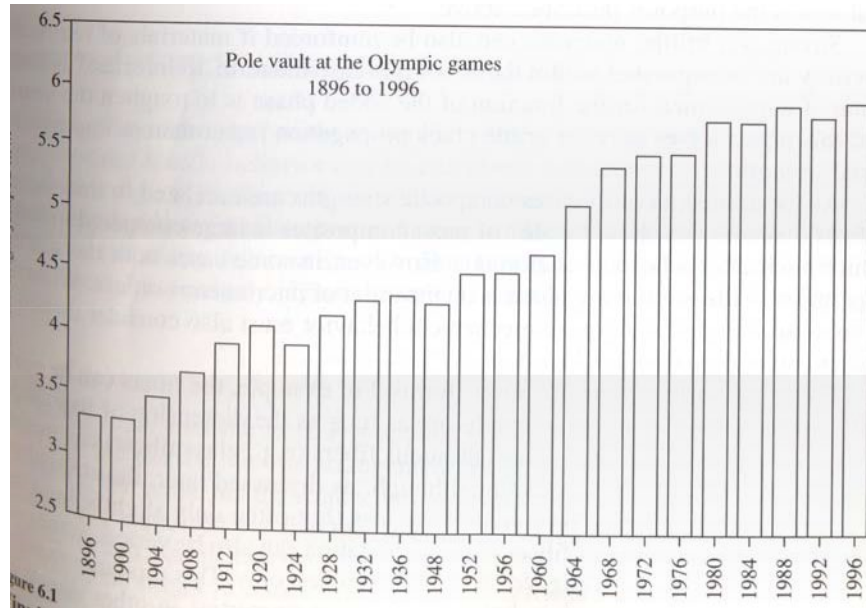


KOMPOZİT MALZEMELER

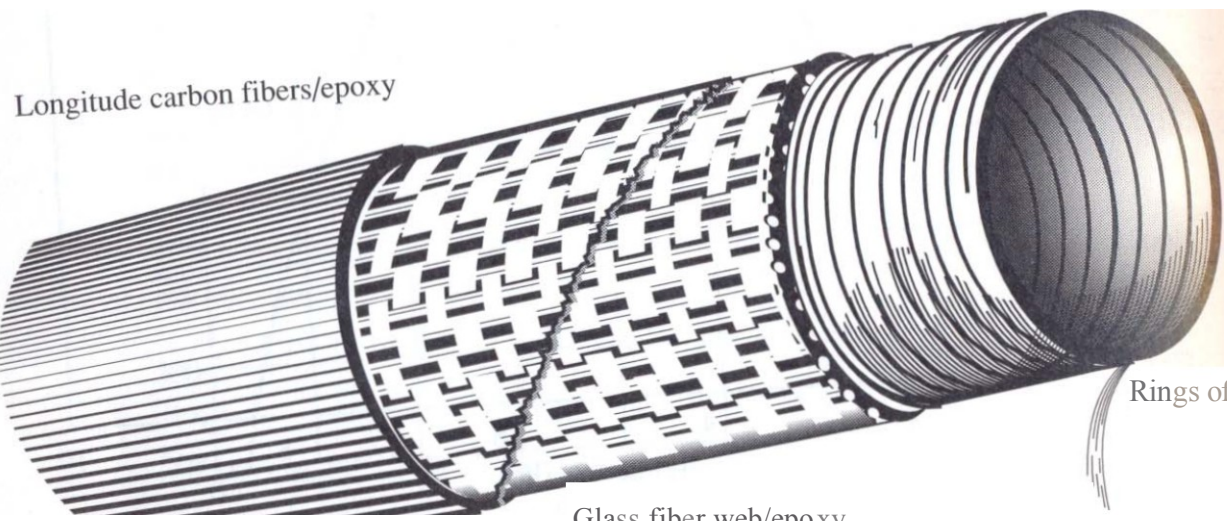


GİRİŞ

- D Sırikla yüksek atlama dünya rekorlarının yıllara göre değişimi.



- D 1896 yılından önce sıriklar ağaçtan yapılıyordu.
- D 1904 yılında bambu sırikla kullanılmaya başlandı ve 1952 yılına kadar böyle devam etti.
- D 1950 lerde alüminyum sıriklar kullanılmaya başlandı
- D 1964 yılından itibaren cam fiber sıriklar kullanılmaya başlandı.



