

KOMPOZİTLER

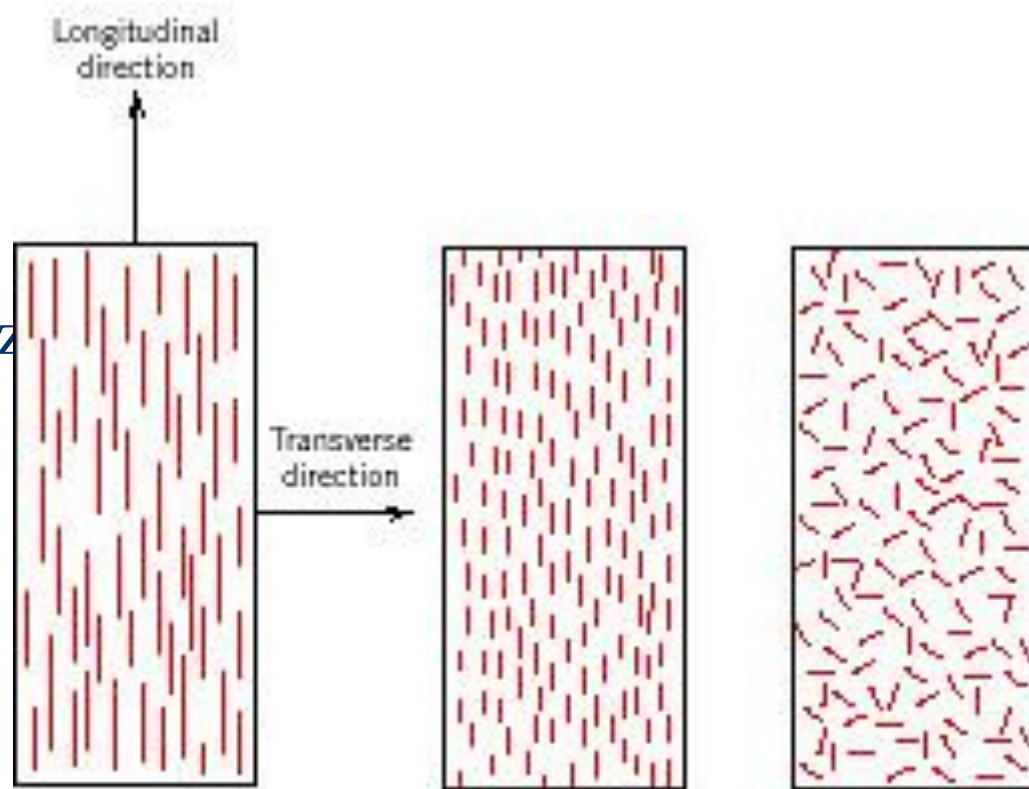
KONULAR:

- ◆ Fiber takviyeli kompozitler
- ◆ Partikül takviyeli kompozitler
- ◆ Yapısal kompozitler
- ◆ Üretim
- ◆ Uygulama Alanları

Fiber takviyeli kompozitler

◆ ESAS TIPLER:

- Sürekli ve düzenli.
- Süreksiz ve düzenli
- Süreksiz ve düzensiz



Fiber uzunluğu ve konumu özellikleri etkiler.

Takviyeli Kompozitler

◆ Karışım Kuralı

- Takviyeler sürekli, fiberlere paralel konumda mukavemet

$$E_c = E_m (1 - V_f) + E_f V_f$$

Tek yönlü gerilme şartlarında

$$F_c = F_m + F_f \quad \varepsilon_c = \varepsilon_m = \varepsilon_f$$

Kompozit Malzemelerin Avantajları ve Dezavantajları

- ◆ Kompozit malzemeler metal malzemelere göre önem kazanmışlardır. Kompozitlerin özgül ağırlıklarının düşük oluşu hafif konstrüksiyonlarda kullanımda büyük bir avantaj sağlamaktadır.
- ◆ Bu özellikleri ile kompozitler otomobil gövde ve tamponlarından deniz teknelerine, bina cephe ve panolarından komple banyo ünitelerine, ev eşyalarından tarım araçlarına kadar birçok sanayi kolunda problemleri çözümleyecek bir malzemedir.
- ◆ Bu malzemelerin avantajlı olan yanları şöyle sıralanabilir;

Kompozit Malzemelerin Avantajları ve Dezavantajları

- ◆ Kompozitlerin çekme ve eğilme mukavemetinin birçok metalik malzemeye göre daha yüksektir.
- ◆ Büyük ve kompleks parçaların tek işlemle bir parça halinde kaplanabilmesi, büyük enerji nakil hatlarında kompozitlerin iyi bir iletken ve gerektiğinde de başka bir yapıda iyi bir yalıtkan malzemesi olarak kullanılır.
- ◆ Kompozit malzemelerin kimyevi madde tankları, boru ve aspiratörler, tekne ve diğer deniz araçları yapımında güvenle kullanılabilir.
- ◆ Kompozitlerin ısıya dayanıklılık özelliği sayesinde yüksek ısı altında kullanılabilir.
- ◆ Kalıplama esnasında reçineye ilave edilen pigmentler sayesinde kompozitlere istenen rengin verilebilmesi, kompozit malzemelerde süneklik nedeniyle doğal bir titreşim sönümleme ve şok yutabilme özelliğinin bulunmasıdır .

