

BÖLÜM -1

MALZEME BİLGİSİ

İçindekiler

1.1-Birim Sistemler

1.3-Genel Bilgiler ve Kabuller

1.3- Üst Yapı Malzemeler

a- Betonarme Malzemesi

b- Çelik Malzemesi

c- Ahşap Mal-

zemesi

d- Birleştirme Malzemesi

1.4- Alt yapı (Zemin) Malzemesi

GÖSTERİMLER

b	:kesit genişliği
f_{ck}	:betonun karakteristik basınç dayanımı
f_{ctk}	:betonun karakteristik çekme dayanımı
f_{yk}	:
g	:yer çekim ivmesi
h	:kesit yüksekliği
m	:cismin kütlesi
x,y,z	:global koordinatlar
A	:cismin kesit alanı
C_u	:zeminin üniformluk katsayısı
C_c	:
D_{60}	:zeminin dane çapı
D_r	:zeminin sıklık oranı
DT	:sıcaklık farkı
E	:malzemenin elastisite modülü
G	:malzeme kayma modülü
G	:zeminin özgül ağırlığı
G_y	:ahşabın yaş ağırlığı
G_k	:ahşabın kuru ağırlığı
L	:elaman uzunluk
P	:eksenel normal kuvvet
R	:ahşapta nem oranı
V	:hacim
W	:ağırlık
ν	:malzemenin Poisson oranı
γ	:malzemenin birim hacim ağırlığı
σ	: normal geril-
me	
τ	:kayma Gerilmesi
α_t	:ısı genleşme katsayısı
ρ	:yoğunluk
Ψ	

1.1 Birim Sistemleri

Mühendislikte yapılan hesaplar ve tasarımda belli bir ölçüye dayanarak bir sınırlama getirilmiştir. Dayanım sınırlaması, boy değişimi sınırlaması ve boyut sınırlaması gibi. Bu nedenle yapılan sistem tasarımlarında hangi ölçüğü ne şekilde kullanmamızı bilmemiz gerekir. Aynı zamanda Uluslar arası kaynaklardan yararlandığımızdan dolayı farklı ölçü sistemleriyle karşılaşmaktayız. Bu bölümde ölçülerin tanımları ve dönüşümleri kısaca anlatılmıştır.

Yazılı tarihle başlayan ölçme teknikleri içinde ilk uzunluk standardı, parmak kalınlığı, el genişliği, karış, ayak gibi orta boyuttaki bir insanın vücudundaki parça veya mesafelerden yola çıkılarak oluşturulmuştur. Birimin adı da Yunanca *Metron*dan alınan *Metre* olarak kabul edilmiştir. **Uluslararası Birim Sistemi** ya da **Uluslararası Ölçüm Sistemi** ise **Fransızca ismi** *Système international d'unités*, cümlesinin ilk harfleri olan SI ismini almıştır. Bu sistem fen ve teknolojiye kullanmak üzere önerilmiştir. [SI Birim Sistemi](#)'nin genel kabulü, teknik iletişimi kolaylaştırmaya yöneliktir. [MKS](#) birim sistemiyle doğrudan ilgilidir. SI sisteminin en pratik özelliklerinden biri ondalık bir sistem oluşudur. Birimin büyüklüğü 10 sayısının pozitif veya negatif tam sayı kuvvetlerini temsil eden çeşitli önekler kullanılarak değiştirilebilmekte yani, yeni birimler üretilebilmektedir.

Yazım stili

- Bir şahıs adından türetilmişler dışındaki semboller küçük harfle yazılır. Örneğin basınç birimi [Pascal](#)'a atfen verilmiştir, dolayısıyla onun sembolü "Pa" olarak yazılır, ama sembolün kendi "pascal" olarak yazılır.
- Sembollere, eğer cümle sonunda değilse, nokta konmaz (örneğin, "kg." değil "kg").
- Sayı ile sembol arasında bir boşluk konmalıdır (örneğin "2,21 kg" veya "22 °C"). Bu kuralın istisnaları düzlemsel açılar için kullanılan derece, dakika ve saniye sembolleridir (°, ' ve ") , bunlar sayıdan hemen sonra konur.
- Birden fazla birimden oluşmuş semboller birbirlerine ya bir orta nokta (·) ya da bir boşlukla bağlanır (örneğin, N m veya N·m).

Tablo 1.1 Bazı SI Birim Sistemleri için özel isimler ve semboller

Fiziksel Nicelik	SI Biriminin Adı	SI Birimi için Sembol	SI Biriminin Tanımı	US Biriminin Adı	US Biriminin sembol
Kuvvet	newton	N	kg.m/s²	pound	lb
Basınç	pascal	Pa	N/m ² = kg m ⁻¹ s ⁻²		
Uzunluk	metre	m	M	feet	ft
Kütle	kilogram	kg	Kg	slug	
Ağırlık (W=mg)	newton	N	kg m s ⁻²		

C.G.S **Birim sistemleri** ve **M.K.S Birim Sistemlerinin** Temel Birimleri olarak cm-g-s ve m-kg-s, sistemleri olup, her alanın büyüklüklerinin ölçümleri için kafi gelmedi, ve her alana tatbik edilen yeni Temel Birimler tesbit edildi. Böylece Uluslararası **Birim Sistemi** SI'ye geçildi. Bu yeni **birim sistemi** ile ilgi ve bağlantısı olduğu için C.G.S ve **M.K.S birim** sistemleri tamamen ortadan kalkmadı ve çok kullanılması bile onların da geçerliliği devam etti ve birbirlerine olan eşdeğerlikleri verildi.

Birimler arasındaki dönüşümde $F=ma$ bağıntısı temel alınmıştır.

Örneğin kütle için U.S. sisteminde hesabı: Kütle, m , parçacığın ağırlığı $W=10$ lb ve yeryüzünde ivmesi $g=32.2$ ft/sec² ise, kütle:

$$m = \frac{W}{g} = \frac{10}{32.2} \text{ slugs}$$

Tablo 1-2 : birim dönüşümleri

	SI		US			
Uzunluk	1m	39.37 inç	3.281 foot	1 lb	=	4.4482 N
Kuvvet	N, kg.m/s ²		pound (lb)	1 slug	=	14.5938 kg
Kütle	1kg	35.27 ons	2.205 slug(lb.s ² /ft)	1 ft	=	0.3048 m
Ağırlık ,W=mg	N, g=9.81m/s ²		pound, g=32.2ft/s ²	1 ft	=	12 in
				1 mile	=	5,280 ft
				1 kip	=	1,000 lb
				1 ton	=	2,000 lb

Örnek:

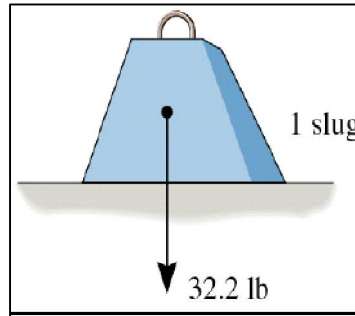
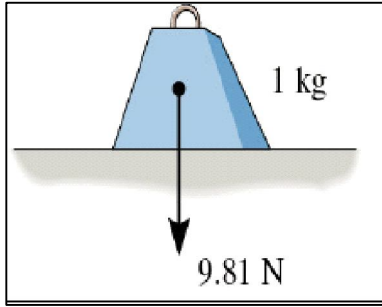
$$1\text{MPa}=1\text{N/mm}^2=10\text{kg/cm}^2$$

$$1\text{kN/m}^2=10\text{kg/m}^2$$

$$1\text{kPa} = 1\text{ kN/m}^2$$

$$1\text{ N} = (1\text{ kg}) (1\text{ m/s}^2)$$

$$1\text{ lb} = (1\text{ slug}) (1\text{ ft/sec}^2)$$



Şekil 1.1. SI ve U.S. Birim Sisteminde Ağırlıklar

Bilgisayar Programı

Uzunluklar

1

List1

List2

Ağırlıklar

1

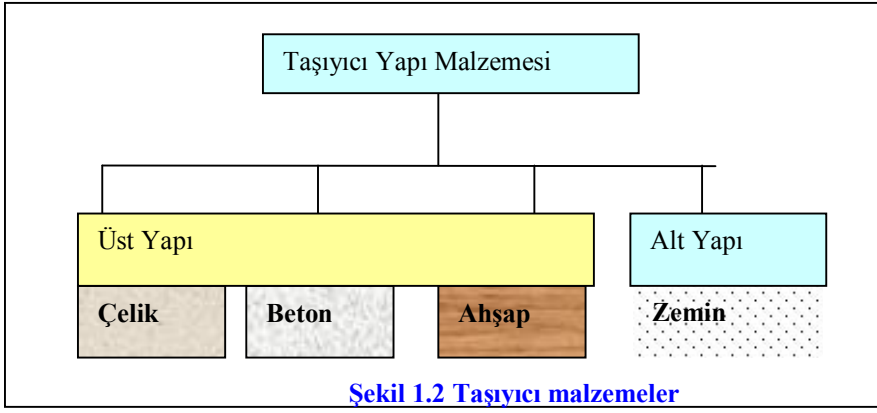
List3

List4

1.2-Genel Bilgiler ve Kabuller

İnşaat mühendisliğinde kullanılan taşıyıcı malzemeler, genellikle **beton, çelik, ahşap** ve **zemindir**. Bunlardan beton, çelik ve ahşap malzemeleri üst yapı malzemeler olup yapının iskeletini oluşturmaktadır. Zemin malzemesi ise bu yapının ayakta durmasını sağlayan mesnettir. Dolayısıyla bu malzemelerin taşıma özelliklerini, inşaat mühendisleri olarak iyi bilmemiz gerekir. Zaten mevcut bir yapı incelendiğinde, önce yapıya ait bu temel malzemeler inceleniyor, daha sonra bu malzeme değerlerine göre yapının performansı çeşitli hesap yöntemleriyle belirleniyor.

Üst yapı malzemeleri sonlu ve genellikle şekil verilebilen malzemelerdir. Oysa zemin malzemesi sonsuz ifade edebileceğimiz ve genellikle şekil verilmeyen bir malzemedir. Diğer malzemelere göre yapısı daha karmaşık ve değişkendir. Diğer bir deyişle üst yapı malzemelerinin mukavemetini artırmak, zemin malzemesinin mukavemet değerlerini artırmaya göre daha kolaydır.



