

HAFTA 1

Fiziksel Nicelikler ve Ölçme

Fizikte her sayının bir birimi, her ölçümün bir belirsizliği vardır. Bu hafta ölçmenin dilini kuruyoruz.



Birim



Ölçüm



Belirsizlik

Bu duvar kaç uzunluk?

Ali duvarı adımlayınca **6**, Ece adımlayınca **7** buldu.

🗨 Duvar mı değışti, yoksa ölçüt mü?

Herkesin kendi ölçütüyle bulduğu sayı başkasıyla **paylaşılamaz**. Ortak bir ölçüt gerekir: **birim**.



AYNI DUVAR



Ali: 6 adım



Ece: 7 adım

metre ile: 5,2 m (herkes için aynı)

Birimsiz bir sayı, **yarım** bir cümledir.

“5” hiçbir şey söylemez. “5 m”, “5 kg” ve “5 s” üç ayrı bilgidir.

Fiziksel nicelik nedir?

Bir **sayı** ve bir **birimle** ifade edilebilen her özellik.

$$\text{Nicelik} = \text{Sayı} \times \text{Birim}$$

$\ell = 5 \text{ m}$: sayı 5, birim metre

↻ Birim değişirse sayı değişir, **nicelik değişmez**:
 $5 \text{ m} = 500 \text{ cm}$

✓ **Nicelik**: uzunluk, kütle, zaman, sıcaklık, akım

✗ **Bu anlamda değil**: güzellik, rahatlık, kalite

SI'nın yedi temel niceliği

TEMEL NİCELİK	BİRİM ADI	SEMBOL
Uzunluk	metre	m
Kütle	kilogram	kg
Zaman	saniye	s
Elektrik akımı	amper	A
Sıcaklık	kelvin	K
Madde miktarı	mol	mol
Işık şiddeti	kandela	cd

ab Birim **adları** küçük harfle yazılır:
metre, kelvin, newton.

AB Kişi adından gelen **semboller** büyük harfle: K, A, N. Kilogram **kg**'dır, Kg değil.

⚠ “300 K” okunuşu: **üç yüz kelvin**.
“Derece kelvin” denmez.

Türetilmiş birimler nasıl kurulur?

Temel birimler çarpılır ya da bölünür; yeni bir ölçüt tanımlanmaz.

$$\text{Hız} \quad \text{m} \div \text{s} = \text{m/s}$$

$$\text{İvme} \quad \text{m} \div \text{s} \div \text{s} = \text{m/s}^2$$

$$\text{Kuvvet} \quad \text{kg} \times \text{m} \div \text{s}^2 = \text{N} = \text{kg} \cdot \text{m/s}^2$$

💡 Bir birimi temel birimlerine açmak anlamını gösterir: $\text{N} = \text{kg} \cdot \text{m/s}^2$ yazmak, “kuvvet = kütle $\times$ ivme” demektir.

Ön ek, birimin ölçeğini değiştirir.

ÖN EK	SEMBOL	ÇARPAN	NEREDE GÖRÜRSÜN?
giga	G	10^9	santral gücü, GW
mega	M	10^6	beton dayanımı, MPa
kilo	k	10^3	yol, km
santi	c	10^{-2}	boy, cm
mili	m	10^{-3}	kumpas, mm
mikro	μ	10^{-6}	saç teli, μm
nano	n	10^{-9}	fiberde ışık, nm

⚠ **m** mili, **M** mega: aralarında 10^9 kat var. 5 MW'lık rüzgâr türbini, 5 mW yazılırsa bir el feneri kadar olur.

Örnek: sac hacminden kütleye

0,40 m × 0,25 m × 2,0 mm metal sac. Yoğunluk 2700 kg/m³.

1. Kalınlık: 2,0 mm = 0,0020 m. Bütün uzunluklar metreye çevrilir.
2. Hacim: $V = 0,40 \times 0,25 \times 0,0020 = 0,00020 \text{ m}^3$.
3. Kütle: $m = \rho V = 2700 \times 0,00020 = 0,54 \text{ kg}$.

$$m = \rho abc = 0,54 \text{ kg}$$

Homojen, boşluksuz dikdörtgen sac. Yoğunluk verilen sıcaklık için kabul edilir.

