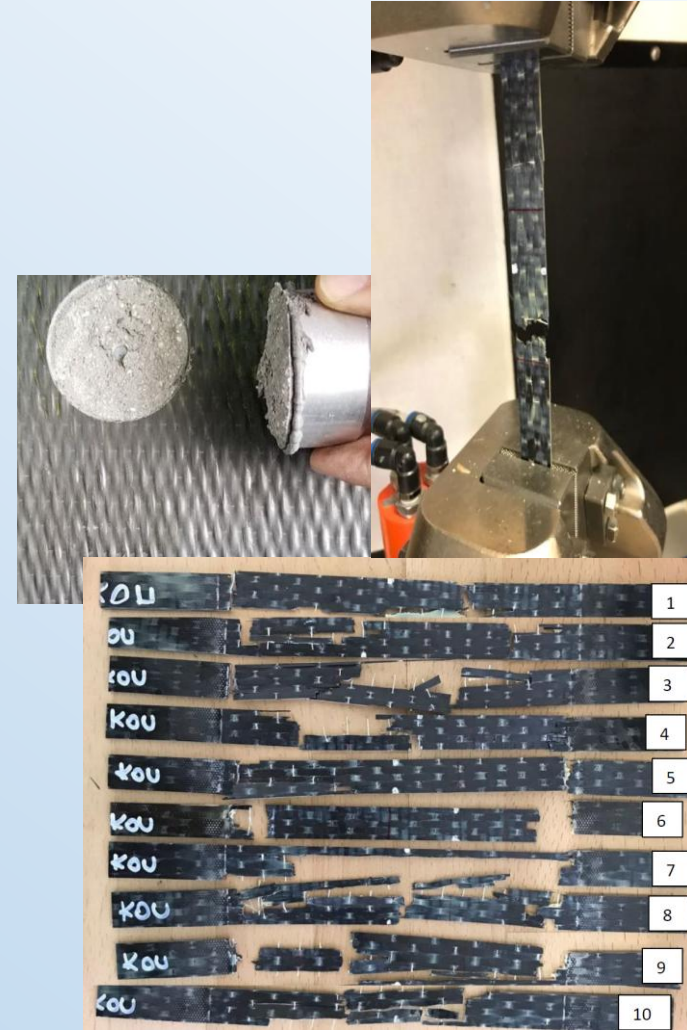


YAPILARIN LİFLİ POLİMERLERLE GÜÇLENDİRİLMESİ 101

Lifli Polimer (LP) Kompozitler
Fiber Reinforced Polymers - FRPs



... başlıklar ...

güçlendirme ...

Lifli Polimer kompozit malzemeler ...

uygulamalar...



... güçlendirme ...

“«dönüşüm» ve/veya «güçlendirme»
yapmış olsaydık, bu ölçekte ...

... **can kayıplarını**,
... maddi kayıpları,
... devasa inşaat molozlarını ve atıklarını,
... ..

konuşmuyor olacaktık”



Türkiye'de yapı stoğu ...

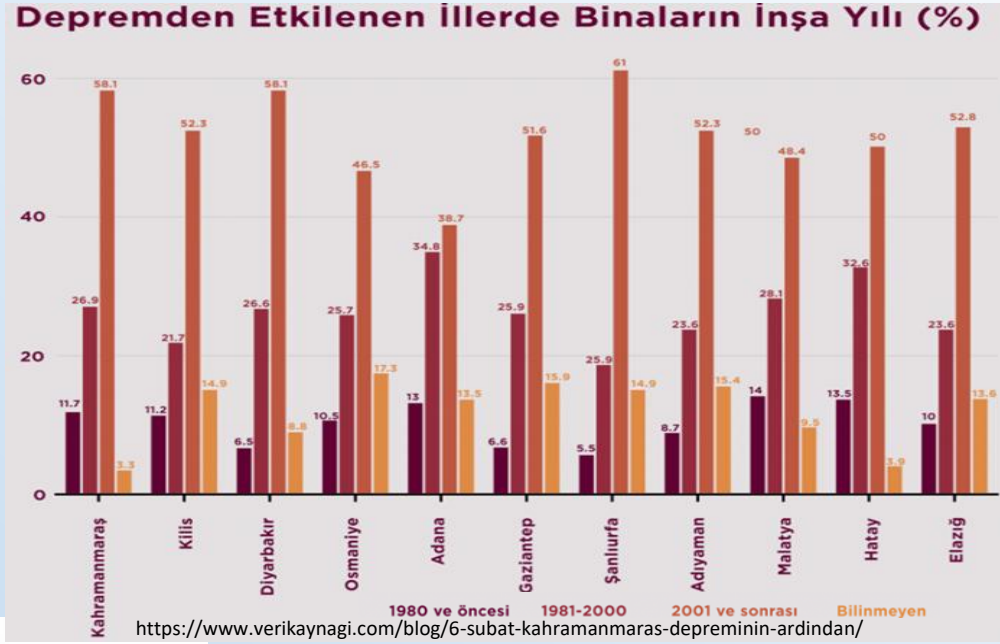
2000 öncesi yapıların
toptan dönüşümü ...

10M yapı x 20M TL ...

240 trilyon TL ...

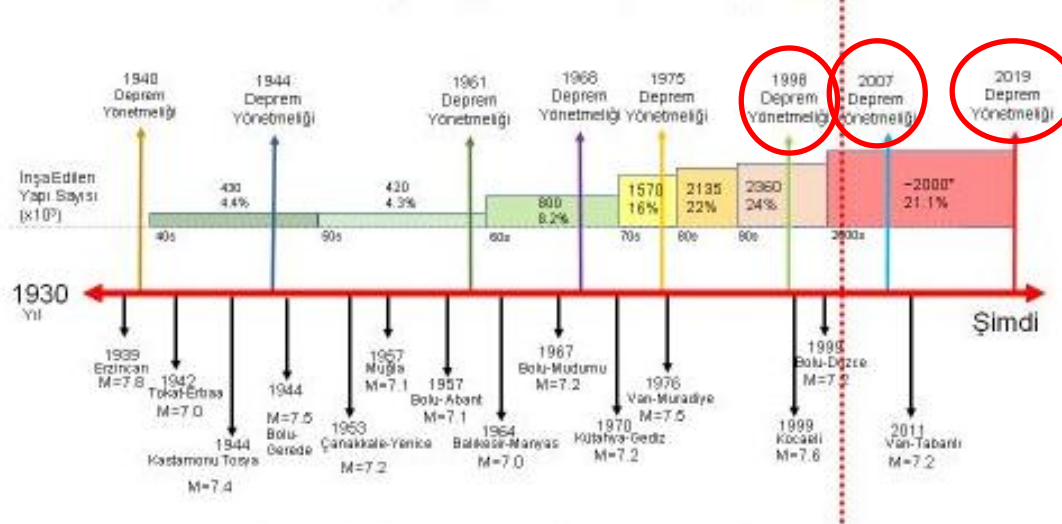
5.3 trilyon dolar ...

