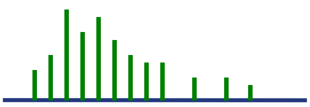
KESİKLİ RASSAL DEĞİŞKENLER ve OLASILIK DAĞILIMLARI

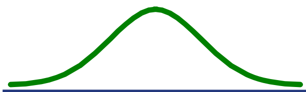
Dr. Mehmet AKSARAYLI
www.mehmetaksarayli.com

Şans Değişkeni: Bir dağılışı olan ve bu dağılışın yapısına uygun frekansta oluşum gösteren değişkendir.

Şans Değişkenleri

- **Kesikli Şans Değişkenleri** — **Bl. 4**
- **Sürekli Şans Değişkenleri** — **Bl. 5**





Kesikli Şans Değişkenleri

- 1. Sayısal bir değerle ifade edilen bir olay
  - 2 para atımındaki tura sayısı
    - 0, 1 yada 2 tura gözlenmesi
- 2. Kesikli şans değişkeni ;
  - Tam sayılar: (0, 1, 2, 3 vb.)
  - Sayarak elde edilmiş sayılar

Kesikli Şans Değişkeni Örnekleri

Deney	Şans Değişkeni	Mümkün Değerler
100 Satış araması yapmak	Satış sayısı	0, 1, 2, ..., 100
70 radyoyu muayene etmek	Kusurlu sayısı	0, 1, 2, ..., 70
33 soruya cevap vermek	Doğru sayısı	0, 1, 2, ..., 33
11:00 ile 13:00 arasında gişedeki araba sayısı	Gelen araba sayısı	0, 1, 2, ..., ∞

Kesikli Olasılık Dağılımı

- Tüm mümkün [X_i, p(X_i)] çiftlerini içerir.
  - X_i = Şans değişkeninin değeri (çıktı)
  - p(X_i) = Değerlerle ilgili olasılıklar

x, D_x tanım aralığına sahip kesikli bir şans değişkeni olsun. p(x)'in x'e ait bir **olasılık fonksiyonu** olabilmesi için;

1. Her x için p(x) $\geq$ 0 ve
2. Σp(x) = 1 olmalıdır.

Kesikli olasılık dağılımı örneği:

Olay: 2 parayı atıp turaları sayıyoruz.

Olasılık Dağılımı

Değerler, X_i	Olasılıklar, p(X_i)
0	1/4 = 0.25
1	2/4 = 0.50
2	1/4 = 0.25

Kesikli Olasılık Dağılımlarının Görselleştirilmesi

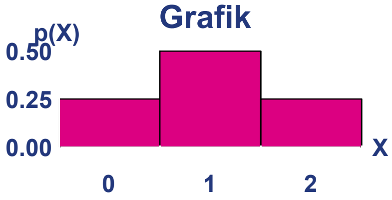
Listeleme

{ (0, 0.25), (1, 0.50), (2, 0.25) }

Tablo

# Tura	Fr.	$p(X_i)$
0	1	0.25
1	2	0.50
2	1	0.25

Grafik



Denklem

$$p\; x) = \frac{n!}{x!(n-x)!}\, p^{x}(1-p)^{n-x}$$

Örnek: Hilesiz bir zarın atıldığında x şans değişkeni üst yüze gelen sayıyı ifade etmek üzere bu x şans değişkeninin olasılık fonksiyonunu elde ediniz. S = { x / 1,2,3,4,5,6 } $P(X = x_i) = 1/6$

X	1	2	3	4	5	6
$P(X = x_i)$	1 / 6	1 / 6	1 / 6	1 / 6	1 / 6	1 / 6

$$P(X = x) = \begin{cases} 1/6 & x = 1 \\ 1/6 & x = 2 \\ 1/6 & x = 3 \\ 1/6 & x = 4 \\ 1/6 & x = 5 \\ 1/6 & x = 6 \\ 0 & d.d \end{cases}$$

İki farklı şekilde ifade edilen x şans değişkeninin dağılımına bakıldığında $P(X_i) \geq 0$ ve tüm x değerleri için $\sum P(X=x)= 1$ şartları sağlandığı görülmekte ve P(X=x) ‘in bir olasılık fonksiyonu olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Kesikli Rassal Değişkenin Beklenen Değeri (Ortalaması ve Standart Sapması)

Bir şans değişkeninin herhangi bir olasılık fonksiyonunda almış olduğu tüm değerlerin ortalaması o şans değişkeninin beklenen değeridir.

