Malzeme Tasarımı ve Seçimi

Giriş

Mekanik bileşenler;

→Bir kütleye sahiptir,

→Yük taşırlar,

→Bir şekilleri vardır,

→Elektrik ve ısıyı iletirler,

→Aşınmaya maruz kalırlar (korozif çevre, sürtünme)

→Bir ya da birçok bileşenden oluşabilirler,

Ve

Bu bileşenlerin *üretilmesi* gerekmektedir.

Malzeme Seçimi ve Tasarımı;

Bütün bunlar arasındaki ilişkileri tanımlar ve bu doğrultuda seçim yapar ve tasarlar.

Giriş

Mühendislik için kullanılabilecek malzeme miktarı 160.000 civarındadır.

Amaca uygun en iyi malzeme nasıl seçilecek?
Ürettikleri yeni malzemeler üzerine yaptıkları deneylere güvenmeliler mi?

Malzeme seçimi; ürünün şekillendirilmesi, birleştirilmesi ve son işlemler, üretim maliyeti, ürünün satış fiyatı, estetik olgular, ÇEVREYE ETKİSİ.

Tasarımın, her zaman için geçerli tek bir cevabı yoktur.

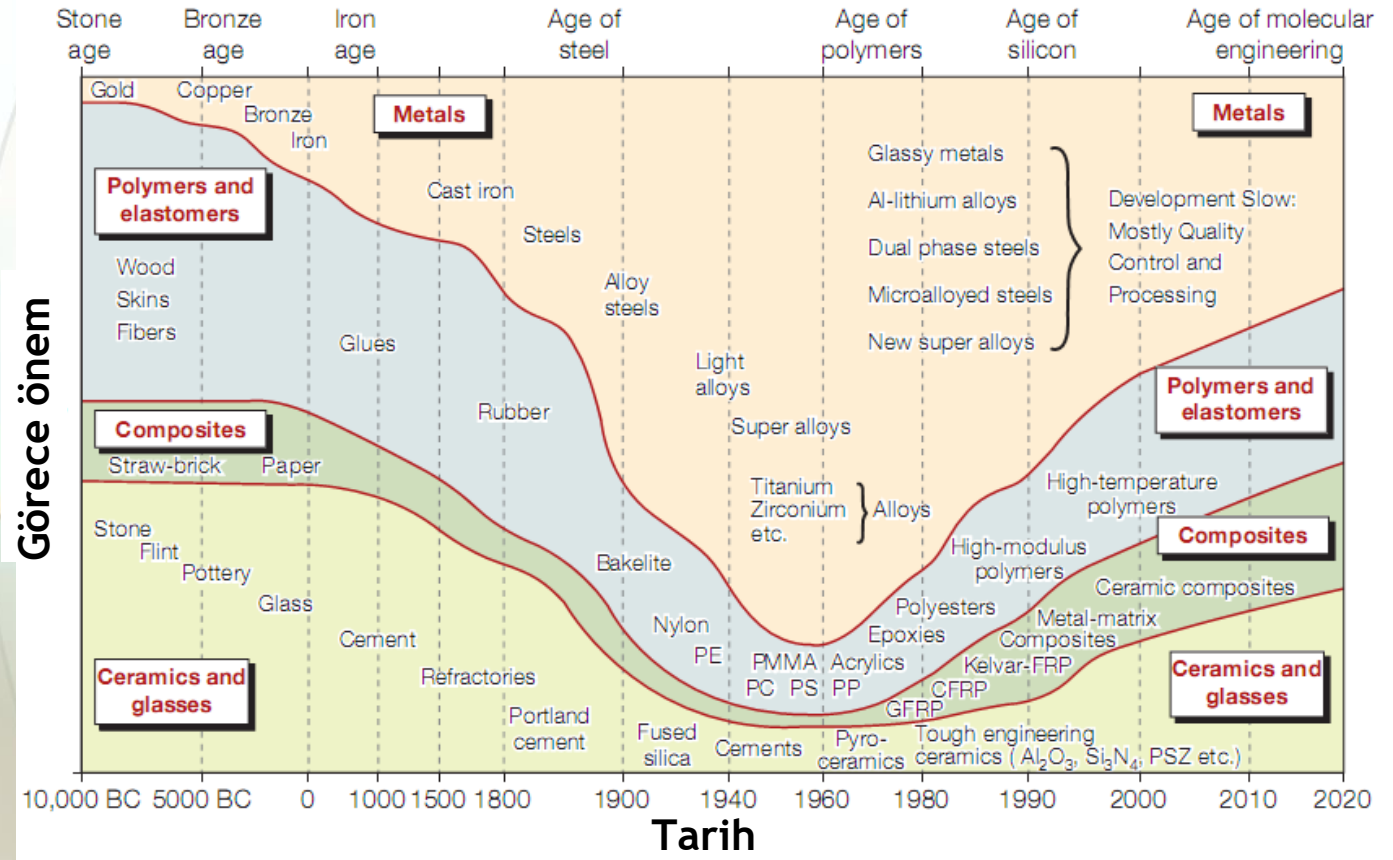
Giriş

Tutankhamun

Agamemnon

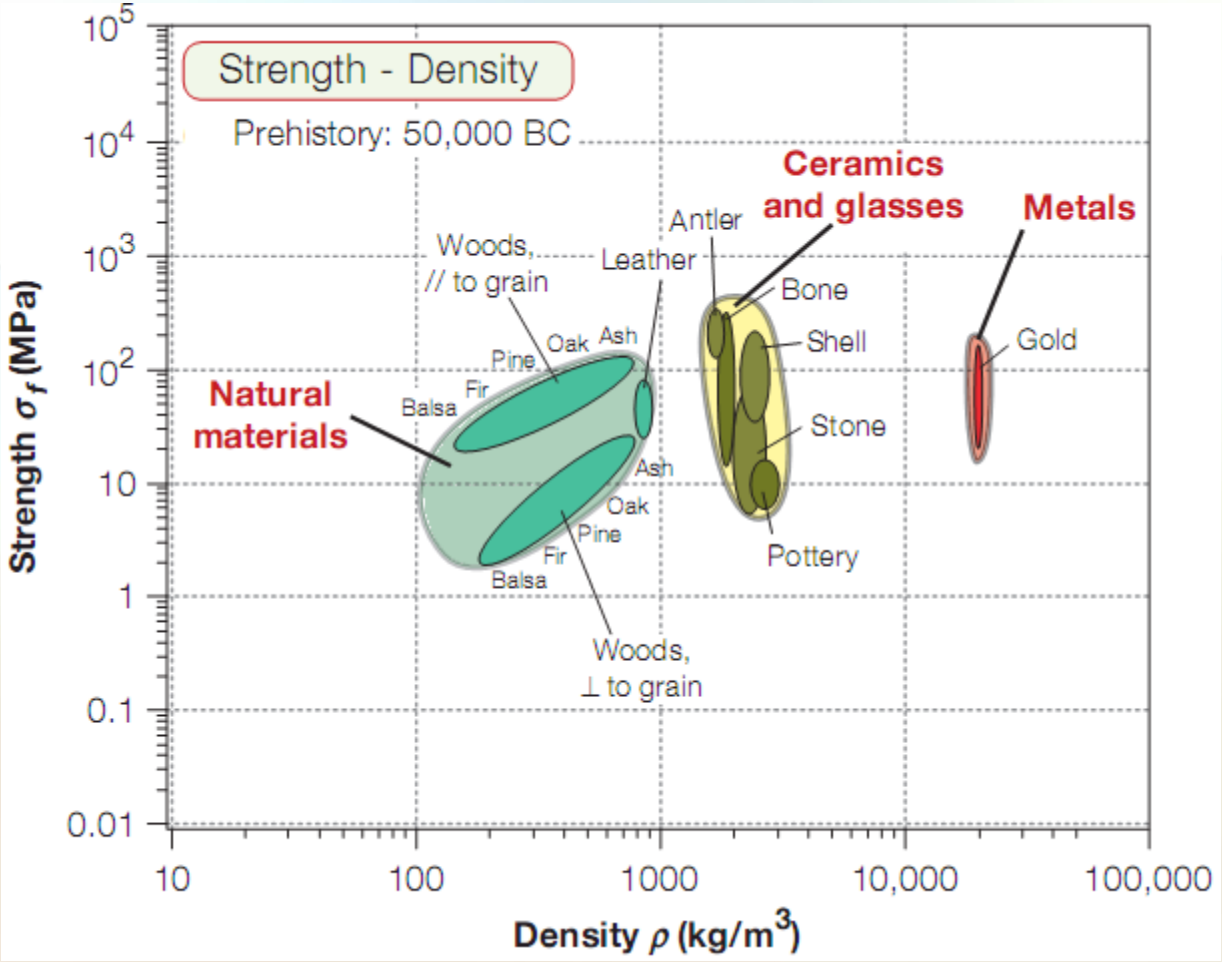
Günümüzde yaşasalardı, Nasıl gömülürler di?

