

3.1. İstatistiksel Çıkarsama

İstatistiksel çıkarsama sürecinin iki temel ayağı tahmin ve hipotez testidir. Bu ve sonraki bölümde tahmin, dört ve beşinci bölümlerde ise hipotez testleri konularını ele alacağız. Tahmin anakütle parametresinin alabileceği değerlerin belirlenmesine ilişkin süreç karşılık gelirken, hipotez testi ise anakütle parametrelerine ilişkin iddiayı değerlendirme sürecidir.

İstatistiksel tahmin iki şekilde yapılabilir:

-Nokta Tahmini

-Aralık Tahmini

Bilinmeyen bir kütle parametresini tahmin etmek için kullanılan örnek istatistiğine **tahminci** denir. Bir tahmincinin bir tek değerle ifade edilmesine **nokta tahmini** adı verilir. Kütle ortalaması μ nün tahmincisi \bar{X} , Kütle varyansının tahmincisi s^2 birer nokta tahminidir.

Literatürde tahmincilerin taşınması gereken 4 özellik vurgulanır:

-Sapmasızlık

-Tutarlılık

-Etkinlik

- Yeterlilik

Yukarıda vurgulanan tahmincinin taşınması gereken özellikler kısaca şöyle açıklanabilir:

1. Sapmasızlık: Örnek istatistiğinin beklenen değeri tahmin edilmek istenen ana kütle parametresine eşit ise, söz konusu istatistik ana kütle parametresinin “sapmasız” bir tahminidir

$$E(\bar{X}) = \mu, \quad E(\hat{p}) = p \quad \text{ise } \bar{X} \text{ ve } \hat{p} \text{ sırasıyla } \mu \text{ ve } p \text{'nin tahmincisi}$$

2. Tutarlılık: Örnek hacmi artarken tahmin edici tahmin edilmek istenen kütle parametresine yaklaşıyorsa bu tahmin ediciye tutarlı tahmin edici adı verilir.

3. Etkinlik: Tutarlı tahmin ediciler arasından birinin seçilmesi istendiğinde seçim etkinlik kriterine göre yapılır. Tahmin edicilerin etkinliği varyanslarına dayanır. Hangi örnek istatistiğinin dağılımı daha küçük varyansa sahipse, tahmin olarak o istatistik tercih edilir.

4.Yeterlilik: Bir tahmin edici tahmin edilmek istenen parametre hakkında örnekte bulunan bütün veriyi kullanıyorsa bu tahmin edicinin yeterli olduğu söylenir.

Eğer anakütle parametresi örneklemden yola çıkılarak tek bir sayısal değerle ifade edilirse bu değere nokta tahmini denir. Örneğin İktisat fakültesine kayıtlı bir öğrencinin matematik dersi not ortalamasını tahmin etmek istediğimizde bu tahmini tek bir değerle gösterilirse 75 gibi bu nokta tahmine örnektir.

Anakütle parametresinin tahminini tek bir değerle yapmak güvenilir bir çıkarsama olarak kabul edilmez. Çıkarsamanın güven düzeyini artırmak için bir tahminin belli bir hata payı içerdiğini düşünerek bir aralıkta değer vermektir. Örneğin İktisat fakültesine kayıtlı bir öğrencinin not ortalamasını tahmin etmek istediğimizde not ortalamasını içine alan bir aralık olarak 70-80 arası şeklinde ifade edilebilir.

3.2. Nokta ve Aralık Tahmini

Nokta tahmini, bu tahminin bilinmeyen gerçek anakütle parametresine ne kadar yakın olabileceğine yani doğru parametre değerine hangi olasılıkla ve ne kadar yakın olduğuna ilişkin bir bilgi içermez. Oysa aralık tahmini bilinmeyen parametreye ilişkin belirsizliği dikkate alır.

Bir anakütle parametresinin aralık tahmincisi, örneklem bilgisinden faydalananarak o anakütle parametresinin içinde bulunduğu bir aralığı belirler. Buna karşılık gelen tahmine de aralık tahmini denir. Anakütle parametresinin tahmini tek bir değer yerine bir değerler aralığı içinde ifade edilir. Belli bir güvenle bu aralığın tahmin edilmek istenen parametreyi içerdiği söylenebilir. $1-\alpha$ olarak ifade edilen güven düzeyi parametrenin gerçek değerinin $1-\alpha$ olasılıkla belirlenen aralık içinde olduğunu ifade eder. Ya da α olasılıkla parametreyi içermez.

Belirli bir olasılık dâhilinde parametre değerlerinin şu aralıkta yer aldığı düşünülür:

$$a < \mu < b$$

α olasılık değeri dikkate alınarak yukarıdaki eşitsizlik şöyle düzenlenir:

$p(a \leq \mu \leq b) = 1 - \alpha$, a ve b arasındaki uzaklık güven aralığını verir. Anakütle parametresi μ , $1 - \alpha$ olasılıkla a ve b arasındadır. Söz konusu olan anakütle oranının tahmini ise P parametresinin yaklaşımı da değişmeyecektir.

