

Kompozit Malzemelerle İlgili Genel Bilgiler



Kompozit Malzemelerin Tanımı

2

En az iki farklı malzemenin makro seviyede (birbiri içerisinde çözünmeyecek şekilde) birleştirilmesiyle oluşturulan yeni malzemelere **kompozit malzemeler** denir.

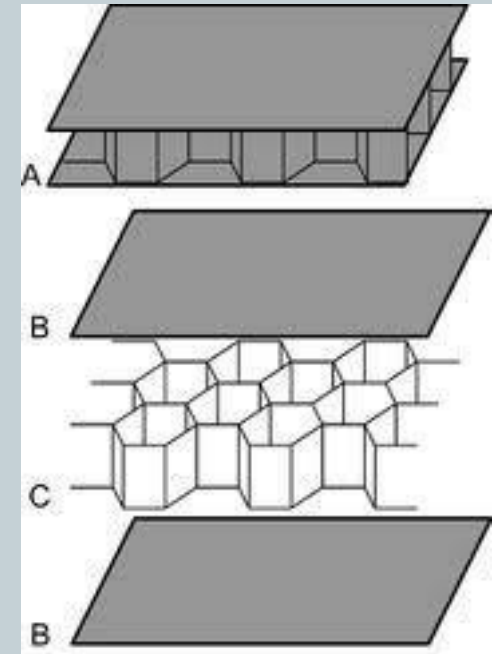


Amaç ise bileşenlerde tek başına iken mevcut olmayan bazı özelliklerin (hafiflik, dayanım esneklik, vb.) geliştirilmesi ve biraraya getirilmesidir.

Kompozit Malzemelerin Temel Özellikleri

3

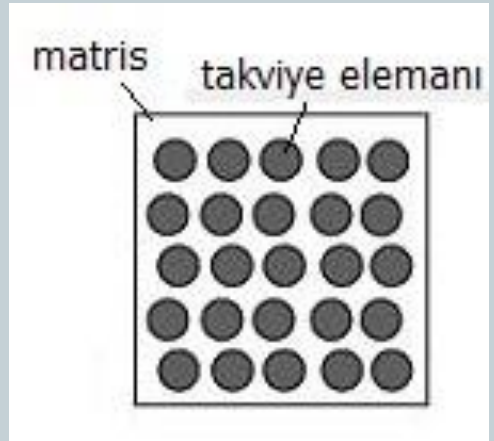
1. Kompozit aslında karışım anlamına gelmekle birlikte çözünen ve çözen bileşenlerden oluşmaz.
2. Bileşenler arasında atom alışverişi bulunmamaktadır.
3. Kompozit bileşenleri kimyasal olarak birbirlerini etkilemezler.
4. Malzemeler birbiri içerisinde çözünürse ve atom seviyesinde bir karışım söz konusu olursa, bu tür malzemeler kompozit değil alaşım olur.
5. Karışım nanometre seviyesindeki partiküller düzeyinde olursa ise bu tip kompozitlere nano kompozitler denir.



Kompozit Malzemelerin Temel Özellikleri

4

6. Kompozitler genel olarak «matris» ismi verilen bir ana malzeme ve «takviye elemanı (fiber, elyaf)» ismi verilen daha mukavim bir malzemedan oluşturulur.
7. Bu iki malzeme grubundan, takviye malzemesi kompozit malzemenin mukavemet ve yük taşıma özelliğini, matris malzeme ise plastik deformasyona geçişte oluşabilecek çatlak ilerlemelerini önleyici rol oynamakta ve kompozit malzemenin kopmasını geciktirmektedir.



Kompozitlerin Uygulama Alanları

5



Kompozitlerin Uygulama Alanları

6

- Kompozit malzemeler yapıları ve özellikleri sayesinde çok çeşitli alanlarda kullanılır. Her sektörün farklı ihtiyaçları ve beklentileri olduğundan, kompozit malzemelerin, ürün esneklikleri önemli bir avantaj olarak karşımıza çıkmaktadır.
- Kompozitler, farklı sektörlerde hammadde olarak kullanıldığı gibi imalat yardımcı ekipmanları olarak da kullanılırlar.
- Kompozit malzemelerin yaygın olarak kullanıldığı başlıca sektörler ve bu sektörlerde kullanılan ürün tipleri aşağıda kısaca özetlenmektedir:



Kompozitlerin Uygulama Alanları

7

Kompozitler;

- Uzay teknolojisi,
- Denizcilik sektörü,
- Tıp alanında (Tıbbi cihazların imalatı),
- Robot teknolojisi,
- Kimya sanayisi,
- Elektrik-Elektronik teknolojisi,
- Müzik aletleri endüstrisi,
- İnşaat ve yapı sektörü,
- Otomotiv Sektörü,
- Savunma Sanayi ve Havacılık Sektörü,
- Gıda ve Tarım Sektörü
- Spor malzemeleri imalatı (yüksek atlama sırkıları, tenis raketleri, sörf, yarış tekneleri, kayakvs.)



gibi pek çok alanda kullanılmaktadır.

Kompozitlerin Uygulama Alanları

8

- **İnşaat ve Yapı Sektörü** ndeki Uygulama Alanları:
- Dış ve iç cephe kaplamaları
- Dekoratif uygulamalar
- Çatı kaplama levhaları ve çatı detay profilleri
- Taşıyıcı profiller
- Yağmur suyu taşıma sistemleri
- Muhtelif amaçlı izolasyon işleri
- Beton kalıpları
- Prefabrik binalar
- Köprüler
- Su tankları, Mazgal Olukları, Yeraltı Boruları, Gıda Reyonu Kaplamaları.
Rasathane Kubbeleri, Açık Saha Dolapları., İlan Panoları, vb.



Niçin Kompozit Malzeme?

9

* Taşıdığı karakteristik özellikleri ile diğer malzemelere göre birçok avantajları bulunan kompozit malzemeler **uzun ömürleri, hafiflikleri, yüksek kimyasal ve mekanik dayanımları** gibi pek çok üstün özelliklerinden dolayı tercih edilirler.



Niçin Kompozit Malzeme?

