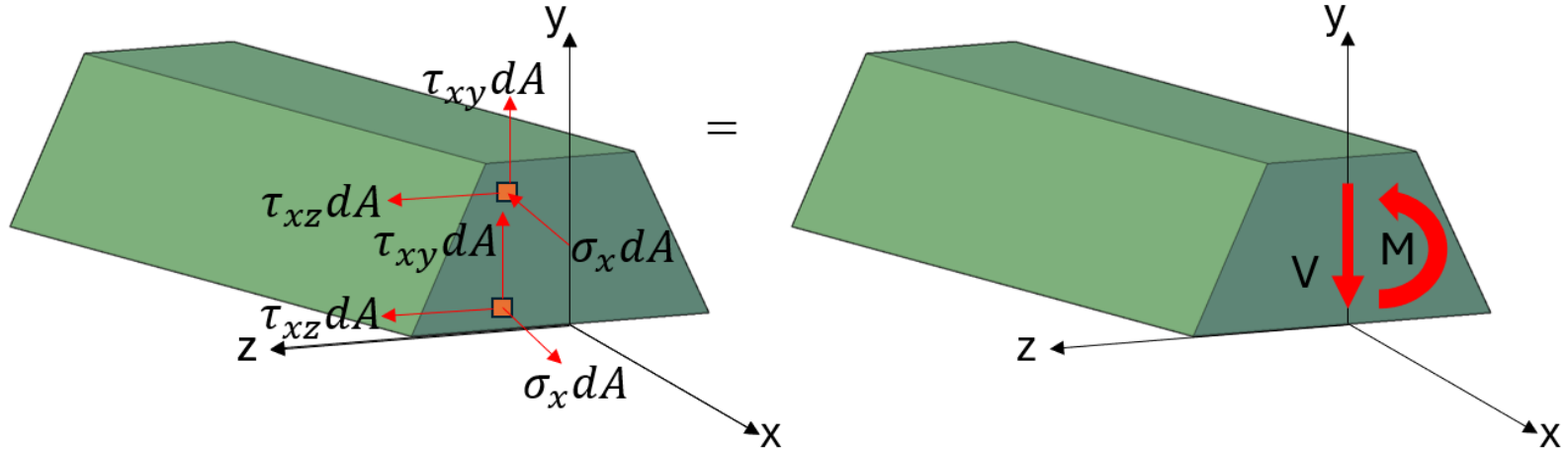


İNM304
ÇELİK YAPILAR-UYGULAMA
4. HAFTA-14.03.2024

YARDIMCI MUKAVEMET KAVRAMLARI
VE HESAPLAMALARI

Arş. Gör. Dr. Elif Firuze ERDİL
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi
Akdeniz Üniversitesi

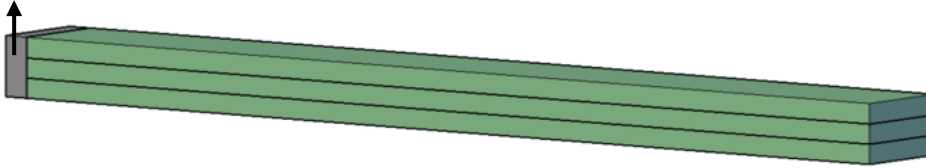
KİRİŞLERDE VE İNCE CİDARLI ELEMANLARDA KAYMA GERİLMELERİ



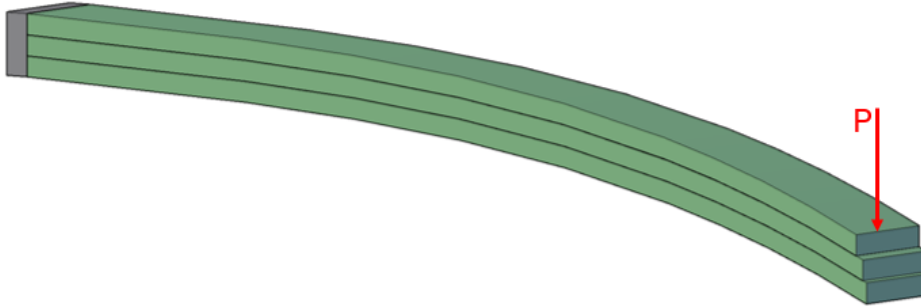
- x-eksenine göre momentlerin toplamı sıfırdır.
- xy düzleminde kiriş simetrik olduğu için denge kendiliğinden sağlanır.
- Elementer kuvvetlerin y ve z bileşenleri:
 - y bileşenleri: $\int \tau_{xy} dA = -V$ (Enine yükleme durumundaki kirişin bir enine kesitinde düşey kayma gerilmelerinin mevcut olması gerektiğini belirtir.)
 - z bileşenleri: $\int \tau_{xz} dA = 0$ (Herhangi bir kesitteki ortalama yatay kayma gerilmesinin sıfır olduğunu belirtir. Ancak bu τ_{xz} kayma gerilmesinin her zaman sıfır olduğu anlamına gelmez.)