Ortalamaların dağılımı anakütle varyansının bilinip bilinmemesine göre farklılık göstermektedir. Güven aralıklarının oluşturulmasında da bu durum dikkate alınır.

3.3. Anakütle Varyansının Bilindiği Durumlarda Anakütle Ortalamasının Güven Aralığı:

Önceki bölümden hatırlanacağı üzere anakütle ortalaması μ ve varyansı σ^2 olan normal dağılıma uyarsa örnek ortalamaları da ortalaması μ ve varyansı σ^2/n olan normal dağılıma uyar. Öte yandan örnek hacmi (n) büyük olduğu zaman ortalamaların örnekleme dağılımı normal dağılıma yaklaşmaktadır.

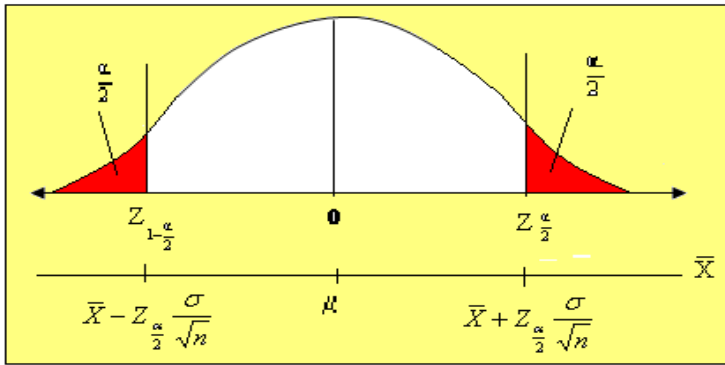
%100(1- α) güven derecesi ile μ için güven aralığı şöyle olur:

$$\bar{X} - Z_{\frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + Z_{\frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \text{ olacaktır.}$$

Yukarıdaki eşitsizliği tahmin edilecek diğer anakütle parametreleri için de aslında şu şekilde gösterebiliriz:

*istatistik \mp tablo değeri * s tan dard hata*

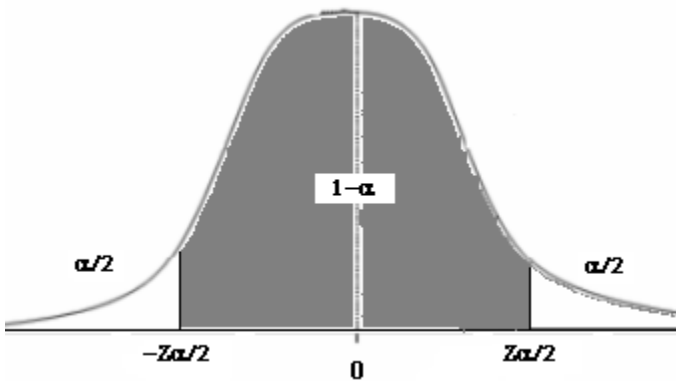
Anakütle varyans değerinin bilindiği ve örnek sayısının 30'dan fazla olduğu durumlarda normal dağılım tablosu (Z tablosu) kullanılır.



Grafikte görülen kırmızı alanların toplamı α olasılık değerine karşılık gelecektir. Beyaz alan ise anakütle parametresinin yer aldığı alandır. Şimdi çeşitli örnekler üzerinde bu kavramları değerlendirelim.

ÖRNEK:

Piyasaya yeni sürülen bir ürünün uzunluğunun standart sapması 2cm'dir. Rastgele seçilen 16 ürünün ortalama uzunluğu 4 cm olarak hesaplanmıştır. %95 güvenle anakütle ortalamasını tahmin ediniz.



% 95 güvenle yapılacak tahmin $1-\alpha = 0.95$ ve $\alpha = 0.05$ şeklinde yorumlanacaktır.

Tablo değerini tespit edebilmek için çizimde yer alan alanın tek bir tarafı (sağ ya da sol) için düşünerek hareket etmek tablo okumayı kolaylaştıracaktır.

$\alpha/2 = 0.025$, $0.5 - 0.025 = 0.475$ ya da $0.95/2 = 0.475$ griye boyalı alanın yarısına karşılık gelecektir. Bölüm sonunda yer alan tablodan da görülebileceği gibi 0.475 değerine karşılık gelen tablo değeri 1.96 ‘dır.

Z tablosundan elde edilen değer $Z_{\alpha/2} = 1.96$.

$$\bar{X} - Z_{\frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + Z_{\frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$4 - 1.96 \cdot \frac{2}{\sqrt{16}} \leq \mu \leq 4 + 1.96 \cdot \frac{2}{\sqrt{16}}$$
$$3.02 \leq \mu \leq 4.98$$

16 rnekten elde edilen bilgiyle söylenebilir ki anakütle ortalaması % 95 güvenle 3,02 ile 4,98 arasındadır.

