

MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ



**MİMAR SİNAN
GÜZEL SANATLAR
ÜNİVERSİTESİ**

**SİMÜLASYON PROJE ÖDEVİ- GELECEK GÜN İÇİN MONTE CARLO
SİMÜLASYON YÖNTEMİNİ KULLANARAK SATIŞ TAHMİNİ**

SENAY ŞENSLİ-20201101007

Problem Nasıl Ortaya Çıktı?

Kafenin işletmecisi, demlenmiş yeşil çay satışlarının azalma gösterdiğini fark etmiştir. Yeşil çay satışlarının tahmin edilememesi, işletme için tedarik yönetimi ve müşteri memnuniyeti açısından sorunlar oluşturmuştur. Yetersiz tedarik, müşteri memnuniyetsizliğine ve potansiyel satış kayıplarına neden olabilirken, aşırı tedarik ise maliyetlerin ve israfın artmasına yol açabilir. Bu nedenle, yeşil çay satışlarının simülasyon yardımıyla doğru bir şekilde tahmin edilmesi gerekmektedir.

Bu Problemin İncelenmesi Neden Önemlidir?

Yeşil çay satışlarının doğru tahmin edilmesi, kafenin verimliliğini artırmak, maliyetleri azaltmak ve müşteri memnuniyetini sağlamak açısından kritiktir. Satışların tahmin edilememesi, işletmenin finansal performansını olumsuz etkileyebilir. Dolayısıyla, bu problemin incelenmesi ve çözümü, kafenin genel başarısı için büyük öneme sahiptir.

Problemin Çözümünden Sağlanacak Yararlar

1. **Tedarik Zinciri Yönetimi:** Yeşil çay stoğunun daha etkin bir şekilde yönetilmesini sağlar. Yetersiz stok riskini azaltır veya gereksiz stok birikimini önler.
2. **Maliyet Azaltma:** Gereksiz tedarik ve atıkların önlenmesiyle maliyetler düşer.
3. **Müşteri Memnuniyeti:** Müşterilere her zaman taze yeşil çay sunulmasını sağlar, bu da müşteri memnuniyetini ve sadakatini artırır.

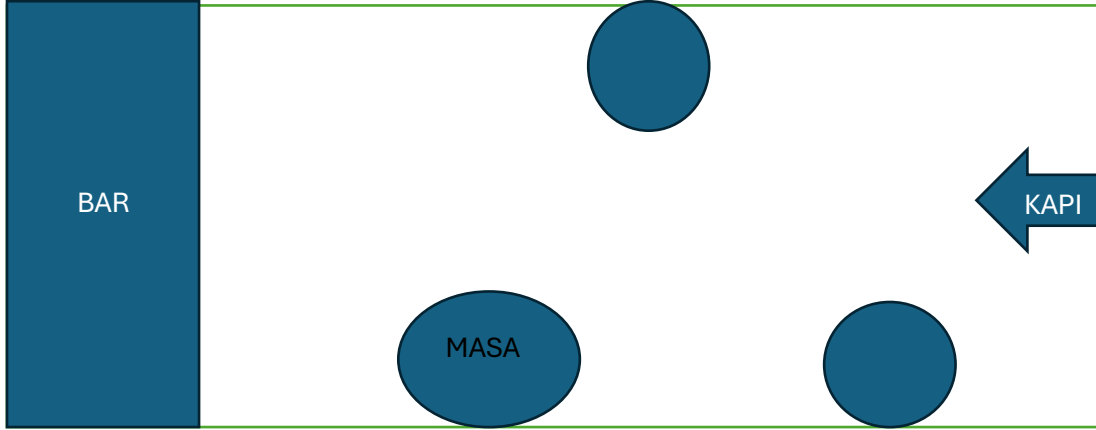
Sistemin tanımı

- Kafe sabah saat 06.00'da açılıyor. Akşam 21.00'da kapanıyor.
- Pazartesi, Perşembe ve Cuma günleri en yoğun olduğu günler.
- Satışlar genelde sabah 07.00'da zirve yapıyor.
- Geliri en çok arttıran ürünler espresso ve demlenmiş kahveler.

Sistemin Bileşenleri

- Müşteri, barista, kahve, çay, paketli tatlılar, sandalye, masa.. .