Kalınlığı 2 m kullanmak sonucu 1000 kat büyüttü.

72 km/h kaç m/s'dir?

Servis aracı 72 km/h ile gidiyor. Hızı m/s'ye çevir ve 5 s'de aldığı yolu bul.

$$72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Her kesrin değeri 1'dir: pay ile payda aynı niceliktir. Birimler sadeleşir, değer korunur.

⚡ Kısa yol: $1000/3600 = 1/3,6$. km/h $\rightarrow$ m/s için **3,6'ya böl**, tersi için çarp.

📏 Yol: $x = v \cdot t = 20 \text{ m/s} \cdot 5 \text{ s} = 100 \text{ m}$

Birim hattı

Birim kesirlerini zincire diz. Beş dönüşümde başlangıç birimleri sadeleşsin, hedef birim tek başına kalsın.



Yakıt tankeri

Hız: $\text{km/h} \rightarrow \text{m/s}$



Beton plaka

Alan: $\text{m}^2 \rightarrow \text{cm}^2$



Çelik parça

Yoğunluk: $\text{g/cm}^3 \rightarrow \text{kg/m}^3$



Kartı sürükleyin veya dokun → birimleri sadeleştir → Hattı çalıştır.

Birim hattı · 8–12 dakika · Bitirince hesabını ve gerekçeni karşılaştır.

Bazı niceliklere yön de gerekir.

Skaler

Sayı ve birim yeter: kütle, zaman, sıcaklık, enerji.

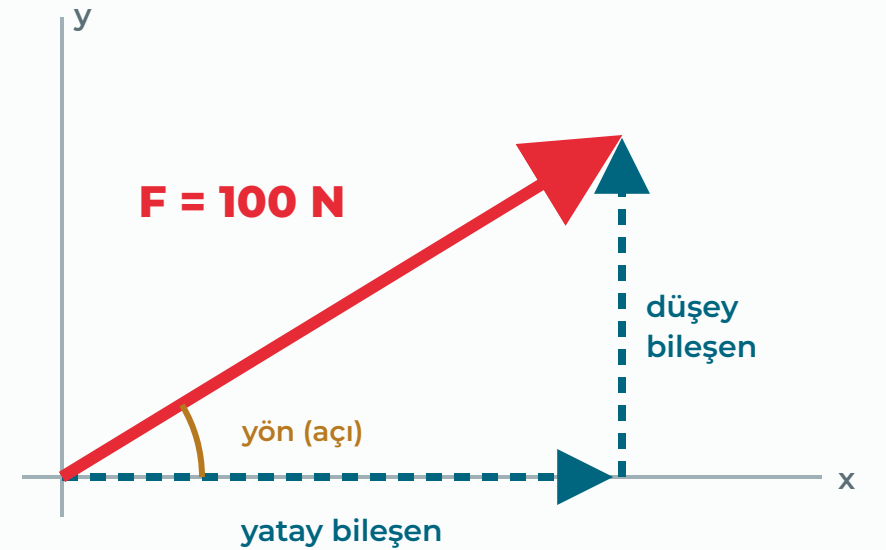
“60 kg” tam bir bilgidir.

Vektörel

Sayı, birim ve yön birlikte verilir: hız, ivme, kuvvet, ağırlık.

“100 N” eksiktir; hangi yöne?

❓ **Kısa test:** “Hangi yöne?” sorusu anlamlıysa nicelik vektöreldir.



Okun uzunluğu büyüklüğü, ucu yönü gösterir. Eğik bir vektör yatay ve düşey iki bileşene ayrılabilir.

“Kaç kilo” diye sorduğumuz şey kütledir.



Kütle • m

Madde miktarının ölçüsü.
Skalerdir, **bulunduğun yere göre değişmez.**

Birim: kg • eşit kollu terazi



Ağırlık • G

Cisme etki eden çekim kuvveti. Vektörel, yönü yere doğru; **g ile değişir.**

$$G = m \cdot g \cdot \text{birim: N} \cdot \text{dinamometre}$$



60 kg'lık bir öğrenci

Dünya'da ($g \approx 10 \text{ m/s}^2$): **$\approx 600 \text{ N}$**

Ay'da ($g \approx 1,6 \text{ m/s}^2$): **$\approx 96 \text{ N}$**

Kütlesi ikisinde de **60 kg.**

Ölçme, bir karşılaştırmadır.