Eğer anakütle varyansına ilişkin bilgi soruda verilmişse örnek sayısı 30’dan az olsa da normal dağılım tablosunu kullanıyoruz.

rnek: Bir fabrikada üretilen margarin paketlerinin ağırlığının varyansı 100 gr dır. Rastgele seçilen 25 paketin ağırlığının ortalaması 120 gr.’dir. Ana kütle ortalamasını %90 ve %99 güvenle tahmin ediniz.

-%90 güvenle anakütle ortalama değeri

$\alpha = 0.10$, $\alpha/2 = 0.05$ olacaktır. Tablo değeri $Z_{\alpha} = 1.65$ olur

$$120 - 1.65 \cdot \frac{10}{\sqrt{25}} \leq \mu \leq 120 + 1.65 \cdot \frac{10}{\sqrt{25}}$$

$$116.71 \leq \mu \leq 123.29$$

Aynı koşullar altında alınan 100 örnekten bulunan güven aralıklarının 90 tanesi parametre değerini içinde bulundurması beklenir.

-%99 güvenle anakütle ortalama değeri

$\alpha = 0.01$, $\alpha/2 = 0.005$ olacaktır. $Z_{\alpha} = 2.58$ olur

$$120 - 2.58 \frac{10}{\sqrt{25}} \leq \mu \leq 120 + 2.58 \frac{10}{\sqrt{25}}$$

$$114.76 \leq \mu \leq 125.24$$

3.4. Anakütle Varyansının Bilinmediği Durumlarda Anakütle Ortalamasının Güven Aralığı

Anakütle varyansı çoğu zaman bilinmez. Anakütle varyansı σ^2 bilinmediği zaman anakütlenin dağılımı normal olmak koşuluyla μ 'nın $(1-\alpha)$ güven aralığı t dağılımı ile belirlenir.

Normal dağılan bir anakütleden çekilen n büyüklüğündeki rassal bir örnek için $\frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{n}}$ nin dağılımı n-1 serbestlik dereceli t dağılımına uyar.

Buna göre anakütle varyansı bilinmeyen bir anakütleden çekilen n birimlik bir örneğe dayanarak anakütle ortalamasının $(1-\alpha)$ güven aralığı şöyle yazılır.

$$\bar{X} - t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \cdot \frac{S}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Anakütle varyansı bilinmediğinde ve örnek hacmi $n < 30$ olduğunda t dağılımı tercih edilir, t tablosu bölüm sonunda yer almaktadır. Tabloda yer alan serbestlik derecesi kolonuna n-1 dikkate alınarak ulaşılır, tablo okuma yaklaşımı normal dağılım tablosunda olduğu gibidir.

Örnek:

ABC dersanesinin öğrencilerinin bir sınavdaki ortalama başarısını ölçmek için 16 öğrenci seçiliyor, öğrencilerin not ortalamasının 90 ve notların standart sapmasının da 12 olduğu görülüyor. %95 güvenle bu ABC dershanesinin başarı ortalamasını tamini ediniz.,

Anakütle varyansı verilmemiş, örnek sayısı da $n < 30$ olduğundan t dağılımı tercih edilir.

$$n = 16, \bar{X} = 90, S = 12, 1 - \alpha = 0,95 \quad t_{\alpha/2, sd} = t_{0,025, 15} = 2,13$$

Bölüm sonunda t tablosu yer almaktadır.

$$\begin{aligned} \bar{X} - t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \cdot \frac{S}{\sqrt{n}} &< \mu < \bar{X} + t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \cdot \frac{S}{\sqrt{n}} \\ 90 - 2,13 \cdot \frac{12}{\sqrt{16}} &< \mu < 90 + 2,13 \cdot \frac{12}{\sqrt{16}} \end{aligned}$$

%95 güvenle anakütle ortalaması 83.61 ile 96.39 arasındadır.

Örnek:

Bir parkuru tamamlamak isteyen 10 koşucunun dakika cinsinden süreleri şöyledir: 15, 8.5, 10.2, 11, 12.2, 11, 7.3, 10.1, 9.6, 14.5 Anakütle ortalaması için %95 güvenle sınırları oluşturunuz.

