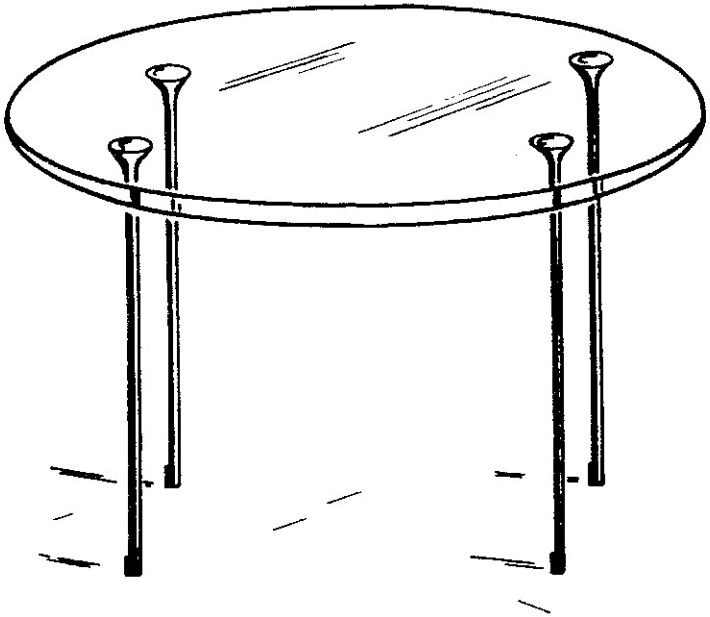
Tasarım-Malzeme Seçim Örnekleri

CAM TABLALI MASA AYAKLARI DİZAYNI İÇİN MALZEME SEÇİMİ

- Tasarımcı çok hafif düz yüzeyli, birbiriyle bağlantısı olmayan bacaklara sahip masa tasarlamak istiyor.
- Hangi malzemeler uygundur?



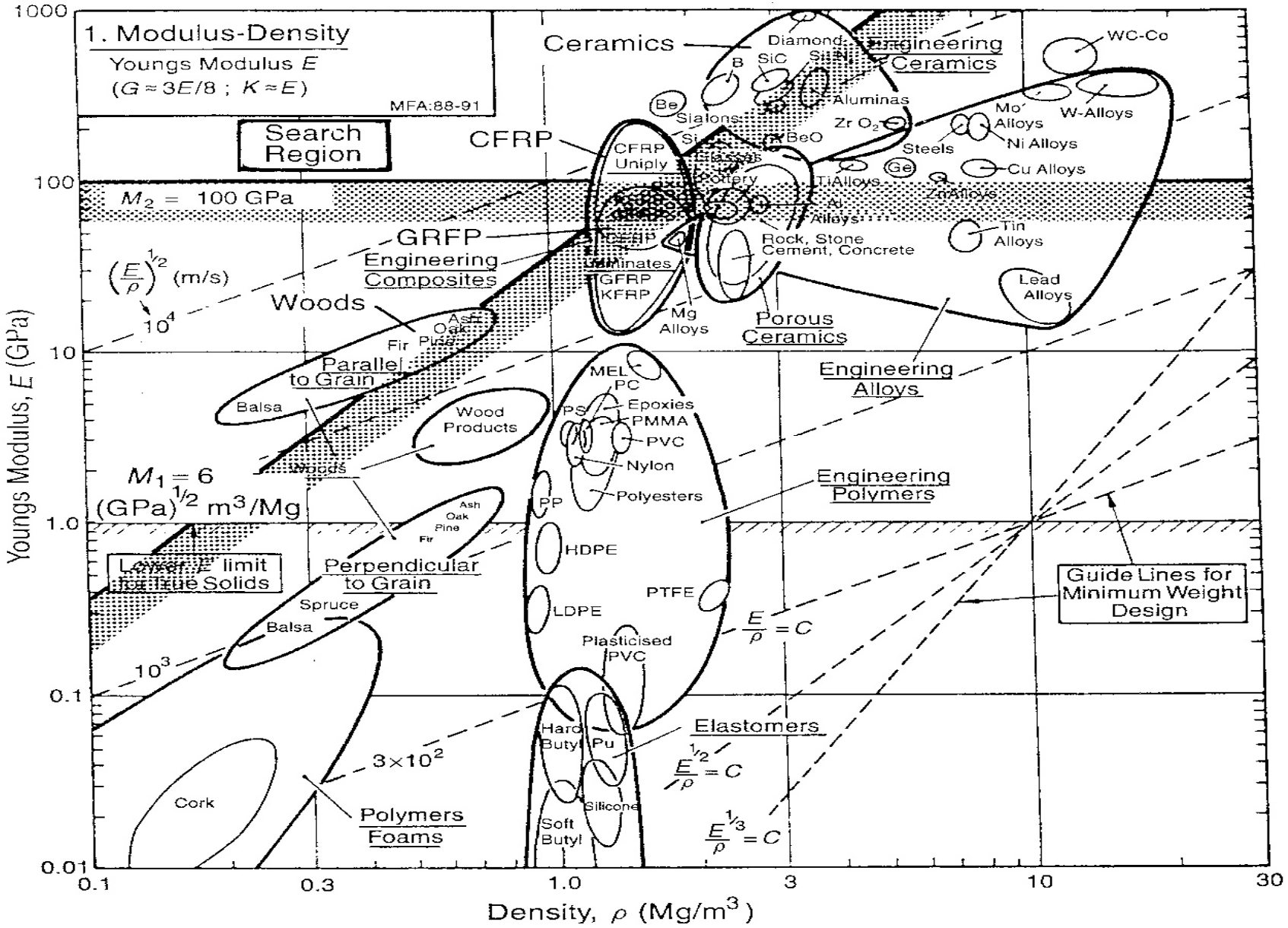
- Fonksiyon (işlev) : basma yükünü karşılayabilecek kolon
- Amaç (hedef) : kütle minimum olmalı
  incelik maksimum olmalı
- Kısıtlamalar : belirlenmiş bir ‘’ l ‘’ uzunluğu
  tasarlanan yükler altında eğilmemeli
  kazara vurulduğunda kırılmamalı
- Ağırlık, malzeme indeksi en büyük değere sahip olan malzeme alt gruplarının seçimi ile minimize edilebilmektedir.

$$M_1 = E^{1/2} / \rho$$

- En ince masa ayağı ise, malzeme indeksinin en büyük değerine sahip malzemeden yapılır.

$$M_2 = E$$

- Masa ayakları tekmelendiğinde yada çarpıldığında yeterli tokluğa da sahip olmalıdır.

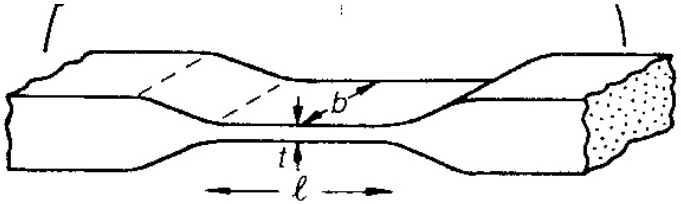

1. Modulus-Density
Youngs Modulus E
(G ≈ 3E/8 ; K ≈ E)
MFA:88-91
Search Region
Ceramics
Engineering Ceramics
Diamond
B
SiC
Si3N4
Aluminas
Be
Sialons
Si
BeO
ZrO2
WC-Co
W-Alloys
Mo Alloys
Ni Alloys
Steels
Ge
Cu Alloys
TiAlloys
ZnAlloys
Al Alloys
Tin Alloys
Lead Alloys
CFRP
CFRP Uniply
Basalt
Pottery
Rock, Stone Cement, Concrete
M2 = 100 GPa
GRFP
Engineering Composites
Laminates
GFRP
KFRP
Mg Alloys
Porous Ceramics
Engineering Alloys
(E/ρ)^1/2 (m/s)
10^4
Woods
Ash
Oak
Pine
Fir
Parallel to Grain
Balsa
Wood Products
Woods
MEL
PC
PS
Epoxies
PMMA
PVC
Nylon
Polyesters
Engineering Polymers
M1 = 6 (GPa)^1/2 m3/Mg
Lower E limit for true Solids
Perpendicular to Grain
PP
HDPE
PTFE
LDPE
Plasticised PVC
Guide Lines for Minimum Weight Design
E/ρ = C
Spruce
Balsa
10^3
Elastomers
Hard Butyl
Pu
E^1/2/ρ = C
3×10^2
Cork
Polymers Foams
Silicone
Soft Butyl
E^1/3/ρ = C
Youngs Modulus, E (GPa)
1000
100
10
1.0
0.1
0.01
0.1
0.3
1.0
3
10
30
Density, ρ (Mg/m3)

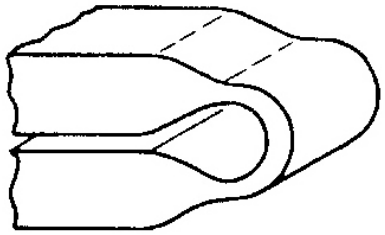
- Malzeme seçim diyagramına bakıldığında,hafif ve ince ayaklar için en iyi malzemenin tahta olduğu görülebilir.
- Tahtaya kıyasala daha yüksek elastiklik modülüne sahip olan CFRP (karbon fiber takviyeli plastik matrisli kompozit malzeme), hem istenilen inceliği hem de hafifliği sağlamaktadır.
- Seramik malzemeler yüksek elastiklik modülüne sahip olmalarına karşın gevrektirler.