10

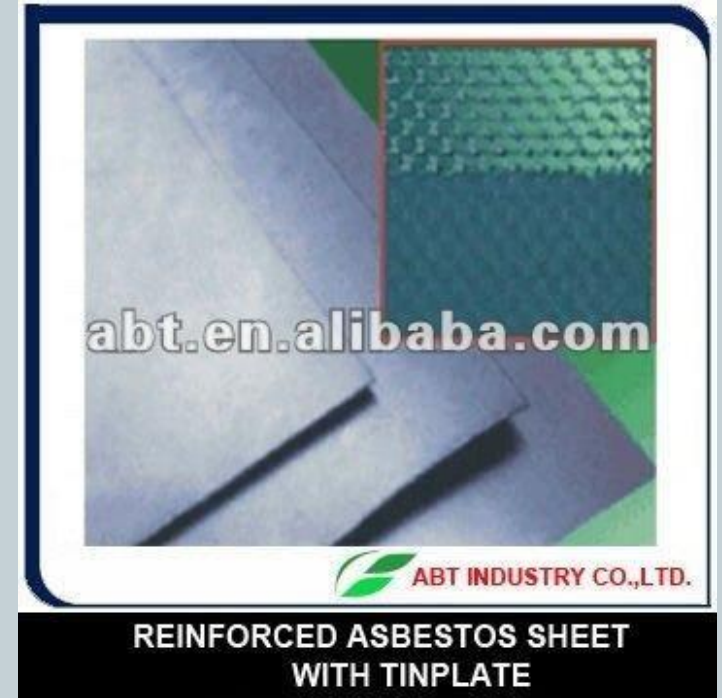
- Kompozit malzemelerin üretimiyle aşağıdaki özelliklerin biri veya birkaçının geliştirilmesi amaçlanmaktadır:

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">-Mukavemet (Dayanım)-Yorulma dayanımı-Aşınma dayanımı-Korozyon dayanımı-Kırılma tokluğu-Termal özellikler-Isıl iletkenlik | <ul style="list-style-type: none">-Elektrik iletkenlik-Akustik iletkenlik-Rijitlik-Hafiflik-Ekonomiklik-Estetiklik |
|--|---|

Kompozit Malzemelerin Tarihçesi

11

- Hidrolik bağlayıcılar ve elyaf malzeme kullanılarak yapay taş plakaların üretim yöntemi hakkında 19. yy başlarında alınmış patentlere rastlanmaktadır.
- İlk kez ince levha yapımında kullanılan çimento ve asbest kompozitleri yıllarca kullanılmış ve bu gün hala kullanılmaktadır.



Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması

12

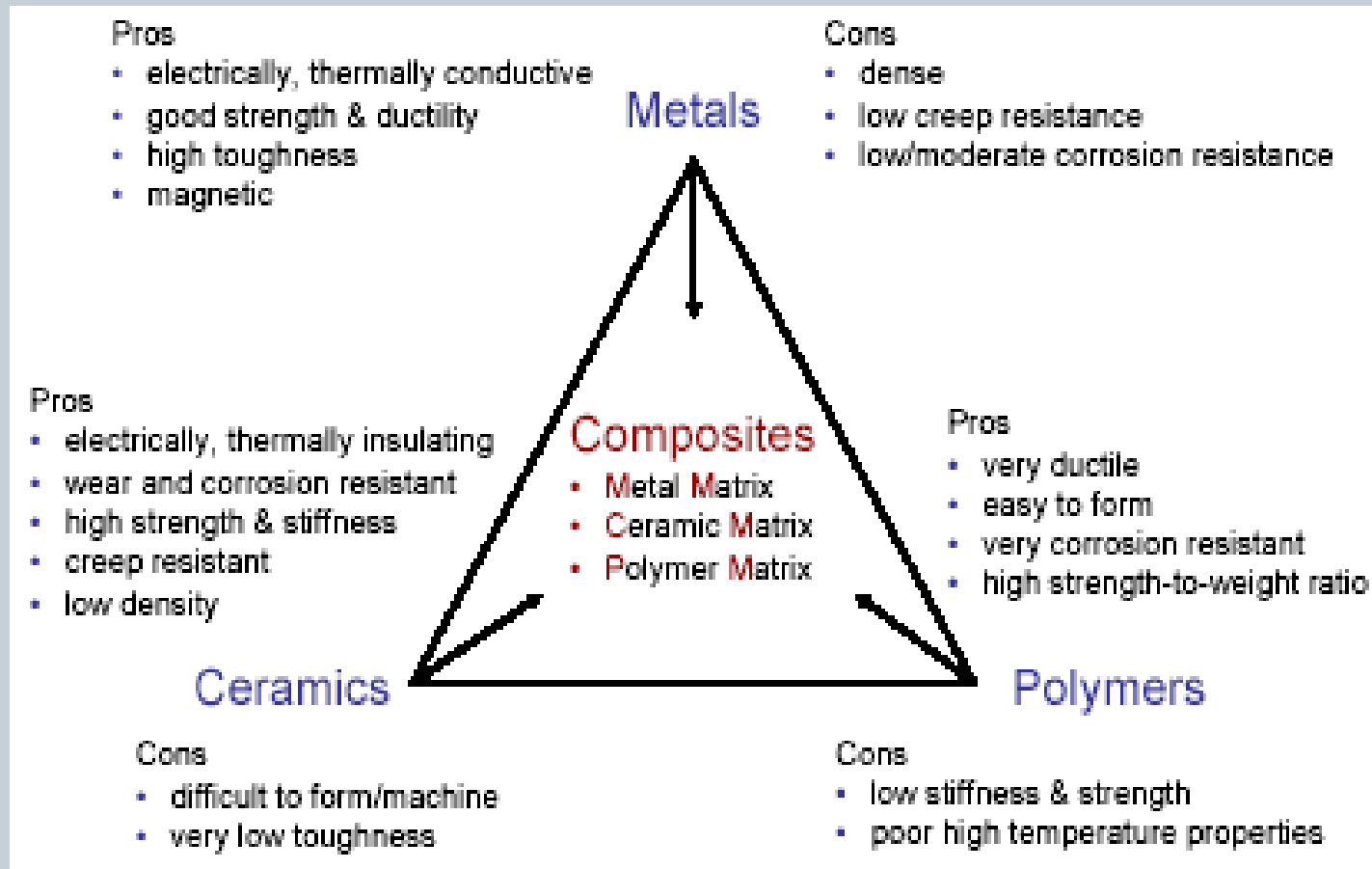
Kompozit malzemelerin oluşum seçenekleri sonsuz denebilecek kadar çoktur. Bundan dolayı sınıflandırılmaları oldukça zordur.



Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması

13

- Matris Malzeme cinsine Göre Sınıflandırma:



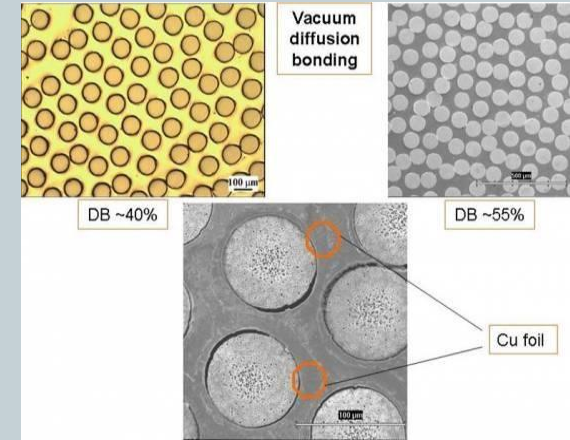
Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması

14

Matris Malzeme cinsine Göre Sınıflandırma:

Metal Matris Kompozitler (MMK):

- Bu malzemeler ana yapıyı matris metalin oluşturduğu ve takviye elemanı olarak da genellikle seramik bir takviye fazının kullanıldığı kompozitlerdir. Bu malzemelerin seçiminde hemen hemen hiçbir sınırlama yoktur.
- Deneysel çalışmalara bakıldığında çok farklı türlerin kullanıldığı göze çarpar. Son 45-50 yıldır MMK'ler ile ilgili pek çok araştırma yapılmış ve literatürde olumlu şekilde yer almıştır.
- Metal matriks kompozitler geleneksel malzemelere en büyük alternatiftir.
- Seramiklerin yüksek elastik modülü ile metallerin plastik şekil değiştirme özellikleri birleştirilerek aşınmaya dayanıklı, kırılma tokluğu ve basma gerilmesi yüksek malzemeler elde edilmektedir.
- Bu kompozitler yaygın olarak otomotiv, havacılık ve savunma sanayinde kullanılmaktadır.



Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması

15

Matris Malzeme cinsine Göre Sınıflandırma:

Seramik matris kompozitler (CMK):

- Seramik malzemeler çok sert ve kırılğandır. Ayrıca yüksek sıcaklık dayanımlarına ve göreceli düşük yoğunluk özelliklere sahiptirler.
- Seramik malzemeler ısıl şok direnci ve tokluğu düşük malzemelerdir. Bunlar; Al_2O_3 , SiC , Si_3N_4 , B_4C , cBN , TiC , TiB , TiN ve AlN 'dir.
- Bu bileşikler değişik yapılarda olup amaca göre bir ya da bir kaçı beraber kullanılarak seramik matriks kompozitler elde edilir. Sandviç zırhlar, çeşitli askeri amaçlı parçalar imali ile uzay araçları bu ürünlerin başlıca kullanım yerleridir.
- Seramik matrikse ilave edilen karbon, seramik ve cam fiberler özellikle yüksek sıcaklık uygulamaları gibi özel şartlar için geliştirilmektedir.
- Seramik malzemelerin seramik fiberler ile takviye edilmesi durumunda, mukavemet yükselmekte ve tokluklar da artmaktadır.
- Alümina ve zirkonya esaslı seramik kompozitler üzerindeki son yıllardaki çalışmalar, bu malzemelerin sadece roket başlığı, uzay araçları gibi uygulamalarda değil aynı zamanda insan vücudunda da biomalzeme olarak kullanılmaya başlanmasına sebebiyet vermiştir.



Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması

16

Matris Malzeme cinsine Göre Sınıflandırma:



Polimer matris kompozitler (PMK):

- Sürekli fiber takviyeli olarak yaygın olarak kullanılan polimer matriksler termoset ve termoplastikler olarak iki gruba ayrılır. Bu kompozitlerin sürekli fiberlerle takviye edilmiş polyester ve epoksi reçine matriksli olanları en önemlileridir.
- Kullanılan takviye malzemelerinin başlıcaları ise, cam fiber, kevlar fiber, bor fiber ve karbon fiberlerdir. PMK'lerin üretiminde en çok kullanılan yöntemler, elle sıvama, tel sarma, kese kalıplama işlemi, pultrüzyon metodu, sıvı akış tekniği, takviyeli reaksiyon, enjeksiyon kalıplama, ekstrüzyon ve termo oluşum yöntemleridir.
- PMK'lerin başlıca kullanım alanları ise, korozyon direnci sebebiyle denizcilik uygulamaları, hafifliği sebebiyle otomotiv ve diğer taşımacılık endüstrileri ile spor malzemeleri, yanmazlık özelliği istenen otomotiv iç dekorasyonu gibi alanlar olarak gösterilebilir.

Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması

17

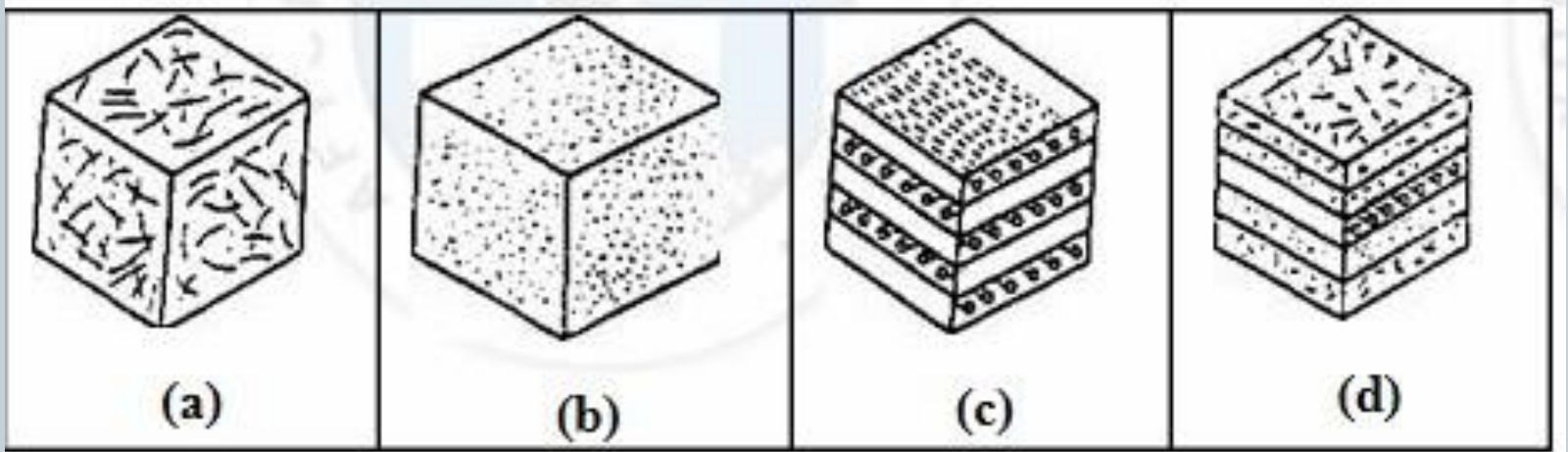
Takviye Elemanlarının Şekil ve Yerleştirilmesine Göre:

a. Elyafli kompozitler

b. Parçacıklı kompozitler

c. Tabakalı kompozitler

d. Karma kompozitler

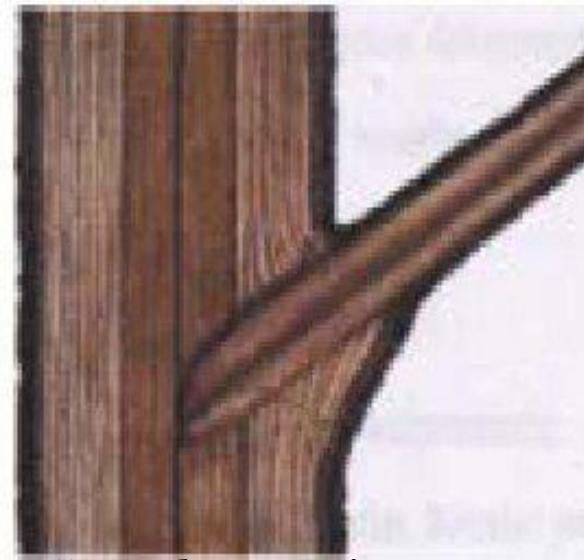


Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması

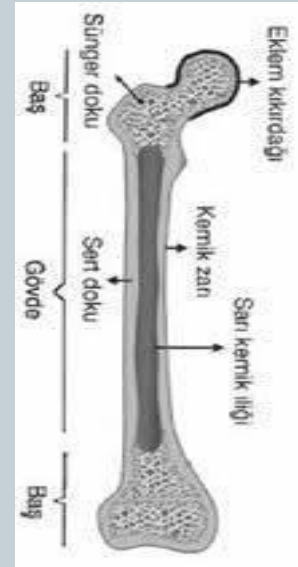
18

- Diğer Sınıflandırma Çeşitleri:

Doğal Kompozitler: **Ahşap**, **kemik** gibi malzemeler, tabii (doğal) kompozit malzemelerdir.



