



T.C. Fırat Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

BMÜ422-Benzetim ve Modelleme Dersi
3. Ödev Raporu

Ders Sorumlusu: Doç. Dr. İlhan AYDIN

Öğrenci İsim: Mert İNCİDELEN
Öğrenci No.: 170260101

ÖDEV TANIMI:

Küçük bir ilçedeki taksi durağında tek bir taksi gün içerisinde 9.00-15.00 arasında çalışmaktadır. Taksi durağı, ikinci bir taksi alıp almama kararı vermek istemektedir. Taksi için müşterilerin durağa varışlar arası zamanı aşağıdaki kesikli dağılıma uymaktadır.

Varışlar Arası Zaman Olasılıkları

Dakika	Olasılık
30	0,14
35	0,22
40	0,43
45	0,17
50	0,04
1	

Servis Zamanı Olasılıkları

Gün	Adet
20	0,12
30	0,35
40	0,43
50	0,06
60	0,04
1	

Ödevde,

a) Yukarıdaki sistemin benzetimini yapmak için bir program yazılması beklenmektedir. Yazılacak programda taksi sisteminin ne kadar süre simule edileceği giriş olarak verilecektir. Sistemdeki toplam müşteri sayısı ($L(t)$) ve kuyrukta bekleyen müşteri sayıları ($LQ(t)$) grafikleri çizdirilerek, müşterilerin sistemde ortalama harcadıkları zaman, kuyrukta bekleme zamanı ve sistemin doluluk oranını hesaplayan kodlar yazılacaktır.

b) 1 iş günü için mevcut sistemin ve iki taksi bulunan alternatif sistemin el ile benzetiminin verilen rassal sayıları kullanarak yapılması beklenmektedir. Müşterilerin servis için ortalama bekleme zamanı; kuyrukta bekleyen ortalama müşteri sayısı ve taksi kullanım oranları açısından alternatifleri karşılaştırılacaktır. İlk müşterinin 09.00'da (benzetim saatine göre 0 anında) geldiği kabul edilecektir.

Varışlar Arası Zaman İçin Rastgele Sayılar:

0.18 - 0.66 - 0.32 - 0.68 - 0.19 - 0.05 - 0.10 - 0.45 - 0.91 - 0.69

Servis Zamanı İçin Rastgele Sayılar:

0.85 - 0.49 - 0.32 - 0.06 - 0.99 - 0.01 - 0.56 - 0.35 - 0.38 - 0.52 - 0.37

a.) Verilen Sistemin Benzetimi için Gerekli Kodların Yazılması

Uygulama için, verilen olasılık değerlerine göre birikimli olasılık tabloları oluşturularak bu tablolara göre olasılıkların değer aralıklarına karşılık gelecek değerlerin tespiti yapılır. Buna göre verilen olasılık değerlerine göre varış zamanı ve servis zamanı için birikimli olasılık tablosu aşağıdaki gibi olmaktadır.

**Varış Zamanı Birikimli
Olasılık Tablosu**

Gün	Adet
30	0
35	0,14
40	0,36
45	0,79
50	0,96
1	

**Servis Zamanı Birikimli
Olasılık Tablosu**

Gün	Adet
20	0
30	0,12
40	0,47
50	0,90
60	0,96
1	

Böylece varış ve servis zamanının rastgele sayılar için değer aralıkları aşağıdaki gibi belirlenir.

Varış Zamanı İçin Değer Aralıkları:

- **0,00 – 0,14** Aralığındaki Rastgele Değerler → 30 dk
- **0,14 – 0,36** Aralığındaki Rastgele Değerler → 35 dk
- **0,36 – 0,79** Aralığındaki Rastgele Değerler → 40 dk
- **0,79 – 0,96** Aralığındaki Rastgele Değerler → 45 dk
- **0,96 – 1,00** Aralığındaki Rastgele Değerler → 50 dk

Servis Zamanı İçin Değer Aralıkları:

- **0,00 – 0,12** Aralığındaki Rastgele Değerler → 20 dk
- **0,12 – 0,47** Aralığındaki Rastgele Değerler → 30 dk
- **0,47 – 0,90** Aralığındaki Rastgele Değerler → 40 dk
- **0,90 – 0,96** Aralığındaki Rastgele Değerler → 50 dk
- **0,96 – 1,00** Aralığındaki Rastgele Değerler → 60 dk

Simülasyonda her seferinde rastgele değerler üretilerek bu değerlere karşılık gelen süreleri bulmak ve bu sürelerle göre sistemi simüle etmek gerekir. Buna göre varış zamanı ve servis zamanı için rastgele değerler üretim bu değerlere karşılık süreleri birer dizi ile döndüren randomVaris() ve randomServis() şeklinde iki fonksiyon yazılmıştır.

Varış zamanı için rastgele sayılar üreterek belirlenen değer aralıklarına karşılık değerlerin bir diziye atarak döndüren fonksiyonun MATLAB kodu şöyle olacaktır:

```
function f=randomVaris()

musteriVaris=[];

    for i = 1:15
        random=rand;
        if(0 < random && random <= 0.14)
            musteriVaris(i)=30;
        elseif(0.14 < random && random <= 0.36)
            musteriVaris(i)=35;
        elseif(0.36 < random && random <= 0.79)
            musteriVaris(i)=40;
        elseif(0.79 < random && random <= 0.96)
            musteriVaris(i)=45;
        elseif(0.96 < random && random <= 1)
            musteriVaris(i)=50;
        end
    end

    f=musteriVaris;

end
```

Aynı şekilde servis zamanı için rastgele sayılar üreterek belirlenen değer aralıklarına karşılık değerlerin bir diziye atarak döndüren fonksiyonun MATLAB kodu şöyle olacaktır:

```
function f=randomServis()

musteriServis=[];

    for i = 1:15
        random=rand;
        if(0 < random && random <= 0.12)
            musteriservis(i)=20;
        elseif(0.12 < random && random <= 0.47)
            musteriservis(i)=30;
        elseif(0.47 < random && random <= 0.90)
            musteriservis(i)=40;
        elseif(0.90 < random && random <= 0.96)
            musteriservis(i)=50;
        elseif(0.96 < random && random <= 1)
            musteriservis(i)=60;
        end
    end

    f=musteriservis;

end
```

Daha sonra yazılan fonksiyonda bu fonksiyonlar kullanılarak değerler üretilcek ve üretilen değerler karşılığında sistem simüle edilecektir. Sistemi simüle etmek için kullanılacak fonksiyonda bir süre değeri girilecek ve girilen süre değeri kadar sistem simüle edilecektir.

Buna göre fonksiyon bir “gun” değeri olarak günleri ayrı ayrı analiz edecek ve sonuçlandıracaktır. Sistem için, toplam müşteri sayısının, toplam bekleme sürelerinin, müşterilerin sistemde harcadığı toplam zamanın ve taksinin dolu olduğu toplam zamanın tutulması gereklidir. Fonksiyonun ve değişkenlerin tanımlaması şöyledir:

```
function f=simulation(gun)
```

```
toplamMusteri=0;      %Sisteme Giren Toplam Musteri
toplamBekleme = 0;    %Müşterilerin Sistemde Toplam Beklediği Zaman
harcananZaman = 0;    %Müşterilerin Sistemde Toplam Harcadığı Zaman
taksiMesgul = 0;      %Taksinin Mesgul Oldugu Toplam Zaman
```

Grafik çiziminde kullanılmak üzere geçen zamanın, her t anında bekleyen müşteri sayısının, her t anı için toplam müşteri sayısının, t anındaki sistemin doluluk durumlarının, müşterilerin bekleme sürelerinin birer dizide tutulması gereklidir.

```
t=[];      %Grafik İçin Gecen Zaman (t)
lq=[];     %Grafik İçin Her t Anında Bekleyen Musteri Sayısı (LQ(t))
l=[];      %Grafik İçin Her t Anında Toplam Musteri Sayısı (L(t))
d=[];      %Grafik İçin Her t Anında Sistemin Doluluğu

m=[];      %Grafik İçin Musteri Sayısı
b=[];      %Grafik İçin Her Musterinin Bekleme Süresi
zaman=1;   %Toplam Zaman
```