Anakütle varyansı bilinmiyor ve örnek sayısı 10 yine t dağılımı kullanılmalıdır.

$$(1 - \alpha) = 0.95 \quad \alpha / 2 = 0.025 \quad t_{10-1,0.025} = 2.262$$

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1} = 5.89$$

$$10.94 - 2.262 \frac{\sqrt{5.89}}{\sqrt{10}} \leq \mu \leq 10.94 + 2.262 \frac{\sqrt{5.89}}{\sqrt{10}}$$

$$9.2 \leq \mu \leq 12.68$$

3.5. Anakütle Oranının Tahmini

Anakütle oranı p'nin tahmin edilmesi için örneklem oranı \hat{p} 'dan faydalanılır.

p' nin $1-\alpha$ güven aralığı normal dağılım varsayımı ile şöyle yazılır.

$$\hat{p} - z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}} \leq p \leq \hat{p} + z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}$$

Yaklaşım yine aynıdır, örnekten hesaplanan değere “tablo değeri* standart hata” eklenir ve çıkarılır. Kullanacağımız tablo z tablosudur.

$$\hat{p} \mp Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}$$

Örnek:

Bir bölgede sigara içenlerin oranını tahmin etmek amacıyla rastgele 200 kişiye sorulmuş ve 24 kişi sigara içtiğini bildirmiştir. Bu verilere göre bu bölgedeki sigara içme oranını %99 güvenle tahmin ediniz.

$$\hat{p} = \frac{24}{200} \Rightarrow \hat{p} = 0,12 \quad \hat{q} = 0,88 \quad n = 200 \quad 1 - \alpha = 0,99 \quad \alpha = 0,01 \quad Z_{\alpha/2} = Z_{0,005} = 2,58$$

$$\hat{p} - z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}} < p < \hat{p} + z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}$$

$$0,12 - 2,58 \cdot \sqrt{\frac{0,12 \cdot 0,88}{200}} < p < 0,12 + 2,58 \cdot \sqrt{\frac{0,12 \cdot 0,88}{200}}$$

$$0.061 \leq p \leq 0.179$$

Örnek:

Bir doktora gelen 150 hastanın 50'sinde astım rahatsızlığına rastlanmıştır. Bu bölgede yaşayan astım hastalarının oranını %95 güvenle tahmin ediniz.

$$Z_{\alpha/2} = 1.96$$

$$\hat{p} = 50/150 = 0,3$$

$$0.3 - 1.96 \sqrt{\frac{0.3 \times 0.7}{150}} \leq p \leq 0.3 + 1.96 \sqrt{\frac{0.3 \times 0.7}{150}}$$

%95 güvenle bu aralık şöyledir:

$$0.226 < p < 0.373$$

Örnek:

Bir sınıfta test sınavına verilen doğru yanıtların ortalamasının 28, standart sapmasının da 2 olduğu hesaplanmıştır. Rastgele seçilen 81 öğrencinin vereceği doğru yanıt sayısını %95 güven düzeyinde belirleyiniz.

$$\bar{X} - z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$28 - 1.96 \frac{2}{9} \leq \mu \leq 28 + 1.96 \frac{2}{9}$$

$$27.565 \leq \mu \leq 28.435$$

Örnek: Bir sınıftaki 25 öğrencinin test sınavına verdikleri doğru yanıtların ortalamasının 28, standart sapmasının da 2 olduğu hesaplanmıştır. Öğrencilerin verdikleri doğru yanıt sayısını %95 güven düzeyinde belirleyiniz.

$$\bar{X} - t_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + t_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$28 - 2.064 \frac{2}{5} \leq \mu \leq 28 + 2.064 \frac{2}{5}$$

$$27.565 \leq \mu \leq 28.435$$

$$27.17 \leq \mu \leq 28.83$$

Örnek: Üniversite öğrencilerinin oluşturduğu bir kitleden rastgele seçilen 49 öğrencinin haftalık spor yapma sıklıkları incelenmiş ve haftalık spor süresinin 20 saat ortalamaya ve 5 saat standart sapmaya sahip olduğu görülmüştür. Üniversite öğrencilerinin haftalık ortalama spor yapma süresini %95 güven düzeyinde tahmin ediniz.

$$20 \pm 1.96 \frac{5}{\sqrt{49}}$$

$$18.6 \leq \mu \leq 21.6$$

Örnek: Bir üretim sürecinden rastgele seçilen 25 ürünün ortalama ağırlığı 1000 gr ve varyansı da 625 gr olarak hesaplanmıştır. %95 güvenle üretilen ürünlerin ortalama ağırlığını tahmin ediniz.

Kitle sapması bilinmediğinden ve örnek sayısı 30'dan küçük olduğunda t dağılımı tercih edilir.

$$1000 \pm 2.064 \frac{25}{\sqrt{25}}$$

$$989.68 \leq \mu \leq 1010.32$$

Örnek:

Bir bölgede yaşayan ve sabahları işe kendi araçları ile giden 250 kişi ile görüşülmüş bu kişilerin 185'i sabahları yolda radyo dinlediklerini söylemiştir. Buna göre sabahları radyo dinleyenlerin oranı %99 güvenle nedir?

$$\hat{p} = \frac{185}{250}$$

$$\hat{q} = 0.26$$

$$0.74 - 2.58 \sqrt{\frac{0.74 * 0.26}{250}} \leq p \leq 0.74 + 2.58 \sqrt{\frac{0.74 * 0.26}{250}}$$

$$0.72 \leq p \leq 0.76$$

Örnek:

Rastgele seçilen 40 sosyal bilimler alanında okuyan üniversite öğrencisinden 12'si düzenli olarak spor yaptığını söylemiştir. Buna göre sosyal bilimler alanında okuyan üniversite öğrencilerinden düzenli spor yapanların oranını %95 güvenle tahmin ediniz. Bu örneklemden kaynaklanan standart hatanın büyüklüğünü belirleyiniz.

$$\hat{p} = \frac{12}{40} = 0.3$$

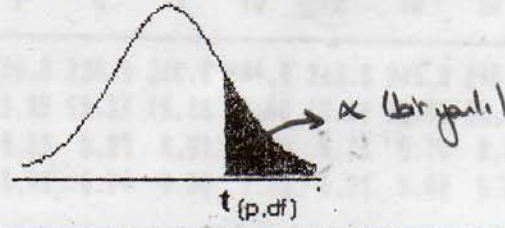
$$\sigma_{\hat{p}} = \sqrt{\frac{0.3 * 0.7}{40}} = 0.072$$

$$0.30 \pm 1.96(0.072)$$

$$0.16 \leq p \leq 0.44$$

Student'in t Tablosu

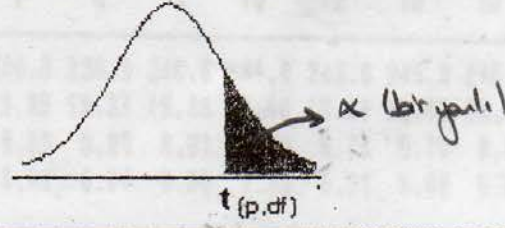
t tablosu sağ yan değerleri olasılıkları



| 2 yanlı alfa | 0.80 | 0.50 | 0.20 | 0.10 | 0.05 | 0.02 | 0.010 | 0.001 |
|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Sd\1yanlı alfa | 0.40 | 0.25 | 0.10 | 0.05 | 0.025 | 0.01 | 0.005 | 0.0005 |
| 1 | 0.324920 | 1.000000 | 3.077684 | 6.313752 | 12.70620 | 31.82052 | 63.65674 | 636.6192 |
| 2 | 0.288675 | 0.816497 | 1.885618 | 2.919986 | 4.30265 | 6.96456 | 9.92484 | 31.5991 |
| 3 | 0.276671 | 0.764892 | 1.637744 | 2.353363 | 3.18245 | 4.54070 | 5.84091 | 12.9240 |
| 4 | 0.270722 | 0.740697 | 1.533206 | 2.131847 | 2.77645 | 3.74695 | 4.60409 | 8.6103 |
| 5 | 0.267181 | 0.726687 | 1.475884 | 2.015048 | 2.57058 | 3.36493 | 4.03214 | 6.8688 |
| 6 | 0.264835 | 0.717558 | 1.439756 | 1.943180 | 2.44691 | 3.14267 | 3.70743 | 5.9588 |
| 7 | 0.263167 | 0.711142 | 1.414924 | 1.894579 | 2.36462 | 2.99795 | 3.49948 | 5.4079 |
| 8 | 0.261921 | 0.706387 | 1.396815 | 1.859548 | 2.30600 | 2.89646 | 3.35539 | 5.0413 |
| 9 | 0.260955 | 0.702722 | 1.383029 | 1.833113 | 2.26216 | 2.82144 | 3.24984 | 4.7809 |
| 10 | 0.260185 | 0.699812 | 1.372184 | 1.812461 | 2.22814 | 2.76377 | 3.16927 | 4.5869 |
| 11 | 0.259556 | 0.697445 | 1.363430 | 1.795885 | 2.20099 | 2.71808 | 3.10581 | 4.4370 |
| 12 | 0.259033 | 0.695483 | 1.356217 | 1.782288 | 2.17881 | 2.68100 | 3.05454 | 4.3178 |
| 13 | 0.258591 | 0.693829 | 1.350171 | 1.770933 | 2.16037 | 2.65031 | 3.01228 | 4.2208 |
| 14 | 0.258213 | 0.692417 | 1.345030 | 1.761310 | 2.14479 | 2.62449 | 2.97684 | 4.1405 |
| 15 | 0.257885 | 0.691197 | 1.340606 | 1.753050 | 2.13145 | 2.60248 | 2.94671 | 4.0728 |
| 16 | 0.257599 | 0.690132 | 1.336757 | 1.745884 | 2.11991 | 2.58349 | 2.92078 | 4.0150 |
| 17 | 0.257347 | 0.689195 | 1.333379 | 1.739607 | 2.10982 | 2.56693 | 2.89823 | 3.9651 |
| 18 | 0.257123 | 0.688364 | 1.330391 | 1.734064 | 2.10092 | 2.55238 | 2.87844 | 3.9216 |
| 19 | 0.256923 | 0.687621 | 1.327728 | 1.729133 | 2.09302 | 2.53948 | 2.86093 | 3.8834 |
| 20 | 0.256743 | 0.686954 | 1.325341 | 1.724718 | 2.08596 | 2.52798 | 2.84534 | 3.8495 |
| 21 | 0.256580 | 0.686352 | 1.323188 | 1.720743 | 2.07961 | 2.51765 | 2.83136 | 3.8193 |
| 22 | 0.256432 | 0.685805 | 1.321237 | 1.717144 | 2.07387 | 2.50832 | 2.81876 | 3.7921 |
| 23 | 0.256297 | 0.685306 | 1.319460 | 1.713872 | 2.06866 | 2.49987 | 2.80734 | 3.7676 |
| 24 | 0.256173 | 0.684850 | 1.317836 | 1.710882 | 2.06390 | 2.49216 | 2.79694 | 3.7454 |
| 25 | 0.256060 | 0.684430 | 1.316345 | 1.708141 | 2.05954 | 2.48511 | 2.78744 | 3.7251 |
| 26 | 0.255955 | 0.684043 | 1.314972 | 1.705618 | 2.05553 | 2.47863 | 2.77871 | 3.7066 |
| 27 | 0.255858 | 0.683685 | 1.313703 | 1.703288 | 2.05183 | 2.47266 | 2.77068 | 3.6896 |
| 28 | 0.255768 | 0.683353 | 1.312527 | 1.701131 | 2.04841 | 2.46714 | 2.76326 | 3.6739 |
| 29 | 0.255684 | 0.683044 | 1.311434 | 1.699127 | 2.04523 | 2.46202 | 2.75639 | 3.6594 |
| 30 | 0.255605 | 0.682756 | 1.310415 | 1.697261 | 2.04227 | 2.45726 | 2.75000 | 3.6460 |
| Sns. | 0.253347 | 0.674490 | 1.281552 | 1.644854 | 1.95996 | 2.32635 | 2.57583 | 3.2905 |