Material	M_1 $(GPa^{1/2}m^3/Mg)$	M_2 (GPa)	*Comment*
Woods	5–8	4–20	Outstanding M_1; poor M_2. Cheap, traditional, reliable.
CFRP	4–8	30–200	Outstanding M_1 and M_2, but expensive.
GFRP	3.5–5.5	20–90	Cheaper than CFRP, but lower M_1 and M_2.
Ceramics	4–8	150–1000	Outstanding M_1 and M_2. Eliminated by brittleness.

ELASTİK MENTEŞELER

- Elastik yada esnek menteşeler, kopma olmaksızın bağ, hızlı bir şekilde eğilip bükülebilmelidir.
- Özellikle bu menteşeler, şampuan kapakları için önem kazanırlar.





- Fonksiyon : muhtemelen tek eksenli yüklemeye maruz kalacak elastik menteşe
- Amaç : elastik eğilme yada bükülebilme özelliği maksimum olmalı
- Kısıtlar : eksenel yükleme olmaksızın yada ilave eksenel yükler altında ; akma, kırılma yada yorulma ile bozulmamalı
- En ideal malzeme, en küçük radyusla eğilebilen malzemedir. Böyle bir malzemenin indeks değeri en büyük olmalıdır.

$$M_1 = \sigma_f / E$$

- İkinci bir özellikte menteşe ince olmalı ancak eksenel yükleri karşılayabilmelidir.

  İkinci indeks şöyle yazılabilir.

$$M_2 = \sigma_f^2 / E$$

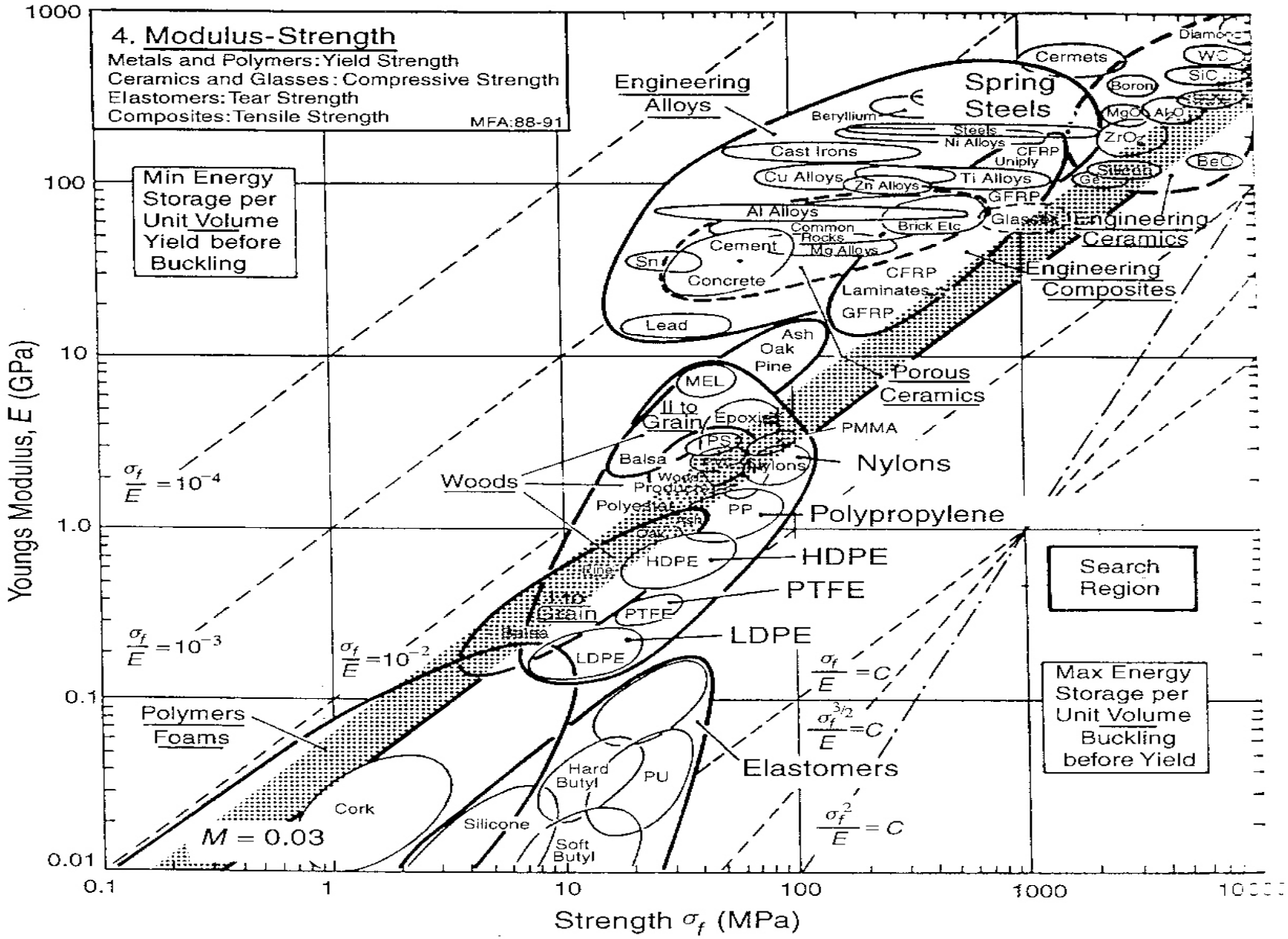
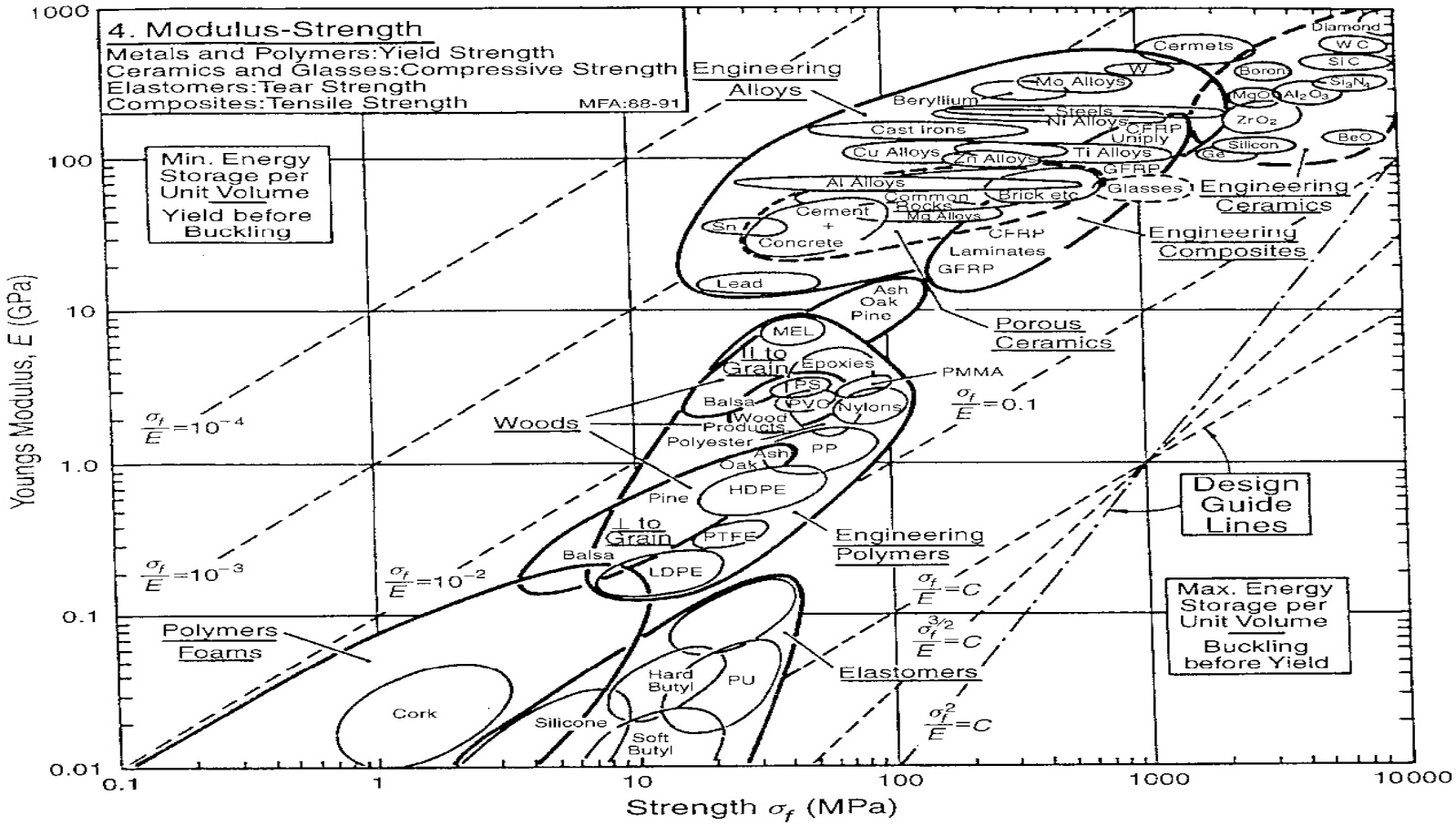