Longitude carbon fibers/epoxy

Glass fiber web/epoxy

Rings of glass fibers

GİRİŞ

- ▮ Sırik malzemeleri hafifledi
- ▮ Eğilme dayanımları arttı
- ▮ En önemlisi depolayabilecekleri elastik enerji ($\sigma^2/2E$) arttı.
- ▮ Malzemenin yoğunluğu da (ρ) göz önüne alınmalıdır. Böylece bahsedilen kullanım açısından performans: $\sigma^2/2E\rho$ olur.

GİRİŞ

- D Bahsedilen malzeme cam fiber takviyeli kompozit malzemedir.
- D Buradaki cam fiberlerin çapı 1μ -0.025cm arasında değişmektedir.
- D Bu yüksek dayanıma sahip fiberler uygun bir matris malzemenin içine yerleştirilir.
- D Matris malzemenin görevi buradaki fiberleri bir arada tutmaktır.
- D Ayrıca matrisin diğer görevi bu fiberleri oksidasyon veya korozyon gibi dış etkenlerden korumaktır.
- D Genellikle matris malzemesinin dayanımı içine yerleştirilen malzemedен daha düşüktür.

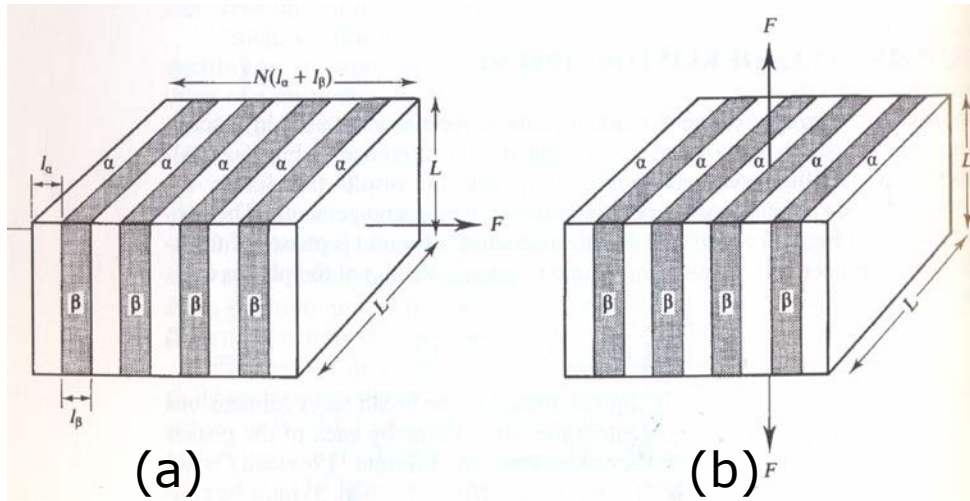
GİRİŞ

- ▮ Bazı durumlarda dayanımı yüksek ancak tokluğu düşük malzemeler de sünekliği yüksek malzemelerle takviye edilebilir.
- ▮ Burada amaç dayanımı artırmak değil tokluğu artırmaktır.

GİRİŞ

- ▮ Matris olarak farklı malzemeler kullanılabilir.
 - Polimer matris kompozitler (PMC)
 - ▮ Örnek fiber-glass
 - ▮ Yüksek sıcaklıklarda kullanılamazlar
 - Metal matris kompozitler (MMC)
 - ▮ Örneğin SiC fiber veya tane olarak kullanılır.
 - ▮ Dayanım artmakta ancak tokluk genellikle artmaz
 - Seramik matris kompozitler (CMC)
 - ▮ Bu kompozitlerde amaç matrisin kırılma tokluğunu artırmaktır.