Giriş

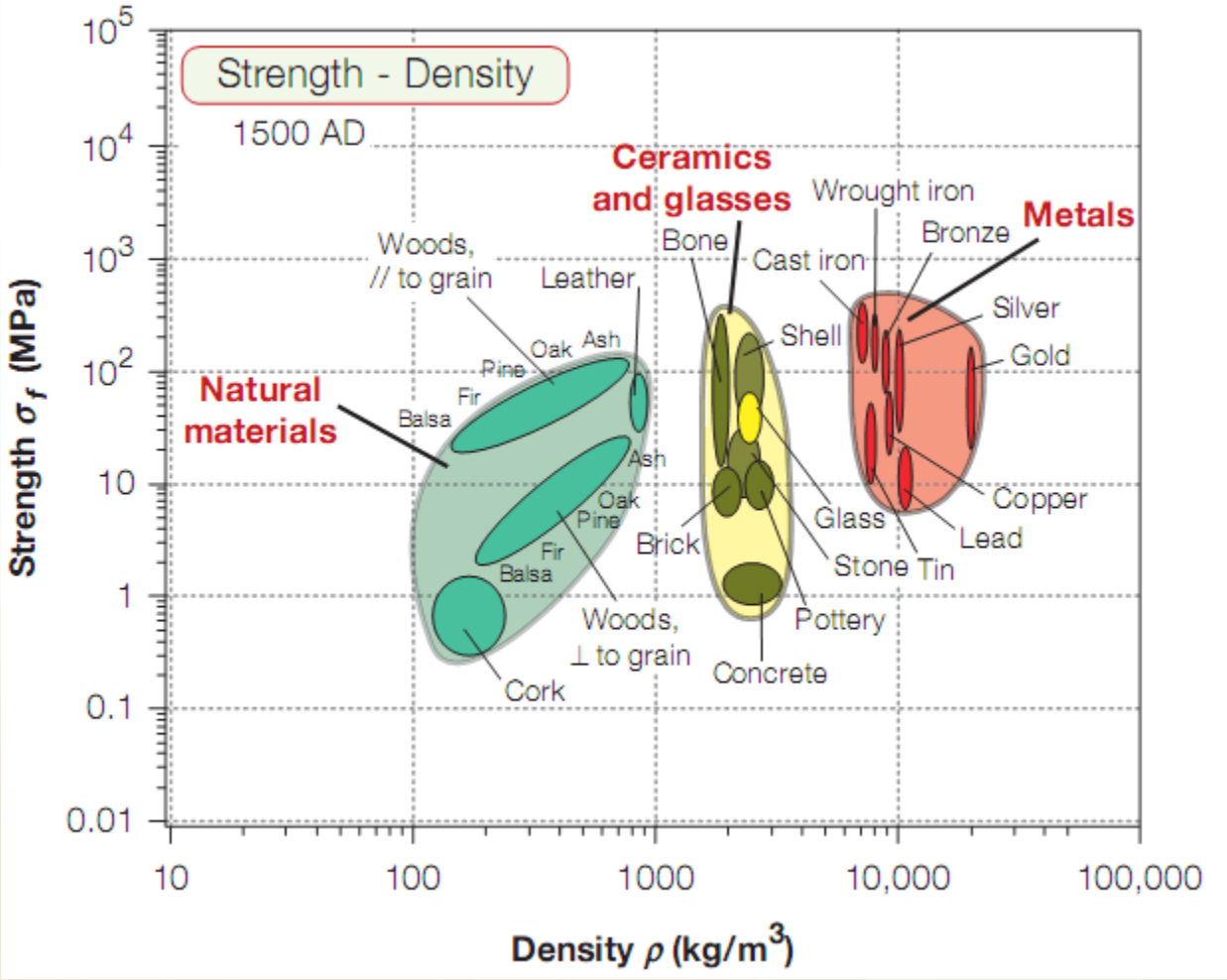


Zaman ile mühendislik malzemelerinin evrimi

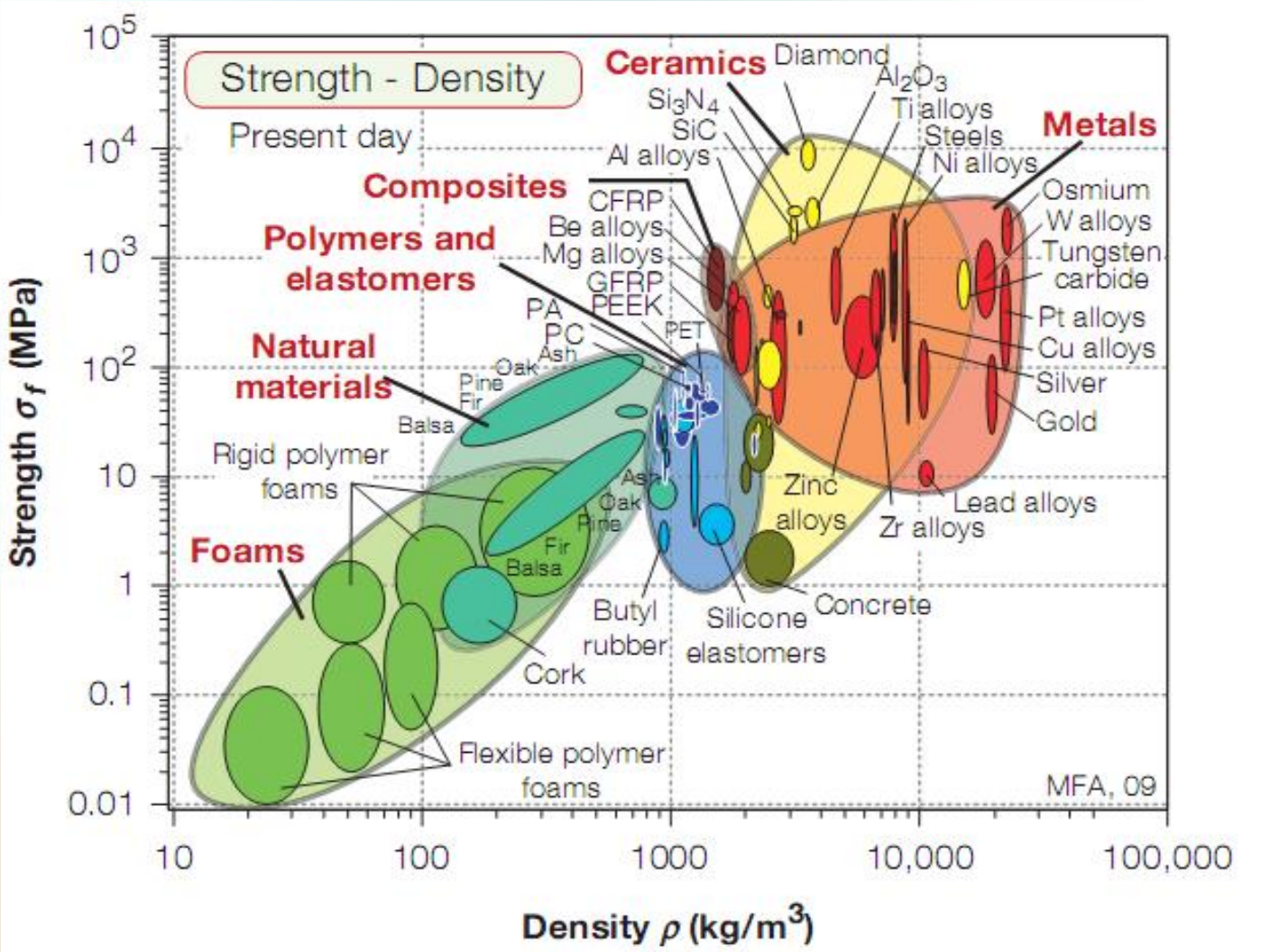
Giriş


Strength - Density
Prehistory: 50,000 BC
Ceramics and glasses
Metals
Natural materials
Antler
Leather
Woods, // to grain
Bone
Shell
Gold
Stone
Pottery
Oak
Ash
Pine
Fir
Balsa
Woods, ⊥ to grain
Strength σ_f (MPa)
Density ρ (kg/m^3)
10^5
10^4
10^3
10^2
10
1
0.1
0.01
10
100
1000
10,000
100,000

Giriş


Strength - Density
1500 AD
Ceramics and glasses
Metals
Natural materials
Woods, // to grain
Leather
Bone
Cast iron
Wrought iron
Bronze
Silver
Gold
Shell
Oak
Ash
Pine
Fir
Balsa
Ash
Oak
Pine
Fir
Balsa
Brick
Glass
Stone
Tin
Lead
Copper
Pottery
Concrete
Woods, ⊥ to grain
Cork
Strength σ_f (MPa)
Density ρ (kg/m^3)
10^5
10^4
10^3
10^2
10
1
0.1
0.01
10
100
1000
10,000
100,000

Giriş



Bu alanları nasıl daha da genişletebiliriz?

Eğer genişletirsek, ne elde etmiş oluruz?

Giriş

4000 yıl önceki su ısıtıcı;
•Ateşle direk temasta
•Isıyı iyi ileten(demir, bakır,bronz)

Günümüzdeki su ısıtıcı
•Ateş ile değil elektrik ile
•Daha güvenli
•Daha pratik
•Isıyı iletmeyen gövde
•Kolay şekillendirilebilen
•Estetik görünümlü
•Üretimi ucuz

Giriş

the Wright biplane of 1903

- Düşük yoğunluklu tahtalar
- Çelik teller
- İpek kumaşlar
- Ne kadar büyük ise o kadar kullanışsız

the Douglas DC3 of 1935

- Aluminyum temelli
- Yüksek eğilme direngenliği
- Düşük ağırlıkta yüksek mukavemet
- Büyük ölçekte üretilebilirlik

the Boeing 787 Dreamliner of 2010.

- *Yüksek yakıt maliyeti*
- *Düşük karbon salınımı gereğinden dolayı;*
- *%80 karbon-fiber destekli plastik yapı*
- *%30 daha hafif*

Tasarım prosesleri

Mekanik tasarım;
•Fiziksel prensipler
•Uygun fonksiyonlar
•Mekanik sistemlerin üretimi

- Bütün tasarımlar, geliştirilebilir ya da uyarlanabilir olmalı.
- Tasarım varyasyonları üretim yönteminde ya da fonksiyon değişimi olmadan boyut değişimini desteklemeli. Bazen; malzemeyi değiştirmek gerekebilir.
- Ör; küçük tekneler *fiberglass*' dan yapılırken büyük tekneler *çelikten* üretilmektedir.