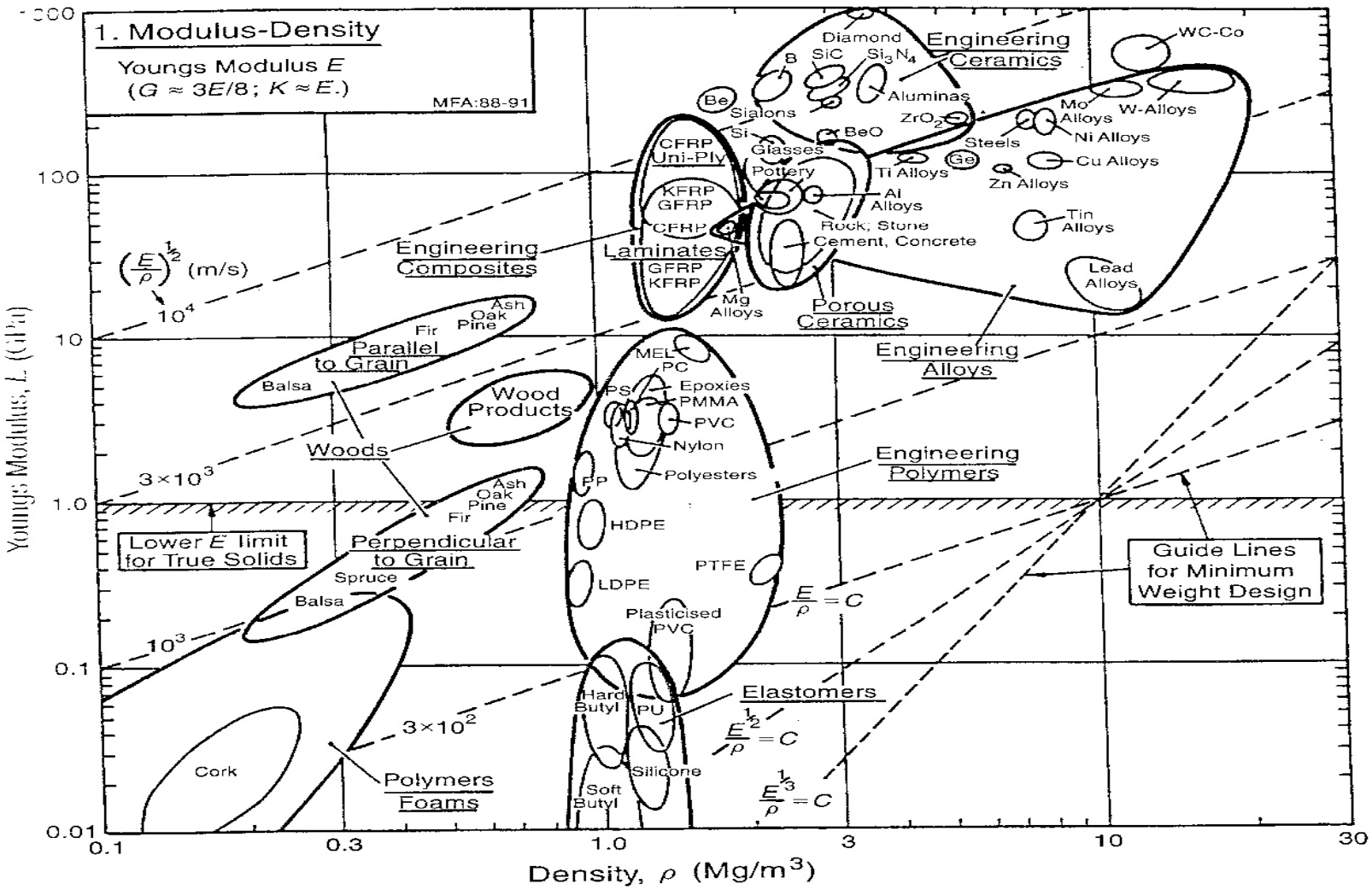
Fig. 6.20 Materials for elastic hinges. Elastomers are best, but may not be rigid enough to meet other design needs. Then polymers such as nylon, PTFE and PE are better. Spring steel is less good, but much stronger.

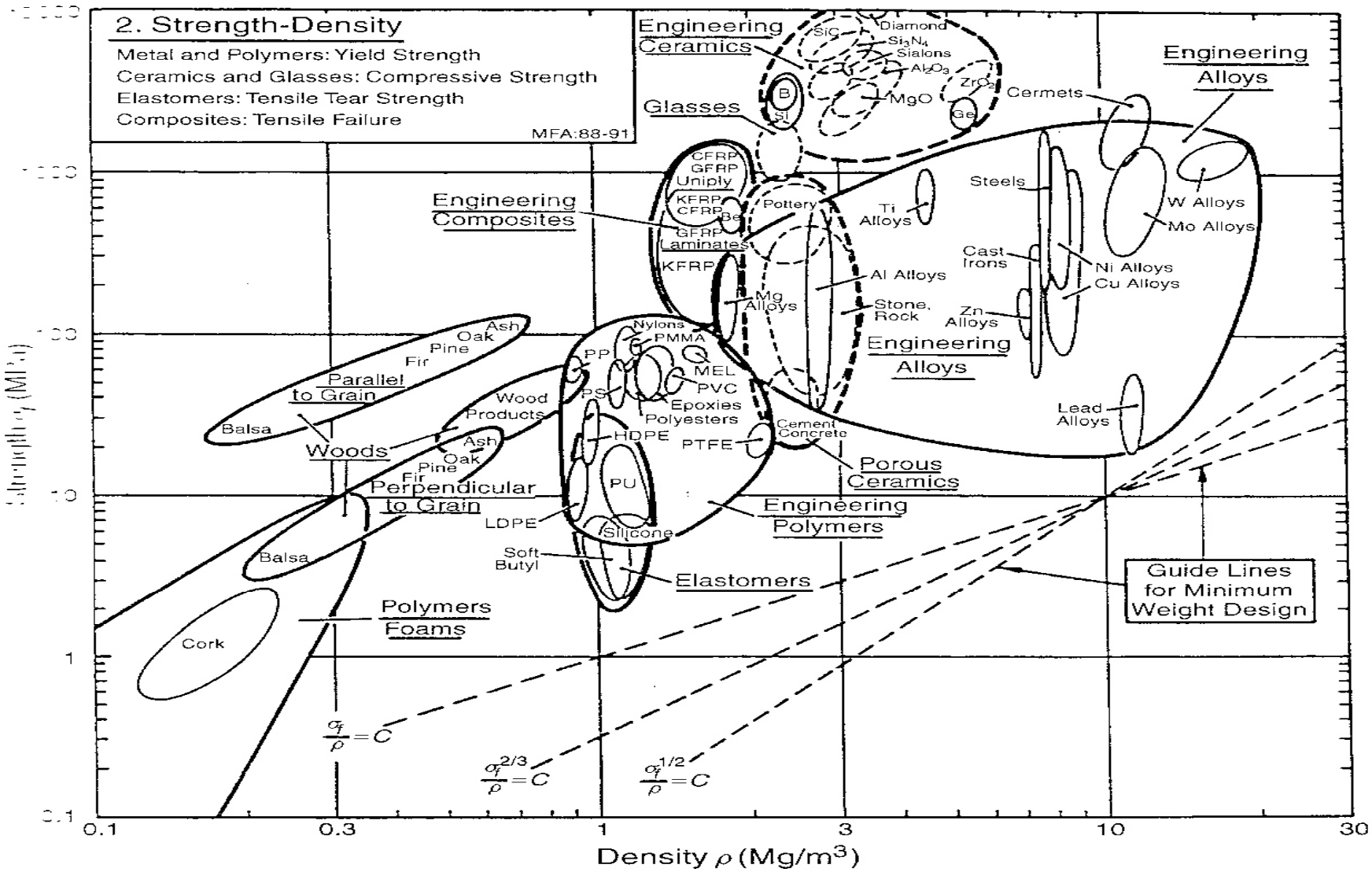
Material	M_1 $(\times 10^{-3})$	M_2 (MJ/m^3)	*Comment*
Polyethylenes	30–45	1.6–1.8	Widely used for cheap hinged bottle caps, etc.
Polypropylene	30	1.6–1.7	Stiffer than PEs. Easily moulded.
Nylon	30	2–2.1	Stiffer than PEs. Easily moulded.
PTFE	35	2–2.1	Very durable; more expensive than PE, PP, etc.
Elastomers	100–300	10–20	Outstanding, but low modulus.
Beryllium-copper	5–10	8–12	M_1 less good than polymers. Use when high stiffness required.
Spring steel	5–10	10–20	M_1 less good than polymers. Use when high stiffness required.

