

# Bilim iletişimde önemli bir araç: 4-gözlü tablo

## An important tool in science communication: 4-cells table

Osman Hayran<sup>1</sup> 



doi.org/10.35232/  
estudamhds.1596118

### Abstract

No matter how complex scientific methods may seem, there are simple ways and tools to understand and explain them. The four-cells table is a frequently used tool for this purpose. In fact, a four-cells table is a presentation technique prepared and used to show the relationship between the options of two variables, each with two options. It is a widely used tool to summarize the collected data and present the research findings. What makes it the subject of this article is its important function in science communication beyond being an ordinary presentation tool. In other words, its role in understanding and explaining the scientific complexities. For this purpose, seven important areas of use in medicine, epidemiology, biostatistics, machine learning and artificial intelligence are summarised. These areas are: calculating the predictive value of diagnostic tests, understanding the Bayes equation, calculating the performance of classification models in machine learning, summarising the power and errors of hypothesis tests, measuring inter-observer agreement, calculating risk in research, and visualising the Chi-Square significance test.

**Keywords:** 4-Cells Table, communication of science, simplification of complexity

### Özet

Bilimsel yöntemler ne kadar karmaşık görünse de onları anlamanın ve anlatmanın basit yolları, araçları bulunmaktadır. Dört gözlü tablo bu amaçla sıkça kullanılan bir araçtır. Aslında 4-gözlü tablo, her biri iki seçenekli iki değişkenin seçeneklerinin birbiri ile ilişkisini göstermek amacıyla hazırlanan ve kullanılan bir sunum tekniğidir. Bu nedenle araştırma verilerinin, bulgularının özetlenerek sunulmasında yaygın biçimde kullanılan bir araçtır. Onu bu yazının konusu yapan özelliği ise sıradan bir tablo olmanın ötesinde bilim iletişimindeki önemli işlevidir. Başka bir deyişle bilimsel olanı anlamak ve anlatmak konularındaki rolüdür. Bu amaçla tıp, epidemiyoloji, biyoistatistik, makine öğrenmesi ve yapay zeka alanında önemli yedi kullanım alanı özetlenmiştir. Bu alanlar: tanı testlerinin öngörü değerinin hesaplanması, Bayes denkleminin ne ifade ettiğinin anlaşılması, makine öğrenmesinde sınıflandırma modellerinin performansının hesaplanması, hipotez testlerinin gücünün ve hatalarının ne ifade ettiğinin özetlenmesi, gözlemciler arası uyumun ölçülmesi, araştırmalarda risk hesaplarının yapılması ve Ki-Kare önemlilik testinin görselleştirilmesi şeklinde sıralanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** 4-Gözlü Tablo, bilim iletişimi, karmaşıklığın basitleştirilmesi

*ESTUDAM Public Health Journal.*  
2025;10(1):105-15.

1- İstanbul Medipol  
University Faculty of  
Medicine, Department of  
Public Health.  
İstanbul, Türkiye.

**Sorumlu Yazar /**  
**Corresponding Author:**  
Prof. Dr. Osman HAYRAN  
e-posta / e-mail: ohayran@  
gmail.com

**Geliş Tarihi / Received:**  
04.12.2024

**Kabul Tarihi / Accepted:**  
07.01.2025

## Giriş

Günlük hayatımızı kolaylaştıran, dünyayı ve çevremizi daha hızlı ve daha iyi anlamamızı sağlayan pek çok araç ve yöntem konusunda fazla kafa yormayız. Sanki onlar hep varmış gibi düşünürüz. Oysa pek çoğunun arkasında uzun bir hikâye, sorunlarla baş etme ve çözüm bulma mücadeleleri, deneme-yanılma çabaları, insan aklı ve parlak zekalar bulunmaktadır. Çok sıradan gibi görünen bazı araç-gereç ve yöntemlerin olmaması durumunda ne tür güçlükler yaşanacağını genellikle düşünmeyiz ve bu normaldir. Bu anlamda başta ondalık sayılar, dört işlem olmak üzere matematik ve geometrinin temellerini oluşturan pek çok örnek sayılabilir.

