

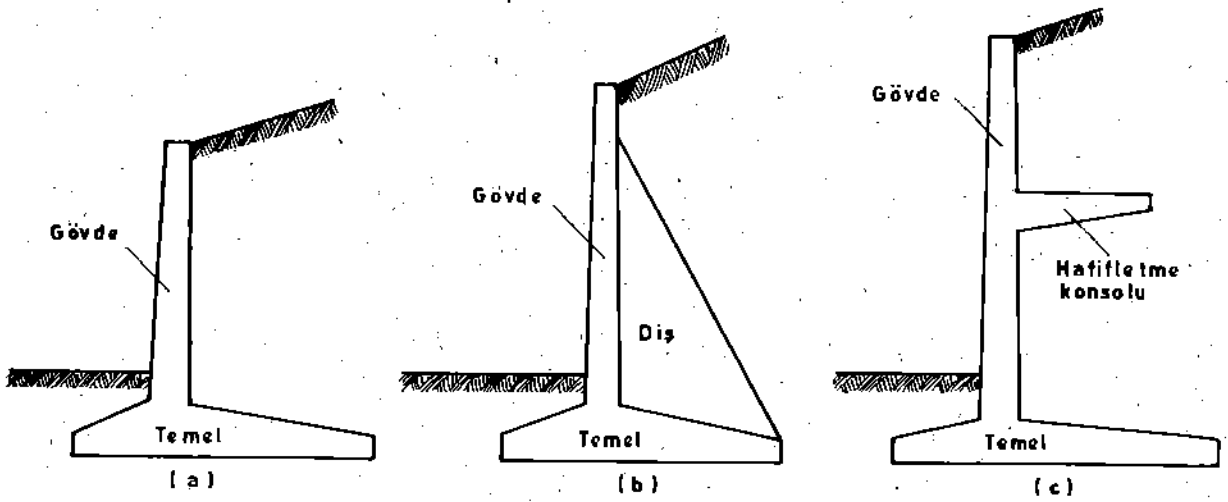
Şekil-242

## 7. İSTİNAT DUVARLARI:

Tabii zeminler ve toprak, kum, çakıl v.b. gibi dolgu malzemeleri farklı kottaki iki düzey arasında düşey bir düzlem halinde dengede duramaz ve göçerler. Göçmeyi önlemek için ya şev ya da bir istinat yapısı yapılır. İşte bu istinat yapılarından biri de zemin mekaniğinden bildiğimiz istinat duvarlarıdır. Bundan başka nehir veya kanalların kıyılarına oyulmaları önlemek için de istinat duvarları yapılabilir. İstinat duvarı tipi; yüksekliğe bağlı olarak ve ekonomik mukayese ile seçilir. Genel olarak ve yaklaşık 3,5 ~ 4 m yüksekliğe kadar kargir veya beton ağırlık, daha büyük yükseklikler için betonarme istinat duvarları yapılır. Kesin karar ekonomik mukayese sonucuna göre verilir. Şekil-243a da görülen tip duvara betonarme konsol istinat duvarı denir. Tekil temellere benzer şekilde bir temeli ve buna ankastre konsol bir gövdesi vardır. Bu tip yaklaşık 8 m yüksekliğe kadar yapılabilir. Daha büyük yüksekliklerde Şekil-243b de görülen dişli (nervürlü) veya Şekil 243c de görülen hafifletme konsollu betonarme istinat duvarları yapılır. Dişli duvarlarda gövdenin arkasına ve gövdeye dik ve belli aralıklarda diş (nervür) denilen betonarme perdeler yapılır. Bunlar gövdenin ve arka temel çıkmasının üç kenarı ankastre bir plâk gibi çalışmasını sağlar. Böylece temel ve gövde konsollu kalınlıkları azaltılır. Hafifletme konsollu duvarlarda ise yine gövdeye dik ve zeminin içine doğru uzanan konsollar yapılır. Bunlar aktif toprak itkisini önemli miktarda azaltırlar. Genel olarak bir istinat duvarının projelendirilmesinde şu yol izlenir.

- Duvar arkası tabii zemini veya dolgusunun cinsi ve özellikleri tesbit edilir.
- Duvar tipi seçilir ve ilk boyutlaması yapılır.
- Duvara tesir eden kuvvetler hesaplanır.
- Duraylılık analizleri yapılır.
- Statik betonarme hesaplar yapılır (Betonarme duvarlarda).

Burada betonarme konsol istinat duvarlarının projelendirilmesi verilecektir. Diğer tiplerin projelendirilmesi de benzer şekilde yapılır.



Şekil- 243

#### 7.1. Zemin cinsi ve özelliklerinin tesbiti:

Duvarın arkasındaki tabii zemin veya dolgu malzemesinin cinsi ve hesaplar için gerekli özellikleri tesbit edilir. Bunun için arazi incelemeleri ve icabında sondaj ve laboratuvar deneyleri yapılır. Tesbit edilecek zemin özellikleri

- Zemin üst yüzünün topografik durumu
- Zeminin birim hacim ağırlığı  $\gamma$ . Zemin cinsi belirlendikten sonra Tablo 113 den alınabilir.
- Zeminin (daneler arası kilitlenmeden doğan)  $\phi$  içsel sürtünme açısı. Zemin cinsi belirlendikten sonra Tablo-113 den alınabilir.
- Zemin daneleri ile duvar arkasındaki sürtünme açısı  $\delta$ . (Betonarme konsol istinat duvarlarında ab düşey düzlemi boyunca zemin daneleri arasındaki sürtünme açısı).
- Duvarın oturacağı zeminin  $\sigma_{zem}$ ; zemin emniyet gerilmesi. Temel zemini cinsi belli olduktan sonra TEMELLER bölümünde verilen Tablo-104 den alınabilir.
- Duvarla temel zemini arasındaki sürtünme katsayısı  $f$ . Zemin cinsi belirlendikten sonra Tablo 114 den alınabilir.
- Zemin duvar yüksekliği boyunca değişik tabakalardan meydana geliyorsa; tabakaların derinlik ve özellikleri
- Duvarın arkasındaki zemin üzerinde şürşarj denilen ve (yol, yaya trafiği malzeme depolanması v.b.) sebeplerle meydana gelen ek yük olup olmayacağı
- Varsa yeraltı suyu seviyesi ve bu seviyenin mevsimlere göre değişimi
- Duvar arkası drenajının çözüm şekli.

Tablo-113: Tabii zemin ve dolguların  $\gamma$  ve  $\phi$  değerleri

Zemin veya dolgu cinsi	$\gamma$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\phi$
1. Bitkisel toprak (tabii zemin halinde ve tabii nemde)	1700	25°
2. Kum ve çakıl (tabii nemde)	1800	30°
3. Kum ve çakıl (doğgun halde)	2000	27°
4. Kaya parçaları (aşınmış, yuvarlak köşeli)	1900	35°
5. Taş dolgu (keskin köşeli ocak malzemesi)	1800	40°
6. Kil, silt (doğgun halde) (h yüksekliğine eğer varsa şürşarj da dahildir. $\delta = 0$ alınacaktır.)	2100	$h \leq 4$ m için 25° 4 m $\leq h \leq 6$ m için 20° $h > 6$ m için 17°

Tablo-114: Duvarla temel zemini arasındaki  $f$  sürtünme katsayısı

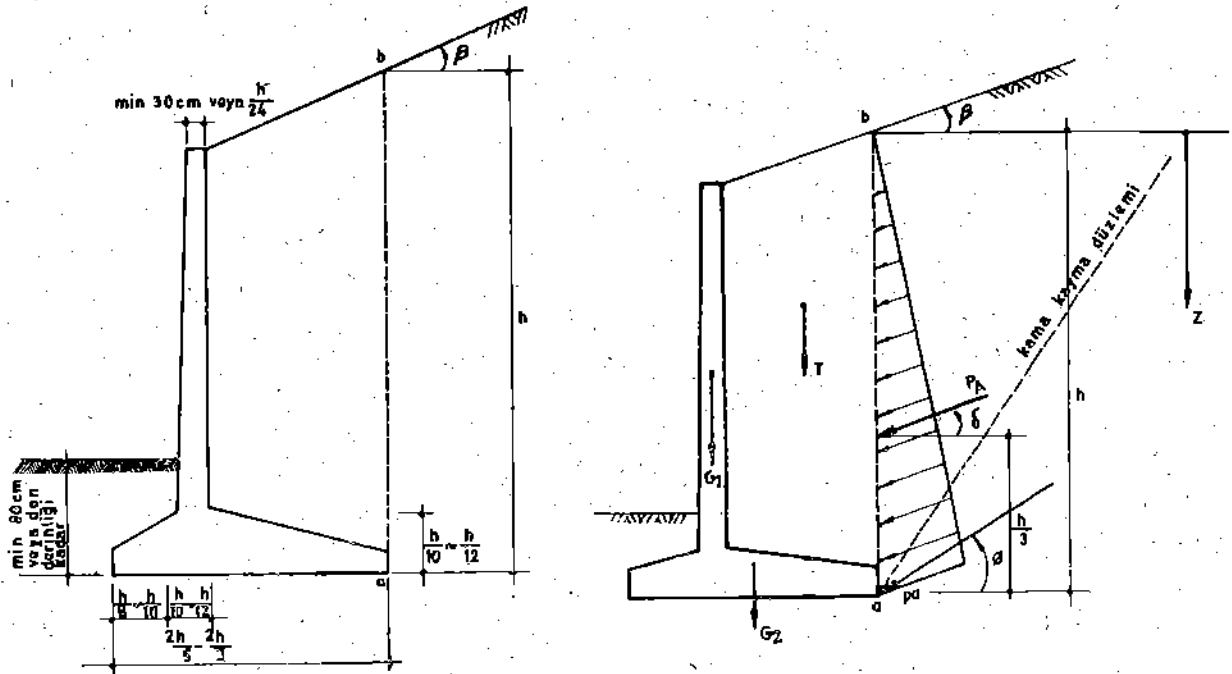
Temel zemini veya malzemesi cinsi	$f$
1. Sağlam kaya	0.75
2. Yumuşak veya ayrıışmış kaya	0.65
3. İri kum ve çakıl	0.55
4. Kum (kuru veya ıslak)	0.50
5. Killi kum (karışık)	0.45
6. İnce kum (ıslak)	0.40
7. Kil (kuru ve sert)	0.35

### 7.2. Betonarme konsol duvarların ilk boyutlaması:

Betonarme konsol istinat duvarlarının ilk boyutlamasının nasıl yapılacağı Şekil- 244 de gösterilmiştir. Duvar üst genişliği imalat kolaylığı dolayısıyla en az 30 cm alınır. Temel derinliği en az doni derinliği kadar olmalıdır. Kanal veya nehir kıyı duvarlarında ise en az oyulma derinliği (1 ~ 1.50 m) kadar olmalıdır. Genel olarak gövdenin arka yüzü düşey, ön yüzü de bir miktar (% 2~2.5 civarında) meyilli yapılır.