KİRİŞLERDE VE İNCE CİDARLI ELEMANLARDA KAYMA GERİLMELERİ

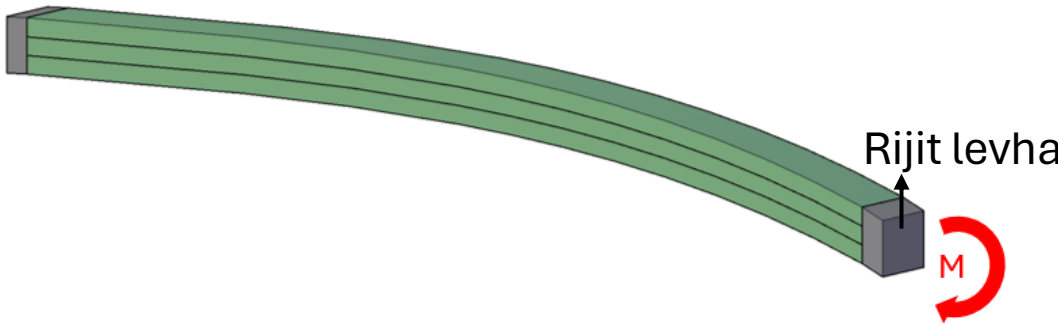
ankastre



Arayüzleri bağlı/yapışık olmayan
katmanlı kiriş



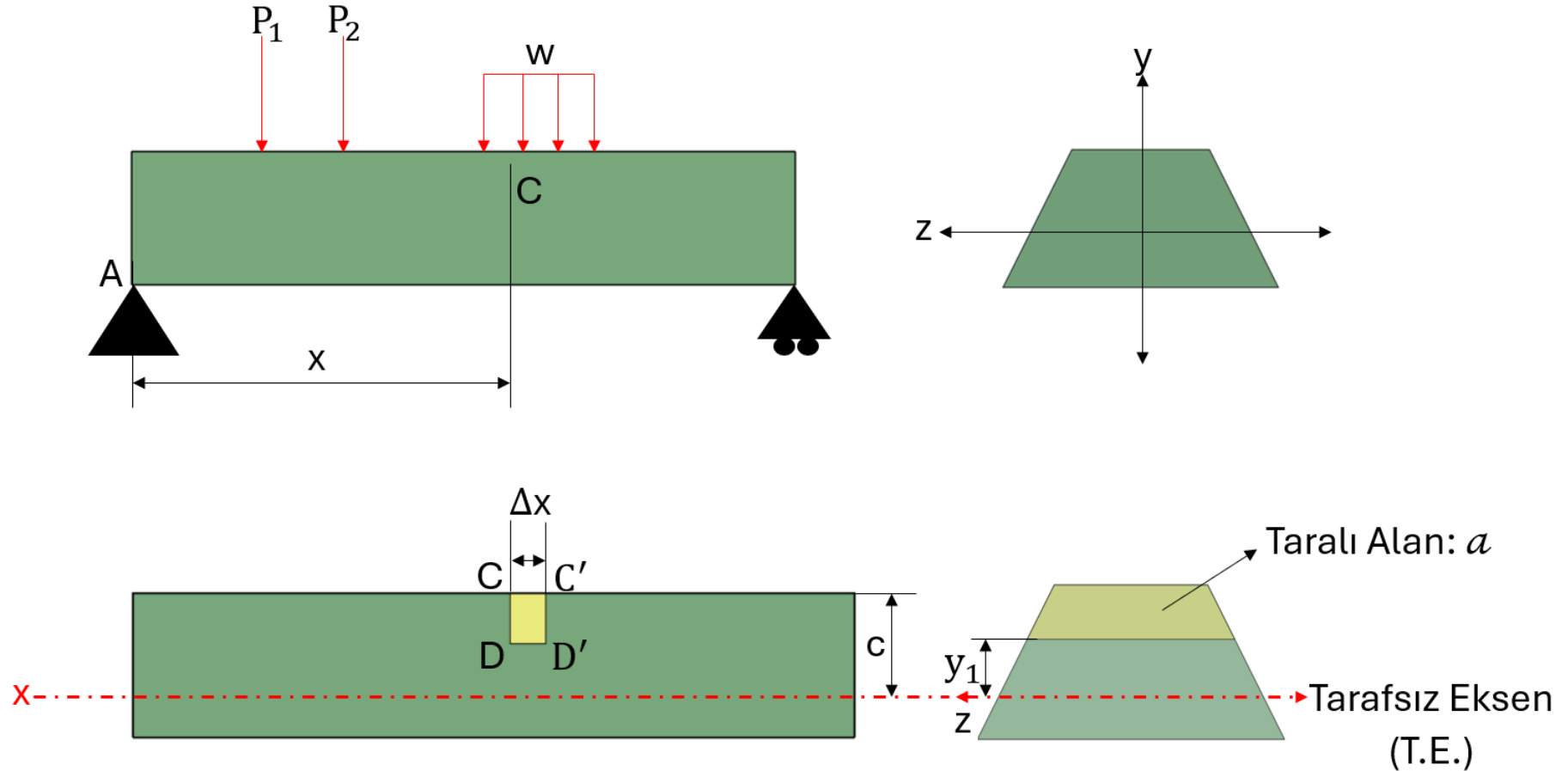
Katmanlar arası relatif kayma



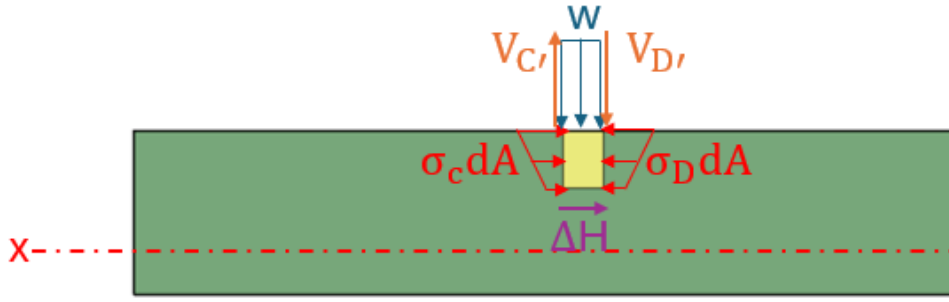
Rijit levha

Katmanlar arası kayma yok

Bir Kiriş Elemanının Yatay yüzündeki Kesme Kuvveti



Bir Kiriş Elemanının Yatay yüzündeki Kesme Kuvveti

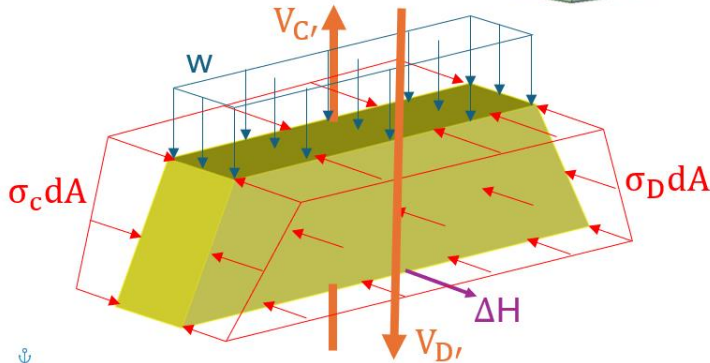
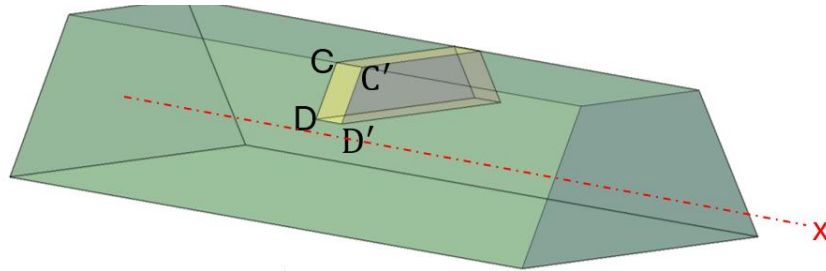


w : Yayılı Yük

V_C ve V_D : Düşey Kesme Kuvvetleri

$\sigma_c dA$ ve $\sigma_D dA$: Elementer Yatay Normal Kuvvetler

ΔH : Yatay Kesme Kuvveti