Mühendislik hesapları yapılırken de üst yapı ile zeminin etkileşimi genellikle yaklaşık olarak göz önüne alınmaktadır. Zemin sonsuz bölge olduğu için hesaplarda sonlu bir bölge alınır, bu sonlu bölgenin büyüklüğüne göre hesabın hassasiyeti değişebilir.

Bir yapı oluşturulurken, taşıyıcı olmayan, kaplama ve dolgu malzemelerinin seçimi de inşaat mühendisliği açısından önemlidir. Bu malzemeler genelde dolgu ve konstrüktif malzemeler olmakla beraber, hafifliği ve yangına karşı dayanıklılığı gibi özellikleri de dikkate alınmalıdır.

Yapı malzemesi olarak kullanılan malzemelerin mukavemet özelliklerinin belirlenmesinde homojen ve izotrop kabul edilen malzemedeki, Malzemenin **Elastisite Modülü, Poisson Oranı, Kayma Modülü, mukavemet değerleri**, çekme, basınç ve kayma dayanımları

Tablo 1.3 Bu dört ana malzeme için bazı temel özellikleri

Sembol	Beton (C20)	Çelik (S220a)	Ahşap (Çam)	Zemin (Z1)
f_{ck} (MPa)	25	220	24	
f_{ctk} (MPa)	1.8	220	14	-----
E	30 000	200 000	11 000	20
ν	0.2	0.3		0.30
γ (kN/	25	78.5		18
α_t (1/C)	10^{-5}	$1.2 \cdot 10^{-5}$		

Lineer elastik teoride katı mekaniği için bazı temel kabuller .Malzemeler davranışları açısından incelendiklerinde ise aşağıdaki şekilde sınıflandırma, tanımlar ve kabuller yapılabilir.

a) Düktil Malzeme

Kopmadan önce çok büyük şekil değiştirmeler yapar, tamamen göçüncüye kadar yük taşıyabilen ve basınç ile çekme özellikleri birbirlerine yakın olan malzemedir.. Örnek olarak, yapı çeliği, alüminyum, nikel, naylon olarak sayılabilir.

b) Gevrek Malzeme

Akma sınırları yoktur ve kopmadan önce büyük bir uzama göstermezler. Basınç ve çekme altındaki davranışları bir birlerinden çok farklı olan bu malzemeler, orantılık sınırları aşıldıktan hemen sonra ufak bir uzama yaparlarsa göçerler. Çekme ve kopma mukavemetleri aynıdır. Örnek olarak beton, taş, dökme demir, cam, seramik gibi malzemelerdir.

c)Plastik Malzeme

Bunların elastik özellikleri hemen hemen hiç yoktur. Örnek olarak kurşun verilebilir

d) Süreklilik: Şekil değiştirebilen cisim süreklidir. Uzayda yer kaplayan cisim tamamen bir madde ile doludur (içinde boşluk yoktur)

e) Lineer elastik malzeme:Malzemedeki Hooke kanunları geçerlidir.

E :malzemenin elastisite modülü

σ :normal gerilme, τ : kayma Gerilmesi

$$\tau = \gamma G \quad \sigma = \varepsilon E$$

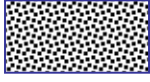
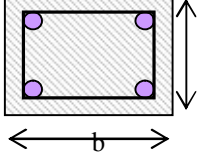
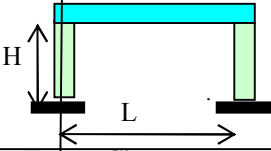
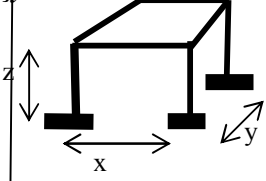
f) Homojen izotrop malzeme: Cismin elastik özellikleri noktadan noktaya göre değişmez. Malzeme özellikleri bütün yönlerde aynıdır.

g) Küçük şekil değiştirmeler: Cisim küçük şekil değiştirmeler $\sigma_z = \varepsilon_z E$ yapar,
Yer değiştirmeler küçük olmalı, Şekil değiştirmeler küçük $\sigma_x = \varepsilon_x E$
 $\sigma_y = \varepsilon_y E$

h) Monoklinik malzeme: Bir malzemedeki bir düzleme göre malzeme simetrisi var ise böyle malzemeye *monoklinik* malzeme adı verilir.

i) Ortotropik malzeme: Birbirine dik üç düzleme göre malzeme simetrisi olan malzemelere *ortogonalli anizotropik* kelimelerinin kısaltılmışı olan *ortotropik* malzeme adı verilir. Teknikte çok kullanılan; ahşap, lifli kompozit malzeme, haddeden geçirilmiş malzemeler ortotropik malzemelerdir.

J) İzotropik malzeme: Bu malzemedeki malzemenin her doğrultuda elastik özellikler aynıdır. Bu malzeme iki sabit ile belirlenir. (E ve ν)

Aşama	Özellik	Örnek
1 <i>Yapı Malzemesi</i> 	Malzemeye şekil verilir	Ahşap, çelik, betonarme, zemin
2 <i>Taşıyıcı Eleman Kesiti</i> 	Taşıyıcı eleman oluşturulur	Dikdörtgen, Dairesel, Hal-ka, Kutu
3 <i>Taşıyıcı Ele-</i> 	Taşıyıcı sistem oluşturulur	Kiriş, Kolon, Plak, Temel, Kabuk
4 <i>Taşıyıcı Sistem</i> 	Mühendislik yapısı oluşturulur.	Bina, köprü, istinat, sanayi, havuz, kompozit

Şekil 1.3 Taşıyıcı sistem aşamaları

Bu malzemeler işlenerek taşıyıcı sistem oluşturulması**İnşaat Mühendisliğinde Dört Ana Aşama**

İnşaat mühendisliğinde malzemenin işlenmesinden yapının kurulup yük taşımasına kadar 4 ana grup vardır. Dolayısıyla bir inşaat mühendisi bu 4 aşama hakkında bilgi ve beceri sahibi olması gerekir. Her aşamadaki işlemlerin çeşitli kombinasyonlarından bir taşıyıcı sistem üretilmektedir. Her kombinasyon için ilgili yönetmelik ve şartnamelerin iyi bilinmesi gerekmektedir.

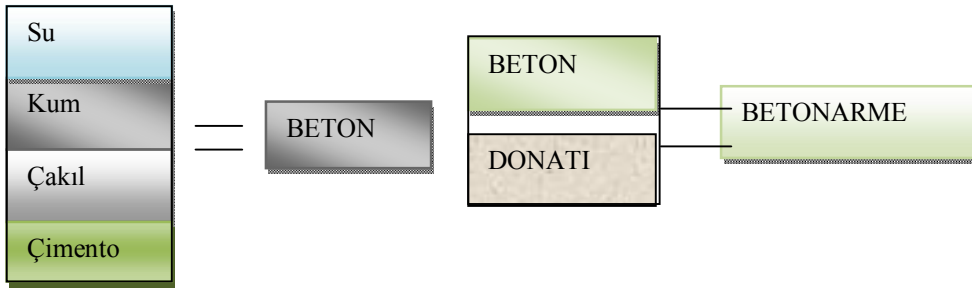
- 1- Aşama :Yapı malzemesi oluşturuluyor, malzemeye şekil veriliyor, örneğin beton malzemesi kum+ çakıl +çimento+ su nun uygun karışımıyla oluşturuluyor.
2. Aşama :Taşıyıcı eleman oluşturuluyor, kiriş kolon, plak gibi.
3. Aşama:Taşıyıcı sistem oluşturuluyor, çerçeve, kafes sistem
4. Aşama: Yapı oluşuyor. Bina, köprü, su deposu..

1.3-Üst Yapı Malzemeleri

a-Betonarme Malzemesi

Beton *kum-çakıl-çimento ve suyun* uygun oranlarda karıştırılması ile elde edilen bir yapı malzemesidir. Bu malzeme karışımının içine konulduğu kalıbın şeklini alan plastik bir malzemedir. Kalıba döküldükten sonra katılaştır zamanla dayanım kazanır. Betonun özellikleri karışımında kullanılan malzemelerin özelliklerine ve karışım oranına bağlıdır.

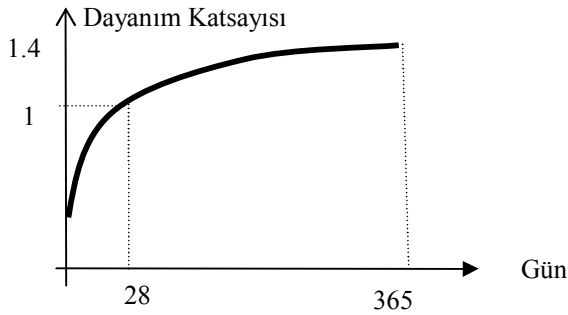
Betonun en önemli karakteristiği yüksek basınç dayanımı olmasıdır. Bu nedenle beton sınıflandırılması yapılırken basınç mukavemetine göre sınıflandırılır. Betonun basınç dayanımı zamana bağlı olarak artar. Bu olaya sertleşme denir. 28 günlük betonun dayanım katsayısı 1 alınarak betonun yaşına göre mukavemetler belirlenebilir.



Şekil 1.14 Betonarme malzemesinin bileşenleri

Beton malzemesinin oluşmasında en önemli malzemelerden olan çimento, yapının ve yapı çevresindeki durumun gereği olan koşullarda gerekli dayanımı sağlayan bağlayıcı malzemedir. Kum ve çakıl ise granülometrisinin beton niteliği üzerindeki önemli etkisi olan granülometrik bir malzemedir. Betonda kullanılacak agreganın en büyük dane büyüklüğü, kalıp genişliğine, döşeme kalınlığına, iki donatı çubuğu arasındaki uzaklığa uygun olacak şekilde seçilmelidir.

Betonda kullanılacak su, ilgili standartlara uygun olmalıdır. Karma suyu asit özelliği taşıyamalı ($\text{pH} \geq 7$ olmalı); zararlı etkisi olacak oranda karbonik asit, mangan bileşikler, amonyum tuzları, serbest klor, madensel yağlar, organik maddeler ve endüstri atıkları içermemelidir.