Kahramanmaraş depremleri



Türkiye'de Yönetmelikler, Yapı Stoğu ve Yıkıcı Depremler

Mevcut Yapı Stoğunun Yaklaşık %80'i



*2000 yılına kadar bina sayıları TUIK bina sayımından alınmıştır. Bu tarihten sonra bir bina sayımı olmadığı için 2000-2016 arasındaki bina sayıları ise TUIK tarafından yayınlanmış olan bina inşaat izin belgelerinden elde edilmiştir.

Prof. Dr. Alper İlki

Hızlı Tarama
Envanter Çalışması

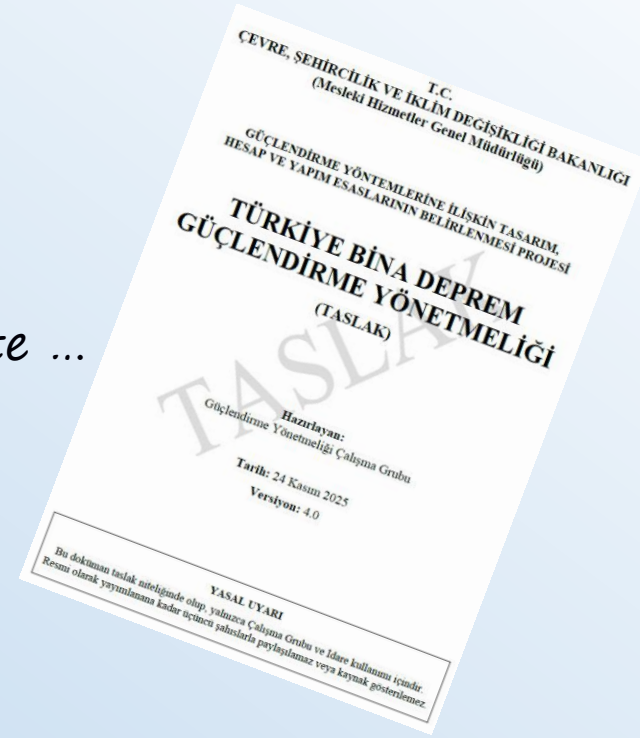
Göçme Riski Yüksek
Olanların Dönüşümü
Yenilenmesi

Makul Performansa Sahip
Olanların
Güçlendirilmesi

... güçlendirme ...

yapının önemine bağlı olarak !!!
güçlendirme maliyeti,
yeniden yapım maliyetinin
kabaca %40'ının altındaysa,
güçlendirme makul görülmekte ...

deprem “performans analizi” ...



SİSTEM
GÜÇLENDİRMESİ



ELEMAN
GÜÇLENDİRMESİ

yapı temellerinin güçlendirilmesi ...

SİSTEM GÜÇLENDİRMESİ

perde duvar ve/veya
çelik çapraz ilavesi ...

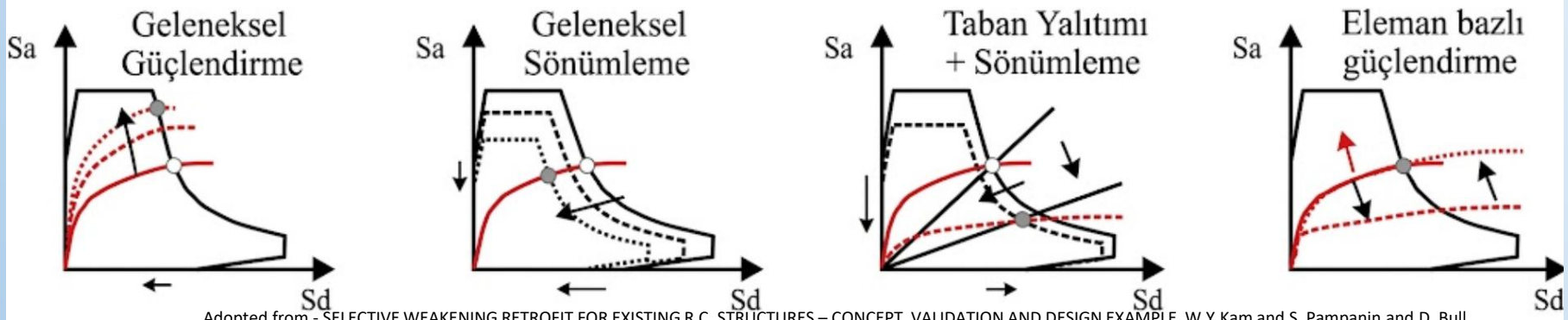
kütle azaltma ...

yeni nesil elemanlarla
güçlendirme
(sönümleyiciler, BRB vb.) ...

... güçlendirme ...



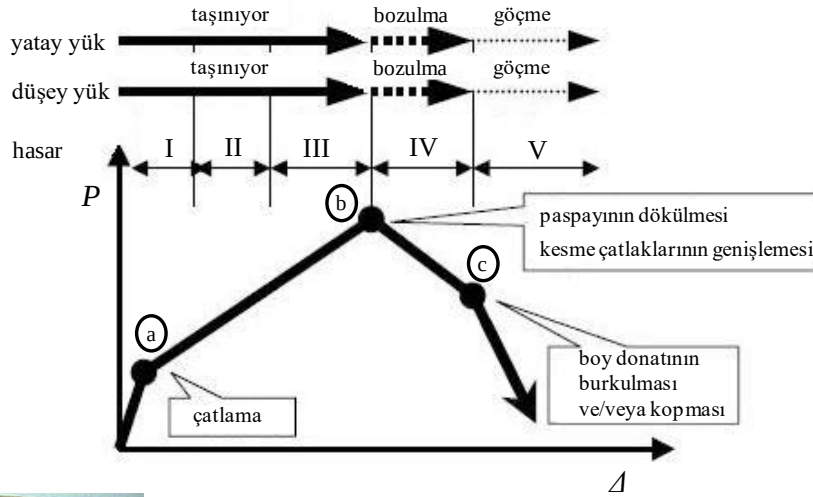
Seismic Retrofit of Existing Reinforced Concrete Buildings - Stelios Antoniou 2023