Sistemin Görüntüsü:



Model varsayımları:

- Kafe günde 15 saat çalışmaktadır.
- Demlenmiş yeşil çay için hammadde sınırsızdır.
- Normal bir günde yaşanan olaylar göz önüne alınmıştır.
- Ekonominin , maaliyetin ve giderlerin sabit kaldığı düşünülmüştür.

Model Tanımlama

Modeli Kimler Kullanacak?

- 1) Kafe İşletmecisi
- 2) Satış ve pazarlama ekibi
- 3) Müşteri ilişkileri ekibi

Monte Carlo Simülasyon Yöntemi Nedir?

Monte Carlo simülasyonu, rastgele örneklemeler kullanarak karmaşık sistemlerin davranışlarını modellemek ve analiz etmek için kullanılan bir yöntemdir. Adını, rastgelelik ve şans unsurlarının öne çıktığı Monte Carlo kumarhanelerinden alır. Temel olarak, olasılık dağılımlarına dayalı rastgele sayılar üretilir ve bu sayılar üzerinden simülasyonlar yapılarak sistemin veya sürecin çeşitli senaryolarda nasıl davrandığı incelenir.

Monte Carlo simülasyon yöntemi çeşitli nedenlerle tercih edilir:

- Matematiksel olarak çözülmesi zor veya imkansız olan karmaşık sistemlerin davranışlarını modellemek için uygundur.
- Yeterli sayıda simülasyon çalıştırıldığında, sonuçlar istatistiksel olarak güvenilir hale gelir ve gerçeğe yakın tahminler sağlar.

Veri Analizi

Veriyi analiz ederken kullanılacak değişkenler:

Transaction_date (İşlem Tarihi)

- Tür: Nicel
- Tip: Sürekli (Zaman serisi olarak kabul edilir)

Transaction_qty (İşlem Adedi)

- Tür: Nicel
- Tip: Kesikli (Belirli bir zamanda satılan çay miktarı)

Unit_price (Fiyat)

- Tür: Nicel
- Tip: Sürekli (Satılan çayın birim fiyatı)

Product_category (Ürün Kategorisi)

- Tür: Nitel
- Tip: Kesikli (kahve, çay..)

Product_type (Ürün Türü)

- Tür: Nitel
- Tip: Kesikli (yeşil çay, espresso vb.)

Benzetim için oluşturulacak değişkenler:

Günlük Satış Miktarı

- Tür: Nicel
- Tip: Kesikli

Günlük Gelir

- Tür: Nicel
- Tip: Kesikli

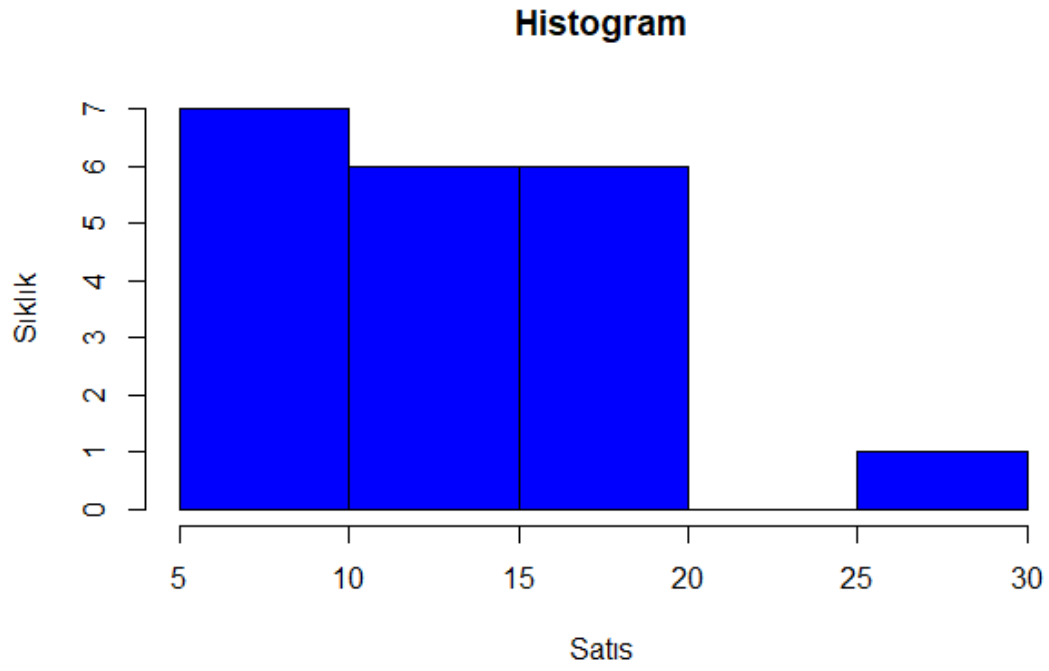
Verilerin R programına girilmesi:

```
{r}
hellskitchen <- c(11,19,17,17,12,12,13,7,26,9,18,7,17,11,10,7,7,18,10,11)
summary(hellskitchen)
std_sapma<- sd(hellskitchen)
std_sapma
```

