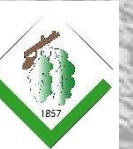


Bir Yapı Malzemesi Olarak Ahşap



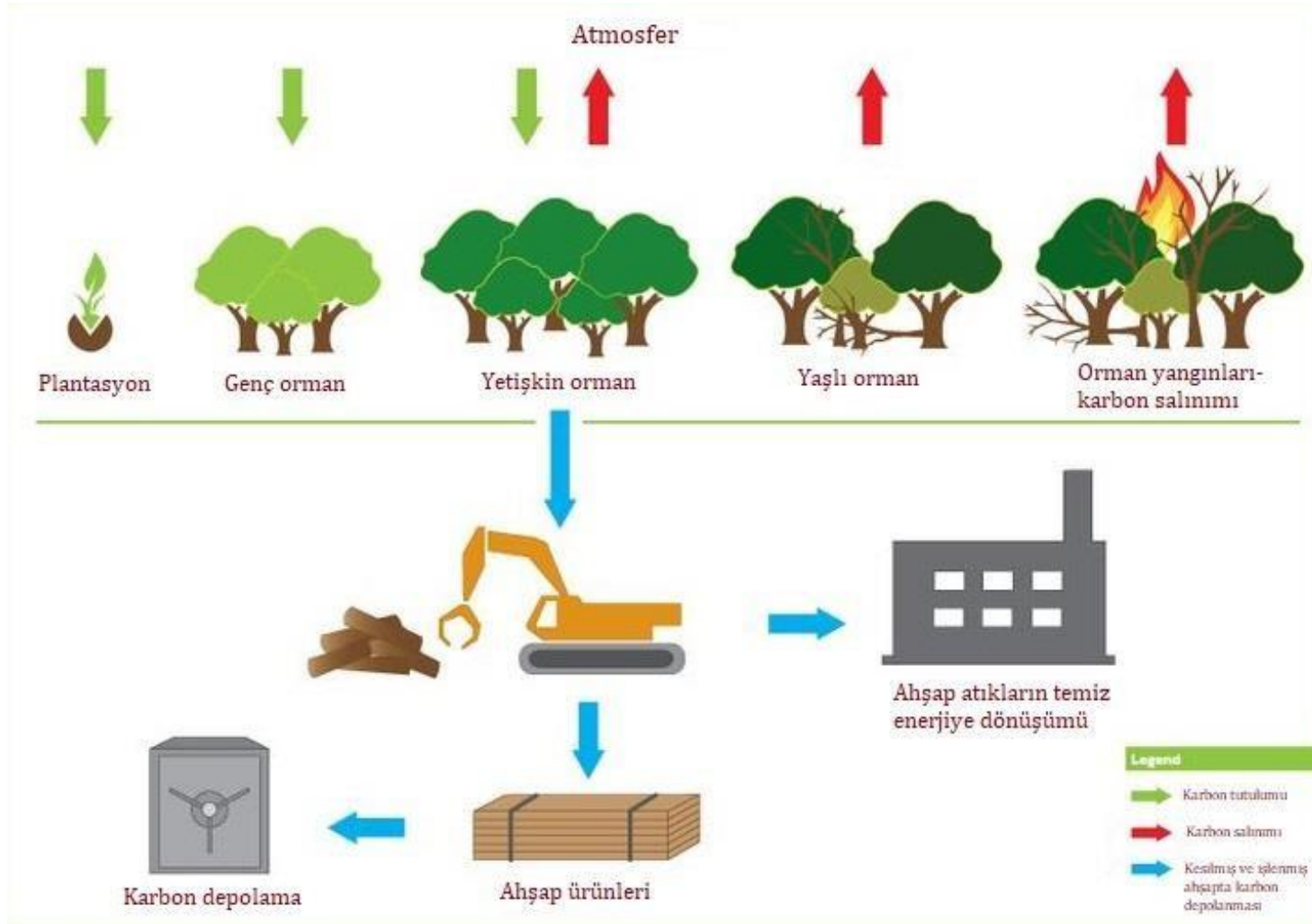


AHŞAP



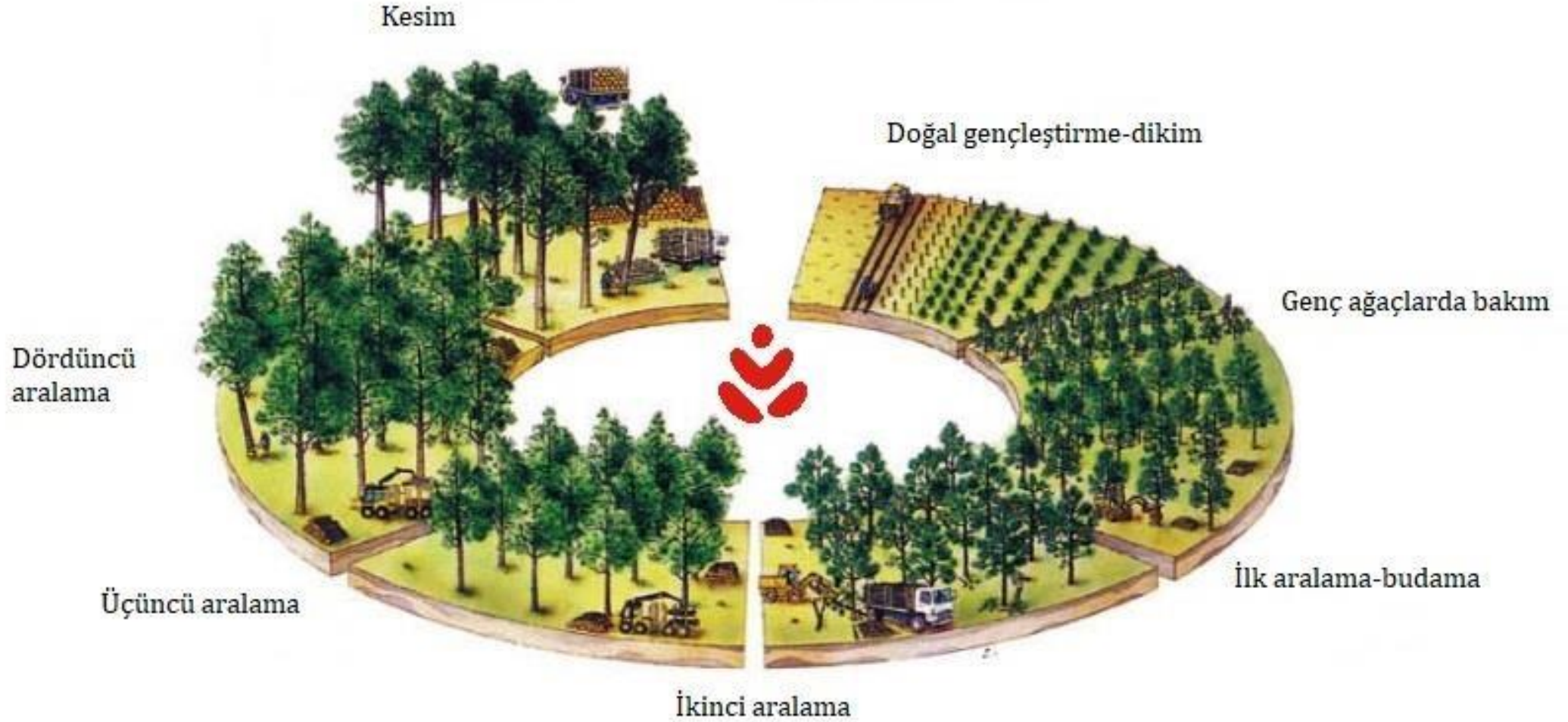
YENİLENEBİLİR DOĞAL BİR YAPI MALZEMESİ

Karbon döngüsü



Genç bir orman her bir ton odun üretimi için, bir ton oksijen üretir ve 1.4 ton CO₂ depolar 🙌

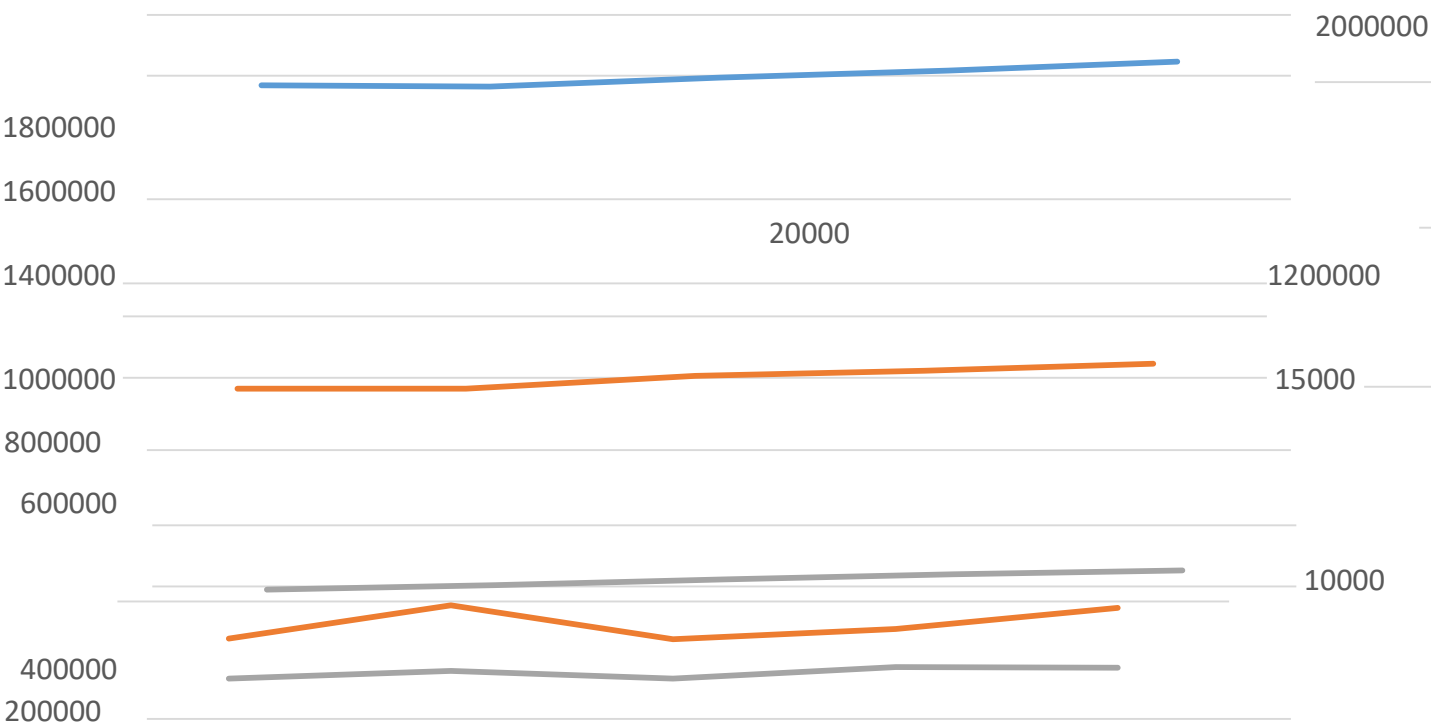
Sürdürülebilir ormancılık



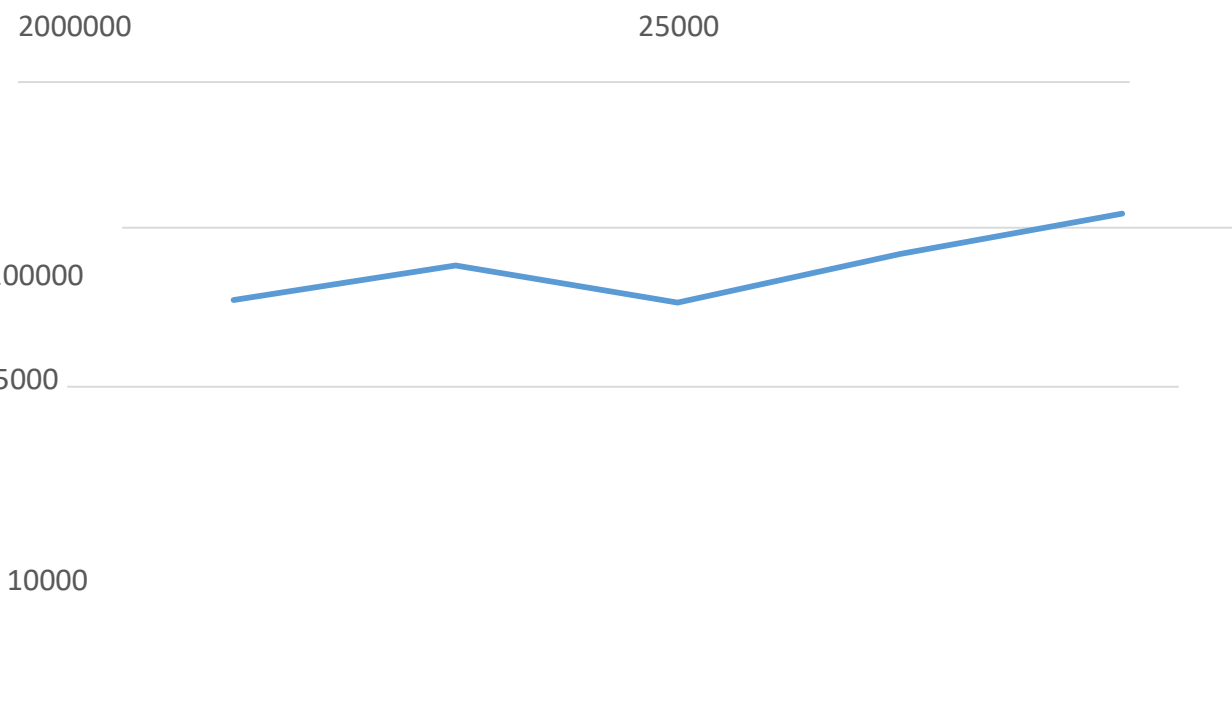


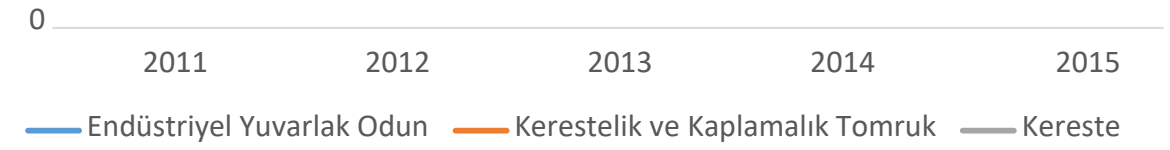
Dünya ve Türkiye endüstriyel ahşap tüketim miktarları

Dünya Tüketim Miktarları (1000 m³, FAO)



Türkiye Tüketim Miktarları (1000 m³, FAO)







Çevreyi kirletmez

Geri dönüştürülebilir-yeniden kullanılabilir

Estetiktir

Uzun ömürlüdür



Ahşap neden iyi bir yapı malzemesidir?