Takviyeli Kompozitler

◆ Karışım Kuralı

- Sürekli formda takviye yerleştirmede, fiberlere dik konumda mukavemet

$$E_c = \frac{E_m E_f}{E_m V_f + E_f V_m}$$

Tek yönlü gerilim şartlarında

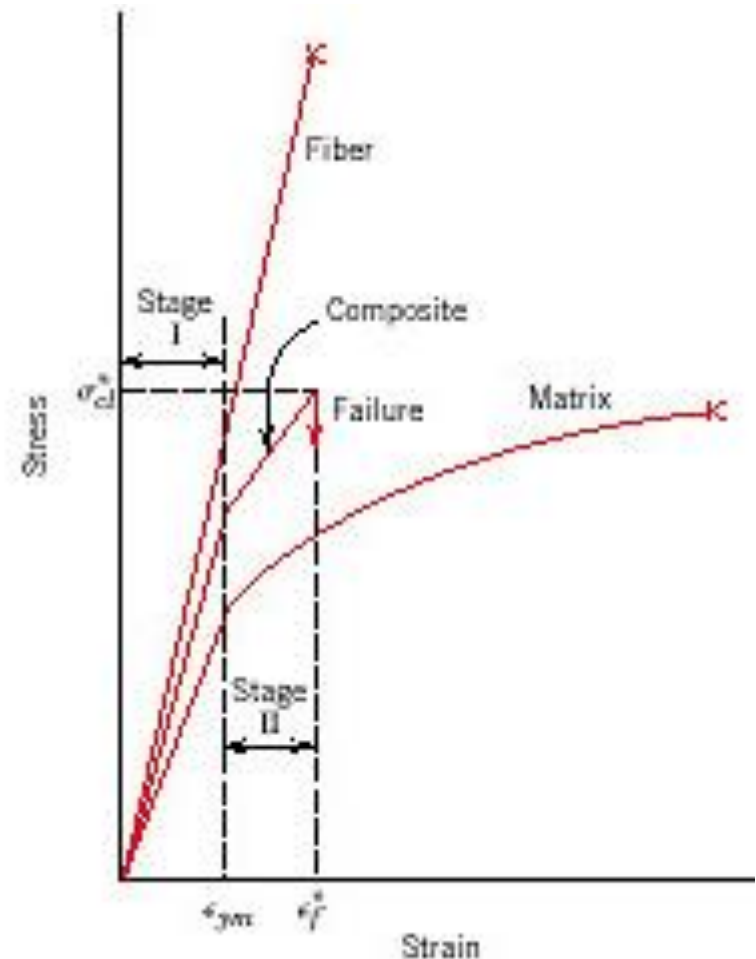
$$\sigma_c = \sigma_m = \sigma_f \quad \varepsilon_c = V_m \varepsilon_m + V_f \varepsilon_f$$

Parçada yanal yönde gerilme dikey yönlerdeki gerilmeden çok düşüktür.

Fiber Takviyeli Kompozitler

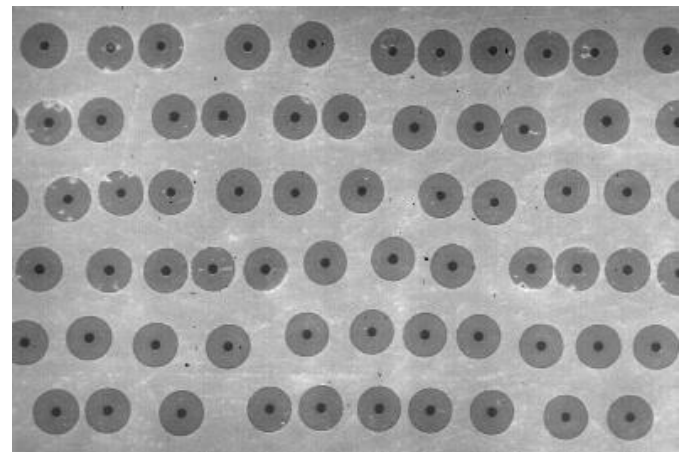
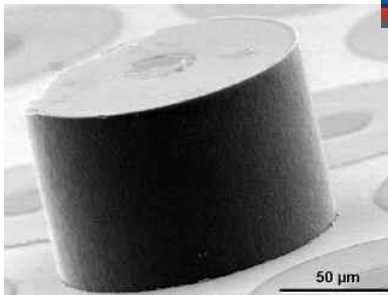
- ◆ Çekme sonrası Kopma
- ◆ I. Aşama
 - Matris akma noktası
- ◆ II. Aşama
 - Fiberler kırılır

Fiberlerin deformasyon oranları $\ll$
Çoğu kompozitte matrisin
deformasyon oranı



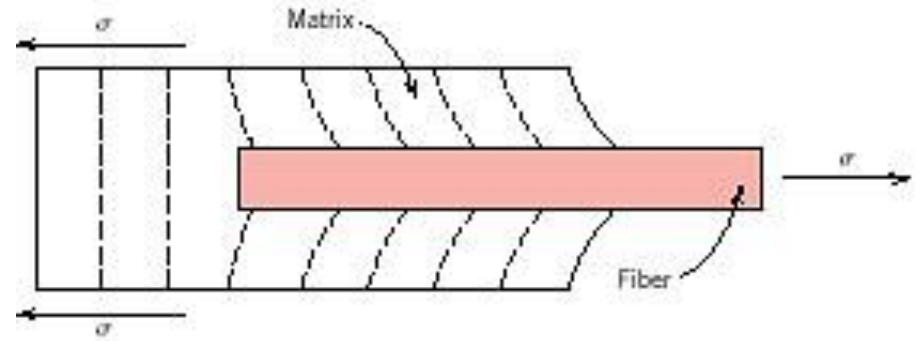
Fiber Takviyeli Kompozitler

SiC/Ti Bling
(Blade Turbine Ring)