Malzeme Tasarımı

- *Bir fonksiyonun (elektrik süpürgesi, nükleer reaktör,otomobil…) tanımlanması ile başlanır, bilgi tabanınızı oluşturursunuz ve deneme amaçlı tasarımınızı tecrübe edersiniz.*

- *Malzeme seçimi, tasarımın çok önemli bir bölümüdür.*

- *Her malzeme için tasarımı sınırlayacak özellikleri vardır.*

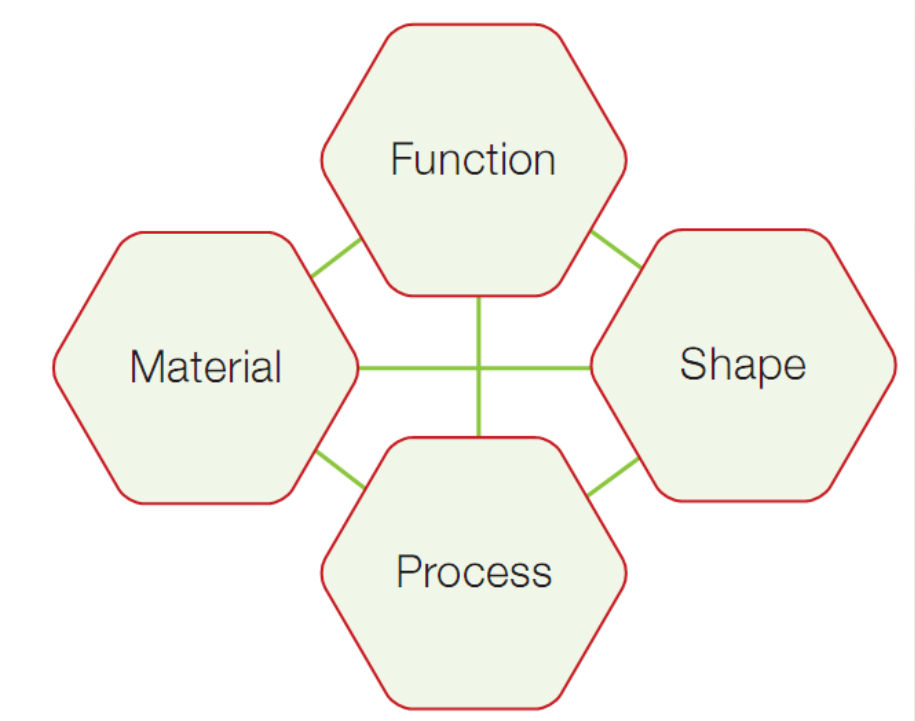
- *İyi bir tasarımda analizlerle birlikte yaratıcı düşünce öğesinin olması gerekir.*

Malzeme Tasarımı

Şekillendirme, proses ile ilişkilidir. Genel olarak *üretim* olarak adlandırılır.

Şekillendirme prosesleri:

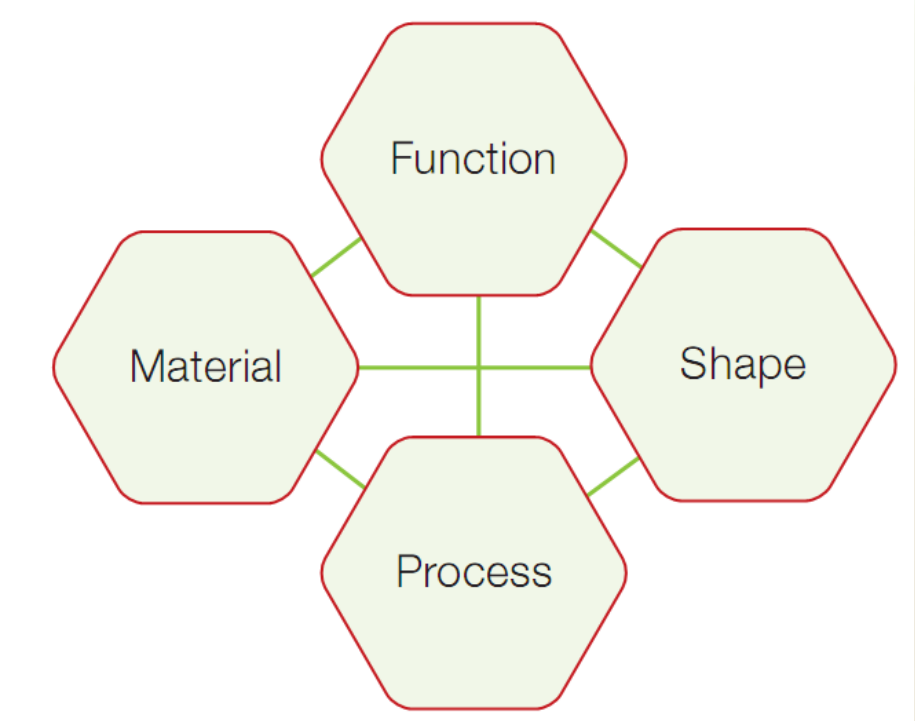
- Birincil işlemler: döküm, dövme….
- Malzeme uzaklaştırma: talaş kaldırma, delme…
- Birleştirme: kaynak, perçinleme….
- Son işlem: boyama, elektro-kaplama…..



Malzeme Tasarımı

Fonksiyon, malzeme seçimini etkiliyor. Dolayısıyla, malzeme seçimi, malzemenin dökülebilir, kaynaklanabilir, ısıl işlem gibi yeteneklerine bağlı olarak prosesi etkiliyor.
Proses; şekil, boyut, hassasiyet ve maliyetin nasıl olacağını açıklıyor.

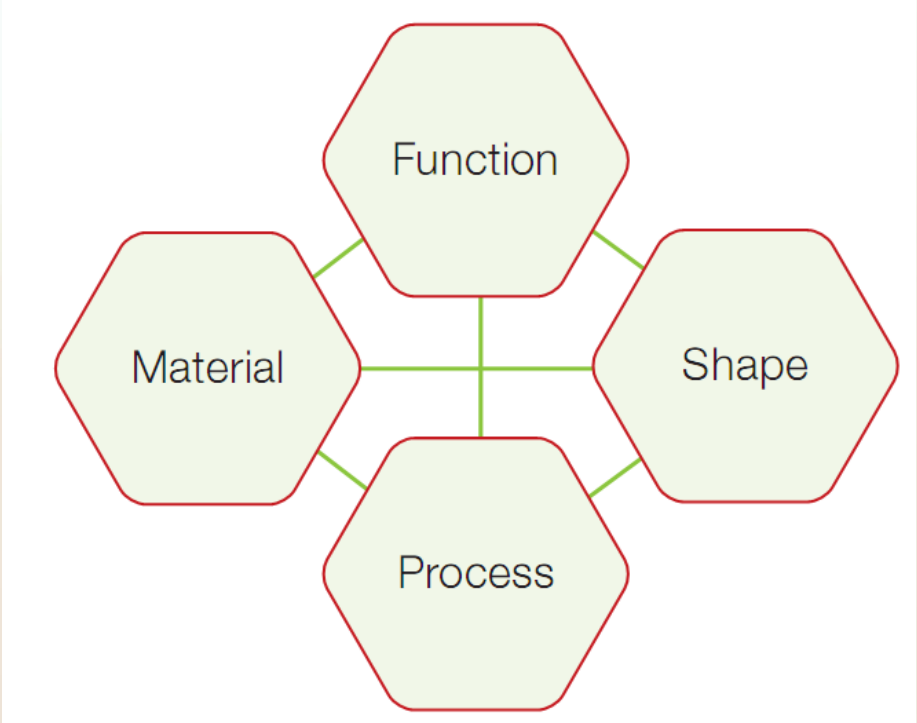
Bu etkileşimler 2 yolladır:
Şeklin özellikleri, prosesi ve malzeme seçimini sınırlıyor. Aynı derecede prosesin özellikleri son şekli ve malzeme seçimini sınırlıyor.



Malzeme Tasarımı

Daha kompleks bir tasarım demek, daha sıkı ve daha büyük etkileşimler anlamına geliyor.

Proses, malzeme, fonksiyon ve şekil arasındaki etkileşimler malzeme seçimi prosesinin ***kalbidir.***