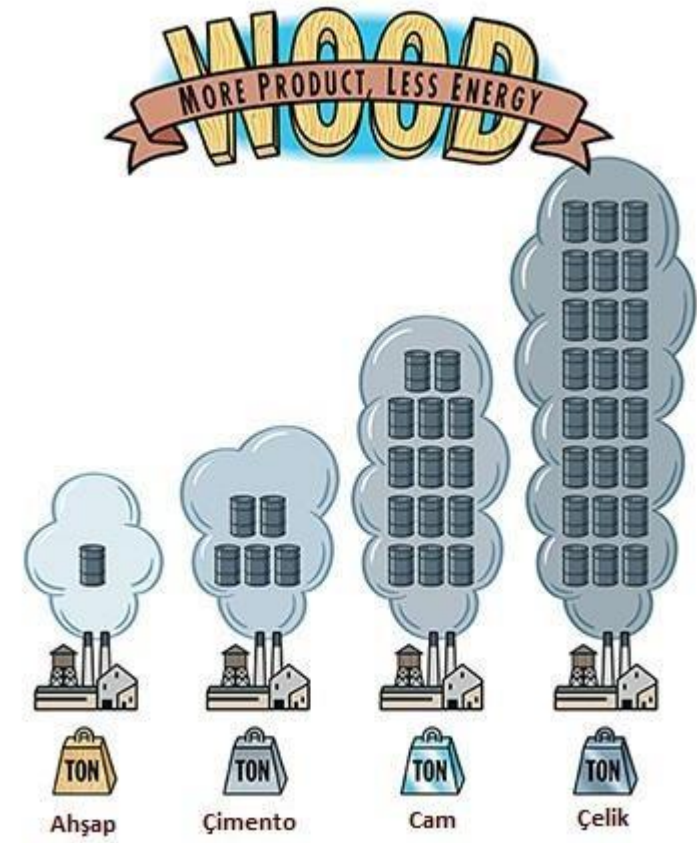
Güçlüdür

Yapı maksatları için idealdir

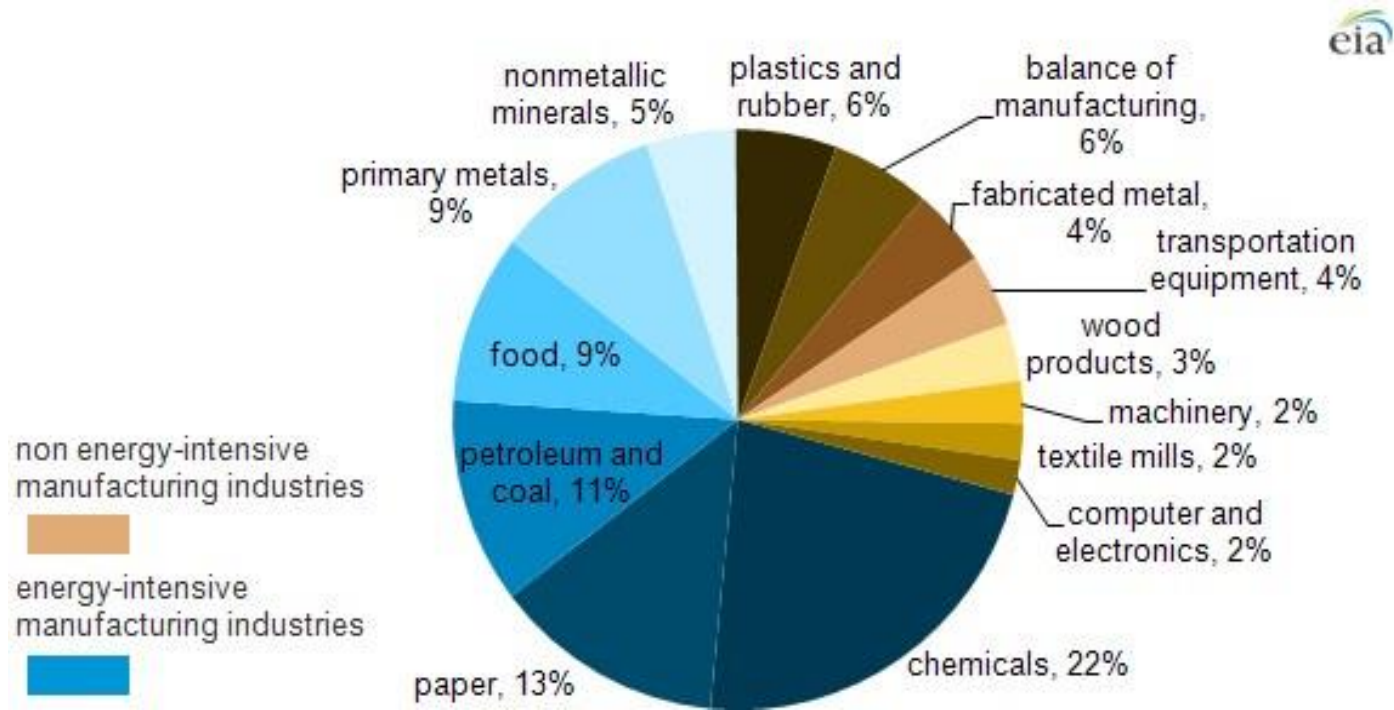
Yenilenebilir doğal bir iyi bir ses yalıtımı sağlar **kaynaktır**  iyi bir ısı yalıtımı sağlar

Esnek bir malzemedir-sonsuz kullanım imkanı sağlar

Farklı endüstriler için üretimde kullanılan toplam makine enerji sarfiyatı yüzdeleri



Çevreci bir malzeme: Ahşap!



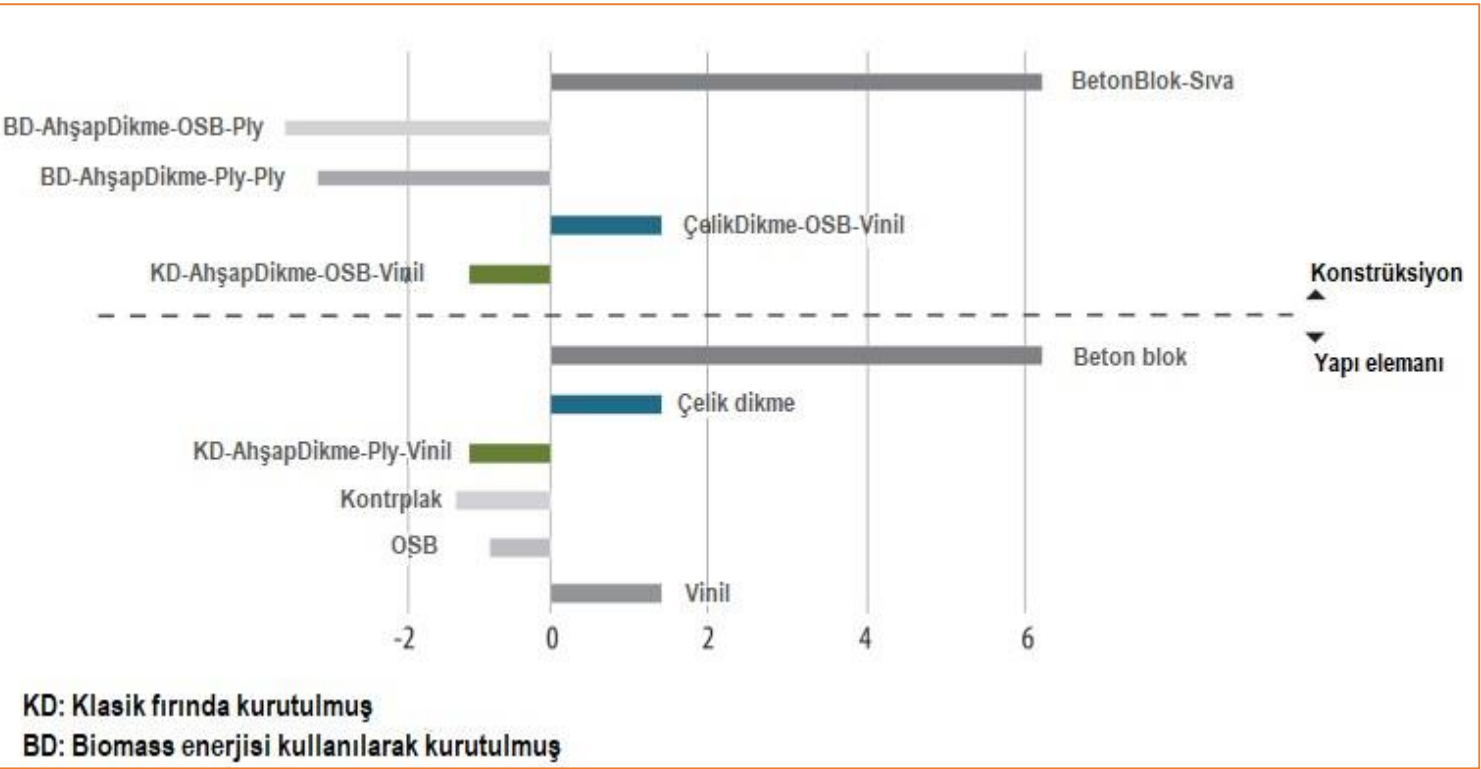
Net Karbon Emisyonu	
Malzeme	Üretimde Net Karbon Emisyonu (kgC/ton)
Yapısal ahşap	33
Tuğla	88
Cam	154
Geri dönüştürülmüş çelik	220
Beton	265
Beton blok	291



Küresel iklim değişikliği ile mücadele için Ahşap!

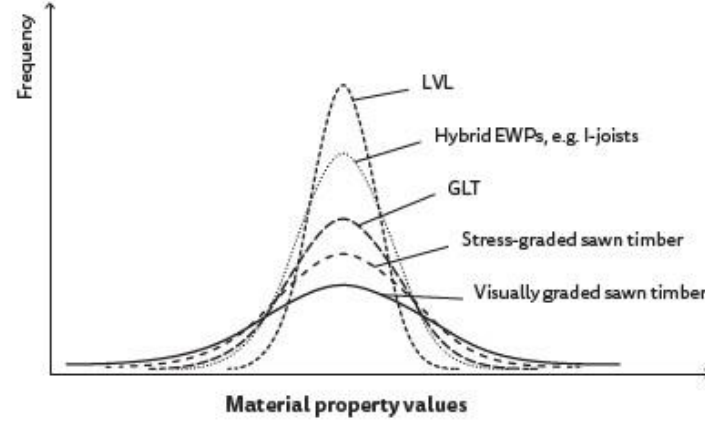
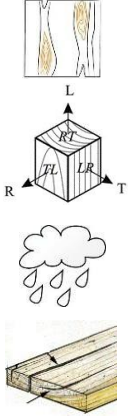
Birim alan duvar konstrüksiyonu için net ürün karbon emisyonları (kgC/ft²)

Geri dönüştürülmüş alüminyum	309
Çelik	694
Plastik	2502
Alüminyum	4532



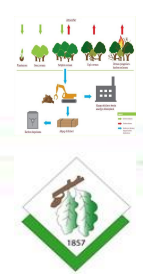


Çevresel
faktörler
Doğal kusurlar
Anizotropi



Kusursuz ahşap malzemede bazı teknolojik özellikler için ortalama varyasyon katsayıları

Özellik	Varyasyon Katsayısı (%)
Eğilme direnci	16
Eğilmede E-Modülü	22
Dinamik eğilme direnci	25
Paralel basınç direnci	18
Dik basınç direnci	28
Paralel makaslama direnci	14
Paralel çekme direnci	25
Yüzey sertliği	20
Tokluk	34
Özgül ağırlık	10



Nelere dikkat etmeliyiz?