MİLLER

- Fonksiyon: Üzerindeki makine parçaları ile birlikte dönerek moment ve hareket iletimi
- Amaç : hafif, rijitlik ve yüksek dayanım
- Kısıtlamalar: Mildeki gerilmelerin akma sınırının altında olması, yorulma dayanımının yüksek olması, eğilme ve burulma deformasyonlarının belirli sınırlar içinde olması gerekir

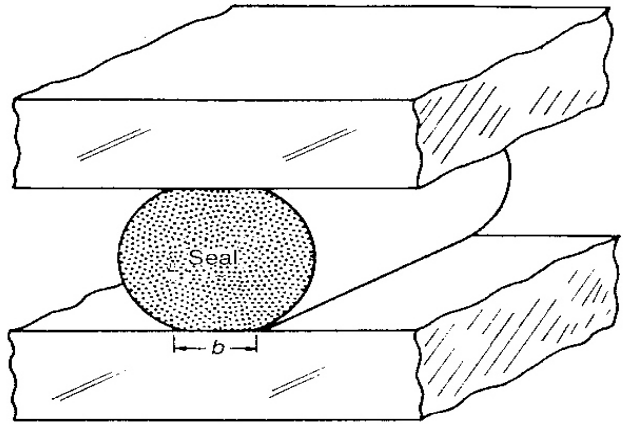

4. Modulus-Strength
Metals and Polymers:Yield Strength
Ceramics and Glasses:Compressive Strength
Elastomers:Tear Strength
Composites:Tensile Strength
MFA:88-91
Min. Energy Storage per Unit Volume
Yield before Buckling
Engineering Alloys
Engineering Ceramics
Engineering Composites
Porous Ceramics
Woods
Engineering Polymers
Elastomers
Polymers Foams
Design Guide Lines
Max. Energy Storage per Unit Volume
Buckling before Yield
Diamond
Cermets
WC
SiC
W
Boron
Si3N4
Mo Alloys
MgO
Al2O3
Beryllium
Steels
Ni Alloys
ZrO2
Cast Irons
CFRP Uniply
BeO
Silicon
Cu Alloys
Zn Alloys
Ti Alloys
Ga
GFRP
Al Alloys
Glasses
Common Rocks
Brick etc
Cement + Concrete
Mg Alloys
Sn
CFRP Laminates
GFRP
Lead
Ash
Oak
Pine
MEL
⊥ to Grain
Epoxies
PMMA
PS
Balsa
PVC
Nylons
Wood Products
Polyester
PP
Ash
Oak
Pine
HDPE
⊥ to Grain
PTFE
Balsa
LDPE
Hard Butyl
PU
Cork
Silicone
Soft Butyl
$\frac{\sigma_f}{E}=10^{-4}$
$\frac{\sigma_f}{E}=10^{-3}$
$\frac{\sigma_f}{E}=10^{-2}$
$\frac{\sigma_f}{E}=0.1$
$\frac{\sigma_f}{E}=C$
$\frac{\sigma_f^{3/2}}{E}=C$
$\frac{\sigma_f^2}{E}=C$
Youngs Modulus, E (GPa)
Strength σ_f (MPa)
1000
100
10
1.0
0.1
0.01
0.1
1
10
100
1000
10000

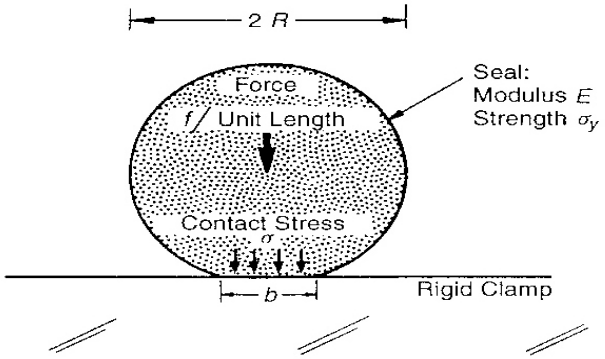

1. Modulus-Density
Youngs Modulus E
(G ≈ 3E/8; K ≈ E.)
MFA:88-91
Engineering Ceramics
Diamond
SiC
Si3N4
B
Aluminas
Be
Sialons
ZrO2
BeO
Si
Glasses
Pottery
WC-Co
Mo Alloys
W-Alloys
Ni Alloys
Steels
Cu Alloys
Ge
Ti Alloys
Zn Alloys
Al Alloys
Tin Alloys
Rock; Stone
Cement, Concrete
Lead Alloys
CFRP Uni-Ply
KFRP
GFRP
CFRP
Laminates
GFRP
KFRP
Mg Alloys
Engineering Composites
Porous Ceramics
Engineering Alloys
Engineering Polymers
Guide Lines for Minimum Weight Design
Parallel to Grain
Ash
Oak
Pine
Fir
Balsa
Wood Products
Woods
Perpendicular to Grain
Spruce
Lower E limit for True Solids
MEL
PC
PS
Epoxies
PMMA
PVC
Nylon
Polyesters
PP
HDPE
PTFE
LDPE
Plasticised PVC
Elastomers
Hard Butyl
PU
Silicone
Soft Butyl
Polymers Foams
Cork
$\left(\frac{E}{\rho}\right)^{1/2}$ (m/s)
10^4
3×10^3
10^3
3×10^2
$\frac{E}{\rho} = C$
$\frac{E^{1/2}}{\rho} = C$
$\frac{E^{1/3}}{\rho} = C$
Youngs Modulus, E (GPa)
Density, ρ (Mg/m³)
0.01
0.1
1.0
10
100
0.1
0.3
1.0
3
10
30


2. Strength-Density
Metal and Polymers: Yield Strength
Ceramics and Glasses: Compressive Strength
Elastomers: Tensile Tear Strength
Composites: Tensile Failure
MFA:88-91
Engineering Ceramics
Diamond
SiC
Si_3N_4
Sialons
Al_2O_3
ZrO_2
MgO
Ge
Glasses
B
Si
Cermets
Engineering Alloys
Steels
W Alloys
Mo Alloys
Ti Alloys
Cast Irons
Ni Alloys
Cu Alloys
Al Alloys
Mg Alloys
Stone, Rock
Zn Alloys
Engineering Alloys
Lead Alloys
Engineering Composites
CFRP
GFRP
Uniply
KFRP
CFRP
Be
GFRP
Laminates
KFRP
Pottery
Nylons
PMMA
PP
MEL
PVC
PS
Epoxies
Polyesters
HDPE
PTFE
Cement Concrete
Porous Ceramics
PU
Silicone
LDPE
Soft Butyl
Elastomers
Engineering Polymers
Ash
Oak
Pine
Fir
Parallel to Grain
Balsa
Wood Products
Woods
Ash
Oak
Pine
Fir
Perpendicular to Grain
Balsa
Cork
Polymers Foams
Guide Lines for Minimum Weight Design
$\frac{\sigma_f}{\rho} = C$
$\frac{\sigma_f^{2/3}}{\rho} = C$
$\frac{\sigma_f^{1/2}}{\rho} = C$
Strength σ_f (MPa)
1000
100
10
1
0.1
0.1
0.3
1
3
10
30
Density ρ (Mg/m^3)

SIZDIRMAZ CONTALAR

- **İyi bir sızdırmaz conta, temas ettiği yüzeyle tam bir uyum sağlamalı ve yük altında belirgin bir bozulma göstermemelidir.**



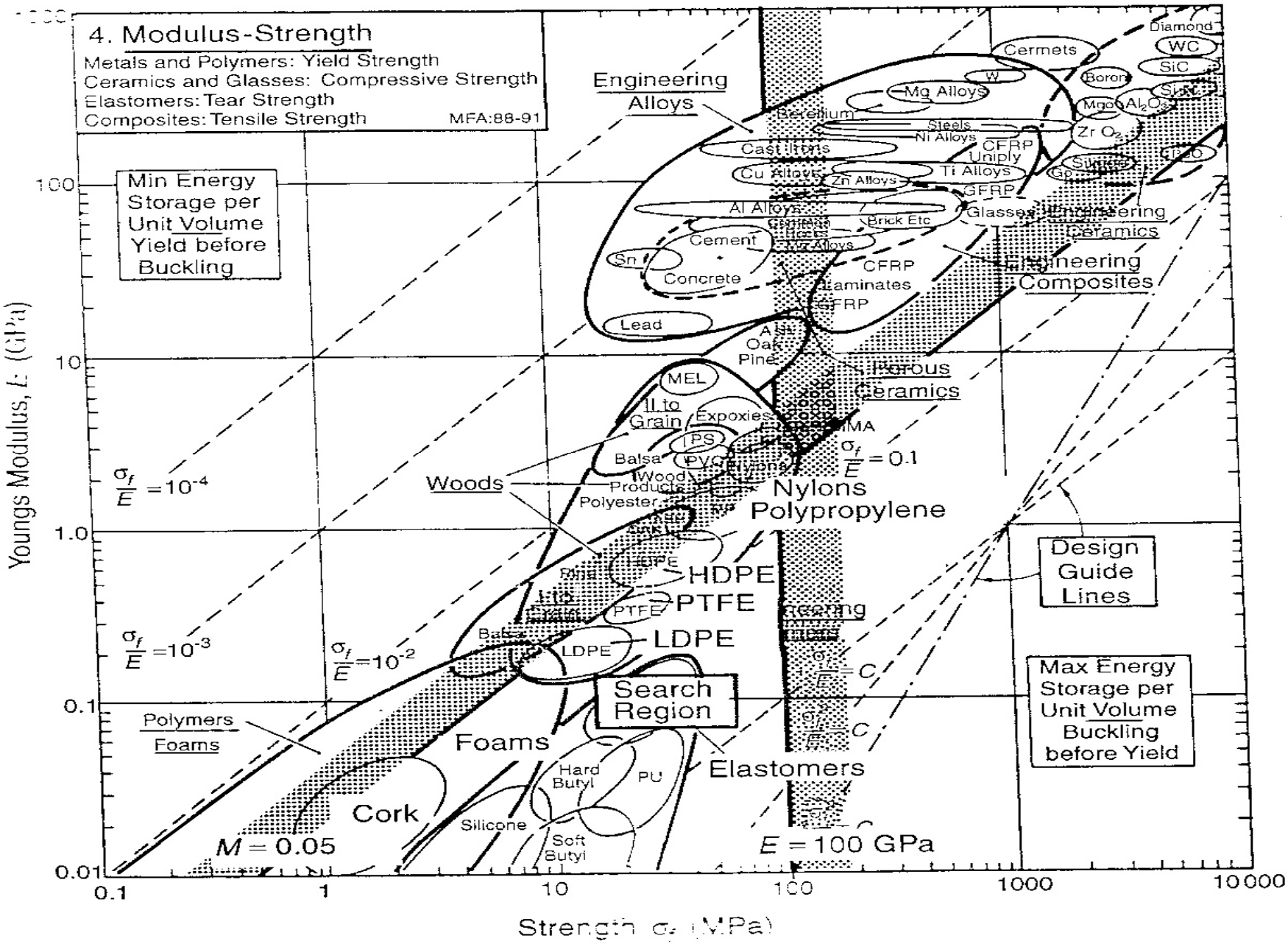


- **Fonksiyon : Elastik sızdırmaz conta**
- **Amaç : Maksimum uyum (contanın temas ettiği kısımlarla uyumu)**
- **Kısıtlamalar : Sınırlı temas basıncı ve düşük fiyat**
- **Sızdırmaz contanın yüzeyle temas genişliği maksimum olmalı. Bu durum için ;**