Süreksiz Fiber Takviyeli Kompozitler

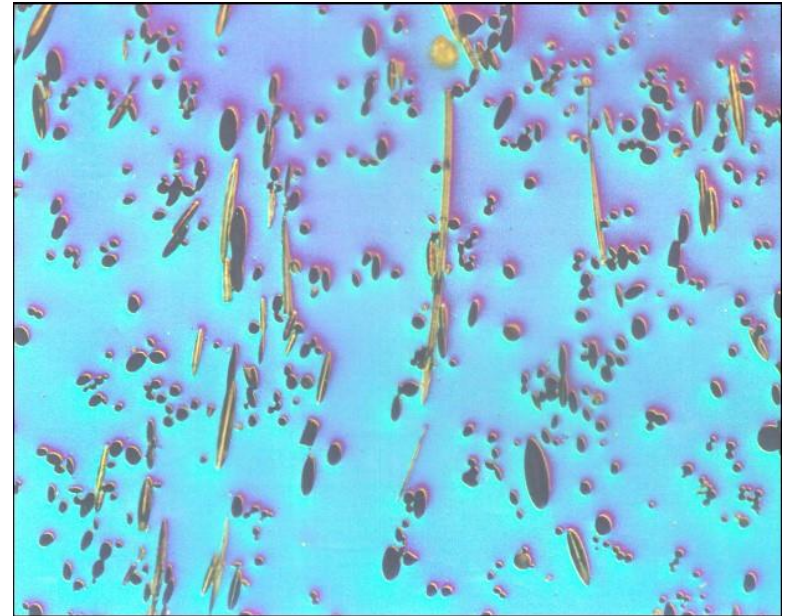
- ◆ Süreksiz fiberli kompozitlerin sürekli takviyeli kompozitlere göre takviye destekleri daha azdır, ancak, daha basit ve daha ucuz üretime sahiptirler.



- Gerilim fiberden matrise kayma ile iletilir.
- Optimum fiber uzunluğu fiberin mukavemetine, çapına ve arayüzey mukavemetine bağlıdır.

Kısa fiber takviyeli kompozitler

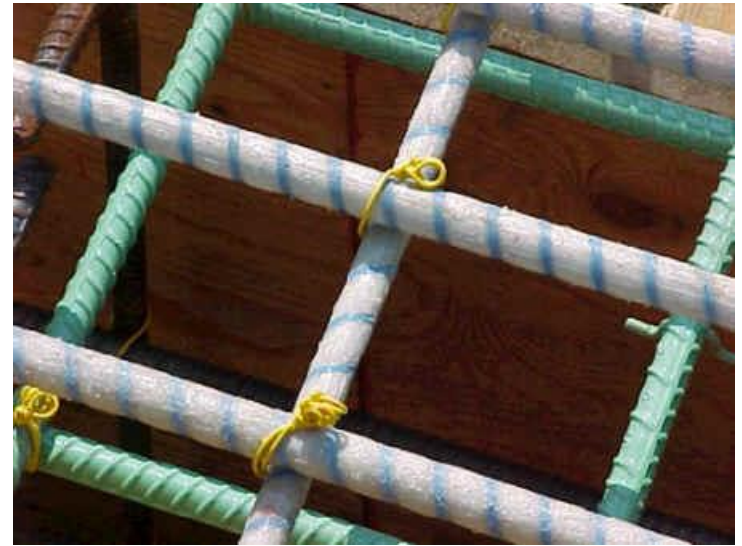
- ◆ Kısa fiberli kompozitlerin üretimi daha kolaydır.
- ◆ Fiberin ilavesi malzeme akışı ile kontrol edilebilir..



Kısa fiber takviyeli kompozitler

Tipik Fiber Takviyeli Kompozitler

- ◆ Cam-Fiber Takviyeli Polimer Kompozitler (GFRP)
 - Cam kolayca fibere dönüştürülebilir.
 - Kimyasal olarak inert ortam oluşur
 - Takviyeler matris tarafından çevrenin etkisinden ve darbeden korunur.
 - Matrix genellikle bir termosettir



Re-bar for concrete

Tipik Fiber Takviyeli Kompozitler

- ◆ Karbon -Fiber Takviyeli Poimerler (CFRP)
 - Yüksek mukavemet ve tokluk sahibi takviyeler
 - Yüksek sıcaklık dayanımlı fiberler
 - Kimyasal olarak inert yapı