KOMPOZİT MALZEMELERDE TAKVİYE MEKANİZMASI- *EŞİT GERİLME DURUMU*



α fazının hacim oranı: $V_{\alpha} = \frac{l_{\alpha}}{l_{\alpha} + l_{\beta}}$

β fazının hacim oranı: $V_{\beta} = \frac{l_{\beta}}{l_{\alpha} + l_{\beta}}$

$$\sigma_{\alpha} = \sigma_{\beta} = \frac{F}{L^2}$$

$$\varepsilon_{\alpha} = \varepsilon_{\beta}$$

$$\varepsilon_{\alpha} \neq \varepsilon_{\beta}$$

KOMPOZİT MALZEMELERDE TAKVİYE MEKANİZMASI- *EŞİT GERİLME DURUMU*

α fazında meydana gelen uzama: $\Delta l_{\alpha} = \varepsilon_{\alpha} l_{\alpha}$

β fazında meydana gelen uzama: $\Delta l_{\beta} = \varepsilon_{\beta} l_{\beta}$

Kompozit malzemede meydana gelen toplam uzama: $\Delta l_c = N\Delta l_{\alpha} + N\Delta l_{\beta}$

Kompozit malzemede meydana gelen toplam gerinim:

$$\varepsilon_c = \frac{\Delta l_c}{l_c} \quad V_{\alpha} = \frac{l_{\alpha}}{l_{\alpha} + l_{\beta}} \text{ ve } V_{\beta} = \frac{l_{\beta}}{l_{\alpha} + l_{\beta}} \text{ olduğu için}$$

$$\varepsilon_c = \frac{N\Delta l_{\alpha} + N\Delta l_{\beta}}{N(l_{\alpha} + l_{\beta})}$$

$$\varepsilon_c = V_{\alpha}\varepsilon_{\alpha} + V_{\beta}\varepsilon_{\beta}$$

$$\varepsilon_c = \frac{\Delta l_{\alpha} + \Delta l_{\beta}}{l_{\alpha} + l_{\beta}}$$

$$\varepsilon_c = \frac{\varepsilon_{\alpha} l_{\alpha} + \varepsilon_{\beta} l_{\beta}}{l_{\alpha} + l_{\beta}}$$

Kompozit malzemede meydana gelen toplam gerinim; her bir fazın maruz kaldığı gerinimlerin hacimsel averajıdır

KOMPOZİT MALZEMELERDE TAKVİYE MEKANİZMASI- *EŞİT GERİLME DURUMU*

Eğer fazlarda meydana gelen deformasyon elastik ise:

$$\varepsilon_{\alpha} = \frac{\sigma_{\alpha}}{E_{\alpha}} \text{ ve } \varepsilon_{\beta} = \frac{\sigma_{\beta}}{E_{\beta}} \text{ olur}$$

$$E_c = \frac{\sigma}{\varepsilon_c} \text{ olduğundan}$$

$$\varepsilon_c = V_{\alpha} \frac{\sigma_{\alpha}}{E_{\alpha}} + V_{\beta} \frac{\sigma_{\beta}}{E_{\beta}}$$

$$\boxed{\frac{1}{E_c} = \frac{V_{\alpha}}{E_{\alpha}} + \frac{V_{\beta}}{E_{\beta}}} \text{ olur}$$

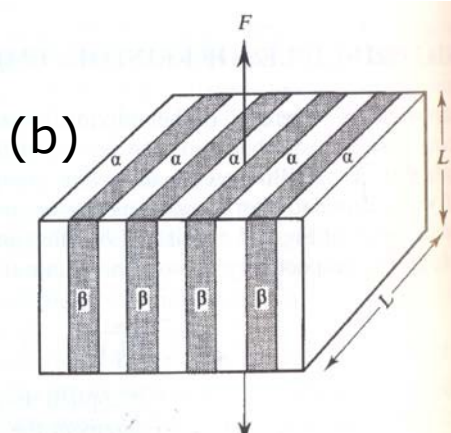
veya

$$\sigma_{\alpha} = \sigma_{\beta} \text{ olduğundan}$$

$$\boxed{\varepsilon_c = \sigma \left(\frac{V_{\alpha}}{E_{\alpha}} + \frac{V_{\beta}}{E_{\beta}} \right)} \text{ olur}$$

$$\boxed{E_c = \frac{E_{\alpha} E_{\beta}}{V_{\alpha} E_{\beta} + V_{\beta} E_{\alpha}}} \text{ olur}$$