$$M_1 = \sigma_f / E \text{ olmalı}$$

- **Düz yüzeyin, 100Mpa dan daha fazla bir gerilme ile tahrip olacağını düşünelim.**
- **Bu durumda temas basıncı aşağıdaki eşitlikle korunur.**

$$M_2 = \sigma_f \leq 100 \text{ MPa}$$


4. Modulus-Strength
Metals and Polymers: Yield Strength
Ceramics and Glasses: Compressive Strength
Elastomers: Tear Strength
Composites: Tensile Strength
MFA:88-91
Engineering Alloys
Min Energy Storage per Unit Volume Yield before Buckling
Cermets
Diamond
WC
SiC
Boron
Mg Alloys
Beryllium
Steels
Ni Alloys
Cast Irons
CFRP Uniply
Ti Alloys
Cu Alloys
Zn Alloys
GFRP
Al Alloys
Glasses
Brick Etc
Cement
Sn
Concrete
CFRP Laminates
GFRP
Lead
Ash
Oak
Pine
Engineering Ceramics
Engineering Composites
Porous Ceramics
MEL
Epoxies
PMMA
Balsa
PVC
Wood Products
Polyester
Nylons
Polypropylene
Woods
HDPE
PTFE
LDPE
Design Guide Lines
Max Energy Storage per Unit Volume Buckling before Yield
Search Region
Polymers
Foams
Cork
Hard Butyl
PU
Silicone
Soft Butyl
Elastomers
$\frac{\sigma_f}{E} = 10^{-4}$
$\frac{\sigma_f}{E} = 10^{-3}$
$\frac{\sigma_f}{E} = 10^{-2}$
$\frac{\sigma_f}{E} = 0.1$
$M = 0.05$
$E = 100$ GPa
Youngs Modulus, E (GPa)
Strength σ_f (MPa)
0.01
0.1
1.0
10
100
1000
10 000

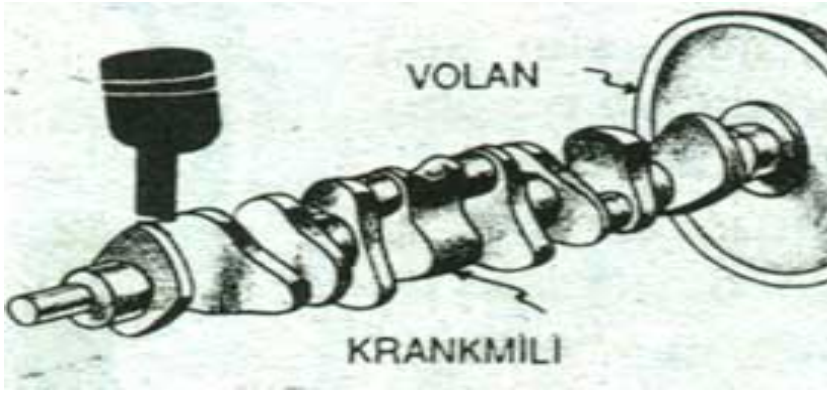
- Yeniden kullanılabilen sızdırmaz conta malzemeleri aşağıdaki çizelgede toplu olarak verilmiştir.
- Sonuç olarak, kullanım koşullarına uygun sızdırmaz conta malzemesi kullanılır.

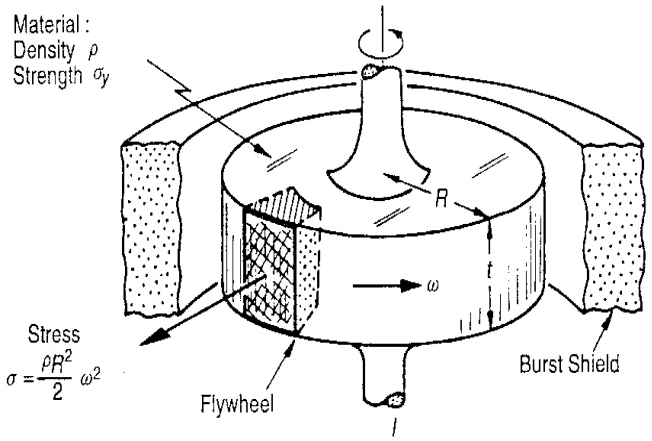
Table 6.22 Materials for reusable seals

Material	$M_1 = \frac{\sigma_f}{E}$	*Comment*
Butyl rubbers	1–3	The natural choice; poor resistance to heat and to some solvents.
Polyurethanes	0.5–4.5	Widely used for seals.
Silicone rubbers	0.1–0.8	Higher temperature capability than carbon-chain elastomers, chemically inert.
PTFE	0.1	Expensive but chemically stable and with high temperature capability.
Polyethylenes	0.05–0.2	Cheap.
Polypropylenes	0.1	Cheap.
Nylons	0.05	Near upper limit on contact pressure.
Cork	0.1	Low contact stress, chemically stable.
Polymer foams	up to 0.5	Very low contact pressure; delicate seals.

VOLAN

- Motorun çalışmasını düzene koyması ve marş motoru aracılığı ile motoru ilk harekete geçirmesi görevlerinin yanı sıra kavramanın üzerine yerleştirildiği temel yapıyı oluşturur.
- Volanın kavramaya bakan yüzü bu amaç için işlenmiştir.
- Kavrama mili kılavuz yatağının takılması için volanın merkezinde bir delik bulunur.
- Kavrama (debriyaj) motorla vites kutusu arasındaki irtibatı keserek vites değiştirme olanağı sağlayan aktarma organıdır.





Makimum Enerji Depolanması İstenen Volan İçin Dizayn Kriterleri

- Fonksiyon : enerji depolayan volan
- Amaç : birim kütle başına maksimum kinetik enerji
- Kısıtlamalar : çatlamamalı
  çatlama toleransı verebilecek uygun toklukta olmalı

- Hızı Sınırlandırılmış Volanlar İçin Tasarım Kriterleri
- Fonksiyon : çocuk oyuncakları için volan
- Amaç : birim hacim başına maksimum kinetik enerji
- Kısıtlamalar : en dış yarıçap sabit

- Volanlar, enerji depolarlar.
- Çocuk oyuncaklarında kullanılan küçük volanlar genellikle kurşundan yapılırlar.
- Buhar türbünlerinde kullanılan volanların malzemesi dökme demirdir.
- Verimli volan, bozulma olmaksızın minimum ağırlıkta maksimum oranda enerji depolayandır.
- Çocuk oyuncaklarında kullanılan volanlar için önemli olan özellik hızlarının sınırlı olmasıdır.
- Volanda depolanan enerji (U)

$$U = \frac{1}{2} J w^2$$

- Volan için en elverişli malzeme dökme demirdir, ikinci bir malzeme ise orta yada yüksek karbonlu çeliktir.