Örneğin, neden sayılar için ondalık sistem var, bu sistemi kim, nasıl oluşturmuş, farklı sistemler de var mı yoksa tüm kültürlerde aynı sistemler mi var türünden “zihni sinir” soruları akla gelebilir. Yanıtlar ise aslında çok basittir. İnsan dünyayı anlamak ve işlerini kolaylaştırmak için bazı şeyleri saymaya başladığında önce doğal olarak parmaklarını kullanmaya başlamış ve on parmağı olduğundan sayı dizileri hep onun katları şeklinde oluşmuştur. (1) Ondalık sistem dışında farklı sistemlerin bulunduğu kültürler de olmakla birlikte tüm matematik bu temelde gelişmiştir. (Örneğin Kamboçya’da sayılar beşin katları şeklinde gitmektedir.) Günümüzde bilişim faaliyetlerinin temelini oluşturan sayısal sistem ise ondalık değil ikili sistemdir.

Bir başka örnek de 4-gözlü tablodur. Bazı değerleri, bilgileri tablolaştırarak sunmak ilk kez kimin aklına geldi bilinmez ama bunun da ondalık sayı sistemi kadar basit bir ihtiyaçtan kaynaklandığına kuşku yoktur.

Tablolar, toplanan verileri özetlemek, başkaları ile paylaşmak ve derli toplu sunmak amacıyla kullanılan sunum teknikleridir. Amaç bilgi paylaşımı ve sunum olduğu için bir tablo ne kadar

basit ve anlaşılır ise o kadar iyi demektir. Bu anlamda en basit tablo iki seçenekli iki değişkenin ilişkisini özetleme amaçlı 4-gözlü tablodur. Tablolar, toplam haneleri hesaba katılmadan değerlerin yer aldığı hücre sayısına yani göz sayısına göre adlandırılırlar.

Çok basit olan bu yöntem tıp, epidemiyoloji, biyoistatistik ve yapay zekâ alanında bazı karmaşık bilgileri basitleştirerek anlaşılır kılmak, bulgu ve bilgilerin paylaşımını kolaylaştırmak, bunun da ötesinde yeni bilgiler üretmek için kullanılan önemli bir araç ve yöntemdir.

Aşağıda 4-gözlü tablonun farklı kullanım alanlarına ilişkin önemli örnekler sıralanmıştır.

**Kullanım Alanı 1:** Tanı testlerinin öngörü değerinin saptanması (2, 3)

Hastalık tanısında kullanılan tanı testlerinin gerçek durum karşısında bir duyarlılığı ve özgünlüğü söz konusudur. Örneğin, pozitif ya da negatif şeklinde iki seçenikle değerlendirilen bir test sonucunun pozitif çıktığı bir kişinin mutlaka hasta olması gerekmez. Aynı şekilde negatif çıkan bir kişi de mutlaka sağlamdır anlamına gelmez. Bu anlamda tüm tanı testlerinin gerçek durumu saptama konusunda olasılık hesapları ile ifade edilebilen öngörü değerleri vardır. Öngörü değerleri, test sonucunda pozitif veya negatif çıkan kişilerin hangi olasılıkla gerçekten pozitif ya da negatif olduklarını gösterir. Testler yardımı ile pozitif negatiften, hasta olanı sağlamdan ayırma konusunda asıl ihtiyaç duyulan ve önem taşıyan değerler bunlardır.

Pozitif öngörü değeri, tanı testinin pozitif bulduğu kişilerin hangi olasılıkla gerçekten pozitif yani hasta olduğunu ifade eder.

Negatif öngörü değeri ise testin negatif bulduklarının hangi olasılıkla gerçekten negatif yani sağlam olduğunun ifadesidir. Burada şu önemli kuralın altını çizmek gerekir:

**ORCID:**

Osman HAYRAN:  
0000-0002-9994-5033

**Nasıl Atf Yapırım /**

**How to Cite:**

Hayran O. Bilim  
iletişiminde önemli bir araç:  
4-gözlü tablo ESTÜDAM  
Halk Sağlığı Dergisi.  
2025;10(1):105-15.