KOMPOZİT MALZEMELERDE TAKVİYE MEKANİZMASI- *EŞİT GENLEME DURUMU*



$$\varepsilon_{\alpha} = \varepsilon_{\beta}$$

$$F = F_{\alpha} + F_{\beta}$$

$$F_{\alpha} = \sigma_{\alpha} N l_{\alpha} L \quad \text{ve} \quad F_{\beta} = \sigma_{\beta} N l_{\beta} L$$

$$\text{Toplam kuvvet: } F = \sigma_{\alpha} N l_{\alpha} L + \sigma_{\beta} N l_{\beta} L$$

$$\text{Toplam yüzey alanı: } A = N L (l_{\alpha} + l_{\beta})$$

Böylece toplam gerilme:

$$\sigma_c = \frac{N L (\sigma_{\alpha} l_{\alpha} + \sigma_{\beta} l_{\beta})}{N L (l_{\alpha} + l_{\beta})}$$

$$\sigma_c = \frac{\sigma_{\alpha} l_{\alpha} + \sigma_{\beta} l_{\beta}}{l_{\alpha} + l_{\beta}}$$

$$\sigma_c = \sigma_{\alpha} V_{\alpha} + \sigma_{\beta} V_{\beta} \quad \text{olur}$$

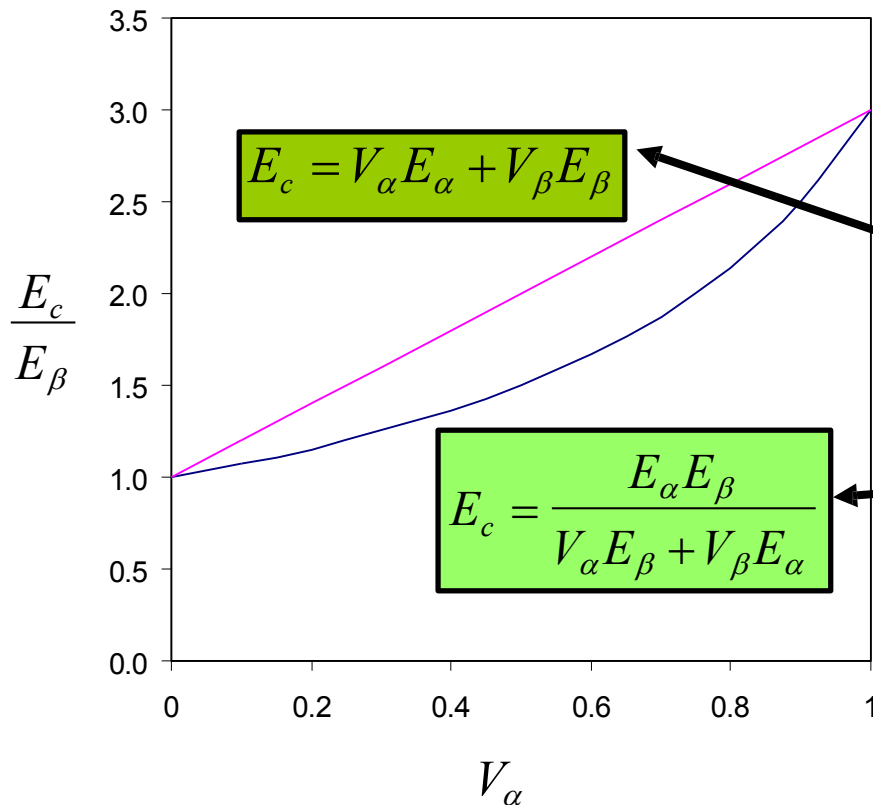
$$\sigma_c = E_c \varepsilon \quad \sigma_{\alpha} = E_{\alpha} \varepsilon \quad \text{ve} \quad \sigma_{\beta} = E_{\beta} \varepsilon$$

$$E_c \varepsilon = E_{\alpha} \varepsilon V_{\alpha} + E_{\beta} \varepsilon V_{\beta}$$

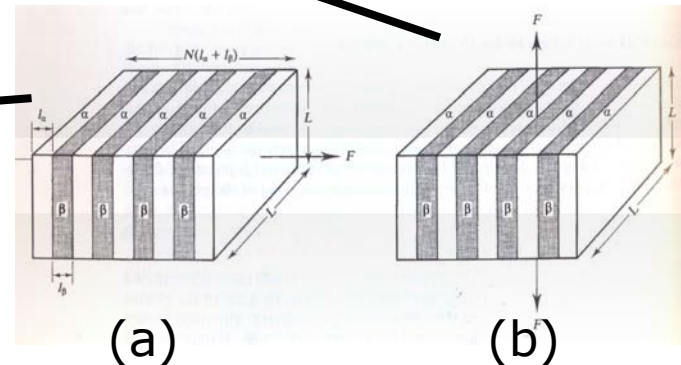
$$E_c = V_{\alpha} E_{\alpha} + V_{\beta} E_{\beta} \quad \text{olur}$$