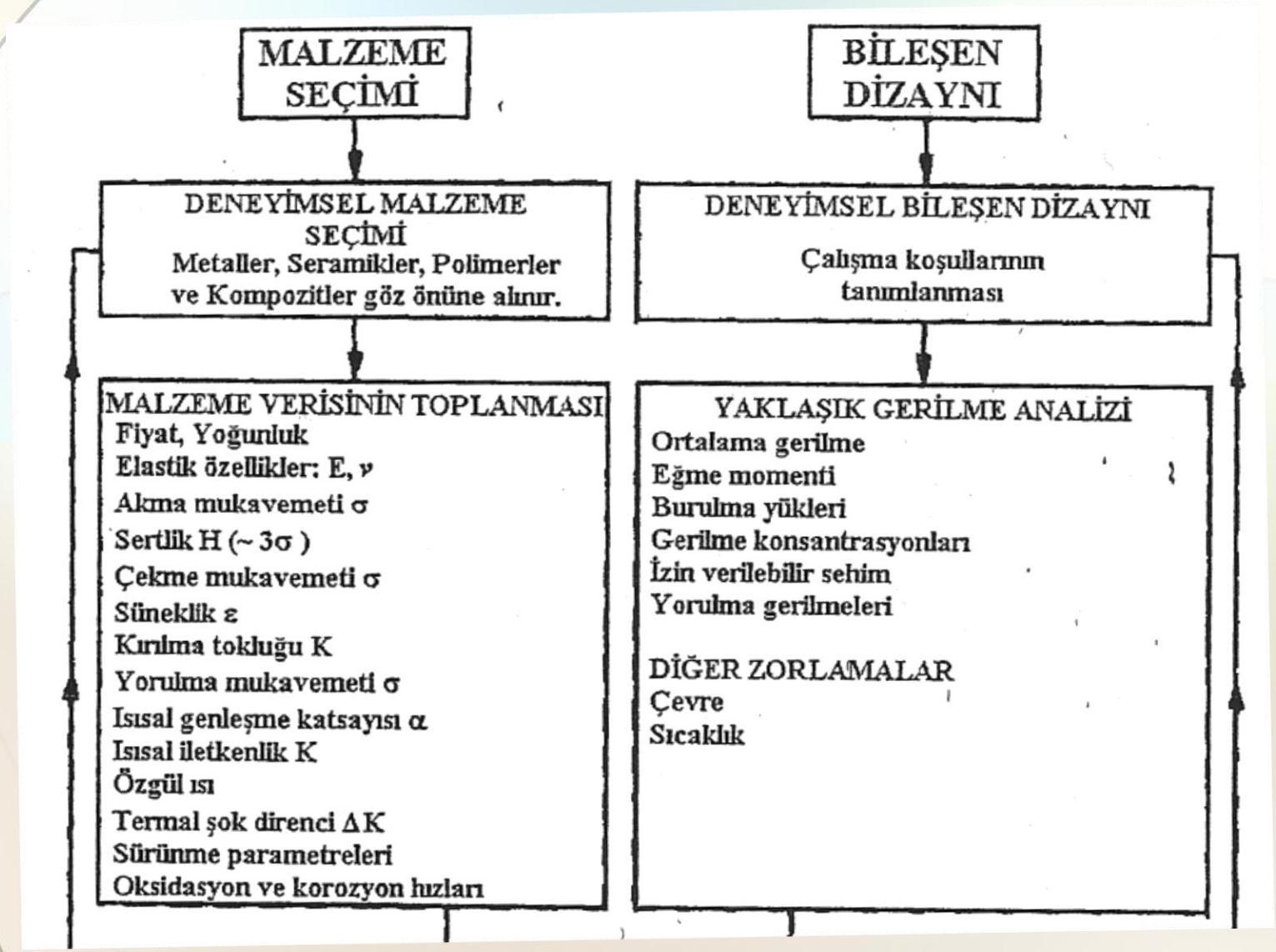


Tasarım Metodolojisi

Başlangıçta iki paralel gidişat vardır: malzeme seçimi ve bileşen dizaynı. Deneme niteliğinde bir malzeme seçilir ve bu malzeme için gerekli veriler, bu çalışmada verildiği gibi veri çizelgelerinden veya veri-bankalarından toplanır. Aynı zamanda başlangıçta dikkatlice tanımlanan fonksiyonu yerine getirmeye muktedir deneme amaçlı bir komponent dizaynı çizilir/yapılır ve maruz kalınması öngörülen gerilmeler, momentler ve gerilme konsantrasyonları için yaklaşık gerilme analizi gerçekleştirilir.

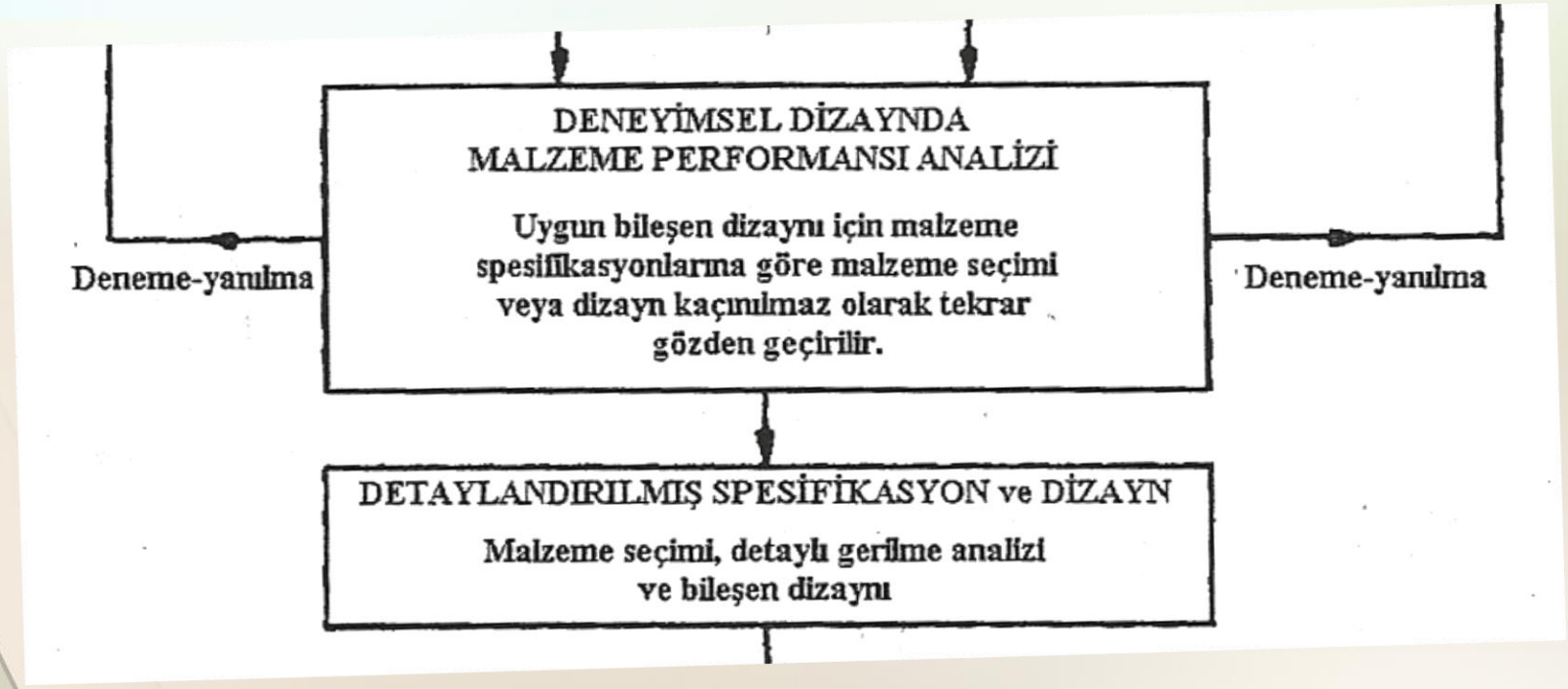
Yukarıda bahsedilen iki gidişat deneme amaçlı dizaynda malzeme performansının öngörümünde birleştirilir. Eğer malzeme yüklenmelere, momentlere, konsantre gerilmelere vb. fazla sehim vermeden veya diğer yollardan çökmeden ya da hasara uğramadan dayanabilirse dizayn ilerleyebilir. Eğer malzeme yetersiz kalırsa, ilk yaklaşım yer alır: ya yeni bir malzeme seçilir veya bileşen dizaynı değiştirilir ya da her ikisi gerçekleştirilerek hasarın üstesinden gelinir.

Tasarım Metodolojisi



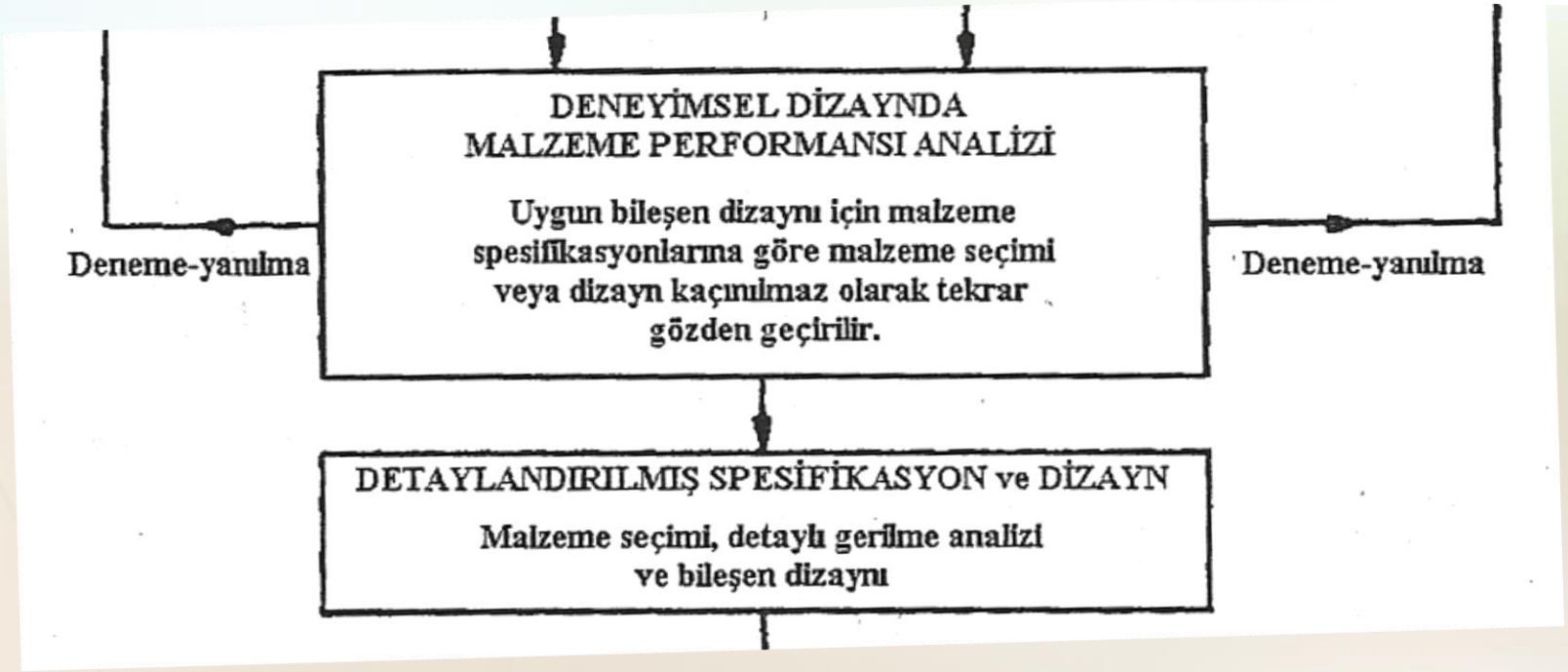
Tasarım Metodolojisi

Yukarıda bahsedilen iki gidişat deneme amaçlı dizaynda malzeme performansının öngörümünde birleştirilir. Eğer malzeme yüklenmelere, momentlere, konsantre gerilmelere vb. fazla sehim vermeden veya diğer yollardan çökmeden ya da hasara uğramadan dayanabilirse dizayn ilerleyebilir. Eğer malzeme yetersiz kalırsa, ilk yaklaşım yer alır: ya yeni bir malzeme seçilir veya bileşen dizaynı değiştirilir ya da her ikisi gerçekleştirilerek hasarın üstesinden gelinir.