Bir tanı testinin duyarlılık ve özgünlüğü her zaman aynı olduğu halde, incelenen hastalığın görülme sıklığına bağlı olarak öngörü değerleri değişir.

Yani, bir hastalığın tanısında kullanılan bir testin sonucu hastalığın görülme sıklığına, prevalansına bağlı olarak farklı yorumlanmak durumundadır. Başka bir deyişle tanı testlerinin sonucu koşullu olasılık hesaplarına dayanır. İşte bu hesapları anlamamanın ve anlatmanın en basit yolu 4-gözlü tablodan yararlanmaktır.

Aşağıdaki tabloda (Tablo 1), hastalığı olanlar (a+c) ile olmayanların (b+d) hastalık tanısı için geliştirilen yeni bir test sonucuna göre dağılımı verilmiştir.

Bu dağılımda (a)lar gerçek hastaları, (d)ler gerçek sağlamları, (b)ler yanlış hastaları, (c)ler ise yanlış sağlamları temsil etmektedir. Gerçek hasta ve sağlamlar "altın standart" olarak adlandırılan ve

tıbbi anlamda bilinen en doğru kriterlere göre hasta ve sağlam olanlardır. Yanlış olanlar ise testin hatalı şekilde hasta ya da sağlam bulduklarıdır.

Bu durumda testin hastaları bulabilme olasılığı olan Duyarlılık= $a/(a+c)$ , sağlamları bulabilme olasılığı olan Özgünlük= $d/(b+d)$  şeklinde formüle edilir.

Testin (+) bulduğu (a+b) kadar kişinin aslında (a) kadarı pozitif olduğu için testin pozitif öngörü değeri  $a/(a+b)$ , negatif öngörü değeri ise aynı mantıkla  $d/(c+d)$  olur.

Testin hem duyarlılığının hem de özgünlüğünün %100 olması durumunda tablodaki (b) ve (c) gözlerinde yer alan değerler, yani yanlış pozitif ve yanlış negatifler "0" olur, ki bu özelliği taşıyan bir tanı testi neredeyse yoktur. Varsa zaten o testin kendisi altın standart sayılmaktadır.

**Tablo 1:** Tanı testi - Gerçek durum ilişkisi

Tanı testi sonucu	Gerçek durum (Altın standart)		Toplam
	Hastalık (+)	Hastalık (-)	
(+)	a	b	a+b
(-)	c	d	c+d
Toplam	a+c	b+d	a+b+c+d

Duyarlılık= $a/(a+c)$

Özgünlük= $d/(b+d)$

Pozitif öngörü değeri= $a/(a+b)$

Negatif öngörü değeri= $d/(c+d)$

a=Gerçek pozitifler

b=Yanlış pozitifler

c=Yanlış negatifler

d=Gerçek negatifler

**Örnek:** COVID-19 pandemisi sırasında kullanılan PCR testlerinin Duyarlılığı %67 ve Özgünlüğü %97,6 olduğuna göre %1'i enfekte olduğu tahmin edilen bir toplumda test sonucu pozitif olan bir kişinin hasta olma olasılığı nedir?

Toplumun %1'inin enfekte olmasının anlamı her bin kişinin 10'unda hastalık olasılığının olması, 990'ında ise olmaması demektir. Test hastaların %67'sinde

yani 7 kişide doğru şekilde pozitif çıkacak, sağlamların ise %97,6'sında negatif çıkacak yani 966 sağlam kişiyi doğru tahmin edebilecektir.

Bu durumda test sonucu pozitif olan toplam 31 kişinin gerçekte 7'si hasta 24'ü yanlış pozitif olacağından testin pozitif öngörü değeri %22,5 olacaktır.

Tanı testi sonucu	Gerçek durum (Altın standart)		Toplam
	Hastalık (+)	Hastalık (-)	
(+)	7	24	31
(-)	3	966	969
<b>Toplam</b>	10	990	1000

Pozitif öngörü değeri=7/31= %22,5

Aynı tanı testi, %10'u enfekte olduğu tahmin edilen bir toplumda kullanıldığında benzer mantıkla hesap yapıldığında pozitif öngörü değerinin %75,2 olacağı görülür.