Maksimum Enerji Depolanması İstenen Volan İçin Tasarım Kriterleri

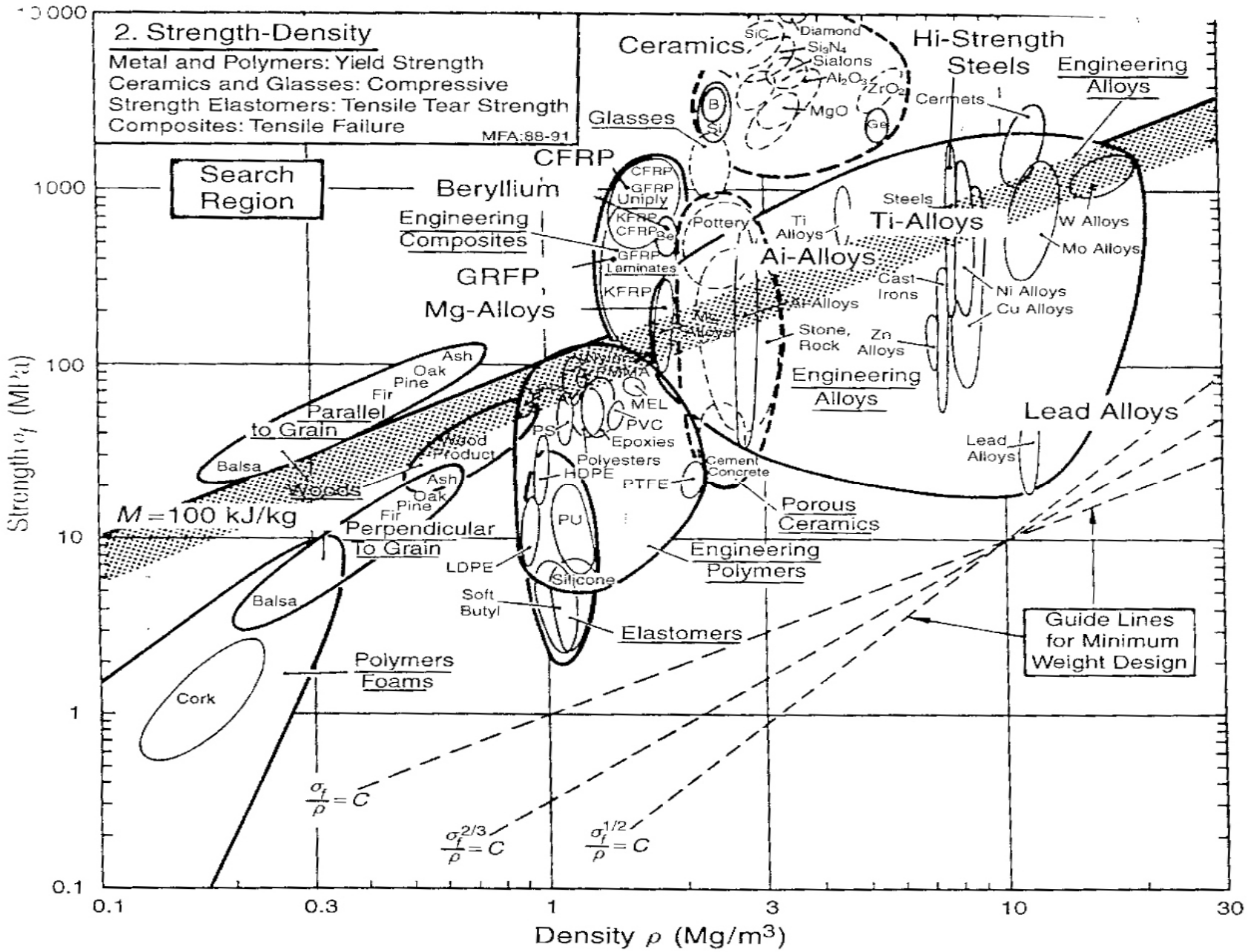
- Fonksiyon : enerji depolayan volan
- Amaç : birim kütle başına maksimum kinetik enerji
- Kısıtlamalar : çatlamamalı, çatlama toleransı verebilecek uygun toklukta olmalı

Hızı Sınırlandırılmış Volanlar İçin Tasarım Kriterleri

- Fonksiyon : çocuk oyuncakları için volan
- Amaç : birim hacim başına maksimum kinetik enerji
- Kısıtlamalar : en dış yarıçap sabit
- Yüksek performanslı volan için en iyi malzemeler, malzeme indeksi büyük olan malzemelerdir.

  $M_1 = \sigma_f / \rho$ eşitliğinde M'in birimi kJ/kg.dır.
- Hem yarıçap hem de açısal hız (w) sabit kabul edildiğinde, en iyi malzeme indeksi büyük olan malzemedir.

  $M_2 = \rho$


2. Strength-Density
Metal and Polymers: Yield Strength
Ceramics and Glasses: Compressive
Strength Elastomers: Tensile Tear Strength
Composites: Tensile Failure
MFA:88-91
Search Region
Beryllium
Engineering Composites
GRFP
Mg-Alloys
CFRP
Glasses
Ceramics
Diamond
SiC
Si_3N_4
Sialons
Al_2O_3
ZrO_2
MgO
Hi-Strength Steels
Engineering Alloys
Cermets
Steels
Ti-Alloys
Ti Alloys
Ai-Alloys
Al-Alloys
Cast Irons
Ni Alloys
Cu Alloys
W Alloys
Mo Alloys
Stone, Rock
Zn Alloys
Engineering Alloys
Lead Alloys
Lead Alloys
Pottery
Parallel to Grain
Ash
Oak
Pine
Fir
Balsa
Woods
Wood Product
Perpendicular To Grain
M = 100 kJ/kg
Cork
Polymers Foams
Balsa
LDPE
Soft Butyl
Silicone
PU
HDPE
Polyesters
PS
Epoxies
PVC
MEL
PMMA
PTFE
Cement Concrete
Porous Ceramics
Engineering Polymers
Elastomers
Guide Lines for Minimum Weight Design
$\frac{\sigma_f}{\rho} = C$
$\frac{\sigma_f^{2/3}}{\rho} = C$
$\frac{\sigma_f^{1/2}}{\rho} = C$
Strength σ_f (MPa)
Density ρ (Mg/m^3)
10 000
1000
100
10
1
0.1
0.1
0.3
1
3
10
30

- Eğri üzerinde, M = 100kJ/kg. olacak şekilde bir hat çizilir.
- Yüksek malzeme indeksine sahip olan malzemeler bu hat üzerinden sola yukarıya doğru çıkıldığında yer alırlar.
- Kompozit ve berilyum en iyi malzemeler özellikle de cam takviyeli plastik matrisli kompozit malzemedir.
- Dökme demir ve kurşun ise geleneksel ancak dönme hızı dikkate alındığında dayanıksız malzemelerdir.
- Yeni yapılan tasarımlarda filament sarılmış cam fiber takviyeli rotor, yaklaşık 150kJ/kg enerji depolayabilir. 20kg.lık rotor, 3MJ – 800 kWh enerji depolar.
- Bunlara karşın dağılmadan kurşun volan , 3kJ/kg. , dökme demir 10kJ/kg enerji depolar.

Volan malzemeleri aşağıda toplu olarak verilmiştir.

Table 6.10 Materials for flywheels

Material	*M (kJ/kg)*	*Comment*
Ceramics	200–2000 (compression only)	Brittle and weak in tension — eliminate.
Composites: CFRP	200–500	The best performance — a good choice.
GFRP	100–400	Almost as good as CFRP and cheaper. Excellent choice.
Beryllium	300	Good but expensive, difficult to work and toxic.
High-strength steel	100–200	All about equal in performance. Steel and Al alloys cheaper than Mg and Ti alloys.
High-strength Al alloys	100–200	
High-strength Mg alloys	100–200	
Ti alloys	100–200	
Lead alloys	3	High density makes these a good (and traditional) selection when performance is velocity-limited, not strength-limited.
Cast iron	8–10	

Enerji kaynaklarındaki enerji yoğunlukları aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Table 6.11 Energy density of power sources

Source	*Energy density kJ/kg*	*Comment*
Gasoline	20 000	Oxidation of hydrocarbon — mass of oxygen not included.
Rocket fuel	5000	Less than hydrocarbons because oxidizing agent forms part of fuel.
Flywheels	Up to 350	Attractive, but not yet proven.
Lead–acid battery	40–50	Large weight for acceptable range.
Springs rubber bands	Up to 5	Much less efficient method of energy storage than flywheel.

YAYLAR

- Farklı şekillerde olabilen yaylar çok farklı kullanım alanı bulmaktadırlar.
- Yaylar için en iyi malzeme indeksinin en büyük değeridir.

- Eğer ağırlık hacimden daha önemli ise;

$$M_1 = \frac{\sigma_f^{\,2}}{E}$$

- Uygun tokluk Gc > 1kJ/m2

$$M_2 = \frac{\sigma_f^{\,2}}{\rho E}$$

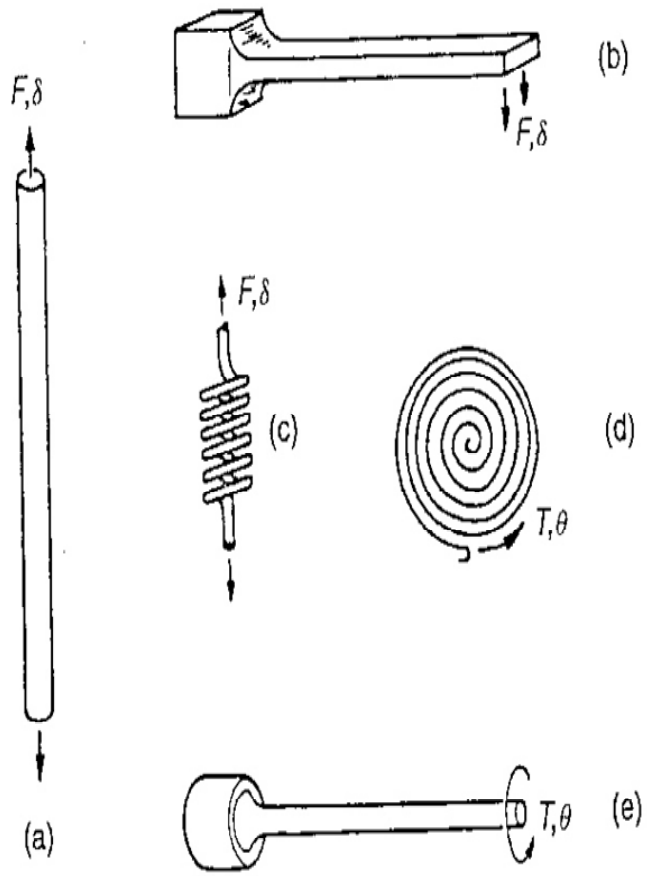


Fig. 6.16 Springs store energy. The best material for any spring, regardless of its shape or the way in which it is loaded, is that with the highest value of σ_f^2/E, or, if weight is important, $\sigma_f^2/E\rho$.