Ağacın kompozit yapısı



Kemiğin kompozit yapısı

Kompozit Bileşenleri –MATRİS

19

Başlıca Matris Malzeme Cinsleri:

1. Plastik matris malzemeleri (Polimerler)
 - Termosetler
 - Termoplastikler
 - Elastomerler
2. Metal matris malzemeleri (Aluminyum, titanyum, magnezyum, gibi)
3. Yüksek sıcaklık matrisleri (Seramikler)



Kompozit Bileşenleri–MATRİS

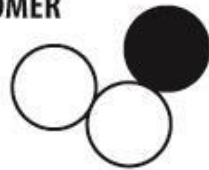
20

Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

- Plastik, istenilen biçimi alabilen anlamına gelen yunanca "**plastikos**" kelimesinden gelir.
- En basit tanımıyla monomer denilen küçük moleküllerin birbirlerine eklenmesiyle oluşan ve polimer ismi verilen, uzun zincir yapıya sahip sentetik malzemelerdir.

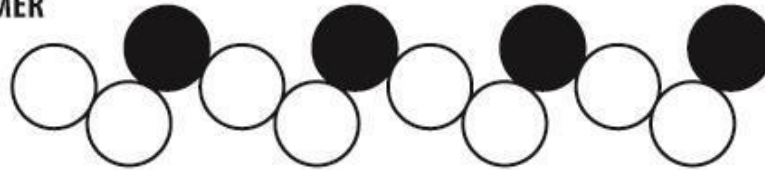
Structure of Monomers and Polymers

MONOMER



A monomer is a small molecule.

POLYMER



A polymer is a long-chain molecule made up of a repeated pattern of monomers.

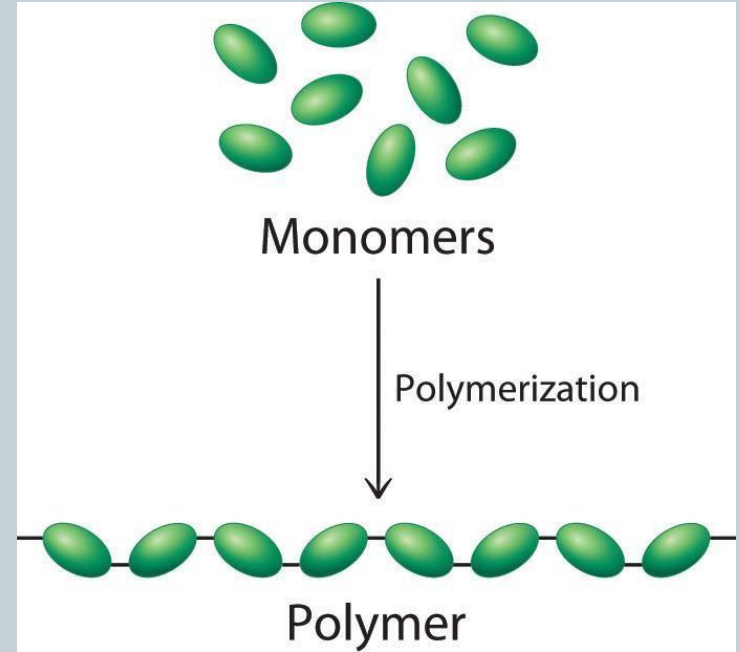
Kompozit Bileşenleri–MATRİS

21

Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

Plastiklerin Genel Özellikler:

- *Monomer ismi verilen küçük moleküllerin, sıcaklık, basınç ve birçok kimyasalın etkisiyle birbirlerine eklenmesi ve polimer (plastik) ismi verilen uzun zincirleri oluşturması işlemine polimerizasyon denir.*
- *Polimerizasyon işlemi sonunda Etilen (monomer), polietilene (polimer), propilen, polipropilene, stiren polistirene dönüşmektedir. Böylece, polimerler (plastikler) meydana gelmektedir.*



Kompozit Bileşenleri–MATRİS

22

Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

- Polimerler (plastikler), düşük üretim maliyetleri, kolay şekil almaları ve amaca uygun üretilebilmeleri nedeniyle pek çok alanda kullanılırlar.
- Kompozitlerin yaklaşık % 90'ı polimer (plastik) esaslı matrislerden üretildiklerinden, kompozit malzemelere **takviye edilmiş plastikler** de denir.

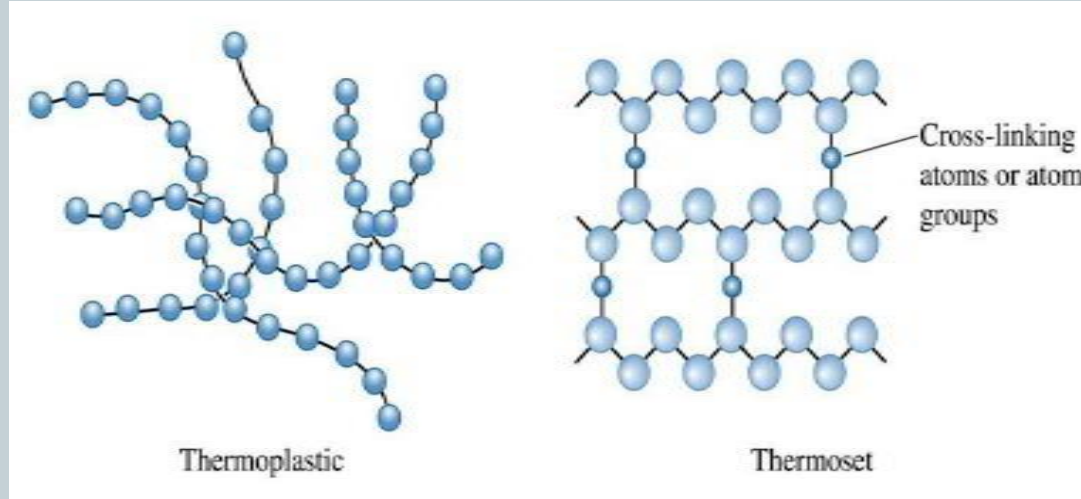


Kompozit Bileşenleri–MATRİS

23

Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

Plastiklerin Genel Özellikler:



Polimer molekülleri birçok zincirden oluşurlar. Bunlar birleşmiş veya birleşmemiş (termoplastik) veya üçboyutlu çapraz bağlı zincirler (termoset) oluşturabilirler.