4-gözlü tablo yardımı ile akıl yürüterek kolayca yapılan bu işlemler aslında Bayezyen istatistiğin temelini oluşturan Bayes yaklaşımından başka bir şey değildir. Nitekim bir sonraki örnekte bu yaklaşımın temelini oluşturan Bayes denklemi de 4-gözlü tablo yardımı ile açıklanmıştır.

**Kullanım Alanı 2:** Tanı testi sonuçlarının Bayes denklemi ile ifadesi (4)

$$\text{Bayes formülü } P(H + IT +) = \frac{P(T+IH+) P(H+)}{P(T+IH+) P(H+) + P(T+IH-) P(H-)}$$

Bu formülde yer alan ifadelerin anlamları şu şekildedir:

P(H+IT+) : Testi pozitif olanların hasta olma olasılığı- PPV: "Sonsal olasılık"

P(T+IH+) : Hasta olanlarda testin pozitif çıkma olasılığı- "Duyarlılık"

P(H+) : Hastalık için "Önsel olasılık"

P(T+IH-): Hasta olmayanlarda testin pozitif çıkma olasılığı- "1-Özgünlük"

P(H-): Hasta olmama olasılığı: "1-Önsel olasılık"

Olasılık hesaplarının uğraş alanı olmaması nedeniyle yukarıdaki koşullu olasılık hesapları ile

kafası karışacak bir hekim için aşağıdaki formül daha anlaşılır olacaktır.

$$\text{Bayes formülü} = \frac{p * \text{duy}}{p * \text{duy} + (1 - p) * (1 - \text{özg})}$$

Yeni formüldeki sembollerin anlamı şu şekildedir:

p: Önsel olasılık

duy: Duyarlılık

özg: Özgünlük

Kullanılan testin Pozitif Öngörü Değerini (PPV) hesaplayan Bayes denkleminin bileşenleri

aşağıdaki 4-gözlü tabloda yer almaktadır.

**Tablo 2:** Tanı testleri değerlendirilmesinde Bayes denklemi bileşenleri

Test sonucu	Gerçek durum (Altın standart)		Toplam
	Hasta	Sağlam	
(+)	p*duy	(1-p)*(1-özg)	p*duy + (1-p)*(1-özg)
(-)	p*(1-duy)	(1-p)*özg	p*(1-duy) + (1-p)*özg
<b>Toplam</b>	p	(1-p)	1

Bir önceki örnekte kullanılan değerler burada da kullanılırsa:

$$PPV = \frac{0,01*0,67}{0,01*0,67+(1-0,01)*(1-0,976)} = \%22 \text{ bulunur.}$$

Görüldüğü gibi iki yöntemle de aynı sonuç elde edilmektedir.

**Kullanım Alanı 3:** Makine öğrenmesindeki sınıflandırma modellerinin performans değerlendirmesi (karışıklık matrisi, hata matrisi) (5, 6)

Makine öğrenmesinde bir sınıflandırma modelinin algoritmasının performansını anlama amaçlı görsel bir yöntem olarak 4-gözlü tablo kullanılırken daha önce tanı testlerinin öngörü değeri hesabında kullanılan mantık aynı kalır, sadece kavramların adı ve yorumu değişir. Duyarlılık yerine “bellek”, pozitif öngörü değeri yerine “kesinlik” sözcükleri kullanılır. Kullanılan modelin “öngörüsü”nün “gerçek durum” karşısındaki tutarlılığı görselleştirilir ve performansı F1 puanı ile özetlenir. Oluşan tabloya karışıklık

matrisi ya da hata matrisi denilir.

Aşağıda örneği verilen karışıklık matrisi aslında bir 4-gözlü tablodur ve gözlerde yer alan değerlerden hareketle şu performans göstergeleri hesaplanabilir:

- Doğruluk: (GP + GN) / (GP + GN + YP + YN)
- Kesinlik: GP / (GP + YP)
- Bellek/Hatırlama: GP / (GP + YN)
- F1-puanı: 2 x (Kesinlik x Bellek) / (Kesinlik + Bellek)
- Özgünlük: GN / (GN + YP)

“Kesinlik” pozitif öngörü değeri, “bellek” ise duyarlılık anlamına gelen kavramlardır.