Bir döngü açılarak işlemlerin gün sayısı kadar tekrar etmesi sağlanmalıdır. Her günün simülasyonu için randomVaris() ve randomServis() fonksiyonları kullanılarak döndürecekleri dizilerdeki değerler kullanılacaktır.

```
%Her Yeni Gun İçin Fonksiyona Girilen Gun Kadar Modelleme Yapılacak
for i=1:gun

    %Her Yeni Gun İçin Rastgele Değerlere Göre Süreler Diziye Atılır
    musteriVaris=randomVaris();
    musteriservis=randomServis();
```

Sıradaki müşteri her gün için yeniden tanımlanacak ve geliş zamanı servis bitiş zamanı bekleyen sayısı sıfırlanarak doluluk durumu false olarak belirlenir.

```
%Yeni Gunun Sıradaki Musterisi
siradaki = 1;

%Musteri Geliş Zamanı ve Servis Bitiş Zamanı
geliszamani = 0;
servisbitis = 0;

%Kuyrukta Bekleyen Musteri Sayısı ve Taksinin Doluluk Durumu
bekleyen=0;
doluluk = false;
```

Yeni bir döngü oluşturarak 09:00 ve 15:00 zaman aralığındaki toplam 360 dk için 360 kez döngünün tekrarlanması sağlanmalıdır.

```
%09:00 - 15:00 Çalışma Aralığı İçin Zaman = 360 dk
for j=0:360
```

Her dakika için gerçekleşecek döngüde grafiğe yazdırılacak değerler diziye alınır.

```
%Grafikler Icin Degerler Dizilere Alinir
t(zaman)=zaman;
lq(zaman)=bekleyen;
l(zaman)=toplamMusteri;
```

Müşterinin servisi için belirlenen zaman geldiğinde taksinin doluluk durumu false yapılır. Aynı zamanda yeni müşteri gelme durumunda sistem dolu ise bekleyen müşteri sayısı arttırılır.

```
%Servis Bitis Zamani Geldiyse Doluluk Durumu Pasiflenir
if (servisbitis == j)
    doluluk = false;
end

%Musteri Geldiyse ve Sistem Doluysa Bekleyen Musteri Arttirilir
if (geliszamani==j && doluluk==true)
    bekleyen=bekleyen+1;
end
```

Yeni bir şart açılarak taksinin boş olma durumunda ve müşterinin geliş zamanı değeri o anki zamandan büyük ya da eşit ise müşteri kabul edilir. Taksi için doluluk true değeri olarak değiştirilerek bekleme süresi, "şimdiki zaman – geliş zamanı" olarak hesaplanır.

```
%Taksi Bos Ise ve Musterinin Gelis Zamani Sistem Zamanindan
%Once ya da Esitse
if ((j > geliszamani || j == geliszamani) && doluluk == false)

    %Taksi Dolu
    doluluk = true;

    fprintf("%d. is gunu, %d. musterii alindi.",i,siradaki);

    %Bekledigi Sure = Sistem Zamani - Gelis Zamani
    bekleme = j - geliszamani;
    fprintf("Bekledigi sure: %d\n",bekleme);
```

Sonraki müşteri için indis bir arttırılarak geliş zamanı ve servis bitiş zamanları belirlenir.

```
%Siradaki Musterinin Servis Bitis Zamani Ve
%Sonraki Musterinin Gelis Zamani Belirlenir
siradaki=siradaki+1;
servisbitis = j + musteriservis(siradaki);
geliszamani = geliszamani + musterivaris(siradaki);
```

Bekleyen sayısı sıfırlanır ve harcanan zamana bekleme süreleri ve müşterilerin servis süresi eklenir. Toplam bekleme zamanına siradaki bekleme dahil edilmiş olur.

```
%Bekleyen Sifirlanir
bekleyen=0;

%Toplam Harcanan ve Toplam Beklenen Zaman Hesaplanir
harcananZaman = harcananZaman + bekleme +
musteriservis(siradaki);
toplamBekleme = toplamBekleme + bekleme;
```