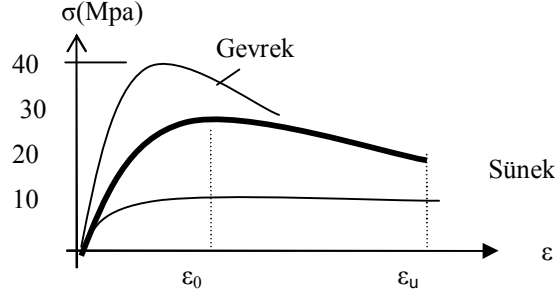


Şekil 1.15 Beton malzemesinin zamana bağlı dayanımı

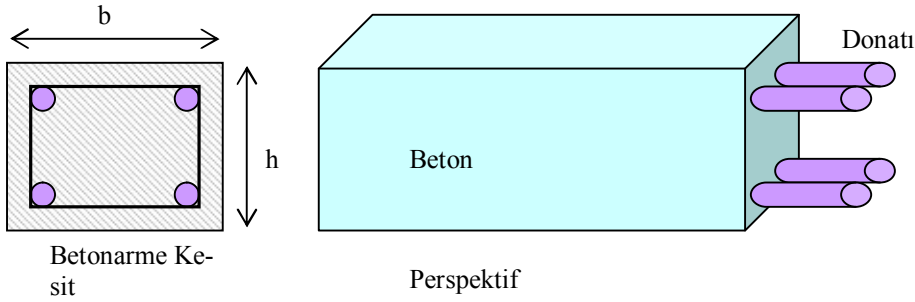
Tüm yönetmeliklerde 28 günlük dayanım standart dayanım olarak kabul edilir. Karakteristik basınç dayanımı ise deneylerden bulunan ve altına düşülme olasılığı %10 olan basınç dayanımı değeridir TS500/2000

ÖRNEK

C20 C:Concrete
 20: MPa olarak 28 günlük karakteristik silindir basınç dayanımıdır.
 $f_{ck}=20 \text{ N/mm}^2$



Şekil 1.17 Beton malzemesinde gevrek ve sünek malzemede gerilme-şekil



Şekil 1.18 Beton malzemesinde tipik kesit ve perspektif görünüşü

Betonarme ön gerilmeli, art gerilme, yerinde dökme, kolayca şekil verilebilen bir inşaat malzemesidir. Çekme dayanımı azdır, bunun için çekme kuvvetini içindeki donatı karşılamaktadır.

Betonarmede çekme dayanımı (TS500)

$$\sigma_{cekme} = 0.35 \sqrt{\text{silindirba sunçdaya } \text{ımi}} \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{cekme} = 1.10 \sqrt{\text{silindirbasunçdaya } \text{ımi}} \quad \text{kg/cm}^2$$

Betonarmede Elastisite modülü

$$E = 3250 \sqrt{\text{silindirbasunçdaya } \text{ımi}} + 14000 \quad \text{MPa}$$

$$E = 10270 \sqrt{\text{silindirbasunçdaya } \text{ımi}} + 140000 \quad \text{kg/cm}^2$$

ÖRNEK 1.4

C20 için

$$\sigma_{cekme} = 0.35 \sqrt{20} = 1.56 \quad \text{MPa}$$

$$E = 3250 \sqrt{20} + 14000 = 28534 \quad \text{MPa}$$

Beton Sınıfları ve Dayanımları (TS500)

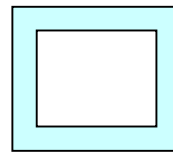
Beton Sınıfı	Karakteristik Basınç Dayanımı f_{ck} (MPa) (Silindir)	Eşdeğer Küp (150 mm) Basınç Dayanımı	f_{cd} (MPa) Hesap Dayanımı	Karakteristik Eksenel Çekme Dayanımı f_{ctk} (MPa)	28 Günlük Elastisite Modülü E_c (MPa)
C14	14		9.5		26150
C16	16	20	11	1.4	27000
C18	18	22		1.5	27500
C20	20	25	13	1.6	28000
C25	25	30	17	1.8	30000
C30	30	37	20	1.9	32000
C35	35	45	23	2.1	33000
C40	40	50	27	2.2	34000
C45	45	55	30	2.3	36000
C50	50	60	33		37000

$\gamma_{mc}=1.5$ Malzeme katsayılarıdır

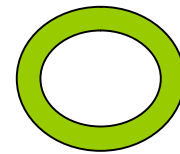
b-Çelik Malzemesi

İnşaat mühendisliğinde kullanılan çelik malzemesi genellikle şekil verilmiş malzemelerdir. Bu şekiller genellikle, kutu, daire, dolu kesitler, halka, T,U,I kesitli malzemelerdir. Çelik malzemesi tekrar kullanılabilme özelliğine sahip bir taşıyıcı sistem malzemesidir. Kalitesi açısından, paslanmaz, hasır çelik, profiller, betonarme demirleri

Genellikle statik yükleri taşıyan çelik yapı elemanları için hadde profiller tercih edilmelidir. Hadde profiller oksijen kaynağı veya pres bıçaklarla kesilirse, kesim yüzeylerindeki kusurlar mümkün olduğunca düzeltilmelidir. .



Kutu kesiti



Boru kesiti

I Kesit

U Kesit

L Kesit

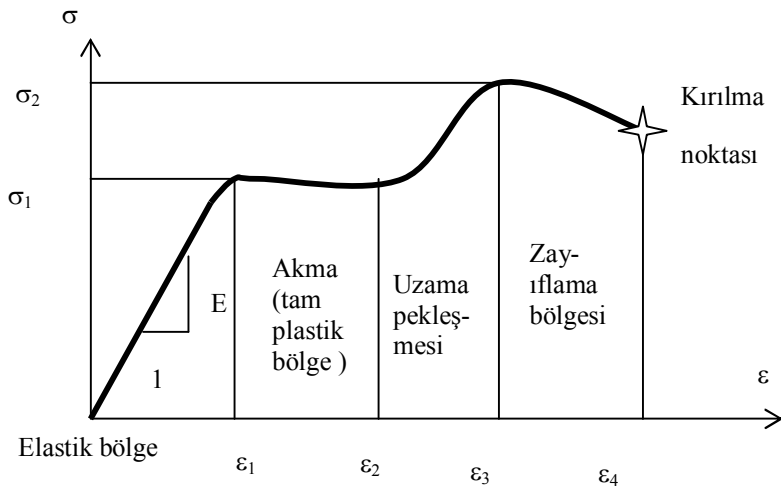
Şekil 1.16 Çelik malzemede tipik kesitler

Betonarme çeliği için

Mekanik Özellikler	Donatı Çubukları				Hasır Donatı	
	Doğal Sertlikte			Soğukta İşlem Görmüş		
	S220a	S420a	S500a	S420b	S500bs	S500bk
Minimum akma dayanımı f_{yk} (MPa)	220	420	500	420	500	500
Minimum kopma dayanımı f_{su} (MPa)	340	500	550	550	550	550
$f_c=32$	18	12	12	10	8	5
Minimum kopma uzaması es_u %						
Minimum kopma uzaması es_u %	18	10	10	10	8	5

TS648

Çeliğin Kısa Gösterimi	Akma Sınırı	Çekme Emniyet	Kayma	E	G
	Sd	Şçem	Tem		
	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
Fe 33	186	112	65	206182	79434
Fe 34	206	124	71		
Fe 37	235	141	82		
Fe 42	255	153	88		
Fe 46	284	171	99		
Fe 50	294	177	102		
Fe 52	353	212	122		
Fe 60	333	200	116		
Fe 70	363	218	126		

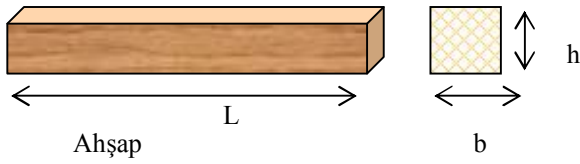


Şekil 1.17 Çelik malzemesinde gerilme-şekil değiştirme grafiği

c- Ahşap Malzemesi

Taşıyıcı olarak kullanılan malzemelerden en hafif olanlarından biridir. Şantiyeye taşınması kolay ve hızlıdır. Söküldükten sonra tekrar kullanılması mümkündür. Bunları yanında yangına karşı ve rutubete karşı zayıftır. Homojen bir malzeme değildir. Ahşabın iççik doğrultusundaki davranışı ile ona dik doğrultudaki davranışı farklı olduğundan malzeme özellikleri anizotropdur (doğrultuya bağlıdır) E_x farklı E_y dir x ve y yönündeki elastisite modülleri farklıdır.

	E(MPa) II	E(MPa) T	σ (MPa)
I. Sınıf Çam Sınıfı	10000	300	10
I. Sınıf Meşe kayın	12500	600	11



Şekil 1.18 Ahşap malzemesinde tipik kesit ve perspektif görünüş

Modern binalar için masif ahşap yapılar, uygulama alanları, ahşap kalıbı, Lamine ahşap (tabakalı ahşap malzemesi), OSB plaka, MDF, kalas ve tahta ürünler, Masif ahşap parke, ahşap kazıklar, ahşap döşemeler

Bunlardan Ladin,Göknar,Çam, Karaçam(Avrupa Melezi),Duglas Göknarı olarak sıralanabilirler. Bu malzemelerin mekanik özellikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir

Birimler N/mm² DIN 1052

Cinsi	Ladin	Göknar	Çam	Karaçam	Duglas	Kayın	meşe
Sınıfı	C16	C16	C24	C24	C30		
Eğilme f_m, k	16	16	24	24	30		
Çekme $f_t, 0, k$	10	10	14	14	18	13	10
Çekme $f_t, 90, k$	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4		
Basınç $f_c, 0, k$	17	17	21	21	23	30	35
Basınç $f_c, 90, k$	2.2	2.2	2.5	2.5	2.7		
Kesme f_v, k	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7		
Elast Mod. E0	8000	8000	11000	11000	12000	17000	10000
Elast Mod. E90	270	270	370	370	400		
Kayma Mod.	500	500	690	690	750		
Yoğunluk kg/m ³	310	310	350	350	380		

$f_t, 0$, lifler doğrultusunda

$f_t, 90$, liflere dik doğrultuda

Ahşabın mukavemetine tesir eden faktörlerden biri de ihtiva ettiği rutubet miktarıdır. Ahşabın taşıyıcı malzemesi olarak kullanılabilmesi için rutubet miktarı % 20 den az olmalıdır.