### 7.3. Duvara tesir eden kuvvetlerin hesabı:

Duvara tesir eden kuvvetler duvarın öz ağırlığı, temel arka çıkması üzerindeki malzemenin ağırlığı, ab düşey düzlemi boyunca tesir eden aktif toprak itkisi ve temeldeki zemin gerilmeleridir. İstinat duvarlarının hesabındaki en önemli husus ab düzlemi boyunca tesir eden aktif toprak itkisinin hesabıdır.



Şekil-245

Şekil- 245 de görüldüğü gibi  $P_A$  aktif toprak itkisi ab düşey düzlemine ve bu düzlemin normali ile (yatayla)  $\delta$  açısı yaparak tesir eder. Aktif toprak basıncı diyagramı üçgendir ve dolayısıyla  $P_A$  bileşke kuvvette tabandan itibaren  $h/3$  mesafede tesir eder. Aktif toprak itkisi Coulomb'un kama teorisıyla hesaplanır.

Herhangibir z derinliğindeki aktif toprak basıncı.

$$p = K\gamma z$$

Tabandaki aktif toprak basıncı:

$$p_a = K\gamma h$$

Aktif toprak itkisi:

$$P_A = \frac{1}{2} K\gamma h^2$$

Aktif toprak itkisinin yatay bileşeni:

$$P_{AH} = \frac{1}{2} K\gamma h^2 \cos \delta$$

Aktif toprak itkisinin düşey bileşeni:

$$P_{AV} = \frac{1}{2} K\gamma h^2 \sin \delta$$

$$K = \left( \frac{\cos \phi}{1 + n} \right)^2 \frac{1}{\cos \delta}$$

$$n = \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\cos \delta \cdot \cos \beta}}$$

Formüllerdeki:

$\gamma$ : Tabii zemin veya dolgu malzemesinin birim hacim ağırlığı

$\phi$ : Tabii zemin veya dolgu malzemesinin içsel sürtünme açısı

$\beta$ : Zemin üst yüzünün yatayla yaptığı açı

$h$ : ab düşeyindeki yükseklik

$\delta$ : ab düşey düzlemi boyunca zemin daneleri arasındaki sürtünme açısı.  $\delta$  aslında  $\phi$  ye eşittir. Fakat emniyet düşüncesiyle kohezyonsuz zeminlerde  $\delta = \phi/2$ ; kohezyonlu zeminlerde  $\delta = 0$  alınır. Kohezyon; zemin daneleri arasında bulunan ve daneleri bir katı cisim gibi bir arada tutmaya çalışan kuvvettir. Kum, çakıl gibi iri daneli ve temiz zeminlerin kohezyonu yoktur. Buna mukabil kil, silt gibi ince daneli zeminlerin önemli ölçüde kohezyonu vardır.

$K$ : K katsayısı  $\alpha$ ,  $\beta$  ve  $\phi$  açılara bağlı olarak kohezyonsuz zeminler için Tablo- 115-119 da; kohezyonlu zeminler içinde Tablo- 120-121 de verilmiştir.  $\alpha$  duvar arka yüzünün düşeyle yaptığı açıdır. Bunun için tablolar arka yüzü düşey olmayan duvarlar için de kullanılabilir. Betonarme konsol duvarlarda ab düşey düzlemine tesir eden aktif itki hesaplandığı için  $\alpha = 0$  olur. Gövde konsolu incelenirken duvar arka yüzünün durumuna göre  $\alpha \neq 0$  olabilir. Kohezyonsuz zeminlere ait tablolar  $\delta = \phi/2$ ; kohezyonlu zeminlere ait tablolarda  $\delta = 0$  alınarak hazırlanmıştır.

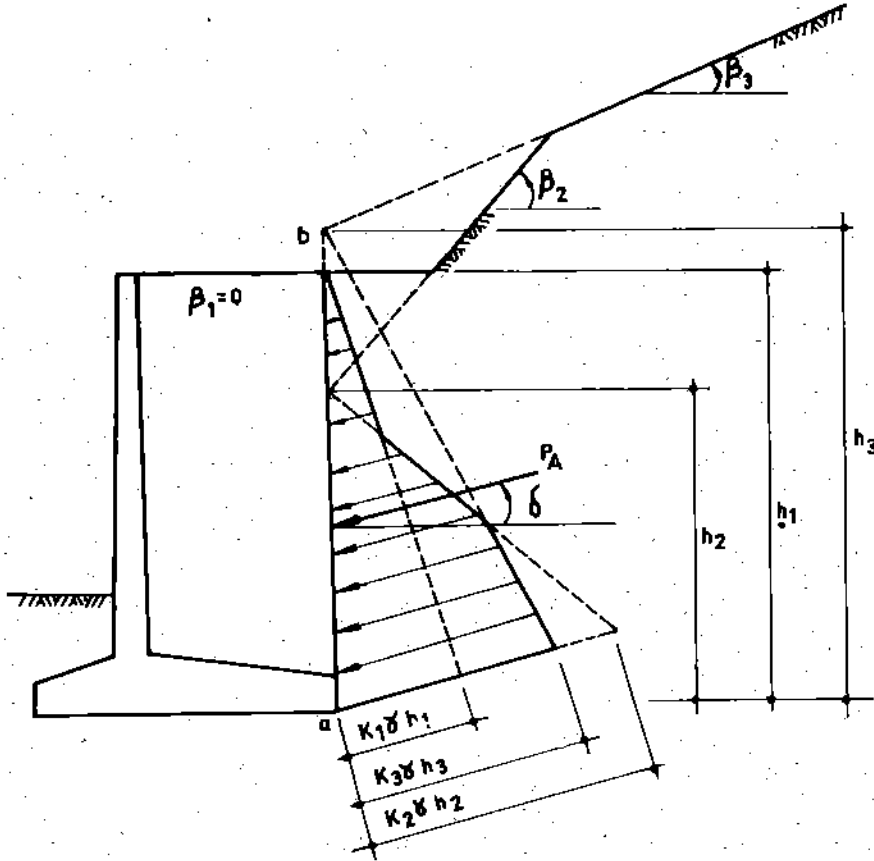
Duvar arkasındaki zemin veya dolgu yüzünün değişik şekillerde olması veya duvar arkasında şürşarj bulunması zeminin veya dolgunun tabakalı olması v.b. gibi durumlarda aktif toprak itkisinin hesabı da değişir. Bu gibi özel durumlarda nasıl hesap yapılacağı aşağıda izah edilmiştir.

### 7.3.1. Zemin veya dolgu yüzünün değişik şekillerde olması.

Yukardaki bölümlerde duvar aksası tabii zemin veya dolgu yüzünün tek meyilli olduğunu kabul ettik. Zemin veya dolgu yüzünün birkaç meyilli kırık bir çizgi olması halinde aktif toprak itkisinin çizim yoluyla nasıl hesaplanacağı Şekil-246 da gösterilmiştir.  $K_1$ ,  $K_2$  ve  $K_3$  sırasıyla  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  ve  $\beta_3$  değerleri için bulunan katsayılardır.  $P_A$  aktif toprak itkisi; basınç diyagramının bileşkesidir ve yatayla  $\delta$  açısı yapar.

### 7.3.2. Şürşarj bulunması halinde hesap:

Duvar arkasından yol geçmesi veya malzeme depo edilmesi v.b. sebeplerle zemin veya dolgu yüzünde düzgün yayılı bir  $q_0$  ( $t/m^2$ ) ek yükü bulunması halinde  $h_0 = q_0/\gamma$  olmak üzere  $h_1 = h + h_0$  bulunur ve formüllerdeki  $h$  yerine  $h_1$  alınarak aktif toprak itkisi hesaplanır. Basınç diyagramı Şekil 247a da görüldüğü gibi yamuktur ve  $P_A$  bu di-



Şekil-246

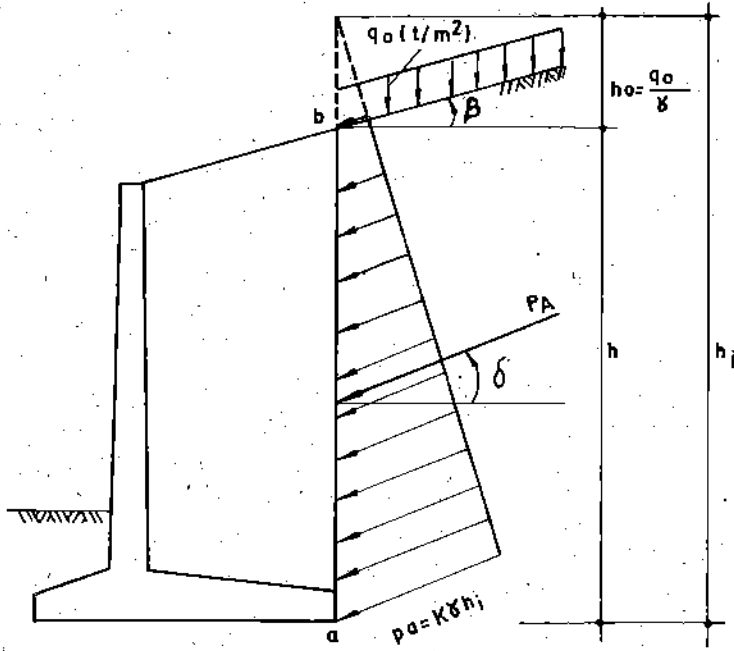
yagramın bileşkesidir.  $q_0$  yükü duvardan itibaren de başlayabilir. Hesap yine aynı şekilde yapılır. Fakat duraylılık hesaplarında (Devrilme ve kayma kontrolünde) emniyetli tarafta kalmak için duvarla ab düşeyi arasındaki şürşarj dikkate alınmaz. Şürşarjın ab düşeyinden belli bir uzaklıkta olması halinde aktif toprak itkisinin çizim yoluyla nasıl hesaplanacağı da Şekil-247b de gösterilmiştir. Şekildeki  $\theta$  açısı kama kayma düzlemi açısı olup

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\sin \phi + \sqrt{(\operatorname{tg} \phi - \operatorname{tg} \beta)(\operatorname{tg} \phi + \operatorname{tg} \delta)}}{\cos \phi} \text{ formülüyle bulunacaktır.}$$

