

# Örüntü Tanıma

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Zahid YILDIRIM

e-mail: [m.zahidyildirim@karabuk.edu.tr](mailto:m.zahidyildirim@karabuk.edu.tr)

# Bayes Teoremi

- Belirli bir kanser türünün nüfusun **%1**'ini etkilediğini varsayıyalım. Bu kanser için piyasada bir test var ama güvenilirliği mükemmel değil.
- Bu test kanserli kişilerin **%90**'ında pozitif sonuç veriyor yani doğru tanı koyuyor. Ancak aynı zamanda kansersiz kişilerin **%5**'inde de pozitif sonuç veriyor. Diğer bir deyişle bu kişiler de kanser olmadığı halde kanser olduğunu ortaya koyuyor.
- Endişelendiniz ve bir test yaptınız. Sonucunuz ne yazık ki pozitif çıktı.
- ***Bu durumda kanser olma olasılığınızı nedir?***

# Bayes Teoremi

- Belirli bir kanser türünün nüfusun **%1**'ini etkilediğini varsayıalım. Bu kanser için piyasada bir test var ama güvenilirliği mükemmel değil.
  - Bu test kanserli kişilerin **%90**'ında pozitif sonuç veriyor yani doğru tanı koyuyor. Ancak aynı zamanda kansersiz kişilerin **%5**'inde de pozitif sonuç veriyor. Diğer bir deyişle bu kişiler de kanser olmadığı halde kanser olduğunu ortaya koyuyor.
  - Endişelendiniz ve bir test yaptınız. Sonucunuz ne yazık ki pozitif çıktı.
- 
- ***Bu durumda kanser olma olasılığınız nedir?***

 **%15**

# Bayes Teoremi

- Bayes Teoremi, 18. yüzyılda İngiliz Bakan ve matematikçi olan **Thomas Bayes** (1702 – 1761) tarafından öne sürülmüş ve özellikle geçtiğimiz son yarımlık yüzyılda önemi giderek daha fazla anlaşılmış bir teorem.
- Günümüzde **Bayes teoremi** fizikten kanser araştırmalarına, çevre bilimden psikolojiye kadar bir çok yerde kendine bir uygulama alanı bulmuş durumdadır.



Thomas Bayes

# Bayes Teoremi

**Kullanım Alanları: Olasılığın olduğu tüm alanlar..**

**Olasılık**, belirsizliği ifade etmek için kullanılan bir kavramdır. Bir olayın gerçekleşebilmesinin “0” ve “1” arasında değişen matematiksel değeridir.

# Bayes Teoremi

**Tanım:** Bayes Teoremi, bir olasılık değerini, bu olasılık ile ilişkili olduğunu bildiğimiz diğer olasılık değerlerini kullanarak hesaplama fikridir.

$$P(A|B) = \frac{P(A).P(B|A)}{P(B)}$$

burada,

$P(A|B)$  = B koşulu altında A'nın gerçekleşme olasılığı.

$P(B|A)$  = A koşulu altında B'nin gerçekleşme olasılığı.

$P(A)$  = A'nın olma olasılığı.

$P(B)$  = B'nin olma olasılığı.

# Bayes Teoremi

**Tanım:** Bayes Teoremi, bir olasılık değerini, bu olasılık ile ilişkili olduğunu bildiğimiz diğer olasılık değerlerini kullanarak hesaplama fikridir.

$$P(A|B) = \frac{P(A) \cdot P(B|A)}{P(B)}$$

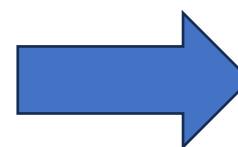
burada,

$P(A|B)$  = B koşulu altında A'nın gerçekleşme olasılığı.

$P(B|A)$  = A koşulu altında B'nin gerçekleşme olasılığı.

$P(A)$  = A'nın olma olasılığı.

$P(B)$  = B'nin olma olasılığı.