Rutubet % miktarı

G_y:yaş ağırlığı
G_k:kuru ağırlığı

$$R = \frac{G_y - G_k}{G_k} 100$$

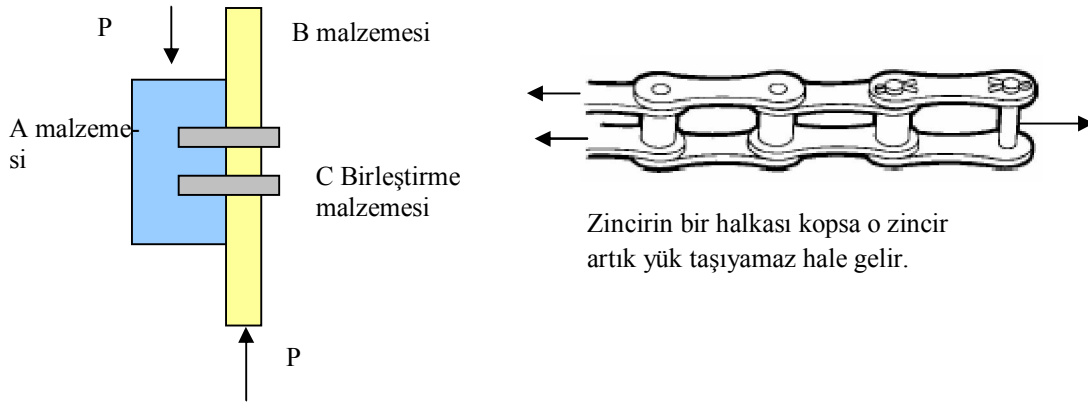
d- Birleştirme Malzemeleri

Kuvvet ve yük aktaran birleştirme malzemeleri

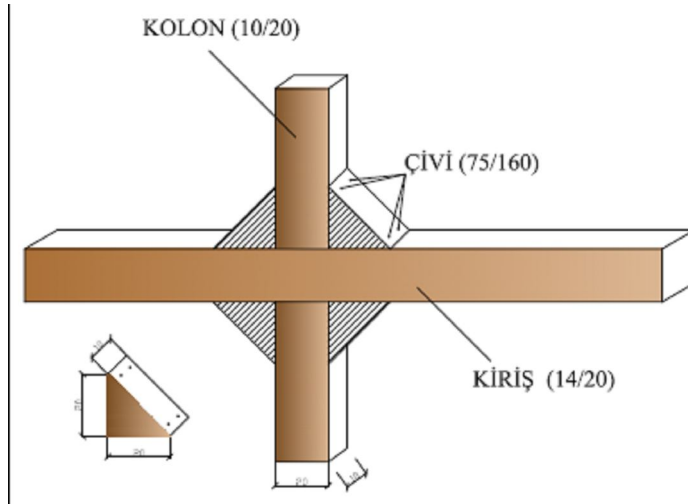
İki malzemeyi birleştirebilmek için üçüncü malzemeye ihtiyaç vardır. Bu üçüncü malzeme birleştirme malzemesi olmak üzere bu malzemenin de mukavemet özellikleri bilinmesi gerekmektedir. Çünkü mevcut olan bir kuvveti, bu birleştirme malzemesiyle diğer bir taşıyıcı malzemeye taşınacaktır. İnşaat mühendisliğinde asıl taşıyıcı malzemeler, beton, çelik ve ahşap olduğuna göre birleştirme malzemeleri: Çivi, Bulon, Perçin, Tutkal, Kaynak, Epoksi vs. dir

Bir birleşimde en az 3 malzeme vardır A- B- C malzemeleri

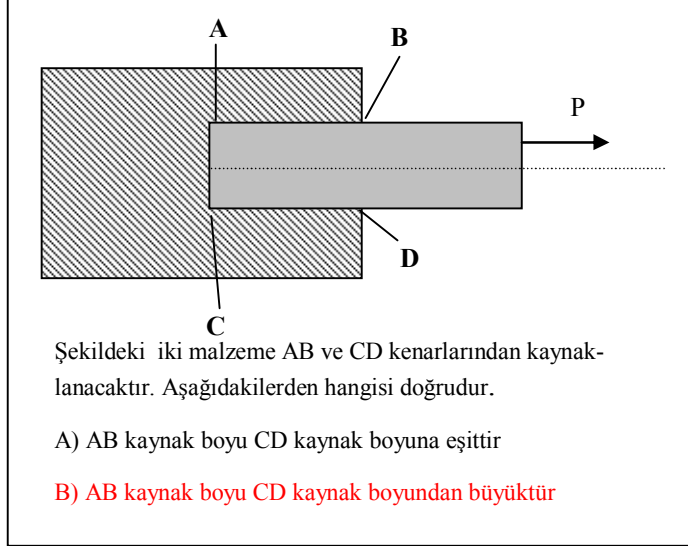
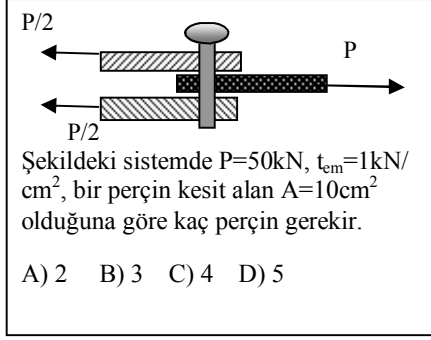
Ahşap- Çivi -Ahşap , Ahşap-Bulon -Çelik , Çelik-Kaynak-Çelik ,
Beton -Bulon-Çelik; beton -Kimyasal dübel-Çelik



Şekil 1.18 Tipik iki farklı malzemenin üçüncü bir malzeme ile birleştirilmesi



PERÇİN VE CİVATA BAĞLANTILARININ YAPIM KURALLARI, Perçin ve civata delikleri delinerek açılmalıdır. Zımbalanarak açılan delik tam silindirik ve malzeme yüzüne dik olmalıdır. Ayrıca zımbalama esnasında kenarlarda çatlak meydana getirmemelidir. Pürüz ve çeperler perçinlenmeden önce temizlenmelidir.



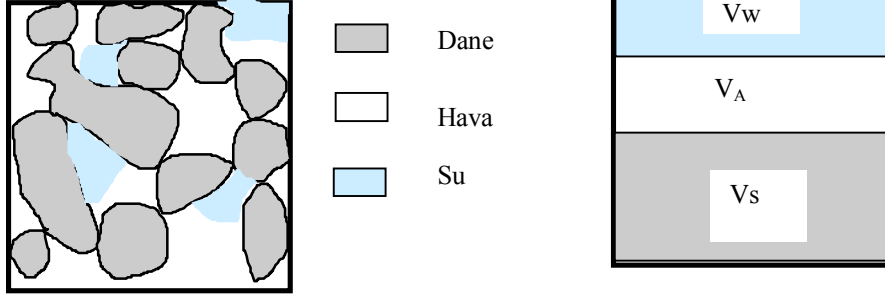
Birleştirme malzemeleriyle

		Perçinler		Uygun Civatalar		Kaba Civatalar		Ankraj Civatalar	
Yükleme Hali		EY	EIY	EY	EIY	EY	EIY	EY	EIY
Kayma	Kg/cm^2	1400	1600	1400	1600	1120	1260	-	-
	N/mm^2	137	157	137	157	110	124	-	-
Ezilme	Kg/cm^2	2800	3200	2800	3200	2400	2700	-	-
	N/mm^2	275	314	275	314	235	265	-	-
Çekme	Kg/cm^2	400	540	1120	1120	1120	1120	1120	1120
	N/mm^2	47	53	110	110	110	110	110	110

1-4 Zemin Malzemesi

Alt yapı malzemesi olan zemin malzemesi oldukça karmaşık bir malzemedir. Bu malzeme üst yapıya mesnet (temel) oluşturuyor. Özellikle basınca çalışan bir malzeme olduğundan pratik hesaplarda çekme almadığı kabul edilir. Zeminin mekanik özellikleri deneylerle belirlenerek, üst yapı hesapları bu deney sonuçlarından elde edilen parametreler dikkate alınarak yapılır. Zemin emniyeti düşük olduğu durumlarda çeşitli yöntemlerle zemin iyileştirilmesi yapılarak zeminin taşıma gücü artırılır.

Zemin malzemesi 3 ana kısımdan oluşur. Dane- Su- Hava, bazen içinde su olmayabilir bu tür zeminler kuru zeminlerdir.



Şekil 1.19 Zemin malzemesini oluşturan temel maddeler

Tablo 1 Hacim kütle ve ağırlık

Faz	Hacim	Kütle	Ağırlık
Hava	V_A	0	0
Su	V_W	m_W	W_W
Dane	V_S	m_S	W_S

Su

yoğunluğu
1 g/cm³

$$\rho_w = m/V,$$

$$\rho_w = 1 \text{ ton/m}^3$$

=

Ağırlık kuvvet olarak göz önüne alındığından cismin ağırlığı hesaplanmalıdır. $g=9.81 \text{ m/s}^2$ yer çekim ivmesi alındığında $W = m g$ olarak, ağırlık hesaplanır.