Ahşap biyolojik bir malzemedir ve teknolojik özellikleri çok değişken olabilir

Genetik faktörler

Rutubet miktarı

Sonradan oluşan kusurlar

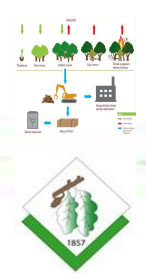


Biyolojik bozunma

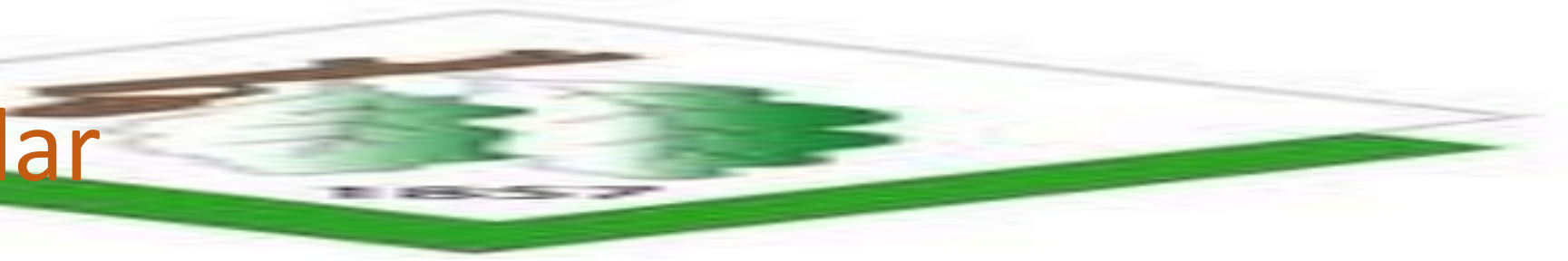


MAKROSKOPİ

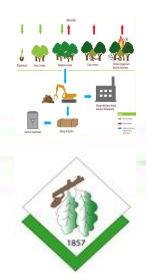




İbrelî ağaçlar

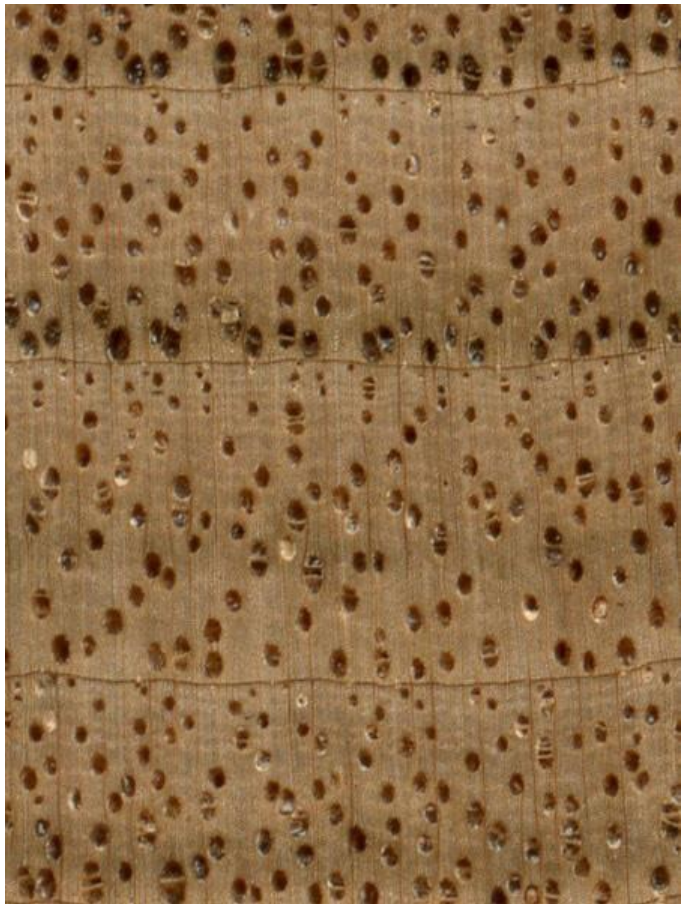
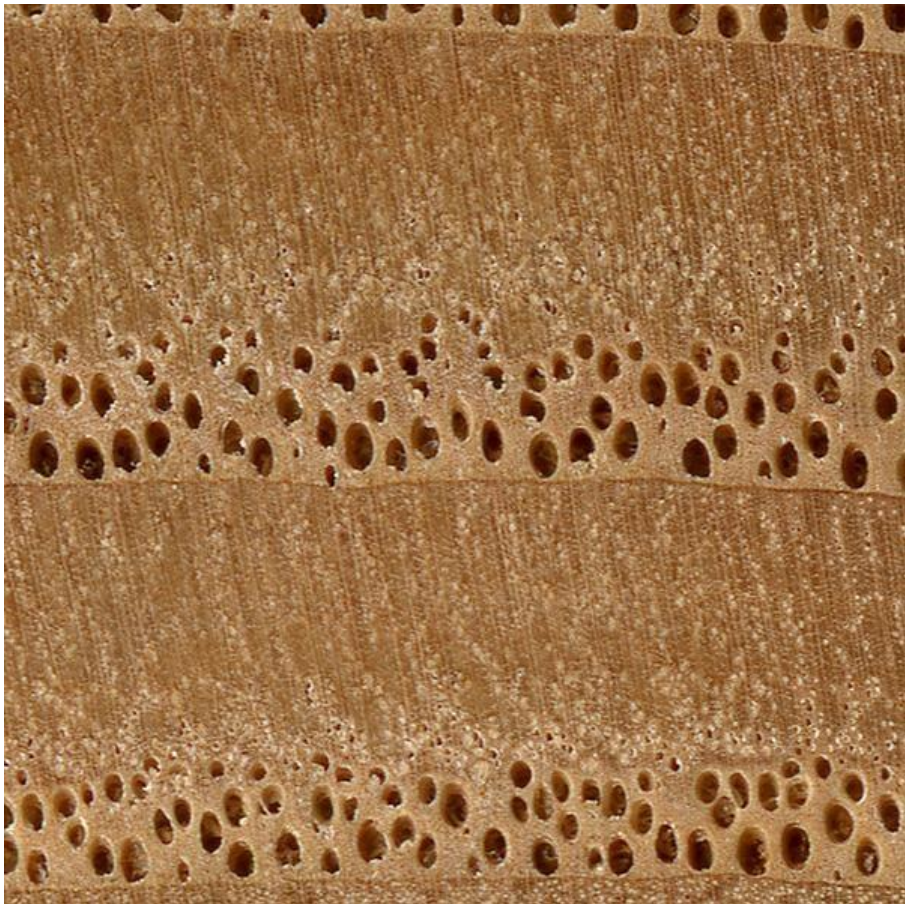






Yapraklı ağalar



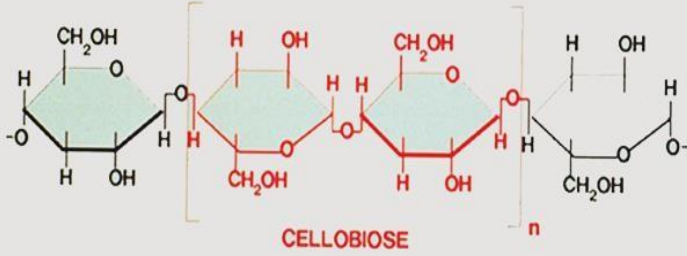




KİMYASAL YAPI

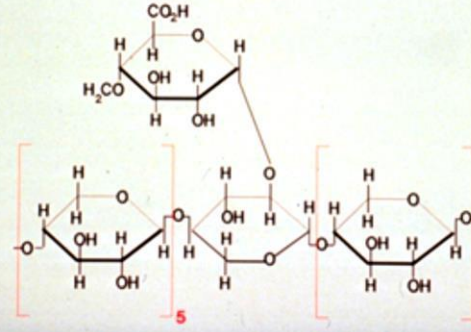


CELLULOSE



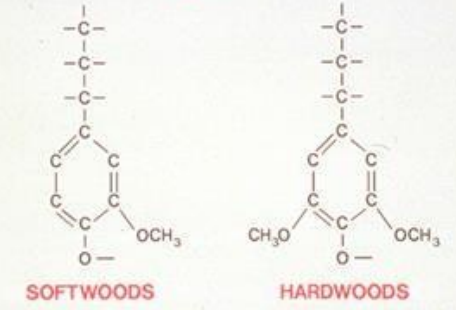
- Uzun zincir yapılı
- Dallanma göstermeyen
- Kararlı
- Termal stabilitesi yüksek
- Higroskopik (Su bağlayan)
- Elastik

HEMICELLULOSE



- Kısa zincir yapılı
- Dallanma gösteren
- Nispeten kolay çözünen
- Termal stabilitesi düşük
- Higroskopik (Su bağlayan)
- Elastik

LIGNIN



- Üç boyutlu-amorf
- Fenolik
- Kararlı
- Termal stabilitesi yüksek
- Hidrofob (Su itici)
- Viskoz

Kimyasal yapı

Ekstraktifler; Ahşaba renk ve koku veren, su iticilik kazandıran, biyolojik zararlılara karşı doğal dayanım sağlayan faydalı ve ekonomik değeri yüksek bileşenler (reçine, tanen, terpenler, polifenoller, eterik yağlar vb.)



YOĞUNLUK



En ağır



(Pelesenk) $D_0 =$
 $D_0 = 1200$



En hafif

Lignum Vitae Balsa
 130 kg/m^3
 $\text{kg/m}^3 D_{12} = 160 \text{ kg/m}^3$



Yoğunluk

$D_{12} = 1230 \text{ kg/m}^3$





ŞimşirKavak



Yoğunluk

(Boxwood)(Poplar)

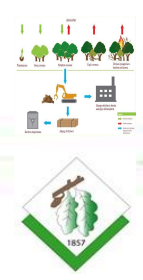
$$D_0 = 920 \text{ kg/m}^3 D_0 = 390 \text{ kg/m}^3$$

$$D_{12} = 950 \text{ kg/m}^3 D_{12} = 420 \text{ kg/m}^3$$

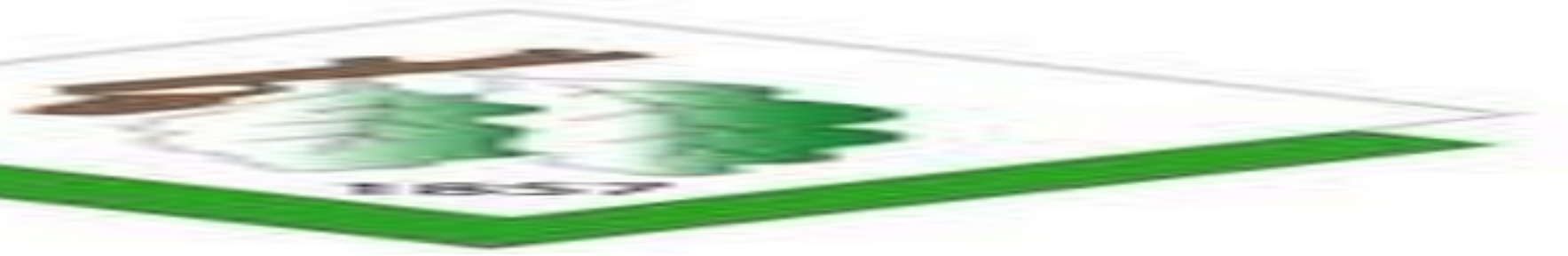


Ağaç Türü	Hava Kuru Yoğunluk (g/cm ³)	Tam Kuru Yoğunluk (g/cm ³)
Karaçam	0.56	0.52
Sarıçam	0.53	0.50
Kızılçam	0.55	0.51
Ladin	0.45	0.41
Göknar	0.41	0.39
Sedir	0.51	0.48
Melez	0.59	0.55
Ardıç	0.55	0.51

Ağaç Türü	Hava Kuru Yoğunluk (g/cm ³)	Tam Kuru Yoğunluk (g/cm ³)
Meşe	0.73	0.68
Kayın	0.66	0.59
Kestane	0.54	0.51
Dişbudak	0.68	0.57
Akçaağaç	0.63	0.59
İhlamur	0.53	0.49
Kavak	0.43	0.39
Y. Akasya	0.76	0.72

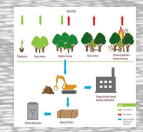


Yoğunluk



Ağaç Türü	Hava Kuru Yoğunluk (g/cm ³)	Tam Kuru Yoğunluk (g/cm ³)
Larex	0.59	0.55
Batı Tsugası	0.49	0.44
Douglas göknarı	0.51	0.47
Batı Ladini	0.47	0.43

Ağaç Türü	Hava Kuru Yoğunluk (g/cm ³)	Tam Kuru Yoğunluk (g/cm ³)
Doussie	0.75	0.70
Afrormosia	0.70	0.65
Meranti	0.59	0.53
Akaju	0.60	0.55



Yoğunluk

İroko	0.50-0.69	0.48-0.67	Ayous (Obeche)	0.40	0.35
Sapelli	0.65	0.62	Hickory	0.82	0.76
Sipo	0.63	0.59	Angelique	0.83	0.77
Teak	0.67	0.63	Greenheart	1.05	1.02
Huş	0.65	0.61	Okan	0.91	0.88

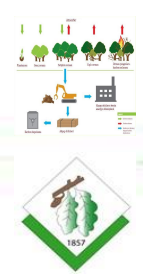
Ahşap malzemenin bir yapı malzemesi olarak diğer malzemelere göre en önemli avantajı; hafif olmasına karşın yüksek direnç ve elastikiyet özelliklerine sahip bulunmasıdır

Materyal	Yoğunluk (kg/m ³)	Direnç (MPa)	Direnç/Yoğunluk 10 ⁻³ MPa.m ³ /kg
Yapısal Çelik	7800	400-1000	50-130
Alüminyum	2700	100-300	40-110
Beton (basınçta)	2300	30-120	13-50
Kusursuz İbrelî Ağaç Odunu (Çekmede)	400-600	40-200	100-300
Kusursuz İbrelî Ağaç Odunu (Basınçta)	400-600	30-90	70-150
Yapı Kerestesi (Çekmede)	400-600	15-40	30-80
Fiberglass (Çekmede)	2600	3400	1307

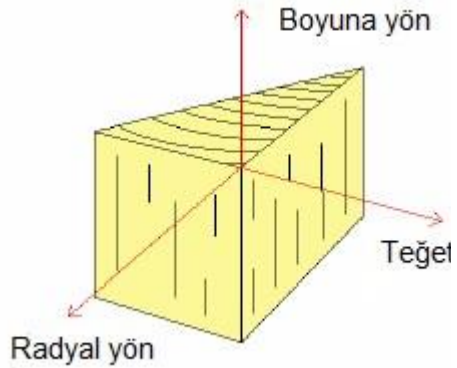


Karbonfiber (Çekmede)	1750	4300	2457
-----------------------	------	------	------





Anizotropi(Orthotropy)

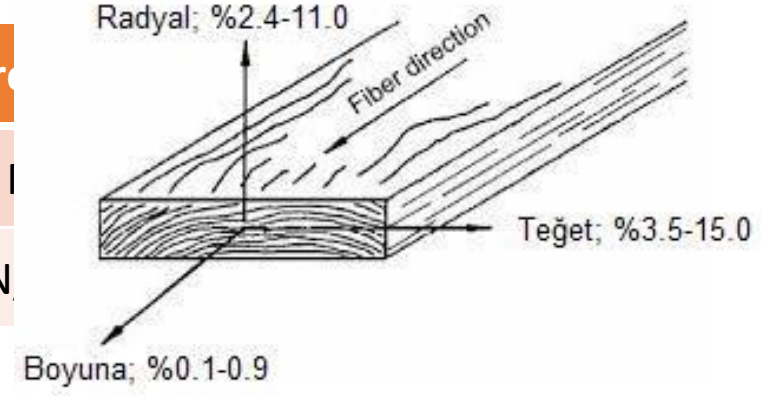


Anizotropi ahşabın özellikle lif yönüne ve yıllık halka yönüne göre farklı yönlerde farklı özellikler göstermesi demektir.