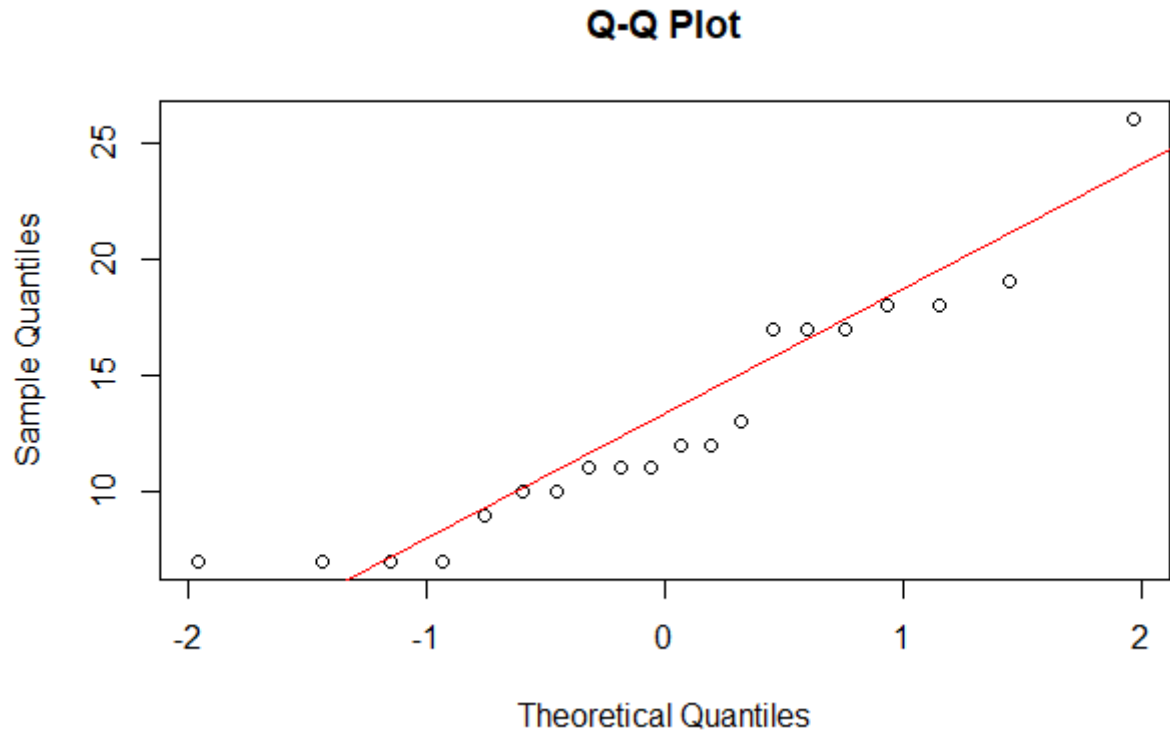
Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
7.00	9.75	11.50	12.95	17.00	26.00

```
[1] 5.10392
```

20 günlük satış adet verilerini girdiğimizde verinin ortalamasının 12.95 olduğunu görüyoruz. Yani bu kafe günde ortalama 12-13 demlenmiş yeşil çay satıyor yorumu yapabiliriz. Maksimum çay satışı 26 ve minimum çay satışı 7'dir. Standart sapmasını da 5.1 olarak buluyoruz.