- Fonksiyon: Elastik yay
- Amaç: Birim hacim başına maksimum enerji depolama ,birim kütle başına maksimum enerji depolama
- Kısıtlamalar: Akma, kırılma ya da yorulma ile sonucunda yayda bozulma olmamalı yani yayın her yerinde $\sigma < \sigma_f$ olmalıdır.

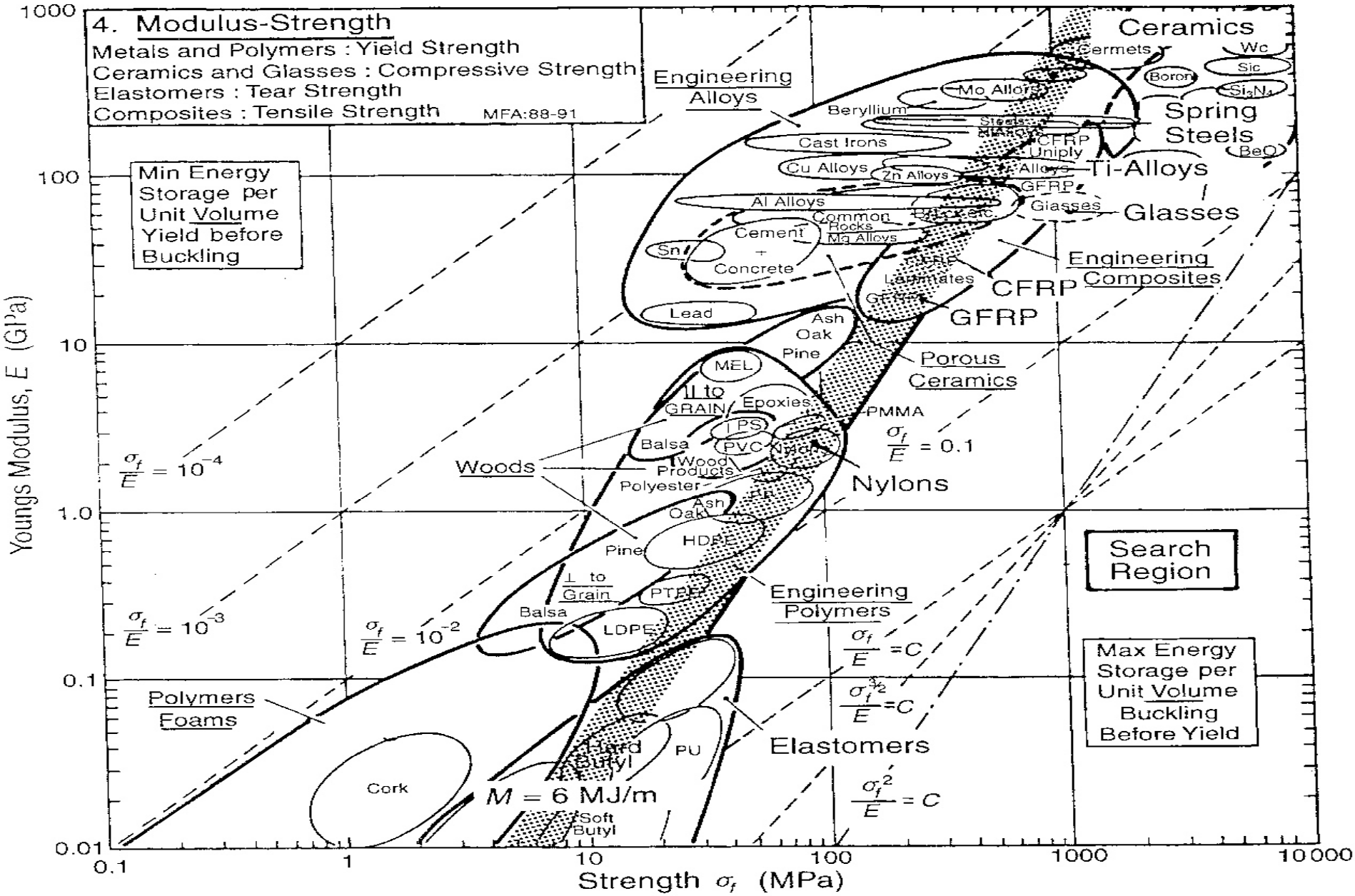


Fig. 6.17 Materials for small springs. High strength ('spring') steel is good. Glass, CFRP and GFRP all, under the right circumstances, make good springs. Elastomers are excellent. Ceramics are eliminated by their low tensile strength.

Table 6.17 Materials for efficient small springs

Material	$M_1 = \frac{\sigma_f^2}{E}$ (MJ/m^3)	*Comment*
Ceramics	(10–100)	Brittle in tension; good only in compression.
Spring steel	15–25	The traditional choice: easily formed and heat treated.
Ti alloys	15–20	Expensive, corrosion-resistant.
CFRP	15–20	Comparable in performance with steel; expensive.
GFRP	10–12	Almost as good as CFRP and much cheaper.
Glass (fibres)	30–60	Brittle in torsion, but excellent if protected against damage; very low loss factor.
Nylon	1.5–2.5	The least good; but cheap and easily shaped, but high loss factor.
Rubber	20–50	Better than spring steel; but high loss factor.