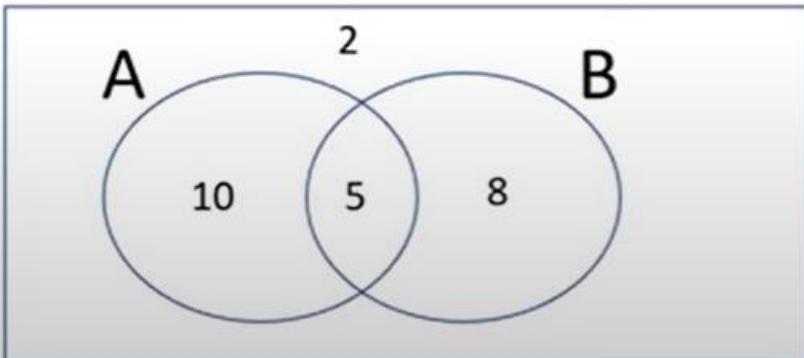


$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)}$$

# Bayes Teoremi

Örnek:



$P(A)$ : Türkçe bilme olasılığı

$P(B)$ : İngilizce bilme olasılığı

$P(A|B)$ : İngilizce bilenlerin Türkçe bilme olasılığı =  $\frac{5}{13}$

$P(B|A)$ : Türkçe bilenlerin İngilizce bilme olasılığı =  $\frac{5}{15}$

# Bayes Teoremi

**Örnek 1:** Matematik Profesörü yada şoförlük mesleklerinden birini yaptığı bilinen bir kişi var. Bu kişinin bilinen özelliği, araştırma yapmayı seviyor olması. Bu kişinin Matematik Profesörü olma olasılığı nedir?

$P(A)$ : Kişinin matematik profesörü olma ihtimali

$P(B)$ : Kişinin araştırma yapmayı sevme ihtimali

Matematik profesörlerinin ne kadarı araştırma yapmayı sever? %90

Şoförlerin ne kadarı araştırma yapmayı sever? %15

Ülkemizdeki matematik profesörü sayısı (yaklaşık) : 500

Ülkemizdeki şoför sayısı (yaklaşık) : 700.000

Soru: Araştırma yapmayı seven kişinin matematik profesörü olma ihtimali

$$P(A|B)=?$$

# Bayes Teoremi

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}$$

Matematik profesörlerinin araştırma yapmayı sevme ihtimalı  
Kişinin matematik profesörü olma ihtimalı  
Kişinin araştırma yapmayı sevme ihtimalı

$P(A)$ : Kişinin matematik profesörü olma ihtimali

$P(B)$ : Kişinin araştırma yapmayı sevme ihtimali

Matematik profesörlerinin ne kadarı araştırma yapmayı sever? %90

Şoförlerin ne kadarı araştırma yapmayı sever? %15

Ülkemizdeki matematik profesörü sayısı (yaklaşık) : 500

Ülkemizdeki şoför sayısı (yaklaşık) : 700.000

$$P(B|A) = 0,9 \quad P(A) = \frac{500}{700500} \quad P(B) = \frac{500 * 0,9 + 700.000 * 0,15}{700500}$$

$$P(A|B) = \frac{0,9 * \frac{500}{700500}}{\frac{500 * 0,9 + 700.000 * 0,15}{700500}} \approx 0,0043$$

$$P(A|B) \approx \%0,4$$

# Bayes Teoremi

**Örnek 2:** Piknik yapmayı düşünen bir grup sabah havanın bulutlu olduğunu görüyor. Yağmurlu günlerin %50'sinin bulutlu bir günle başladığını biliniyor. Günlerin %40'ı bulutlu başlamaktadır. Bir günün yağmurlu gün olma olasılığı %10'dur. Buna göre, bulutlu başlayan bir günde yağmur görme olasılığı nedir?

$$P(\text{Yağmur} | \text{Bulutlu}) = ?$$

$$P(\text{Bulutlu} | \text{Yağmur}) = 0,50$$

$$P(\text{Bulutlu}) = 0,40$$

$$P(\text{Yağmur}) = 0,10$$

$$P(A|B) = \frac{P(A) \cdot P(B|A)}{P(B)}$$

# Naive Bayes Sınıflandırıcı

- Naive Bayes; Bayes teoremine dayanan bir sınıflandırma tekniğidir.
- Naive-Bayes sınıflandırma algoritması bir mesajın spam olup olmadığını kontrolü, bir makalenin içeriğinin hangi konuda (teknoloji, spor, politik) olduğunu sınıflandırılması veya yüz tanıma gibi alanlarda kullanılır.
- Bir sınıflandırma problemi bir çok özellikten ve bir sonuç (hedef) değişkeninden oluşur.