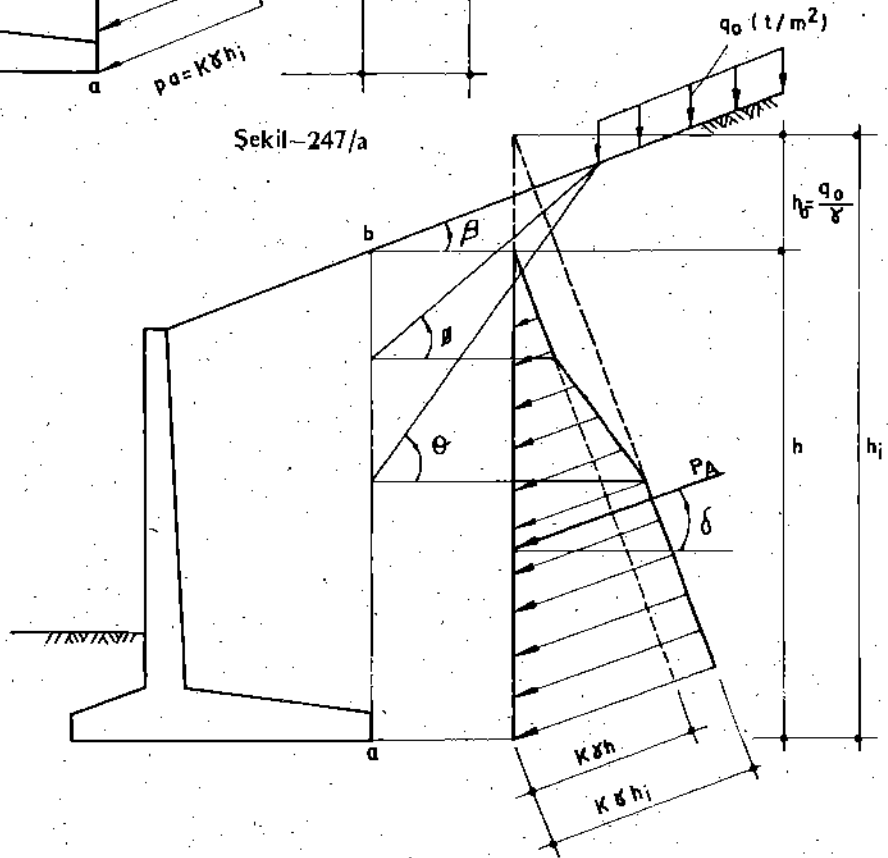
Basınç diyagramı şekilde gösterilmiştir.  $P_A$  aktif toprak itkisi bu diyagramın bileşkesidir.

### 7.3.3. Zeminin tabakalı olması durumu:

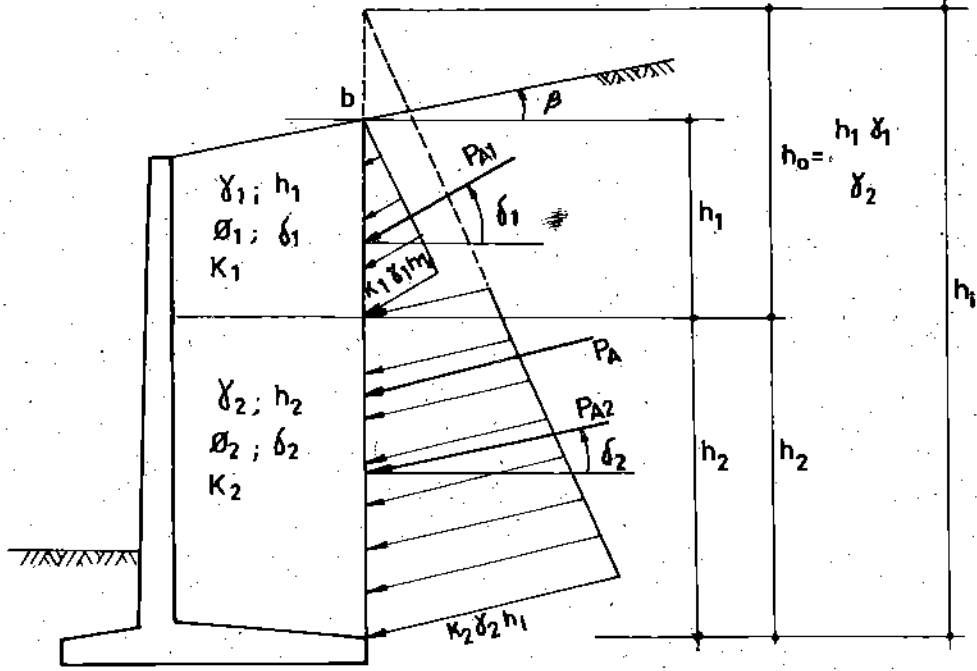
Bu durumda  $P_A$  aktif toprak itkisinin nasıl hesaplanacağı Şekil 248 de gösterilmiştir. En üstteki tabakanın basınç diyagramı normal olarak çizilir. Sonra her tabaka için bir üstteki tabakanın ağırlığı şürşarj kabul edilerek yamuk basınç diyagramları çizilir. Bu şekilde elde edilen basınç diyagramlarının bileşkeleri olan  $P_{A1}$ ,  $P_{A2}$  ... itkilerinin de bileşkesi alınarak  $P_A$  toplam aktif toprak itkisi bulunur.



Şekil-247/a



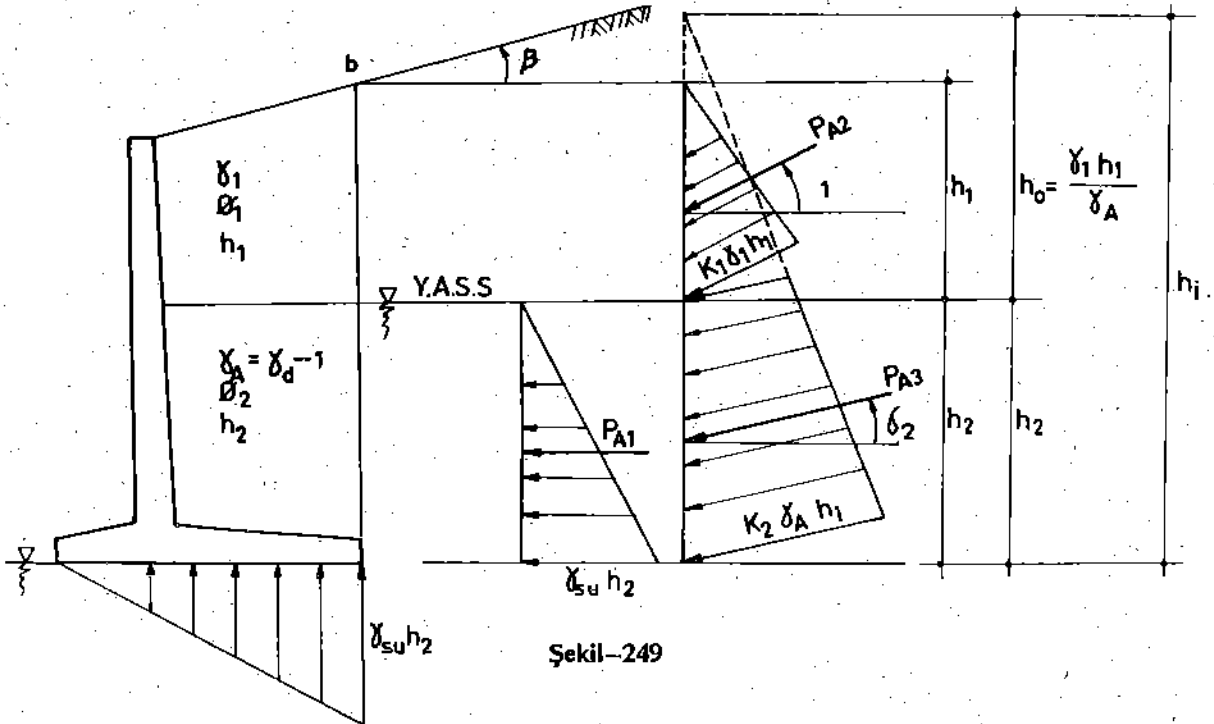
Şekil-247b



Şekil - 248

#### 7.3.4. Zeminde yeraltısuyu bulunması durumu:

Duvar arkası tabii zemin veya dolgusu içinde yeraltısuyu bulunması ve duvar arkasında drenajda yapılmaması halinde  $P_A$  aktif toprak itkisinin nasıl hesaplanacağı Şekil 249 da gösterilmiştir. Önce zemin yokmuş gibi düşünülerek yeraltısuyunun hidrostatik basınç diyagramı çizilir. Sonra zemin için basınç diyagramı çizilir. Bu diyagram çizilirken yeraltısuyu seviyesi altındaki zeminin birim hacim ağırlığı  $\gamma_A = \gamma_d - 1$  alınır. Yeraltısuyu seviyesi üzerindeki zemin ağırlığı; su seviyesi altındaki zemin için bir şurşarj gibi alınır. Bu basınç diyagramlarının bileşkelelerinin bileşkesi alınarak da toplam  $P_A$  aktif toprak itkisi bulunur. Bu durumda suyun alttan kaldırma kuvveti de gözönüne alınacaktır.



Şekil-249

### 7.3.5. Kanal veya nehir kıyı duvarları:

Bir tarafında su bulunan kanal veya nehir v.b. kıyı duvarlarında her şeyden önce temel derinliği en az oyulma derinliği (1 ~ 1.5 m) kadar olmalıdır. Bu tip duvarlarda aktif toprak itkisi iki şekilde hesaplanır ve duvar bunlardan en elverişsiz olana göre boyutlandırılır.

a. Kanalın boş olduğu ve su bulunmadığı kabul edilerek duvar arkası zemini veya dolgusunun aktif toprak itkisi hesaplanır ve buna göre duvar boyutlandırılır.

b. Kanalda en yüksek seviyede olmak üzere su bulunduğu kabul edilir ve bunun hidrostatik itkisi hesaplanır. Eğer duvar arkası zemini veya dolgu kum, çakıl v.b. kohezyonsuz ise bunun aktif toprak itkisi suyun hidrostatik etkisini azaltıcı bir kuvvet olarak alınır. Başka herhangi bir cins zemin veya dolgu için bir tarafta suyun hidrostatik etkisinin bulunduğu ve diğer tarafta hiçbir itkinin bulunmadığına göre hesap yapılacaktır. Bu durumda duvarın her iki tarafındaki su seviyelerine göre suyun alttan kaldırma kuvveti de gözönüne alınacaktır. Bu şekilde yapılan hesapta zemin ve malzeme emniyet gerilmeleri %30 arttırılır. Zemin emniyet gerilmelerinin arttırılabilmesi için, zeminin yerli kohezyonsuz malzeme olması ve temel alanının ortasındaki gerilmenin normal zemin emniyet gerilmesini geçmemesi lazımdır. Bunların dışındaki özel haller için Kaynakça-22 istinat duvarlarının depremleri hesabı için Kaynakça-21 e bakılmalıdır.