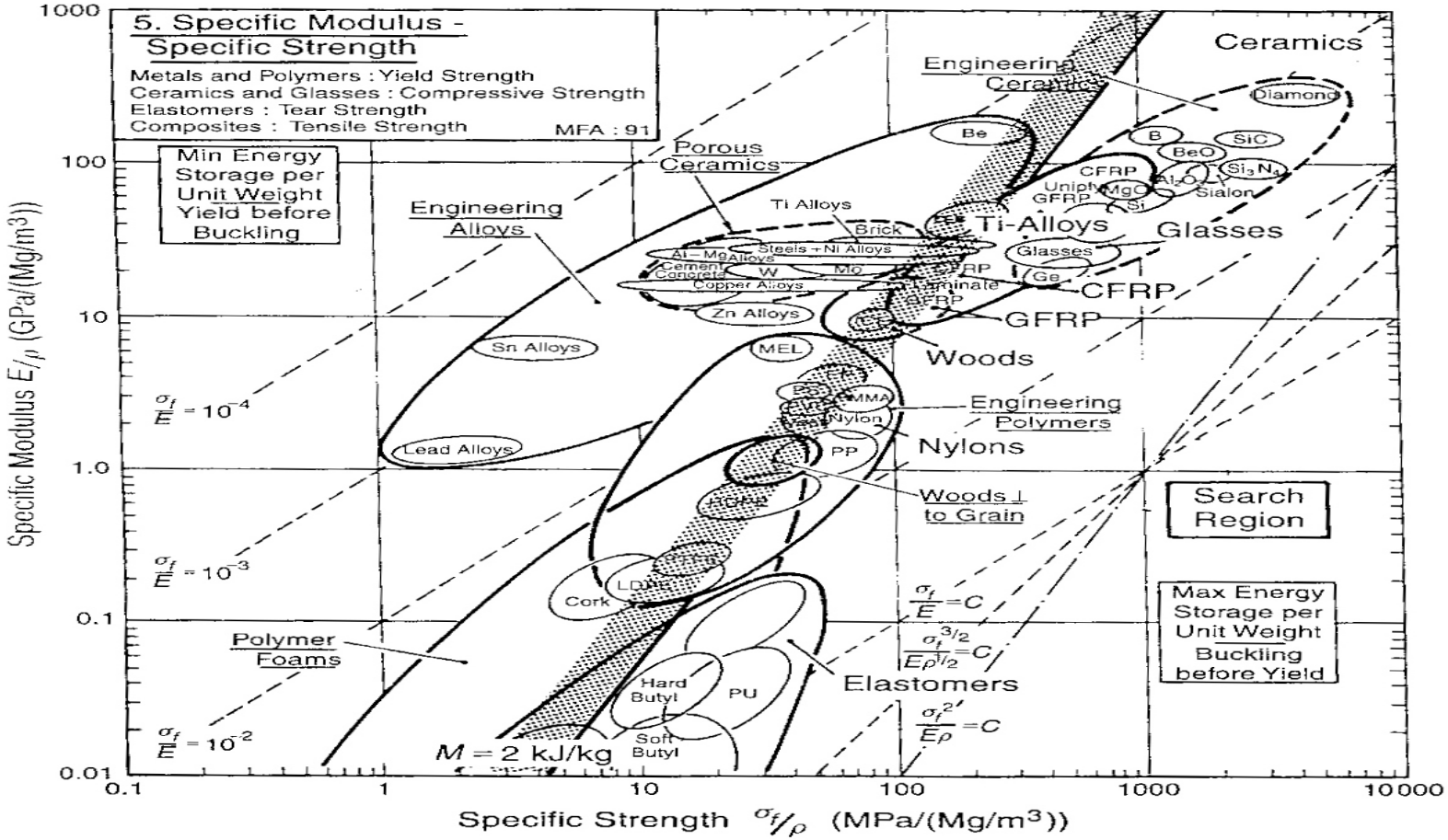


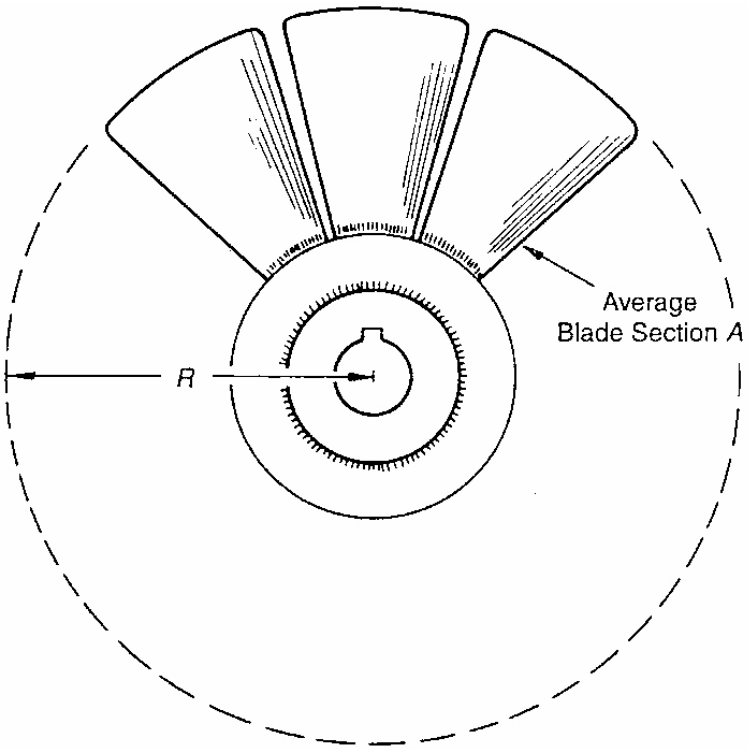
Fig. 6.18 Materials for light springs. Metals are disadvantaged by their high densities. Composites are good; so is wood. Elastomers are excellent.

Table 6.18 Materials for efficient light springs

Material	$M_2 = \frac{\sigma_f^2}{E\rho}$ (kJ/kg)	*Comment*
Ceramics	(5–40)	Brittle in tension; good only in compression.
Spring steel	2–3	Poor, because of high density.
Ti alloys	2–3	Better than steel; corrosion-resistant; expensive.
CFRP	4–8	Better than steel; expensive.
GFRP	3–5	Better than steel; less expensive than CFRP.
Glass (fibres)	10–30	Brittle in torsion, but excellent if protected.
Wood	1–2	On a weight basis, wood makes good springs.
Nylon	1.5–2	As good as steel, but with a high loss factor.
Rubber	20–50	Outstanding; 10 times better than steel, but with high loss factor.

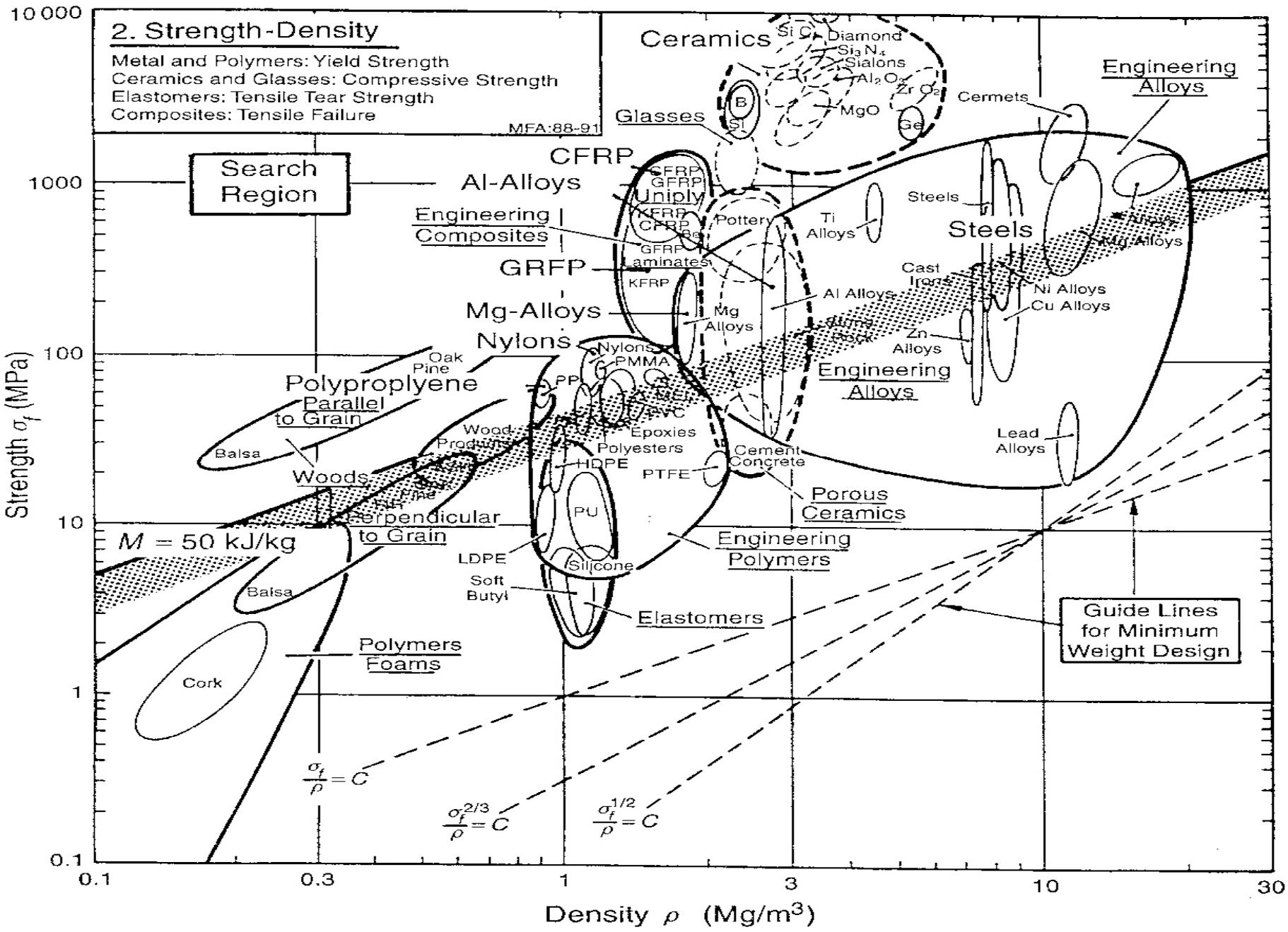
YÜKSEK AKIŞLI FANLARIN

- Arabanın ileri hareketinin iş yapımı için yetersiz olması durumunda , araba motorunda bulunan fan radyatörü soğutur.
- Genellikle fan, motorun ana şaftı yani kardan milinden kayış yardımıyla çalışır.
- Fan kanatları, hem merkezkaç kuvvetine hem de motorun ani hızlanması sonucu eğilme momentlerine maruz kalır.
- Fanın dağılmasıyla ölümlü kazalar meydana meydana gelir.
- Fan malzemesi seçiminde önce emniyet sonrada ucuzluk göz önüne alınır.
- Fan yarıçapı tasarım koşullarından belirlenir. Fan içindeki boşluk ve havanın akış hızı uygun olmalıdır.
- Fan asla arıza yapmamalıdır.



- Fonksiyon : Soğutucu fan
- Amaç : Bozulmaksızın maksimum açısal hız
- Kısıtlamalar : Yarıçap (r) belirlenmiş
  Ucuz ve kolay şekil alabilmeli
- Güvenilir açısal hızın (w), maksimum olabilmesi için seçilen malzemenin malzeme indeksinin büyük olması gerekir.

$M = \sigma / \rho$ ile sağlanabilir.


2. Strength-Density
Metal and Polymers: Yield Strength
Ceramics and Glasses: Compressive Strength
Elastomers: Tensile Tear Strength
Composites: Tensile Failure
MFA:88-91
Search Region
Ceramics
Si C
diamond
Si3 N4
Sialons
Al2 O3
Zr O2
MgO
B
Si
Ge
Glasses
CFRP
Al-Alloys
Uniply
Engineering Composites
GRFP
Mg-Alloys
Nylons
Polypropylene
Parallel to Grain
Perpendicular to Grain
Woods
Balsa
Oak
Pine
Wood Products
Cork
M = 50 kJ/kg
Polymers Foams
Pottery
Mg Alloys
Al Alloys
Epoxies
Polyesters
HDPE
PTFE
PU
Silicone
LDPE
Soft Butyl
Elastomers
Engineering Polymers
Porous Ceramics
Cement Concrete
Engineering Alloys
Cermets
Steels
Ti Alloys
Cast Iron
Ni Alloys
Cu Alloys
Zn Alloys
Lead Alloys
Guide Lines for Minimum Weight Design
Strength σf (MPa)
Density ρ (Mg/m3)
10 000
1000
100
10
1
0.1
0.1
0.3
1
3
10
30

- Düşük maliyetli fanlar, metalin kokile dökümüyle yada plastik malzemelerin enjeksiyon kalıplama yöntemiyle imal edilir.
- Yüksek akışlı fan için aday malzemeler aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Table 6.13 Candidate materials for a high-flow fan

Material	*Comment*
Cast iron	Cheap and easy to cast but poor σ_f/ρ.
Cast Al alloys	Can be die-cast to final shape.
High density polyethylene (HDPE) Nylons Rigid PVCs	Mouldable and cheap.
GFRP (chopped fibre) CFRP (chopped fibre)	Lay-up methods too expensive and slow. Press from chopped-fibre moulding material.

Chopped fiber : süreksiz fiber, kesilmiş fiberler
Mouldable : kalıplanabilir
Die-cast : kokil kalıba döküm
Lay-up : fiberlerin kalıba elle yerleştirilerek yapılan kalıplama işlemi