| Weather | Car     | Class     |
|---------|---------|-----------|
| sunny   | working | go-out    |
| rainy   | broken  | go-out    |
| sunny   | working | go-out    |
| sunny   | working | go-out    |
| sunny   | working | go-out    |
| rainy   | broken  | stay-home |
| rainy   | broken  | stay-home |
| sunny   | working | stay-home |
| sunny   | broken  | stay-home |
| rainy   | broken  | stay-home |

# Naive Bayes Sınıflandırıcı

Örnek 1: Hava durumuna bağlı 14 farklı veri (Gözlem) üzerinden futbol oynayıp oynamayacağına karar verme.

| Özellikler  | Hedef       |
|-------------|-------------|
| Hava Durumu | Futbol Oyna |
| Yağmurlu    | Hayır       |
| Yağmurlu    | Hayır       |
| Bulutlu     | Evet        |
| Güneşli     | Evet        |
| Güneşli     | Evet        |
| Güneşli     | Hayır       |
| Bulutlu     | Evet        |
| Yağmurlu    | Hayır       |
| Yağmurlu    | Evet        |
| Güneşli     | Evet        |
| Yağmurlu    | Evet        |
| Bulutlu     | Evet        |
| Bulutlu     | Evet        |
| Güneşli     | Hayır       |

|             |          | Futbol Oyna |       |
|-------------|----------|-------------|-------|
|             |          | Evet        | Hayır |
| Hava Durumu | Güneşli  | 3           | 2     |
|             | Bulutlu  | 4           | 0     |
|             | Yağmurlu | 2           | 3     |



|             |          | Futbol Oyna |       |
|-------------|----------|-------------|-------|
|             |          | Evet        | Hayır |
| Hava Durumu | Güneşli  | 3/9         | 2/5   |
|             | Bulutlu  | 4/9         | 0/5   |
|             | Yağmurlu | 2/9         | 3/5   |
|             |          | 9/14        | 5/14  |

# Naive Bayes Sınıflandırıcı



|             |          | Futbol Oyna |       |  |
|-------------|----------|-------------|-------|--|
|             |          | Evet        | Hayır |  |
| Hava Durumu | Güneşli  | 3           | 2     |  |
|             | Bulutlu  | 4           | 0     |  |
|             | Yağmurlu | 2           | 3     |  |

|             |          | Futbol Oyna |       |      |
|-------------|----------|-------------|-------|------|
|             |          | Evet        | Hayır |      |
| Hava Durumu | Güneşli  | 3/9         | 2/5   | 5/14 |
|             | Bulutlu  | 4/9         | 0/5   | 4/14 |
|             | Yağmurlu | 2/9         | 3/5   | 5/14 |

**Beklenti 1:** Güneşliyken Futbol Oynar =  $P(\text{Evet} \mid \text{Güneşli}) = P(\text{Güneşli} \mid \text{Evet}) * P(\text{Evet}) / P(\text{Güneşli})$   
 $P(\text{Güneşli} \mid \text{Evet}) = 3/9 = 0.333, P(\text{Güneşli}) = 5/14 = 0.357, P(\text{Evet}) = 9/14 = 0.643$   
 $P(\text{Evet} \mid \text{Güneşli}) = 0.333 * 0.643 / 0.357 = 0.600$

---

**Beklenti 2:** Güneşliyken Futbol Oynamaz =  $P(\text{Hayır} \mid \text{Güneşli}) = P(\text{Güneşli} \mid \text{Hayır}) * P(\text{Hayır}) / P(\text{Güneşli})$   
 $P(\text{Güneşli} \mid \text{Hayır}) = 2/9 = 0.222, P(\text{Güneşli}) = 5/14 = 0.357, P(\text{Hayır}) = 5/14 = 0.357$   
 $P(\text{Hayır} \mid \text{Güneşli}) = 0.222 * 0.357 / 0.357 = 0.222$