### 7.4. Duvar arkası dolgusu ve drenajı:

İstinat duvarlarının arkasına dolgu yapılacaksa ve eğer malzeme temini pahalı da olmuyorsa dolgu malzemeleri olarak kohezyonsuz (en çok %5 kil, silt gibi ince malzeme ihtiva eden) temiz kum, çakıl kullanılmalıdır. Çünkü bu tip kohezyonsuz malzemelerin  $\phi$  içsel sürtünme açıları büyük ve dolayısıyla aktif toprak itkileri de küçüktür. Buna karşılık kohezyonlu (kil, silt gibi ince daneli) zeminlerin  $\phi$  içsel sürtünme açıları küçük ve dolayısıyla aktif toprak itkileri de büyüktür. İri daneli kohezyonsuz malzemenin drenajı da iyidir. Eğer iri daneli temiz malzemenin temini pahalıysa, sadece duvarla kohezyonlu dolgu arasına ve yatayla en çok 60° lik açı yapan bir kama şeklinde iri daneli malzeme doldurulur. Bu durumda aktif toprak itkisi dolgunun tamamı iri daneli malzemeymiş gibi hesaplanabilir. Kohezyonlu tabii zeminler için de aynı şey yapılabilir. İstinat duvarı arkasındaki yeraltı suyunu veya yağışlardan süzülerek birikebilecek suları uzaklaştırmak için bir drenaj sistemi kurulur. Aksi takdirde suyun hidrostatik itkisi dolayısıyla duvar boyutları büyük çıkar. Eğer hesaplarda göz önüne alınmadıysa ilerde meydana gelebilecek bir hidrostatik itki dolayısıyla duvar yıkılabilir. Duvar arkasında tesis edilecek drenaj sistemi duvar arkası tabii zemin veya dolgusunun cinsine bağlıdır.

a. Duvar arkası tabii zemini veya dolgusu geçirimli (iri, daneli) ise duvar gövdesinde barbakan denilen 2 ~ 3 m aralıklı ve 5 ~ 15 cm çapında boru delikler bırakılması yeterlidir.

b. Duvar arkası tabii zemini veya dolgusu yarı geçirimli ise (bir miktar kil, silt ihtiva eden iri daneli zeminler) barbakanlara ilave olarak ve barbakanlar arasında duvara bitişik ince düşey filitreler ve barbakanları birbirine bağlayan yatay drenler yapılır.

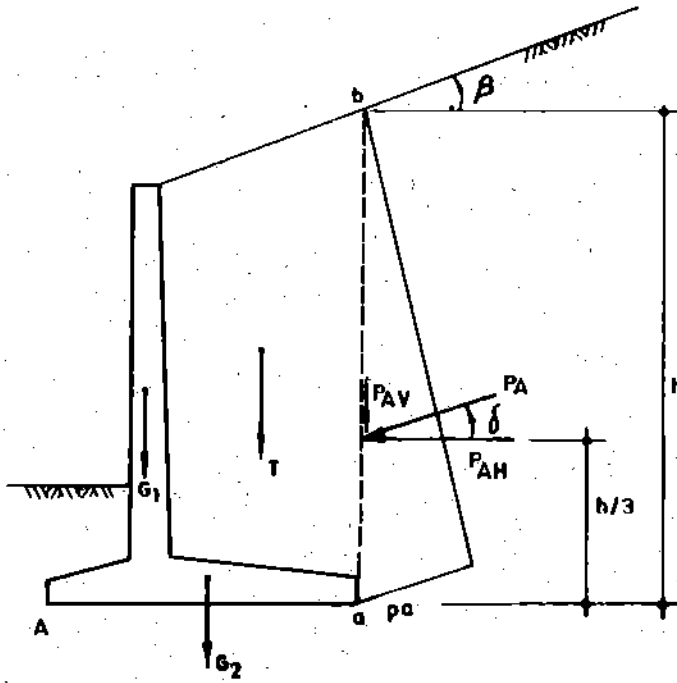
c. Duvar arkası tabii zemini veya dolgusu kil, silt gibi ince daneli geçirimsiz ise en az 30 cm kalınlıkta düşey veya eğimli ve tek veya çift tabakalı bir filitre ve dren boruları yapılır.

Dren borularının etrafına filtre döşenir ve temizlik için bacalar yapılır.

### 7.5. İstinat duvarının duraylılık analizleri:

Bir betonarme konsol istinat duvarına tesir eden kuvvetler Şekil 250 de gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi  $P_A$  aktif toprak itkisi ab düşey düzlemine ve tabandan itibaren h/3 mesafede tesir eder. Çeşitli özel durumlarda aktif toprak itkisinin nasıl hesaplanacağı yukardaki bölümlerde izah edilmiştir. T duvar arka yüzü ile ab düşey düzlemi arasında kalan toprağın ağırlığıdır.  $G_1$ ; gövde konsolunun;  $G_2$  temel in öz ağırlığıdır. Duraylılık analizleri ile.





Şekil-250

- Duvarın bir bütün olarak ve A noktası etrafındaki devrilme durumu
  - Duvarın bir bütün olarak temel zemini üzerinde kayma durumu
  - Temel zeminindeki gerilme durumu
- incelenir. Bunların nasıl yapılacağı aşağıda izah edilecektir. Hesaplar 1 m duvar uzunluğu için yapılır.

**a. Devrilme kontrolü**

Duvarı A noktası etrafında devirmeye çalışan kuvvetlerin A noktasına göre momentleri toplamı  $\Sigma M_{A1}$ ; duvarın A noktası etrafında devrilmesine engel olan kuvvetlerin momenti de  $\Sigma M_{A2}$  ise, duvarın devrilme güvenlik katsayısı

$$G_s = \frac{\Sigma M_{A2}}{\Sigma M_{A1}} \geq 1.5 \text{ olmalıdır.}$$

Depremlı halde  $G_s \geq 1.20$  olmalıdır.

**b. Kayma kontrolü.**

Duvarı öne doğru kaydırmaya çalışan kuvvetlerin (duvara tesir eden kuvvetlerin yatay bileşenleri) toplamı  $R_H$  olsun. Duvarın kaymasına engel olan kuvvetlerde  $R_V \cdot f$  dir.  $R_V$ , duvara tesir eden kuvvetlerin düşey bileşenlerinin toplamı;  $f$  duvarla temel zemini arasındaki sürtünme katsayısıdır. Duvarın kayma güvenlik katsayısı.

$$G_s = \frac{R_V \cdot f}{R_H} \geq 1.50 \text{ olmalıdır.}$$

Depremlı halde  $G_s \geq 1.20$  olmalıdır.

c. Temel zeminindeki gerilme kontrolü:

Küçük ekzantrisiteli hal:

$e < b/6$  olması hali

$$\Sigma M_A = \Sigma M_{A2} + \Sigma M_{A1} \quad (\text{Cebirsel toplam})$$

$$\Sigma M_A = R_v c + c = \frac{\Sigma M_A}{R_v}$$

$$e = \frac{b}{2} - c \leq \frac{b}{6} \text{ olmalıdır.}$$

$$\Sigma M_0 = R_v \cdot e$$

$$\sigma_{z \max} = \frac{R_v}{b} + \frac{6 \Sigma M_0}{b^2} \leq \sigma_{\text{zem}}$$

$$\sigma_{z \min} = \frac{R_v}{b} - \frac{6 \Sigma M_0}{b^2} \geq 0 \text{ olmalıdır.}$$

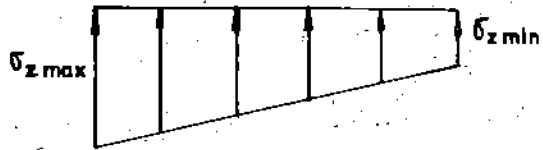
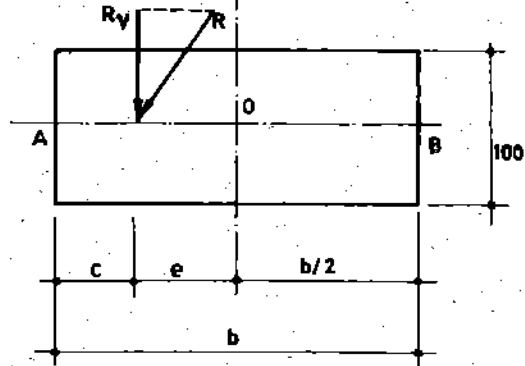
Büyük ekzantrisiteli hal:

$e > b/6$  olması hali

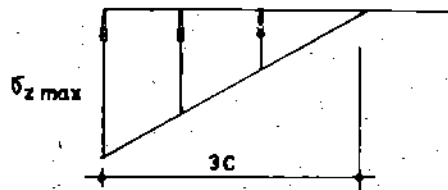
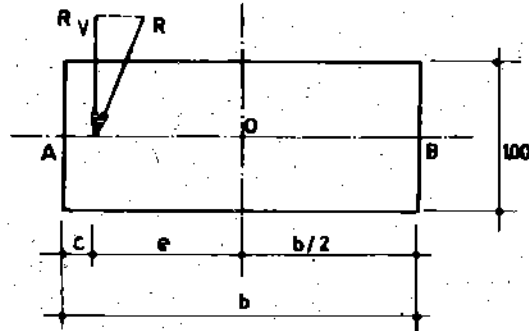
c hiçbir yükleme halinde  $b/6$  dan (hidrolik yapılarda  $b/3$  den) küçük olmamak şartıyla:

$$\sigma_{z \max} = \frac{2R_v}{3c} \leq \sigma_{\text{zem}} \text{ olmalıdır.}$$