**Tablo 3:** Karışıklık matrisi (Hata matrisi)

Öngörülen	Gerçek durum	
	Pozitif	Negatif
Pozitif	GP	YP
Negatif	YN	GN

GP: Gerçek pozitif YP: Yanlış pozitif YN: Yanlış negatif GN: Gerçek negatif

Tablodaki değerlerin yorumu

- Gerçek pozitif ve gerçek negatiflerin fazla olması: Kullanılan modelin toplam doğruluğunun yüksek olduğu anlamına gelir.
- Yanlış pozitiflerin fazla olması: Model gerçekte negatif olan durumları yanlışlıkla pozitif bulma yönünde bir yanlılığa sahiptir. Başka bir deyişle Tip I Hata miktarı yüksektir.
- YN sayısının fazlalığı: Model gerçekte pozitif olan durumları yanlışlıkla negatif bulma yönünde bir yanlılığa sahiptir. Daha teknik bir deyişle Tip II Hata miktarı yüksektir.

- F1-puan değeri: Kesinlik ve bellek değerlerinin harmonik ortalaması olan F1-puanı kullanılan modelin performansını gösterir. Sıfır ile bir arasında bir değer alır. “Bir” modelin performansının mükemmel olduğu, “sıfır” ise performansının hiç olmadığı anlamına gelir.
- F1-puanın özelliği: Formülünden de anlaşılacağı gibi modelin duyarlılık ve özgünlüğü değişmediği halde incelenen olayın prevalansındaki değişime paralel olarak F1-puanı da değişir. Yani prevalans yükselince F1-puanı da yükselir.

Örneğin bir önceki örnekte verilen değerler bir sınıflandırma modeline ait olsa idi:

Öngörülen değerler	Gerçek değerler		Toplam
	(+)	(-)	
(+)	7	24	31
(-)	3	966	969
Toplam	10	990	1000

$F1\text{-puanı} = 2 \times (7/31 \times 7/10) / (7/31 + 7/10) = 0,316/0,926 = \%34$  olurdu.

Yani, modelin performansı ortadır sonucuna varılmış olurdu.

**Kullanım Alanı 4:** Tip I ve Tip II hata ile testin gücünün anlaşılması (7)

Araştırmacıların topladıkları verileri analiz amacıyla kullandıkları önemlilik testleri vardır. Ki-kare, “t” testi, varyans analizi gibi çok sayıdaki test için kullanılan bir diğer isim “Hipotez testleri”dir. Hipotez testleri denilmesinin nedeni bu testler yapılırken ilk adım olarak bir hipotezin kurulması ve bu hipotezin test edilmesidir.

Hipotezler, olasılıklar dikkate alınarak gruplar arasında farklılık “vardır” ya da “yoktur” olarak iki şekilde kurulabilir. Tıp ve sağlık bilimlerinde geleneksel olarak test edilen hipotez “fark yoktur” şeklindeki “farksızlık hipotezi” ya da “sıfır hipotezi” olarak bilinen hipotezdir.

Analiz sonucunda bu hipotezin kabul veya ret

kararına göre bulgular önem kazanır ve yorumlanır. Ne var ki hipotezin kabul ya da reddi sırasında söz konusu olabilen ve olasılık hesapları ile ölçülebilen kaçınılmaz bazı hatalar vardır.

Örneğin, gerçek durumda fark yok iken önemlilik testinin sonucunda fark var sonucuna varmak bir hatadır. Bu tür bir hata Tip I hata olarak bilinir ve “ $\alpha$ ” ile gösterilir.

Analiz sonucunda bulunan hata miktarı, ki bu da “p” ile gösterilir, 0.05’ten küçük ise farksızlık hipotezi reddedilir ve araştırma verilerinin gösterdiği farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu sonucuna varılır.

Tip I hatanın az olması ve farklılığın öneminden söz edebilmek için genel bir kabul olarak hiçbir zaman %5’i aşmaması beklenir.