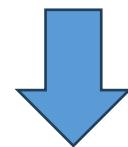
---

**$P(\text{Evet} \mid \text{Güneşli}) > P(\text{Hayır} \mid \text{Güneşli}) \Rightarrow \text{Oynar}$**

# Naive Bayes Sınıflandırıcı

- Naive bayes sınıflandırıcı veri setinde birden fazla özellik varsa basitçe bütün koşullu olasılıkların çarpımıdır.

$$P(c | x) = \frac{P(x | c)P(c)}{P(x)}$$



$$P(c | X) = P(x_1 | c) \times P(x_2 | c) \times \cdots \times P(x_n | c) \times P(c)$$

$$P(X | C_i) = \prod_{k=1}^n P(x_k | C_i)$$

# Naive Bayes Sınıflandırıcı

## Örnek 2:

Yeni Örnek;

Outlook => Sunny,  
Temp => Hot,  
Humidity => Normal,  
Windy => False.

$$P(y|X) = \frac{P(X|y) \cdot P(y)}{P(X)}$$

|    | Outlook  | Temp | Humidity | Windy | Play Golf |
|----|----------|------|----------|-------|-----------|
| 1  | Rainy    | Hot  | High     | FALSE | No        |
| 2  | Rainy    | Hot  | High     | TRUE  | No        |
| 3  | Overcast | Hot  | High     | FALSE | Yes       |
| 4  | Sunny    | Mild | High     | FALSE | Yes       |
| 5  | Sunny    | Cool | Normal   | FALSE | Yes       |
| 6  | Sunny    | Cool | Normal   | TRUE  | No        |
| 7  | Overcast | Cool | Normal   | TRUE  | Yes       |
| 8  | Rainy    | Mild | High     | FALSE | No        |
| 9  | Rainy    | Cool | Normal   | FALSE | Yes       |
| 10 | Sunny    | Mild | Normal   | FALSE | Yes       |
| 11 | Rainy    | Mild | Normal   | TRUE  | Yes       |
| 12 | Overcast | Mild | High     | TRUE  | Yes       |
| 13 | Overcast | Hot  | Normal   | FALSE | Yes       |
| 14 | Sunny    | Mild | High     | TRUE  | No        |

# Naive Bayes Sınıflandırıcı

## Örnek 2:

$$P(y|X) = \frac{P(X|y) \cdot P(y)}{P(X)}$$

$x_1 = (\text{Outlook} = \text{Sunny})$ ,  $x_2 = (\text{Temp} = \text{Hot})$ ,  $x_3 = (\text{Humidity} = \text{Normal})$ ,  $x_4 = (\text{Windy} = \text{False})$

$$P(\text{Yes}) = 9/14$$

$$P(\text{No}) = 5/14$$

$$P(\text{Sunny}|\text{Yes}) = 3/9$$

$$P(\text{Sunny}|\text{No}) = 2/5$$

$$P(\text{Hot}|\text{Yes}) = 2/9$$

$$P(\text{Hot}|\text{No}) = 2/5$$

$$P(\text{Normal}|\text{Yes}) = 6/9$$

$$P(\text{Normal}|\text{No}) = 1/5$$

$$P(\text{False}|\text{Yes}) = 6/9$$

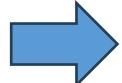
$$P(\text{False}|\text{No}) = 2/5$$

Oranları çarplım: "Yes".

$$P(X|\text{Play Golf}=\text{Yes}) = 3/9 * 2/9 * 6/9 * 6/9 * 9/14 = 0.0211$$

Oranları Çarplım: "No".