Cutting CFRP PrePreg

Tipik Fiber Takviyeli Kompozitler

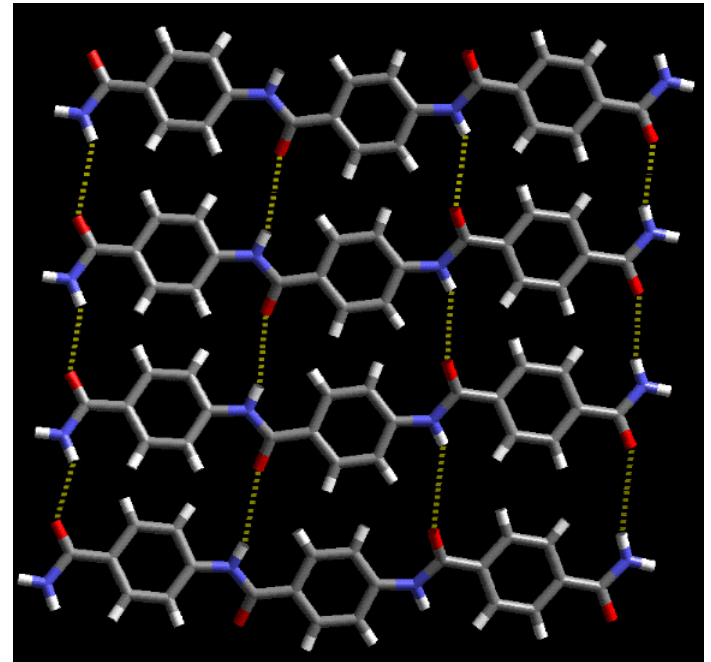
- ◆ Karbon-Fiber Takviyeli polimerler (CFRP)



Curing CFRP Composite

Tipik Fiber Kompozitler

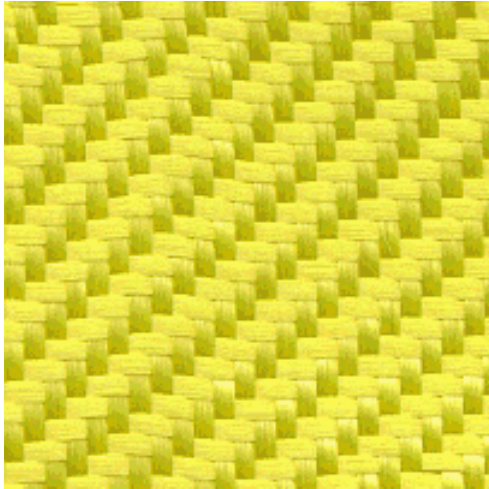
- ◆ Aramid-Fiber Takviyeli Polimerler (Kevlar)
 - Kevlar fiber yüksek mukavemet ve tokluğa sahiptir
 - Moleküller fiber eksenine paralel yerleştirilir
 - İyi süneklik



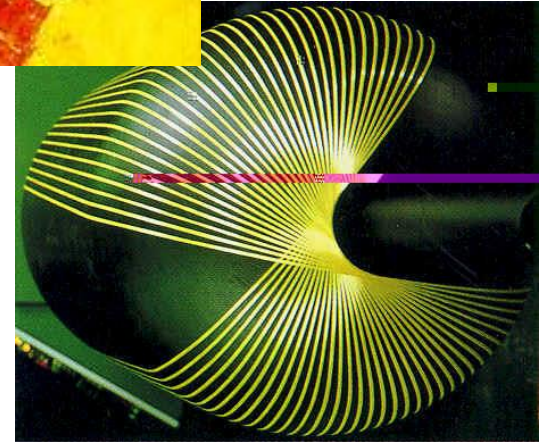
Kevlar Fiber Kristal Yapı

Tipik Fiber Kompozitler

- ◆ Aramid-Fiber Takviyeli Polimerler(Kevlar)



Alev
dirençli
(Nomex)



Kevlar Fiber Sarılarak basınç kabı üretiminde kullanılır.

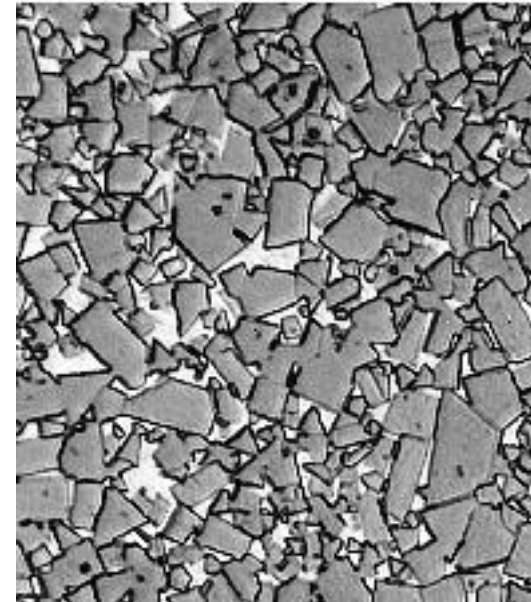
Partikül Takviyeli Kompozitler

◆ Büyük Takviyeler

- Beton
- SiC-Aluminium
- Polimerler

◆ Küçük Tanecikler(Dispersion)