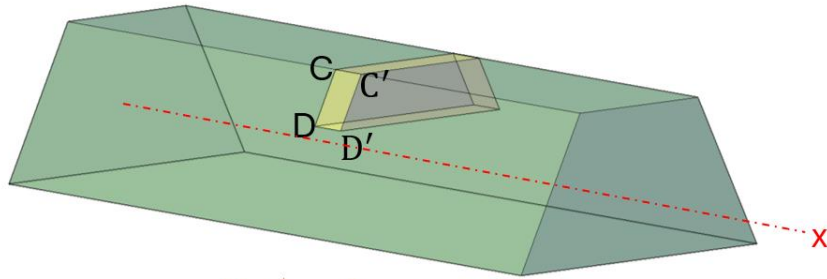


$$\sum F_x = 0$$

$$\Delta H + \int_a (\sigma_c - \sigma_D) dA = 0$$

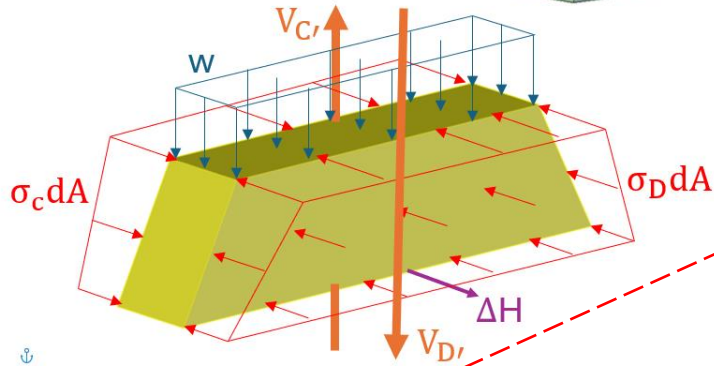
Buradaki integral $y=y_1$ çizgisinin üstünde yer alan kesitin taralı alan üzerinden hesaplanmaktadır. Normal gerilmeleri C ve D'deki eğilme momentleri cinsinden ifade etmek için bu denklemden ΔH çözülür ve $\sigma = \frac{M \cdot y}{I}$ denklemi kullanılırsa

Bir Kiriş Elemanının Yatay yüzündeki Kesme Kuvveti



$$\sum F_x = 0$$

$$\Delta H + \int_a (\sigma_c - \sigma_D) dA = 0$$



$$\Delta H = \frac{M_D - M_C}{I} \int_a (y dA)$$

$$Q = \int_a (y dA)$$

Kiriş elemanına uygulanan yatay kesme kuvveti:

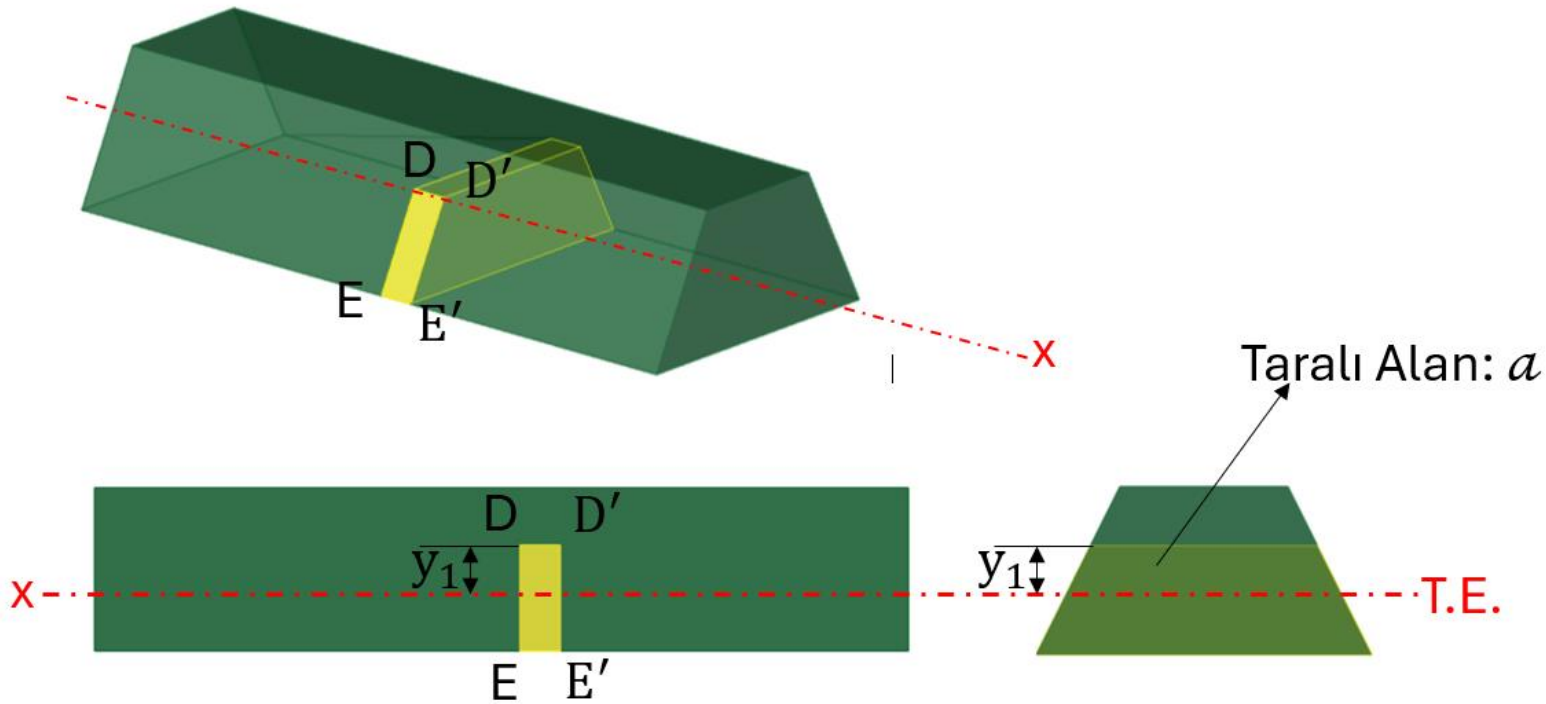
$$\Delta H = \frac{VQ}{I} \Delta x \quad (1)$$

$$M_D - M_C = \Delta M = \left(\frac{dM}{dx} \right) \Delta x$$

$$\frac{dM}{dx} = V$$

$$M_D - M_C = V \Delta x$$

Bir Kiriş Elemanının Yatay yüzündeki Kesme Kuvveti



T.E.'nin üstündeki kesit elemanları Q 'yu tanımlayan integrale pozitif katkıda bulunur, buna karşı T.E.'nin altında kalan elemanlar negatif katkıda bulunur.