Birim hacim ağırlık γ

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad \gamma = \frac{m g}{V} = \rho g$$

Buradan suyun birim hacim ağırlığı, $\gamma_w = 9.81 \text{ kN/m}^3$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad C_c = \frac{D_{30}^2}{(D_{60} \times D_{10})} \quad (1.16)$$

Cu üniformluk katsayısı

D60:elek analizinde elekten geçen malzemenin %60'nın tekabül ettiği dane büyüklüğü

D10:elek analizinde elekten geçen malzemenin %10'nın tekabül ettiği dane büyüklüğü

$$D_r = \frac{e_{\max} - e_0}{e_{\max} - e_{\min}}$$

Sıklık oranı

Gevşek $0.15 < D_r \leq 0.3$

Orta Sıkı $0.30 < D_r \leq 0.5$

Sıkı $0.50 < D_r \leq 0.75$

e_{\max} =en büyük boşluk oranı

e_0 =Tabii boşluk oranı

e_{\min} =en küçük boşluk oranı

Zemin emniyet gerilmesi q_{em} , yatak katsayısı K , Bazı zemin malzemelerinin elastisite modülleri E ve poisson n oranları aşağıdaki gibidir

Zemin Cinsi	E(kPa)	ν
Yumuşak killer	1400-4200	0.35-0.45
Orta katı killer	4200-8400	0.30-0.35
Katı killer	8400-20000	0.2-0.35
Gevşek Kum	7000-20000	
Orta sıkı kum	20000-40000	0.30-0.35
Sıkı kum	40000-84000	

Sıra No	Zemin türü	Sembol	Sıklık	Birim Hacim Ağırlık			Kayma Direnci Açısı ϕ
				Tabii γ_n	Doygun γ_d	Batık γ'	
				kN/m ³	t/m ³ (kN/m ³)	t/m ³ (kN/m ³)	Derece
1	iyi derecelenmiş kum, az siltli kum, kum-çakıl	Cu ≤ 6 olan SW, SM	Gevşek	17,0	19,0	9,0	30
Orta Sıkı			18,0	20,0	10,0	32,5	
Sıkı			19,0	21,0	11,0	35	
4	iyi derecelenmiş az kumlu çakıl, yassı çakıl ve taş	GW	Gevşek	17,0	19,0	9,0	32,5
Orta Sıkı			18,0	20,0	10,0	35	
Sıkı			19,0	21,0	11,0	37,5	
7	Kötü derecelenmiş kum, kum-çakıl ve çakıl	6 < Cu ≤ 15 olan SP, SM, GP	Gevşek	18,0	20,0	10,0	30
Orta Sıkı			19,0	21,0	11,0	32,5	
Sıkı			20,0	22,0	12,0	35	
10	Kötü derecelenmiş kum, kum-çakıl, az siltli çakıl	Cu ≥ 15 olan SP,SM,GP veya GM	Gevşek	18,0	20,0	10,0	30
Orta Sıkı			20,0	22,0	12,0	32,5	
Sıkı			22,0	24,0	14,0	35	

Sıra No.	Zemin Türü	Sembolü	Kıvamı	Birim Hacim Ağırlık		Efektif Kayma Direnci Açısı ϕ' Derece	Kohezyon	
				Su Üstü kN/m ³	Batık kN/m ³ ϕ		c' kN/m ²	cu N/m ²
1	Yüksek Plastisiteli İnorganik kohezyonlu zeminler ($w_L > \%50$)	CH MH	Yumuşak Katı Ortasert	18,0	8,0	17,5	0	50
				19,0	9,0	17,5	10	35
				20,0	10,0	17,5	25	75
2	Orta Plastisiteli İnorganik kohezyonlu zeminler ($\%50 > w_L \geq \%35$)	CL ML	Yumuşak Katı Ortasert	19,0	9,0	22,5	0	5
				19,5	9,5	22,5	5	25
				20,5	10,5	22,5	10	60
3	Düşük Plastisiteli inorganik kohezyonlu zeminler ($w_L < \%35$)	OL CL ML	Yumuşak Katı Ortasert	20,0	10,0	27,5	0	0
				20,5	10,5	27,5	2	15
				21,5	11,0	27,5	5	40
4	Organik kil, organik silt	OH OL	Yumuşak Katı	14,0	4,0	15	0	10
				17,0	7,0	15	0	20

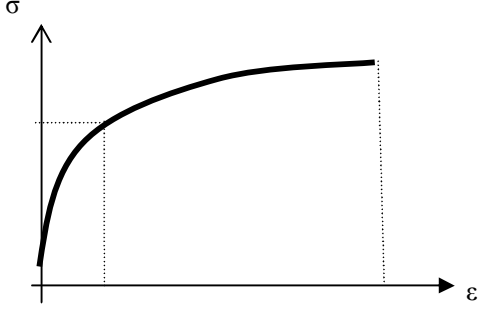
Yumuşak : 0,50 < K ≤ 0,75
Katı : 0,75 < K ≤ 1,00
Ortasert : K > 1,00

Bağıl kıvam değeri (K) = $(w_L - w_n) / (w_L - w_p)$

w_L = Akmada katılaşmaya geçme sınırındaki su muhtevası (Likit Limit)

w_n = Tabii su muhtevası

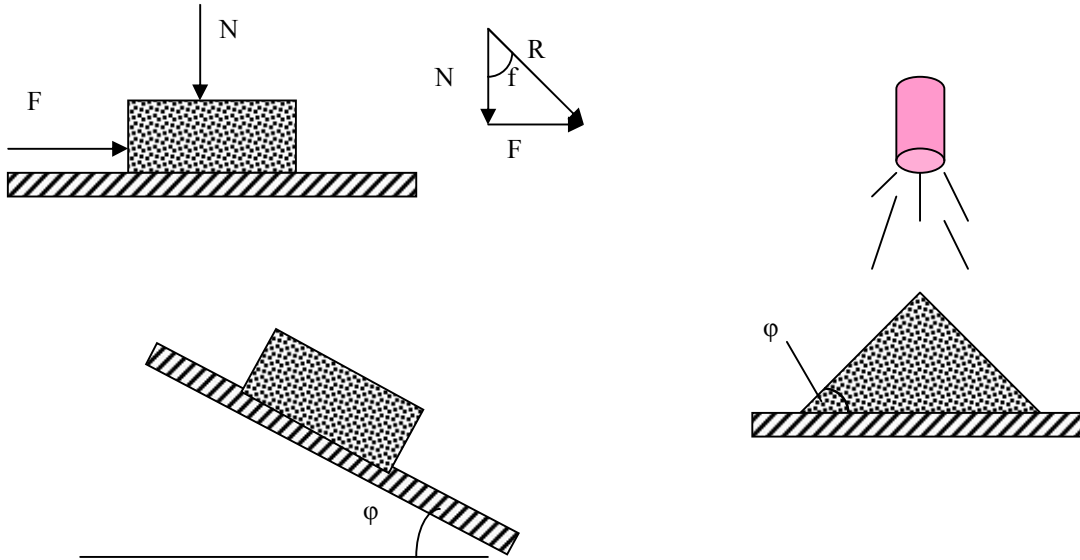
w_p = Katıdan orta sertliğe geçme sınırındaki su muhtevası (Plastik Limit)



Şekil 1.19 Zemin malzemesinde gerilme şekil değiştirme durumu

Zeminlerin Sınıflandırma

Zemin sınıflandırmasında bir çok sistem vardır. Bu sistemlerin amaçları zemin özelliklerinin belirlenmesidir. Örneğin zeminin dayanımı, sıkışabilirliği, kayma açısı gibi özelliklerinin belirlenmesidir. En yaygın kullanılan zemin sınıflandırma sistemi "Unified Soil Classification System (USCS)" sistemidir.



f içsel sürtünme açısı, m sürtünme katsayısı $\tan f = m = F/N$

Şekil 1.20 Zemin malzemesinde kayma açısı

Kötü derecelenmiş zemin

Bunlar kumu, büyük parçacıkları ve çakılları içerir. The individual particles may vary from perfectly round to highly angular reflecting their geological origins. If more than half of the material is coarser than the 75 mm sieve, the soil is classified as coarse. The following steps are then followed to determine the appropriate 2 letter symbol

Birinci harf kum (sand) **S**, ikinci harf çakıl (gravel) **G**, ikinci harf C_u ve C_c sabitlerine bağlı

This depends on the uniformity coefficient C_u and the coefficient of curvature C_c obtained from the grading curve, on the percentage of fines, and the type of fines. First determine the percentage of fines, that is the % of material passing the 75 mm sieve.

İyi derecelenmiş zemin: Tüm dane boyutlarından (iri,orta,ince) dengeli olarak içerir.

A-İyi derecelenmiş zemindir. yani tüm dane boyutlarından dengeli olarak içerir.

B-Üniform zemin hemen hemen aynı daneleri içerir.Böyle zemin kötü derecelenmiş zemindir.

C- Aralıklı derecelenmiş zemin büyük ve küçük daneler içeren ancak orta büyüklükteki daneleri eksik olan kötü derecelenmiş zemindir.

Birleşik Zemin Sınıflama Sistemi

- Her zemine 2 harften oluşan bir sınıflama uygulanır (örn. SW). Prosedür:
 - İri taneli (>50% 75 μ m den büyük)
 - Ön harf S eğer > 50% iri taneler kum ise
 - Prefix G eğer > 50% iri taneler çakıl ise
 - İkinci harf % ince tanelere bağlıdır

Birleşik Zemin Sınıflama Sistemi

- Her zemine 2 harften oluşan bir sınıflama uygulanır (örn. SW). Prosedür:
 - İri taneli (>50% 75 μ m den büyük)
 - Ön harf S eğer > 50% iri taneler kum ise
 - Prefix G eğer > 50% iri taneler çakıl ise
 - İkinci harf % ince tanelere bağlıdır
 - eğer % ince < 5% ikinci harf W veya P
 - eğer % ince > 12% ikinci harf M veya C
 - eğer 5% < % ince < 12% İki sembol birlikte kullanılmalıdır

İyi derecelenmiş zeminler

Bunlar silt, kil ve 60 mm. Dan küçük parçacıkları içerir.

Silt

These can be visually differentiated from clays because they exhibit the property of dilatancy. If a moist sample is shaken in the hand water will appear on the surface. If the sample is then squeezed in the fingers the water will disappear. Their gritty feel can also identify silts.

Kil

Clays exhibit plasticity, they may be readily remoulded when moist, and if left to dry can attain high strengths

Organic

These may be of either clay or silt sized particles. They contain significant amounts of vegetable matter. Generally only a surface phenomenon but layers of peat may be found at depth. These are very poor soils for most engineering purposes.

Fine grained materials

These are classified solely according to the results from the Atterberg Limit Tests. Values of the Plasticity Index and Liquid Limit are used to determine a point in the plasticity chart shown in Figure 5. The classification symbol is determined from the region of the chart in which the point lies.

Deprem bölgelerinde yapılacak yeni binalar ile deprem performansý deđerlendirilecek veya güçlendirilecek mevcut binalarda zemin koşullarýnýn belirlenmesi; betonarme, çelik, ve yýđma bina temellerinin ve zemin dayanma (istinat) yapılarýnýn tasarýmý, bu konulardaki yönetmelik ve standartlarla birlikte öncelikle bu bölümde verilen kural ve koşullara uyularak yapılacaktır.

Zemin Grupları ve Yerel Zemin Sýnýfları

Bu Yönetmelikte yerel zemin koşullarýnýn tanımlanması için esas alınan zemin grupları **Tablo 6.1**'de, yerel zemin sýnýfları ise **Tablo 6.2**'de verilmiştir. **Tablo 6.1**'deki zemin parametrelerine ilişkin deđerler, zemin gruplarınýn belirlenmesinde yol göstermek üzere verilen standart deđerlerdir.