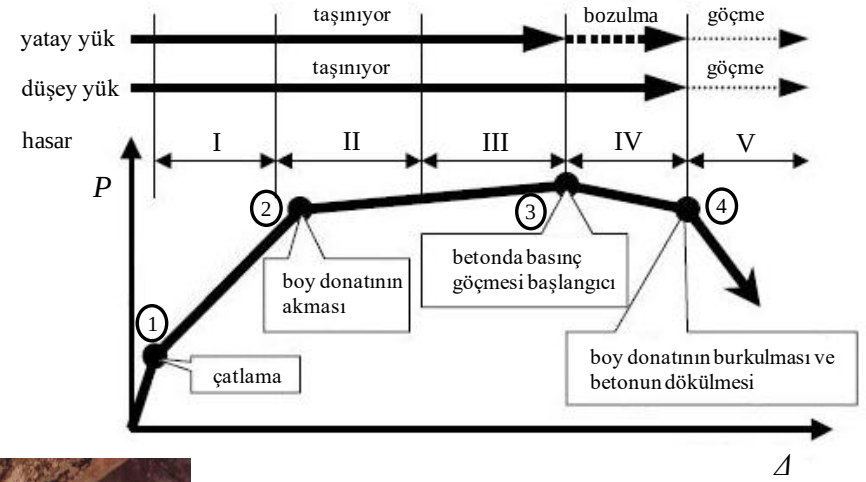
Adopted from - SELECTIVE WEAKENING RETROFIT FOR EXISTING R.C. STRUCTURES – CONCEPT, VALIDATION AND DESIGN EXAMPLE W.Y.Kam and S. Pampanin and D. Bull

... sünek tasarım ...

plastik davranışı öngören yani yapılarda
hasar oluşumunu öngörerek ve kabullenerek yapılan tasarım ...



(a) gevrek betonarme eleman davranışı

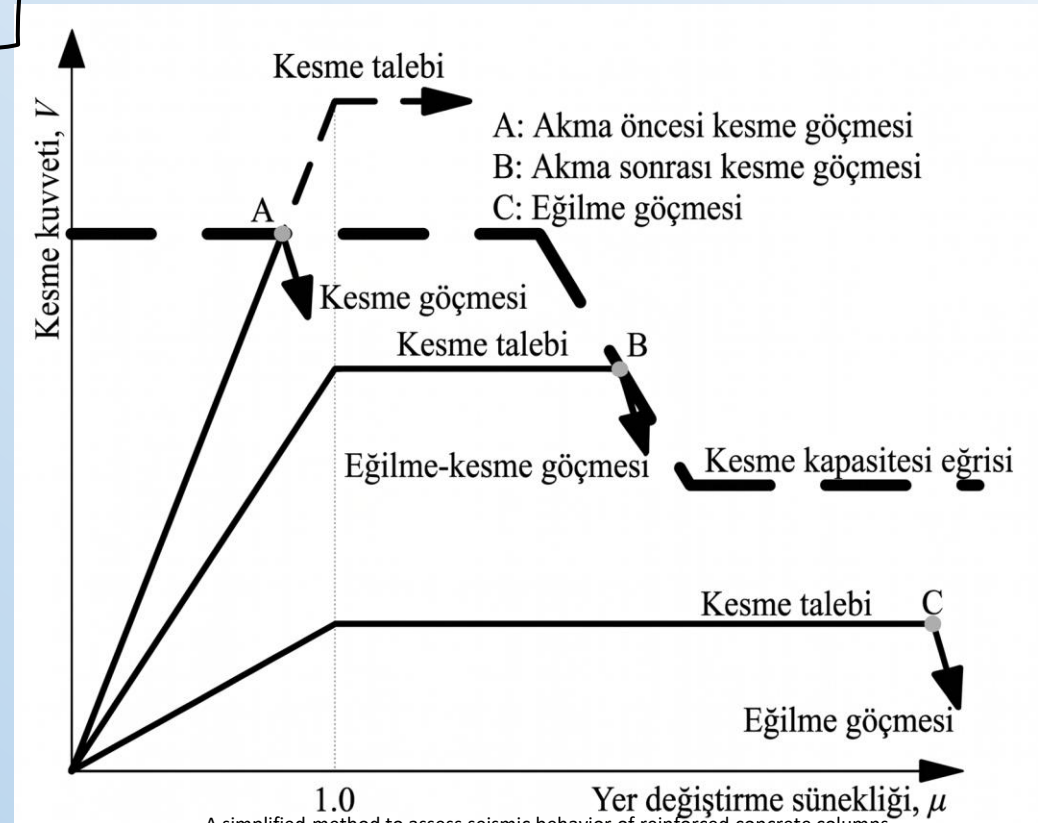


(b) sünek betonarme eleman davranışı

ELEMAN GÜÇLENDİRMESİ

mantolama/kesit büyütme,
(betonarme, çelik, LP-FRP) ...

elemanlar arası sürekliliğin
sağlanması ve birleşimler ...



A simplified method to assess seismic behavior of reinforced concrete columns,
Zhen Wang, Jingquan Wang, Junzheng Zhu, Jian Zhang

güçlendirme ...

Lifli Polimer kompozit malzemeler ...

uygulamalar...



... LİFLİ POLİMER (FRP)

... avantajları ...

- Dayanım ...
- Özgül mukavemet ...
- Korozyon ve çevresel etkiler ...
- Ağırlık ...
- İşlenebilirlik, uygulama ...

... dezavantajları ...

- Lineer elastik davranış ...
- Ekonomi ??? ...
- Yangın ve yüksek ısı ??? ...
- Isıl genleşme katsayısı ...
- Koruma gereksinimi ...

Lifli Polimer kompozit malzemeler ...

... lifli polimer, elyaf takviyeli polimer ...

... fiber reinforced polymer (or plastic)

FRP ...

Lif + Polimer

**KOMPOZİT
MALZEME**

... 1900'lü yılların başları

sentetik polimer ve sentetik lifler ...

1905
BAKALİT

... 1930'lu yıllardan itibaren

denizcilik, havacılık, otomotiv, silah sanayi, uzay mekiği ...

1936
ilk GFRP
du Pont

1932
Cam Elyaf

... 1950'li yılların sonları

karbon elyaf, aramid elyaf ...

... 1970'li yılların sonları

lif ve polimer teknolojisinin olgunlaşması ...

araba

füze

bisiklet

raket

Uçak
gövdesi



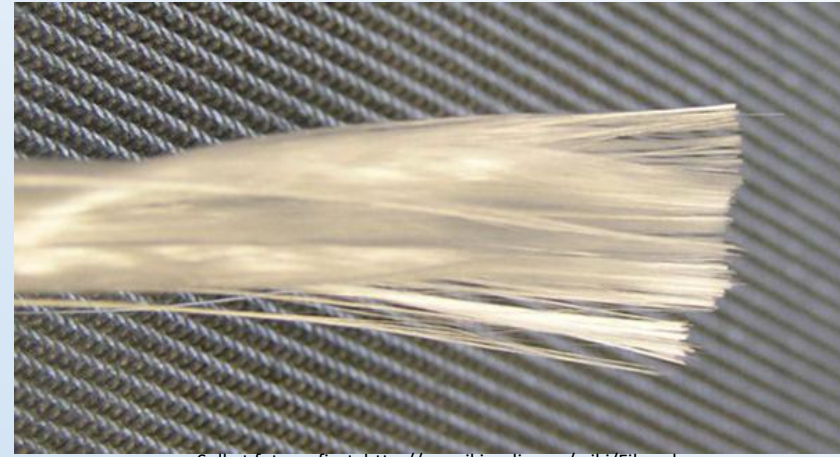
Lifli Polimer kompozit malzemeler ...