Bir niceliği, kendi cinsinden bir birimle karşılaştırmaya **ölçme** denir.



Doğrudan: aracı niceliğe uygularız (cetvelle boy).

Dolaylı: ölçtüklerimizden hesaplarız (kenarlardan alan, hacim).

ARAÇ	DUYARLIK
Cetvel	1 mm
Kumpas	0,1 mm (bazıları 0,05)
Mikrometre	0,01 mm



Duyarlık = aracın okunabilen en küçük bölmesi. Duyarlı araç daha ince ölçer; **kendiliğinden daha doğru ölçmez.**

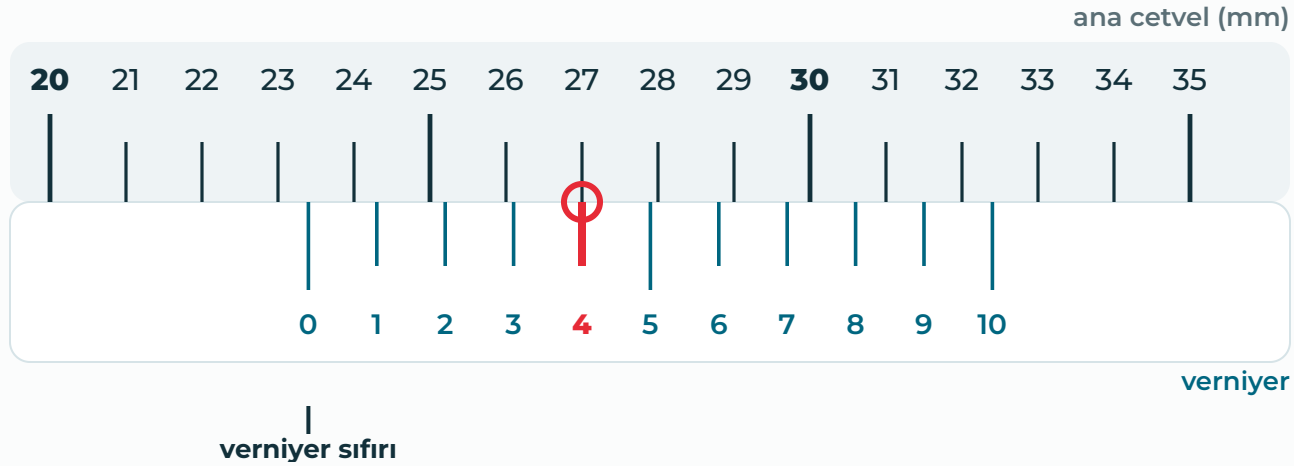
Çözünürlük ve kalibrasyon farklıdır

Küçük ekran adımı, otomatik olarak yüksek doğruluk sağlamaz.

1. Çözünürlük: ayırt edilebilen en küçük gösterge değişimi.
2. Kalibrasyon: göstereyi bilinen referansla karşılaştırma.
3. Sıfır kontrolü, sistematik kaymayı ortaya çıkarabilir.

0,01 mm gösteren cihazın belirsizliği ayrıca değerlendirilir.

Kumpas 0,1 mm'yi nasıl gösterir?



- 1 Önce çeneleri boşken kapat: okuma **0,0 mm** olmalı.
- 2 Ana cetvelde verniyer sıfırının solundaki son çizgi: **23 mm**.
- 3 Ana cetvelle tam hizalanan verniyer çizgisi: **4** → $4 \times 0,1 \text{ mm}$.
- 4 Okuma: **23,4 mm**.

❗ Verniyerin 10 bölmesi ana cetvelde 9 mm'ye yayılır; her bölme 0,9 mm. Aradaki 0,1 mm fark kumpasın duyarlılığıdır.