Verinin histogram grafiğine baktığımızda sağa çarpık bir dağılıma sahip olduğunu söyleyebiliriz.



Noktalar genel olarak kırmızı çizgiye yakın bir şekilde sıralanmış, ancak bazı noktalarda sapmalar mevcut. Sol alt köşedeki noktalar kırmızı çizginin altında, sağ üst köşedeki noktalar ise çizginin üstünde yer almaktadır. Bu durum, veri setinde uç değerler olduğunu gösterir. Orta kısımdaki noktalar çizgiye oldukça yakındır, bu da verilerin merkezde normal dağılıma uygun olduğunu gösterebilir.

Normallik Analizi

H0: Veri normal dağılmaktadır.

H1: Veri normal dağılmamaktadır.

```
Verinin dağılımını shapiro test ile test etme

```{r}
shapiro.test(hellskitchen)
```

shapiro-wilk normality test

data:  hellskitchen
W = 0.90394, p-value = 0.04892
```

Shapiro-Wilk testiyle verinin normalliği test edilir.

$P=0.04 < 0.05$ olduğu için H_0 reddedilir. Yani verinin normal dağıldığını söyleyemeyiz.

Kolmogorov-Smirnov testi ile Poisson dağılıma uygunluğunun testi:

```
Asymptotic one-sample Kolmogorov-Smirnov test

data:  hellskitchen
D = 0.24319, p-value = 0.1876
alternative hypothesis: two-sided
```

H0: Veri Poisson dağılımına uygundur.

H1: Veri Poisson dağılımına uygun değildir.

$P=0.18 > 0.05$ olduğu için H_0 reddedilemez. Yani verinin poisson dağılıma uygun olduğu söylenebilir.

Poisson Dağılımı: Bu dağılım, belirli bir zaman aralığında meydana gelen olayların, bu aralıktaki ortalama olay sıklığına bağlı olarak ne sıklıkta gerçekleşeceğini tahmin etmek için kullanılır.

Poisson dağılım olasılık fonksiyonu aşağıdaki gibidir:

$$P(X = x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$$

Poisson dağılımı, aşağıdaki koşulları sağlayan olayların modellemesi için uygundur:

1. Olaylar bağımsızdır: Bir olayın gerçekleşmesi, diğer olayların gerçekleşmesini etkilemez.
2. Olayların gerçekleşme olasılığı sabittir: Belirli bir zaman diliminde ya da belirli bir alanda olayların gerçekleşme olasılığı sabittir.

Ross'un Ters Dönüşüm Yöntemi

Algoritma (Poisson Dağılımı; Ross'un Ters dönüşümü)

1. $k=0$, $p = e^{-\lambda}$, $w=p$
2. $u \sim U(0,1)$ den üretilir.
3. Eğer $u < w$ ise $x=k$ üretilmiş olur.
4. değilse $p = \lambda p / (k+1)$, $w = w + p$, $k = k+1$ ve 3. Adımdan sürdürülür.

R programında Ross'un Ters Dönüşüm Algoritması:

```
# Ross'un Ters Dönüşüm Algoritması ile Poisson dağılımı
```{r}
ross_poisson <- function(lambda, num_samples) {
 random_numbers <- numeric(num_samples)
 for (i in 1:num_samples) {
 L <- exp(-lambda)
 k <- 0
 p <- 1
 repeat {
 k <- k + 1
 u <- runif(1)
 p <- p * u
 if (p <= L) break
 }
 random_numbers[i] <- k - 1
 }
 return(random_numbers)
}
lambda <- 12.95
num_samples <- 1000|
```

## Rasgele sayılar üretme ve yazdırma:

```
Ross'un ters dönüşüm algoritmasını kullanarak rastgele sayılar üretme
```{r}
random_numbers <- ross_poisson(lambda, num_samples)
print(random_numbers)|
```