Gerçek durumda fark yok iken fark var sonucuna varmak ise Tip II hata olarak bilinir ve “ $\beta$ ” ile temsil edilir.

Tip II hatanın test sonucunu yorumlamak için kullanım değeri ve geleneği olmamakla birlikte testin gücünün hesabında rolü vardır.

“ $1-\beta$ ” olarak ifade edilen “testin gücü” çalışılan

örnek büyüklüğünün temsil gücünü değerlendirme anlamında önemlidir.

Testin gücünün hiçbir zaman %80 altında olmaması da genel kabul gören bir yaklaşımdır.

Karmaşık gibi görünen bu kavramların anlamını netleştirmek için 4-gözlü tablo önemli bir araçtır.

**Tablo 4:** Tip I, Tip II hata ve testin gücü

Hipotez testi sonucu	Gerçek durum	
	Fark var	Fark yok
Fark var ( $H_0$ ret)	Doğru karar “Testin gücü”	Yanlış karar “Tip I hata- $\alpha$ ”
Fark yok ( $H_0$ kabul)	Yanlış karar “Tip II hata- $\beta$ ”	Doğru karar

Tablonun da karmaşık gelmesi halinde hataların anlamını akılda tutmak için şu benzetmeyi kullanmak yarar sağlayabilir:

Bir mahkemede görevli olan yargıcın sanık hakkında verebileceği kararlarda suçu olmayan birisini suçlu bulmak ya da suçsuz olan birisini suçlu bulmak şeklinde iki tür hata olabilir. Kararın insani ve vicdani anlamda kabul görmesi için suçsuz birisini suçlu bulma doğrultusundaki kararın hatasız ya da en az hata ile verilmesi arzu edilir. İşte bu hata Tip I hatadır. Gerçekten suç işlemiş birisini suçlu bulmak ise yargıcın gücü olacaktır.

**Kullanım Alanı 5:** Gözlemciler/ölçümcüler arası uyumun ölçülmesi (7)

Araştırmalarda gözlemler ve ölçümler yolu ile veri toplanırken genellikle birden çok kişi görev alır. Örneğin, kan basıncı ölçümleri, EKG

değerlendirmeleri, doku materyalinin patolojik incelemeleri birden çok uzman tarafından yapılıyor olabilir. Bu yapılırken gözlemciler/ölçümcüler arasında değerlendirme farklılıkları (gözlemciler/ölçümcüler arası farklılıklar) olabilir. Hatta aynı değerlendirmeyi farklı zamanlarda yapan aynı gözlemci için bile farklılıklar söz konusu olabilir (gözlemci/ölçümcü içi farklılıklar).

Neredeyse tamamen insani özelliklerden kaynaklanan bu farklılıkları, uyumsuzlukları sıfırlamak mümkün değildir. Ancak, miktarının belirlenerek kontrol edilmesi varılan sonuçların bilimsel değeri ve yorumu açısından önemlidir. Gözlemciler/ölçümcüler arası uyumu incelemenin en basit yolu Kappa hesabı yapmaktır. Kappa 0 ile 1 arasında bir değer alabilir ve bire ne kadar yakın ise uyum o denli güçlüdür.

Kappa (k) formülü ve sembollerin anlamı aşağıdaki 4-gözlü tabloda görüldüğü gibidir:

$$k = \frac{N(a + d) - (n_1 f_1 + n_2 f_2)}{N^2 - (n_1 f_1 + n_2 + f_2)}$$



**Tablo 5:** Uyum testi - Kappa hesabı

İkinci gözlemci -ölçümcü	Birinci gözlemci-ölçümcü		Toplam
	(+)	(-)	
(+)	a	b	$f_1$
(-)	c	d	$f_2$
Toplam	$n_1$	$n_2$	N

Kappa değerlerinin yorumu:

$k < 0$	uyum yok	$0.41 < k < 0.60$	orta
$0.00 < k < 0.2$	zayıf	$0.61 < k < 0.80$	iyi
$0.21 < k < 0.40$	hafif	$0.81 < k < 1.00$	çok iyi

**Örnek;** İki oftalmolog (A ve B) 687 öğrencinin göz dibini değerlendiriyor ve aşağıdaki tabloda özetlenen sonuçlara varılıyor. Oftalmologlar

arasında göz dibini değerlendirme yönünden uyum ya da uyumsuzluk ne düzeydedir?