Örnek: sıfır hatası düzeltilmiş çap

Kumpas 23,4 mm okuyor. Çeneler kapalıyken +0,2 mm gösteriyor.

1. Pozitif sıfır kayması her okumayı 0,2 mm büyük gösterir.
2. Düzeltilmiş değer: $23,4 - 0,2 = 23,2$ mm.
3. Kayıt: ham okuma, sıfır düzeltmesi ve sonuç ayrı yazılır.

$$x_{\text{duzeltilmis}} = x_{\text{okunan}} - e_0 = 23,2 \text{ mm}$$

Bu modelde sıfır kayması sabit. Düzeltme, bütün belirsizliği ortadan kaldırmaz.

İşaretleli sıfır hatasını çıkarmak, rastgele dağılımı düzeltmez.

Kumpas tezgâhı

Kumpasla dört parçayı ölç. Sıfır hatasını düzelt ve ölçünün tolerans bandına göre kararını ver.



Gidon borusu

Ölç ve toleransla karşılaştır



Fren diski

Sıfır hatasını fark et ve düzelt



Sele borusu

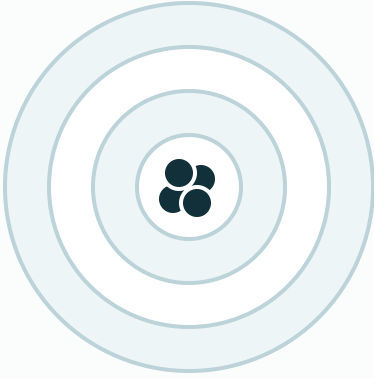
Belirsizlik aralığı sınırı kesiyor mu?



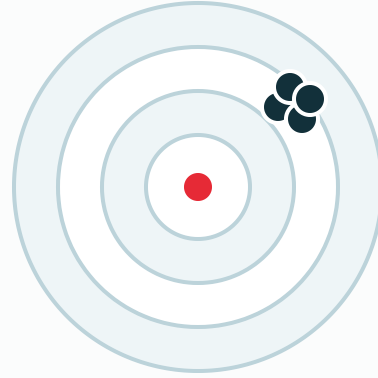
Çeneyi sürükleyip → ana cetvel + verniyeri oku → Kabul / Sınırdaki / Ret.

Kumpas tezgâhı · 8–12 dakika · Bitirince hesabını ve gerekçeni karşılaştı.

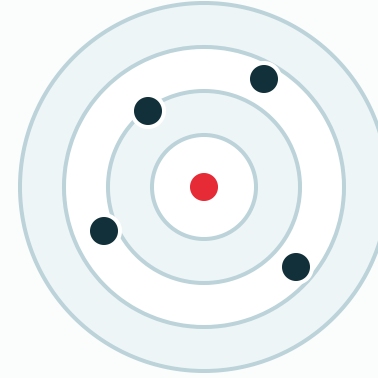
Bir ölçüm kesin olup yanlış olabilir.



Kesin ve doğru



**Kesin ama
doğru değil**



**Doğru ama
kesin değil**



**Ne kesin
ne doğru**

🎯 **Doğruluk:** sonucun gerçek değere yakınlığı.

🕒 **Kesinlik:** tekrarlanan ölçümlerin birbirine yakınlığı.

Tekrar, her hatayı düzeltmez.