X şans değişkeninin beklenen değeri; E (x) ile gösterilir.

❖ **Bir şans değişkenin beklenen değeri o şans değişkeninin ortalamasına eşittir. E (x) = μ**

x'in beklenen değeri = μ = E(x) = $\sum_{D_x} x.p(x)$

x'in varyansı =

V(x) = $E[(X_i - \mu)^2] = \Sigma (X_i - \mu)^2 f(X_i)$ = $E(X^2) - [E(X)]^2$

Örnek: Bir otomobil bayisinin günlük araba satışlarının dağılımının aşağıdaki gibi olduğunu ifade etmektedir.

X	0	1	2	3	4	5	6	7	8
P(X)	0,02	0,08	0,15	0,19	0,24	0,17	0,10	0,04	0,01

Bu dağılışa göre bayinin;

a) 5 ten fazla araba satması olasılığını bulunuz

P(X = 6) + P (X = 7) + P (X = 8) = 0,15

b) Satışların beklenen değerini hesaplayıp yorumlayınız.

E(X) = $\sum xP(x_i)$ = (0)(0,02)+(1)(0,08)+(2)(0,15)+….+(8)(0,01) =3,72

Bayinin 100 günde 372 araba satışı yapması beklenir.

c) Satışların varyansını bulunuz.

E(X^2) = $\sum x^2 P(x_i)$ =(0^2)(0,02)+(1^2)(0,08)+… ….+ (8^2)(0,01) = 16,68

Var(X)= E(X^2) - [E(X)] ^{2} = 16,68 - $(3,72)^2$ = 2,84

Kesikli Olasılık Dağılımları

Kesikli Üniform Dağılımı

Bernoulli Dağılımı

Binom Dağılımı

Negatif Binom (Pascal) Dağılımı

Geometrik Dağılım

Hipergeometrik Dağılım

Poisson Dağılımı

Kesikli Üniform Dağılımı

❖ Kesikli bir şans değişkeni tanımlı olduğu tüm noktalarda eşit olasılık değerine sahip ise bir başka ifadeyle tanımlı olduğu değerlerin hepsinde olasılık fonksiyonun aldığı değer sabit ise bu kesikli şans değişkeni Kesikli Uniform dağılımına uygundur.

❖ Kesikli Uniform dağılımı gösteren bir şans değişkeni k farklı noktada tanımlı ise olasılık dağılımı;

$$P(X = x) = \begin{cases} \dfrac{1}{k} & x = 1,2,3....,k \\ 0 & d.d \end{cases}$$

şeklinde ifade edilir.

Kesikli Üniform Dağılımının Beklenen Değer ve Varyansı

$$E(x)=\sum_{x=1}^{k} x_i P(x_i)=\frac{1}{k}\sum_{x=1}^{k} x_i=\frac{1}{k}\frac{k(k+1)}{2}=\frac{k+1}{2}$$

$$Var(x)=\frac{(k+1)(k-1)}{12}$$

Örnek: Hilesiz bir zar atıldığında x şans değişkeni ortaya çıkabilecek farklı durum sayısını ifade ettiğine göre x'in olasılık dağılımı oluşturarak beklenen değerini ve varyansını bulunuz.