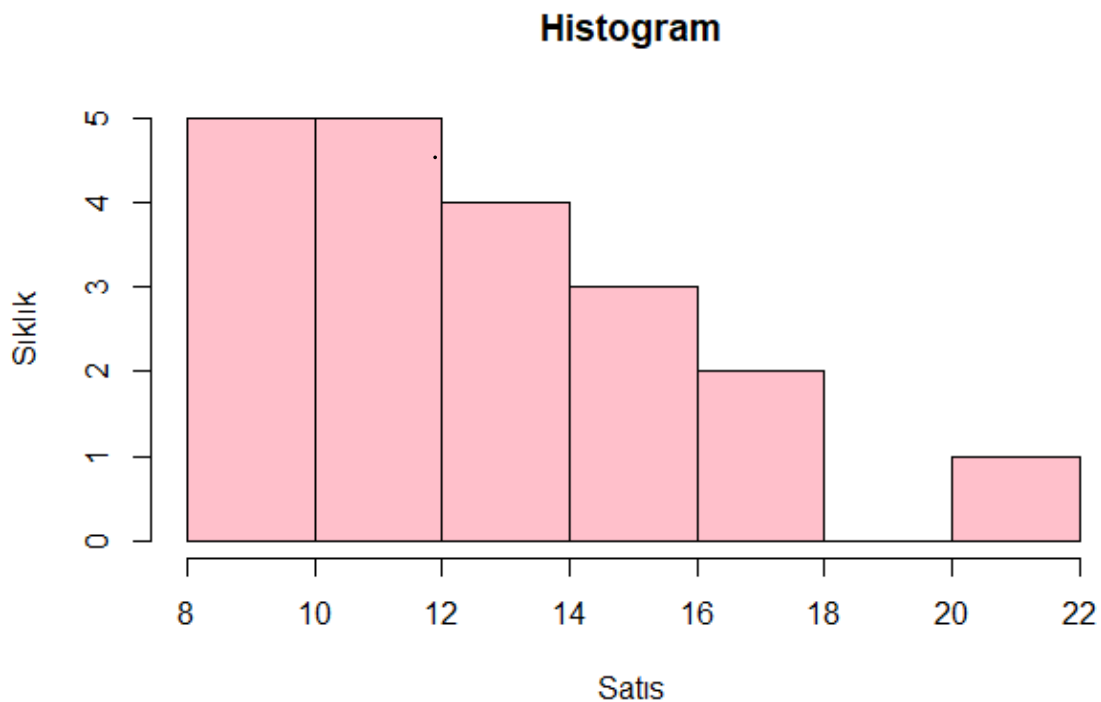
```
[1] 21 16 8 8 11 13 11 11 10 12 11 16 13 13 17 15 18 10 14 9 15 14
[23] 17 14 12 11 13 17 13 16 13 11 13 13 14 10 8 14 14 16 11 9 12 11
[45] 17 13 16 21 17 18 16 13 17 16 12 12 8 17 8 16 11 15 13 16 13 16
[67] 16 11 18 9 6 11 18 10 11 9 10 20 14 12 14 14 10 13 12 13 11 14
[89] 9 10 7 6 12 9 15 15 18 12 11 13 11 17 11 18 13 17 12 16 17 16
[111] 12 14 14 10 15 14 11 8 13 12 6 12 14 12 12 16 10 12 13 9 7 9
[133] 15 11 17 9 16 15 13 7 13 13 13 8 17 15 18 8 14 12 7 9 15 10
[155] 18 7 11 11 16 7 17 14 16 8 10 15 10 11 8 13 7 8 11 6 13 15
[177] 18 12 10 13 9 11 17 17 10 9 10 16 17 14 18 19 16 13 15 14 20 11
[199] 12 16 11 6 12 18 8 16 15 9 9 15 16 15 11 11 15 11 16 21 10 11
[221] 9 15 11 22 10 12 9 13 7 11 4 7 10 15 6 8 8 7 19 19 10 17
[243] 13 9 17 14 6 14 15 18 15 8 16 14 12 15 14 17 10 13 21 10 8 15
[265] 11 10 13 21 16 11 10 12 15 16 9 14 15 15 13 13 7 13 9 10 13 9
[287] 11 9 12 13 11 13 18 14 14 9 13 14 13 14 15 13 11 16 10 14 15 11
[309] 15 14 16 20 12 13 15 9 12 16 11 10 12 9 6 17 12 19 16 11 14 13
[331] 10 10 7 14 12 13 10 11 19 12 16 17 11 21 15 12 13 15 11 13 16 13
[353] 7 15 20 12 13 19 12 12 17 15 17 14 15 10 13 11 6 6 14 17 15 15
[375] 6 13 16 11 13 11 15 12 11 15 14 16 12 11 10 23 18 12 19 9 13 14
[397] 16 12 13 16 16 14 16 15 17 13 10 6 19 11 18 21 12 8 12 14 9 13
```