O dakika için toplam müşteri sayısı yeni müşteri geldiği için bir arttırılarak bekleme süresi ile birlikte çizdirilmek üzere dizilere eklenir ve müşteri gelme şartının olduğu if bloğu kapatılır.

```
%Suanki Toplam Musteri ve Bekleme Suresi
%Cizdirilmek Uzere Diziye Eklenir
toplamMusteri=toplamMusteri+1;
m(toplamMusteri)=toplamMusteri;
b(toplamMusteri)=bekleme;

end
```

Sonuçların çizimi için sistemin doluluğuna göre dolu olma durumunu çizdirmek için kullanılan diziye 1 eklenir. Ayrıca taksi dolu olduğundan meşgul olma süresine 1 eklenir. Daha sonra 360 kez tekrar edecek olan döngü ve ardından gün sayısı kadar tekrar edecek döngü kapatılır.

```
%Cizdirilmek Icin Eger Taksi Dolu ise Diziye 1 Degilse 0 Atilir
%Taksi Dolu ise Mesgul Olunan Zaman 1 Arttirilir
if(doluluk==true)
    d(zaman)=1;
    taksiMesgul = taksiMesgul + 1;

else
    d(zaman)=0;
end

%Toplam Zaman Arttirilir
zaman=zaman+1;

end %icteki for

end %distaki for
```

Döngüler kapatıldıktan sonra doluluk oranı, her müşterinin sistemde harcadığı ortalama zaman ve her müşterinin ortalama bekleme süresi hesaplanarak konsola yazdırılır.

```
%Sonuclari hesaplama ve yazdirma
dolulukOrani = (taksiMesgul / (gun*360)) * 100;
ortalamaHarcanan = harcananZaman / toplamMusteri;
ortalamabekleme = toplamBekleme / toplamMusteri;

fprintf("\n-----SONUCLAR:-----\n");
fprintf("Simule edilen zaman: %d is gunu, 09:00 - 15:00 arasi toplam %d dakika\n", gun , gun*360);
fprintf("Sistemin doluluk orani: %% %f \n", dolulukOrani);
fprintf("Toplam müşteri sayısı: %d\n", toplamMusteri);
fprintf("Toplam taksi bekleme zamani: %d dk\n", toplamBekleme);
fprintf("Ortalama taksi bekleme zamani: %f dk\n", ortalamabekleme);
fprintf("Musterilerin sistemde ortalama harcadiklari zaman: %f dk\n", ortalamaHarcanan);
```

Grafikleri çizdirmek için pencerede 4 grafiğe yer verecek şekilde grafik çizmek için oluşturulan diziler kullanılmıştır.