$$Q = - \int_a (y dA) \quad \Delta H = - \frac{VQ}{I} \Delta x$$

Bir Kiriş Elemanının Yatay yüzündeki Kesme Kuvveti

Birim uzunluk başına yatay kesme kuvveti, q

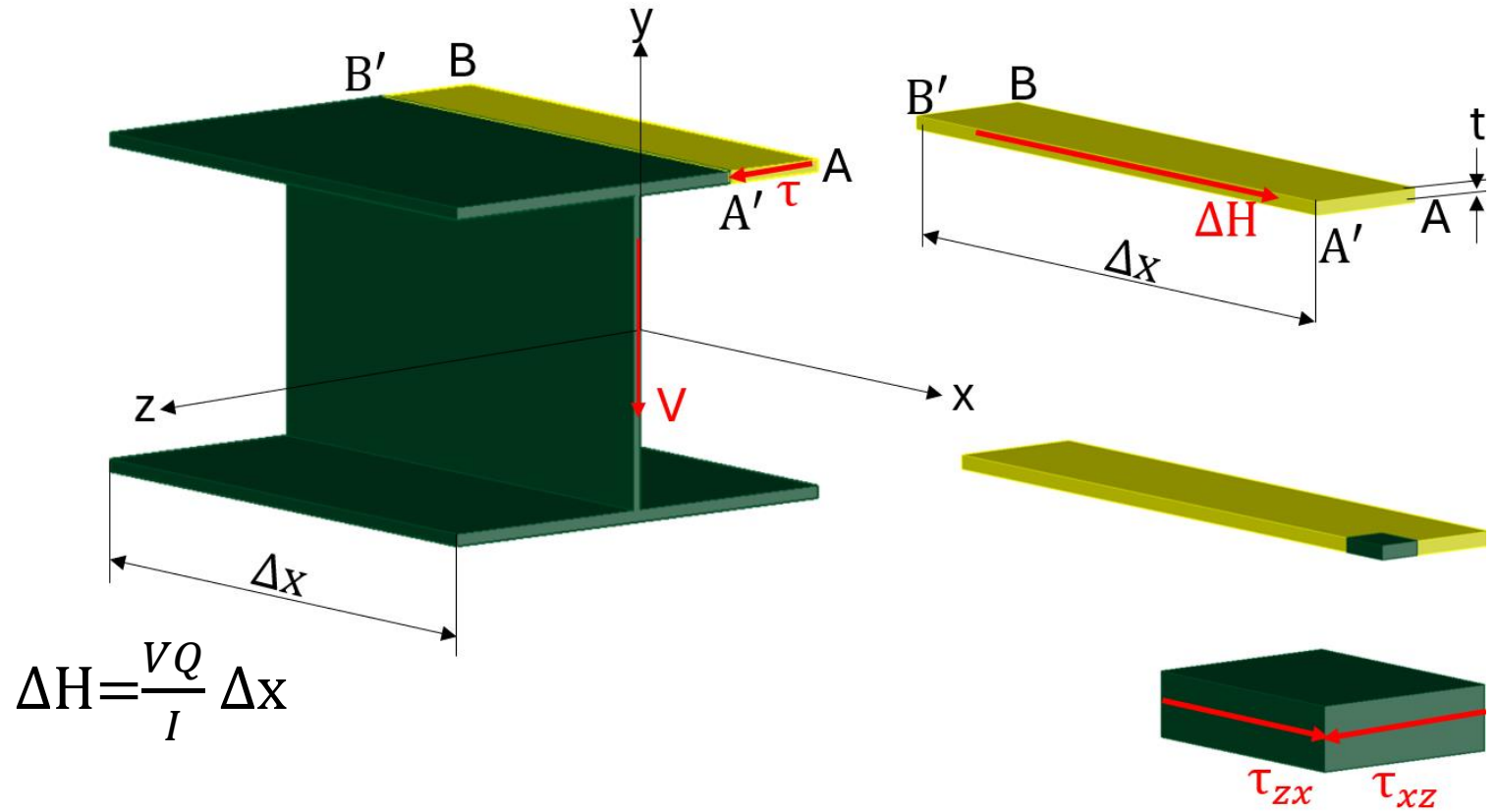
$$\Delta H = -\frac{VQ}{I} \Delta x$$

Denkleminin her iki tarafı Δx ile bölünerek elde edilir.

$$q = \frac{\Delta H}{\Delta x} \rightarrow q = \frac{VQ}{I} \quad (2)$$

Q , birim uzunluk başına yatay kesme kuvveti **KAYMA AKISI** olarak adlandırılır.