Kompozit Bileşenleri–MATRİS

24

Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

Plastiklerin Genel Özellikler:

- *Polimerizasyon süreci belirli aşamalarda durdurularak belirli özelliklere sahip reçine (resin) elde edilmesi mümkün olmaktadır. Yüksek yoğunluklular taşıma vb. ye elverişli kapların yapımında, düşük yoğunluklular ise film vb. yapımında kullanılmaktadır.*
- *Polimerizasyon ürünleri doğrudan kullanılabildiği gibi katkı maddeleri ile esneklik, dayanım, ısıya dayanım, ultra-viyoleye dayanım gibi özellikleri artırılmakta ve bunlardan değişik ürünlerin imalatında yararlanılmaktadır.*



Kompozit Bileşenleri–MATRİS

25

Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

Plastiklerin Genel Özellikler:

Plastiklerin ana kaynağı, petrol rafinerilerinin artık maddeleridir.

Dünyada üretilen toplam petrolün yaklaşık % 5 'i plastik üretimi için kullanılmaktadır.

Plastikler aşağıdaki gibi gruplandırılabilir:

- **Termoset gurubu:** Isıl sertleşir plastikler
- **Termoplastik gurubu:** Isıl yumuşar plastikler
- **Elastomerler**



Kompozit Bileşenleri–MATRİS

26

Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

Termoset Plastik Malzemeler:

- Polyester,
- Epoksi,
- Yüksek sıcaklık reçineleri,
- Fenolik,
- Silikon,
- Poliimid,
- Poliüretan,
- Cynate Esters

Kompozit Bileşenleri–MATRİS

27

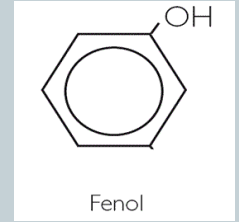
Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

Termoset Plastik Malzemeler:

Fenolik Reçineler:

Fenol formaldehit kondenzasyon ürünü olup, bu ham maddelerin bazen türevlerinde kullanılmaktadır. Katı ve sıvı türleri vardır. Yurdumuzda sıvı reçine üretimi vardır.

- ❖ 300 °C ye kadar sürekli, eğer asbest elyafla takviye edilirse 1000 °C ye kadar kısa süreli olarak kullanılabilirler.
- ❖ Viskoziteleri yüksektir.
- ❖ Gözenek oluşma tehlikesi yüksektir. Bu nedenle yüksek kalıplama basınçları gerekir.
- ❖ Sertleşme sonrası 250 °C ye kadar ısıl işlem uygulanması gerekir.
- ❖ Suyu ve bir çok aside karşı dayanıklıdırlar. Ancak alkalilere duyarlıdırlar.
- ❖ Kırılgan yapılı fenolik reçinelerde yüzey kalitesi düşüktür.



Kompozit Bileşenleri–MATRİS

28

Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

Termoset Plastik Malzemeler:

Silikon:

Silisyum, oksijen ve muhtelif hidrokarbonlar ihtiva eden, çok sayıdaki sentetik (sun'î) polimerlerden birisidir.

- Mekanik özellikleri düşük olmasına rağmen 250 °C ye kadar sürekli olarak çalışabilir.
- Suya, ısıya ve korozyona karşı dayanımları çok iyidir.
- Maliyetleri yüksektir.



Kompozit Bileşenleri–MATRİS

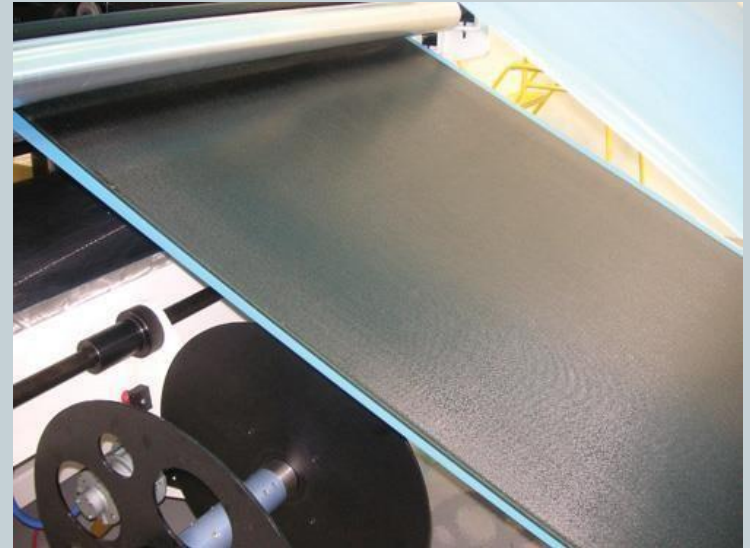
29

Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

Termoset Plastik Malzemeler:

Poliimmit Reçineler:

- Yüksek sıcaklık reçinesidir.
- 127-316 °C sıcaklığa kadar kullanılan polimit reçinelerdir.
- Üretimleri zordur.
- Maliyetleri yüksek reçinelerdir.



Renegade Materials (Springboro, Ohio) now produces commercial quantities of polyimide-based products, such as this 60-inch wide AFR-PE-4/carbon fiber woven fabric prepreg. Source: Renegade Materials

Kompozit Bileşenleri–MATRİS

30

Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

Termoset Plastik Malzemeler:

Poliüretan/Üretan:

- Karbamat bağlantıları ile birleştirilen organik üniteler zincirinden oluşan bir polimerdir. Köpükler, yüksek performanslı yapıştırıcılar, sentetik elyaf, contalar, halıların alt kısımları, sert plastik gibi malzemelerin imalatında kullanılırlar.
- Esnek poliüretan köpükler, poliüretan süngerler olarak da bilinirler ve yataklarda, mobilyalarda konfor malzemesi olarak kullanılırlar. Esnemeyen poliüretan köpükler ise, daha çok ısı ve ses izolasyonunda kullanılırlar.
- Poliüretan ürünlere çoğu zamanlar üretan da denir. Ancak etil karbamat olarak da bilinen özel üretan maddesi ile karıştırılmamalıdır. Poliüretanlar etil karbamatdan yapılmaz ve onu içermezler.



Poliüretan Su Yalıtım ve Zemin Kaplama



Poliüretan köpük

Kompozit Bileşenleri–MATRİS

31

Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

Termoset Plastik Malzemeler:

Poliüretan/Üretan:

- Poliüretanlar ilk kez Alman bilim adamı [Otto Bayer](#) tarafından 1937 yılında bulunmuştur.
- Günlük hayatımızda hemen elimizin altında bile kullanılmasına karşın farkında olmadığımız poliüretan artık otomotiv, sünger, ayakkabı, taşıma, soğutma, yalıtım, mobilya, tekstil, gıda, elektronik, boya, sanayi parçaları üretimi ve sağlık sektörü (biyoyumlu) gibi branşların değişmez parçası olmakla birlikte inşaat ve yapı sektöründe henüz yerini tam olarak bulamamıştır.