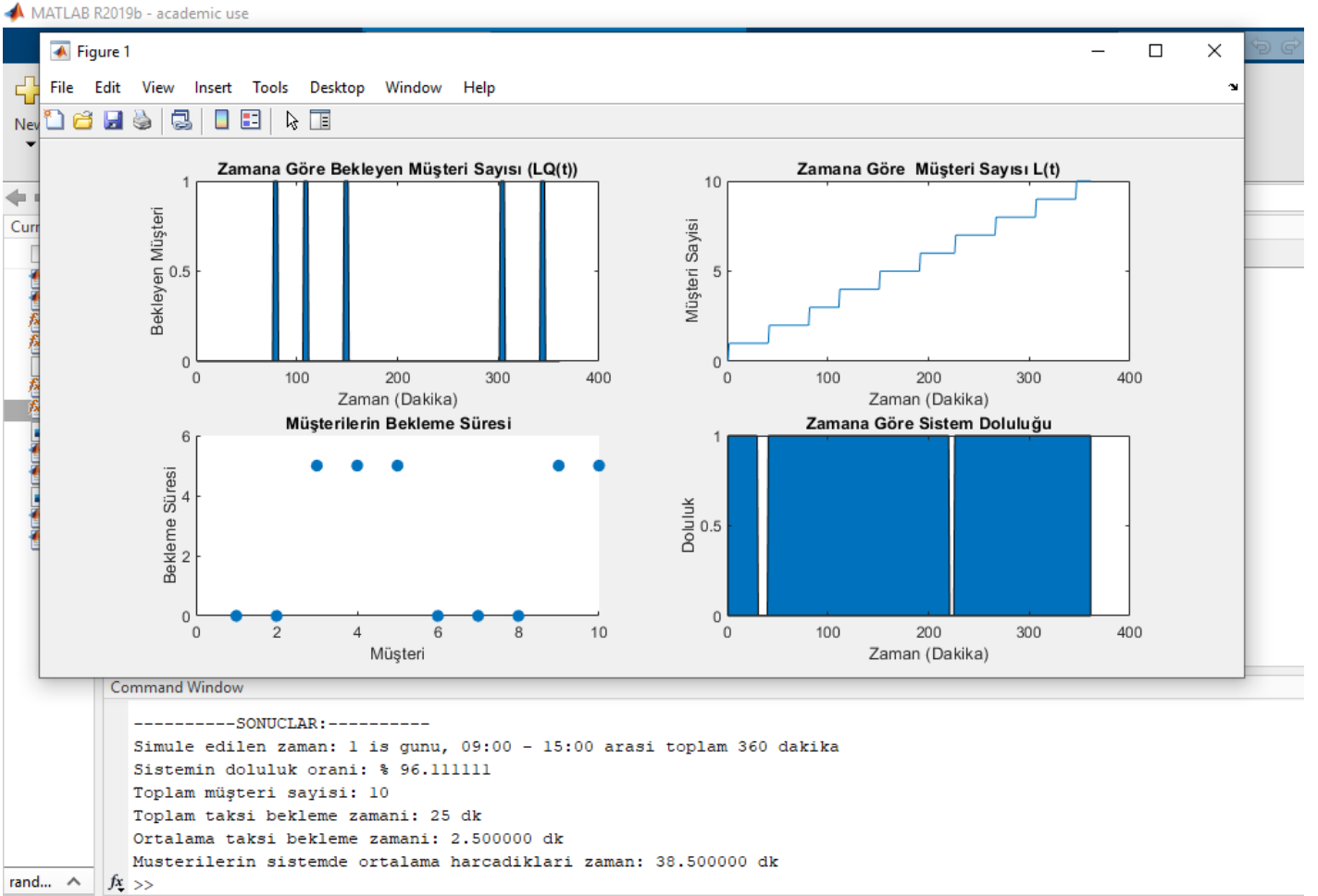
```
%Grafikleri cizme islemleri
subplot(2,2,1);
area(t,lq);
```

```

title ( ' Zamana Göre Bekleyen Müşteri Sayısı (LQ(t)) ' );
xlabel ( ' Zaman (Dakika) ' );
ylabel ( ' Bekleyen Müşteri ' );
hold on
subplot(2,2,2);
plot(t,l);
title ( ' Zamana Göre Müşteri Sayısı L(t) ' );
xlabel ( ' Zaman (Dakika) ' );
ylabel ( ' Müşteri Sayısı ' );
hold on
subplot(2,2,3);
scatter(m,b,50,'filled');
title ( ' Müşterilerin Bekleme Süresi ' );
xlabel ( ' Müşteri ' );
ylabel ( ' Bekleme Süresi ' );
hold on
subplot(2,2,4);
area(t,d);
title ( ' Zamana Göre Sistem Doluluğu ' );
xlabel ( ' Zaman (Dakika) ' );
ylabel ( ' Doluluk ' );
end %Fonksiyon bitis

```

Verilen kodların çalıştırılması ile programın bir çıktısı aşağıdaki gibidir.



Kodların tamamı, ödev gönderimindeki arşiv dosyasında sunulmuştur.

b.) Verilen Sistemin El İle Benzetimi

Sistemin el ile benzetimi için 1. Bölümde belirlenen değer aralıklarına karşılık gelecek rastgele sayılar şöyledir:

- **Varışlar Arası Zaman İçin Rastgele Sayılar:**
0.18 - 0.66 - 0.32 - 0.68 - 0.19 - 0.05 - 0.10 - 0.45 - 0.91 - 0.69
- **Servis Zamanı İçin Rastgele Sayılar:**
0.85 - 0.49 - 0.32 - 0.06 - 0.99 - 0.01 - 0.56 - 0.35 - 0.38 - 0.52 - 0.37