... lif

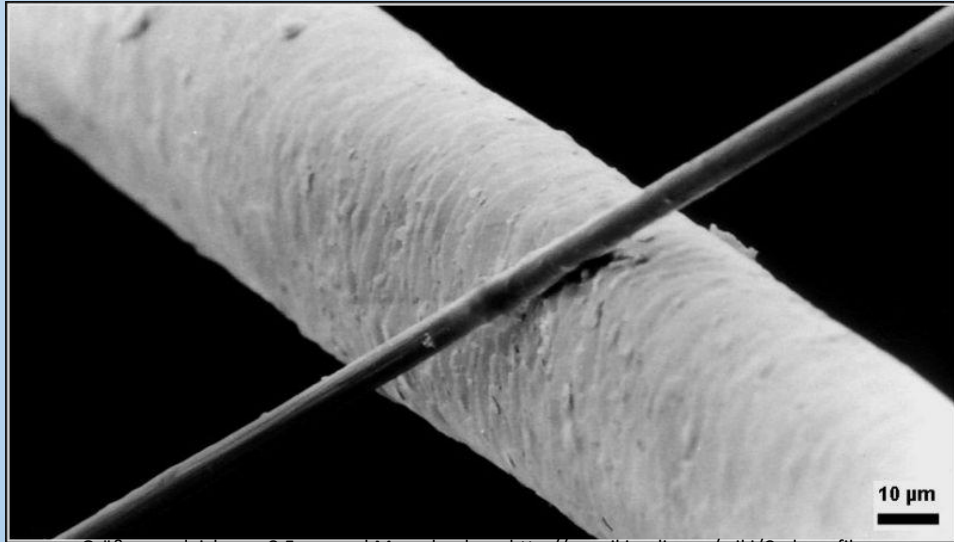
Cam, Aramid, Karbon, Bazalt ...

5-20 μm $\varnothing$...
yüksek boyut oranı

(narinlik oranı – aspect ratio) ...



Selbst fotografiert <http://en.wikipedia.org/wiki/Fiberglass>



Größenvergleich von C-Faser und Menschenhaar http://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_fiber

yapısal hata – dislokasyon ...
gerilme yığılması ...
gerilme aktarımı sorunu ...

... lif

Cam Elyaf (GFRP)...

E-Glass, S-Glass, AR-Glass

Aramid Elyaf (Kevlar – AFRP)

Düşük, Yüksek elas. mod.

Karbon Elyaf (CFRP)

Yüksek dayanımlı, Çok yüksek dayanımlı,

Yüksek elas. mod. Çok yüksek elas. mod.

Bazalt, Bor, Asbest, Polypropilen,

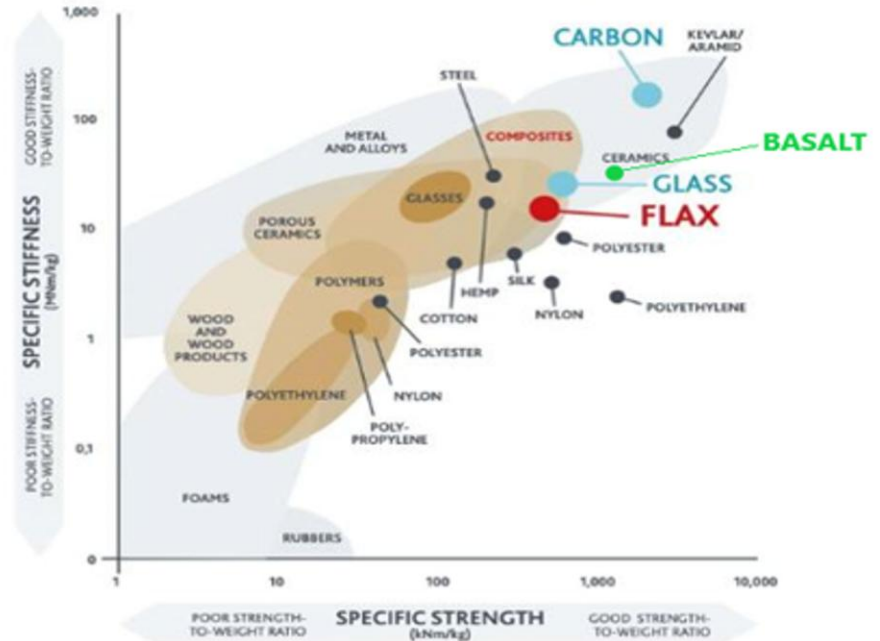
Polietilen, Naylon, Keten, Kenevir Elyaf lar ...

Lif Tipi	Elastisite Modülü (GPa)	Çekme Dayanımı (MPa)	Kopma Uzaması (%)
Karbon			
YD	215 – 235	3500 – 4800	1.4 – 2.0
ÇYD	215 – 235	3500 – 6000	1.5 – 2.3
YEM	350 – 500	2500 – 3100	0.5 – 0.9
ÇYEM	500 – 700	2100 – 2400	0.2 – 0.4
Cam			
YD	70	1900 – 3000	3.0 – 4.5
ÇYD	85 – 90	3500 – 4800	4.5 – 5.5
Aramid			
DEM	70 – 80	3500 – 4100	4.3 – 5.0
YEM	115 – 130	3500 – 4000	2.5 – 3.5