Küçük ekzantrisiteli hal



Büyük ekzantrisiteli hal



Şekil-251

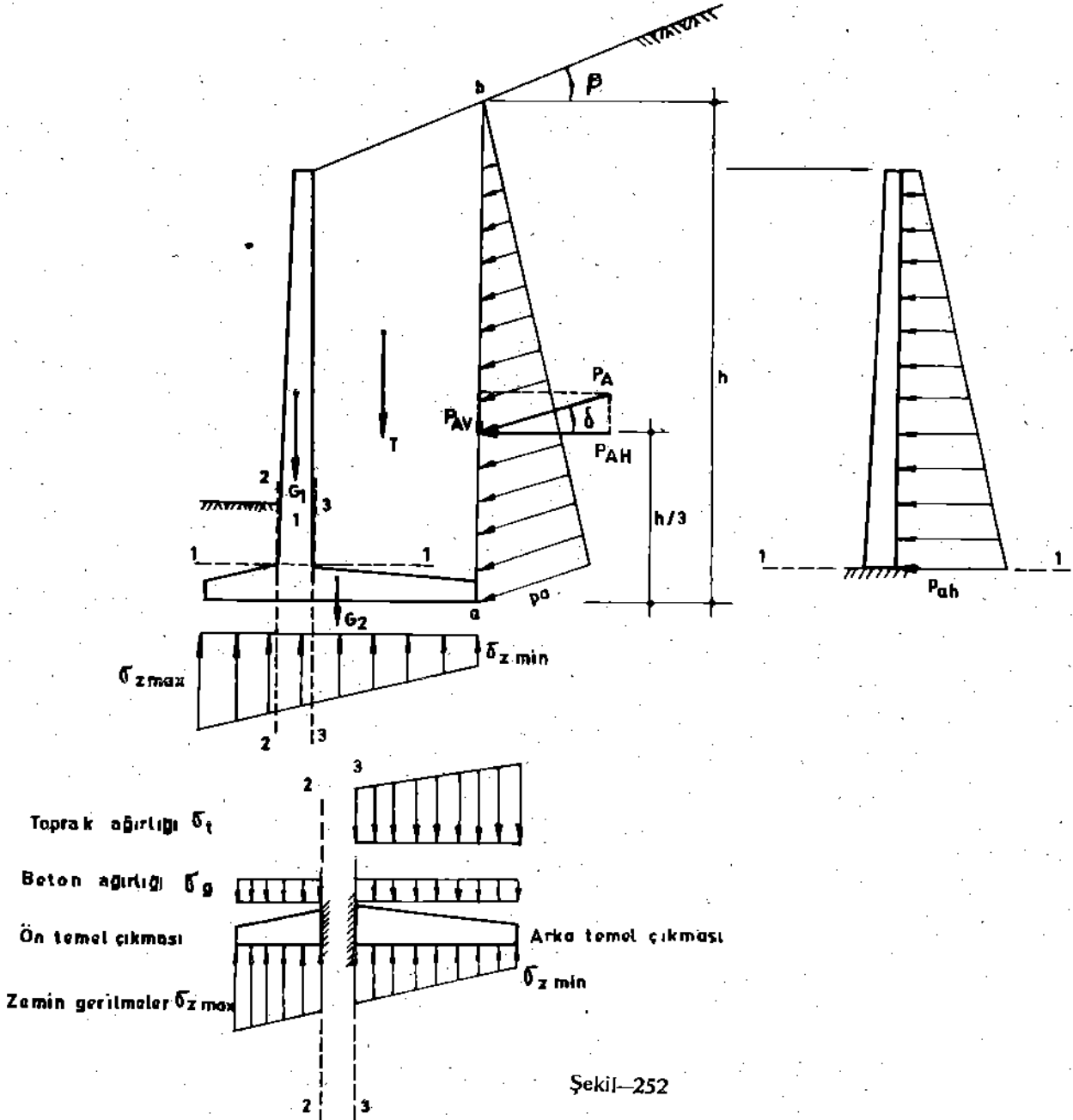
Duraylılık analizlerinde:

- Depremlı halde temel zemini emniyet gerilmeleri (zemin yerli kohezyonsuz malzeme olmak şartıyla) köşelerdeki gerilmeler için %50 arttırılır. Temel ortasındaki gerilme normal zemin emniyet gerilmesini geçmemelidir. Aynı şekilde malzeme emniyet gerilmeleri de %50 arttırılır.
- Kanal duvarlarında duvarın iki tarafındaki su seviyelerine göre suyun alttan kaldırma kuvveti hesaplanarak duvarın yüzme güvenliği kontrol edilecektir. Yüzme güvenlik katsayısı hem normal hem de depremlı yükleme halleri için  $G_s \geq 1.20$  olmalıdır.
- Temel zeminindeki gerilme kontrolü hesaplarında suyun alttan kaldırması gözönüne alınmayacaktır.

- Şürşarjin duvardan itibaren bulunması halinde; duvarın devrilme ve kayma kontrollerini yaparken T kuvvetinin hesabında duvar arka yüzü ile ab düşey düzlemi arasındaki şürşarj düşünülmecektir. Temel zemini gerilmeleri hesabında söz konusu şürşarjda düşünülecektir.

#### 7.6. İstinat duvarının statik betonarme hesabı.

Betonarme konsol istinat duvarlarında gövde temele ankastre bağlı bir konsoldur. Temelde ön ve arka çıkmalara ayrılarak incelenir. Şekil-252. Gövde genellikle yukardan itibaren 3 parçaya bölünür ve bu kesitlerdeki (M) eğilme momenti ve (T) kesme kuvvetine göre hesaplanır. Ön ve arka temel çıkmaları Şekil-252 de görüldüğü gibi zemin gerilmeleri ile kendi öz ağırlıkları ve üzerlerindeki toprak ağırlıkları gözönüne alınarak hesaplanırlar. Her üç konsolun da kesiti; genişliği 100 cm olan dikdörtgendir. Hesaplanan ana donatıya dik yönde ve ana donatının 1/5 i kadar dağıtma donatısı konur. Gövde ön yüzüne ısı ve rötre tesirleri için enine ve boyuna doğrultuda olmak üzere  $\phi 8/25$  donatı konur. Temel çıkmalarında ise diğer yüzlere donatının %25 i kadar montaj donatısı konur.

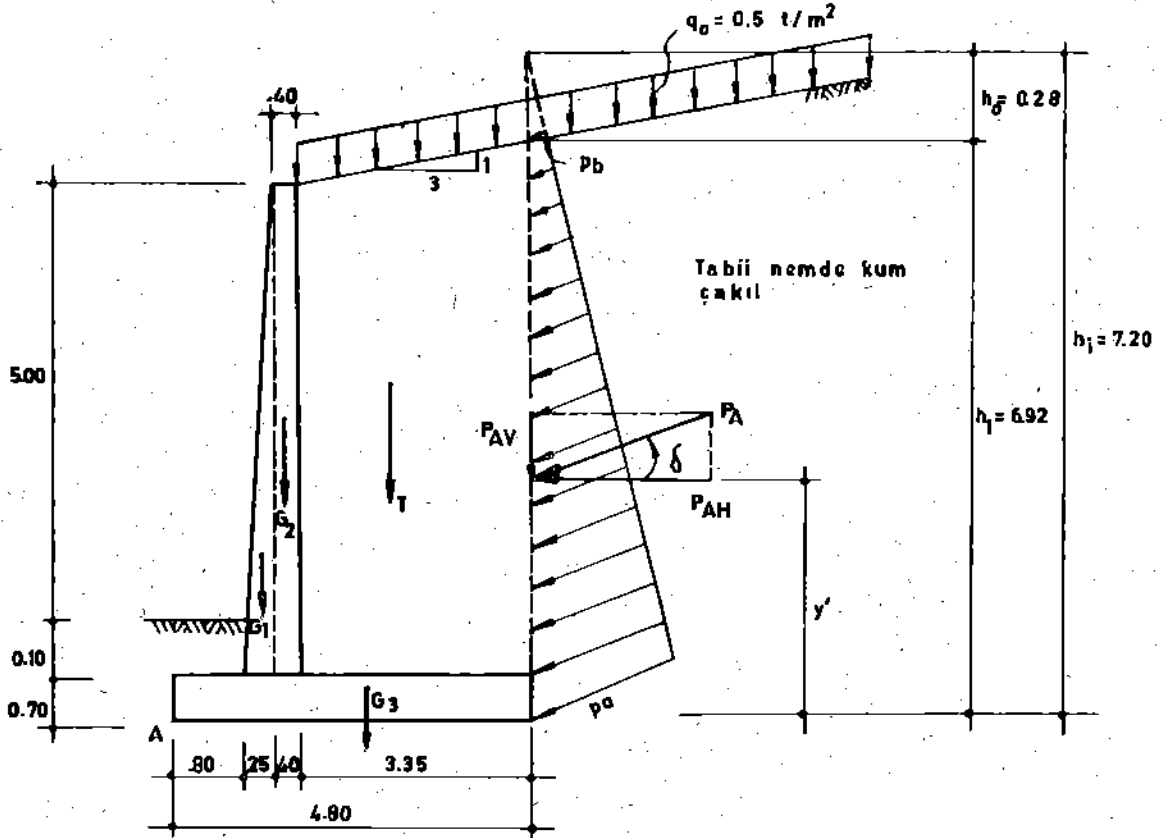


### 7.7. İstinat duvarlarında derzler:

İstinat duvarlarının (özellikle kanal duvarlarının) boyu uzun olur. Duvar uzunluğu boyunca zemin özellikleri değişebilir. Bu yüzden meydana gelebilecek farklı oturmalar ile ısı ve rötre tesirlerini önlemek için duvar genellikle 10 m uzunluğunda anolar halinde yapılır ve anolar arasında düşey derzler bırakılır. Betonarme demirlerinin boyunun 12 m olduğu gözönüne alınarak ano boyları 12 metrede alınabilir. Kanal duvarlarında derzlerin sızdırmazlığını sağlamak için gerekli tedbirler alınmalıdır (conta konması, geçirimsizlik maddesi sürülmesi v.b.).

### 7.8. Örnek:

Şekil-253 deki betonarme konsol istinat duvarı hesaplanacaktır. Duvar arkası dolgusu tabii nemde kum çakıldır. Temel zemini tabii nemde kumdur.  $q_0 = 0.5 \text{ t/m}^2$  lik şürşarj olacağı kabul edilecektir. Malzeme B160/St I dir.



Şekil-253

#### a. Zemin özelliklerinin tesbiti:

Duvar arkası dolgusu tabii nemde kum çakıldır.

$$\text{tg } \beta = 1/3$$

$$\gamma = 1.80 \text{ t/m}^3 \text{ (Tablo-113)}$$

$$\phi = 30^\circ \text{ (Tablo-113)}$$

$$\delta = \phi/2 = 15^\circ$$

$$\text{Cos } 15^\circ = 0.9659$$

$$\text{Sin } 15^\circ = 0.2588$$

$$K = 0.400 \text{ (Tablo-116)}$$

Temel zemini tabii nemde kumdur.

$$\sigma_{zem} = 2 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Tablo-104)}$$

$$f = 0.50 \text{ (Tablo 114)}$$

Zemin yüzünde  $q_0 = 0.5 \text{ t/m}^2$  lik şürşarj vardır.

$$h_0 = q_0/\gamma = 0.5/1.80 = 0.28 \text{ m.}$$

b. Duvarın ilk boyutlaması:

Duvarın ilk boyutlaması Şekil-253 deki gibi yapılmıştır.

c. Duvara tesir eden kuvvetlerin hesabı:

$$G_1 = \frac{1}{2} \times 0.25 \times 5.10 \times 2.40 = 1.53^t$$

$$G_2 = 0.40 \times 5.10 \times 2.40 = 4.90^t$$

$$G_3 = 0.70 \times 4.80 \times 2.40 = 8.06^t$$

$$T = \frac{5.10 + 6.22}{2} \times 3.35 \times 1.80 = 34.13^t$$

$$p_b = K\gamma h_0 = 0.400 \times 1.80 \times 0.28 = 0.20 \text{ t/m}^2$$

$$p_a = K\gamma h_1 = 0.400 \times 1.80 \times 7.20 = 5.18 \text{ t/m}^2$$

$$P_A = \frac{0.20 + 5.18}{2} \times 6.92 = 18.62^t$$

$$P_{AH} = 18.62 \times 0.9659 = 17.98^t$$

$$P_{AV} = 18.62 \times 0.2588 = 4.82^t$$

$$y' = \frac{h}{3} \frac{(2p_b + p_a)}{(p_b + p_a)} = \frac{6.92}{3} \frac{(2 \times 0.20 + 5.18)}{(0.20 + 5.18)} = 2.39 \text{ m}$$

d. Duraylılık analizleri:

Devrilme kontrolü:

Kuvvet (Tm)	Kuvvet kolu (m)	A noktası etrafında	
		Deviren moment Tm	Karşı moment Tm
$G_1 = 1.53$	0.97		1.48
$G_2 = 4.90$	1.25		6.13
$G_3 = 8.06$	2.40		19.34
$T = 34.13$	3.13		106.83
$P_{AV} = 4.82$	4.80		23.13
$P_{AH} = 17.98$	2.39	42.97	
		$\Sigma M_{A1} = 42.97$	$\Sigma M_{A2} = 156.91$

$$G_s = \frac{156.91}{42.97} = 3.65 > 1.50$$

Kayma kontrolü:

$$R_v = 53.44^t \text{ (Düşey kuvvetler toplamı)}$$

$$R_H = 17.98^t \text{ (Yatay kuvvetler toplamı)}$$

$$f = 0.50$$

$$G_s = \frac{f \cdot R_v}{R_H} = \frac{0.50 \times 53.44}{17.98} = 1.49 \cong 1.50$$

Zemin gerilmeleri kontrolü:

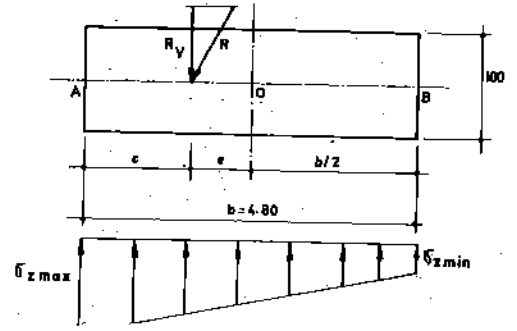
Zemin gerilmeleri kontrolünde şürşarj etkisi de gözönüne alınır.

Toplam şürşarj kuvveti:  $Q_0 = 0.5 \times 3.35 \times 1.00 = 1.68^t$

Şürşarjın A ya göre momenti.  $M_{A0} = 1.68 \times 3.13 = 5.24 \text{ Tm}$

$R_v = 53.44 + 1.68 = 55.12^t$

$\Sigma M_A = \Sigma M_{A2} + M_{A0} - \Sigma M_{A1} = 156.91 + 5.24 - 42.97 = 119.18 \text{ Tm}$



Şekil-254

$$c = \frac{\Sigma MA}{R_v} = \frac{119.18}{55.12} = 2.17 \text{ m}$$

$$e = \frac{b}{2} - c = \frac{4.80}{2} - 2.17 = 0.23 \text{ m} < \frac{b}{6} = 0.80 \text{ m} \text{ (Küçük ekzantrisite)}$$

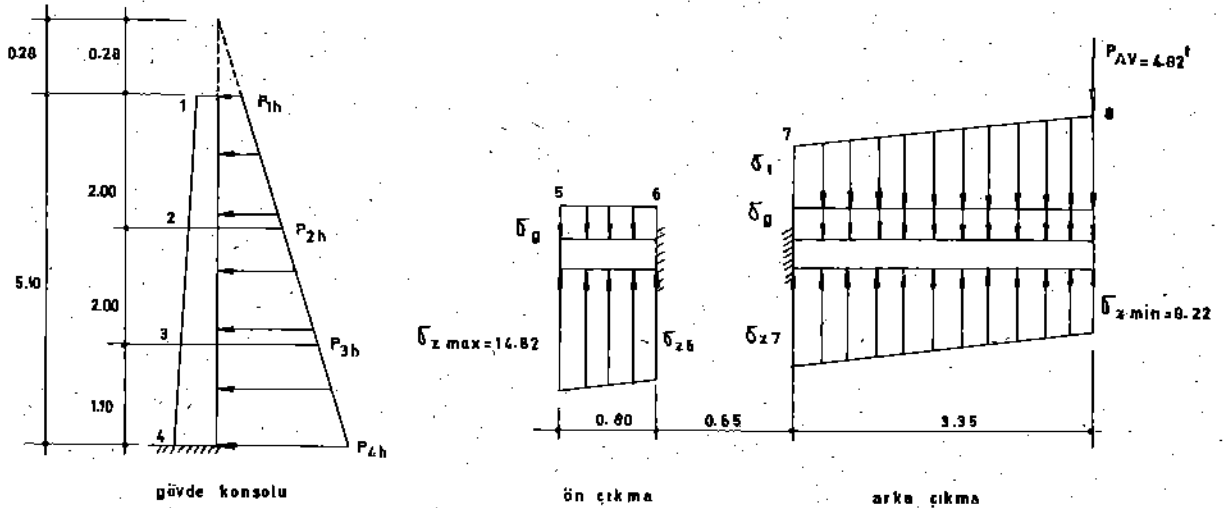
$$\Sigma M_0 = R_v \cdot e = 55.12 \times 0.23 = 12.68 \text{ Tm}$$

$$\sigma_{zmax} = \frac{R_v}{b} + \frac{6 \Sigma M_0}{b^2} = \frac{55.26}{4.80} + \frac{6 \times 12.68}{4.80^2} = \sigma_{zmax} = 14.82 \text{ t/m}^2 < \sigma_{zem} = 20 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{zmin} = \frac{R_v}{b} - \frac{6 \Sigma M_0}{b^2} = \frac{55.26}{4.80} - \frac{6 \times 12.68}{4.80^2} = \sigma_{zmin} = 8.22 \text{ t/m}^2 > 0$$

Netice olarak; duvar için seçilen boyutlar yeterlidir. Ancak Şekil-253 de de görüldüğü gibi duvar boyutları ve özellikle de temel tabanı genişliği oldukça büyüktür. Bunun sebebi temel zemininin tabii nemde kum ve sürtünme katsayısının  $f = 0.50$  gibi küçük bir değer olmasıdır. Kayma güvenlik katsayısı  $G_s = 1.49$  olup limittedir. Temel zeminini yeterli kalınlıkta mıcırta kaplayarak ıslah etmek ve dikdörtgen kesitli temel yerine de yamuk kesitli temel seçerek duvar boyutlarını küçültmek mümkündür.

e. Duvarın statik-betonarme hesabı:



Şekil-255

Göve konsolunda.

$$P_1 h = 0.400 \times 1.8 \times 0.28 \times 0.9659 = 0.195 \text{ t/m}$$

$$P_2 h = 0.400 \times 1.8 \times 2.28 \times 0.9659 = 1.59 \text{ "}$$

$$P_3 h = 0.400 \times 1.8 \times 4.28 \times 0.9659 = 2.98 \text{ "}$$

$$P_4 h = 0.400 \times 1.8 \times 5.38 \times 0.9659 = 3.74 \text{ "}$$

$$T_2 = \frac{0.195 + 1.59}{2} \times 2.00 = 1.79 \text{ t}$$

$$M_2 = \frac{2^2}{6} (2 \times 0.195 + 1.59) = 1.32 \text{ Tm}$$

$$T_3 = \frac{0.195 + 2.98}{2} \times 4.00 = 6.35 \text{ t}$$

$$M_3 = \frac{4^2}{6} (2 \times 0.195 + 2.98) = 8.99 \text{ Tm}$$

$$T_4 = \frac{0.195 + 3.74}{2} \times 5.10 = 10.03 \text{ t}$$

$$M_4 = \frac{5.10^2}{6} (2 \times 0.195 + 3.74) = 17.90 \text{ Tm}$$

Ön çıkımda:

$$\sigma_{z6} = 8.22 \left(1 - \frac{4.00}{4.80}\right) + 14.82 \times \frac{4.00}{4.80} = 13.70 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_g = 0.70 \times 2.40 = 1.68 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_s = \sigma_{z\max} - \sigma_g = 14.82 - 1.68 = 13.14 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_6 = \sigma_{z6} - \sigma_g = 13.70 - 1.68 = 12.02 \text{ t/m}^2$$

$$T_6 = \frac{12.02 + 13.14}{2} \times 0.80 = 10.06 \text{ t}$$

$$M_6 = \frac{0.80^2}{6} (2 \times 13.14 + 12.02) = 4.09 \text{ Tm}$$

Arka çıkımda:

$$\sigma_{z7} = 8.22 \left(1 - \frac{3.35}{4.80}\right) + 14.82 \times \frac{3.35}{4.80} = 12.81 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_g = 0.70 \times 2.40 = 1.68 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{t7} = 5.10 \times 1.80 + 1.50 = 9.68 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{t8} = 6.22 \times 1.80 + 0.50 = 11.70 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_7 = 12.81 - 1.68 - 9.68 = 1.45 \text{ t/m}^2$$

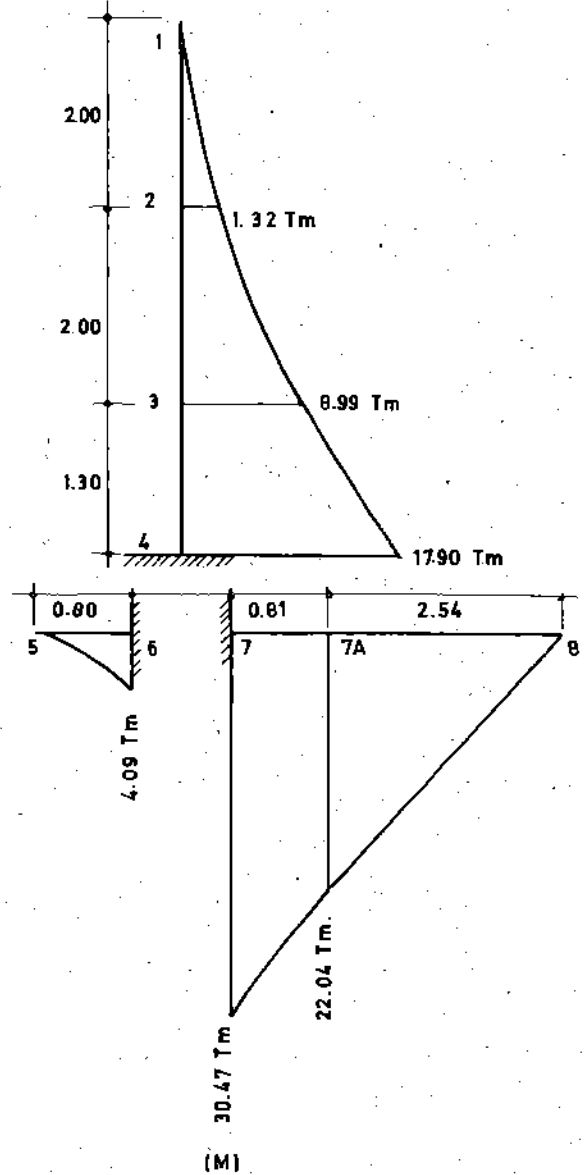
$$\sigma_8 = 8.82 - 1.68 - 11.70 = -4.56 \text{ t/m}^2$$

$$T_{7A} = \frac{1}{2} \times 4.56 \times 2.54 + 4.82 = 10.61 \text{ t}$$

$$M_{7A} = 4.82 \times 2.54 + 5.79 \times \frac{2}{3} \times 2.54 = 22.04 \text{ Tm}$$

$$T_7 = 10.61 - \frac{1}{2} \times 1.45 \times 0.81 = 10.02 \text{ t}$$

$$M_7 = 4.82 \times 3.35 + 5.79 \times 2.50 - 0.59 \times 0.27 = 30.47 \text{ Tm}$$