DURUM-1 VE DURUM-2

$E_\alpha = 3E_\beta$ durumunda elastik kompozitin elastik modülünün hacim oranına bağlı değişimi



- D Kompozitin elastik modülü bileşenlerin hacim oranlarına bağlı olarak E_α ile E_β arasında değişir.
- D Eşit genleme durumu en iyi dayanımı sağlar.



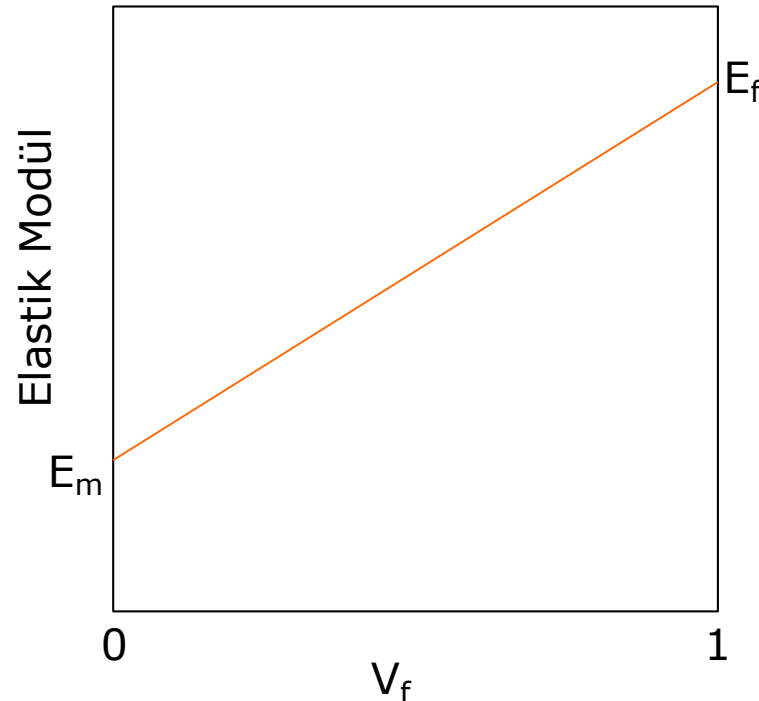
FİBER TAKVİYELİ KOMPOZİTLER

Fiber takviyeli kompozitlerde eşit gerinim durumu söz konusudur.
Bu yüzden kompozit malzemenin elastik modülü:

$$E_c = V_m E_m + V_f E_f$$

Dayanımı:

$$\sigma_c = \sigma_\alpha V_\alpha + \sigma_\beta V_\beta \quad \text{olur}$$



ÖRNEK

- D 380 GPa elastik modüle sahip olan bor fiberleri 60GPa elastik modüle sahip olan alüminyum matris içine yerleştirilerek fiber takviyeli kompozit bir malzeme yapılmıştır. Fiberlere paralel doğrultuda, kompozit malzemenin elastik modülü
- %10 bor fiberleri içerilen durumda
 - %60 bor fiberleri içerilen durumda

nedir?

ÇÖZÜM

Eşit gerinim durumunda kompozit malzemenin elastik modülü:

$$E_c = V_m E_m + V_f E_f \text{ olur}$$

$$V_f = 0.1 \text{ durumunda}$$

$$E_c = 0.9 \times 60 + 0.1 \times 380$$

$$E_c = 92 \text{ GPa} \text{ olur}$$

$$V_f = 0.6 \text{ durumunda}$$

$$E_c = 0.4 \times 60 + 0.6 \times 380$$

$$E_c = 252 \text{ GPa} \text{ olur}$$

ÇÖZÜM

Eşit gerilme durumunda kompozit malzemenin elastik modülü:

$$E_c = \frac{E_\alpha E_\beta}{V_\alpha E_\beta + V_\beta E_\alpha} \text{ olur}$$