S = { x / 1,2,3,4,5,6 }
Ortaya çıkan olaylar eşit olasılıklı olaylar x şans değişkeninin dağılımı k = 6 olan kesikli üniform dağılımına uygundur.

$$P(X=x)=\begin{cases}\frac{1}{6} & x=1,2,3,4,5,6\\ 0 & d.d\end{cases}$$

$$E(x)=\frac{6+1}{2}=3{,}5 \qquad Var(x)=\frac{(6+1)(6-1)}{12}=\frac{35}{12}$$

Bernoulli Deneyleri

•Sonuçlar iki kategoride toplanabilir.

•Aynı koşullarda tekrarlanabilirlik özelliği vardır.

•Başarı olayı deneyden deneye değişmez.

Bernoulli Dağılımı

Tek bir Bernoulli deneyinin sonucunu ele alır.

Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu:

$$P(X = x) = p^{x}(1-p)^{1-x}$$

$P(X= x)$: X=x olması olasılığı

n : örnek hacmi

p : 'başarı' olasılığı

x : örnekteki 'başarı' sayısı (X = 0, 1)

E(X) = p

V(X) = p . q

Binom Dağılımı

- n deneme (gözlem)'lik bir örnekteki başarı sayısı (n adet Bernoulli denemesi)
- 5 birimden oluşan bir gruptaki kusurlu sayısı
- 33 soruluk bir sınavdaki doğru cevap sayısı
- Dükkana giren 100 müşteriden alışveriş yapanların sayısı

Binom Dağılımının Özellikleri

- İki farklı örnekleme metodu
  - **Sonsuz** populasyonda **yerine koymadan** örnekleme
  - **Sonlu** populasyonda **yerine koyarak** örnekleme
- n adet benzer deneme
- Her denemenin 2 çıktısı var
  - ‘Başarı’ (İstenen çıktı) or ‘Başarısızlık’
- Sabit deneme olasılığı
- Denemeler birbirinden bağımsız

Binom Dağılımının Olasılık Fonksiyonu

$$P(X = x \mid n,p) = \frac{n!}{x!(n-x)!} p^x (1-p)^{n-x}$$

$P(X= x \mid n,p)$: X=x olması olasılığı

n : örnek hacmi

p : ’başarı’ olasılığı

x : örnekteki ‘başarı’ sayısı
(X = 0, 1, 2, ..., n)

Binom Olasılık Dağılımı Örneği

Olay: Bir parayı ardarda 4 kez atalım. Yazıların sayısıyla ilgilenelim. 3 yazı gelme olasılığı nedir?

$$P(X = x \mid n,p) = \frac{n!}{x!(n-x)!} p^x (1-p)^{n-x}$$

$$P(X = 3 \mid 4,.5) = \frac{4!}{3!(4-3)!} .5^3 (1-.5)^{4-3}$$

$$= .25$$

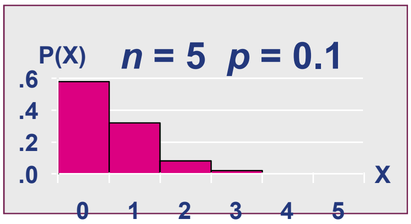
Binom Dağılımının Karakteristikleri

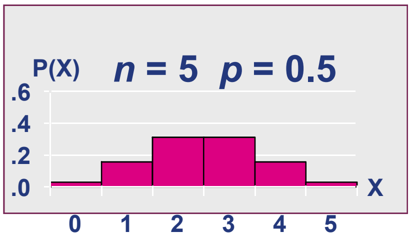
Aritmetik Ortalama

$$\mu = E(X) = np$$

Standart Sapma

$$\sigma = \sqrt{np(1-p)}$$





Başarı Olasılığı ve Binom Dağılımının Biçimi

- N adetlik bir denemede;

1. Eğer p=0.50 ise binom dağılımı simetrik
2. Eğer p<0.50 ise binom dağılımı sağa çarpık
3. Eğer p>0.50 ise binom dağılımı sola çarpık

Örnek: Bir işletmede üretilen ürünlerin % 6 'sının hatalı olduğu bilinmektedir. Rasgele ve iadeli olarak seçilen 5 üründen,

a)1 tanesinin hatalı olmasının olasılığını,

b) En az 4 tanesinin hatalı olmasının olasılığını hesaplayınız.

p = 0,06 1- p = 0,94 n = 5

a)P (X = 1) = ? $P(X=1)=\binom{5}{1}.(0{,}06)^1.(0{,}94)^4 \approx 0{,}23$

b)P (X ≥ 4) = ?

