8	90	30	20	10	3000	1500	8250	24000
19	9	68	25	20	5	3000	750	9000	27000

Şekil 5. Bakılamayan Hasta Sayısının Hesaplanması

F11 =D11*\$H\$3									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	GELEN HASTA SAYISI	OLASILIK	KÜMÜLATİF OLASILIK	ALT LİMİT	ÜST LİMİT				
2	15	0,2	0,2	1	20				
3	20	0,30	0,50	21	50		SEANS BAŞINA KAR	150	
4	25	0,25	0,75	51	75		GÜNLÜK BAKILAN HASTA SAYISI	20	
5	30	0,15	0,90	76	90				
6	35	0,10	1,00	91	100				
7									
8									
9									
10	DENEY NO	GELEN HASTA İÇİN RASGELE SAYI	GELEN HASTA SAYISI	BAKILAN HASTA	BAKILAMAYAN HASTA	KAZANÇ	KAYIP	KÜMÜLATİF KAYIP	KÜMÜLATİF KAZANÇ
11	1	31	20	20	0	3000	0	0	3000
12	2	91	35	20	15	3000	2250	2250	6000
13	3	77	30	20	10	3000	1500	3750	9000
14	4	73	25	20	5	3000	750	4500	12000
15	5	67	25	20	5	3000	750	5250	15000
16	6	80	30	20	10	3000	1500	6750	18000
17	7	31	20	20	0	3000	0	6750	21000
18	8	90	30	20	10	3000	1500	8250	24000
19	9	68	25	20	5	3000	750	9000	27000
20	10	65	25	20	5	3000	750	9750	30000
21	11	76	30	20	10	3000	1500	11250	33000
22	12	37	20	20	0	3000	0	11250	36000
23	13	76	30	20	10	3000	1500	12750	39000
24	14	40	20	20	0	3000	0	12750	42000

Şekil 6. Günlük Kazancın Hesaplanması

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	GELEN HASTA SAYISI	OLASILIK	KÜMÜLATİF OLASILIK	ALT LİMİT	ÜST LİMİT				
2	15	0,2	0,2	1	20				
3	20	0,30	0,50	21	50		SEANS BAŞINA KAR	150	
4	25	0,25	0,75	51	75		GÜNLÜK BAKILAN HASTA SAYISI	20	
5	30	0,15	0,90	76	90				
6	35	0,10	1,00	91	100				
7									
8									
9									
10	DENEY NO	GELEN HASTA İÇİN RASGELE SAYI	GELEN HASTA SAYISI	BAKILAN HASTA	BAKILAMAYAN HASTA	KAZANÇ	KAYIP	KÜMÜLATİF KAYIP	KÜMÜLATİF KAZANÇ
11	1	31	20	20	0	3000	0	0	3000
12	2	91	35	20	15	3000	2250	2250	6000
13	3	77	30	20	10	3000	1500	3750	9000
14	4	73	25	20	5	3000	750	4500	12000
15	5	67	25	20	5	3000	750	5250	15000
16	6	80	30	20	10	3000	1500	6750	18000
17	7	31	20	20	0	3000	0	6750	21000

Şekil 7. Günlük Kaybın Hesaplanması

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	GELEN HASTA SAYISI	OLASILIK	KÜMÜLATİF OLASILIK	ALT LİMİT	ÜST LİMİT				
2	15	0,2	0,2	1	20				
3	20	0,30	0,50	21	50		SEANS BAŞINA KAR	150	
4	25	0,25	0,75	51	75		GÜNLÜK BAKILAN HASTA SAYISI	20	
5	30	0,15	0,90	76	90				
6	35	0,10	1,00	91	100				
7									
8									
9									
10	DENEY NO	GELEN HASTA İÇİN RASGELE SAYI	GELEN HASTA SAYISI	BAKILAN HASTA	BAKILAMAYAN HASTA	KAZANÇ	KAYIP	KÜMÜLATİF KAYIP	KÜMÜLATİF KAZANÇ
11	1	31	20	20	0	3000	0	0	3000
12	2	91	35	20	15	3000	2250	2250	6000
13	3	77	30	20	10	3000	1500	3750	9000
14	4	73	25	20	5	3000	750	4500	12000
15	5	67	25	20	5	3000	750	5250	15000
16	6	80	30	20	10	3000	1500	6750	18000
17	7	31	20	20	0	3000	0	6750	21000
18	8	90	30	20	10	3000	1500	8250	24000
19	9	68	25	20	5	3000	750	9000	27000