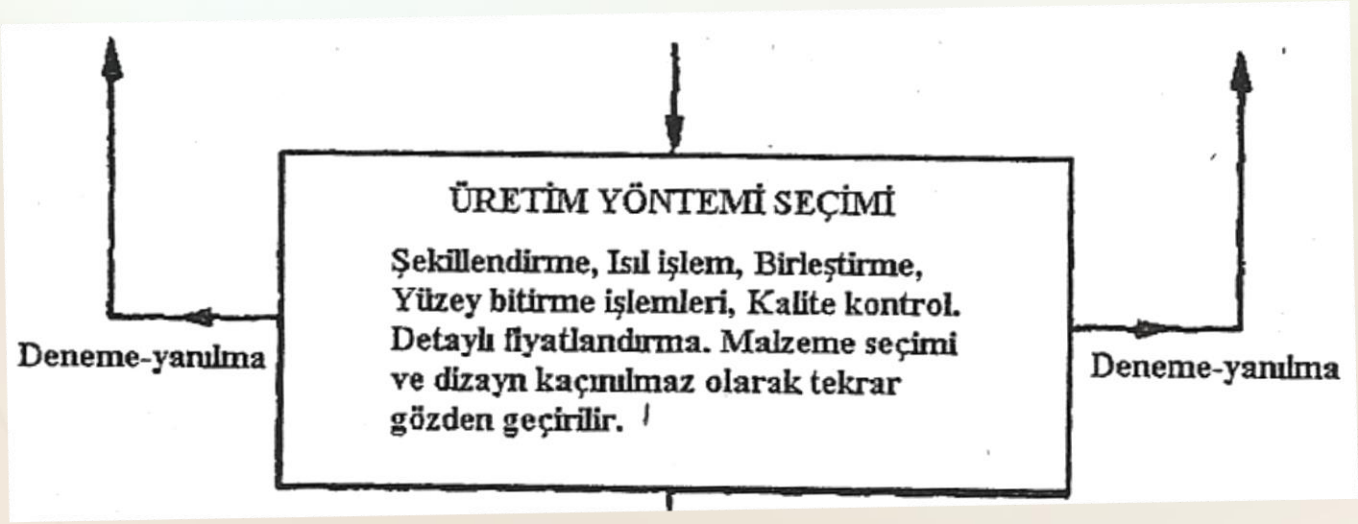
Tasarım Metodolojisi

Bir sonraki kademede malzeme dizaynının spesifikasyonu detaylandırılır. Bu kademe detaylı bir gerilme analizi, sistem dinamiği analizi, sıcaklık ve ortama olan tepki ve detaylı bir görünüm tasarımı (ürün estetiği) gerektirir. Ayrıca daha iyi malzeme verisini de gerektirir: bu noktada olası distribütörlerden detaylı malzeme özellikleri alınması veya kendinizin yapacağı testler yeterli olabilir.



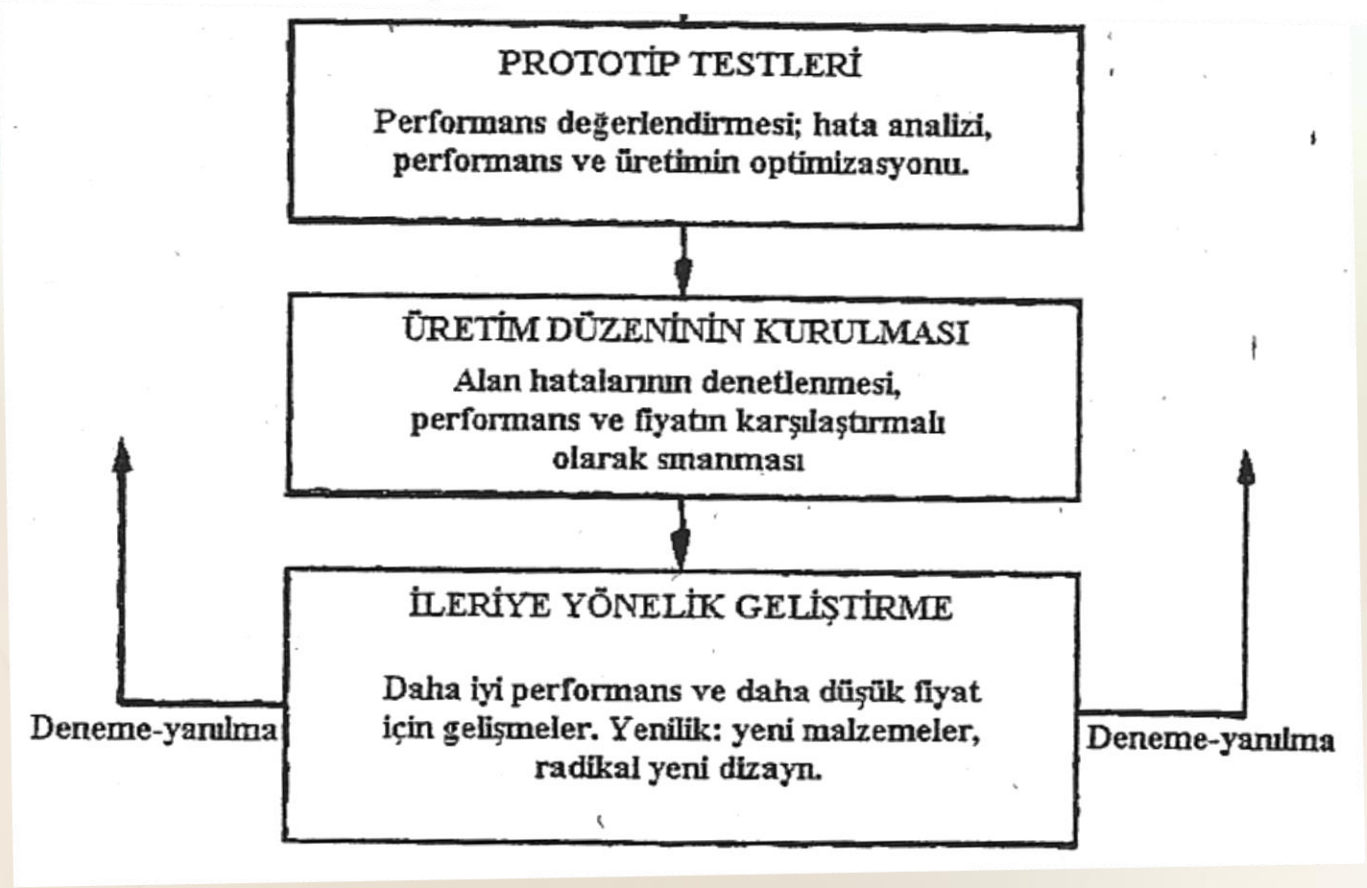
Tasarım Metodolojisi

Dizayn yalnızca ekonomik olarak üretim yapılabilirse uygulanabilir. Üretim ve fabrikasyon yöntemi seçimi çoğunlukla malzeme seçimi ile belirlenir. Ayrıca üretim rotası, üretim akışı hacminden ve bileşenin nasıl bitirme işlemlerinin yapıldığından ve diğer bileşenlerle nasıl birleştirildiğinden etkilenir; bu konumda herbir malzeme sınıfının kendine özgü problemleri vardır; bunlar sonraki bölümlerde tartışılacaktır. Malzeme ve üretim rotası seçimi sonuçta ürün fiyatını belirleyecektir. Eğer maliyet, fiyatın çok yüksek olacağını gösterirse sonuçta ikinci bir yaklaşım gerekli olabilir. Bu durumda alternatif bir üretim yolunu içeren yeni bir malzeme veya komponent dizaynı seçimini düşünmek gerekli olabilir.



Tasarım Metodolojisi

Bu kademede bir prototip ürün üretilir ve ürünün pazardaki performansı değerlendirilir. Eğer bu tatmin edici bir düzeyde ise endüstriyel boyutta üretim düzeni kurulur. Fakat bu noktada dizaynçının rolü sona ermez. Bir komponentin performansının sürekli analizi, güçsüzlükleri veya performans artırma yollarını veya çok daha ucuza yapılabilmesini ortaya çıkarır. Her zaman yeni buluşlar için fırsat vardır: radikal bir yeni dizayn veya bileşenin imal edildiği malzemede radikal bir değişim. Başarılı dizaynlar sürekli olarak değişim gösterir ve yalnızca bu şekilde ürün, pazardaki rekabetçi konumunu muhafaza eder.



Örnek Çalışma; tornavida tasarımı

Tornavidanın sapı, polimetilmetakrilat (veya PMMA olarak da bilinen) polimerinden üretilir. Sap kısmı, gövdeden daha büyük bir kesite sahiptir ve böylece döndürülmesi sağlanır. Bu nedenle elastik modülü çok önemli değildir. Ancak sap kısmını lastik gibi elastik modülü çok düşük bir polimerden üretemezsiniz. Bununla birlikte diğer pekçok polimer de tercih edilebilir. Klasik olarak alet sapları daha komplike olan bir diğer polimerden –ağaçtan– imal edilmiştir. Yıllık tüketilen miktarını göz önüne alırsanız ahşap malzemeler mühendisler için hala mevcut en önemli polimerdir. Günümüzde ahşabın yerini PMMA almıştır. Çünkü PMMA, ısıtıldığında yumuşayabilir ve kolaylıkla ve hızlıca nihai şekline sokulabilir. Bu uygulama için *üretim kolaylığı* yüksektir. Ayrıca estetik nedenlerden dolayı da seçilmektedir: *görünümü* ve *dokunma hissi* veya *doku* özellikleri son derece uygundur. Diğer taraftan *yoğunluğu* düşüktür ve bu nedenle amaçsız olarak da tutulması rahatsız edici değildir. Son olarak PMMA ucuzdur ve bu da ürünün makul bir *fiyat*a imal edilmesini sağlar.