P (X ≥ 4) = P (X = 4) + P (X = 5)

$$=\binom{5}{4}.(0{,}06)^4.(0{,}94)^1+\binom{5}{5}.(0{,}06)^5.(0{,}94)^0=6.10^{-5}$$

Negatif Binom (PASCAL) Dağılımı

- Bernoulli deneyinin tüm varsayımları negatif binom dağılımı içinde geçerlidir.
- Binom dağılımında n denemede x adet başarı olasılığı ile ilgilenilirken, negatif binom dağılımında ise şans değişkeni (x) k ncı başarıyı elde edinceye kadar yapılan deney sayısına karşılık gelir.

- **Örnekler:**

Bir parayı 5 kez tura gelinceye kadar attığımızda 5 nci turayı elde ettiğimiz deneme sayısı,

Bir basketbolcunun 3 sayılık atışlarda 10 ncu isabeti sağlaması için gerekli olan atış sayısı.

23

- **x : deney sayısı** **k : başarı sayısı**
- **p : başarı olasılığı** S = { x / k, k+1, k+2, k+3… }

1 2 3 ……………… x-1 x

1 2 3 ……………… k-1 k

Binom dağılımını kullanarak x-1 denemede k-1 adet başarı olasılığını hesaplanır ve x nci denemedeki k ncı başarıyı elde etme olasılığı p ile bağımsız olaylar olduğundan çarpılarak aşağıdaki olasılık fonksiyonu elde edilir.

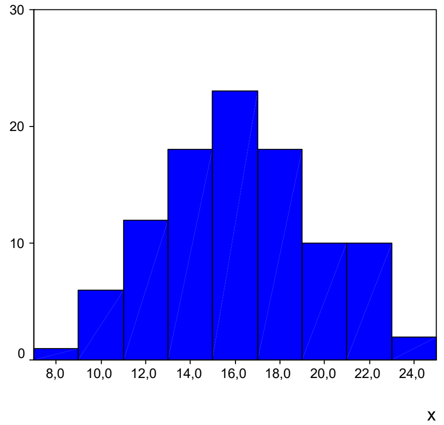
$$P(X=x)=\begin{cases}\binom{x-1}{k-1}p^{k}(1-p)^{x-k} & x=k,k+1,k+2,.....\\ 0 & d.d\end{cases}$$

24

Negatif Binom Dağılımının Beklenen Değer ve Varyansı

$$E(x) = \mu = \frac{k}{p} \qquad Var(x) = \frac{k(1-p)}{p^2}$$

Yandaki histogram p = 0,5 ve k = 8 parametreli negatif binom dağılım gösteren bir populasyondan alınmış 100 hacimlik bir örnek için oluşturulmuştur.



Örnek: Bir kişinin hilesiz bir zarı 10 kez atması sonucunda, 10 ncu atışında 5 nci kez 6 gelmesi olasılığını hesaplayınız.

p = 1 / 6   1- p = 5 / 6   x = 10   k = 5

$$P(X = 10; k = 5) = \binom{10-1}{5-1} \cdot \left(\frac{1}{6}\right)^5 \cdot \left(\frac{5}{6}\right)^5$$

$$= \binom{9}{4} \cdot \frac{5^5}{6^{10}}.$$

Zarın kaçıncı kez atılması sonucu 5 nci kez 6 gelmesini beklersiniz?

$$E(x) = \frac{k}{p} = \frac{5}{1/6} = 30$$

26

Geometrik Dağılım

- Bernoulli deneyinin tüm varsayımları geometrik dağılım içinde geçerlidir.
- Negatif Binom dağılımının özel bir durumudur.
- k = 1 olduğunda negatif binom dağılımı geometrik dağılımı olarak ifade edilir.
- Geometrik dağılım gösteren şans değişkeni X, ilk başarıyı elde edinceye kadar yapılan deney sayısını ifade eder.