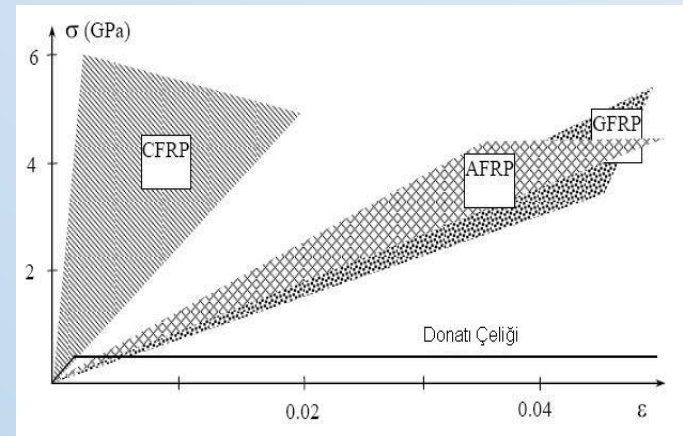
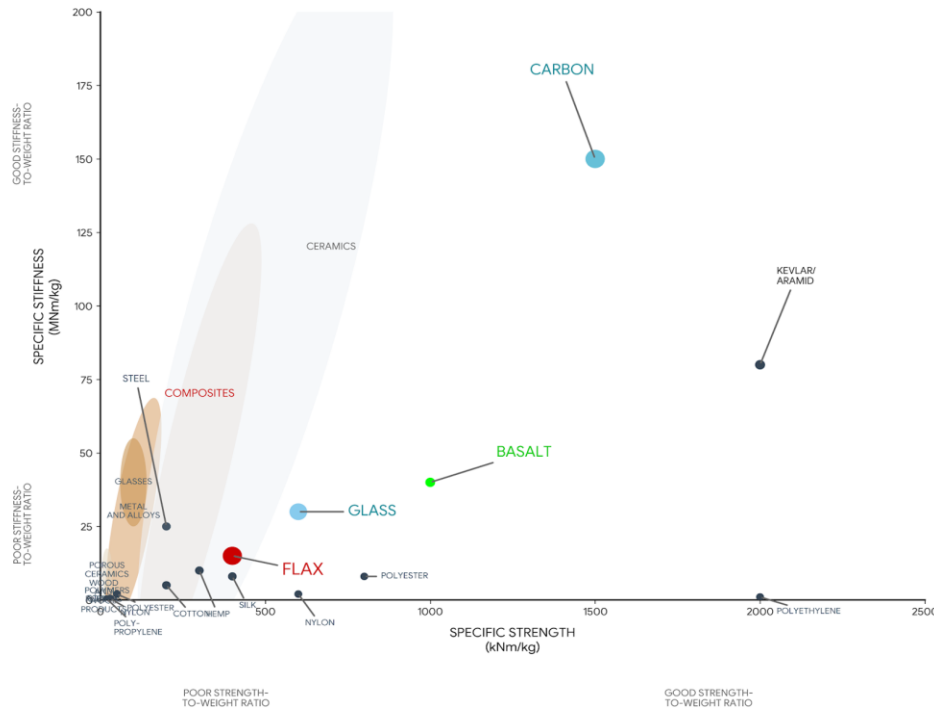
Lifli Polimer kompozit malzemeler ...

... lif

COMPOSITES CONTAINING FLAX FIBER REINFORCEMENTS SHOWS COMPARABLE SPECIFIC STIFFNESS AND STRENGTH TO GLASS FIBER COMPOSITES OR EVEN STEEL



SHOWS COMPARABLE SPECIFIC STIFFNESS AND
STRENGTH TO GLASS FIBER COMPOSITES OR EVEN STEEL

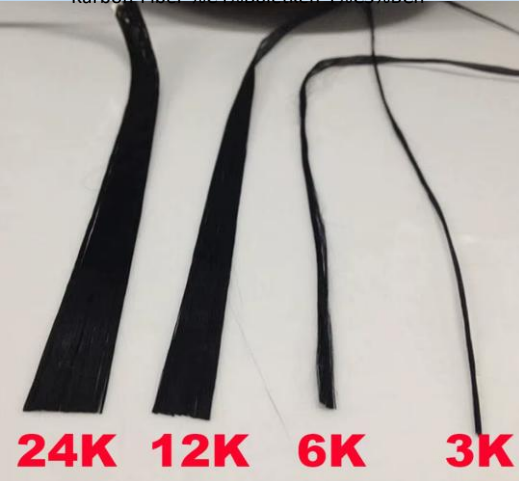


Lifli Polimer kompozit malzemeler ...

... lif



<https://tr.aliexpress.com/s/wiki-ssr/article/Karbon-Fiber-%C4%B0letken-Y%C3%BCn>



Karbon lifler ...

ölçü birimi olarak “K” kullanılır

Cam, aramid ve bazalt lifler ...

ölçü birimi olarak genellikle

Tex, dtex, yield kullanılır

hepsi için g/m^2 (gramaj)

ortak payda ...

işlenebilirliği ve reçine emme (emprenye)

özelliğini belirler ...

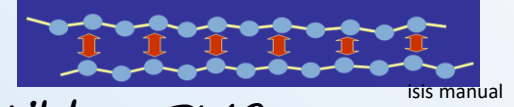
K : bir iplikteki (tow-demet)
karbon filament sayısı

Lifli Polimer kompozit malzemeler ...

... Polimerik Matris

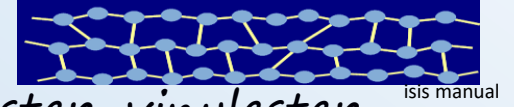
Termoplastikler

akrilikler, poliamidler, vinil esaslı plastikler, PVC ...



Termosetler

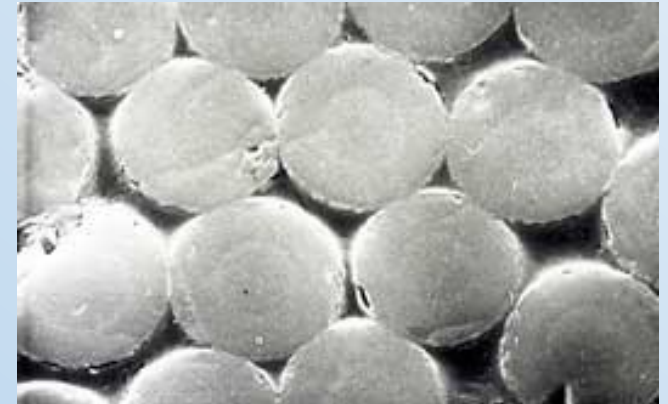
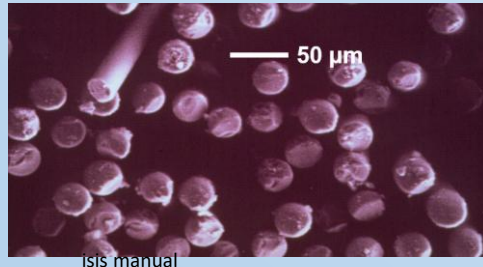
fenolik reçineler, silikon, alkaid, polyester, vinylester, EPOKSİ ...



Yoğunluk (kg/m ³)	Elastisite Modülü (MPa)	Çekme Dayanımı (MPa)	Kayma Dayanımı (MPa)	Basınç Dayanımı (MPa)	Kopma Uzaması (%)	Camsı Geçiş Sıcaklığı (°C)
1100-1700	500-20000	9-30	10-30	55-110	0.5-5	45-80

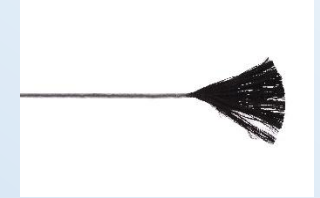
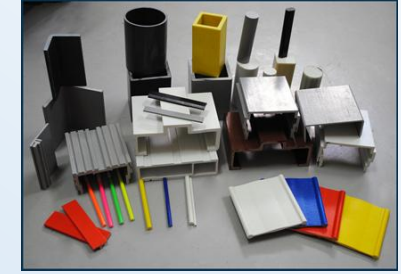
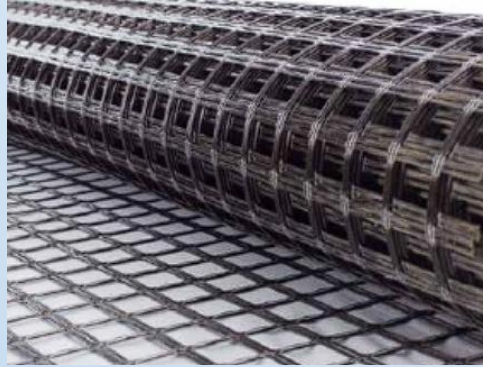
... matris

lifleri bir arada tutulması ve
dış etkilerden korunması ...
uygulama yüzeyi ile bağlantı ...
lifler arası gerilme aktarımı ...