Apađıda belirtilen binalarda, gerekli saha ve laboratuvar deneylerine dayanan zemin araştırmalarınýn yapılması, ilgili raporların düzenlenmesi ve proje dokümanlarına eklenmesi zorunludur. Raporlarda **Tablo 6.1** ve **Tablo 6.2**'ye göre tanımlanan zemin grupları ve yerel zemin sýnýfları açık olarak belirtilecektir.

(a) Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde toplam yüksekliği 60 m'den fazla olan tüm binalar,

(b) Bütün deprem bölgelerinde, bina yüksekliğinden bağımsız olarak, **Bölüm 2**'de **Tablo 2.3** ile tanımlanan *Bina Önem Katsayısı*'nýn $I=1.5$ ve $I=1.4$ olduğu binalar.

6.2.1.3 – Yukarıdaki **6.2.1.2**'nin kapsamý dýşýnda kalan diđer binalar için ise, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, zemin gruplarınýn ve yerel zemin sýnýflarınýn **Tablo 6.1** ve **Tablo 6.2**'deki tanımlara göre belirlenmesini sađlayacak yerel bilgilerin ya da gözlem sonuçlarınýn deprem hesap raporlarında belirtilmesi veya bu konuda yayınlanmış kaynaklara referans verilmesi zorunludur.

Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, **Tablo 6.1**'de (C) ve (D) gruplarına giren zeminlerde, deprem yükleri altında kazýkların yatay yataklanma parametreleri ile yatay ve eksenel yük taşıma güçlerinin belirlenmesi, saha ve laboratuvar deneylerini içeren zemin araştırmalarına göre yapılacaktır.

Sývyla^oma Potansiyelinin İrdelenmesi

Bütün deprem bölgelerinde, yeraltı su seviyesinin zemin yüzeyinden itibaren 10 m içinde olduđu durumlarda, **Tablo 6.1**'de (D) grubuna giren zeminlerde *Sývyla^oma Potansiyeli*'nin bulunup bulunmadıđýnýn, saha ve laboratuvar deneylerine dayanan uygun analiz yöntemleri ile incelenmesi ve sonuçların belgelenmesi zorunludur.

<i>Yerel Zemin Sınıftı</i>	<i>Tablo 6.1'e Göre Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı (h₁)</i>
Z1	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (B) grubu zeminler
Z2	$h_1 > 15$ m olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (C) grubu zeminler
Z3	$15 \text{ m} < h_1 \leq 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 \leq 10$ m olan (D) grubu zeminler
Z4	$h_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler

<i>Zemin Grubu</i>	<i>Zemin Grubu Tanımı</i>	<i>Stand. Penetr. (N/30)</i>	<i>Relatif Sıkılık (%)</i>	<i>Serbest Basınç Direnci (kPa)</i>	<i>Kayma Dalgası Hızı (m/s)</i>
(A)	1. Masif volkanik kayalar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar....	—	—	> 1000	> 1000
	2. Çok sıkı kum, çakıl.....	> 50	85–100	—	> 700
	3. Sert kil ve siltli kil.....	> 32	—	> 400	> 700
(B)	1. Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar....	—	—	500–1000	700–1000
	2. Sıkı kum, çakıl.....	30–50	65–85	—	400–700
	3. Çok katı kil ve siltli kil...	16–32	—	200–400	300–700
(C)	1. Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar.....	—	—	< 500	400–700
	2. Orta sıkı kum, çakıl.....	10–30	35–65	—	200–400
	3. Katı kil ve siltli kil.....	8–16	—	100–200	200–300
(D)	1. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları.....	—	—	—	< 200
	2. Gevşek kum.....	< 10	< 35	—	< 200
	3. Yumuşak kil, siltli kil.....	< 8	—	< 100	< 200

Zeminlerin Önemli Fiziksel Parametreleri

Zeminlerin üç bileşeni vardır. Bunlar katı, sıvı ve gaz, katı olanları kaya veya organik malzemelerdir. Sıvı olsan genellikle su ve gaz ise hava dır. Zemindeki su ve gaz zeminde boşluk olarak adlandırılır. V hacmi göstermek üzere, $V_{(total)}$, $V_{a(air)}$, $V_{w(water)}$, $V_{s(solid)}$, ve $V_{v(void)}$, W (weight) and M (mass).

Adı	Eşitlik	Tanımı
Boşluk Oranı	$e = \frac{V_v}{V_s}$	Ratio of the void volume to the solid volume.
Porosite		Percent of the total volume that is taken up by the void.
Degree of Saturation		Percent of the void that is taken up by the water.
Su İçeriği	$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% = \frac{M_w}{M_s} \times 100\%$	Percent of the weight of water to the weight of solids.
Birim Ağırlık		Total density of the soil. Includes solids and the void.
Kuru Birim Ağırlık		Density of the soil when it is completely dried out.
Birim Kütle, Kuru Birim Kütle		Density of the soil and the dry density of the soil.
Specific Gravity of Solids		Ratio of the density of solids to the density of water. Note:
	Diğer Önemli İlişkiler $W=W_s+W_w$ $V=V_s+V_v=V_s+V_w+V_a$	

1.3 GERİLME – ŞEKİL DEĞİŞTİRME DURUMLARI

Her elastik cisimde bir yükleme altında gerilme, bu gerilmeye bağlı şekil değiştirme ve bu şekil değiştirmeden yer değiştirmeler oluşur. Daha sonra yer değiştirmeler büğüdüğünde cisimde kırılma oluşarak güç tükenmesiyle yükü taşıyamaz duruma gelir.

Elastisite teorisinde, denge denklemleri kullanılarak gerilme bağıntıları, sonra geometrik esaslardan hareket ederek şekil değiştirme bağıntıları incelenir. Daha sonra ise gerilmeleri şekil değiştirmelere bağlayan gerilme-şekil değiştirme bağıntıları elde edilir. Gerilme-şekil değiştirme bağıntılarına *bünye denklemleri* adı da verilmektedir. Gerilme-şekil değiştirme bağıntıları cisimden cisme farklıdır.

Normal gerilme

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1.1)$$

Burada

P: taşıyıcı elemana etkiyen aksenal yük

A: taşıyıcı elemanın kesit alanıdır.

Bu yükleme durumunda taşıyıcı elemanda oluşacak şekil değiştirme

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

Ve bu şekildeğiştirmeye bağlı yer değiştirme

$$\varepsilon = \frac{L_f - L_0}{L_0}, \quad \varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad \Delta L = \varepsilon L_0 \quad (1.2)$$

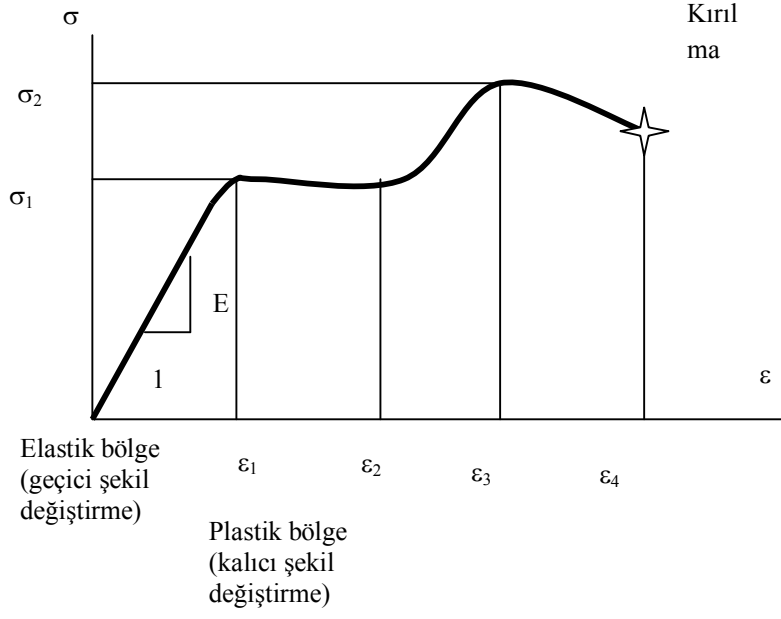
L :uzunluk

Şeklinde hesaplanır. Her elastik cismin bir uzama sınırı vardır bu sınır aşınca cisim kırılarak yükü taşıyamaz hale gelir.

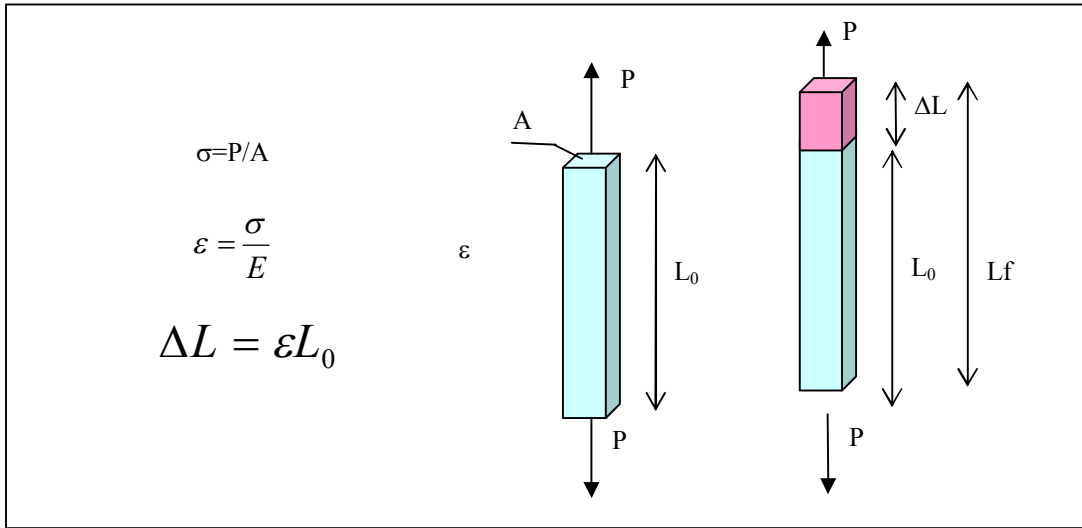
Kırılma aşamaları



P	$\sigma = P/A$	$\varepsilon = \sigma/E$	$\Delta L = \varepsilon L_0$	$\Delta L > \Delta_{max}$
kN	kN/m^2			mm