Örnekler:

- Bir parayı tura gelinceye kadar attığımızda tura gelmesi için yapılan atış sayısı,
- Bir işletmenin deposundan ilk hatalı ürünü bulana kadar alınan örnek sayısı.

27

- **x: deney sayısı** **p: başarı olasılığı**
- S = { x / 1, 2, 3, 4..... }

Negatif Binom dağılımında k = 1 alındığında;

$$P(X=x)=\begin{cases}\binom{x-1}{k-1}p^{k}(1-p)^{x-k} & x=k,k+1,k+2,.....\\ 0 & d.d\end{cases}$$

$$P(X=x)=\left\{\binom{x-1}{1-1}p^{1}(1-p)^{x-1}\right.$$

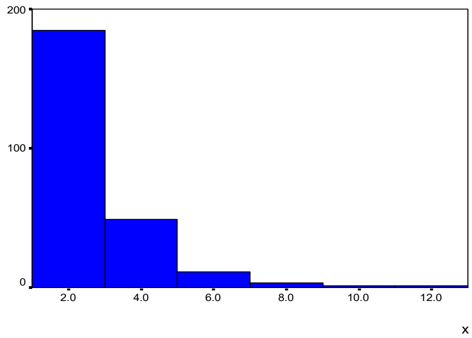
$$P(X=x)=\begin{cases}p(1-p)^{x-1} & x=1,2,3,.....\\ 0 & d.d\end{cases}$$

28

Geometrik Dağılımının Beklenen Değer ve Varyansı

$$E(x) = \mu = \frac{1}{p} \qquad Var(x) = \frac{1-p}{p^2}$$

Yandaki histogram p = 0,5 parametreli geometrik dağılım gösteren populasyondan alınmış 250 hacimlik bir örnek için oluşturulmuştur.



29

Örnek: Bir avcı hedefe isabet sağlayana kadar ateş etmektedir. Avcının hedefi vurma olasılığı 0,75 olduğuna göre avcının hedefi ilk kez 8 nci kez atış yaptığında isabet ettirmesinin olasılığını hesaplayınız.

x = 8 P (X = 8) = ?

$$P(X=x) = \begin{cases} (0,75)(1-0,75)^{x-1} & x = 1,2,3.... \\ 0 & d.d \end{cases}$$

$$P(X=8) = (0,75)(1-0,75)^{8-1} = (0,75)(0,25)^7$$

ÖDEV: Avcının hedefi ilk kez vurma olasılığı 0,05'den az olması için hedefe en az kaç kez ateş etmelidir?

30

Hipergeometrik Dağılım

Varsayımları,

n deneme benzer koşullarda tekrarlanabilir.

Her denemenin 2 mümkün sonucu vardır.

Sonlu populasyondan **iadesiz** örnekleme yapılır.

Örnekleme iadesiz olduğundan başarı olasılığı

(p) deneyden deneye **değişir.**

31

Hypergeometric Distribution Formula

(Two possible outcomes per trial: success or failure)

$$P(x) = \frac{C_{n-x}^{N-X} \cdot C_x^X}{C_n^N}$$

Where

N = population size

X = number of successes in the population

n = sample size

x = number of successes in the sample

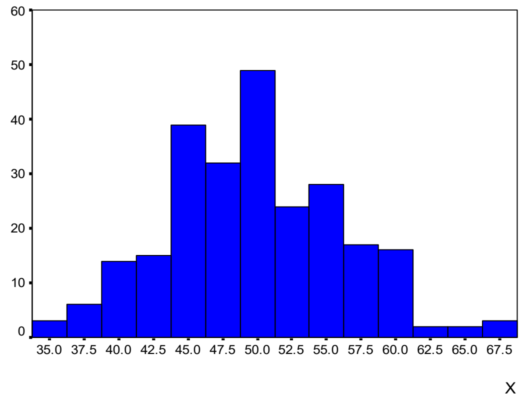
n – x = number of failures in the sample