Lifli Polimer kompozit malzemeler ...

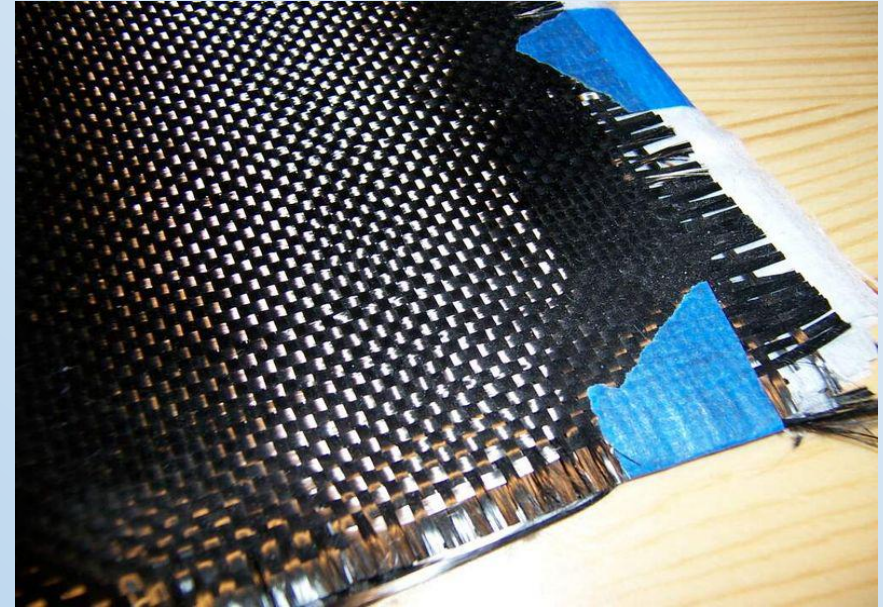
kumaş, plaka, ağ/file (mesh), çubuk donatı, profil, panel vd. ...



kumaş lif dizilimi ve örgü tipleri ...

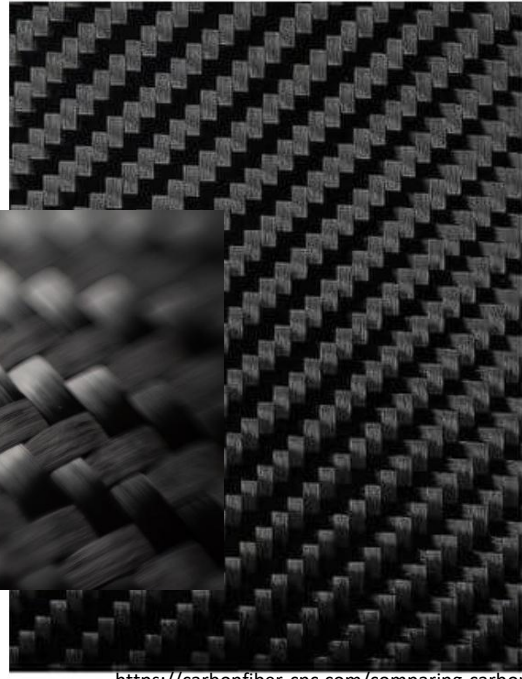
tek doğrultulu/eksenli 0/0
çift doğrultulu/eksenli 0/90

+45/-45 ...

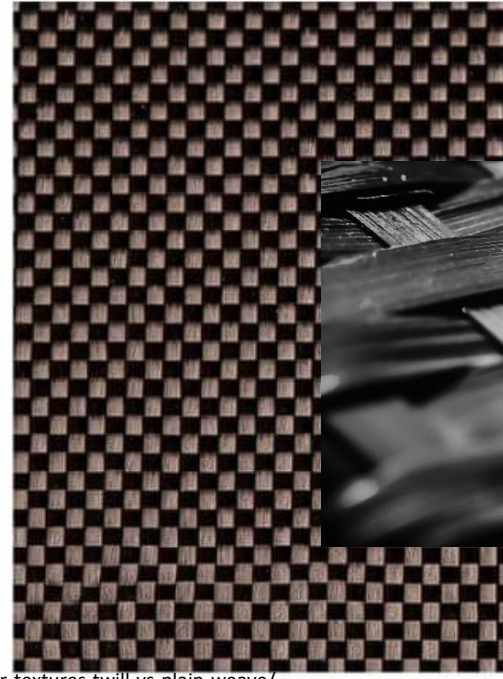


Lifli Polimer kompozit malzemeler ...

... kumaş dokuma türleri (CFRP) 0/90



twil – dimi
dokuma



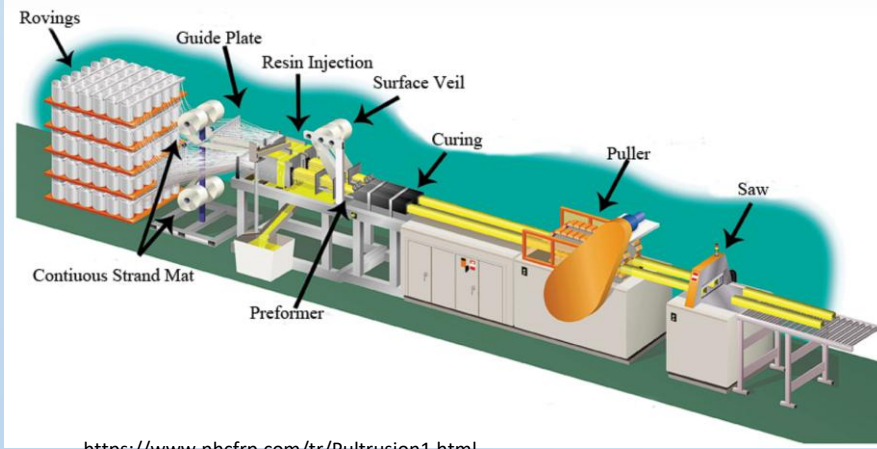
düz
dokuma

işlenebilirliği ve reçine emme (emprenye)
özellikliğini etkiler ...