Şekil-256

Kesit hesapları:

Moment Tcm	b/h cm	$k_2$	$\sigma_b$ kg/cm <sup>2</sup>	$k_3$	$F_e$ cm <sup>2</sup>	Donatı	Dağıtma donatısı
$M_2 = 132$	100/44	38.29	12	0.742	2.23	$\phi 8/25$	$\phi 8/25$
$M_3 = 899$	100/53	17.68	29	0.767	13.01	$\phi 14/12$	$\phi 8/20$
$M_4 = 1790$	100/60	14.18	38	0.791	23.60	$\phi 20/12$	$\phi 10/16$
$M_6 = 409$	100/65	32.14	15	0.749	4.71	$\phi 10/10$	$\phi 8/25$
$M_{7A} = 2204$	100/65	13.85	40	0.794	26.92	$\phi 22/10$	$\phi 10/14$
$M_7 = 3047$	100/65	11.78	48	0.805	37.74	$\phi 22/10$	$\phi 12/15$

Kayma kontrolü:  
Gövde konsolunda.

$$T_{\max} = T_4 = 10.23^t$$

$$M_4 = 17.90 \text{ Tm}$$

$$z = 0.9 h = 0.9 \times 60 = 54 \text{ cm}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{0.25}{5.10} = 0.05$$

$$T'_{\max} = 10.23 - \frac{17.90}{0.65} \times 0.05 = 8.85^t$$

$$\tau_{\max} = \frac{8850}{100 \times 54} = 1.64 < 6 \text{ kg/cm}^2$$

Ön çıkmada:

$$T_{\max} = T_6 = 10.06^t$$

$$z = 0.90 h = 0.9 \times 65 = 58.5 \text{ cm}$$

$$\tau_{\max} = \frac{10610}{100 \times 58.5} = 1.72 < 6 \text{ kg/cm}^2$$

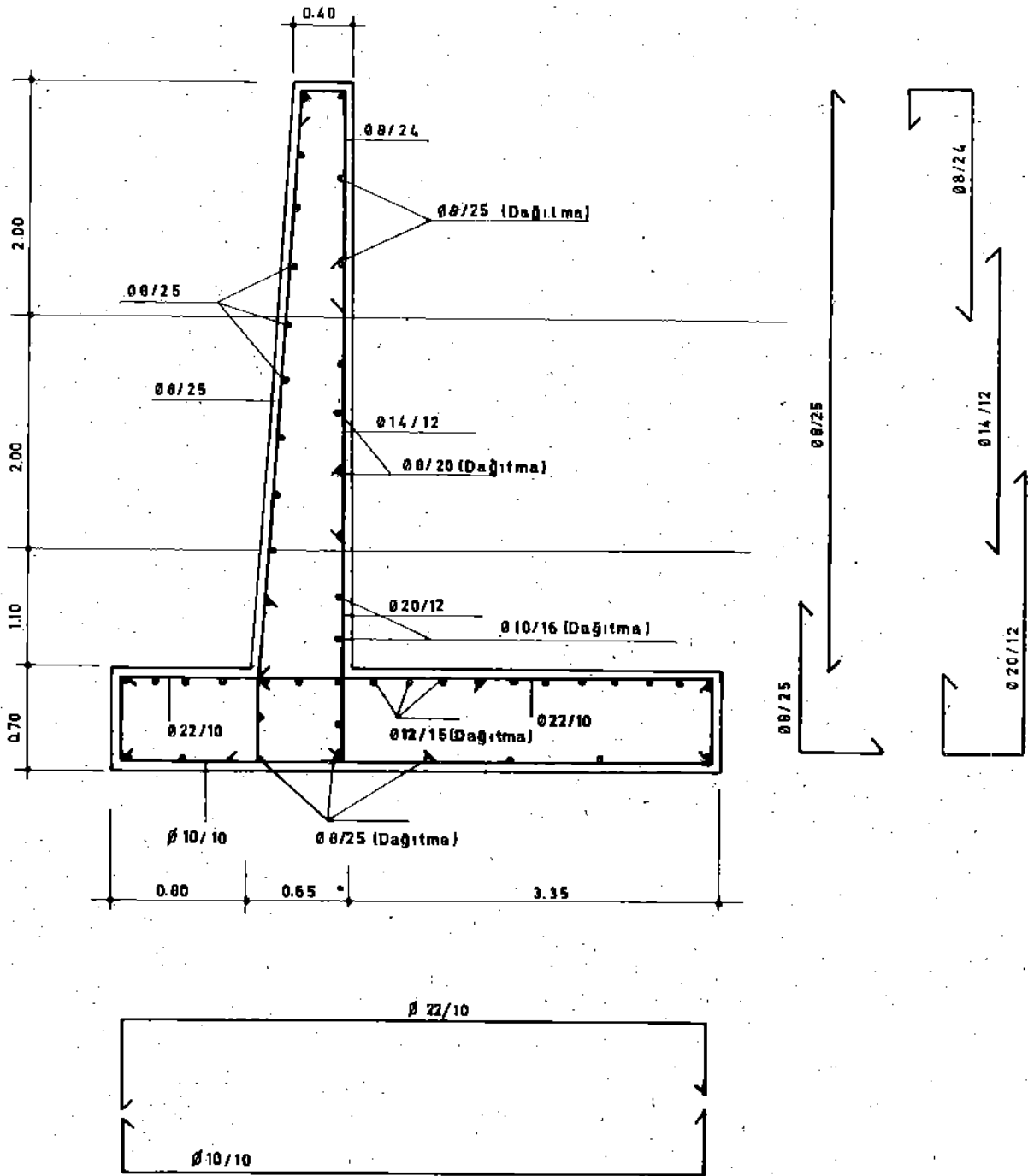
Arka çıkmada:

$$T_{\max} = T_{7A} = 10.61^t$$

$$\tau_{\max} = \frac{10610}{100 \times 58.5} = 1.81 < 6 \text{ kg/cm}^2$$

Donatı detayı Şekil-257 de gösterilmiştir.





Şekil-257

Tablo-115: KOHEZYONSUZ ZEMİNLERDE (K) KATSAYISI

θ	tgα / tgβ	0	1/12	2/12	3/12	4/12	5/12	6/12
		25°	0	0.367	0.402	0.439	0.480	0.524
	1/4.5	0.447	0.493	0.543	0.598	0.659	0.727	0.800
	1/4	0.482	0.509	0.561	0.619	0.683	0.754	0.832
	1/3.5	0.483	0.533	0.588	0.650	0.718	0.794	0.877
	1/3	0.518	0.572	0.632	0.699	0.774	0.858	0.951
	1/2.5	0.591	0.652	0.722	0.800	0.889	0.988	1.100
26°	0	0.353	0.388	0.425	0.466	0.510	0.558	0.608
	1/4.5	0.428	0.473	0.523	0.578	0.639	0.706	0.778
	1/4	0.441	0.488	0.540	0.597	0.661	0.731	0.808
	1/3.5	0.460	0.509	0.564	0.625	0.693	0.768	0.851
	1/3	0.491	0.544	0.604	0.670	0.744	0.826	0.917
	1/2.5	0.552	0.612	0.680	0.756	0.842	0.938	1.046
27°	0	0.340	0.374	0.412	0.453	0.497	0.544	0.595
	1/4.5	0.409	0.454	0.503	0.558	0.619	0.685	0.758
	1/4	0.421	0.467	0.519	0.576	0.639	0.709	0.786
	1/3.5	0.438	0.487	0.542	0.602	0.669	0.743	0.825
	1/3	0.466	0.518	0.577	0.642	0.715	0.797	0.887
	1/2.5	0.518	0.577	0.644	0.718	0.802	0.896	1.000
	1/2	0.706	0.787	0.878	0.984	1.105	1.243	1.400
28°	0	0.326	0.361	0.399	0.440	0.484	0.532	0.583
	1/4.5	0.391	0.435	0.485	0.539	0.600	0.666	0.738
	1/4	0.402	0.448	0.499	0.556	0.619	0.688	0.764
	1/3.5	0.418	0.466	0.520	0.580	0.647	0.720	0.801
	1/3	0.442	0.494	0.552	0.617	0.689	0.769	0.858
	1/2.5	0.488	0.546	0.611	0.684	0.766	0.857	0.960
	1/2	0.619	0.693	0.778	0.873	0.982	1.106	1.247

Tablo-116: KOHEZYONSUZ ZEMİNLERDE (K) KATSAYISI

$\theta$	$\frac{\text{tg}\alpha}{\text{tg}\beta}$	0	1/12	2/12	3/12	4/12	5/12	6/12
	29°	0	0.314	0.348	0.386	0.427	0.471	0.519
1/4.5		0.374	0.418	0.467	0.521	0.581	0.647	0.720
1/4		0.384	0.430	0.481	0.537	0.599	0.668	0.744
1/3.5		0.398	0.446	0.500	0.559	0.625	0.698	0.779
1/3		0.421	0.472	0.529	0.593	0.664	0.743	0.831
1/2.5		0.461	0.518	0.581	0.653	0.733	0.823	0.923
1/2		0.554	0.634	0.714	0.804	0.907	1.024	1.155
30°	0	0.301	0.336	0.374	0.415	0.459	0.507	0.558
	1/4.5	0.357	0.401	0.450	0.504	0.564	0.629	0.701
	1/4	0.366	0.412	0.463	0.519	0.581	0.649	0.724
	1/3.5	0.380	0.427	0.480	0.538	0.605	0.677	0.757
	1/3	0.400	0.451	0.507	0.570	0.641	0.719	0.806
	1/2.5	0.435	0.491	0.554	0.624	0.703	0.791	0.890
	1/2	0.520	0.588	0.665	0.757	0.850	0.961	1.086
31°	0	0.290	0.324	0.362	0.403	0.447	0.495	0.546
	1/4.5	0.341	0.385	0.434	0.487	0.547	0.612	0.684
	1/4	0.350	0.395	0.445	0.501	0.563	0.631	0.705
	1/3.5	0.362	0.409	0.462	0.520	0.585	0.657	0.736
	1/3	0.381	0.431	0.487	0.549	0.619	0.696	0.782
	1/2.5	0.412	0.467	0.529	0.598	0.676	0.762	0.859
	1/2	0.484	0.549	0.623	0.707	0.802	0.909	1.030