- Alüminyumda oksit dağılımı
- Nikelde toryum dağılımı

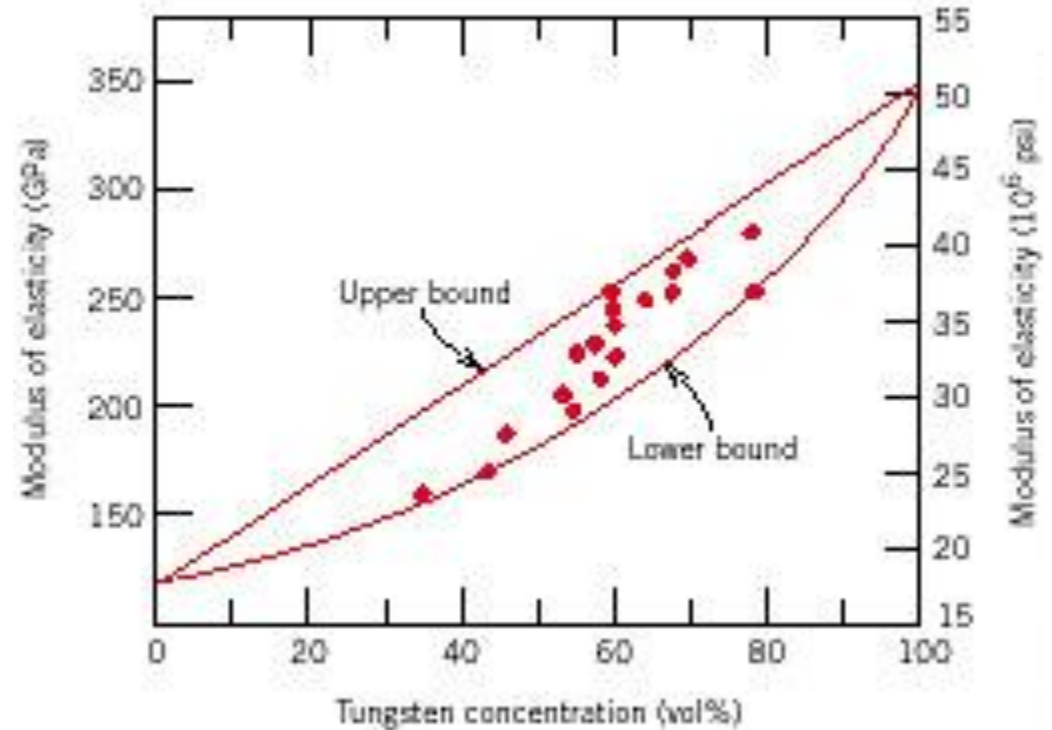


Cemented Carbide (WC-Co)

Tanecik Takviyeli Kompozitler

- ◆ Elastik Modul (Karışım Kuralı)
- ◆ Yük bileşenler arasında dağılır

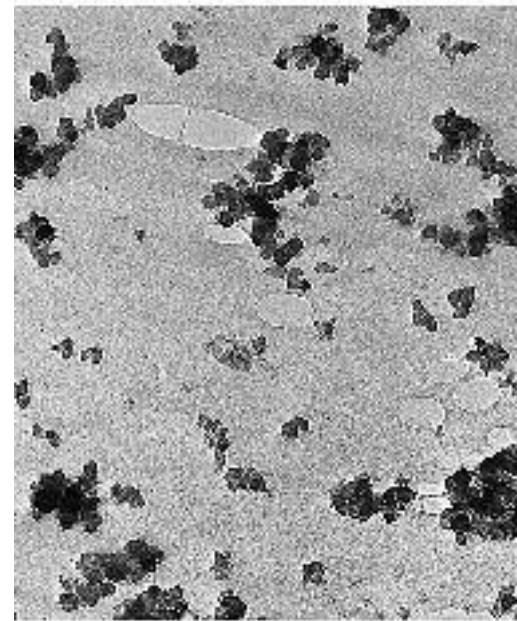
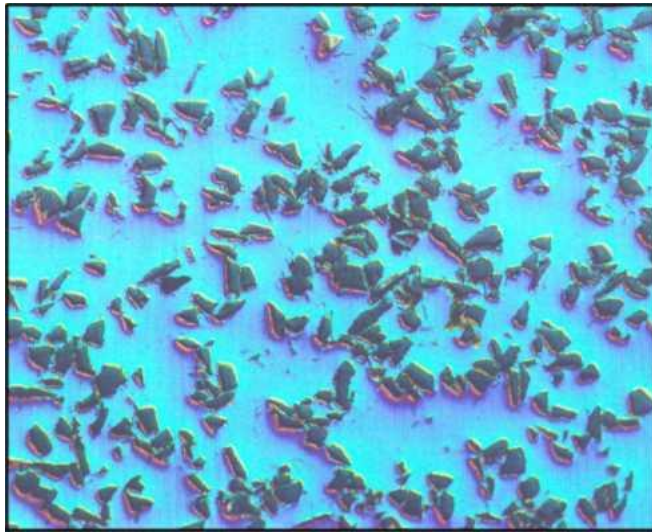
Üst ve alt sınır tokluk fiber takviyeli kompozitlerdeki gibi değişir