%100 Poliüretan
deri ceket



Poliüretan süngerden, ses
yalıtım odası



Poliüretan kumaş kaplı koltuk



Otto Bayer (1902-1982) with a
polyurethane foam mushroom

Kompozit Bileşenleri–MATRİS

32

Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

Termoset Plastik Malzemeler:

Cynate Ester

- Genellikle uçak endüstrisinde kullanılırlar.
- Yalıtkanlıkları çok iyidir.
- Yaş durumda 200°C' ye kadar kullanılabilirler.

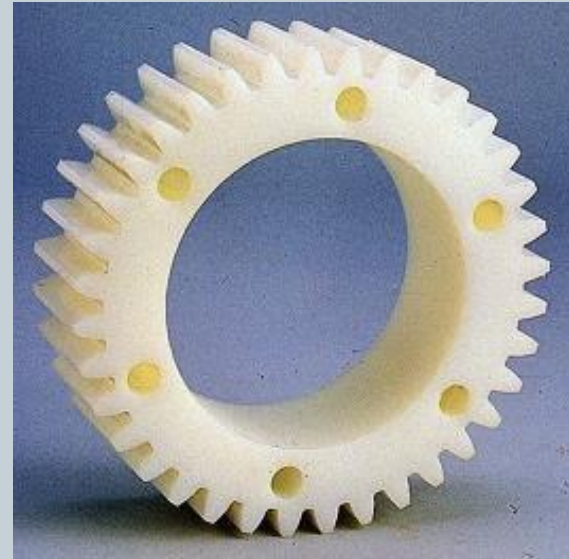
Kompozit Bileşenleri–MATRİS

33

Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

Termoplastik Malzemelerden Bazıları

- Asetal / Poli-Methelene-Metilen (POM) •
- Poli-Etilen (PE) •
- Polimet metha arkilik (Akrilik) (PMMA) •
- Poli-Amids (PA) / Naylon •
- Akronitril-Butadiene-Streyn(ABS) •
- Poli-Propilen (PP) •
- Poli-Tetra-Fluor-Ethylene (PTFE) •
- Poli-Vinil-Klorür (PVC) •
- Poli-Eter-Sülfon (PES) • Poli-Eter-Imid (PEI) •
- Poli-Amid-Imid (PAI) • Poli-Phenilen-Sulfid (PPS) •
- Poli-Eter-Eter-Keton (PEEK) • Poli-Stiren (PS) •



Kompozit Bileşenleri–MATRİS

34

Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

Termoplastik Malzemelerden Bazıları

Asetal / Poli-Methelene-Metilen (POM) :

- Temel malzemesi formaldehit olup ticari olarak Poli-Methelene-Metilen (POM) bilinir.
- Yüksek rijitlik, dayanım, tokluk ve aşınma direncine sahiptir. Ergime noktası (180°C) olup nem alma kapasitesi düşüktür.
- Bu özellikleri ile çinko ve pirince yakındır. Bazı otomobil parçaları, kapı kolları, pompa parçaları gibi elemanların imalatında kullanılır.



Asetal den yapılmış
bir bağlantıelemanı

Kompozit Bileşenleri–MATRİS

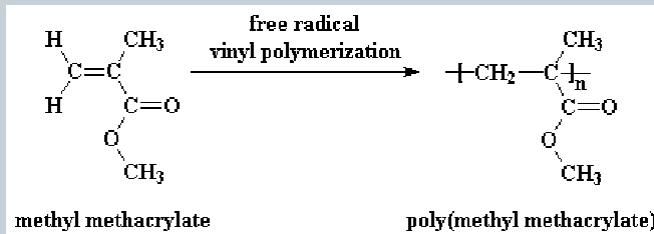
35

Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

Termoplastik Malzemelerden Bazıları

Polimet metha akrilik (Akrilik) PMMA:

- Akrilik veya Poli-Met-Metha-Akrilik (PMMA), lineer polimer olduğundan şekilsizdir.
- Saydamlığı nedeniyle optik uygulamalarda cama alternatif olarak kullanılır.
- **Örnek:** oto kuyruk ışığı lensleri ve uçak camları.
- Çizilme dirençlerinin düşük olması camlara göre dezavantajdır.
- Tekstilde ve Poli-Akro-Nitril (PAN) üretiminde yaygın olarak kullanılır.



Akrilik ip



Akrilik saydam levhalar



Akrilik kazak

Kompozit Bileşenleri–MATRİS

36

Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

Termoplastik Malzemelerden Bazıları

Akronitril-Butadiene-Streyn (ABS)

- Üstün özelliklere sahip olan ABS iki fazlı olup
- 1. fazı sert Streyn-Acrylonitrile kopolimeri iken,
- 2. fazı Streyn-Butadiene kopolimeri olup kauçuktur.
- Üç farklı temel hammaddesi değişik oranlarda karıştırılarak elde edilir.



ABS den yapılmış bir alet çantası

Kompozit Bileşenleri–MATRİS

37

Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

Termoplastik Malzemelerden Bazıları

Poli-Tetra-Fluor-Ethylene (PTFE)

- Teflon olarak ta bilinen bu malzemenin, çevresel ve kimyasal etkilere karşı direnci oldukça iyidir.
- Sudan etkilenmez ayrıca elektrik ve ısı direnci iyidir.
- Düşük sürtünme direncinden dolayı yağlanamayan parçaların imalatında kullanılır.
- Kimya sanayisinde ve gıda sektöründe de kullanılmaktadır.



Kompozit Bileşenleri–MATRİS

38

Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

Termoplastik Malzemelerden Bazıları

Poli-Amids (PA)

- En önemli **PA** ailesi **Naylon** (**Naylon 6** ve **Naylon 6.6**) olup **Du Pont** şirketi tarafından geliştirilmektedir. Mukavemeti, elastik modülü yüksek ve aşınma direnci de iyidir.
- Kendi kendini yağlama özelliğine sahiptir. 125°C ye kadar mekanik özelliklerini koruyabilir.
- **Su emmesi en önemli dezavantajıdır.**
- Düşük sürtünmenin gerekli olduğu ve yüksek mukavemet gerekli olmadığı yerlerde (Dişli, yatak gibi) metal yerine kullanılabilir.
- İkinci grup **PA Aramidler** olup ticari isimleri **Kevlar**dır. Kevların özgül mukavemeti çelikten oldukça yüksektir.



PA dan yapılmış kapı çekme kolları

Kompozit Bileşenleri –MATRİS

39

Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

Termoplastik Malzemelerden Bazıları

Poli-Etilen (PE)

- Düşük ve yüksek yoğunluklu olmak üzere iki türü olan PE nin deformasyon direnci iyidir.
- Düşük nem alma, düşük maliyet, kimyasal kararlılık, kolay işlenebilirlik, yalıtkanlık gibi üstün özelliklerinden dolayı film ve tel imalatında kullanılırlar.
- Yüksek yoğunluklu PE nin mukavemeti ve rijitliği daha yüksektir. Şişe, boru gibi elemanların imalatında kullanılır.



Granür PE



PE borular

Kompozit Bileşenleri –MATRİS

40

Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

Termoplastik Malzemelerden Bazıları

Poli-Propilen (PP)

- Enjeksiyon kalıplarında kullanılan hafif bir plastik olup özgül mukavemet değeri çok iyi konumdadır.
- Ergime sıcaklığının yüksek olmasından dolayı belirli alanlarda kullanılır.