İNCE CİDARLI ELEMANLARDA KAYMA GERİLMELERİ

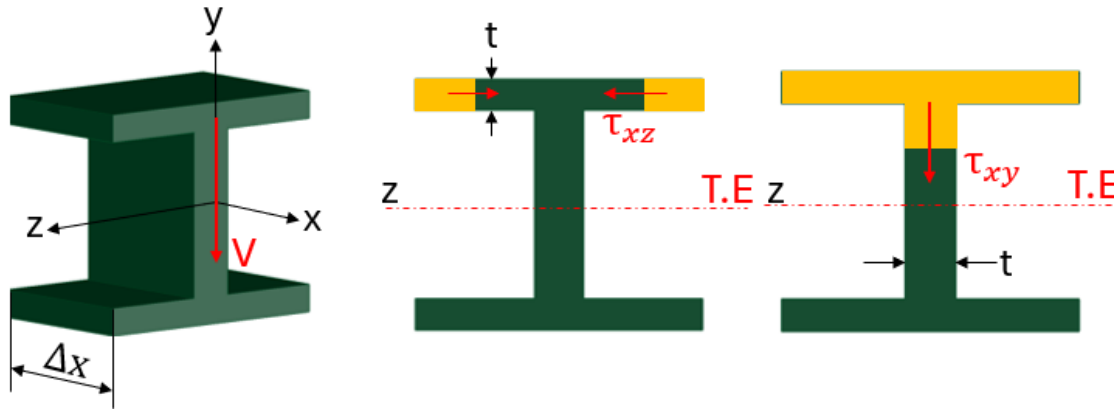


$$\Delta H = \frac{VQ}{I} \Delta x$$

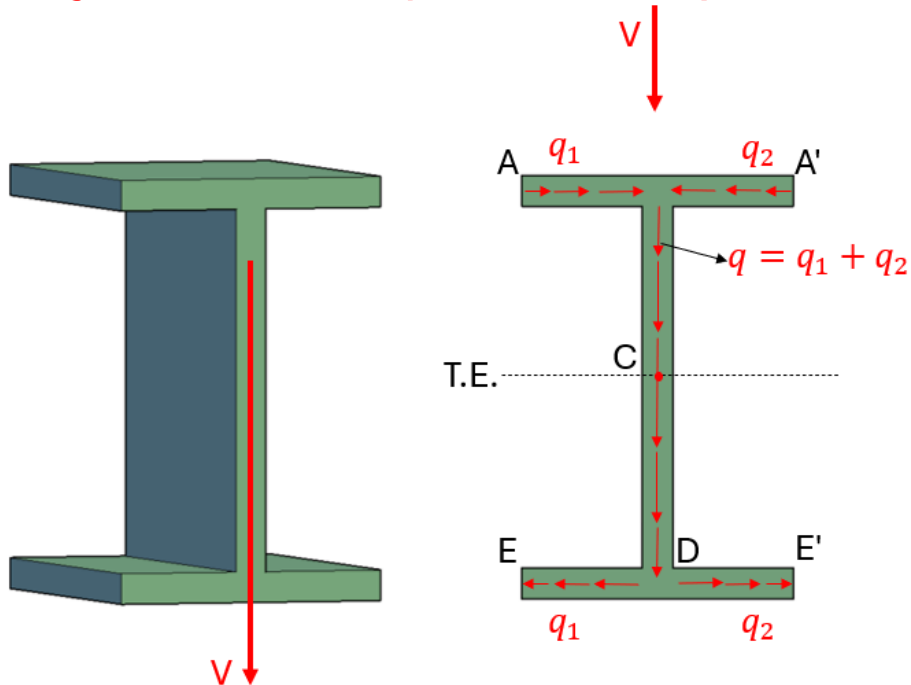
$$\Delta A = \Delta x \cdot t$$

$$\tau_{\text{ort}} = \frac{\Delta H}{\Delta A} \rightarrow \tau_{\text{ort}} = \frac{VQ}{It} \quad (3)$$