Yapısal ahşapta anizotropi ile ilgili en önemli 2 husus;

- Mukavemet değerlerinin değişimi (Liflere paralel-liflere dik)
- Çalışma karakteristiğinin değişimi (Radyal, teğet, boyuna)

Mekanik özellik	Liflere paralel	Liflere dik
Çekme direnci	50-180 N/mm ²	1.4-3.1 N/mm ²
Basınç direnci	15-120 N/mm ²	1-20 N/mm ²

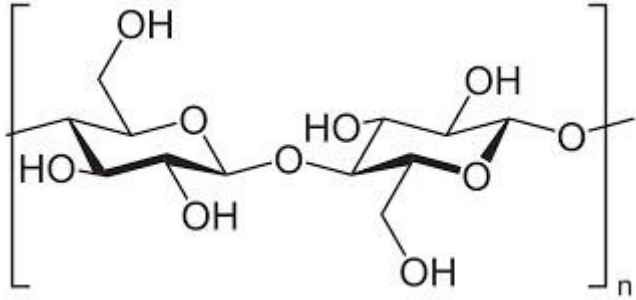




AHŞAP NEM İLİŞKİSİ



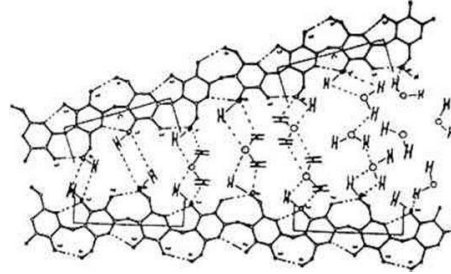
Ahşap-nem ilişkisi



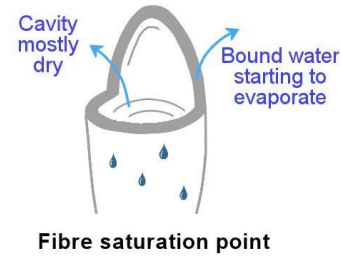
%75-85 Selülozik
%15-25 Lignin



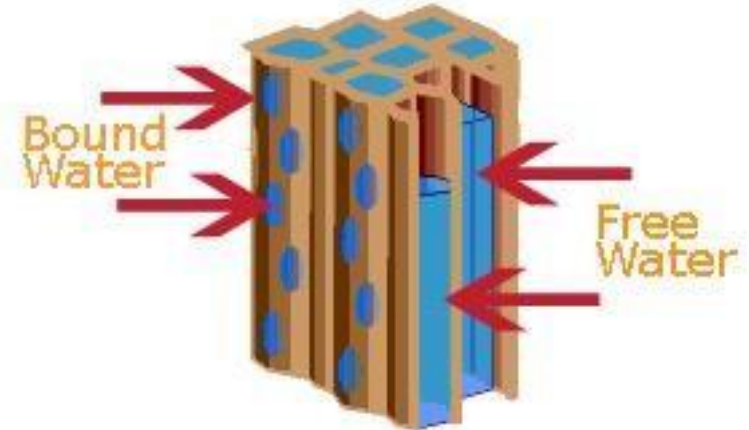
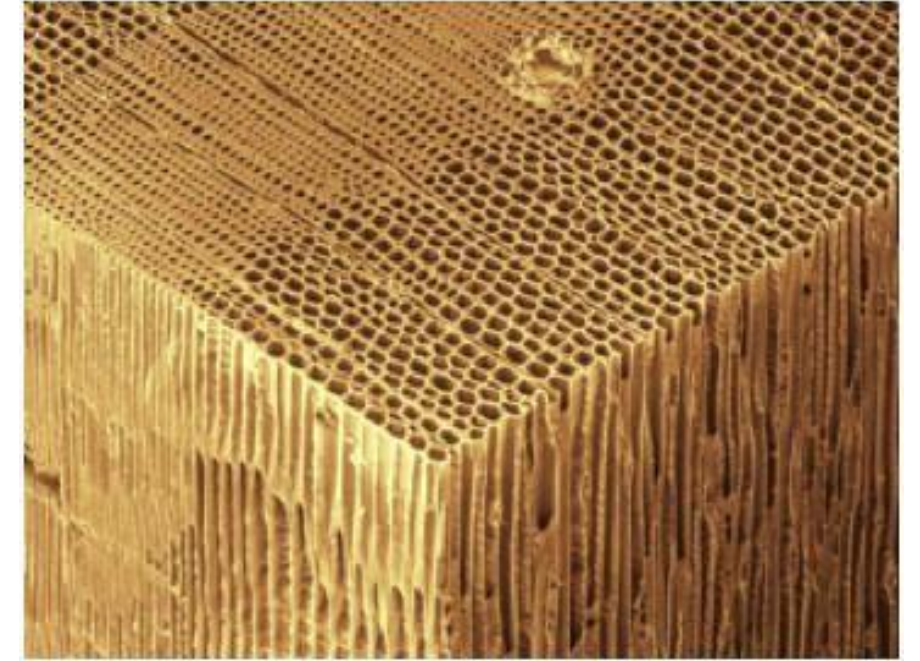
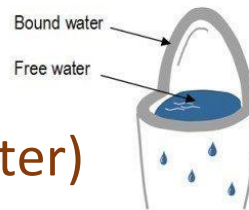
Bağlı su (bound water)

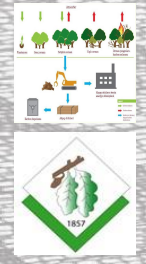


Lif Doygunluğu Noktası- LDN
(Fiber Saturation Point- FSP)



Serbest su (free water)





Lif doygunluğu noktası (LDN)

Lif doygunluğu noktası (LDN)/Fiber saturation point (FSP); ahşapta hücre çeperlerinin bağlı su ile doygun hale geldiği noktadaki denge rutubet miktarı.

- Boyutsal değişiklikler tam kuru hal ile lif doygunluğu noktası arasında gerçekleşir
- Elastikiyet modülü ve mukavemet değerleri tam kuru hal ile LDN arasında ahşap kurudukça artar, nemlendikçe azalır
- Termik, akustik ve elektriksel özelliklerdeki değişimler tam kuru hal ile LDN arasında önemlidir



Lif doygunluğu noktası (LDN)

Genel bir yaklaşımla nemli ve dış ortamlarda kullanılacak ahşap için lif doygunluğu noktası düşük ağaç türleri ön plana çıkar

Lif doygunluğu noktası düşük olan ağaç türlerinin keresteleri daha kıymetlidir

LDN'si düşük (%18-24)

LDN'si orta düzeyde (%24-28)

LDN'si yüksek (%28-32)

LDN'si çok yüksek (%32-35)

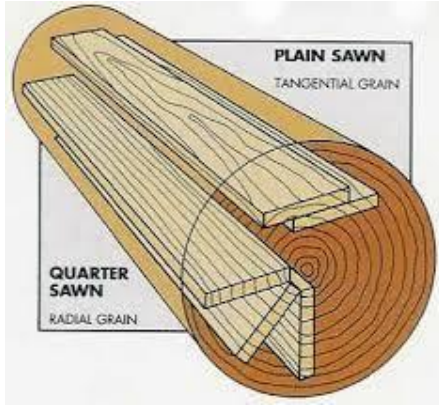
Sedir	Teak	Çam	Sapelli	Ladin	Wenge	Kavak	Okalıptüs
Ardıç	İroko	Melez	Ceiba	Göknar	Meranti	İhlamur	Hickory
Kestane	Sipo	Douglas	Agathis	Çınar	Zebrano	Kızılağaç	Azobe
Ceviz	Akaju	Göknarı		Kiraz	Abanoz	Kayın	Huş
Meşe	Doussie						

Ahşapta lif doygunluğu noktasının altındaki rutubet hareketleri boyutsal ve hacimsel değişimlere neden olur. Buna **ahşabın çalışması** denilir.

Ahşabın çalışması

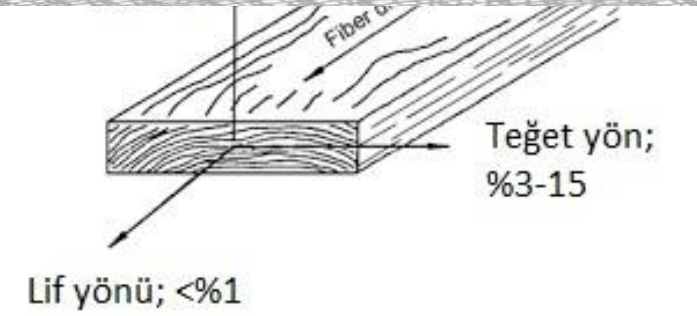
Ahşapta anizotropi nedeniyle çalışma her yönde eşit değildir.

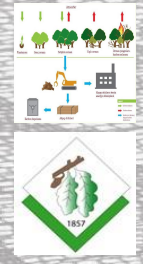
Ahşapta teğet çalışmanın radyal çalışmaya oranı (T/R) stabilitenin göstergesidir.



Radyal (freze)

keresteler daha stabildir





Ahşabın çalışması

**Hacmen daralması az olan
ağaç türleri (< %10)**

Toros sediri, Piramit servi, Kokulu
ardıç, Sahil çamı, Fıstık çamı, Radiata
çamı, Porsuk, Söğüt

Teak, Afzelia, Pernambouc, Amerikan
maunu, Framire

**Hacmen daralması orta olan
ağaç türleri (%10-15)**

Göknar, Ladin, Melez, Kızılçam,
Karaçam, Sarıçam, Douglas Göknarı,
Akçaağaç, Kızılağaç, Kestane, Servi,
Ceviz, Dişbudak, Kavak, Yalancı
akasya, Karaağaç, Meşe

Afrormosia, Ceiba, İroko, Sapelli,
Sipo, Akaju, Doussie, Makore

**Hacmen daralması fazla olan
ağaç türleri (>%15)**

Kayın, Gürgen, Kızılağaç, Akkavak,
Çoruh meşesi,, İhlamur, Şimşir, Kiraz

Azobe, Hickory, Abanoz, Pelesenk,
Wenge, Meranti

Ahşabın kuruması sonucunda daralma ile ulaşılabacak boyut hesabı;

$$l_{m2} = l_{m1} \times [1 - (k_{\beta v} \times \Delta m)]$$

l_{m2} : Kuru boyut yada hacim

l_{m1} : Nemli boyut yada hacim

$k_{\beta v}$: Birim daralma katsayısı ($\beta v \cdot \Delta T_{LDN}$)

Δm : Rutubet farkı ($m1 - m2$)

Ahşabın nem alması sonucunda genişleme ile ulaşılabacak boyut hesabı;

$$l_{m2} = l_{m1} \times [1 + (k_{\alpha v} \times \Delta m)]$$

l_{m2} : Nemli boyut yada hacim

l_{m1} : Kuru boyut yada hacim

$k_{\alpha v}$: Birim genişleme katsayısı ($\alpha v \cdot T_{LDN}$)

Δm : Rutubet farkı ($m2 - m1$)



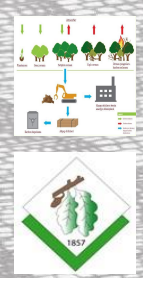
Ahşabın çalışması

300×300 mm kesit ölçüsüne sahip bir ahşap kirişin rutubeti %20'den %10'a düşerse yeni kesit ölçüleri ne olur ($\beta_r = \%5$, $\beta_t = \%9$, LDN = %28)?

$$k_{\beta l} = \frac{7}{28} = \%0,25 \quad l_2 = 300[1 - (0,25 \times 10)] = 300[1 - 0,025] = 292 \text{ mm}$$

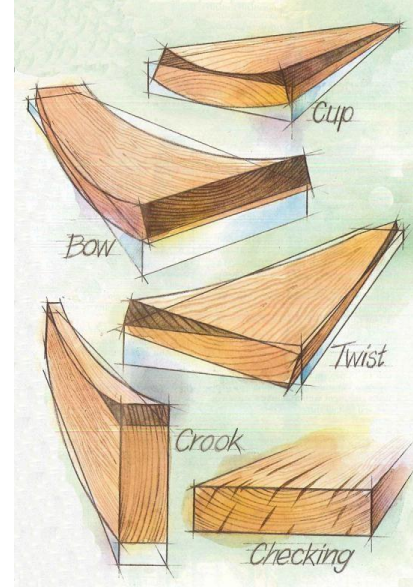
300×300 mm kesit ölçüsüne sahip bir ahşap kirişin rutubeti %10'dan %20'ye yükselirse yeni kesit ölçüleri ne olur ($\alpha_r = \%5$, $\alpha_t = \%9$, LDN = %28)?