Hipergeometrik Dağılımın Karakteristikleri

p = B/N için

$$\begin{cases} E(x) = np \\ Var(x) = np(1-p)\left(\dfrac{N-n}{N-1}\right) \end{cases}$$

Yandaki histogram N = 10000 ve B = 2000 parametreli hipergeometrik dağılım gösteren populasyondan alınmış 250 hacimlik bir örnek için oluşturulmuştur.



Örnek: Yeni açılan bir bankanın ilk 100 müşterisi içinde 60 tanesi mevduat hesabına sahiptir. İadesiz olarak rasgele seçilen 8 müşteriden 5 tanesinin mevduat hesabına sahip olmasının olasılığı nedir?

N= 100 B = 60 n = 8 x = 5

$$P(X=x) = \begin{cases} \dfrac{\binom{60}{x}\binom{100-60}{8-x}}{\binom{100}{8}} & x = 0,1,2,3\ldots\ldots,\ 8 \\ 0 & d.d \end{cases}$$

$$P(X=5) = \frac{\binom{60}{5}\binom{40}{3}}{\binom{100}{8}}$$

ÖDEV: En çok 1 kişinin mevduat hesabına sahip olmasının olasılığını hesaplayınız.

34

Hypergeometric Distribution Example

- Example: 3 Light bulbs were selected from 10. Of the 10 there were 4 defective. What is the probability that 2 of the 3 selected are defective?

N = 10	n = 3
X = 4	x = 2

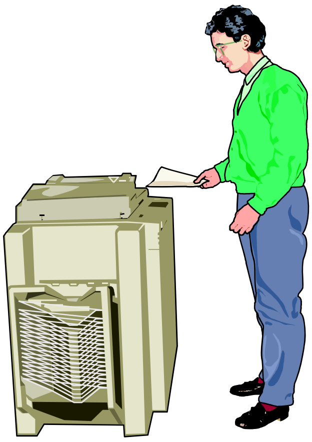
$$P(x=2)=\frac{C_{n-x}^{N-X}\;C_{x}^{X}}{C_{n}^{N}}=\frac{C_{1}^{6}\;C_{2}^{4}}{C_{3}^{10}}=\frac{(6)(6)}{120}=0.3$$

Poisson Dağılımı

- 1. Bir zaman aralığında oluşan olayların sayısıyla ilgilenir.
  - Birim başına olay
    - Zaman, uzunluk, alan,vb.
- 2. Örneğin;
  - 20 dakikada gelen müşteri sayısı
  - Bir yıl içindeki uçak kazalarının sayısı
  - Bir metrekare kumaştaki hata sayısı

Poisson Süreci

- 1. Sabit Olay Olasılığı
- 2. Her aralıkta 1 olay
- 3. Bağımsız olaylar



Poisson Olasılık Dağılım Fonksiyonu

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

$P(X = x \mid \lambda)$: $X = x$ olma olasılığı

λ = Beklenen başarı sayısı

e = 2.71828

x = Birim başına başarı sayısı

Poisson Dağılımının Karakteristikleri

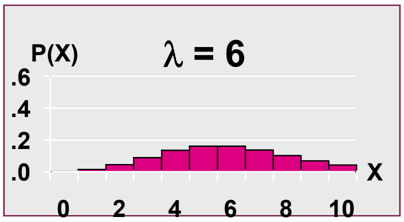
Aritmetik Ortalama

$$\mu = E(X) = \lambda$$

$$= \sum_{i=1}^{N} X_i P(X_i)$$

Standart Sapma

$$\sigma = \sqrt{\lambda}$$



Poisson Dağılımı Örneği

- Bir dükkana saatte 72 müşteri gelmektedir. 3 dakika içinde 4 müşteri gelme olasılığı nedir?