Rastgele hata

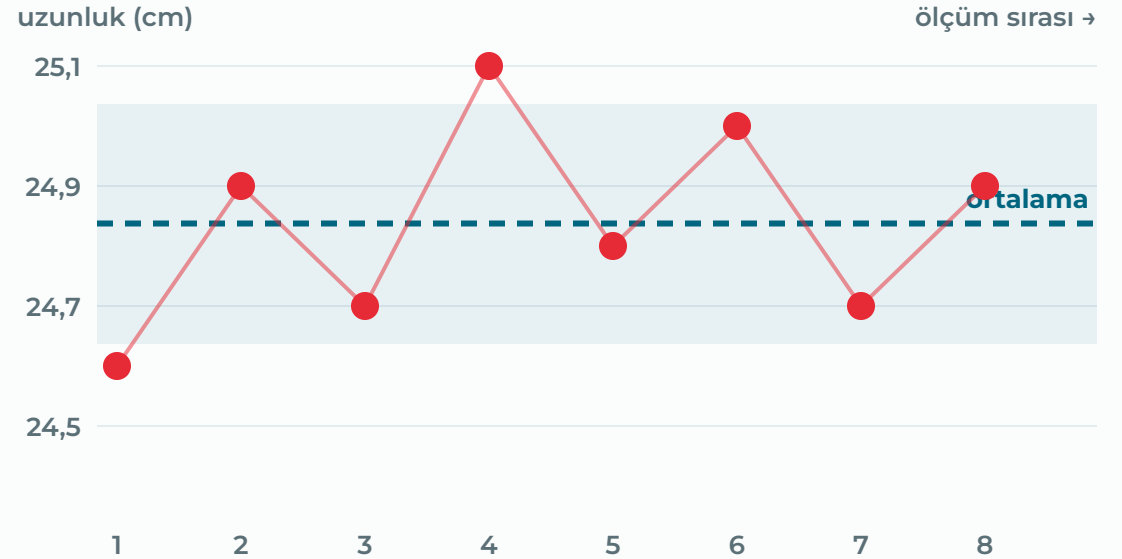
Bazen fazla, bazen eksik: okuma açısı, el titremesi. **Kesinliği** bozar.

Çare: iyi yöntem ve çok ölçümün ortalaması.

Sistematik hata

Hep aynı yöne: ayarsız alet, sıfır hatası. **Doğruluğu** bozar.

Çare: kalibrasyon. Tekrar düzeltmez.



Sonuç: $24,8 \pm 0,2$ cm

Aynı çubuğun sekiz ölçümü (temsili değerler).

Hatayı sayıyla ifade etmek

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n}$$

Ortalama

Rastgele hatanın etkisini azaltır.

$$\Delta x = |x - x_{\text{gerçek}}|$$

Mutlak hata

Niceliğin birimiyle yazılır.

$$\% \text{ hata} = \frac{\Delta x}{x_{\text{gerçek}}} \times 100$$

Bağıl (yüzde) hata

Birimsizdir; hatayı büyüklüğe oranlar.

⚠ 1 mm hata, bir kalem için çok; bir yol için önemsiz. Bu yüzden hatayı **ölçülen büyüklüğe oranlarız**.

📊 2 m referansa göre 2 cm fark: $\frac{0,02}{2} \cdot 100 = \%1$.
Referans bilinmiyorsa gerçek hata hesaplanamaz. Ortalama bir **tahmindir**.

Örnek: ortalama ve referansa göre hata

Ölçümler 9,9; 10,0; 10,1 mm. Kabul edilen referans 10,2 mm.

1. Ortalama: $(9,9 + 10,0 + 10,1)/3 = 10,0$ mm.
2. Referansa göre mutlak fark: $|10,0 - 10,2| = 0,2$ mm.
3. Yüzde fark: $0,2/10,2 \times 100 \approx \%1,96$.

$$\bar{x} = 10,0 \text{ mm} \quad e_r \approx 1,96\%$$

10,2 mm bağımsız referanstır. Referans yoksa gerçek hata hesaplanamaz.

Ölçümlerin yakın olması, ortalamanın doğru referansa yakınlığını garanti etmez.

Nişan ayarı

Atışların ortalaması doğruluğu, yayılması kesinliği gösterir. Hatayı teşhis et ve uygun araçla azalt.



Hatayı tanı

Doğruluk ve kesinliği ayır



Kayık nişangâh

Hedefi sürükley, ortalamayı merkeze taşı



İkisi birden

Sehpa + kalibrasyonla düzelt



Atış yap → ortalamayı kaydır / sehpayı aç → Raporla.

Nişan ayarı · 8–12 dakika · Bitirince hesabını ve gerekçeni karşılaştı.

Anlamlı rakam, bilgi taşıyan rakamdır.

Sıfırdan farklı her rakam

4,52 → 3

Aradaki sıfırlar

105 → 3

Baştaki sıfırlar
sayılmaz

0,0047 → 2

Ondalıkta sondaki sıfırlar

2,300 → 4

İşlemlerde kural

Çarpma-bölme: en az anlamlı rakamlı veri kadar.