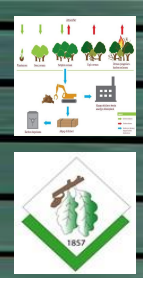
$$k_{\alpha l} = \frac{7}{28} = \%0,25 \quad l_2 = 300[1 + (0,25 \times 10)] = 300[1 + 0,025] = 308 \text{ mm}$$



Ahşapta rutubetin etkileri

- ✓ LDN'nin altında kuruma ile ahşabın boyutları ve hacmi küçülür (daralma), rutubet alığında hacmi ve boyutları artar (genişleme)
- ✓ Yüksek rutubet renk değişimleri ve küflenmeye neden olur
- ✓ Ahşabın çürümesine yol açar
- ✓ Rutubetli ahşap ağırdır
- ✓ Rutubetli ahşapta elastikiyet modülü ve direnç değerleri düşüktür, LDN altında kurudukça elastikiyet modülü ve direnci artar
- ✓ Anizotropi nedeniyle boyutsal değişimlere şekil değişiklikleri çatlama ve çarpılmalar eşlik eder



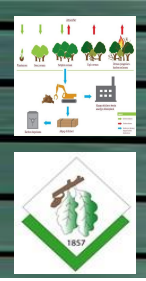


Ahşapta rutubetin etkileri

Ahşapta rutubetin etkileri

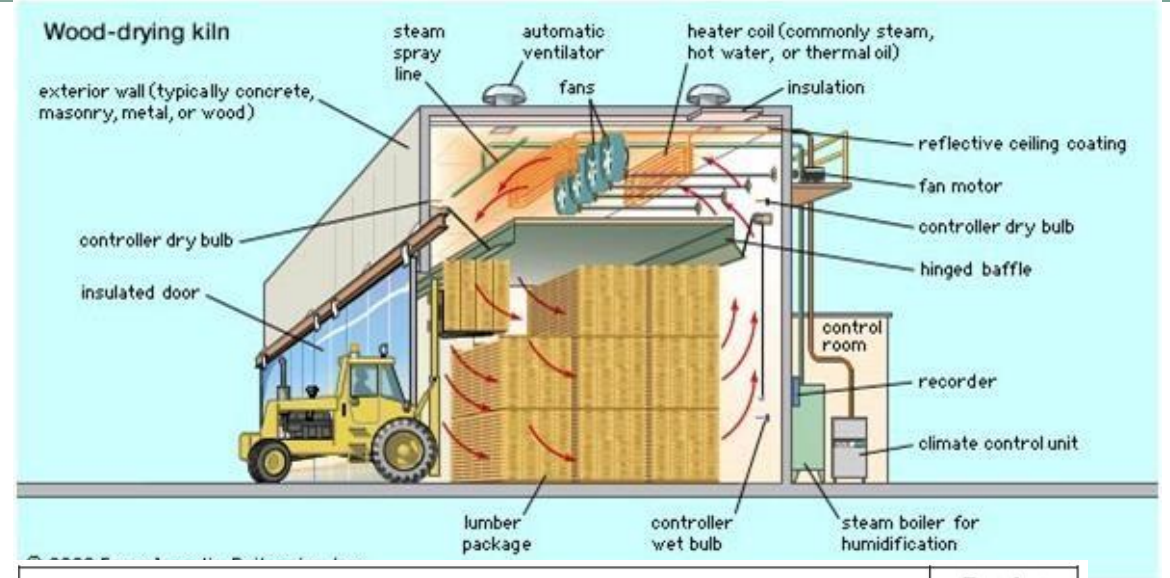
- ✓ Birleşim yerlerinde mekanik deformasyonlara ve ayrılmalara neden olur
- ✓ Laminasyonlarda tabakaların ayrılmasına neden olur
- ✓ Yüzey işleminin (boya, cila) kalkmasına neden olur
- ✓ Rutubetli ahşap ısıyı daha fazla iletir





Çözüm; kullanım amacına uygun teknik kurutma

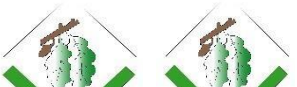
- ✓ Rutubet salınımı sınırlandırılarak boyutsal değişimler minimize edilir.
- ✓ Kurutulmuş ahşap nemli ortama maruz kaldığında nem içeriğindeki artış sınırlıdır (Histerez)
- ✓ Çürüme, küflenme, renklenme problemleri önlenmiş olur
- ✓ Elastikiyet modülü ve direnç değerleri artar ve rutubete bağlı değişimler sınırlandırılmış olur
- ✓ İşlenmesi kolaylaşır, düzgün yüzeyler elde edilir
- ✓ Kuru ahşabın ısı izolasyonu daha yüksektir



Kullanım Yeri	Rutubet Miktarı (%)
Kreozot ile emprenye edilecek malzeme [direkler, traversler]	25
Karkas yapılar ve açıkta kullanılan ağaç malzeme	16-22
Karoseri ve vagon yapımı	23
Fıçı tahtaları	17-20
Spor aletleri, açıkta kullanılan aletler, bahçe mobilyası	12-16
Taşıt araçları, uçaklar gemi güverteleri	15-16
Dış pencere doğramaları, kapılar	12-16
Soba ile ısıtılan yerler için mobilya	12-15
Kutu ve ambalaj sandıkları	13
Kaloriferle devamlı ısıtılan yerler için mobilya	6-10
Yer döşemeleri, parkeler	6-8
Radyo, televizyon müzik seti yapımı	6-8
Kaplama levha ve kontrplak	6-8
Yonga levha	7-8
Lif levha	5-7

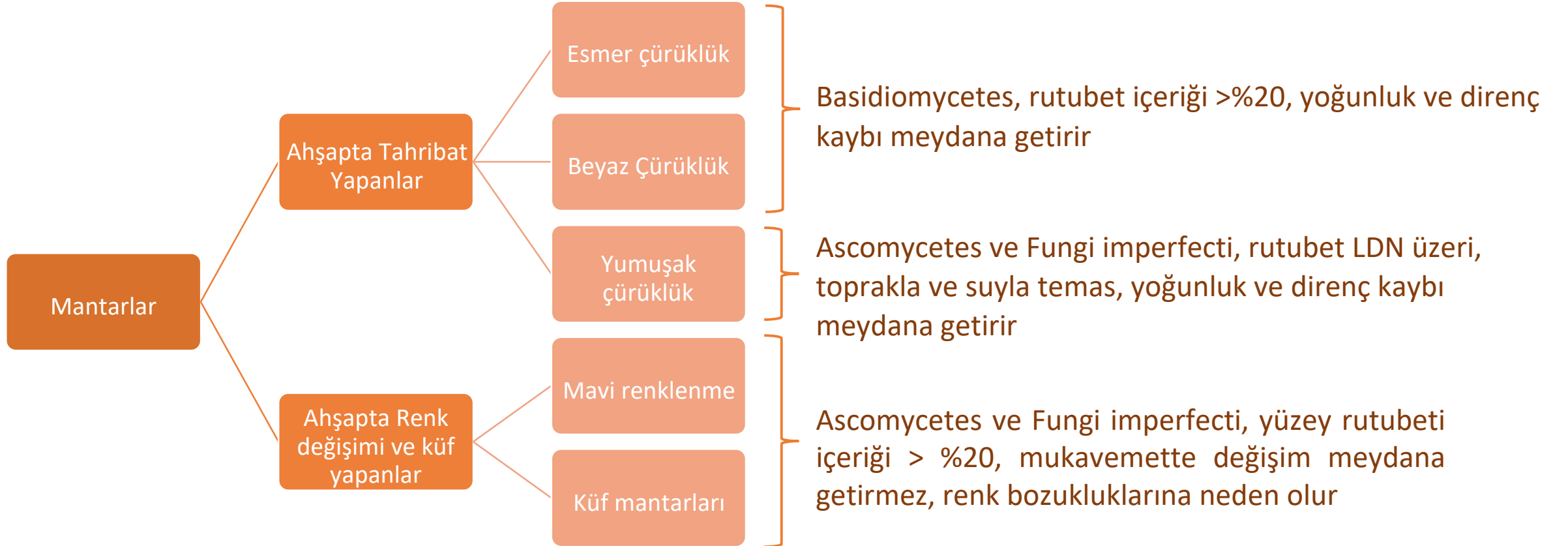


BİYOLOJİK DAYANIM

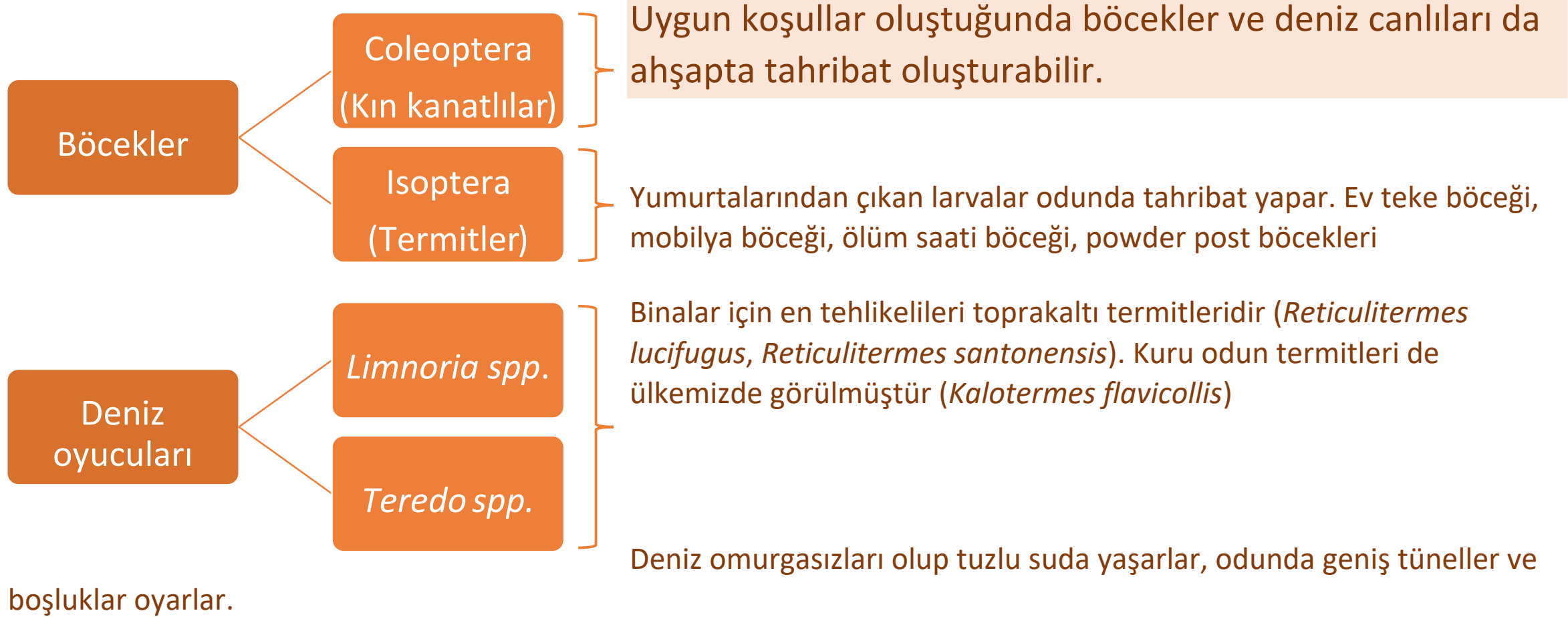


Biyolojik Dayanımı

Ahşap biyolojik yapısı gereği uygun koşullar oluştuğunda mantarlar tarafından tahrip edilebilir.