Oftalmolog B	Oftalmolog A		Toplam
	Normal	Anormal	
Normal	650	12	662
Anormal	17	8	25
Toplam	667	20	687

Tablodaki değerler Kappa formülüne konulduğunda " $k = 0.33$ " bulunur. Yani oftalmologlar arasında hafif derecede uyum bulunmaktadır.

**Kullanım Alanı 6:** Rölatif Risk (Risk Oranı) ve Tahmini Rölatif Risk (Odds Oranı) hesapları (2, 7) Risk oranı prospektif tasarımlı kohort araştırmalarında, odds oranı ise başta retrospektif tasarımlı vaka-kontrol araştırmaları olmak üzere pek çok yerde kullanılan risk ölçütleridir. Kohort araştırmalarının başlangıcında bir hastalık açısından risk altında olan ancak hasta olmayan bireylerden oluşan kohort grubu ( $a+b+c+d$ )

seçilerek izlenir. Grup içerisinde hastalık etkeni ile karşılaşan ( $a+b$ ) ve karşılaşmayan kişiler ( $c+d$ ) belirlenir. İzlemler sonucunda etkenle karşılaşan ve karşılaşmayanlarda hastalık oluşma sıklıkları yani insidansları hesaplanır.

Araştırma sonunda etkenle karşılaşanlardaki hastalık insidansı ( $I_e = a/(a+b)$ ) karşılaşmayanlardaki insidansa ( $I_{ne} = c/(c+d)$ ) oranlanarak etkenin hastalık oluşumundaki rolü Risk Oranı ( $RR = I_e/I_{ne}$ ) şeklinde



ifade edilir. Risk oranının diğer adı Rölatif Risktir. Vaka-kontrol araştırmalarının başlangıcında ise hasta ve sağlam kişiler bulunur ve geçmişte hastalık etkeni ile karşılaşma durumları incelenir. İnsidans hesabı mümkün olmadığı için kohorttaki yaklaşımdan farklı olarak hastaların  $(a/(a+c):c/(a+c) = a/c)$  ve sağlamların etkenle karşılaşıp karşılaşmama olasılıkları  $(b/(b+d):d/(b+d) = b/d)$

yani oddsları hesaplanarak oranlanır ve Odds Oranı ( $OR=axd/bxc$ ) şeklinde ifade edilir. Bu oranın diğer adı Tahmini Rölatif Risktir. Sözel olarak ifade edildiğinde anlaşılması zor gibi görünen bu ifadeler aşağıdaki 4-gözlü tablo şeklinde görselleştirildiğinde daha anlaşılır hale gelir.

**Tablo 6:** Hasta ve sağlam kişilerin etkenle karşılaşma durumları

Etkenle karşılaşma	Hasta	Sağlam	Toplam
(+)	a	b	a+b
(-)	c	d	c+d
Toplam	a+c	b+d	a+b+c+d

Risk Oranı=Rölatif Risk=RR= $I_e/I_{ne}$  ;  $I_e=a/(a+b)$ ,  $I_{ne}=c/(c+d)$

Odds Oranı=Tahmini Rölatif Risk=OR= $axd/bxc$

**rnek:** Aşağıdaki tabloda özetlenen değerler bir kohort araştırması sonunda bulunmuş olsa  $I_e=0.80$ ,  $I_{ne}=0.20$  ve  $RR=0.80/0.20=4$  olur. Anlamı: "Etkenle karşılaşanların gelecekte hasta olma olasılığı karşılaşmayanların 4 katıdır."

Aynı değerler bir vaka-kontrol araştırmasında bulunmuş olsa  $OR=(80x80)/(20x20)=16$  olur. Anlamı: "Hastaların geçmişte etkenle karşılaşmış olma olasılığı sağamlara kıyasla tahminen 16 kat daha fazladır."