Student'in t Tablosu

t tablosu sağ yan değerleri olasılıkları



| 2 yanlı alfa | 0.80 | 0.50 | 0.20 | 0.10 | 0.05 | 0.02 | 0.010 | 0.001 |
|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Sd\1yanlı alfa | 0.40 | 0.25 | 0.10 | 0.05 | 0.025 | 0.01 | 0.005 | 0.0005 |
| 1 | 0.324920 | 1.000000 | 3.077684 | 6.313752 | 12.70620 | 31.82052 | 63.65674 | 636.6192 |
| 2 | 0.288675 | 0.816497 | 1.885618 | 2.919986 | 4.30265 | 6.96456 | 9.92484 | 31.5991 |
| 3 | 0.276671 | 0.764892 | 1.637744 | 2.353363 | 3.18245 | 4.54070 | 5.84091 | 12.9240 |
| 4 | 0.270722 | 0.740697 | 1.533206 | 2.131847 | 2.77645 | 3.74695 | 4.60409 | 8.6103 |
| 5 | 0.267181 | 0.726687 | 1.475884 | 2.015048 | 2.57058 | 3.36493 | 4.03214 | 6.8688 |
| 6 | 0.264835 | 0.717558 | 1.439756 | 1.943180 | 2.44691 | 3.14267 | 3.70743 | 5.9588 |
| 7 | 0.263167 | 0.711142 | 1.414924 | 1.894579 | 2.36462 | 2.99795 | 3.49948 | 5.4079 |
| 8 | 0.261921 | 0.706387 | 1.396815 | 1.859548 | 2.30600 | 2.89646 | 3.35539 | 5.0413 |
| 9 | 0.260955 | 0.702722 | 1.383029 | 1.833113 | 2.26216 | 2.82144 | 3.24984 | 4.7809 |
| 10 | 0.260185 | 0.699812 | 1.372184 | 1.812461 | 2.22814 | 2.76377 | 3.16927 | 4.5869 |
| 11 | 0.259556 | 0.697445 | 1.363430 | 1.795885 | 2.20099 | 2.71808 | 3.10581 | 4.4370 |
| 12 | 0.259033 | 0.695483 | 1.356217 | 1.782288 | 2.17881 | 2.68100 | 3.05454 | 4.3178 |
| 13 | 0.258591 | 0.693829 | 1.350171 | 1.770933 | 2.16037 | 2.65031 | 3.01228 | 4.2208 |
| 14 | 0.258213 | 0.692417 | 1.345030 | 1.761310 | 2.14479 | 2.62449 | 2.97684 | 4.1405 |
| 15 | 0.257885 | 0.691197 | 1.340606 | 1.753050 | 2.13145 | 2.60248 | 2.94671 | 4.0728 |
| 16 | 0.257599 | 0.690132 | 1.336757 | 1.745884 | 2.11991 | 2.58349 | 2.92078 | 4.0150 |
| 17 | 0.257347 | 0.689195 | 1.333379 | 1.739607 | 2.10982 | 2.56693 | 2.89823 | 3.9651 |
| 18 | 0.257123 | 0.688364 | 1.330391 | 1.734064 | 2.10092 | 2.55238 | 2.87844 | 3.9216 |
| 19 | 0.256923 | 0.687621 | 1.327728 | 1.729133 | 2.09302 | 2.53948 | 2.86093 | 3.8834 |
| 20 | 0.256743 | 0.686954 | 1.325341 | 1.724718 | 2.08596 | 2.52798 | 2.84534 | 3.8495 |
| 21 | 0.256580 | 0.686352 | 1.323188 | 1.720743 | 2.07961 | 2.51765 | 2.83136 | 3.8193 |
| 22 | 0.256432 | 0.685805 | 1.321237 | 1.717144 | 2.07387 | 2.50832 | 2.81876 | 3.7921 |
| 23 | 0.256297 | 0.685306 | 1.319460 | 1.713872 | 2.06866 | 2.49987 | 2.80734 | 3.7676 |
| 24 | 0.256173 | 0.684850 | 1.317836 | 1.710882 | 2.06390 | 2.49216 | 2.79694 | 3.7454 |
| 25 | 0.256060 | 0.684430 | 1.316345 | 1.708141 | 2.05954 | 2.48511 | 2.78744 | 3.7251 |
| 26 | 0.255955 | 0.684043 | 1.314972 | 1.705618 | 2.05553 | 2.47863 | 2.77871 | 3.7066 |
| 27 | 0.255858 | 0.683685 | 1.313703 | 1.703288 | 2.05183 | 2.47266 | 2.77068 | 3.6896 |
| 28 | 0.255768 | 0.683353 | 1.312527 | 1.701131 | 2.04841 | 2.46714 | 2.76326 | 3.6739 |
| 29 | 0.255684 | 0.683044 | 1.311434 | 1.699127 | 2.04523 | 2.46202 | 2.75639 | 3.6594 |
| 30 | 0.255605 | 0.682756 | 1.310415 | 1.697261 | 2.04227 | 2.45726 | 2.75000 | 3.6460 |
| Sns. | 0.253347 | 0.674490 | 1.281552 | 1.644854 | 1.95996 | 2.32635 | 2.57583 | 3.2905 |