WC-Co nun elastik modül değişimi

Partikül Takviyeli Kompozitler

- ◆ Tanecik takviyeli kompozitlerde Al-SiC
 - WC-Co
 - Polymers

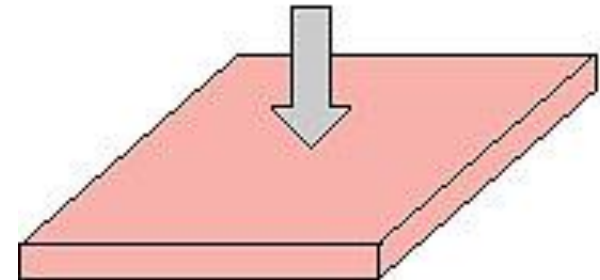
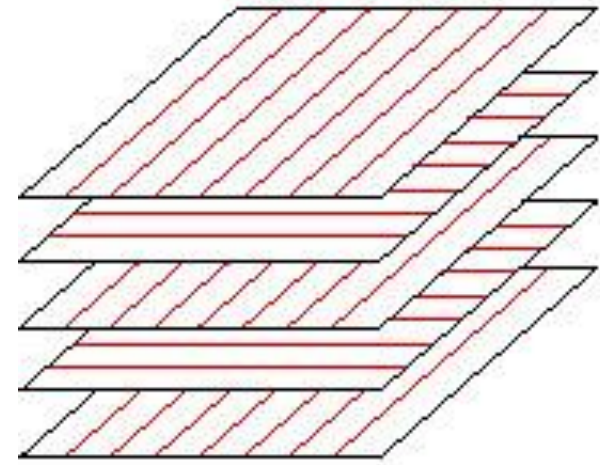


Plastik içinde karbon

Tanecik takviyeli metal
matrisli kompozitler

Yapısal Kompozitler

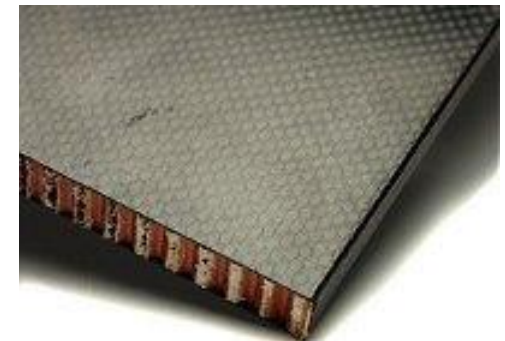
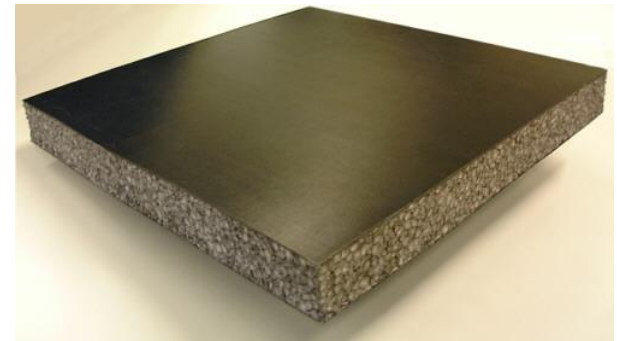
- ◆ Laminar Kompozitler
 - Fiber düzeni katmalar arasında değiştirilerek kompozitin anizotropisi değiştirilmeye çalışılır.



Yapısal Kompozitler

◆ Sandviç Paneller

- Two outer sheets of high performance material, separated by low density core
- The outer sheets take most of the load



özet

- ◆ Kompozitler yapay, çok fazlı malzemelerdir. Her fazın en iyi özelliğinin bileşkesini oluştururlar..
- ◆ Fiber takviyeler takviye olarak en iyi desteği sunralar, ancak partikül takviyeli kompozitlerin üretim basittir.
- ◆ Kompozitler yapısal mühendislik malzemeleridir.

METAL MATRİSLİ KOMPOZİT MALZEMELER

Kompozit Malzemelerin Tanımı

- Farklı malzeme özelliklerini tek bir malzemedeki toplamak ya da yeni bir özellik elde etmek amacı ile iki veya daha fazla malzemenin makro düzeyde birleştirilmesi ile üretilen yeni malzeme “Kompozit Malzeme” olarak adlandırılır.
- Kompozit malzeme temel olarak matriks olarak adlandırılan ana yapı ve takviye elemanından oluşmaktadır.
- Kompozit malzeme üretiminde, aşağıdaki özelliklerin bir veya birkaçının geliştirilmesi hedeflenmektedir.
- Mekanik dayanımı, Yorulma dayanımı, Aşınma dayanımı, Korozyon dayanımı, Kırılma tokluğu, Yüksek sıcaklıktaki özellikler, Isıl iletkenlik, Elektrik iletkenliği, Akustik özellik, Rijitlik, Ağırlık azalması, Estetik

Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması

Kompozitlerin gruplandırılmasında yapıdaki malzemelerin formuna göre bir sınıflama yapmak mümkündür. Kompozit malzemelerin sınıflandırılması

- a) Elyafli Kompozitler
- ♦b) Parçacıklı Kompozitler
- ♦c) Tabakalı Kompozitler
- ♦d) Karma Kompozitler

Elyafli Kompozitler

- ◆ İnce elyafların matris yapıda yer almasıyla meydana gelmiştir.
- ◆ Uzun elyafların matris içinde birbirlerine paralel şekilde yerleştirilmeleri ile elyaflar doğrultusunda yüksek mukavemet sağlanırken, elyaflara dik doğrultuda oldukça düşük mukavemet elde edilir.
- ◆ Elyafların uzunluk/çap oranı arttıkça matris tarafından elyaflara iletilen yük miktarı artmaktadır.
- ◆ Kompozit yapının mukavemetinde önemli olan diğer bir unsur ise elyaf matris arasındaki bağın yapısıdır.
- ◆ Matris yapıda boşluklar söz konusu ise elyaflarla temas azalacaktır. Fiberler, basit olarak bir boyutu diğer boyutuna göre çok büyük olan malzeme olarak tanımlanabilir [65].