Tablo-117: KOHEZYONSUZ ZEMİNLERDE (K) KATSAYISI

$\theta$	$\frac{\text{tg}\alpha}{\text{tg}\beta}$	0	1/12	2/12	3/12	4/12	5/12	6/12
	32°	0	0.278	0.313	0.350	0.391	0.436	0.484
1/4.5		0.327	0.370	0.418	0.471	0.530	0.595	0.666
1/4		0.334	0.379	0.429	0.484	0.545	0.613	0.687
1/3.5		0.346	0.392	0.444	0.502	0.566	0.637	0.716
1/3		0.362	0.412	0.467	0.529	0.597	0.674	0.759
1/2.5		0.391	0.446	0.505	0.573	0.650	0.735	0.830
1/2		0.452	0.516	0.588	0.669	0.761	0.865	0.982
33°	0	0.267	0.302	0.339	0.380	0.424	0.472	0.524
	1/4.5	0.312	0.355	0.403	0.455	0.514	0.579	0.650
	1/4	0.319	0.364	0.413	0.468	0.529	0.598	0.669
	1/3.5	0.330	0.376	0.427	0.485	0.548	0.619	0.697
	1/3	0.345	0.394	0.448	0.509	0.577	0.653	0.737
	1/2.5	0.370	0.424	0.483	0.550	0.625	0.709	0.803
	1/2	0.424	0.486	0.556	0.635	0.724	0.825	0.939
34°	0	0.256	0.291	0.328	0.369	0.413	0.461	0.513
	1/4.5	0.298	0.341	0.388	0.441	0.499	0.563	0.634
	1/4	0.305	0.348	0.398	0.452	0.512	0.570	0.652
	1/3.5	0.314	0.360	0.411	0.468	0.531	0.601	0.678
	1/3	0.328	0.377	0.431	0.491	0.558	0.633	0.716
	1/2.5	0.351	0.404	0.462	0.528	0.602	0.685	0.778
	1/2	0.399	0.459	0.527	0.604	0.691	0.790	0.900
	1/1.5	0.624	0.718	0.826	0.951	1.097	1.266	1.462

Tablo-118: KOHEZYONSUZ ZEMİNLERDE (K) KATSAYISI

θ	lg α / lg β							
		0	1/12	2/12	3/12	4/12	5/12	6/12
35°	0	0.246	0.280	0.318	0.358	0.403	0.450	0.502
	1/4.5	0.285	0.327	0.374	0.426	0.484	0.548	0.618
	1/4	0.291	0.335	0.383	0.437	0.497	0.563	0.636
	1/3.5	0.300	0.345	0.396	0.452	0.514	0.584	0.660
	1/3	0.313	0.360	0.413	0.473	0.540	0.614	0.698
	1/2.5	0.334	0.385	0.443	0.508	0.581	0.662	0.754
	1/2	0.375	0.434	0.501	0.576	0.661	0.757	0.866
	1/1.5	0.531	0.614	0.710	0.821	0.949	1.096	1.265
36°	0	0.238	0.270	0.307	0.348	0.392	0.440	0.491
	1/4.5	0.273	0.314	0.361	0.412	0.470	0.533	0.603
	1/4	0.278	0.321	0.369	0.422	0.482	0.547	0.620
	1/3.5	0.286	0.331	0.381	0.436	0.498	0.567	0.643
	1/3	0.298	0.345	0.397	0.456	0.522	0.595	0.677
	1/2.5	0.317	0.367	0.424	0.488	0.560	0.641	0.731
	1/2	0.354	0.411	0.476	0.550	0.633	0.727	0.833
	1/1.5	0.475	0.553	0.643	0.746	0.864	1.000	1.156
37°	0	0.227	0.260	0.297	0.338	0.382	0.430	0.481
	1/4.5	0.260	0.302	0.348	0.399	0.456	0.519	0.588
	1/4	0.266	0.308	0.355	0.408	0.467	0.532	0.604
	1/3.5	0.273	0.317	0.365	0.421	0.483	0.551	0.626
	1/3	0.284	0.330	0.382	0.440	0.506	0.577	0.658
	1/2.5	0.301	0.350	0.406	0.469	0.540	0.620	0.709
	1/2	0.334	0.390	0.453	0.526	0.607	0.699	0.803
	1/1.5	0.433	0.507	0.592	0.689	0.801	0.930	1.077

Tablo-119. KOHEZYONSUZ ZEMINLERDE (K) KATSAYISI

$\theta$	$\frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \beta}$	0	1/12	2/12	3/12	4/12	5/12	6/12
	38°	0	0.217	0.251	0.287	0.328	0.372	0.420
1/4.5		0.249	0.290	0.335	0.386	0.442	0.505	0.574
1/4		0.254	0.295	0.342	0.395	0.453	0.518	0.589
1/3.5		0.260	0.304	0.352	0.407	0.468	0.535	0.610
1/3		0.270	0.316	0.367	0.424	0.488	0.560	0.640
1/2.5		0.286	0.334	0.390	0.452	0.522	0.600	0.688
1/2		0.315	0.370	0.432	0.503	0.583	0.673	0.776
1/1.5		0.399	0.469	0.550	0.643	0.750	0.872	1.013
39°	0	0.208	0.241	0.278	0.318	0.362	0.410	0.461
	1/4.5	0.237	0.278	0.323	0.373	0.429	0.491	0.560
	1/4	0.242	0.283	0.330	0.381	0.439	0.504	0.575
	1/3.5	0.248	0.291	0.339	0.393	0.453	0.520	0.595
	1/3	0.257	0.302	0.352	0.409	0.473	0.544	0.623
	1/2.5	0.271	0.319	0.373	0.435	0.504	0.581	0.668
	1/2	0.298	0.351	0.412	0.481	0.560	0.649	0.749
	1/1.5	0.369	0.437	0.515	0.604	0.706	0.824	0.959
40°	0	0.199	0.232	0.269	0.309	0.353	0.400	0.452
	1/4.5	0.227	0.266	0.311	0.361	0.417	0.478	0.547
	1/4	0.231	0.272	0.317	0.369	0.426	0.490	0.561
	1/3.5	0.236	0.279	0.326	0.379	0.439	0.506	0.580
	1/3	0.245	0.289	0.339	0.395	0.458	0.528	0.607
	1/2.5	0.258	0.305	0.358	0.418	0.486	0.563	0.649
	1/2	0.282	0.334	0.394	0.461	0.538	0.626	0.724
	1/1.5	0.343	0.408	0.483	0.569	0.668	0.782	0.911

Tablo 120. KOHEZYONLU ZEMİNLERDE (K) KATSAYISI

$\theta$	$\frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \beta}$	0	1/12	2/12	3/12	4/12	5/12	6/12
17°	0	0.548	0.577	0.609	0.645	0.684	0.726	0.772
	1/4.5	0.688	0.727	0.772	0.821	0.877	0.939	1.007
	1/4	0.723	0.764	0.811	0.863	0.922	0.988	1.061
	1/3.5	0.792	0.837	0.888	0.946	1.012	1.087	1.169
18°	0	0.528	0.558	0.591	0.627	0.666	0.709	0.755
	1/4.5	0.657	0.696	0.741	0.790	0.840	0.907	0.975
	1/4	0.686	0.727	0.774	0.826	0.885	0.950	1.022
	1/3.5	0.738	0.782	0.833	0.890	0.954	1.026	1.105
19°	0	0.509	0.539	0.573	0.609	0.649	0.692	0.738
	1/4.5	0.627	0.667	0.712	0.762	0.817	0.878	0.945
	1/4	0.653	0.694	0.741	0.793	0.852	0.916	0.987
	1/3.5	0.695	0.739	0.790	0.846	0.909	0.979	1.056
	1/3	0.788	0.849	0.906	0.972	1.046	1.129	1.222
20°	0	0.490	0.521	0.555	0.592	0.632	0.675	0.722
	1/4.5	0.600	0.640	0.685	0.735	0.790	0.851	0.917
	1/4	0.622	0.664	0.711	0.763	0.821	0.885	0.955
	1/3.5	0.658	0.702	0.752	0.808	0.870	0.939	1.016
	1/3	0.731	0.780	0.835	0.898	0.968	1.047	1.134
21°	0	0.472	0.504	0.538	0.575	0.616	0.659	0.706
	1/4.5	0.574	0.615	0.660	0.709	0.765	0.825	0.891
	1/4	0.594	0.636	0.683	0.735	0.793	0.856	0.925
	1/3.5	0.625	0.669	0.719	0.774	0.836	0.904	0.979
	1/3	0.682	0.731	0.786	0.847	0.915	0.991	1.075

Tablo 121. KOHEZYONLU ZEMİNLERDE (K) KATSAYISI

θ	$\frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \beta}$	0	1/12	2/12	3/12	4/12	5/12	6/12
	22°	0	0.466	0.487	0.522	0.569	0.600	0.643
1/4.5		0.549	0.590	0.635	0.686	0.741	0.800	0.866
1/4		0.567	0.610	0.657	0.708	0.766	0.829	0.898
1/3.5		0.594	0.639	0.688	0.744	0.805	0.872	0.946
1/3		0.642	0.691	0.746	0.805	0.872	0.946	1.028
1/2.5		0.709	0.857	0.924	0.999	1.085	1.181	1.286
23°	0	0.438	0.470	0.505	0.543	0.584	0.620	0.674
	1/4.5	0.526	0.567	0.612	0.662	0.717	0.777	0.842
	1/4	0.542	0.584	0.631	0.683	0.740	0.803	0.871
	1/3.5	0.566	0.611	0.660	0.715	0.776	0.842	0.915
	1/3	0.607	0.655	0.709	0.768	0.834	0.907	0.987
	1/2.5	0.708	0.783	0.826	0.896	0.974	1.062	1.159
24°	0	0.422	0.454	0.489	0.527	0.568	0.612	0.659
	1/4.5	0.503	0.545	0.590	0.640	0.694	0.754	0.819
	1/4	0.518	0.561	0.608	0.659	0.716	0.778	0.846
	1/3.5	0.540	0.585	0.634	0.688	0.748	0.814	0.886
	1/3	0.576	0.624	0.677	0.736	0.800	0.872	0.951
	1/2.5	0.654	0.708	0.768	0.836	0.911	0.995	1.088
25°	0	0.406	0.439	0.474	0.512	0.553	0.597	0.644
	1/4.5	0.482	0.523	0.569	0.618	0.673	0.732	0.796
	1/4	0.495	0.538	0.585	0.636	0.693	0.755	0.822
	1/3.5	0.515	0.560	0.609	0.663	0.723	0.788	0.859
	1/3	0.547	0.594	0.647	0.705	0.768	0.840	0.918
	1/2.5	0.611	0.664	0.723	0.789	0.862	0.943	1.033