Poli-Vinil-Klorür (PVC)

- Gıda anbalajlama, oyuncak, döşeme, pencere, kapı imalatlarında kullanılırlar.
- Ayrıca rijit borular, tel ve kablo yalıtımı, film imalatı gibi alanlarda kullanılır. PVC ısı ve ışığa karşı kararsızdır.



Kompozit Bileşenleri ve Etkileri –MATRİS

41

Plastik Matris Malzemeleri (Reçineler/Polimerler)

Elastomerler

- Elastomerler, termosetler gibi çapraz bağlı olan uzun zincir moleküllerinden oluşur. Küçük kuvvetler etkisinde çok büyük elastik deformasyonlar meydana gelir.
- Bazılarında % 500 civarında elastik şekil değişikliği meydana gelebilir. En önemlileri kauçuk olup iki kategoride incelenebilir:
 - a- **Doğal kauçuk;** Belirli bitkilerden elde edilir.
 - b- **Sentetik kauçuk;** termoset ve termoplastik polimerlerde kullanılırlar ve benzer polimerizasyon işlemleriyle üretilirler.



Elastomer Tampon

Kompozit Bileşenleri ve Etkileri –MATRİS

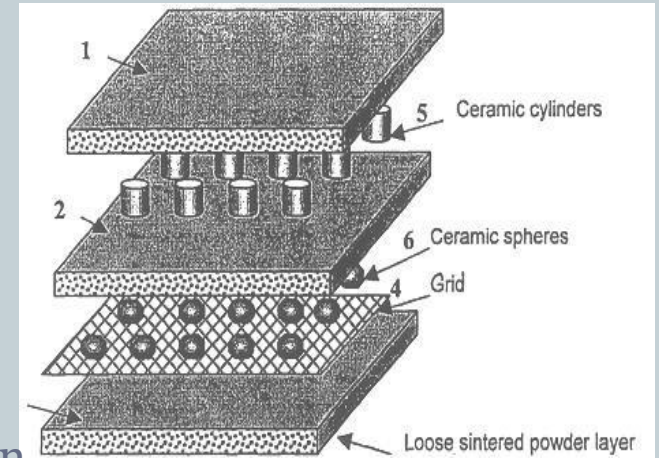
42

Metal Matris Malzemeleri

Bazı durumlarda metaller de matris olarak az da olsa kullanılmaktadır.

Genel Özellikler:

1. Metal matrisli kompozitler, otomotiv, uzay, havacılık gibi bazı alanlarda kullanılmaktadır.
2. Metal matris malzemeleri, plastik matrislere göre **mukavemetleri, rijitlikleri ve toklukları** yüksek olduğundan kompozit malzemenin **bu özelliklerinin** yükselmesinde büyük katkı sağlarlar.



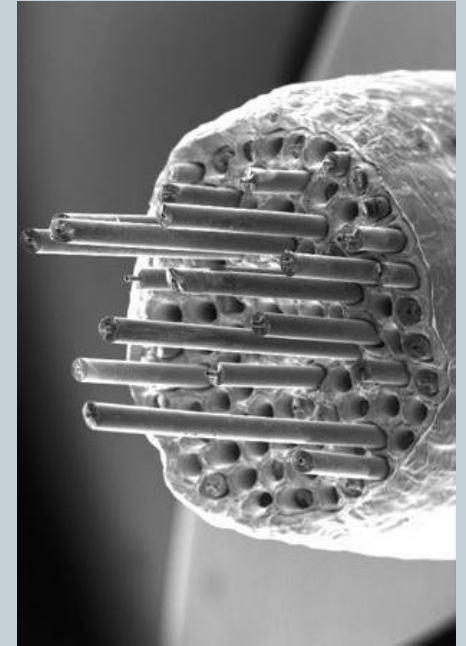
Kompozit Bileşenleri ve Etkileri –MATRİS

43

Metal Matris Malzemeleri

Genel Özellikler:

3. Metal matrisler her elyafla iyi bir kompozit oluşturmazlar. Ancak yüzeyi silisyum karbür kaplanmış **boron elyafı** ile iyi bir kompozit yapı elde edilebilir.
4. Metal matrisler, her elyafla iyi ara yüzey oluşturmadıkları için kompozit **üretimi zor ve pahalı olup bu en önemli dezavantajlarından biridir.**
5. Kompozit üretiminde **hafif metallerden** alüminyum, magnezyum, nikel, titanyum, bakır, çinko ve bunların alaşımları sıkça kullanılan metal matris malzemelerdir.



Kompozit Bileşenleri ve Etkileri –MATRİS

44

Metal Matris Malzemelerden Bazıları

Alüminyum ve Alaşımları:

- Yaygın kullanılan metal matrislere örnek olarak **6061** ve **2024 alüminyum alaşımları** ile **1010 saf alüminyum** verilebilir.
- Kompozit malzeme 450-550°C de sıcak presleme ile üretilir. Böyle bir malzeme 300°C ye kadar özelliklerini korur.
- Alüminyum alaşımları ile **Karbon elyafı** kullanılarak da kompozit üretilebilir. Ancak aralarındaki korozyonu önlemek için elyaf yüzeyinin **nikel** veya **gümüşle** kaplanması gerekir.
- Elektrik iletkenliğinin gerekli olduğu alanlarda tercih edilirler.
- Alüminyum alaşımlarında Mg, Mn, Si, Cu, ve Zn alaşım elementleri tek tek veya birkaçı birlikte belirli özellikleri sağlamak üzere kullanılır.
- Bunlar:- **Sertleşmeyen alaşımlar:** Al-Mg ve Al-Mn, - **Çökelme ile sertleşebilen:** Al-Cu-Mg, Al-Mg-Si ve Al-Zn-Mg şeklinde sınıflandırılabilirler.



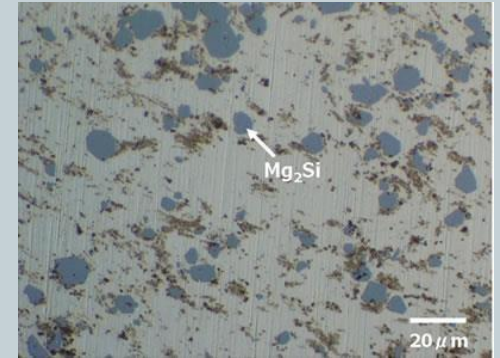
Kompozit Bileşenleri ve Etkileri –MATRİS

45

Metal Matris Malzemelerden Bazıları

Magnezyum ve Alaşımları:

- Magnezyumun mukavemeti Alüminyumdan düşük olmasına rağmen, yoğunluğu (1.74 gr/cm^3) düşük olduğundan özgül mukavemeti Al dan yüksektir. Bundan dolayı uzay araçlarında, yüksek hızlı makinelerde ve nakliye araçlarında kullanılır.
- Korozyon dirençlerinin kötü olması, düşük rijitlik, yorulma mukavemetlerinin düşük olması ve yüksek sıcaklıkta sünme ve aşınma özelliklerinin kötü olması dezavantajlarıdır.
- Magnezyumun ile kullanılan alaşım elementleri **Al** ve **Zn** dir. Magnezyumun da sertleşebilen ve sertleşmeyen türleri bulunmaktadır.
- Talaşlı imalatta diğer metallere göre daha iyidir.