Verilen rastgele sayılar için 1. bölümde belirlenen değer aralıklarındaki karşılığı şöyle olmaktadır:

Varış Süresi			Servis Süresi	
Müşteri	Rastgele Sayı	Karşılık Gelen	Rastgele Sayı	Karşılık Gelen
1	(09:00 ANİ)	0	0,85	40
2	0,18	35	0,49	40
3	0,66	40	0,32	30
4	0,32	35	0,06	20
5	0,68	40	0,99	60
6	0,19	35	0,01	20
7	0,05	30	0,56	40
8	0,10	30	0,35	30
9	0,45	40	0,38	30
10	0,91	45	0,52	40
11	0,69	40	0,37	30

Buna göre müşteriler 09:00, 09:35, 10:15, 10:50, 11:30, 12:05, 12:35, 13:05, 13:45, 14:30, 15:10 saatlerinde gelmektedir. Ve her birinin servis süresi tablodaki süre kadar olmaktadır. Buna göre durakta 1 taksi bulunma durumunda zaman akışı aşağıdaki gibi olacaktır.

1 Taksi Bulunan Durak İçin Zaman Akışı:

SAAT	MÜŞTERİ DURUMU	TAKSİ DURUMU
09:00	Yeni Müşteri	Müşteri Alındı (40 dk)
09:05		X
09:10		X
09:15		X
09:20		X
09:25		X
09:30		X
09:35	Yeni Müşteri	X
09:40	*Bekliyor... (5)	Servis Bitti. Müşteri Alındı (40 dk)

09:45		X
09:50		X
09:55		X
10:00		X
10:05		X
10:10		X
10:15	Yeni Müşteri	X
10:20	*Bekliyor... (5)	Servis Bitti. Müşteri Alındı (30 dk)
10:25		X
10:30		X
10:35		X
10:40		X
10:45		X
10:50	Yeni Müşteri	Servis Bitti. Müşteri Alındı (20 dk)
10:55		X
11:00		X
11:05		X
11:10		Servis Bitti.
11:15		
11:20		
11:25		
11:30	Yeni Müşteri	Müşteri Alındı (60 dk)
11:35		X
11:40		X
11:45		X
11:50		X
11:55		X
12:00		X
12:05	Yeni Müşteri	X
12:10	*Bekliyor... (5)	X
12:15	*Bekliyor... (10)	X
12:20	*Bekliyor... (15)	X
12:25	*Bekliyor... (20)	X
12:30	*Bekliyor... (25)	Servis Bitti. Müşteri Alındı. (20 dk)
12:35	Yeni Müşteri!	X
12:40	*Bekliyor... (5)	X
12:45	*Bekliyor... (10)	X
12:50	*Bekliyor... (15)	Servis Bitti. Müşteri Alındı. (40 dk)
12:55		X
13:00		X
13:05	Yeni Müşteri!	X
13:10	*Bekliyor... (5)	X
13:15	*Bekliyor... (10)	X
13:20	*Bekliyor... (15)	X
13:25	*Bekliyor... (20)	X
13:30	*Bekliyor... (25)	Servis Bitti. Müşteri Alındı. (30 dk)

13:35		X
13:40		X
13:45	Yeni Müşteri!	X
13:50	*Bekliyor... (5)	X
13:55	*Bekliyor... (10)	X
14:00	*Bekliyor... (15)	Servis Bitti. Müşteri Alındı. (30 dk)
14:05		X
14:10		X
14:15		X
14:20		X
14:25		X
14:30	Yeni Müşteri!	Servis Bitti. Müşteri Alındı. (40 dk)
14:35		X
14:40		X
14:45		X
14:50		X
14:55		X
15:00	MESAI BİTTİ!	X
15:05		X
15:10	Yeni Müşteri!	Servis Bitti.