Lifli Polimer kompozit malzemeler ...

lifli polimer kompozite dönüşüm ve uygulama ...

pultrüzyon



<https://www.nhcfp.com/tr/Pultrusion1.html>

ıslak uygulama (wet/hand lay-up)



Lifli Polimer kompozit malzemeler ...

lifli polimer kompozit uygulama ...

plaka yapıştırma



öngerilmeli plaka uygulama



Lifli Polimer kompozit malzemeler ...

lifli polimer kompozit uygulama ...

file/mesh uygulama

TRM / FRCM

(Textile Reinforced Mortar)

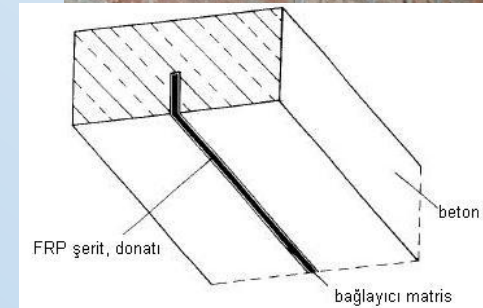
(Fiber-Reinforced Cementitious Matrix)



lif sargılama



yarık açılarak uygulama (Near Surface Mounted)



Lifli Polimer kompozit malzemeler ...

lifli polimer kompozit uygulama ...

yüzey hazırlığı !!! ...



gerekliyorsa
tamir ...



yüzey
temizliği ...

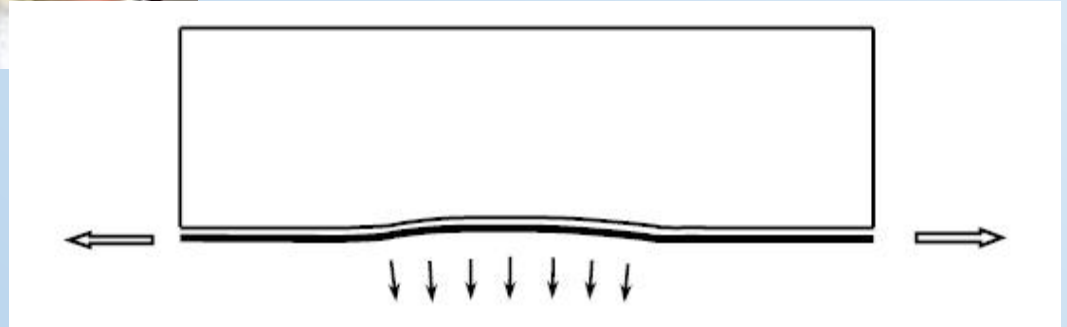


köşelerin
pahlanması ...

Lifli Polimer kompozit malzemeler ...

lifli polimer kompozit uygulama ...

astar ve uygulama yüzeyinin dolgu ile düzeltilmesi ...



güçlendirme ...

Lifli Polimer kompozit malzemeler ...

uygulamalar...



kiriř/döřeme - eğilme ...



kiriřlerde kesmeye karşı güçlendirme ...

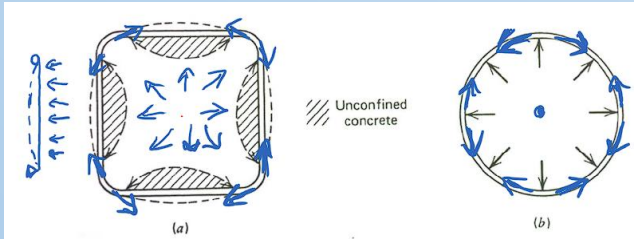


delik/yırtık etrafının güçlendirilmesi ...



kolonların sargılanması

kesmeye karşı güçlendirme, eksenel yük dayanımı artışı, süneklik artışı ...



birleşim bölgesi kesmeye karşı güçlendirme ...



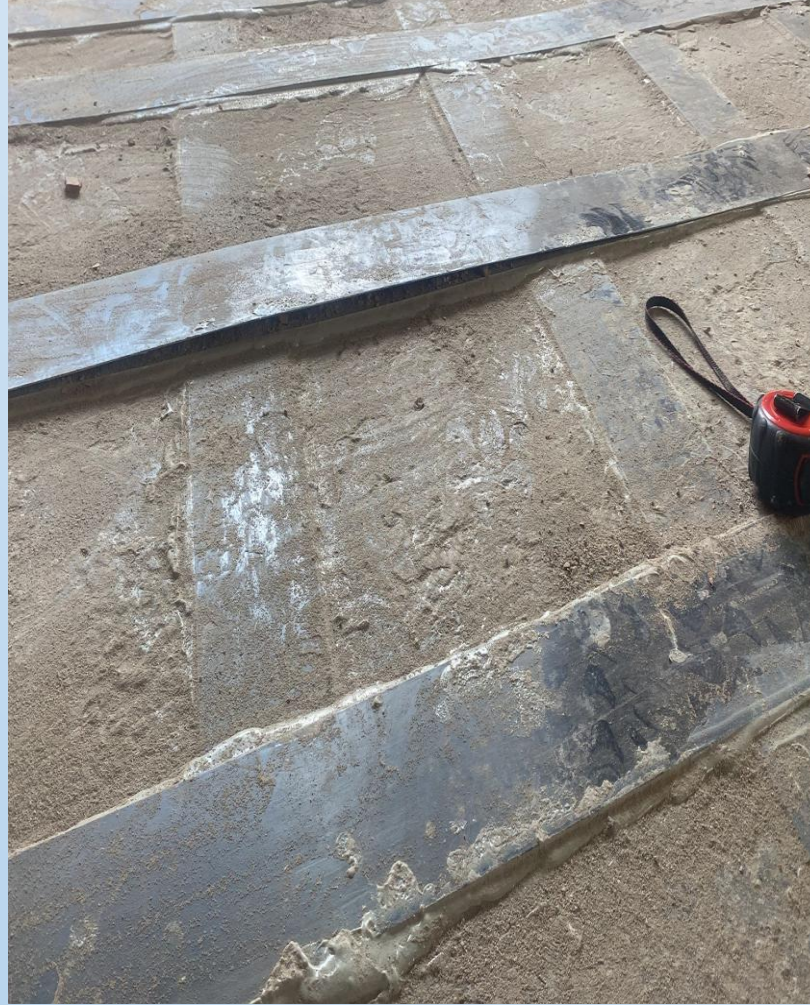
hatalı uygulamalar uygulamalar ...

LP kompozitler mucizevi sayılabilecek malzemelerdir ancak doğru projelendirme ve uygulama ile birlikte ...



hatalı uygulamalar uygulamalar ...

LP kompozitler mucizevi sayılabilecek malzemelerdir ancak doğru projelendirme ve uygulama ile birlikte ...