Kompozit Bileşenleri ve Etkileri –MATRİS

46

Metal Matris Malzemelerden Bazıları

Çinko ve Alaşımları:

- **Zn** ve alaşımlarının ergime sıcaklıklarının düşük (419°C) olması döküm malzemesi olarak tercih edilmelerini sağlamaktadır. Bundan dolayı 0.5 mm kalınlıklı ince cidarlı, karışık şekilli ve küçük çaplı delikler kolaylıkla oluşturulabilir.
- Pres dökümle üretilen Zn alaşımları **Zamak** adını alır: Zamak-3, Zamak-5, Zamak-8, Zamak-15 ve Zamak-27 alaşım çeşitleri bulunmaktadır. Bu alaşımlar Z33520, Z35540 vb. şeklinde de kodlandırılmaktadır.
- Zn anot ve çelik/döküm katot olmak üzere, dökme demir ve çelik üzerine kaplandığında korozyon direnci sağlar (Zn ile kaplı çelik=Galvanize çelik).
- **Çinkonun yoğunluğu (7.13 gr/cm^3) olup bu oldukça yüksektir.**
- Düşük devirlerde ve ağır yüklemelerde aşınma dirençleri çok iyidir.
- Zn ve alaşımları oda sıcaklığında yorulma dayanımı iyi fakat düşük sıcaklıklarda gevrektiler. Bunlar uzun süre kullanımlarında süneklikleri artarken **dayanımları biraz düşer.**
- Mutfak eşyaları, bazı otomobil hassas parçaları Zn pres dökümle üretilmektedir.



Kompozit Bileşenleri ve Etkileri –MATRİS

47

Metal Matris Malzemelerden Bazıları

Titanyum ve Alaşımları:

- Metaller arasında Titanyumun ısı genleşme katsayısı en düşük olanlardandır. Ayrıca mukavemet ve rijitliği Alüminyumdan daha yüksektir. Korozyon dirençleri de iyidir.
- Titanyum ile kullanılan alaşım elementleri Al, Mn, Si ve V dur.
- Isıya dayanımları nedeniyle titanyum alaşımları kompresör pervanesi, disk gibi makine elemanlarının imalatında kullanılırlar.
- Matris olarak titanyum alaşımları, Borsic ve SiC elyafla birleştirilerek kompozit üretilir.
- Bunların kullanım sıcaklıkları 420-550°C civarındadır.
- Üstün özgül mukavemetleri nedeniyle özellikle uçak ve uzay sanayisinde kullanılır.



Boing 787 için geliştirilmiş bir bağlantı elemanı. Titanium Metal Matrix Composite (TMMC)

Kompozit Bileşenleri ve Etkileri –MATRİS

48

Yüksek Sıcaklık Matrisleri

Seramikler

- **Seramik;** en basit tanımla, “çok yüksek sıcaklıkta pişirilmiş toprak” demektir. Seramiğin tarihi, uygarlık tarihi kadar eskidir.
- **Seramik;** daha teknik bir tanımla, bir veya birden fazla metalin, metal olmayan elementlerle birleşmesi ve sinterlenmesi sonucunda elde edilen inorganik bileşiktir.



Multifunctional, ceramic matrix composite/foam core sandwich structure.

Kompozit Bileşenleri ve Etkileri –MATRİS

49

Yüksek Sıcaklık Matrisleri

Seramikler

9. Seramikler matris olarak kullanılmaları halinde, kompozit malzemeler 1300°C ye kadar kullanılırlar. **Örnek:** SiC veya Al_2O_3 elyaf ile takviye edilmiş SiC ve Si_3N_4 seramikleri
10. Karbon elyafının da kullanıldığı bu tür matrislerde (cam, seramik, mullit, MgO , Al_2O_3 , Sic) elyafın görevi **malzemenin tokluğunu** artırmaktır



Seramik matris kompozitten yapılmış bir yanma odası elemanı

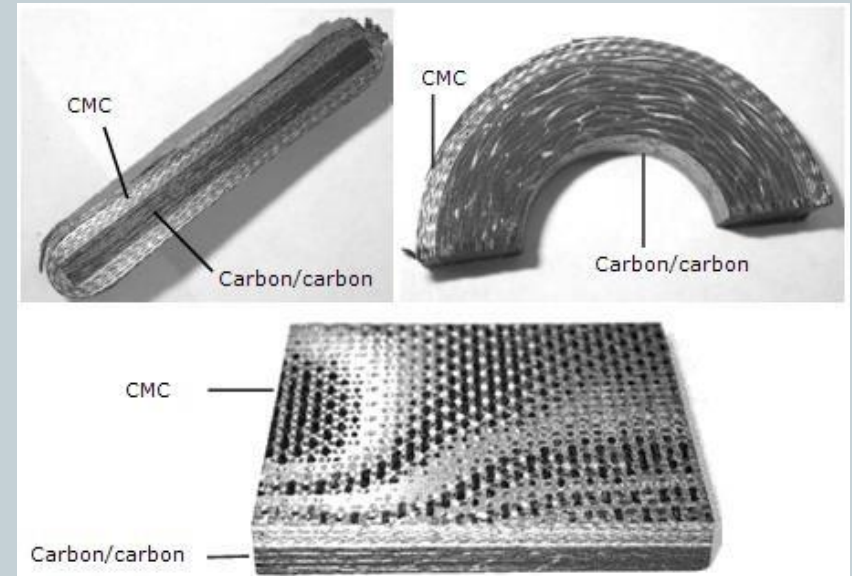
Kompozit Bileşenleri ve Etkileri –MATRİS

50

Yüksek Sıcaklık Matrisleri

Karbon Elyafı – Karbon Matrisi (Carbon/carbon)

- Karbon matris ve karbon elyafından üretilmiş kompozitler 4000°C ye kadar dayanabilirler.
- Bu kompozitler, yüksek sıcaklıklarda çok iyi termal ve mekanik özelliklere sahiptirler.



CMC (Ceramic Matrix Composites)-encased carbon/carbon structures that reduce component weight

Kompozit Bileşenleri - Takviye/Elyaf

51

Başlıca Elyaf Malzemeler:

- **Cam elyafı,**
- **Karbon (Graphite) elyafı,**
- **Aramid (Kevlar) elyafı,**
- **Bor elyafı,**
- Oksit elyafı,
- Yüksek yoğunluklu polietilen elyafı,
- Poliamid elyafı,
- Polyester elyafı,
- Doğal organik elyaflar



Bu elyaf malzemeleri arasından en çok Cam, Karbon, Bor ve Aramid elyafları kullanılmaktadır. Bu üç elyaf türü de sürekli elyaf olarak üretilmektedir.