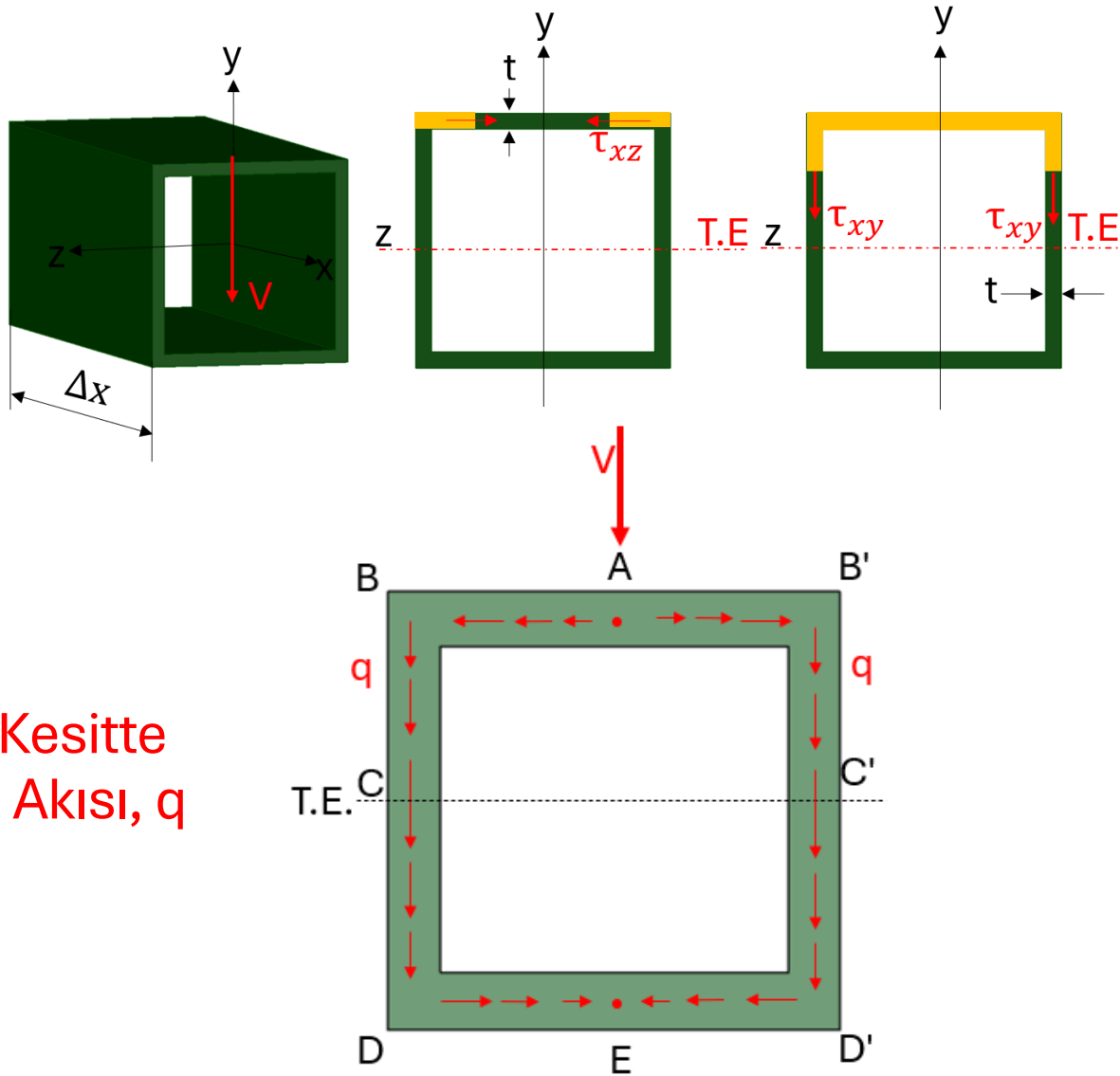
İNCE CİDARLI ELEMANLARDA KAYMA AKISI



Açık Kesitte Kayma Akısı, q



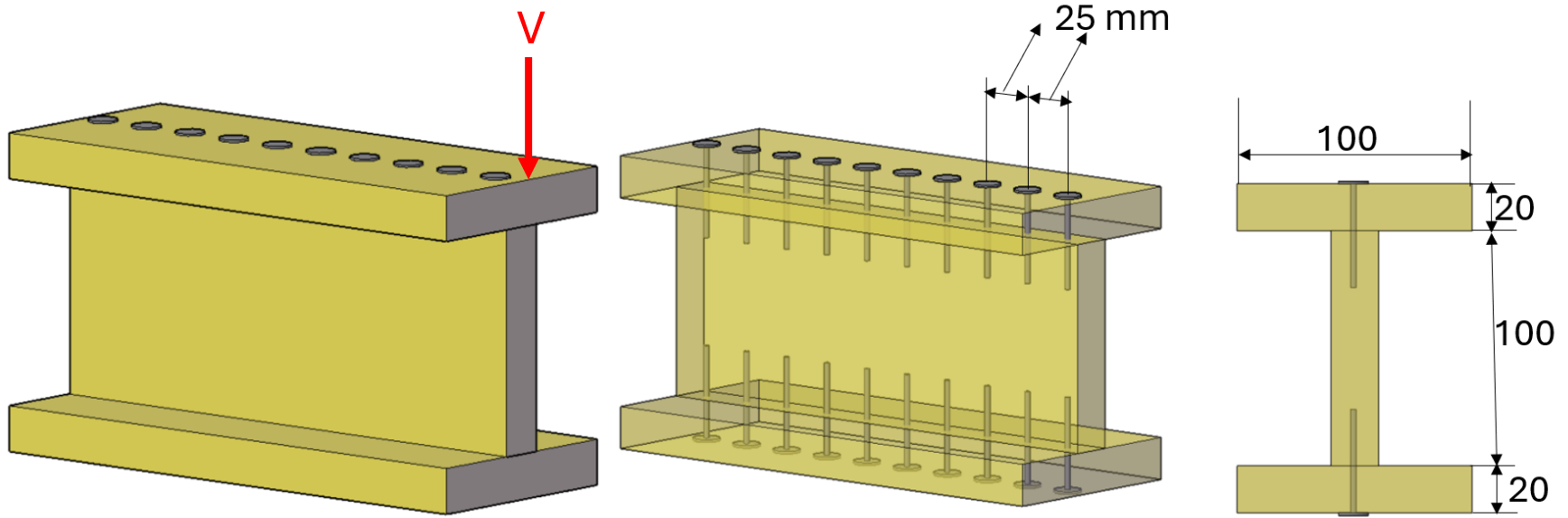
İNCE CİDARLI ELEMANLARDA KAYMA AKISI



Kapalı Kesitte
Kayma Akısı, q

İNCE CİDARLI ELEMANLARDA KAYMA AKISI

ÖRNEK-1:



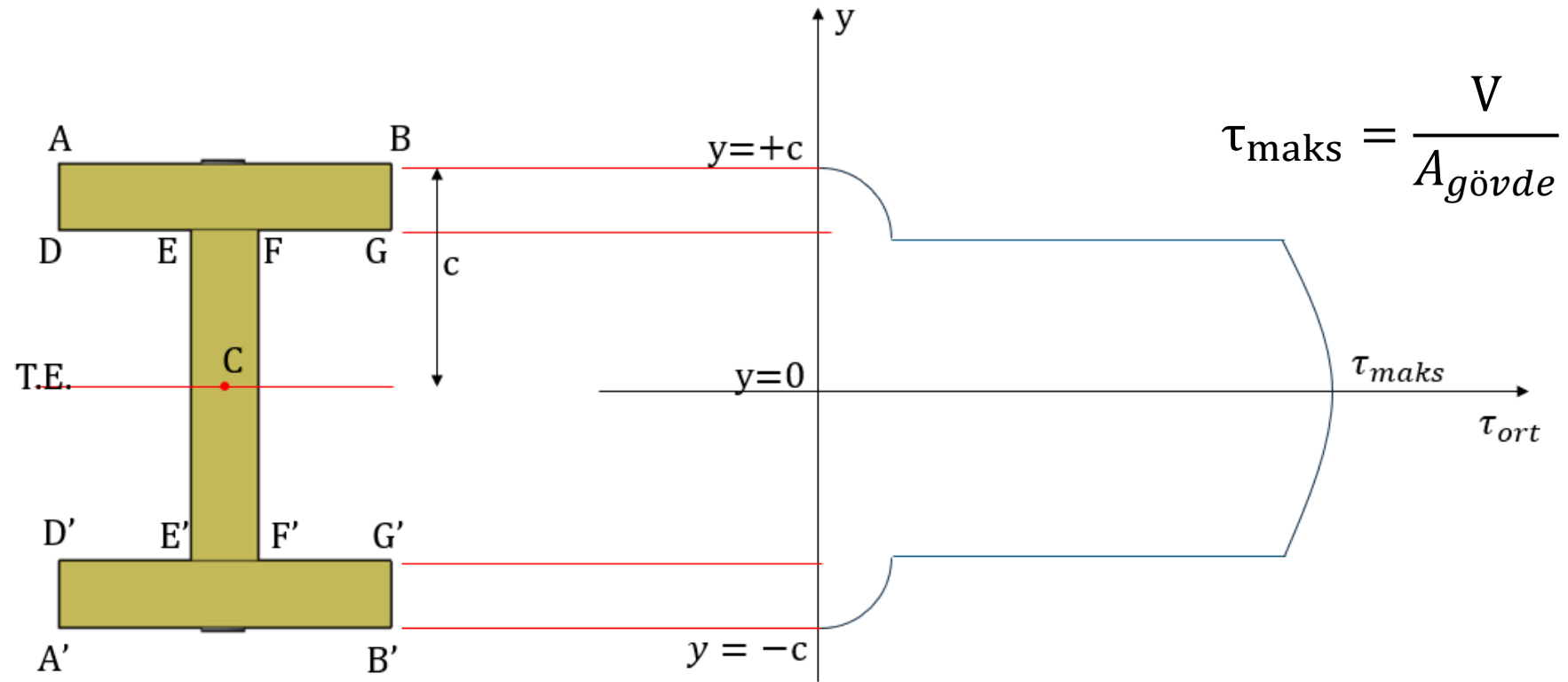
20 mmx100 mm boyutunda üç adet tahta kullanılarak şekildeki kiriş elemanı çiviler yardımıyla oluşturulmuştur. Çiviler arası mesafe 25 mm'dir. Düşey kesme kuvveti 500 N ise her bir çivideki kesme kuvvetini hesaplayınız.