Rasgele sayıların analiz edilmesi:

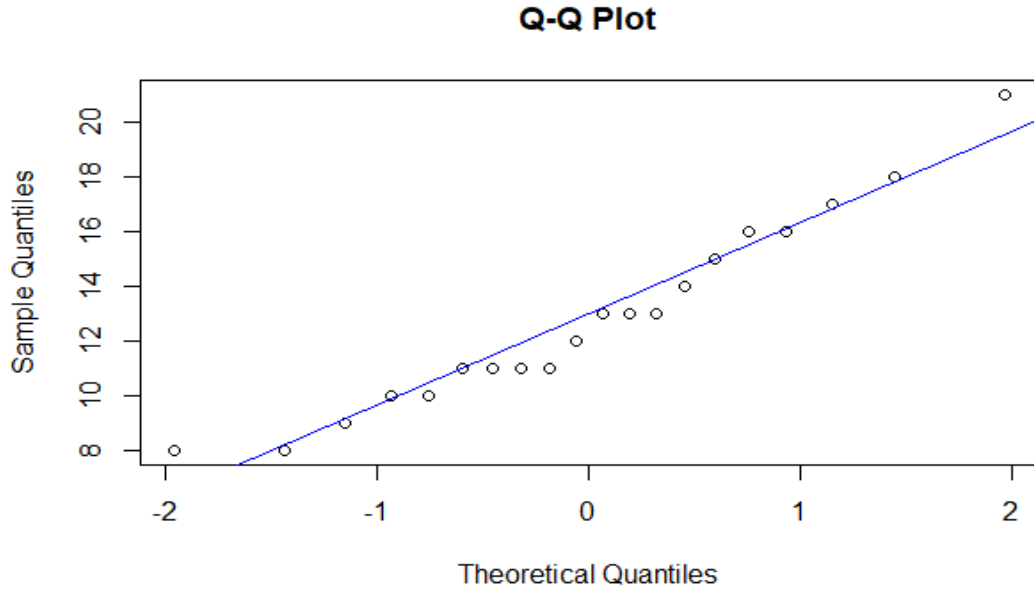
```
##{r}
summary(random_numbers)
mean_r <- mean(random_numbers)
var_r <- var(random_numbers)
print(paste("Ortalama satış: ", mean_r))
print(paste("Satışların varyansı: ", var_r))
```

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	4	11	13	13	15	28
[1]	"Ortalama satış: 12.999"					
[1]	"Satışların varyansı: 12.3933923923924"					

Oluşturduğumuz rasgele sayıları analiz ettiğimizde ortalamanın 12.95'den 12.99'a çıktığını görüyoruz.



Rasgele sayıların histogram grafiğini incelediğimizde yine sağa çarpık bir veri görüyoruz. Ama bu sefer satış önceki grafiğe göre daha da artmış.



Gözlemlenen gerçek verinin Q-Q plot grafiği göz önünde bulundurulduğunda verilerin merkezde çizgiye biraz daha yaklaştıkları yani gerçek veriye nazaran oluşturulan rasgele sayıların normal dağılıma biraz daha yaklaştığı söylenebilir. Ama yine sol alt ve sağ üst köşeye bakıldığında uç değerler görülmektedir.

İşletmenin kar etmesi için izlemesi gereken yol:

İşletmenin Demlenmiş Yeşil Çay ürünü üzerinden kar etmesi için fiyatı %20 arttırdığı senaryoda kar edip etmeyeceğini görmek için tekrar simülasyon yöntemi kullanmalıyız.

```
{r}
lambda <- mean(hellskitchen)
lambda

[1] 12.95

{r}
num_simulations <- 1000
days <- 20
num_simulations
```

```

set.seed(123)
sim_satis <- matrix(rpois(num_simulations * days, lambda), nrow =
num_simulations)
simulated_revenues <- rowMeans(sim_satis) * kar
sim_satis