Verilere göre sisteme 10 müşteri gelmiştir. Müşterilerin toplam bekleme süresi 90 dakika olmuş, bir müşterinin ortalama bekleme süresi 9 dakika sürmüştür. 10 müşteriden 6'sı kuyrukta beklemiş dolayısıyla kuyrukta bekleyen müşteri ortalaması 0,6 olarak bulunmuştur. Taksi, 360 dakikalık mesai saati aralığında yalnızca 15 dakika boş kalmış ve doluluk oranı %95,83 olmuştur.

2 Taksi Bulunan Durak İçin Zaman Akışı:

SAAT	MÜŞTERİ DURUMU	1. TAKSİ DURUMU	2. TAKSİ DURUMU
09:00	Yeni Müşteri!	Müşteri Alındı (40 dk)	
09:05		X	
09:10		X	
09:15		X	
09:20		X	
09:25		X	
09:30		X	
09:35	Yeni Müşteri!	X	Müşteri Alındı (40 dk)
09:40		Servis Bitti.	X
09:45			X
09:50			X
09:55			X
10:00			X
10:05			X
10:10			X
10:15	Yeni Müşteri!	Müşteri Alındı (30 dk)	Servis Bitti.
10:20		X	

10:25		X	
10:30		X	
10:35		X	
10:40		X	
10:45		Servis Bitti.	
10:50	Yeni Müşteri!	Müşteri Alındı (20 dk)	
10:55		X	
11:00		X	
11:05		X	
11:10		Servis Bitti.	
11:15			
11:20			
11:25			
11:30	Yeni Müşteri!	Müşteri Alındı (60 dk)	
11:35		X	
11:40		X	
11:45		X	
11:50		X	
11:55		X	
12:00		X	
12:05	Yeni Müşteri!	X	Müşteri Alındı (20 dk)
12:10		X	X
12:15		X	X
12:20		X	X
12:25		X	Servis Bitti.
12:30		Servis Bitti.	
12:35	Yeni Müşteri!	Müşteri Alındı (40 dk)	
12:40		X	
12:45		X	
12:50		X	
12:55		X	
13:00		X	
13:05	Yeni Müşteri!	X	Müşteri Alındı (30 dk)
13:10		X	X
13:15		Servis Bitti.	X
13:20			X
13:25			X
13:30			X
13:35			Servis Bitti.
13:40			
13:45	Yeni Müşteri!	Müşteri Alındı. (30 dk)	
13:50		X	
13:55		X	
14:00		X	
14:05		X	
14:10		X	

14:15		Servis Bitti.	
14:20			
14:25			
14:30	Yeni Müşteri!	Müşteri Alındı. (40 dk)	
14:35		X	
14:40		X	
14:45		X	
14:50		X	
14:55		X	
15:00	MESAİ BİTTİ!	X	
15:05		X	
15:10	Yeni Müşteri!	Servis Bitti.	

İki taksinin beklediği durakta 10 müşterinin hiçbirini kuyrukta beklememiştir, dolayısı ile müşteri başına ortalama bekleme süresi ve ortalama bekleyen müşteri 0 olmaktadır. 1.taksi 80 dakika boş kalmış, taksinin 360 dakikalık çalışma süresinde doluluk oranı %77,77 olmuştur. 2.taksi ise 255 dakika boş kalmış ve 360 dakikalık çalışma saatinde doluluk oranı %29,16 olmuştur.

İki Senaryo İçin Karşılaştırma:

	1 Taksi Bulunan Senaryo	2 Taksi Bulunan Senaryo
Kuyrukta Bekleyen Ortalama Müşteri	0,6 müşteri	0 müşteri
Müşterilerin Bekleme Süre Ortalaması	9 dakika	0 dakika
Taksi Boş Kalma Süresi	15 dakika	1.Taksi: 80 dakika 2. Taksi: 255 dakika
Taksi Doluluk Oranı (360 dk için)	%95,83	1. Taksi: %77,77 2. Taksi: %29,16

Buna göre ilk senaryo için ortalama bekleme süresi olan 9 dakika, ikinci taksi ile birlikte sıfırlanmaktadır. Fakat bu durumda da taksilerin çalışma saatleri içerisinde boş kalma oranı artmaktadır. El ile, 1 gün için verilen rastgele sayılara göre benzetimi yapılan iki duruma göre veriler bu şekilde olmaktadır.