Biyolojik Dayanımı



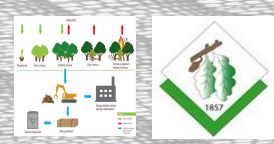
Ahşapta mantarlara karşı doğal dayanım sınıfları (Öz odun ve toprakla temas esas alınmıştır) (TS EN 350-2)

Sınıf 1	Çok dayanıklı (> 25 yıl)	Yalancı Akasya, Teak, Afzelia, Makore, Okan, Mansonia, Iroko, Bilinga, Green Heart, Afrormosia, Paduk
Sınıf 2	Dayanıklı (15-25 yıl)	Ardıç, Porsuk, Kestane, Saplı Meşe, Anjelik, Kosipo, Sipo, Bosse, Bubinga, Mutenye, Azobe, Iroko, Wenge, Amerikan Maunu
Sınıf 3	Yarı dayanıklı (10-15 yıl)	Sarıçam, Melez, Douglas göknarı, Ceviz, Saçlı Meşe, Tiama, Kosipo, Sapelli, Sipo, Afrika maunu,
Sınıf 4	Az dayanıklı (5-10 yıl)	Göknar, Ladin, Karaçam, Sarıçam, Radiata Çamı, Melez,

		Douglas göknarı, Karaağaç, Hickory, Kırmızı Amerikan Meşesi,
Sınıf 5	Dayanıksız (< 5 yıl)	Radiata çamı, Akçaağaç, Kızılağaç, Huş, Gürgen, Kayın, Dişbudak, Kavak, Ihlamur

Ahşapta böceklere ve deniz organizmalarına karşı doğal dayanım sınıfları (TS EN 350-2)

Sınıf	Ev Teke Böceği	Mobilya Böceği	Termitler	Deniz organizmaları
D	-	-	Yalancı akasya, Afzelia, Okan, Ovangkol, Azobe, Mansonia, İroko, Wenge, Greenheart, Afrormosia, Makore	Greenheart, Anjelik



Biyolojik Dayanımı

M	-	-	Kestane, Meşe, Anjelik, Kosipo, Sapelli, Sipo, Mutenye, Teak	Afrormosia, Azobe, Bilinga, Sapelli, Teak
S	Melez, Karaçam, Sahil çamı, Radiata çamı, Sarıçam, Douglas göknarı,	Melez, Karaçam, Sahil çamı, Sarıçam, Douglas göknarı, Akçaağaç, Kızılağaç, Huş, Kayın, Dişbudak, Ceviz, Kavak, Yalancı akasya, Karaağaç	Göknar, Melez, Ladin, Karaçam, Sahil çamı, Radiata çamı, Sarıçam, Douglas göknarı, Akçaağaç, Kızılağaç, Huş, Gürgen, Kayın, Dişbudak, Ceviz, Kavak, Karaağaç, Tiama	-
SH	Göknar, Ladin	Göknar, Ladin, Radiata çamı	-	-

D: Dayanıklı

M: Yarı dayanıklı

S: Hassas

SH: Özodun Hassas



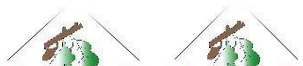
Emprenye edilebilirlik (TS EN 3502)

Emprenye edilebilirlik sınıfı	Açıklama	Ağaç Türleri
(1) Kolay emprenye	Kereste basınç altında kolayca tam olarak emprenye edilebilir	Karaçam diriodunu, Sarıçam diriodunu, Akçaağaç, Kızılağaç, Huş, Gürgen, Kavak diriodunu, Meşe diriodunu, Karaağaç diriodunu, Kayın

(2) Yarı kolay emprenye	Tam emprenye mümkün değil, ama 2-3 saat sonra yumuşak odunlarda 6 mm'den fazla nüfuz edilebilir. Sert odunlarda ve özodunda ise daha büyük oranlarda nüfuz etmesi mümkündür.	Göknar, Huş, Kestane diriodunu, Dişbudak, Ceviz diriodunu, Karaağaç özodunu
(3) Zor Emprenye	3-4 saat basınç etkisiyle 3 mm'den 6 mm'ye yanal nüfuz mümkün	Göknar, Ladin, Ceviz özodunu, Kavak özodunu
(4) Çok zor emprenye	3-4 saat basınç altında bırakıldıktan sonra boyuna ve enine çok az miktarda nüfuz mümkün olur.	Melez, Ladin, Karaçam özodunu, Sarıçam özodunu, Douglas göknarı, Kestane özodunu, Meşe özodunu



MEKANİK ÖZELLİKLER





Direnç Değerleri

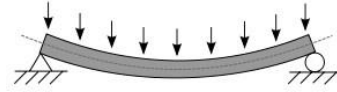
Elastikiyet modülü düşük olan ağaçlar (< 10 GPa)	Elastikiyet modülü orta düzeyde olan ağaçlar (10 – 13 GPa)	Elastikiyet modülü yüksek olan ağaçlar (> 13 GPa)
Uludağ göknarı, Radiata çamı, Toros sediri, Kestane, Servi, Akçaağaç, Karakavak, Titrek kavak, Ihlamur	Toros göknarı, Kazdağı göknarı, Ladin, Ardıç, Karaçam, Sarıçam, Kızılçam, Meşe, Karaağaç, Ceviz, Kızılağaç	Douglas göknarı, Avrupa melezi, Dişbudak, Kayın, Gürgen
Amerikan maunu, Tetraberlinia, Okume	İroko, Sapelli, Sipo, Kosipo, Pelesenk, Teak, Framire	Hickory, Meranti, Afzelia, Wenge, Ocotea

Eğilme direnci düşük olan ağaçlar (< 85 MPa)	Eğilme direnci orta düzeyde olan ağaçlar (85 – 120 MPa)	Eğilme direnci yüksek olan ağaçlar (> 120 MPa)
Gök nar, Ladin, Toros sediri, Ardıç, Kestane, Karakavak, Titrek kavak,	Karaçam, Sarıçam, Kızılçam, Melez, Meşe, Karaağaç, Ceviz, Kızılağaç	Gürgen, Adi ceviz, Çoruh meşesi, Yalancı akasya, Dişbudak, Şimşir
Basınç direnci düşük olan ağaçlar (< 35 MPa)	Basınç direnci orta düzeyde olan ağaçlar (35 – 55 MPa)	Basınç direnci yüksek olan ağaçlar (> 55 MPa)
Doğu ladini, Sahil çamı, Radiata çamı, Akkavak, Söğüt	Gök nar, Toros sediri, Kızılçam, Avrupa ladini, Akçaağaç, Kızılağaç, Kestane, Karakavak, Titrekkavak, Dişbudak	Karaçam, Sarıçam, Meşe, Kayın, Gürgen, Yalancı akasya, Karaağaç, Adi ceviz



Yapısal ahşap nedir?

Yapısal ahşap;



- Yük taşımak üzere üretilmiş
- Görünüş özelliklerine ve mekanik özelliklerine göre sınıflandırılmış

	1234/5678 (Producer Company) Logo	WPPA
BS 4978 EN 14081	DRY GRADED	GS C16



- Tasarıma esas karakteristik değerleri belirli



- Uluslararası akredite kurumlar tarafından sertifikasyonu yapılmış

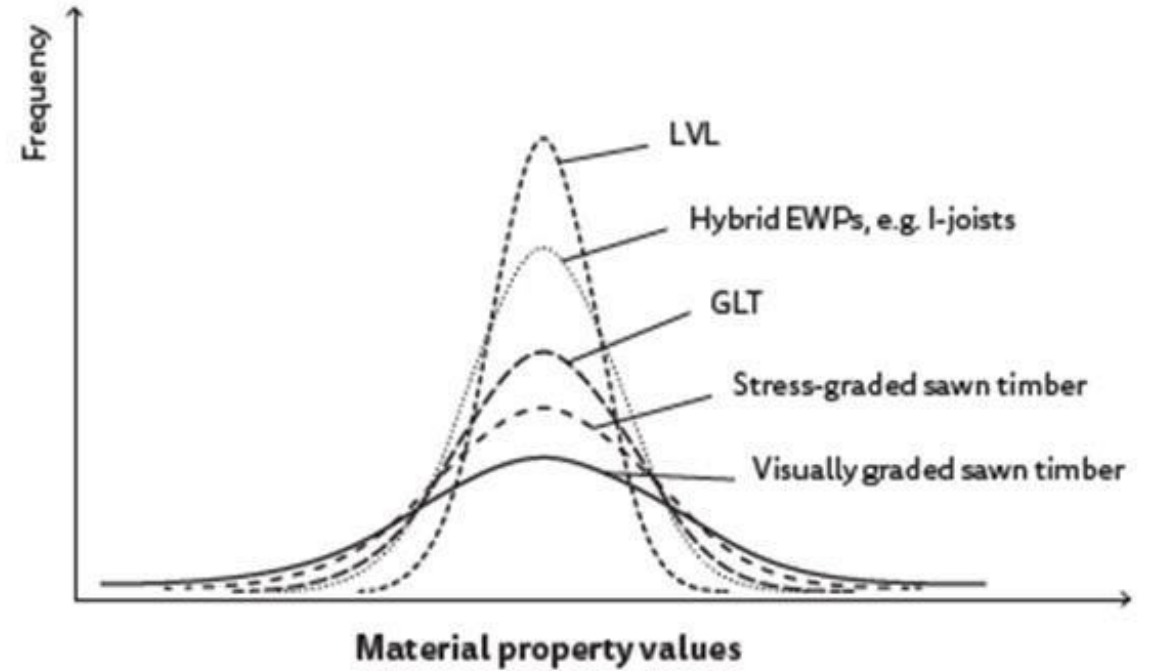


masif, lamine, kompozit ahşap ürünlerdir.

Yapısal ahşaptaki varyasyonu nasıl azaltabiliriz?



- ✓ Kullanım amacına uygun, doğru malzeme seçimi
- ✓ Uygun normlar ile kalite sınıflandırması ve sertifikasyon
 - ✓ Görünüş özelliklerine göre (görsel) sınıflandırma
 - ✓ Direnç sınıflandırması
- ✓ Amaca uygun teknik kurutma
- ✓ Mühendislik ürünü yapısal ahşap malzemeler (EWPs)





Kullanım amacına uygun doğru malzeme seçimi

Ahşap için kullanım/tehlike sınıfları sınıfları (TS EN 335- 1)

- Kapalı ortamda kullanılan nem ve açık hava etkisine maruz kalmayan
- Kapalı ortamda açık hava etkisine maruz kalmayan, ancak zaman zaman kalıcı

olmayan yüksek bağıl nem koşullarına maruz kalan

Klas 3

- Açık havada toprakla temas etmeyen, sürekli açık hava koşullarına ya da açık havadan korunmuş olsa bile yüksek neme maruz kalan

Klas 4

- Toprakla ya da tatlı su ile temas halinde olan, kalıcı ıslaklığa maruz kalan

Klas 5

- Tuzlu suya maruz kalan

Kullanım yeri tehlike sınıfları (TS EN 335-2)

- Ahşabın bütün kullanım süresince herhangi bir kısmında en çok %20 rutubet miktarına

sahip olabilir. Mantar tahribatı riski yoktur. Bununla birlikte ahşap oyucu böcekler ve

termitlerin zarar verme ihtimali vardır

- Ahşabın, rutubet muhtevası elemanın tamamında veya bir bölümünde ara sıra %20'nin

Klas 2

üzerine çıkabilir. Mantar zararı riski vardır. Ahşap oyucu böcekler ve termitlerin zarar verme

ihtimali vardır

- Ahşabın sıklıkla %20'nin üzerinde bir rutubet muhtevasına sahip olması beklenir. Bu



durum ahşabın sıklıkla ahşap oyucu mantarın zararına maruz kalmasına imkân verir. Ahşap oyucu böcekler ve termitlerin zarar verme ihtimali vardır • Ahşap sürekli olarak %20'nin üzerinde bir rutubet muhtevasına sahiptir ve ahşap tahrip

edici mantarın zararına açıktır. Ahşap oyucu böcekler ve termitlerin zarar verme ihtimali vardır • Ahşap sürekli olarak %20'nin üzerinde bir rutubet muhtevasına sahiptir. Esas problem,

omurgasız deniz canlılarının vereceği zararlardır. Su üstü bölümlerde termit riski mevcuttur.

Kullanım sınıfı	Genel kullanım durumu ^a	Kullanımda ıslanmaya maruz kalma durumu	Biyolojik zararlıların ortaya çıkması ^a			
			Mantar	Kanatlı böcekler	Böcekler	Deniz oyucuları
1	Dâhilî, korunaklı	Kuru Azamî % 20	-	U	L	-
2	Dâhilî veya korunaklı	Ara sıra > % 20	U ^c	U	L	-
3	3.1 Dış ortam, zeminden yukarda, korunaklı	Ara sıra > % 20	U ^c	U	L	-
	3.2 Dış ortam, zeminden yukarda, korunaksız	Sık sık > % 20	U ^c	U	L	-
4	4.1 Dış ortam, toprak ve/veya tatlı su içinde	Ağırlıklı olarak veya sürekli > % 20	U ^d	U	L	-
	4.2 Dış ortam, toprak ve/veya tatlı su içinde	Sürekli > % 20	U ^d	U	L	-
5	Tuzlu suda	Sürekli > % 20	U ^d	U ^e	L ^e	U

U = Avrupa'nın ve Avrupa'nın denizaşırı topraklarında mevcuttur.

L = Avrupa'nın ve Avrupa'nın denizaşırı topraklarında bazı bölgelerde mevcuttur.

a Maruz kalma yalnızca lokal olarak önemli olması ve hedeflenen tarif ihtiyacı nedenlerinden dolayı, biyolojik zararlıların alt sınıflara ayrılması lokal olarak mümkündür.

b Belirli durumlar ve coğrafi bölgelere göre tahribat riski önemsiz olabilir.