Saatte 72 müşteri

= dakikada 1.2 müşteri

= 3 dakikada 3.6 müş.

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

$$P(X = 4|3.6) = \frac{e^{-3.6}\ 3.6^{4}}{4!}$$

$$= 0.1912$$

BİNOM Dağılımın POİSSON Dağılıma Yaklaşımı

X, Binom dağılıma sahip bir şans değşikeni olsun. Deney sayısı n çok büyük ve ilgilenilen sonuçların anakütledeki oranının çok küçük olduğu durumlarda, (yani $n \to \infty$ ve $p \to 0$ iken), $n.p=\lambda$ sabit bir sayı olmak üzere Binom dağılımı Poisson dağılımına yaklaşır. n ne kadar büyük, ve p ne kadar küçük olursa bu yaklaşım o kadar iyi olur.

ÖRNEK:Türkiye'de maden ocaklarında oluşan kazalar sonucunda her yıl ortalama olarak 1000 maden işçisinden bir tanesi hayatını kaybetmektedir. 2000 maden işçisinin çalıştığı bir maden ocağında bir yıl içinde

a) Hiçbir işçinin hayatını kaybetmemesi,

b) 3 işçinin hayatın kaybetmesi,

c) 2'den fazla işçinin hayatın kaybetmesi olasılıklarını bulunuz.

ÇÖZÜM:

n=2000, p=0.001 olduğundan, $\lambda=n.p=2000x0.001=2$ alarak Poisson dağılımıyla çözüm yapabiliriz.

$$a) \quad P(X=0)=\frac{e^{-\lambda}\lambda^{x}}{x!}=\frac{e^{-2}2^{0}}{0!}=0.135$$

$$b) \quad P(X=3)=\frac{e^{-2}2^{3}}{3!}=0.18$$

$$c) \quad P(X>2)=1-P(X\leq 2)=1-\left[P(X=0)+P(X=1)+P(X=2)\right]$$

$$=1-\left[0.35+\frac{e^{-2}2^{1}}{1!}+\frac{e^{-2}2^{2}}{2!}\right]=1-0.68=0.32$$

Örnek: Bir mağazaya Cumartesi günleri 5 dakikada ortalama olarak 4 müşteri gelmektedir. Bir Cumartesi günü bu mağazaya,

a) 5 dakika içinde 1 müşteri gelmesi olasılığını,

b)Yarım saate 2'den fazla müşteri gelmesi olasılığını,

a) $\lambda = 4$ P (x = 1) = ? $\quad P(X=1) = \dfrac{e^{-4}4^{1}}{1!} = 4e^{-4}$

b) 5 dk'da 4 müşteri gelirse, 30 dk'da 24 müşteri gelir.

$\lambda = 24$ P (x > 2) = ?

P(x > 2) = 1 – [P(x=0)+P(x=1)+P(x=2)]

$$1-\left(\frac{e^{-24}24^{0}}{0!}+\frac{e^{-24}24^{1}}{1!}+\frac{e^{-24}24^{2}}{2!}\right)=1-313e^{-24}$$

ÖDEV: 1 saatte en çok 1 müşteri gelmesinin olasılığını hesaplayınız.

SORU) Bir hastanenin çocuk servisine saatte ortalama 30 hasta gelmektedir.

a) Herhangi 10 dakikalık sürede; hiç hasta gelmeme,

b) Herhangi 10 dakikalık sürede; 2'den fazla hasta gelme,

c) Herhangi yarım saatlik sürede 5'ten az hasta gelme olasılıklarını bulunuz.

SORU) Bir fabrikada depolanan ürünlerin yüzde birinin bozuk olduğu bilinmektedir. Bu fabrikadan rassal olarak seçilen 50 birimden en az bir tanesinin bozuk olması olasılığını Binom ve Poisson dağılımları ile bulunuz.