$$P(X|\text{Play Golf}=\text{No}) = 2/5 * 2/5 * 1/5 * 2/5 * 5/14 = 0.0045$$



$$P(X|\text{Play Golf} = \text{Yes}) = \frac{0.0211}{0.0211 + 0.0045} = 0.8242$$

$$P(X|\text{Play Golf} = \text{No}) = \frac{0.0045}{0.0045 + 0.0211} = 0.1757$$

|    | Outlook  | Temp | Humidity | Windy | Play Golf |
|----|----------|------|----------|-------|-----------|
| 1  | Rainy    | Hot  | High     | FALSE | No        |
| 2  | Rainy    | Hot  | High     | TRUE  | No        |
| 3  | Overcast | Hot  | High     | FALSE | Yes       |
| 4  | Sunny    | Mild | High     | FALSE | Yes       |
| 5  | Sunny    | Cool | Normal   | FALSE | Yes       |
| 6  | Sunny    | Cool | Normal   | TRUE  | No        |
| 7  | Overcast | Cool | Normal   | TRUE  | Yes       |
| 8  | Rainy    | Mild | High     | FALSE | No        |
| 9  | Rainy    | Cool | Normal   | FALSE | Yes       |
| 10 | Sunny    | Mild | Normal   | FALSE | Yes       |
| 11 | Rainy    | Mild | Normal   | TRUE  | Yes       |
| 12 | Overcast | Mild | High     | TRUE  | Yes       |
| 13 | Overcast | Hot  | Normal   | FALSE | Yes       |
| 14 | Sunny    | Mild | High     | TRUE  | No        |

# Naive Bayes Sınıflandırıcı

Örnek 3:

| TENİS OYNAMA ÖRNEĞİ |             |                   |           |          |                 |
|---------------------|-------------|-------------------|-----------|----------|-----------------|
| Gün                 | Hava Durumu | Sıcaklık Derecesi | Nem Oranı | Rüzgar   | Oynamama Durumu |
| D1                  | Güneşli     | Sıcak             | Yüksek    | Zayıf    | Hayır           |
| D2                  | Güneşli     | Sıcak             | Yüksek    | Şiddetli | Hayır           |
| D3                  | Bulutlu     | Sıcak             | Yüksek    | Zayıf    | Evet            |
| D4                  | Yağmurlu    | İlk               | Yüksek    | Zayıf    | Evet            |
| D5                  | Yağmurlu    | Serin             | Normal    | Zayıf    | Evet            |
| D6                  | Yağmurlu    | Serin             | Normal    | Şiddetli | Hayır           |
| D7                  | Bulutlu     | Serin             | Normal    | Şiddetli | Evet            |
| D8                  | Güneşli     | İlk               | Yüksek    | Zayıf    | Hayır           |
| D9                  | Güneşli     | Serin             | Normal    | Zayıf    | Evet            |
| D10                 | Yağmurlu    | İlk               | Normal    | Zayıf    | Evet            |
| D11                 | Güneşli     | İlk               | Normal    | Şiddetli | Evet            |
| D12                 | Bulutlu     | İlk               | Yüksek    | Şiddetli | Evet            |
| D13                 | Bulutlu     | Sıcak             | Normal    | Zayıf    | Evet            |
| D14                 | Yağmurlu    | İlk               | Yüksek    | Şiddetli | Hayır           |

# Naive Bayes Sınıflandırıcı

Örnek 3:

|                 |
|-----------------|
| P(evet) = 9/14  |
| P(hayır) = 5/14 |

| Hava durumu            |                           |
|------------------------|---------------------------|
| P(güneşli evet) = 2/5  | P(güneşli hayırlı) = 3/5  |
| P(bulutlu evet) = 4/4  | P(bulutlu hayırlı) = 0    |
| P(yağmurlu evet) = 3/5 | P(yağmurlu hayırlı) = 2/5 |
| Sıcaklık               |                           |
| P(sıcak evet) = 2/4    | P(sıcak hayırlı) = 2/4    |
| P(ılık evet) = 4/6     | P(ılık hayırlı) = 2/6     |
| P(erin evet) = 3/4     | P(erin hayırlı) = 1/4     |
| Nem oranı              |                           |
| P(yüksek evet) = 3/7   | P(yüksek hayırlı) = 4/7   |
| P(normal evet) = 6/7   | P(normal hayırlı) = 1/7   |
| Rüzgar                 |                           |
| P(şiddetli evet) = 3/6 | P(zayıf hayırlı) = 3/6    |
| P(zayıf evet) = 6/8    | P(şiddetli hayırlı) = 2/8 |