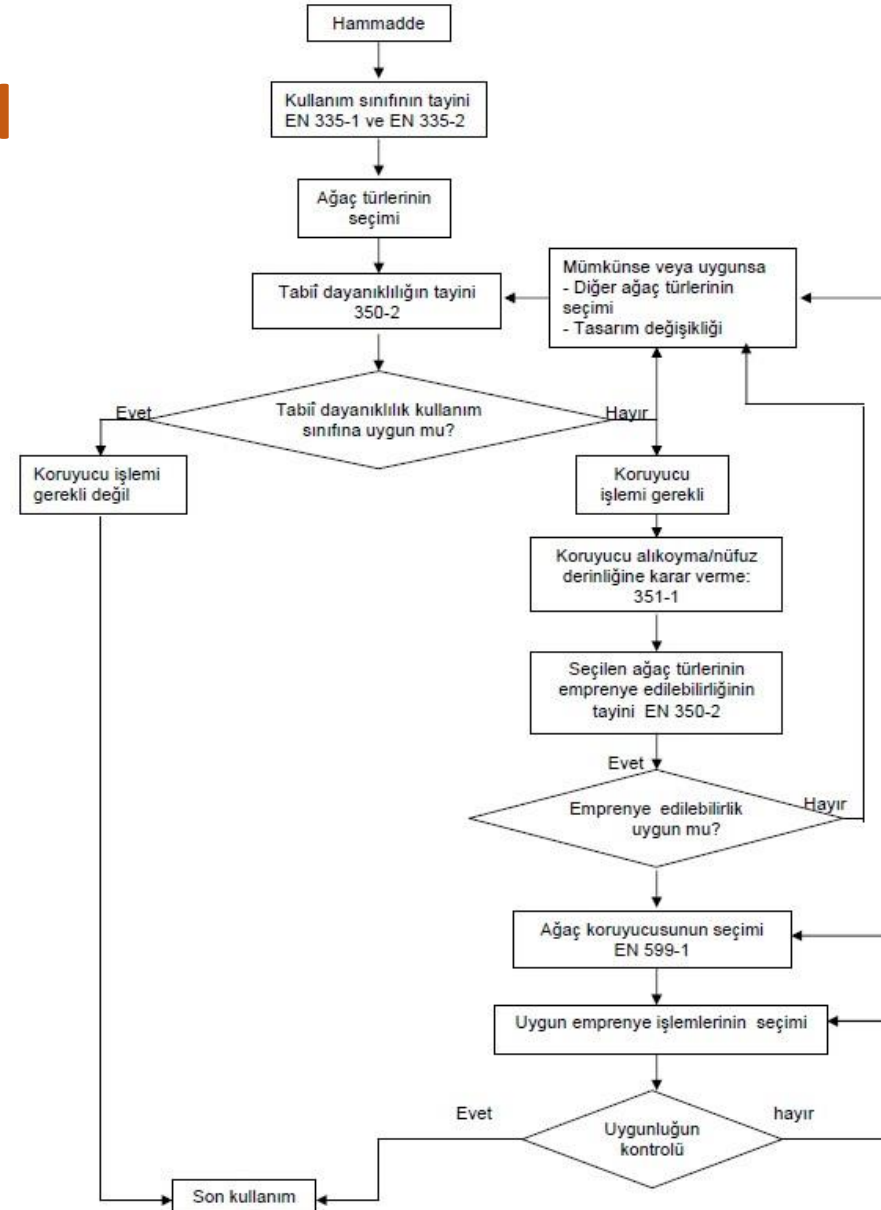
c Şekil bozucu + çürüklük mantarı.

d Şekil bozucu + çürüklük + yumuşak çürüklük mantarı.

e Belli elemanların su üzerindeki bölümleri, termitleri de içeren ahşap tahrip edici böceklerle maruz kalabilir.

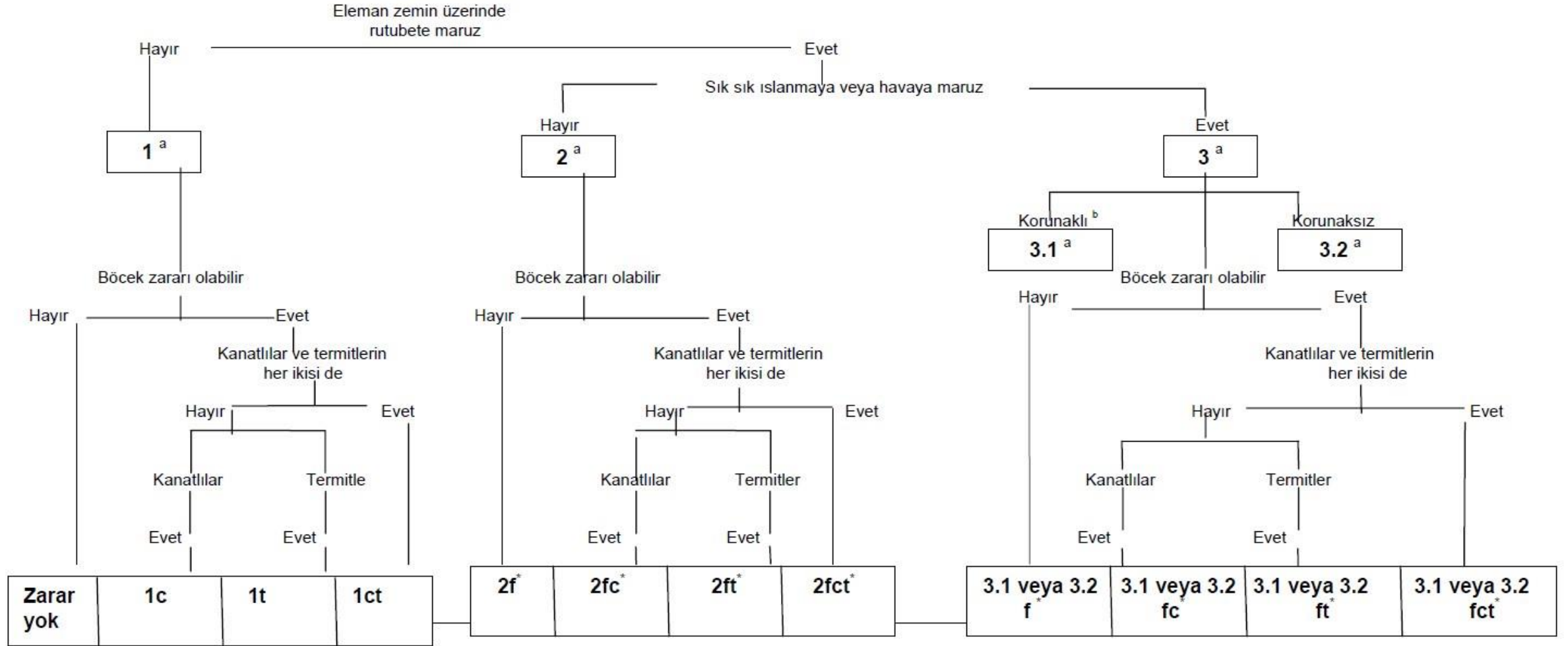
Tehlike sınıfı

İşlem şeması





Tehlike sınıfı belirleme şeması (Toprak üstü)



f = mantarlar; c = Kanatlılar; t = Termitler

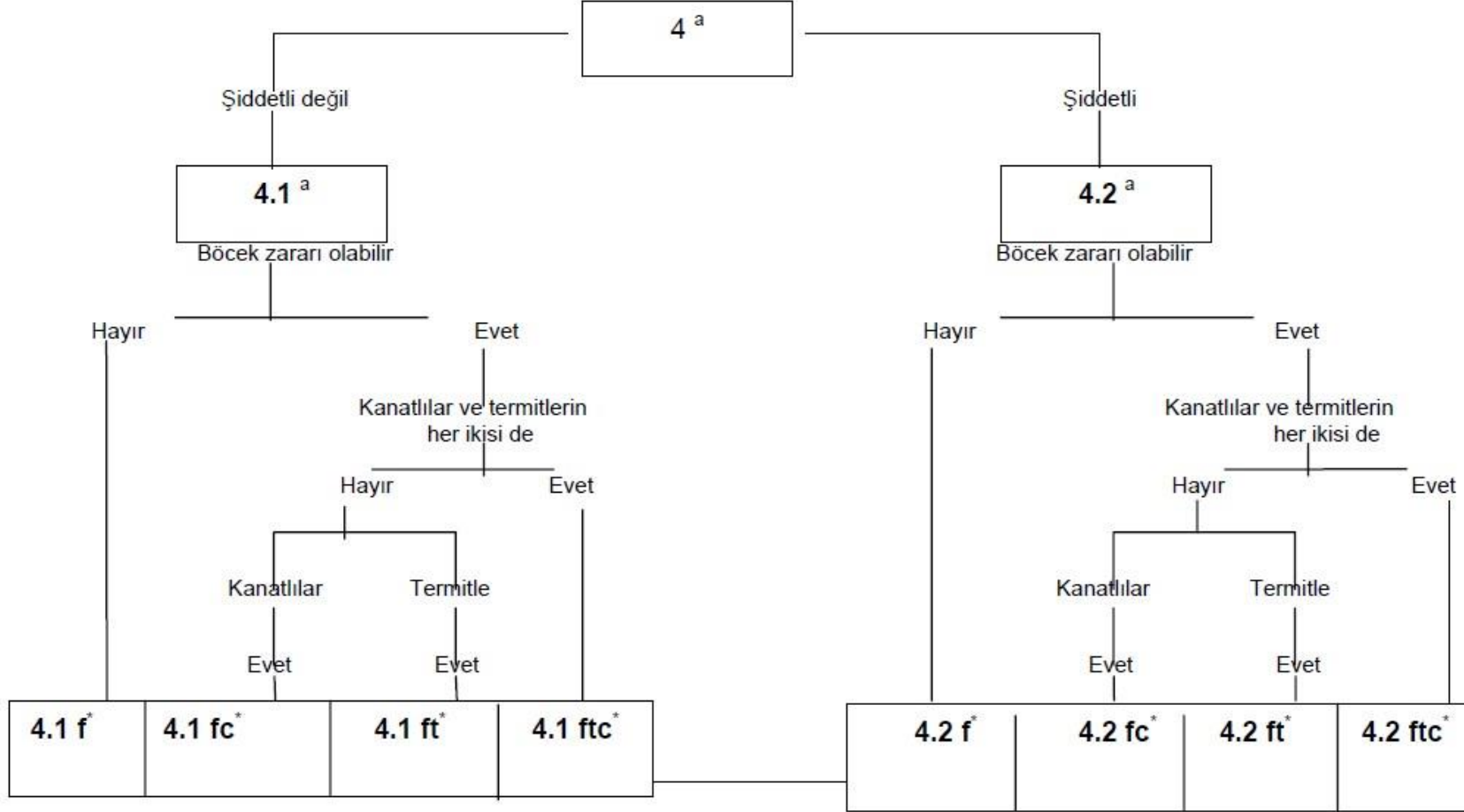
Bütün kanatlılara (c) veya münferit böcek türlerine (Anobium, Hylotrupes veya Lyctus) karşı koruma önlemi belirlenebilir.

* Kullanım sırasındaki mavi renklenmeye ve f'nin (mantar) uygulandığı durumlarda bir opsiyon olarak küflere karşı da koruma önlemi belirlenebilir.

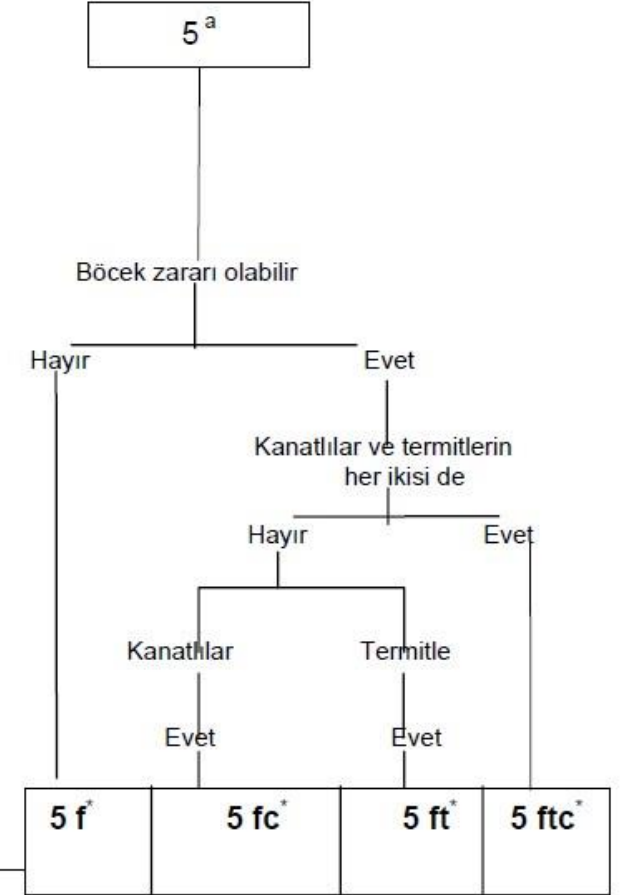
a 1-2-3 kullanım sınıflarını temsil eder; 3.1 ve 3.2 Ortamın sertliğine bağlı olarak (iklim veya kurulum) kullanım durumlarını temsil eder.

b Madde 3.1

Eleman toprak içinde ve/veya tatlı suyla temasta



Deniz suyu içindeki eleman



f = mantarlar; c = Kanatlılar; t = Termitler

Bütün kanatlılara (c) veya münferit böcek türlerine (Anobium, Hylotrupes veya Lyctus) karşı koruma önlemi belirlenebilir.