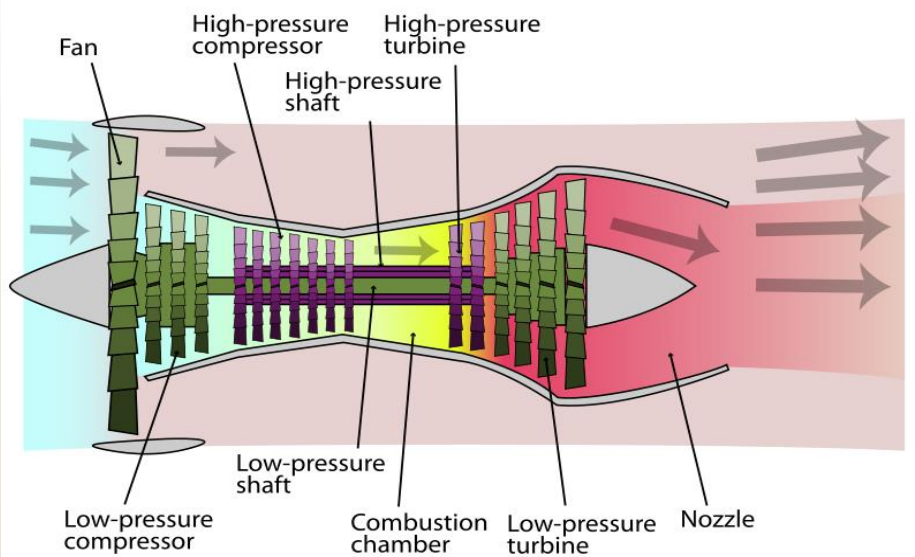
Örnek Çalışma; turbofan motor

İkinci örneğimiz bizi düşük teknolojiden, "Jumbo-Jet"lere güç üretmede kullanılan Rolls-Royce RB211 turbofanlı uçak motorunu kapsayan ileri teknolojiye götürecektir. Hava, turbofan ile sıkıştırılarak motor içine gönderilir. Turbofan ayrıca haznenin dışında aerodinamik bir itme gücü de sağlar. Hava kompressör kanatları ile daha fazla sıkıştırılır ve ardından yakıt ile karıştırılırak, yanma haznesinde yakılır. Genişleyen gaz, turbofan ve kompressör kanatlarına güç veren motor kanatlarına güç verir ve son olarak motorun arkasından çıkarken itme etkisinde bulunur.

Turbofan kanatları titanyum alaşımından yapılır. Bu metal yeteri kadar iyi bir elastik modüle, akma mukavemetine ve kırılma tokluğuna sahiptir. Fakat metal ayrıca –hızla dalgalanma gösteren yükler nedeniyle– *yorulma*ya, –yüksek hızda çarpan su damlacıkları nedeniyle– *yüzey aşınmas*ına ve –deniz üzerinden kalkışlarda önemli olan– korozyona karşı da dirençli olmalıdır. Son olarak, bilindiği üzere yoğunluk çok çok önemlidir. Keza titanyum alaşımları mevcut alternatifler arasında en hafif olanlarıdır. Daha fazla ağırlık kazancı için yapılan bir girişimde, yoğunluğu titanyumun yarısı kadar daha hafif olan kompozit CFRP kanatları denenmiştir. Ancak CFRP, turbofan kanatları için yeteri kadar tok değildir–"kuş çarpmaları" bir CFRP turbofanını parçalayabilecek düzeyde bir risk meydana getirmektedir.

Örnek Çalışma; turbofan motor

Motor kanatlarına dönersek çok daha fazla malzeme gereksiniminin karşılanması gerektiğini görürüz. Ekonomiklik için yakıt, mümkün olduğu kadar yüksek sıcaklıklarda yakılmalıdır. Günümüzdeki motor kanatlarındaki metal yaklaşık 950°C sıcaklıklarda çalışmaktadır. Bu durum yukarıdaki gereksinimlere *sürünme* ve *oksidasyon* dirençlerini de eklemektedir. Bu çok zor uygulama için çok karmaşık bir oluşuma sahip ve ileri malzeme teknolojisinin zirvelerinden birini temsil eden nikel esaslı alaşımlar kullanılır.



Örnek Çalışma; motor bujisi

Oldukça farklı gereksinimler getiren bir uygulama olarak dahili bir yanma motorunun bujisi ilginçtir. Kıvılcım elektrodu –hızla dalgalanma gösteren sıcaklıklardaki– *ısıl yorulma*ya, –kıvılcım erozyonundan kaynaklanan– *aşınma*ya ve (vuruntu önleyici benzin katkılarından gelen) kurşun, kükürt gibi zararlı bileşenler içeren üst silindir gazlarından kaynaklanan *oksidasyon* ve *korozyon*a karşı dirençli olmalıdır. Tungsten alaşımları istenen özelliklere sahip olduklarından dolayı elektrot malzemesi olarak kullanılırlar.

Merkezdeki elektrodun etrafındaki izolasyon maddesi, metalik olmayan malzemeler için ilginç bir örnektir. Burada bir seramik olan alümina tercih edilir. Elektriksel yalıtım özellikleri ve ayrıca iyi ısıl yorulma, korozyon ve oksidasyon direncine sahip olması nedeniyle alümina kullanılır.

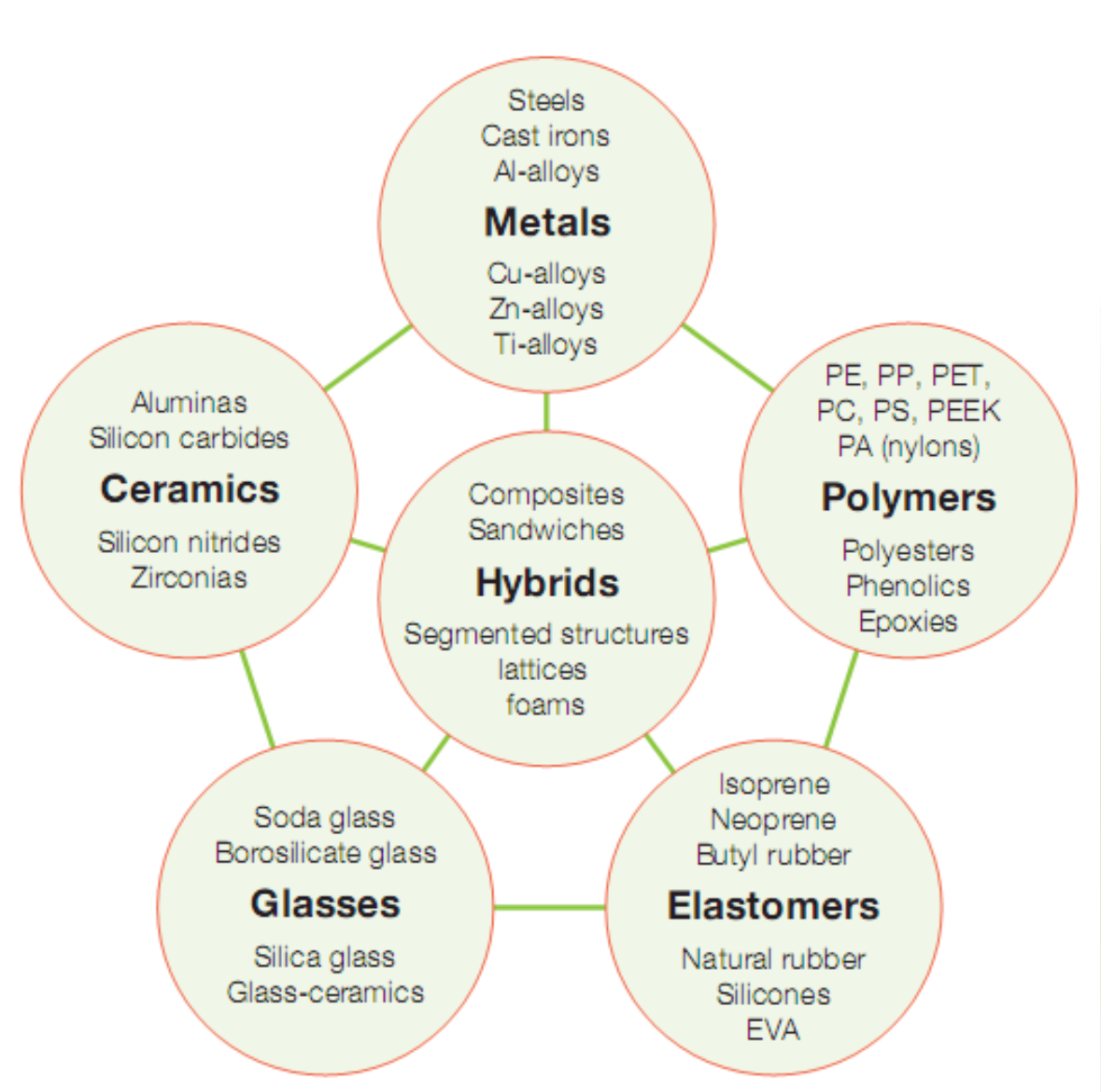
2. HAFTA

Malzemelerin karakteristik özellikleri ve ait olduğu özellik grupları

Özellikler	Ait Olduğu Grup
Yoğunluk Elastik Modül, Sönümleme Akma ve Çekme Mukavemeti ve Sertlik Kırılma Tokluğu, Tokluk Yorulma Mukavemeti Termal Yorulma Direnci Sürünme Mukavemeti	Mekanik Özellikler
Elektiriksel özellikler Manyetik özellikler Optik özellikler Termal özellikler	Mekanik Olmayan (Fiziksel) Özellikler
Oksidasyon ve Korozyon Sürtünme, Abrazyon ve Aşınma	Yüzey Özellikleri
Üretim Kolaylığı, İşlenebilirlik Nihai İşlemler	Üretim Özellikleri
Görüntü, Doku ve Dokunma Hissi	Estetik Özellikler
Fiyat ve Bulunabilirlik	Ekonomik Özellikler

Mühendislik Malzemeleri ve Özellikleri

Mühendislik malzemeleri genel olarak benzer özellikler, benzer üretim prosesleri, benzer uygulamalarda kullanımlarına göre 6 ana başlık altında sınıflandırılırlar.