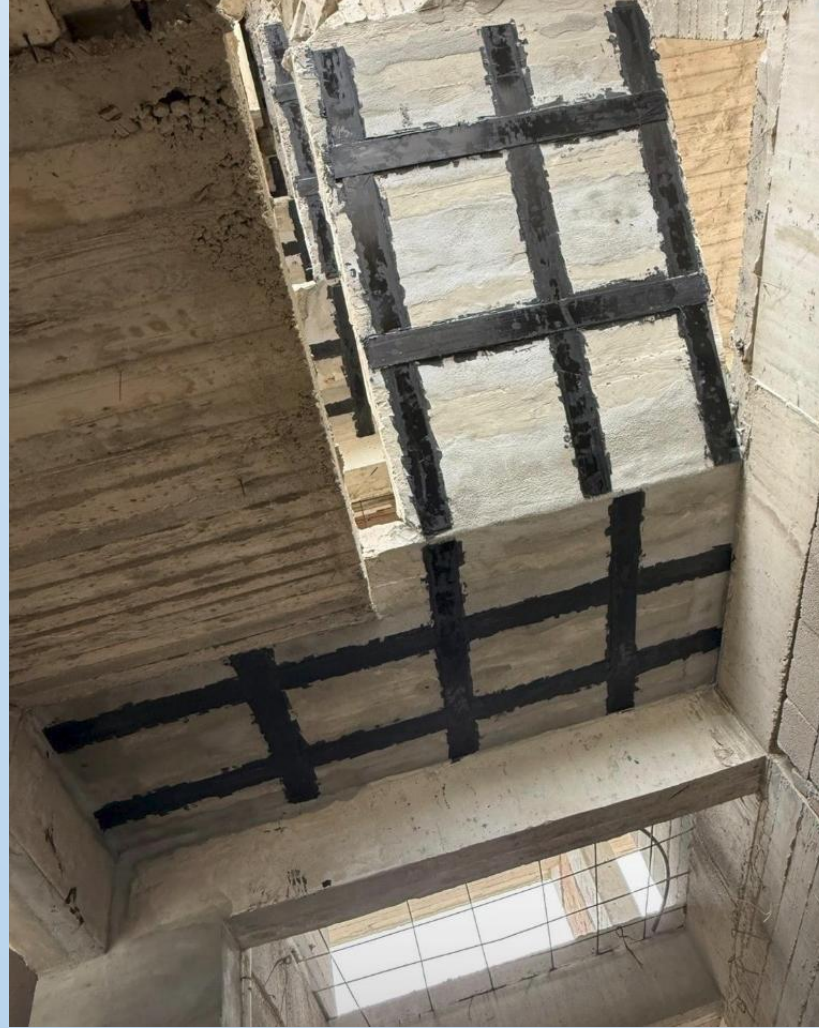
hatalı uygulamalar uygulamalar ...

LP kompozitler mucizevi sayılabilecek malzemelerdir ancak doğru projelendirme ve uygulama ile birlikte ...



hatalı uygulamalar uygulamalar ...

LP kompozitler mucizevi sayılabilecek malzemelerdir ancak doğru projelendirme ve uygulama ile birlikte ...



hatalı uygulamalar uygulamalar ...

LP kompozitler mucizevi sayılabilecek malzemelerdir ancak doğru projelendirme ve uygulama ile birlikte ...



hatalı uygulamalar uygulamalar ...

LP kompozitler mucizevi sayılabilecek malzemelerdir ancak doğru projelendirme ve uygulama ile birlikte ...



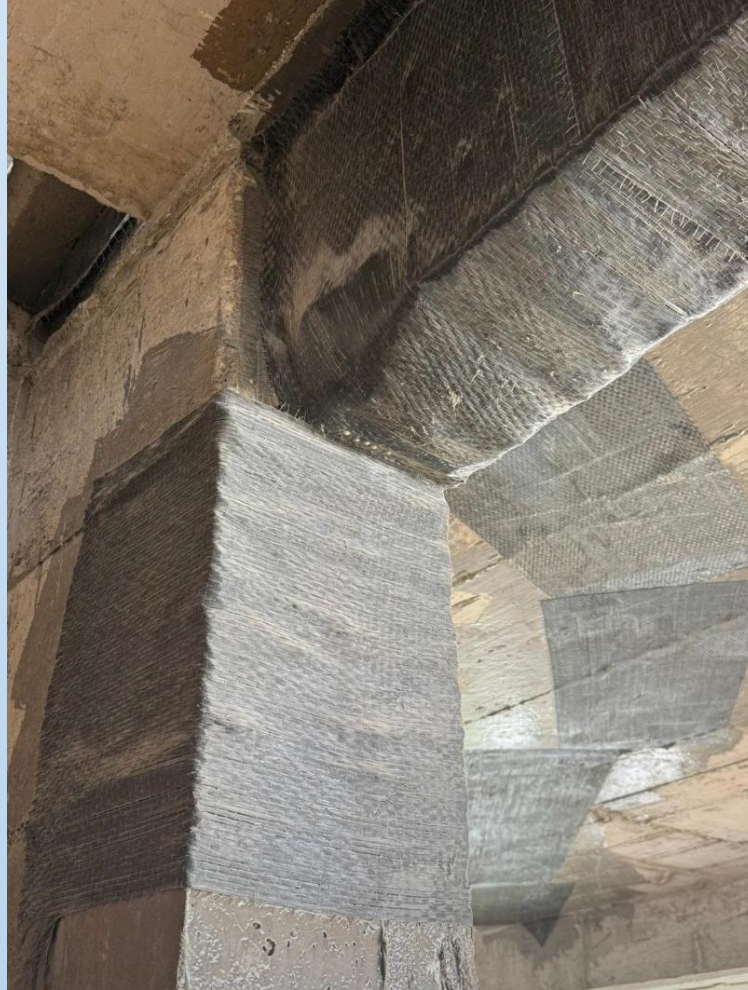
hatalı uygulamalar uygulamalar ...

LP kompozitler mucizevi sayılabilecek malzemelerdir ancak doğru projelendirme ve uygulama ile birlikte ...



hatalı uygulamalar uygulamalar ...

LP kompozitler mucizevi sayılabilecek malzemelerdir ancak doğru projelendirme ve uygulama ile birlikte ...



hatalı uygulamalar uygulamalar ...

LP kompozitler mucizevi sayılabilecek malzemelerdir ancak doğru projelendirme ve uygulama ile birlikte ...



hatalı uygulamalar uygulamalar ...

LP kompozitler mucizevi sayılabilecek malzemelerdir ancak doğru projelendirme ve uygulama ile birlikte ...



Repair and Strengthening of Bridges in Indiana Using Fiber Reinforced Polymer Systems - dot_56883_DS1



hatalı uygulamalar uygulamalar ...

LP kompozitler mucizevi sayılabilecek malzemelerdir ancak doğru projelendirme ve uygulama ile birlikte ...



YAPILARIN LİFLİ POLİMERLERLE GÜÇLENDİRİLMESİ

101

Lifli Polimer (LP) Kompozitler
Fiber Reinforced Polymers - FRPs

TEŞEKKÜRLER ... SORULAR ...