Şekil 1.5 Gerilme – şekil değiştirme grafiği

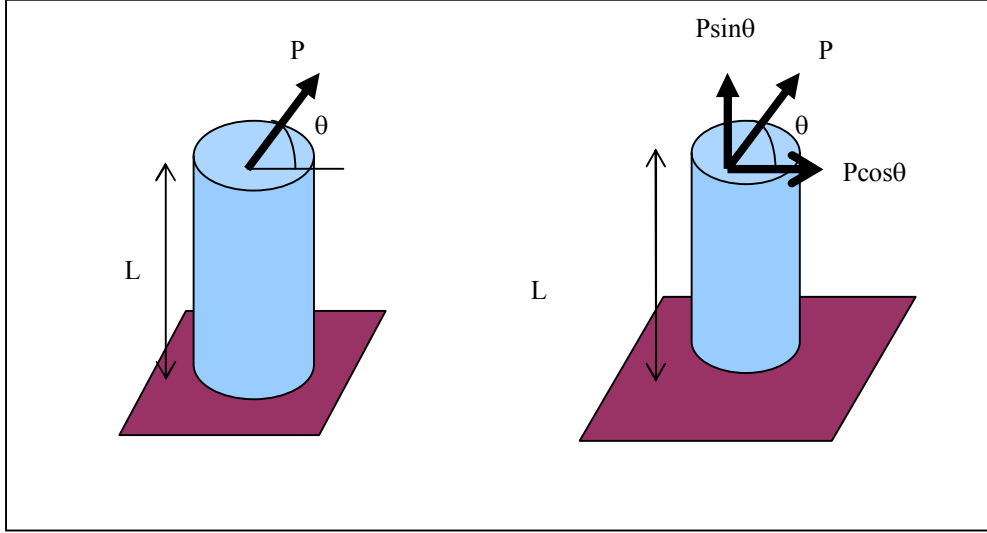


Şekil 1.5 Gerilme – şekil değiştirme grafiği

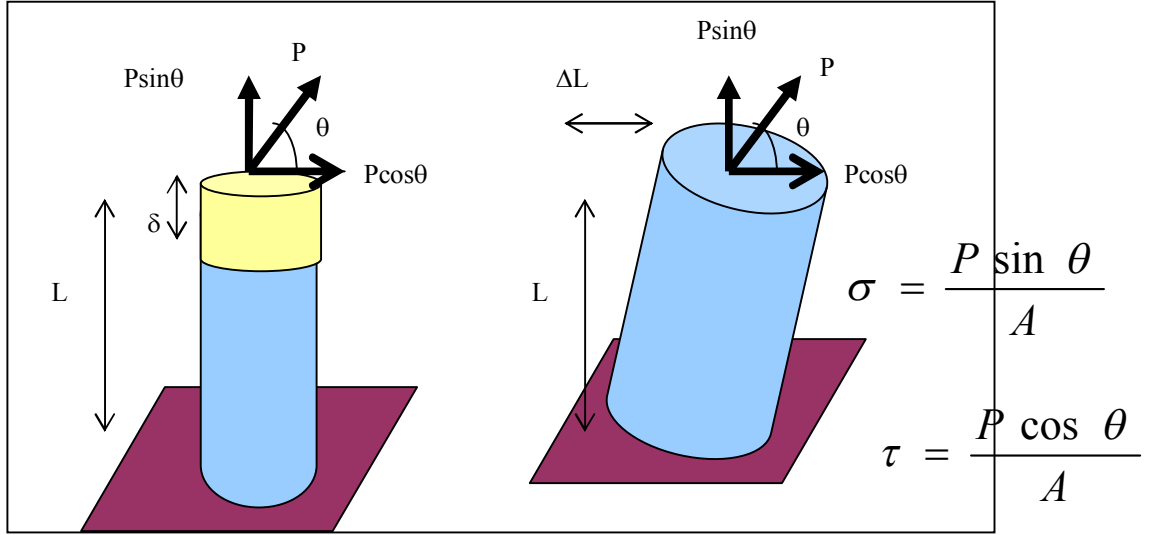
θ açısı yapan bir cisimde aksenal şekil değiştirme ile kayma şekil değiştirmesi

aksenal şekil değiştirme $\epsilon = \delta/L$

kayma şekil değiştirmesi $\gamma = \Delta L/L = \tan \gamma = \gamma$



Şekil 1.6 Yükleme durumu



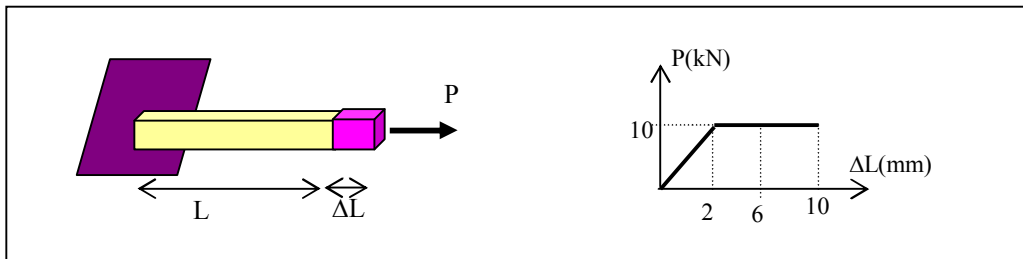
Şekil 1.7 Eğik kuvvetten oluşan aksenal ve kayma şekil değiştirmeler

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} \quad \gamma = \frac{\tau}{G}$$

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)}$$

ÖRNEK-1.1

Şekildeki L uzunluğundaki çubuğa **P** kuvveti etkimektedir. Kuvvet – boy değişim diyagramı (P-ΔL) şekilde verildiğine göre, çubuk 2mm ve 6mm uzadıktan sonra yük tamamen kaldırılırsa çubuğun toplam boyu ne olur



Şekil 1.8 Normal Kuvvet

ÇÖZÜM- 1.1

2mm uzadıktan sonra yük tekrar kaldırılınca elastik bölgede olduğu için toplam boy değişmez, L olur. 6mm uzadıktan sonra yük tamamen kaldırılırsa, çubuk 4mm lik kalıcı (plastik) yer değiştirdiğinden dolayı, çubuğun toplam boyu $L+ 4\text{mm}$ olur.

Lineer Elastik (Hooke kanunları)

Genel olarak elastik izotrop bir cisimde gerilme-şekil değiştirme bağıntıları

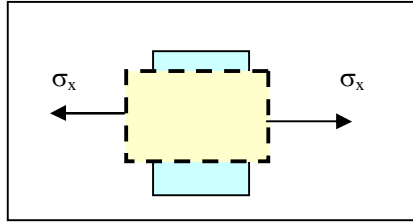
$$\sigma = E\varepsilon, \quad \tau = G\gamma, \quad G = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad (1.3)$$

ν sabit

Şeklindedir.

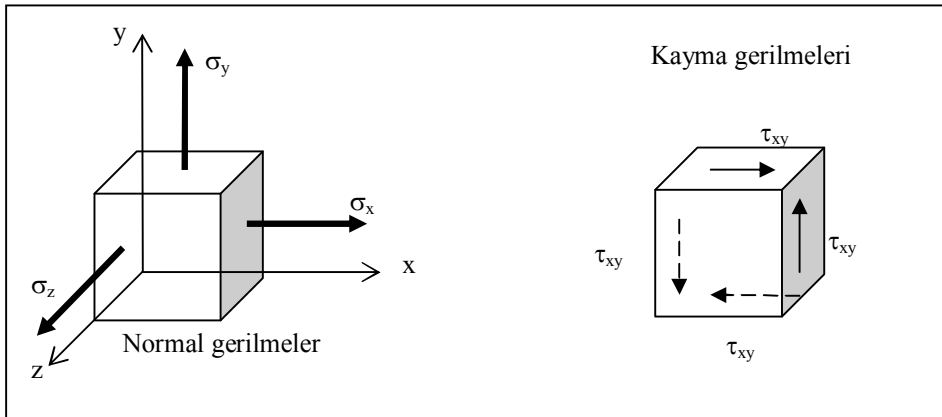
Sadece σ_x etkelediğinde, x, y ve z yönündeki şekil değiştirmeler (Şekil 1.5)

$$\varepsilon_x = \frac{\sigma_x}{E}, \quad \varepsilon_y = -\nu \frac{\sigma_x}{E}, \quad \varepsilon_z = -\nu \frac{\sigma_x}{E} \quad (1.4)$$



Şekil 1.9 Tek eksenli gerilme

Şeklinde hesaplanabilirler. Üç boyutlu elastik izotrop bir cisimde ise x, y, z eksenlerindeki gerilmelerden dolayı, şekil değiştirmeler.



Şekil 1.10 Üç eksenli gerilme

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E} [\sigma_x - \nu(\sigma_y + \sigma_z)] \quad (1.5)$$

$$\varepsilon_y = \frac{1}{E} [\sigma_y - \nu(\sigma_x + \sigma_z)]$$

$$\varepsilon_z = \frac{1}{E} [\sigma_z - \nu(\sigma_y + \sigma_x)]$$

$$\gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G} \quad (1.6)$$

Şeklindedir.

Isısal şekil değiştirmeler malzemenin ısı genleşme katsayısı ve ısı farkına bağlı olarak değişimi

$$\varepsilon_x = \varepsilon_y = \varepsilon_z = \alpha_t \Delta T \quad (1.7)$$

Şeklinde hesaplanabilir. Isı farkından oluşan boy değişim ise

$$\Delta L = \alpha_T L \Delta T \quad (1.8)$$

Bağıntısından elde edilebilir.

Cisimler yükleme durumu ve boyutları itibarıyla hesap kolaylığı açısından düzlem gerilme veya düzlem şekil değiştirme yada hem düzlem gerilme hem de düzlem şekil değiştirme olarak idealleştirilebilir. Örneğin düzlem gerilmelerde gerilmeler xy düzlem'nde vardır z düzlem'nde gerilme yoktur.