(Birimler mm cinsindendir.)

CEVAP: $V_{\text{çivi}} = 92.5 \text{ N}$

İNCE CİDARLI ELEMANLARDA KAYMA GERİLMELERİ

$$\tau_{ort} = \frac{VQ}{It}$$



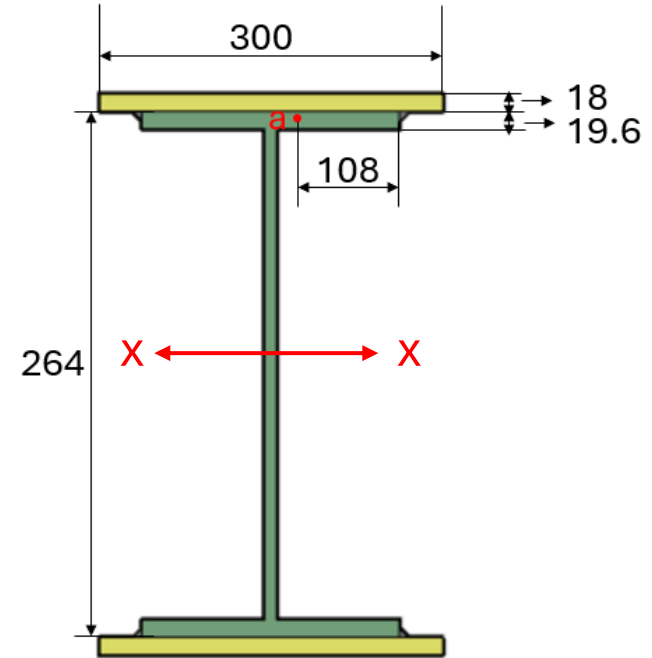
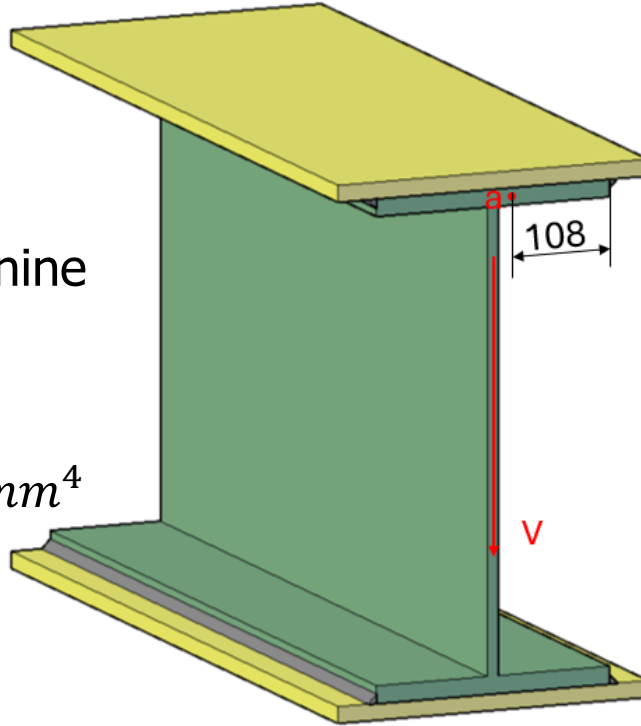
Başlıklar tarafından taşınan kayma gerilmeleri küçük olduğu için ihmal edilebilir. Kesme kuvvetinin gövde tarafından taşındığı kabul edilir.

İNCE CİDARLI ELEMANLARDA KAYMA GERİLMELERİ

ÖRNEK-2:

I Profilin x eksenine
göre atalet
momenti

$$I_x = 164 \times 10^6 \text{ mm}^4$$



Çelik kirişe etki eden düşey kesme kuvveti 200 kN ise, üst başlıkta kirişin kenarından 108 mm mesafede bulunan a noktasındaki yatay kayma gerilmesini hesaplayınız. (Birimler mm cinsindendir.)

CEVAP: $\tau = 17.95 \text{ Mpa}$