$V_f = 0.1$ durumunda

$$E_c = \frac{380 \times 60}{0.1 \times 60 + 0.9} \text{ olur}$$

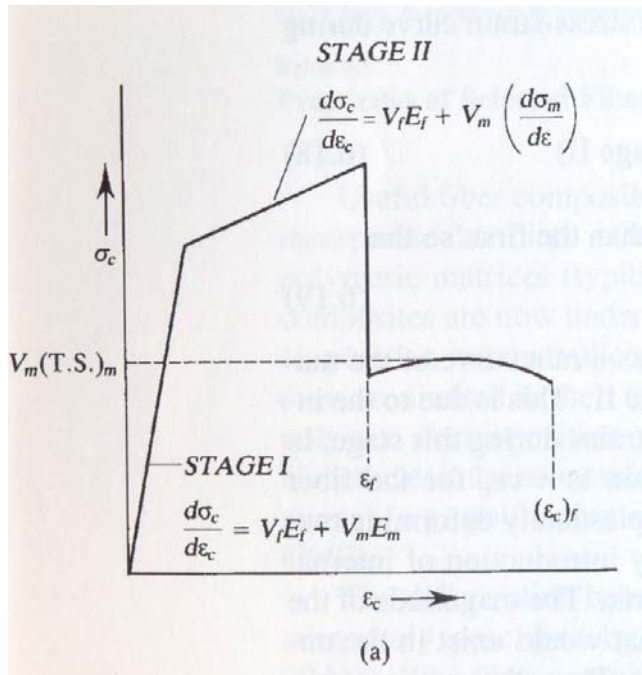
$$\times 380$$
$$E_c = 65.51 \text{ GPa} \text{ olur}$$

$V_f = 0.6$ durumunda

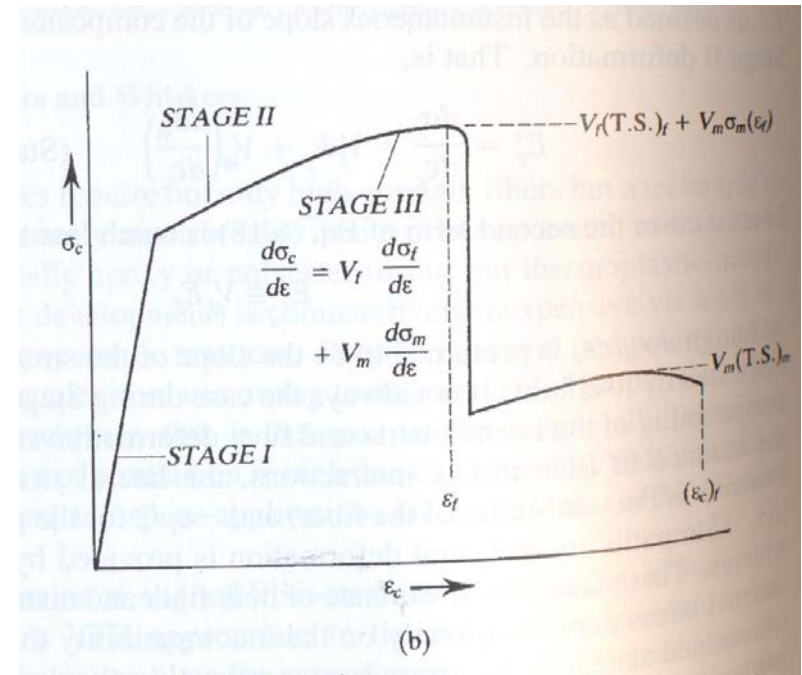
$$E_c = \frac{380 \times 60}{0.6 \times 60 + 0.4} \text{ olur}$$

$$\times 380$$
$$E_c = 121.27 \text{ GPa} \text{ olur}$$

FİBER TAKVİYELİ KOMPOZİTLER



- I. Matris elastik-Fiber elastik
- II. Matris plastik-Fiber elastik



- I. Matris elastik-Fiber elastik
- II. Matris plastik-Fiber elastik
- III. Matris plastik-Fiber plastik

FİBER TAKVİYELİ KOMPOZİTLER