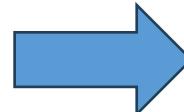
| TENİS OYNAMA ÖRNEĞİ |             |                   |           |          |                 |
|---------------------|-------------|-------------------|-----------|----------|-----------------|
| Gün                 | Hava Durumu | Sıcaklık Derecesi | Nem Oranı | Rüzgar   | Oynaması Durumu |
| D1                  | Güneşli     | Sıcak             | Yüksek    | Zayıf    | Hayır           |
| D2                  | Güneşli     | Sıcak             | Yüksek    | Şiddetli | Hayır           |
| D3                  | Bulutlu     | Sıcak             | Yüksek    | Zayıf    | Evet            |
| D4                  | Yağmurlu    | İlk               | Yüksek    | Zayıf    | Evet            |
| D5                  | Yağmurlu    | Serin             | Normal    | Zayıf    | Evet            |
| D6                  | Yağmurlu    | Serin             | Normal    | Şiddetli | Hayır           |
| D7                  | Bulutlu     | Serin             | Normal    | Şiddetli | Evet            |
| D8                  | Güneşli     | İlk               | Yüksek    | Zayıf    | Hayır           |
| D9                  | Güneşli     | Serin             | Normal    | Zayıf    | Evet            |
| D10                 | Yağmurlu    | İlk               | Normal    | Zayıf    | Evet            |
| D11                 | Güneşli     | İlk               | Normal    | Şiddetli | Evet            |
| D12                 | Bulutlu     | İlk               | Yüksek    | Şiddetli | Evet            |
| D13                 | Bulutlu     | Sıcak             | Normal    | Zayıf    | Evet            |
| D14                 | Yağmurlu    | İlk               | Yüksek    | Şiddetli | Hayır           |

# Naive Bayes Sınıflandırıcı

Örnek 3:

|                          |
|--------------------------|
| $P(\text{evet}) = 9/14$  |
| $P(\text{hayır}) = 5/14$ |

| Hava durumu                            |   |
|--|---|
| $P(\text{güneşli} \text{evet}) = 2/5$  | $P(\text{güneşli} \text{hayır}) = 3/5$  |
| $P(\text{bulutlu} \text{evet}) = 4/4$  | $P(\text{bulutlu} \text{hayır}) = 0$    |
| $P(\text{yağmurlu} \text{evet}) = 3/5$ | $P(\text{yağmurlu} \text{hayır}) = 2/5$ |
| Sıcaklık                               |   |
| $P(\text{sıcak} \text{evet}) = 2/4$    | $P(\text{sıcak} \text{hayır}) = 2/4$    |
| $P(\text{işik} \text{evet}) = 4/6$     | $P(\text{işik} \text{hayır}) = 2/6$     |
| $P(\text{serin} \text{evet}) = 3/4$    | $P(\text{serin} \text{hayır}) = 1/4$    |
| Nem oranı                              |   |
| $P(\text{yüksek} \text{evet}) = 3/7$   | $P(\text{yüksek} \text{hayır}) = 4/7$   |
| $P(\text{normal} \text{evet}) = 6/7$   | $P(\text{normal} \text{hayır}) = 1/7$   |
| Rüzgar                                 |   |
| $P(\text{siddetli} \text{evet}) = 3/6$ | $P(\text{zayıf} \text{hayır}) = 3/6$    |
| $P(\text{zayıf} \text{evet}) = 6/8$    | $P(\text{siddetli} \text{hayır}) = 2/8$ |



Yeni Örnek:  $X = \langle \text{yağmurlu, sıcak, yüksek, zayıf} \rangle$

$$P(\text{evet}|X) = ?$$

$$\begin{aligned} &= P(\text{yağmurlu}|\text{evet}) \cdot P(\text{sıcak}|\text{evet}) \cdot P(\text{yüksek}|\text{evet}) \cdot P(\text{zayıf}|\text{evet}) \cdot P(\text{evet}) \\ &= 3/5 \cdot 2/4 \cdot 3/7 \cdot 6/8 \cdot 9/14 \\ &= 0.062 \end{aligned}$$