Şekil 8. Kümülatif Kaybın Hesaplanması

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	GELEN HASTA SAYISI	OLASILIK	KÜMÜLATİF OLASILIK	ALT LİMİT	ÜST LİMİT				
2	15	0,2	0,2	1	20				
3	20	0,30	0,50	21	50		SEANS BAŞINA KAR	150	
4	25	0,25	0,75	51	75		GÜNLÜK BAKILAN HASTA SAYISI	20	
5	30	0,15	0,90	76	90				
6	35	0,10	1,00	91	100				
7									
8									
9									
10	DENEY NO	GELEN HASTA İÇİN RASGELE SAYI	GELEN HASTA SAYISI	BAKILAN HASTA	BAKILAMAYAN HASTA	KAZANÇ	KAYIP	KÜMÜLATİF KAYIP	KÜMÜLATİF KAZANÇ
11	1	31	20	20	0	3000	0	0	3000
12	2	91	35	20	15	3000	2250	2250	6000
13	3	77	30	20	10	3000	1500	3750	9000
14	4	73	25	20	5	3000	750	4500	12000
15	5	67	25	20	5	3000	750	5250	15000
16	6	80	30	20	10	3000	1500	6750	18000
17	7	31	20	20	0	3000	0	6750	21000
18	8	90	30	20	10	3000	1500	8250	24000
19	9	68	25	20	5	3000	750	9000	27000
20	10	65	25	20	5	3000	750	9750	30000
21	11	76	30	20	10	3000	1500	11250	33000

Şekil 9. Kümülatif Kazancın Hesaplanması

360 gün için tahmin edilmiştir. Buna göre, bakılan ve bakılmayan toplam hasta sayıları ile günlük kazanç ve kayıplar hesaplanmıştır. 360 günün sonunda kümülatif kazanç ve kayıplar, yeni bir elektroterapi cihazının alınması halinde oluşan kümülatif kazanç ve kayıplar ile karşılaştırılmıştır. Dolayısıyla, henüz gerçekleşmemiş bir süreç sanal ortamda önceden izlenmiş ve yapılan simülasyonla, gelecek faaliyetlerin belirsizliği nedeniyle oluşan riski minimize edilerek optimum çözüm bulunmuştur. Burada, talep tahmini odaklı bir finansal karar verme aracı olan simülasyon, hastanelerde oluşan kuyruklar, randevu sistemlerinin planlanması, ambulansların çağrı noktalarına optimum şekilde atanması gibi bir çok alanda da kullanılabilir. Çalışmanın, gerek sağlık kurumlarına, gerekse diğer işletmelere geçmiş verilerin davranışı ile gelecek verileri tahmin ederek kaynak planlaması ve kaynakların optimum kullanımı konusunda katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Davis, A. P., Grondin, C. J., Lennon-Hopkins, K., Saraceni-Richards, C., Sciaky, D., King, B. L., Wieggers, T. C., & Mattingly, C. J. (2015). The Comparative Toxicogenomics Database's 10th year anniversary: Update 2015. *Nucleic Acids Research*, 43(D1), D914-D920. <https://doi.org/10.1093/nar/gku935>
- Feldstein, M. S. (1970). The Rising Price of Physician's Services. *The Review of Economics and Statistics*, 52(2), 121. <https://doi.org/10.2307/1926113>
- Flagle, C. D. (t.y.). A Decision Theoretical Comparison Of Three Procedures Of Screening For A Single Disease. 15.
- Fries, B. E. (2022). Bibliography of Operations Research in Health-Care Systems: An Update. 13.

- Haigh, T., Priestley, M., & Rope, C. (2014). Los Alamos Bets on ENIAC: Nuclear Monte Carlo Simulations, 1947-1948. *IEEE Annals of the History of Computing*, 36(3), 42-63. <https://doi.org/10.1109/MAHC.2014.40>
- Hançerlioğulları, A. (2006). Monte Carlo Simulation Method And Mcnp Code System. 14(2), 12.
- Hanssmann, F. (1961). Operations Research in National Planning of Underdeveloped Countries. *Operations Research*, 9(2), 230-248. <https://doi.org/10.1287/opre.9.2.230>
- Harrison, R. L., Granja, C., & Leroy, C. (2010). Introduction to Monte Carlo Simulation. 17-21. <https://doi.org/10.1063/1.3295638>
- Klarman, H. E. (1967). Present status of cost-benefit analysis in the health field. *American Journal of Public Health and the Nations Health*, 57(11), 1948-1953. <https://doi.org/10.2105/AJPH.57.11.1948>
- Levine, W. C., & Dunn, P. F. (2015). Optimizing Operating Room Scheduling. *Anesthesiology Clinics*, 33(4), 697-711. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2015.07.006>
- Molina-Pariente, J. M., Hans, E. W., & Framinan, J. M. (2018). A stochastic approach for solving the operating room scheduling problem. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 30(1-2), 224-251. <https://doi.org/10.1007/s10696-016-9250-x>
- Reveller, C., Lynn, W., & Feldmann, F. (1969). An Optimization Model of Tuberculosis Epidemiology. *Management Science*, 16(4), B-190-B-211. <https://doi.org/10.1287/mnsc.16.4.B190>
- TTB. (t.y.). Yöneyem araştırması (YA). TTB Toplum ve Hekim. Geliş tarihi 04 Kasım 2022, gönderen [https://www.belgelik.dr.tr/ToplumHekim/kayit\\_goster.php?id=254](https://www.belgelik.dr.tr/ToplumHekim/kayit_goster.php?id=254)
- Welch, J. D., & Bailey, Norman T. J. (1952). Appointment Systems In Hospital Outpatient Departments. *The Lancet*, 259(6718), 1105-1108. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(52\)90763-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(52)90763-0)