* Kullanım sırasındaki mavi renklene ve f' nin (mantar) uygulandığı durumlarda bir opsiyon olarak küflere karşı da koruma önlemi belirlenebilir

a 4 ve 5 kullanım sınıflarını temsil eder; 4.1 – 4.2 kullanım durumlarını temsil eder.

su)



Yapısal ahşabın sınıflandırılması

Görsel sınıflandırma; görünür özelliklerinkusurların tespiti ve ölçülmesine dayanan sınıflandırmadır

Direnç sınıflandırması; karakteristik direnç değerlerine göre yapılan sınıflandırmadır (EN 338)

- Boyutlar ve toleranslar
- Direnç azaltan özellikler
- Rutubet
- Budaklar
- Yıllık halka genişliği-Büyüme hızı
- Lif kıvrıklığı
- Çatlaklar
- Çürük-kovuk
- Böcek zararı
- Yoğunluk
- Diğer özellikler
- Sulama
- Renklenme
- Eğrilik
- Burukluk
- Oluklaşma

Characteristic property		Strength class		
		C18	C24	C30
Strength properties (MPa), 5%-percentile				
Bending strength	$f_{m,k}$	18	24	30
Tension strength, parallel to the grain	$f_{t,0,k}$	11	14	18
Tension strength, perpendicular to the grain	$f_{t,90,k}$	0,3	0,4	0,4
Compression strength, parallel to the grain	$f_{c,0,k}$	18	21	23
Compression strength, perpendicular to the grain	$f_{c,90,k}$	4,8	5,3	5,7
Shear strength	$f_{v,k}$	2,0	2,5	3,0
Stiffness properties (MPa)				
MoE parallel to the grain, mean value	$E_{0,mean}$	9 000	11 000	12 000
MoE parallel to the grain, 5%-percentile	$E_{0,05}$	6 000	7 400	8 000
MoE, perpendicular to the grain, mean value	$E_{90,mean}$	300	370	400
Shear modulus, mean value	G_{mean}	560	690	750
Density (kg/m³)				
Density, 5%-percentile	$\rho_{12,k}$	320	350	380
Density, mean value	$\rho_{12,mean}$	380	420	460



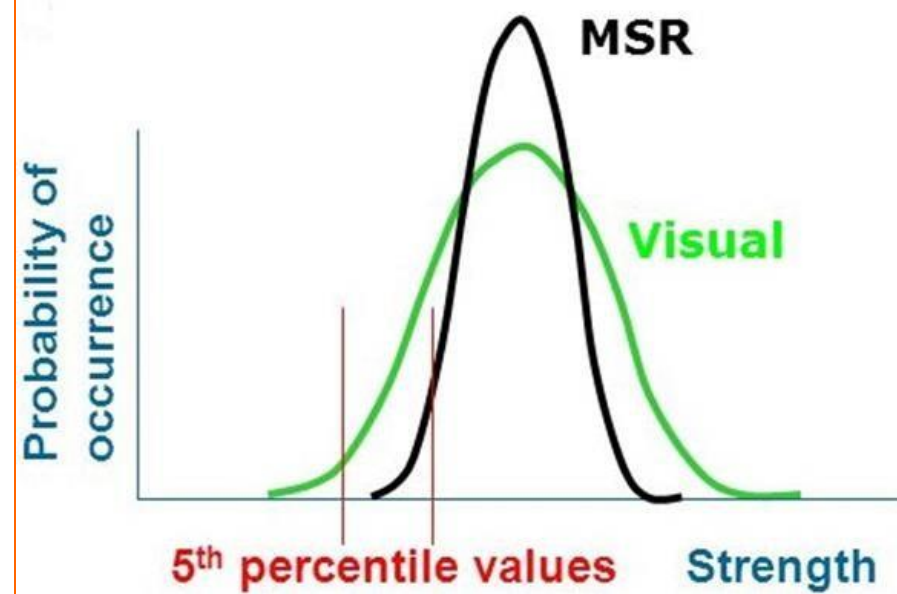
Yapısal ahşabın sınıflandırılması-standartlar

Görsel sınıflandırma; görünür özelliklerinkusurların tespiti ve ölçülmesine dayanan sınıflandırmadır

Direnç sınıflandırması; karakteristik direnç değerlerine göre yapılan sınıflandırmadır (EN 338)

Yapısal ahşabın sınıflandırılması

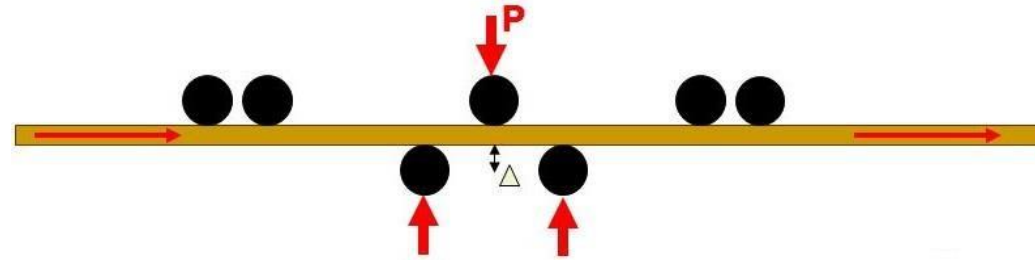
- TS 1265
- BS 4978
- DIN 4074
- TS EN 1912
- TS EN 336
- TS EN 844- 7, 9, 10
- TS EN 1310
- TS EN 13183-2
- TS EN 14081-1



- TS EN 338
- TS EN 384
- TS EN 408
- TS EN 14081- 2, 3, 4

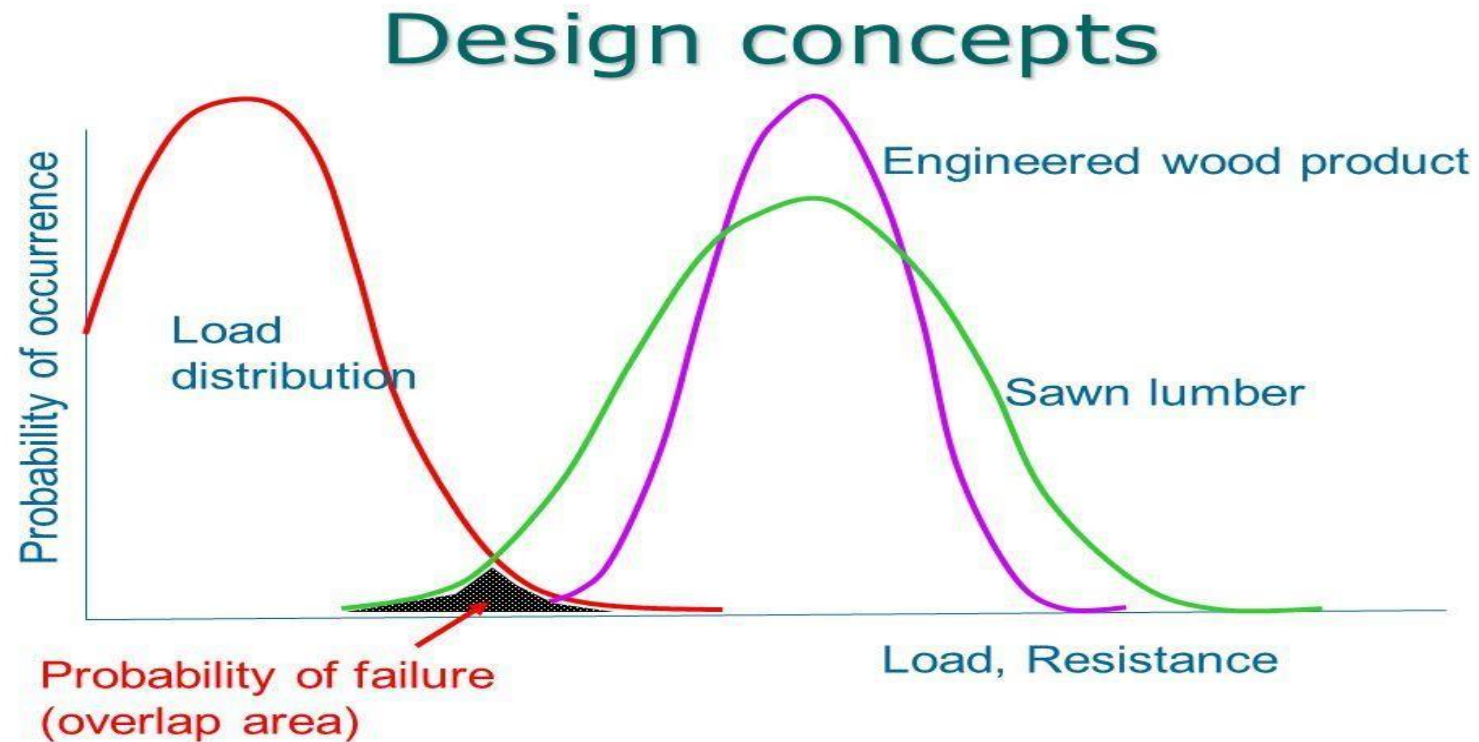
Direnç sınıflandırması için yöntemler

- Tahribatlı statik testler;
 - Küçük kusursuz örnekler üzerinde yapılan tahribatlı testler
 - Yapısal boyutta örnekler üzerinde yapılan tahribatlı testler
- Tahribatsız statik testler;
 - Ön yükleme testleri
 - Statik elastikiyet modülü
- Tahribatsız dinamik testler;
 - Vibrasyon yöntemleri
 - Stres dalga yöntemleri



Yapısal ahşabın sınıflandırılması

Karakteristik değer





Yapısal ahşabın sınıflandırılması

		Softwood species												Hardwood species							
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50	D18	D24	D30	D35	D40	D50	D60	D70
Strength properties (in N/mm ²)																					
Bending	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50	18	24	30	35	40	50	60	70
Tension parallel	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30	11	14	18	21	24	30	36	42
Tension perpendicular	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Compression parallel	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29	18	21	23	25	26	29	32	34
Compression perpendicular	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	7,5	7,8	8,0	8,1	8,3	9,3	10,5	13,5
Shear	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0
Stiffness properties (in kN/mm ²)																					
Mean modulus of elasticity parallel	$E_{0,mean}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16	9,5	10	11	12	13	14	17	20
5 % modulus of elasticity parallel	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7	8	8,5	9,2	10,1	10,9	11,8	14,3	16,8
Mean modulus of elasticity perpendicular	$E_{90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	0,63	0,67	0,73	0,80	0,86	0,93	1,13	1,33
Mean shear modulus	G_{mean}	0,44	0,5	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00	0,59	0,62	0,69	0,75	0,81	0,88	1,06	1,25
Density (in kg/m ³)																					
Density	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460	475	485	530	540	550	620	700	900
Mean density	ρ_{mean}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550	570	580	640	650	660	750	840	1080
NOTE 1 Values given above for tension strength, compression strength, shear strength, 5 % modulus of elasticity, mean modulus of elasticity perpendicular to grain and mean shear modulus, have been calculated using the equations given in Annex A.																					
NOTE 2 The tabulated properties are compatible with timber at a moisture content consistent with a temperature of 20 °C and a relative humidity of 65 %.																					
NOTE 3 Timber conforming to classes C45 and C50 may not be readily available.																					
NOTE 4 Characteristic values for shear strength are given for timber without fissures, according to EN 408. The effect of fissures should be covered in design codes.																					

Glulam strength class		GL 24h	GL 28h	GL 32h	GL 36h
Bending strength	$f_{m,g,k}$	24	28	32	36
Tension strength	$f_{t,0,g,k}$	16,5	19,5	22,5	26
	$f_{t,90,g,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6
Compression strength	$f_{c,0,g,k}$	24	26,5	29	31
	$f_{c,90,g,k}$	2,7	3,0	3,3	3,6
Shear strength	$f_{v,g,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3
Modulus of elasticity	$E_{0,g,mean}$	11 600	12 600	13 700	14 700
	$E_{0,g,05}$	9 400	10 200	11 100	11 900
	$E_{90,g,mean}$	390	420	460	490
Shear modulus	$G_{g,mean}$	720	780	850	910
Density	$\rho_{g,k}$	380	410	430	450

Glulam strength class		GL 24c	GL 28c	GL 32c	GL 36c
Bending strength	$f_{m,g,k}$	24	28	32	36
Tension strength	$f_{t,0,g,k}$	14	16,5	19,5	22,5
	$f_{t,90,g,k}$	0,35	0,4	0,45	0,5
Compression strength	$f_{c,0,g,k}$	21	24	26,5	29
	$f_{c,90,g,k}$	2,4	2,7	3,0	3,3
Shear strength	$f_{v,k,g}$	2,2	2,7	3,2	3,8
Modulus of elasticity	$E_{0,g,mean}$	11 600	12 600	13 700	14 700
	$E_{0,g,05}$	9 400	10 200	11 100	11 900
	$E_{90,g,mean}$	320	390	420	460
Shear modulus	$G_{g,mean}$	590	720	780	850
Density	$\rho_{g,k}$	350	380	410	430

Mühendislik ürünü yapısal ahşap malzemeler

Mühendislik ürünü yapısal ahşap ürünler (EWP)

- ✓ Direnç azaltan kusurlardan arındırılmış
- ✓ İyi kurutulmuş
- ✓ Rutubetten etkilenmesi sınırlandırılmış
- ✓ Anizotropi etkisi azaltılmış
- ✓ Boyutsal stabilite sağlanmış
- ✓ Yüksek yük taşıma kapasitesi sağlanmış
- ✓ Teknolojik özelliklerindeki değişkenlikler minimize edilmiş
- ✓ İyi bir şekilde standardize edilmiş
- ✓ Ağır konstrüksiyonlarda kullanılabilen
- ✓ Sınırsız boyut seçeneği sunan
- ✓ İstenen formda üretilebilen
- ✓ Yüksek katma değer sağlanmış

yapısal malzemelerdir.



Mühendislik ürünü yapısal ahşap malzemeler



Konttrplak



OSB- Oriented Strand Board



Glulam- Glued laminated timber



Hibrid I-Kirişler



CLT- Cross Laminated Timber



LVL- Laminated Veneer Lumber



PSL- Parallel Strand Lumber (l/h = 300)



LSL- Laminated Strand Lumber (l/h = 150)



OSL- Oriented Strand Lumber (l/h = 75)

HOCAMIZ

Prof.Dr. Türker DüNDAR a

TEŞEKKÜR EDERİZ

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Orman
Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölüm
Başkan



**WOOD
IS
GOOD**