Etkenle karşılaşma	Hasta	Sağlam	Toplam
(+)	80	20	100
(-)	20	80	100
Toplam	100	100	200

**Kullanım Alanı 7:** 4-gözlü Ki-Kare testinin görselleştirilmesi (7)

Araştırmalarda toplanan kategorik türdeki verilerin analizi sırasında kullanılan en yaygın önemlilik testlerinden birisi Ki-Kare testidir. Ki-Kare testi

4-gözlü ve çok-gözlü düzenler için aynı formülle ancak farklı yaklaşımlarla yapılır.

Eğer iki seçenekli bir değişkenin iki gruptaki dağılım farklılığı ya da benzerliği test ediliyorsa bulgular aşağıdaki tabloda görüldüğü şekilde özetlenir.

**Tablo 7:** Bir değişkenin iki seçeneğinin gruplara göre dağılımı

Değişken	Grup 1	Grup 2	Toplam
Seçenek 1	$G_1 (B_1)$	$G_2 (B_2)$	$G_1+G_2$
Seçenek 2	$G_3 (B_3)$	$G_4 (B_4)$	$G_3+G_4$
Toplam	$G_1+G_3$	$G_2+G_4$	$G_1+G_2+ G_3+G_4$

G: Gözlenen değerler      B: Beklenen değerler

Gözlenen değerler araştırma sonucunda bulunan ve tabloda sunulan değerlerdir. Beklenen değerler ise tablodaki her göz için basit orantı yolu ile bulunur.

Analiz sorusu: “Değişkenin seçeneklerinin

dağılımı gruplar arasında farklı mıdır?”, test edilmesi gereken farksızlık hipotezi ise “Değişken seçeneklerinin gruplara göre dağılımı arasında fark yoktur” şeklindedir.

Analiz için kullanılacak Ki-Kare formülü:  $\chi^2 = \sum \frac{(G-B)^2}{B}$

Örnek: Bir grup kadın ve erkeğin beden kitle indeksi sonucunda obezite durumu (gözlenen değerler)

aşağıdaki Tabloda görüldüğü gibi olsa:

Obezite	Erkekler	Kadınlar	Toplam
Var	6	14	20
Yok	44	36	80
Toplam	50	50	100

Farksızlık hipotezinin geçerli olması durumunda gruplar arasında fark olmayacağından toplam 100 kişiden 20'sinde obezite olduğuna göre 50 erkeğin

10'unda (B1), 50 kadının da 10'unda (B2) obezite olması beklenir. Aynı mantıkla obez olmayan 40 erkek (B3) ve 40 kadın (B4) bulunması beklenir.

Gruplar arası farklılık Ki-Kare ile test edildiğinde

$$\chi^2 = \frac{(6-10)^2}{10} + \frac{(14-10)^2}{10} + \frac{(44-40)^2}{40} + \frac{(36-40)^2}{40} = 4 \text{ ve } p=0,047 \text{ bulunur.}$$

Sonuçta  $p < 0.05$  olduğundan erkeklerle kadınlar arasında obezite durumu yönünden önemli farklılık

vardır sonucuna varılır.

## Kaynaklar / References

1. Dantzig, T. Sayı: Bilimin Dili. Metis Yayınları, 2011.
2. Hayran O. Güncel Epidemiyoloji. Medipol Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 2023.
3. Sox HC, Higgins MC, Owens DK, Schmidler GS. Medical Decision Making. Third edition, Wiley Blackwell, 2024.
4. Felder S, Mayrhofer T. Medical Decision Making. A health economic primer. Third edition, Springer, 2022.
5. Palmas WR. Pocket Evidence Based Medicine: A Survival Guide for Clinicians and Students. Springer, NY, USA, 2023.
6. Stehman SV. Selecting and interpreting measures of thematic classification accuracy. Remote Sensing of Environment. 1997; 62 (1): 77–89. doi:10.1016/S0034-4257(97)00083-7.
7. Hayran O, Özbek H. Sağlık Bilimlerinde Araştırma ve İstatistik Yöntemler (SPSS Uygulama Örnekleri ile Genişletilmiş 3. Baskı) Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 2021.