Düzlem gerilme hali

Gerilme vektörlerinin bulunduğu düzlem xy düzlemi olarak alındığında, düzlem gerilme hali için $\sigma_z=0$, $\tau_{zx}=0$, $\tau_{zy}=0$ dir. Bu durumda Hooke yasaları

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E} [\sigma_x - \nu\sigma_y]$$

$$\varepsilon_y = \frac{1}{E} [\sigma_y - \nu\sigma_x]$$

$$\varepsilon_z = -\frac{\nu}{E} [\sigma_x + \sigma_y]$$

$$\gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G} \quad \gamma_{yz} = \gamma_{xz} = 0 \quad (1.9)$$

Düzlem şekil değiştirme hali

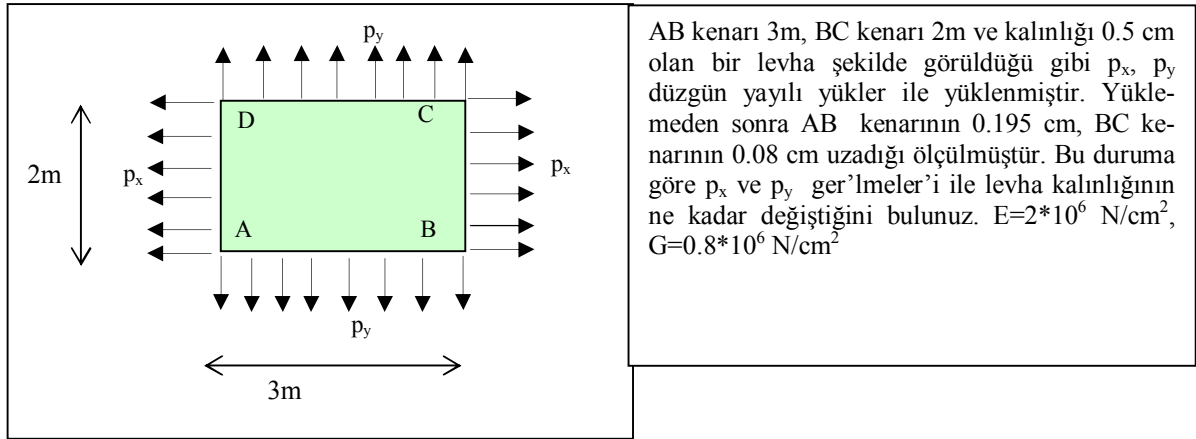
Düzlem şekil değiştirme halinde, şekil değiştirmelerin bulunduğu düzlem xy düzlemi olarak seçildiğinde $\varepsilon_z=0$, $\gamma_{zx}=0$, $\gamma_{zy}=0$ dır. Düzlem şekil değiştirme halinde $\varepsilon_z=0$ olduğundan (5.18) denkleminde $\sigma_z=\nu(\sigma_x+\sigma_y)$ elde edilir. Düzlem gerilme halinde ise $\sigma_z=0$ olup $\varepsilon_z=-\nu(\sigma_x+\sigma_y)/E$ dir. Düzlem gerilme ve düzlem şekil değiştirme arasındaki bu fark önemlidir.

Özel haller: Düzlem gerilme halinde $\sigma_x=-\sigma_y$ olduğu zaman yukarıda verilen (5.34) bağıntısından $\varepsilon_z=0$ elde edilir. Bu özel durum hem düzlem gerilme ve hem düzlem şekil değiştirme halidir. Bir başka özel durum ile $\nu=0$ olduğunda karşılaşılır. Bu durumda (5.34) bağıntısından $\varepsilon_z=0$ elde edilir. Bu özel durumda hem düzlem gerilme ve hem düzlem şekil değiştirme halidir.

$$\varepsilon_z = \gamma_{yz} = \gamma_{xz} = 0 \quad (1.10)$$

$$\tau_{xz} = \tau_{yz} = 0$$

ÖRNEK-1.2



Şekil 1.11 Düzlem gerilme

Çözüm

Düzlem gerilme halinde $\sigma_z=0$

$$\varepsilon_x=0.195/300=0.00065 \quad \varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

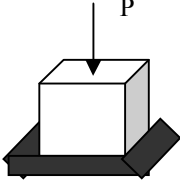
$$\varepsilon_y=0.08/200=0.0004$$

(1.9) bağıntılarından $\nu=0.25$

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

$\sigma_x=1600$, $\sigma_y=1200$ elde edilir.

$\varepsilon_z=0.00035$ ve $\Delta t=0.000175 \text{ cm}$ elde edilir

ÖRNEK-1.3

Boyutları a ve elastisite modülü E olan küp şeklindeki bir cisim, rijit bir tabana oturmuştur. Cismin üzerine etkiyen P tekil yükü etkisinde küpteki boy değişimlerinin hesabı. $a=10\text{cm}$, $P=10\text{kN}$

Şekil 1.12 Elastik bloğa uygulanan tekil kuvvet

$$\sigma_z = \frac{P}{a^2}$$

$$\varepsilon_z = \frac{P}{Ea^2}$$

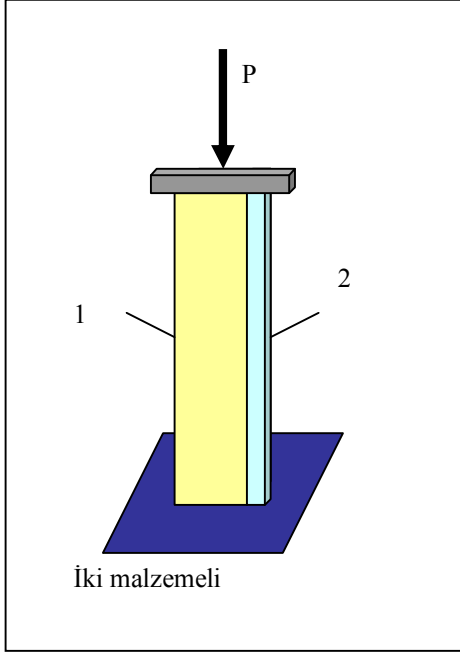
$$\varepsilon_x = \varepsilon_y = \nu \frac{P}{Ea^2}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta a}{a}$$

$$Da = ae$$

Kompozit için

İki veya daha fazla malzemeden yapılmış bir taşıyıcı sistemin beraber çalışması için aynı yer değiştirmeleri yapması gerekir, bu durum sistemin geometrik uygunluk koşulu olarak adlandırılır. Diğer bir deyişle her iki malzemenin aynı boy değişimini yapması için uzamaların eşit olması gerekir. Özellikle güçlendirme projelerinde beton mantolamaları için çok önemlidir. Mevcut beton ile güçlendirme betonu aynı şekil değiştirmeyi yapması gerekir. Bu tür sistemlerde iki temel denklem vardır, geometrik uygunluk koşulu ile denge denklemi.



Şekil 1.13 Normal kuvvet altında iki malzemeli taşıyıcı sistem

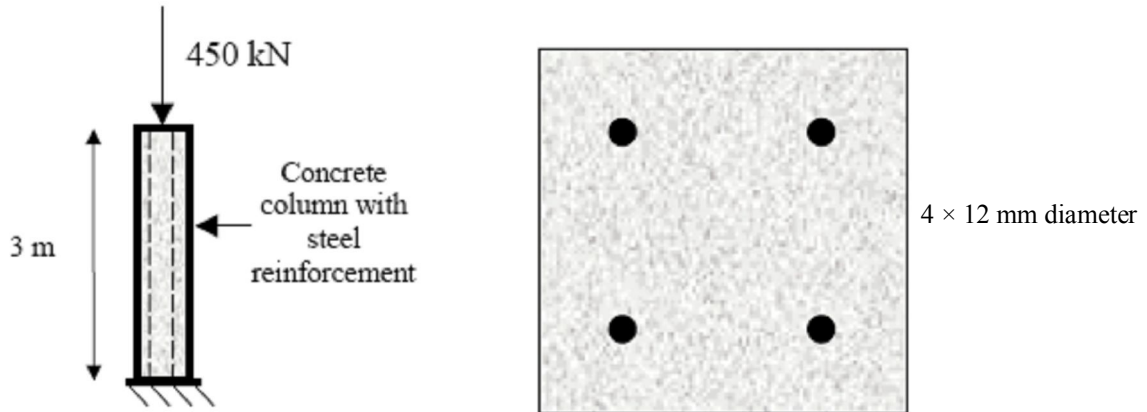
Geometrik uygunluk koşulu

$$D_1 = D_2$$

Denge denklemi

$$P_1 + P_2 = P$$

Örnek



A square concrete column, $200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$ is symmetrically reinforced by four steel reinforcing bars of diameter 12

mm. The column is 3 m tall and is subjected to an axial compression of 450 kN. It can be assumed that

$E_{\text{steel}} = 200000 \text{ MPa}$, and $E_{\text{concrete}} = 33333 \text{ MPa}$, and that $f_{y, \text{steel}} = 500 \text{ MPa}$ and $f_{y, \text{concrete}} = 25 \text{ MPa}$. The materials behave

elastically until yield.

- Calculate the stress in the steel and concrete due to the 450 kN compression.
- Calculate the total force resisted by the steel and the total force resisted by the concrete.
- What is the axial shortening of the column due to the 450 kN load?
- The axial load is increased. Which material will yield first – steel or concrete?
At what value of axial load will this occur?

reinforcing bars in

$200 \times 200 \text{ mm}$

concrete section

This question is identical to Example 5.3.1 of the lecture notes, so no explanation is given to this solution, just the answers. Note however, that students would be expected to explain their answers.

$$A_{\text{steel}} = 4 \times \pi \times 12^2/4 = 452 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{conc}} = 200 \times 200 - A_{\text{steel}} = 39547 \text{ mm}^2$$

$$\varepsilon = 319.46 \mu\varepsilon$$

$$f_{\text{steel}} = 63.892 \text{ MPa}$$

$$f_{\text{conc}} = 10.65 \text{ MPa}$$

$$P_{\text{steel}} = 28.9 \text{ kN}$$

$$P_{\text{conc}} = 421.1 \text{ kN}$$

The two forces add together to give 450 kN.

Shortening, $\Delta = 0.95838 \text{ mm}$

Both materials are behaving elastically, so if the loads are doubled then stresses and strains are doubled.

For the steel, $f_{y, \text{steel}} = 500 \text{ MPa}$, so the load would have to increase by a factor of $500/63.8 = 7.82$ in order

to reach yield. Similarly for the concrete, the load would have to increase by $25/10.65 = 2.34$.

Clearly the concrete would yield first at a load $2.34 \times 450 = 1056 \text{ kN}$.