FİBER ÇEŞİTLERİ

- Cam fiberler
- Karbon fiberler
- Bor fiberler
- Yapay organik fiberler

Parçacıklı Kompozitler

- ◆ Bir matris malzeme içinde başka bir malzemenin parçacıklar halinde bulunması ile elde edilirler.
- ◆ İzotrop yapılardır.
- ◆ Yapının mukavemeti parçacıkların sertliğine bağlıdır.
- ◆ En yaygın tip plastik matris içinde yer alan metal parçacıklardır.

Tabakalı Kompozitler

- ◆ Farklı elyaf yönlenmelerine sahip tabakaların bileşimi ile çok yüksek mukavemet değerleri elde edilir.
- ◆ Isıya ve neme dayanıklı yapılardır.
- ◆ Tabakalı kompozitler metallere göre hafif ve aynı zamanda mukavemetli olmaları nedeniyle tercih edilen malzemelerdir

Karma (Hibrid) Kompozitler

- ◆ Aynı kompozit yapıda iki ya da daha fazla elyaf çeşidinin bulunması olasıdır.
- ◆ Bu tip kompozitlere hibrid kompozitler denir.
- ◆ Bu alan yeni tip kompozitlerin geliştirilmesine uygun bir alandır.

Kompozit Malzemelerin Kullanımı

♦Günlük ve ticari hayatta kullanım amacıyla, yaygın şekilde cam elyafı, cam, keçe ve cam dokuma ile polyester reçineden yapılan çeşitli ürünler kullanılmaktadır. Cam elyaf oranı % 30-40 arasındır. Çay tepsisi, masa, sandalye, depo, küvet, tekne, bot ve otomotiv sanayi bu kompozitlerin uygulama örnekleridir. Ayrıca formika, baskılı devre plakası, elektrikçi fiberleri, spor malzemeleri ve araç şarjı, atlama sırtıkları, kaynak takımı, tenis raketi, yarış kanoları değişik kompozit malzemelerden yapılan ürünlerdir.

♦Uzay ve havacılık sanayisinde kompozit malzemelerin kullanımı basta hafiflik ve sağlamlık nitelikleri sayesinde. Amaç daha az yakıt harcamak, daha yüksek hıza ulaşmak ve verimliliği sağlamaktır. Bu kullanımda sadece maddi kazanç düşünülmeyip stratejik performanslar da dikkate alınmıştır. Özellikle titreşim, yorulma ve ısı dayanımı gibi nitelikler uzay ve havacılık sanayinde birleşik malzemelerin önde gelen avantajlarıdır

◆Kompozit malzemeler, değerli niteliklerinden dolayı uzay ve havacılık araçlarında gittikçe daha fazla kullanılmaktadır. Bugün bir av bombardıman uçağında kompozit malzeme kullanımı toplam uçak ağırlığının yarısına ulaşmış bulunmaktadır. Bu sayede bor karbür, silisyum karbür, alümina karbon, cam ve kevlar elyafı değişik reçinelerle değişik kompozit malzeme yapımında kullanılmaktadır.

◆Kompozit malzemelerin silah üretiminde kullanımı pek yaygın olmamakla beraber 3000 bara kadar dayanabilen 60 ve 81 mm gibi küçük çaplı havanlar için bazı çalışmalar olmuştur. Bu silahlar hafifliği nedeniyle piyadenin savaş performansını artırıcı niteliktedir.

- ♦Roket üretiminde kompozit malzemelerin rolü oldukça büyüktür. Örnek olarak M72 de motor lançeri cam elyafı ve epoksiden, Apilasta ve diğer tanksavar roketlerde gövde kısmen keklar ve epoksiden, M77 MLRS de lüle (nozzle) karbon kompozit malzemesinden yapılmaktadır.
- ♦Mühimmat üretiminde de kompozit malzemeler kısmen kullanılmaktadır. M19 A/T mayınında gövde ABS reçine ve cam elyaf parçacıklarından, bu mayına ait küçük ve büyük belleville yayları cam doku ve fenolik reçineden yapılmışlardır. 155mm' lik ICM mühimmatı gövdelerinde cam elyafı epoksi sargı vardır. Miğfer konusunda keklar ve değişik reçineler kullanılmaktadır.
- ♦Kurşungeçirmez yeleklerde günümüzde bitişli keklardan, balistik testler için zırh levhaları cam ve fenolik reçineler imal edilmektedir ve tasarım alternatiflerinin bulunmasıyla git gide artacak ve birçok avantajlarıyla insanlığın hizmetine verilmiş olacaktır

Kompozit Malzemelerin Üretimi

◆Kompozit malzemeleri üretmek için aşağıdaki faktörlerin yerine getirilmesi gerekir [68].

-Elyafların eşit aralıklı ve homojen bir dağılım göstermesi,

-Yüksek dayanımlı elyaflar mekanik temaslara karşı hassas olduğundan elyafların kırılmasının önlenmesi,

-Elyaf ve matris arasında kuvvetli bir ara yüzey bağının oluşturması vb.dir.