$$P(\text{hayır}|X) = ?$$

$$\begin{aligned} &= P(\text{yağmurlu}|\text{hayır}) \cdot P(\text{sıcak}|\text{hayır}) \cdot P(\text{yüksek}|\text{hayır}) \cdot P(\text{zayıf}|\text{hayır}) \cdot P(\text{hayır}) \\ &= 2/5 \cdot 2/4 \cdot 4/7 \cdot 2/8 \cdot 5/14 \\ &= 0.01 \end{aligned}$$

$$P(X|\text{evet}) = \frac{0.062}{0.062+0.01} = 0.861$$

$$P(X|\text{hayır}) = \frac{0.01}{0.062+0.01} = 0.139$$

$P(X|\text{evet}) > P(X|\text{hayır})$  olduğundan örnek  $X'$  in sınıfı **evet** olarak öngörülür.

# Naive Bayes Sınıflandırıcı

Ödev:

## ÖRNEK

Verilen tabloya göre Dergi Harcaması=Evet, Saat Harcaması=Evet

Hayat Sigortası=Hayır, Kredi Kartı Sigortası=Hayır

Cinsiyet=?

| Dergi<br>Harcaması | Kol Saati<br>Harcaması | Hayat<br>Sigortası | Kredi Kartı<br>Sigortası | Cinsiyet |
|--------------------|------------------------|--------------------|--------------------------|----------|
| Evet               | Hayır                  | Hayır              | Hayır                    | E        |
| Evet               | Evet                   | Evet               | Hayır                    | K        |
| Hayır              | Hayır                  | Hayır              | Hayır                    | E        |
| Evet               | Evet                   | Evet               | Hayır                    | E        |
| Evet               | Hayır                  | Evet               | Hayır                    | K        |
| Hayır              | Hayır                  | Hayır              | Hayır                    | K        |
| Evet               | Hayır                  | Evet               | Evet                     | E        |
| Hayır              | Evet                   | Hayır              | Hayır                    | E        |
| Evet               | Hayır                  | Hayır              | Hayır                    | E        |
| Evet               | Evet                   | Evet               | Hayır                    | K        |

# Naive Bayes Sınıflandırıcı

## Avantaj

- Basit ve kolay uygulanabilir.
- Az veriyle iyi işler başarabilir.
- Hızlı olmasından dolayı gerçek zamanlı sistemlerde kullanılabilir.
- Kategorik verilerde sayısal verilere göre daha iyi çalışır.

## Dezavantajları

- Tüm özelliklerin bağımsız olduğunu varsayar ancak bu gerçek hayatı nadirdir.
- Sistem dinamik olduğundan her defasında eğitim en baştan yapılır.
- Zero Probability problemi ile karşı karşıya kalabilirsiniz. Zero Probability istediğimiz örneğin veri setinde hiç bulunmaması durumudur. Bunun için en basit yöntem tüm verilere minimum değer ekleyerek (genellikle 1) bu olasılığı ortadan kaldırılmaktır.

# Naive Bayes Sınıflandırıcı

## Avantaj

- Basit ve kolay uygulanabilir.
- Az veriyle iyi işler başarabilir.
- Hızlı olmasından dolayı gerçek zamanlı sistemlerde kullanılabilir.

## Dezavantajları

- Tüm özelliklerin bağımsız olduğunu varsayar ancak bu gerçek hayatı nadirdir.
- Zero Probability problemi ile karşı karşıya kalabilirsiniz. Zero Probability istediğimiz örneğin veri setinde hiç bulunmaması durumudur. Bunun için en basit yöntem tüm verilere minimum değer ekleyerek (genellikle 1) bu olasılığı ortadan kaldırılmaktır.

# Naive Bayes Sınıflandırıcı

## Uygulama Alanları

- Gerçek Zamanlı Sistemler
- Çoklu Sınıflandırma Problemleri (Haber / E-Ticaret Kategorileri)
- Metin Sınıflandırma (Spam Filtreleme / Duygu Analizi)
- Hastalık Teşhisleri
- Tavsiye Sistemleri (Recommendation System)

# Kaynaklar

Sargur Srihari (CEDAR),  
Jason Corso (SUNY at Buffalo),  
Armando Vieira (Closer),  
Luis Gustavo Martins (Catolica),  
Selim Aksoy (Bilkent)