METALLER;

- ✓ ***İyi elektrik ve ısı iletkenliği***
- ✓ ***İyi darbe direnci***
- ✓ ***Rijitlerdir.***
- ✓ ***Görece yüksek elastik modül.***
- ✓ ***Saf olduklarında, çoğu yumuşak ve kolay şekillendirilir.***
- ✓ ***Kısmen süneklikleri nedeniyle yorulmaya karşı zayıftırlar.***
- ✓ ***Bütün malzeme tayfı içerisinde korozyon direnci en düşük olandır.***
- ✓ ***Yapı ve yük taşıma uygulamaları için kullanışlıdırlar.***

METALLER;

- ✓***Isıl işlem, mekanik işlem ve alaşımlama ile güçlendirilebilirler.***

- ✓***Aynı zamanda sünekliklerini korudukları için deformasyon ile şekillendirilebilirler.***

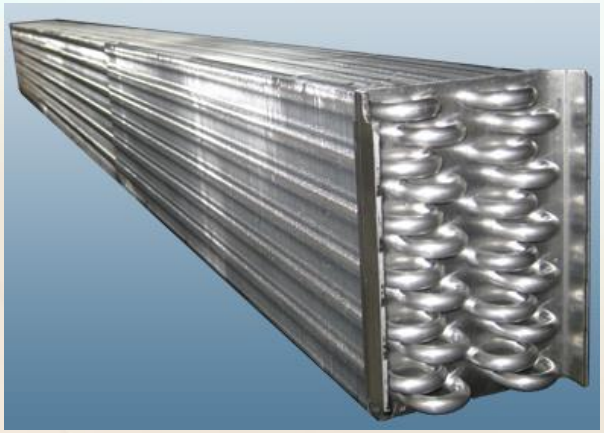
- ✓***Bazı yüksek mukavemetli alaşımlar %1 kadar düşük bir sünekliğe sahiptirler. (Ör; yay çeliği) ama yine de kırılma olmayacak şekilde akmasını sağlamak mümkündür. Kırılmaları tok ve sünek bir şekilde olmaktadır.***

METAL ve Alaşımlarının örnek uygulama alanları;

Malzemeler	Örnek Malzeme/Alaşımlar	Kullanım Yerleri
Cu esaslı malzemeler		
Saf Cu	100 Cu	Tel, su boruları, ring keçeler
Pirinç	Cu+Zn	Vida, su keçeleri, mermi
Bronz	Cu+10-30 Sn	Yatak, gemi pervanesi, çan
Cu-Ni alaşımları	Cu+30 Ni	Para
Fe esaslı malzemeler		
Saf Fe	Fe	Yumuşak magnet
Derin çekilen saç	<0.1 C	Otomotiv sanayi
Sementasyon çelikleri	0.2 C	Dişli aksamı
Islah çelikleri	0.3 C	Otomotiv sanayi
Takım çelikleri	>0.5 C	Takım, bıçak, kalıp
Paslanmaz çelikler	18 Cr, 8 Ni	Kimyasal techizat, çatal-bıçak
Dökme demir	Fe-3C	Silindir bloğu

METAL ve Alaşımlarının örnek uygulama alanları;

Ni esaslı malzemeler		
Nimonic	Ni-20Cr-4(Al,Ti)	Yüksek sıcaklık uygulamaları
Monel	Ni-30Cu-1Fe-1Mn	Isı eşanjörü
Süper alaşımlar	Ni-20Cr-6(Al,Ti)-5(W, Mo)	Türbinler, jet motorları
	Fe-38Ni-14Cr-15Co+(Al, Ti)	Türbinler, jet motorları
	Co-10Ni-20Cr-10W	Türbinler, jet motorları
ODS-Süper alaşımları	Ni-20Cr-6(Al,Ti)-5(W,Mo) +Y_2O_3	Türbinler, jet motorları

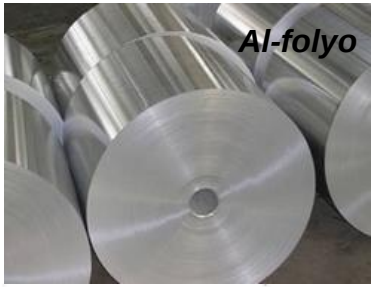


METAL ve Alaşımlarının örnek uygulama alanları;

Al esaslı malzemeler		
Saf Al		Elektrik kablosu
(1000) Serisi		Folyo
Al-Cu (2000)		Havacılık
Al-Mn (3000)		Tencere
Al-Si (4000) (+Mn)		Otomobil pistonu
Al-Mg (5000)		İçki kutusu
Al-Mg-Si (6000)		Ekstürüzyon ürün. (pencere çer.)
Al-Zn-Si (7000)		Havacılık sanayi
Al-Li		Havacılık sanayi
Al-Al_4C_3		Yüksek sıcaklık uygulamaları
Ti esaslı malzemeler		
α–β Ti alaşımları	Ti-6Al-4V	Havacılık sanayi, kimyasal techizat, protezler.

Çelikle güçlendirilmiş Al-kablo

İmplant Diş



Al-folyo

Ti-6Al-4V (havacılık ürünleri)

SERAMİKLER;

- ✓***Bunlarda yüksek elastik modüle sahiplerdir, ancak metallerin tersine kırılganlardır.***
- ✓***Mukavemetleri, gevrek kırılma mukavemetlerine karşılık gelir.***
- ✓***Metaller ile kıyaslandığında gevrek parçalanma mukavetleri 15 kat daha büyüktür.***
- ✓***Yüksek-basınç gerilimlerinden ya da gerilim konsantrasyonlarından (çatlak veya oyuk gibi) dolayı düşük toleransa sahiptirler. Dolayısıyla sünek değillerdir.***
- ✓***Sünek malzemeler akma mukavemetlerinin küçük bir kısmı içerisinde statik yükler altında kullanılabilirler. Fakat seramikler kullanılamazlar.***

SERAMİKLER;

- ✓***Süneklikleri ve darbe dayanıpları düşük olduğundan yapı ve yük taşıma uygulamalarında metallerden daha az kullanılırlar..***
- ✓***Gevrek malzemelerin mukavemet dağılımları çok geniş bir aralıktadır. Mukavemetleri yük altındaki malzemenin hacmine ve uygulana zamanına bağımlıdır. Bu yüzden metaller gibi tasarlanmaları çok kolay değildir.***
- ✓***Rijit,sert, abrazyon direnci, yüksek sıcaklıklarda mukavemetini korur, korozyon dirençleri iyidir.***

SERAMİKLER;

ÖRNEK;

Eğer metalden yapılmış bir çerçevenin nokta kaynağında bağlantı uyumu zayıf ise metal lokal olarak deforme olur ve bel vererek yükü yeniden dağıtır. Ancak çerçeve kırılgan bir malzemeden yapılırsa bağlantı noktasındaki hata lokal gerilimler ile çatlakların çekirdeklenmesine ve çatlakların büyümesine neden olur. Ve sonuç olarak malzemenin hasara uğramasına sebep olur.

SERAMİKLERİN örnek uygulama alanları;

Yüksek (güçlü) teknoloji seramikleri

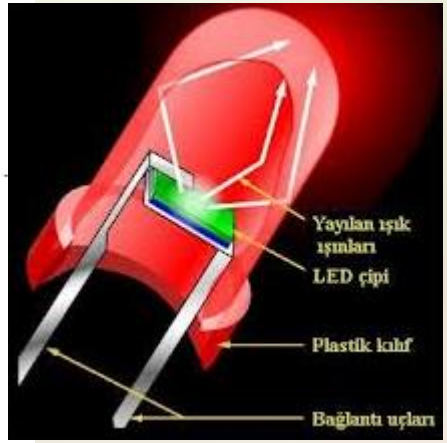
Oksitler	Al_2O_3, Cr_2O_3, Fe_2O_3, MgO, ZrO_2
Karbürler	SiC, WC, ZrC, TiC, VC
Nitrürler	Si_3N_4, BN, TiN, Sialone
Elmas	C

Uygulama: Kesici takımlar, aşınmaya dayanıklı parçalar, yatak malzemeleri, motor ve türbin parçaları.

SERAMİKLERİN örnek uygulama alanları;

Porselen	
Kaolinit	$Al_2O_3 . 2SiO_2 . 2H_2O$
Feldspat	$KAlSi_3O_8$
Kuvars	SiO_2
Çimento ve Beton	
Çimento	$CaO+SiO_2+Al_2O_3$
Beton	Çakıl, kum ve çimento karışımı
Doğal Seramikler	
Kireç taşı	$CaCO_3$-esaslı
Kum	SiO_2-esaslı
Granit	Feldspat+Kuvars+Glimmer
Buz	H_2O
Tuz	NaCl
Yarı iletkenler	
Silisyum	Si
Germanyum	Ge
III-V. Grup Elementler	GaAs, InSb
II-VI. Grup Elementler	ZnSe, ZnS, CdTe.

Uygulama: Elektronik, Opto-elektronik.



CAMLAR;

- ***Kristalin olmayan "amorf" katılardır.***
- ***Soda-kireç ve borsilika camlar şişe ve fırınkabı olarak kullanılırlar (Ör; borcam).***
- ***Kristal yapının yokluğu plastisiteyi önler ve seramikler gibi camlar sert, gevrek ve gerilim konsantrasyonlarına karşı korumasızdırlar.***
- ***Metallerde yeteri kadar hızlı soğutulduklarında kristal omayacak şekilde üretilebilirler. (Ör; atomizasyon ile toz metal üretimi).***

CAMLARIN örnek uygulama alanları;

Camlar

Kuvars cam	SiO_2
Sodyum silikat camlar	$70SiO_2$, $10CaO$, $15Na_2O$
Bor silikat camlar	$80SiO_2$, $15B_2O_3$, $5Na_2O$
Cam seramikler	Li_2O-Al_2O_3-SiO_2

Uygulama: Pencere camı, şişeler, laboratuvar malzemeleri, tencere (pyreks), fırın plakaları

POLİMERLER;

- ✓***Bazıları kristalin, bazıları amorf, bazıları hem amorf hem kristalindir.***
- ✓***Elastik modülleri metallerinkinden yaklaşık 50 kat düşüktür. Ancak,onlar kadar güçlü olabilirler.(elastik eğilmeleri yüksek).***
- ✓***Korozyona karşı dirençlidir. (boyalar)***
- ✓***Düşük sürtünme katsayısına sahiptirler.***
- ✓***Oda sıcaklığında bile sürünme gözlenebilir.***
- ✓***Özellikleri sıcaklığa güçlü olarak bağlıdır.***
- ✓***Kolay şekillendirilirler.***
- ✓***Polimerlerin sehimi uygulanan yükün süresine bağlıdır.***