◆Üretim tekniği; elyafa, matrise, parça şekline ve istenilen mekanik ve fiziksel özelliklere göre belirlenmektedir.

◆Metal matrisli kompozit malzemelerin üretim teknikleri şu şekildedir.

Sıvı Metal Emdirmesi

- ◆ Bu metotta prensip, önce istenilen şekilde uygun bağlayıcı kullanılarak master hazırlanır.
- ◆ Kompozitte tasarlanan elyaf hacim içeriği ve doğrultuları bu aşamada yapılır.
- ◆ Hazırlanan bu model kalıp içerisine yerleştirilmekte ve ergimiş metal enjekte edilerek bu masterın ıslatılması sıvı metal emdirilerek sağlanır, bu sırada organik bağlar yanar ve katılaşmaya bırakılır.

Sıkıştırırmalı veya Sıvı Dövme Döküm Tekniği

♦Bu yöntemde takviyeden oluşturulmuş preform veya yatağa sıvı alaşım hidrolik basınç altında emdirilmektedir. Sıvıyı soğutma etkisinden kaçınmak için kalıp, preform ve zımba ön ısıtmaya tabi tutulmaktadır.

♦Sıvı dövme ile metal emdirme tekniğinde, önceden ısıtılmış seramik elyafların sıvı metal içerisine veya metal kalıp içine uygun bağlayıcılarla yerleştirilen master elyafların basınç altında sıvı metalle emdirilerek katılaşması kısa sürede gerçekleşmektedir. Bu aşamalar şekildeki sırasına göre boşaltma, dökme, sıkıştırma ve çıkartma olarak sıralanabilir.

Basıncılı ve Basıncsız İnfiltrasyon

- ◆ Bu şekildeki bir sistem bir ucu basınç ünitesi içerisine yerleştirilmiş pota içerisindeki sıvı metale daldırılmıştır.
- ◆ Diğer ucu normal atmosfer veya vakuma bağlanmış ve içerisinde takviye malzeme bulunan bir silindirden meydana gelmektedir.
- ◆ Takviye geçişi engelleyecek şekilde silindir içerisine yerleştirilir.
- ◆ Silindir içerisindeki bu parçacıklar sıvı metale daldırılır veya başka bir yerde ön ısıtmaya tabi tutulur.
- ◆ Basıncsız infiltrasyon metodunda; sıvı metalin takviye parçacık içerisine kendi kendine infiltrasyonunu sağlayan bu yöntemde paketlenmiş seramik toz yatak azot atmosferinde basınç uygulanmaksızın Al-Mg alaşımının infiltrasyonu sağlanabilir.

Sıvı Metal Karıştırması

◆Sıvı metal karıştırması yöntemi; karıştırma, kalıplama, sıkıştırma ve kurutma basamaklarından oluşmaktadır.

Hızlı Katılaştırma Yöntemi

- Basınç altında suyla soğutulan bakır disk üzerine sıvı jeti halinde verilerek (40-60) μm kalınlığında, (6-8) μm uzunluğunda, (0,5-0,7) μm genişliğinde lamelsi tozlar elde edilir.
- Bunlar bir araya getirilerek değişik ikincil işlemlere tabi tutulur.

Yarı Katı Karıştırma

◆Bu yöntemde katı ile sıvı arasındaki sıcaklığa sahip yarı katı karıştırmak suretiyle yapılan takviye ilave tekniğidir.

Plazma Püskürtme

- Bu teknikte püskürtülecek alaşım, indüksiyon fırınında ergitilir ve potaya basınç uygulanır.
- Ergimiş alaşım püskürtülürken aynı zamanda parçacıklı elyaflar atomize edilmiş sıvı içerisine enjekte edilerek, önceden ısıtılmış alt katman üzerine çökeltir ve toplayıcı üzerinde katı bir çökelti oluşur.
- Soğuduktan sonra kaplanmış çökelmiş çubuk haddelenmesi için göbekten çıkartılır.

Toz Metalurjisi Tekniği

◆Bu teknikte, toz halindeki metal ve seramik malzemeler birleştirilebilir. Bu metot da, tozlar istenilen şekli oluşturmak için tasarlanan hacim oranlarında karıştırılıp kalıp içerisine konularak preslenir. Presleme işlemi soğuk ya da sıcak olarak yapılabilmektedir.

◆ Toz metalurjisinin temel ařamaları

◆Difüzyon Bađlama ve Vakumda Presleme

◆Bu metotla birleştirme, yüksek basınç ve sıcaklıkta yapılır. Boron, silisyum karbür, alüminyum oksit, karbon gibi tek filamentli elyaf ya da elyaf demetleri ile alüminyum ve titanyum gibi matris malzemeleri tabakalar halinde kullanılarak takviyeli kompozit malzemeler üretilir.

Sıcak Presleme ve Sıcak İzostatik Presleme

- ◆ Bu işlem Al, Mg ve Ti gibi metal matrisli kompozit panelleri üretmek için kullanılır.
- ◆ Filamentler metal matrinden oluşan ince folyo tabakalar arasına yerleştirilir ve kompoziti yerinde tutmak için bir bağlayıcı ile spreyleneir ve sonra bağlayıcı yakılarak ayrılır.