Toplama-çıkarma: en az ondalık haneli veri kadar.

Yuvarlama: yalnızca en sonda, bir kez.

❓ “1500 m” belirsizdir. $1,5 \times 10^3$ m iki, $1,500 \times 10^3$ m dört anlamlı rakam.

Plakanın alanı kaç cm^2 ?

Sac plakanın kenarları cetvelle 12,4 cm ve 5,2 cm ölçüldü. Alanı anlamlı rakam kuralıyla yaz.

- 1 Anlamlı rakamları say: 12,4 $\rightarrow$ **3**, 5,2 $\rightarrow$ **2**. En zayıf veri 2 anlamlı rakamlı.
- 2 Yuvarlamadan çarp: $A = 12,4 \text{ cm} \times 5,2 \text{ cm} = 64,48 \text{ cm}^2$
- 3 En zayıf veriye göre yuvarla: $A = 64 \text{ cm}^2$

💡 64,48 yazmak, cetvelle yüzde birlik duyarlılıkta ölçmüşüz gibi davranmaktır. **Sonuç, ölçümden daha iyi olamaz.**

Büyük ve küçük sayıları kısa yazmak

$$a \times 10^n$$

$1 \leq a < 10$, n bir tam sayı

$$0,000045 \text{ m} \rightarrow 4,5 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$93\,000\,000 \text{ m} \rightarrow 9,3 \times 10^7 \text{ m}$$

↔ Virgül sola kayarsa üs artar, sağa kayarsa azalır. Değer değişmez.

Ön ek + bilimsel gösterim

Fiber optik kablodaki ışığın dalga boyu 1310 nm.

$$\begin{aligned} 1310 \text{ nm} &= 1310 \times 10^{-9} \text{ m} \\ &= 1,310 \times 10^{-6} \text{ m} = 1,310 \mu\text{m} \end{aligned}$$

Görünür ışık (0,4–0,7 μm) dışında: yakın kızılötesi.

İki yanın birimi tutmalı.

$$v = \frac{x}{t}$$

$$\rightarrow \text{m/s} = \text{m/s} \checkmark \text{ tutarlı}$$

$$x = v \cdot t$$

$$\rightarrow \text{m} = (\text{m/s}) \cdot \text{s} = \text{m} \checkmark \text{ tutarlı}$$

$$x = \frac{v}{t}$$

$$\rightarrow \text{m} \neq (\text{m/s})/\text{s} = \text{m/s}^2 \times \text{yanlış}$$

- ✓ Boyut analizi bir bağıntının **yanlış** olduğunu kanıtlar; doğru olduğunu tek başına kanıtlamaz. Katsayıları ($\frac{1}{2}$ gibi) denetlemez.

Örnek: tolerans aralığında karar

İstenen $\varnothing$ 20,00 $\pm$ 0,10 mm. Ölçüm sonucu 20,08 $\pm$ 0,04 mm.

1. Tasarım aralığı: 19,90–20,10 mm.
2. Ölçümle belirtilen aralık: 20,04–20,12 mm.
3. Merkez içeride, fakat aralık üst sınırı aşıyor.

Kesin kabul kararı için ölçüm ve karar kuralı birlikte değerlendirilir.

Ölçüm bir sayı değil, bir karara dayanaktır.



Havacılık

Yakıt, yük ve hız farklı birimlerle kaydedilir.

Birim karışıklığı uçağı havada yakıtsız bırakabilir; bu, 1983'te gerçekten yaşandı.



İnşaat

Kolon ve kiriş ölçüleri tolerans aralığında olmalı.

Aralık dışı bir ölçü taşıma gücünü değiştirir.



Enerji

Rüzgâr hızı ölçümü türbinin yerini belirler.

Hatalı ölçüm, yatırımın yanlış yere yapılması demektir.



Belirsizliği yazmak zayıflık değil, **yeterlilik**dir: “ $24,8 \pm 0,2$ cm” diyen, sonucun ne kadar güvenilir olduğunu da söyler.