SORU: **Hilesiz bir tavla zarı atılıyor. Anlaşmaya göre A, babasından her atışta kaç gelirse o kadar bin lira alacaktır. Atış başına A'nın beklediği para nedir?**

SORU: **B üç ayrı piyangodan birer adet bilet almıştır. Bu piyangoların birincisinde 1000 biletten 150'sine, ikincisinde 2000 biletten 140'ına, üçüncüsünde ise 2500 biletten 225'ine ikramiye vardır. Birinci piyangoda kazananlardan her biri 100 milyon, ikincisinde 150 milyon ve üçüncüsünde 200 milyon $ elde edecektir. B'nin beklenen ikramiye tutarı nedir?**

SORU: **Bir işadamının yeni bir işletmeden 2 milyar lira kaybetmesi olasılığı $p(x_1)=0,15$ ve 5 milyar lira kazanması olasılığı $p(x_2)=0,55$'dir. Bu iş adamının kazancı nedir?**

SORU: **Ali hilesiz bir madeni parayı iki defa atıyor. Her iki atışta da yazı gelirse arkadaşından 50 bin lira alacaktır. Diğer durumlarda ise 10 bin lira verecektir. Ali'nin kazancı ne olur?**

SORU: **Bir para 4 kez atılıyor,**

a) İki tura,
b) En az bir tura,
c) Üçten az tura gelmesi olasılığı nedir?

SORU: **Bir futbol takımının yaptığı maçlarda kazanma olasılığının 2/3 olduğu biliniyor. Bu takımın yaptığı 8 maçtan,**

a) Beşini,

b) Birden fazla fakat dört veya daha azını kazanması olasılığı nedir?

SORU: **İki tavla zarının 6 defa atılmasında 9 toplamının,**

a) Dört defa,

b) En az üç defa elde edilmesi olasılığı nedir?

SORU: **Bir işletmede üretilen ampullerin %6'sının kusurlu olduğu bilinmektedir. Buna göre, rassal olarak seçilen 5 ampulden,**

a) İki tanesinin kusurlu,

b) Tamamının kusursuz,

c) En az iki tanesinin kusurlu olması olasılıkları nedir?

Aşağıdaki soruları tabloya göre cevaplayınız.

Eski verilerden yararlanılarak bir cep telefonunun yaptığı arıza sayıları verilmiştir.

(X) Haftalık Arıza	**0**	**1**	**2**	**3**
Olasılık P(x)	**0,25**	**0,30**	**0,10**	**0,35**

Soru: Dağılıma göre haftada kesinlikle iki arıza olma olasılığı kaçtır?
A) 0,10 B) 0,25 C) 0,30
D) 0,45 E) 0,65

Soru: Dağılıma göre haftada sıfır ile iki arasında arıza olma olasılığı P(0-2 arıza) kaçtır?
A) 0,25 B) 0,10 C) 0,35
D) 0,65 E) 0,30

Soru: Dağılıma göre haftada birden çok arıza olma olasılığı kaçtır?
A) 0,35 B) 0,75 C) 0,45
D) 0,10 E) 0,30

Soru: Dağılıma göre haftada en çok iki arıza yapma olasılığı kaçtır?
A) 0,25 B) 0,55 C) 0,65
D) 0,40 E) 0,10

Soru:Dayanıklı tüketim malı satan bir mağazanın son 100 iş günündeki günlük satışları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Satış sayıları	2	3	4	5	6
Gün sayıları	12	21	34	19	14

Yukarıdaki tabloya göre x günlük satışı göstermek üzere, P(x<4) olasılığı kaçtır?

A) 0,04 B) 0,17
C) 0,21 D) 0,33
E) 0,50

Soru: Bir kitapevinin son 100 iş günüdeki günlük kitap satışları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Satış sayıları	3	4	5	6
Gün sayıları	18	14	26	42

Yukarıdaki tabloya göre x günlük satışları göstermek üzere , P(x>4) olasılığı kaçtır?

A) 0,12 B) 0,28
C) 0,38 D) 0,68
E) 0,77