| z | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,0 | 0,0000 | 0,0040 | 0,0080 | 0,0120 | 0,0160 | 0,0199 | 0,0239 | 0,0279 | 0,0319 | 0,0359 |
| 0,1 | 0,0398 | 0,0438 | 0,0478 | 0,0517 | 0,0557 | 0,0596 | 0,0636 | 0,0675 | 0,0714 | 0,0754 |
| 0,2 | 0,0793 | 0,0832 | 0,0871 | 0,0910 | 0,0948 | 0,0987 | 0,1026 | 0,1064 | 0,1103 | 0,1141 |
| 0,3 | 0,1179 | 0,1217 | 0,1255 | 0,1293 | 0,1331 | 0,1368 | 0,1406 | 0,1443 | 0,1480 | 0,1517 |
| 0,4 | 0,1554 | 0,1591 | 0,1628 | 0,1664 | 0,1700 | 0,1736 | 0,1772 | 0,1808 | 0,1844 | 0,1879 |
| 0,5 | 0,1915 | 0,1950 | 0,1985 | 0,2019 | 0,2054 | 0,2088 | 0,2123 | 0,2157 | 0,2190 | 0,2224 |
| 0,6 | 0,2258 | 0,2291 | 0,2324 | 0,2357 | 0,2389 | 0,2422 | 0,2454 | 0,2486 | 0,2518 | 0,2549 |
| 0,7 | 0,2580 | 0,2612 | 0,2642 | 0,2673 | 0,2704 | 0,2734 | 0,2764 | 0,2794 | 0,2823 | 0,2852 |
| 0,8 | 0,2881 | 0,2910 | 0,2939 | 0,2967 | 0,2996 | 0,3023 | 0,3051 | 0,3078 | 0,3106 | 0,3133 |
| 0,9 | 0,3159 | 0,3186 | 0,3212 | 0,3238 | 0,3264 | 0,3289 | 0,3315 | 0,3340 | 0,3365 | 0,3389 |
| 1,0 | 0,3413 | 0,3438 | 0,3461 | 0,3485 | 0,3508 | 0,3531 | 0,3554 | 0,3577 | 0,3599 | 0,3621 |
| 1,1 | 0,3643 | 0,3665 | 0,3686 | 0,3708 | 0,3729 | 0,3749 | 0,3770 | 0,3790 | 0,3810 | 0,3830 |
| 1,2 | 0,3849 | 0,3869 | 0,3888 | 0,3907 | 0,3925 | 0,3944 | 0,3962 | 0,3980 | 0,3997 | 0,4015 |
| 1,3 | 0,4032 | 0,4049 | 0,4066 | 0,4082 | 0,4099 | 0,4115 | 0,4131 | 0,4147 | 0,4162 | 0,4177 |
| 1,4 | 0,4192 | 0,4207 | 0,4222 | 0,4236 | 0,4251 | 0,4265 | 0,4279 | 0,4292 | 0,4306 | 0,4319 |
| 1,5 | 0,4332 | 0,4345 | 0,4357 | 0,4370 | 0,4382 | 0,4394 | 0,4406 | 0,4418 | 0,4429 | 0,4441 |
| 1,6 | 0,4452 | 0,4463 | 0,4474 | 0,4484 | 0,4495 | 0,4505 | 0,4515 | 0,4525 | 0,4535 | 0,4545 |
| 1,7 | 0,4554 | 0,4564 | 0,4573 | 0,4582 | 0,4591 | 0,4599 | 0,4608 | 0,4616 | 0,4625 | 0,4633 |
| 1,8 | 0,4641 | 0,4649 | 0,4656 | 0,4664 | 0,4671 | 0,4678 | 0,4686 | 0,4693 | 0,4699 | 0,4706 |
| 1,9 | 0,4713 | 0,4719 | 0,4726 | 0,4732 | 0,4738 | 0,4744 | 0,4750 | 0,4756 | 0,4761 | 0,4767 |
| 2,0 | 0,4772 | 0,4778 | 0,4783 | 0,4788 | 0,4793 | 0,4798 | 0,4803 | 0,4808 | 0,4812 | 0,4817 |
| 2,1 | 0,4821 | 0,4826 | 0,4830 | 0,4834 | 0,4838 | 0,4842 | 0,4846 | 0,4850 | 0,4854 | 0,4857 |
| 2,2 | 0,4861 | 0,4864 | 0,4868 | 0,4871 | 0,4875 | 0,4878 | 0,4881 | 0,4884 | 0,4887 | 0,4890 |
| 2,3 | 0,4893 | 0,4896 | 0,4898 | 0,4901 | 0,4904 | 0,4906 | 0,4909 | 0,4911 | 0,4913 | 0,4916 |
| 2,4 | 0,4918 | 0,4920 | 0,4922 | 0,4925 | 0,4927 | 0,4929 | 0,4931 | 0,4932 | 0,4934 | 0,4936 |

| | | | | | | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2,5 | 0,4938 | 0,4940 | 0,4941 | 0,4943 | 0,4945 | 0,4946 | 0,4948 | 0,4949 | 0,4951 | 0,4952 |
| 2,6 | 0,4953 | 0,4955 | 0,4956 | 0,4957 | 0,4959 | 0,4960 | 0,4961 | 0,4962 | 0,4963 | 0,4964 |
| 2,7 | 0,4965 | 0,4966 | 0,4967 | 0,4968 | 0,4969 | 0,4970 | 0,4971 | 0,4972 | 0,4973 | 0,4974 |
| 2,8 | 0,4974 | 0,4975 | 0,4976 | 0,4977 | 0,4977 | 0,4978 | 0,4979 | 0,4979 | 0,4980 | 0,4981 |
| 2,9 | 0,4981 | 0,4982 | 0,4982 | 0,4983 | 0,4984 | 0,4984 | 0,4985 | 0,4985 | 0,4986 | 0,4986 |
| 3,0 | 0,4987 | 0,4987 | 0,4987 | 0,4988 | 0,4988 | 0,4989 | 0,4989 | 0,4989 | 0,4990 | 0,4990 |
| 3,1 | 0,4990 | 0,4991 | 0,4991 | 0,4991 | 0,4992 | 0,4992 | 0,4992 | 0,4992 | 0,4993 | 0,4993 |
| 3,2 | 0,4993 | 0,4993 | 0,4994 | 0,4994 | 0,4994 | 0,4994 | 0,4994 | 0,4995 | 0,4995 | 0,4995 |
| 3,3 | 0,4995 | 0,4995 | 0,4995 | 0,4996 | 0,4996 | 0,4996 | 0,4996 | 0,4996 | 0,4996 | 0,4997 |
| 3,4 | 0,4997 | 0,4997 | 0,4997 | 0,4997 | 0,4997 | 0,4997 | 0,4997 | 0,4997 | 0,4997 | 0,4998 |
| 3,5 | 0,4998 | 0,4998 | 0,4998 | 0,4998 | 0,4998 | 0,4998 | 0,4998 | 0,4998 | 0,4998 | 0,4998 |
| 3,6 | 0,4998 | 0,4998 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 |
| 3,7 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 |
| 3,8 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 | 0,4999 |
| 3,9 | 0,5000 | 0,5000 | 0,5000 | 0,5000 | 0,5000 | 0,5000 | 0,5000 | 0,5000 | 0,5000 | 0,5000 |