```

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
[1,]	10	10	15	19	15	16	13	9	12	11	12	6
[2,]	17	14	12	12	11	14	19	18	17	7	11	20
[3,]	6	10	14	12	10	5	13	12	11	15	10	14
[4,]	13	14	7	14	12	17	12	13	8	13	12	19
[5,]	19	18	9	22	18	11	11	17	14	10	22	10
[6,]	14	14	8	15	17	13	15	15	11	18	17	16
[7,]	8	16	7	12	11	14	9	10	10	10	12	9
[8,]	6	15	13	12	15	18	11	9	8	10	6	22
[9,]	17	14	15	21	17	17	15	8	12	11	14	12
[10,]	14	14	16	16	9	16	9	19	11	15	13	9
[11,]	14	17	15	13	16	11	15	12	13	9	14	14
[12,]	13	9	11	10	16	13	7	10	7	12	8	15
[13,]	10	10	8	12	20	17	19	11	18	11	9	9
[14,]	17	12	9	9	10	13	11	12	5	14	14	18
[15,]	15	13	12	16	11	11	14	16	17	14	16	12
[16,]	12	15	7	11	15	18	14	14	12	9	4	14
[17,]	10	15	8	11	17	15	8	15	6	10	16	7
[18,]	9	12	11	14	15	16	9	16	19	11	19	11
[19,]	11	11	13	13	17	14	12	7	18	22	12	11
[20,]	9	13	17	12	18	9	16	11	15	9	21	16

%20 fiyat artışı yapıldığı zamanki veriler için 1000 tane rasgele sayı ürettik.

Bu şekilde günlük ortalama satış 15.51'e çıkmış oldu.

```

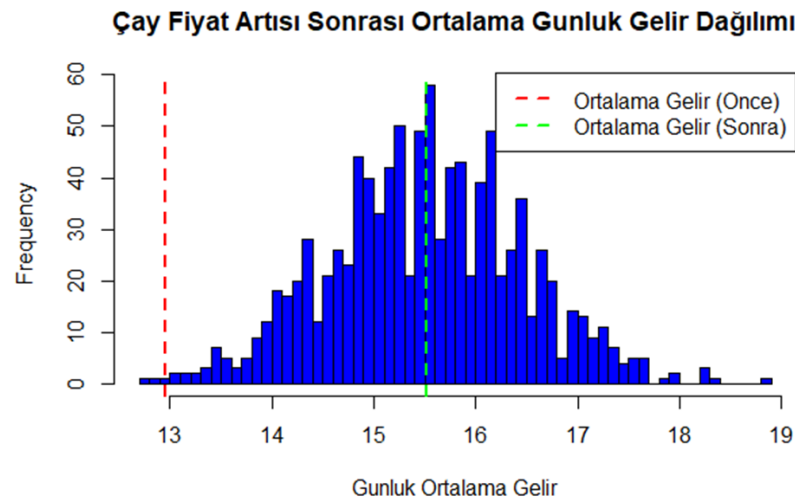
{R}
ilkgelir <- mean(hellskitchen)
simgelir <- mean(simulated_revenues)
ilkgelir
simgelir

```

```

[1] 12.95
[1] 15.51534

```



SONUÇ

Fiyat artışından önce günlük ortalama satış 12.95 idi. %20 fiyat artışı yapıldıktan sonra gerçekleştirilen Monte Carlo simülasyonları, günlük ortalama gelirin 15.51'e yükseldiğini göstermiştir.

Gerçek Gelir:

$$12.95 * 2.5 = 32,37$$

$$32,37 * 20 = 647,4$$

%20 artış yapılmadan önce yeşil çaydan 20 günde elde edilen gelir 647,4'tür.

Şimdi bir de simüle edilmiş haliyle edilen kara bakalım;

$$15.51 * 3.10 = 48,08$$

$$48,08 * 20 = 961,6$$

Demlenmiş yeşil çay fiyatına %20 artış yapıldığında ve bu hali simülasyon yoluyla test edildiğinde elde edilecek olan gelir 20 gün için 961,6 olarak bulunmuştur.

Gerçek veriye göre 20 günde 314,2 liralık bir kar elde edilmiş oldu. Bu sonuçlar, fiyat artışının işletme için kârlı olabileceğini göstermektedir.