POLİMERLER;

- ✓***Kompleks parçalar tek bir adımda dökülebilirler.***
- ✓***Yüksek elastik deformasyon polimer bileşenlerinin hızlı ve ucuz bir şekilde üretilmesini sağlar.***
- ✓***Son işleme gerek kalmadan boyut hassasiyeti sağlanır.***
- ✓***20 °C' da esnek ve tok olan bir polimer 4 °C' de gevrek olabilir.***
- ✓***Bazıları 200 °C üstünde mukavemetlerini korurlar.***
- ✓ ***Geçirgenlikleri amorf yapı ile ilişkilidir.***
- ✓ ***Ağırlık başına mukavemet söz konusu olduğunda metallerle yarışabilirler.***

POLİMERLERİN örnek uygulama alanları;

Termoplastikler

PoliEtilen	(PE)
PoliPropilen	(PP)
PoliSterol	(PS)
PoliVinilClorür	(PVC)
PoliTetraFlorEtilen	(PTFE, “Teflon”)
PoliAkrilNitril	(“Orlon”, “Dralon”)
PoliMetilMetAkrilat	(PMMA, “Plexiglas”)
Poli (hegzametilenadipamid)	(Nylon)
PoliEtilenTeraftalat	(PET)

Orlon

Uygulama: Paketleme, borular, şişeler, halatlar, dişliler, basınçlı döküm parçaları, keçeler, yataklar, tekstil fiberleri, döşeme, çerçeve, plak, manyetik bantlar.

Polietilenteraftalat

Politetrafloretilen

Plexiglas

ELASTOMERLER;

- ✓***Camsı geçiş sıcaklığının üstünde uzun zincirli polimerlerdir.***

- ✓***Polimer zincirlerinin birimlerini birbirine bağlayan kovalent bağ bozulmadan kalırken camsı geçiş sıcaklığının altında zincirleri birbirine bağlayan zayıf Van der Waals ve Hidrojen bağları kopuyor. Bu durum elastomerlere eşsiz özellikler veriyor.***

- ✓***Young modülleri metallerinkinden 10^5 kat daha düşüktür. Sıcaklıkla artar ve eşsiz bir elastik uzama özelliği kazanır.***

- ✓***Katıların özelliklerini karakterize etmek için uygulanan testler elastomerlerde farklılık gösterir.***

ELASTOMERLERİN örnek uygulama alanları;

Elastomerler

Poliizopren	(Doğal kauçuk)
Polibütadien	(Sentetik kauçuk)
Polikloropren	("Neopren")

Uygulama: Ses izolasyonu, keçeler, deprem emniyeti.

Kauçuk

Yalıtkan paspas(doğal kauçuk)

Neopren

HİBRİTLER;

- ✓ ***İki ya da daha fazla malzemenin kombinasyonlarıdır.***

- ✓ ***Diğer malzeme ailelerinin kusurlu özelliklerinden kaçınarak onların etkili özelliklerinin kombine edilmesi.***

- ✓ ***Hafif, rijit, güçlü ve tok olabiliyorlar.***

Hibrit malzeme ailesi; Fiberler
Partikül kompozitler
Sandviç yapılar
Latis yapılar
Kablolar
Köpükler
Plaka yapılar

Doğada çoğu madde hibrittir. (ağaç, kemik, yaprak, deri..)

HİBRİTLER;

- ✓***Kompozitlerin kullanımı oldukça geniştir.***

- ✓***Fiber destekli kompozitler en çok bilinenlerdir.***

- ✓ ***Cam, karbon (kevlar) fiberler ile desteklenmiş polimer matriksli kompozitler mühendislik malzemelerinde iyi bir pozisyona sahiptir.***
- ✓***Bileşen olarak polimer kullanılan kompozitler 250 °C üstünde kullanılamazlar(yumuşaklar).***

- ✓***Oda sıcaklığında üstün performans sergileyebilirler.***

- ✓ ***Birleştirilmeleri ve biçimlendirilmeleri görece zordur.***

- ✓***Tasarımcı ek maliyetlerini göz önünde tutarak onların ekstra özelliklerinden faydalanmayı seçmelidir.***

- ✓***Yakıt verimi ve yüksek performans vurgusu kullanımlarındaki artışı destekliyor.***

HİBRİTLERİN örnek uygulama alanları;

Metal matriksli kompozitler

Al+Si-fiberler
Al+C-fiberler
Al+plastik fiberler

GFRP-Yüksek ısı uygulamaları

Seramik matriksli kompozitler

Çelik-beton	(Betonarme)
Sertmetal (Cermet)	WC+Co
Seramik-seramik	Karbon fiberle sertleştirilmiş karbon (CFRC), SiC-visker veya Al_2O_3 -fiberler –seramik içi–

Plastik matriksli kompozitler

Cam fiber takviyeli plastik	(GFRP)
Karbon fiber takviyeli plastik	(CFRP)
Bor fiber takviyeli plastik	(BFRP)
Aramit fiber takviyeli plastik	
Metal fiber takviyeli plastik	

Uygulama: Havacılık ve uzay sanayi, gemi inşaat sanayi, hobi malzemeleri.

GFRP

Metal matriksli seramik

Malzeme sınıflarının niteliksel kıyaslanması

Karakteristik Öz.	Metal	Seramik	Plastik	Kompozit
E-Modül	Yüksek	Çok yüksek	Düşük	Yüksek
T_{ergime} (sıcaklık dayanımı)	Yüksek	Çok yüksek	Düşük (<250°C)	Yüksek
Yoğunluk	Yüksek	Düşük	Düşük	Yüksek
Mukavemet	Yüksek, ayarlanabilir	Çok yüksek	Orta, E'ye oranla yüksek	Yüksek
Tokluk	Yüksek	Düşük	İyi, özellikle yoğunluğa oranla	Yüksek
İletkenlik	Yüksek	Düşük	Düşük	-
Korozyon dayanımı	Düşük	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Sürtünme	-	Düşük	Çok yüksek	-

Malzeme tasarımı için etkili ve sınırlayıcı özellikler

	İyi Özellikler	Zayıf Özellikler
Metaller Yüksek E, K_{IC} Düşük σ_y	Rijit ($E \approx 100$ GPa) Sünek ($\varepsilon_f \approx$ %20)–şekil alabilir Tok ($K_{IC} > 50$ MPa·m$^{1/2}$) Yüksek Erg. Sıc. ($T_E \approx 1000$°C) Termal şok ($\Delta T > 500$°C)	Akma (saf, $\sigma_y \approx 1$ MPa)→alaşım Sertlik ($H \approx 3\sigma_y$)→alaşım Yorulma mukavemeti ($\sigma_e = ½\sigma_y$) Korozyon direnci→kaplama
Seramikler Yüksek E, σ_y Düşük K_{IC}	Rijit ($E \approx 200$ GPa) Çok yüksek akma, sertlik ($\sigma_y > 3$ GPa) Yüksek Erg. Sıc. ($T_E \approx 2000$°C) Korozyon direnci Orta seviye yoğunluk	Çok düşük tokluk ($K_{IC} \approx 2$ MPa·m$^{1/2}$) Termal şok ($\Delta T > 200$°C) Şekillendirilebilirlik→Toz yönt.

Malzeme tasarımı için etkili ve sınırlayıcı özellikler

	İyi Özellikler	Zayıf Özellikler
Polimerler Yeterli σ_y, K_{IC} Düşük E	Sünek ve şekillendirilebilir Korozyon direnci Düşük yoğunluk	Düşük rijitlik ($E \approx 2$ GPa) Akma ($\sigma_y \approx 2$–100 MPa) Düşük cam geçiş sıcaklığı ($T_g \approx 100°C$) → sürünme Tokluk sıklıkla düşük (1 $MPa \cdot m^{1/2}$)
Kompozitler Yüksek E, σ_y, K_{IC} Ancak maliyetli	Rijit ($E > 50$ GPa) Mukavim ($\sigma_y \approx 200$ MPa) Tok ($K_{IC} > 20$ $MPa \cdot m^{1/2}$) Yorulma direnci Korozyon direnci Düşük yoğunluk	Şekillendirilebilirlik Fiyat Sürünme (polimer matrisliler)

Çalışma Soruları;

Bir kenarının uzuluğu 1m olan kare şeklindeki bir çelik levhanın iki yüzü de 2 µm kalınlığında kalay ile kaplanacaktır. Kaç gram kalay gereklidir? (Not: Sacın yan yüzeylerini ihmal ediniz. Kalayın özgül ağırlığı 7,17 g/cm^3)

Malzemelerin mekanik, mekanik olmayan (fiziksel), yüzey, üretim, estetik, ekonomik özelliklerini maddeler halinde sıralayınız.

Malzemesi alüminyum olan seyyar bir merdiven bir insan ağırlığı altında büyük bir sehim yapmaktadır. Hangi koşullarda bu sehim miktarı azaltılabilir? Alternatif hangi tip malzemeler kullanılabilir, tasarımcı bir mühendis olarak kısaca açıklayınız, neden?

Tasarım metodolojisini ayrıntılı olarak kutular halinde çizerek, gösteriniz.

Otomobillerde motor, tekerlek, şasi, döşeme ve bütün elektrik aksam kısımların dışında kalan genel olarak sacdan imal edilmiş iskeletinin tamamına bir diğer ifadeyle binek araçların dış yüzeyini oluşturan bölümüne kaporta denir. Buna göre, tasarımcı bir mühendis olarak otomobil kaportası için malzeme seçiminde nelere dikkat edersiniz, hangi önemli malzeme özelliklerini göz önüne alırsınız, açıklayınız.

Tornavida vida takma, sökme, sıkma ve gevşetme işlemlerinde kullanılan, vida şekline göre ucu değiştirilebilen alettir. Tornavida üretimi ve kullanımı için tasarımcı bir mühendis olarak dikkat edilmesi gereken hususları açıklayarak belirtiniz.