



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

Jeoloji Mühendisliği Bölümü – Hidrojeoloji Programı

SU YAPILARI

3.Hafta

Kabartma Yapıları

- Derivasyon nedir?
- Bağlama nedir? Barajdan farkları
- Bağlamaların genel özellikleri ve türleri
- Bağlamaların projelendirilmesi

Prof.Dr.N.Nur ÖZYURT

nozyurt@hacettepe.edu.tr

Derivasyon

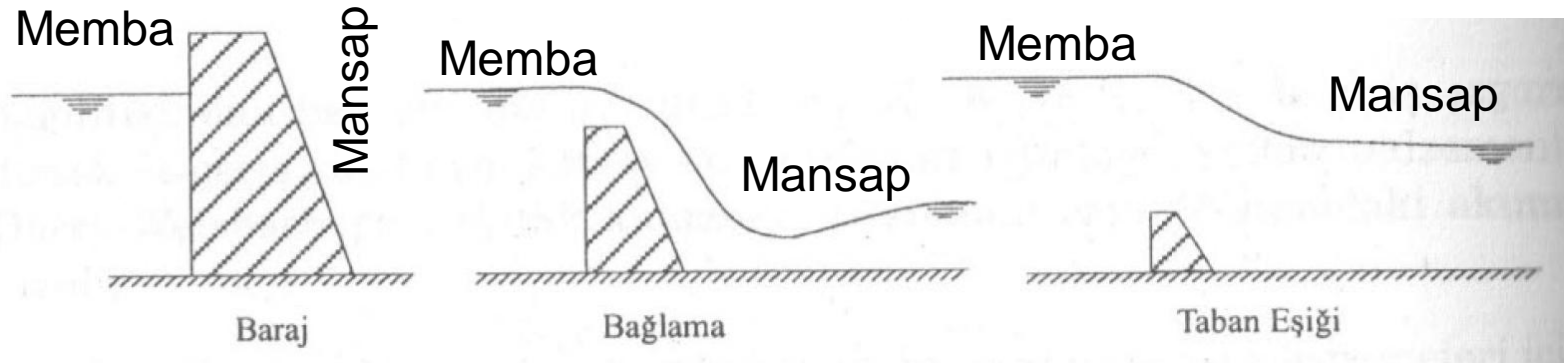
Derivasyon; su yapısı inşa edilecek akarsu yatağının çeşitli yöntemler ile inşaat süresince-geçici olarak değiştirilmesidir.

Açık kanallı derivasyon
Kondüvi (Aç-kapa Tünel)
Tünel



Kabartma Yapıları

- **Barajlar**; tüm vadiyi kapatan, suyu biriktiren ve akarsu rejimini etkileyen yapılar
- **Bağlamalar**; sadece yatağı kapatan ve suyu kabartan yapılar (savak/regülatör/çevirme yapıları)
- **Taban eşikleri**; yapı tepesi ve gövdesi sürekli su altında kalan yapılar



Cazibe ile su iletimi

Cazibe ile su iletimi suyun kaynağından enerji harcadan kullanılacağı yere(sulama bölgesi, içme-kullanma suyu sağlanacak yerleşim yerine vb.) iletilmesidir.

Kabartma yapıları cazibe ile iletim için gerekli yükün yaratılmasını sağlar.

Bağlama Yapıları

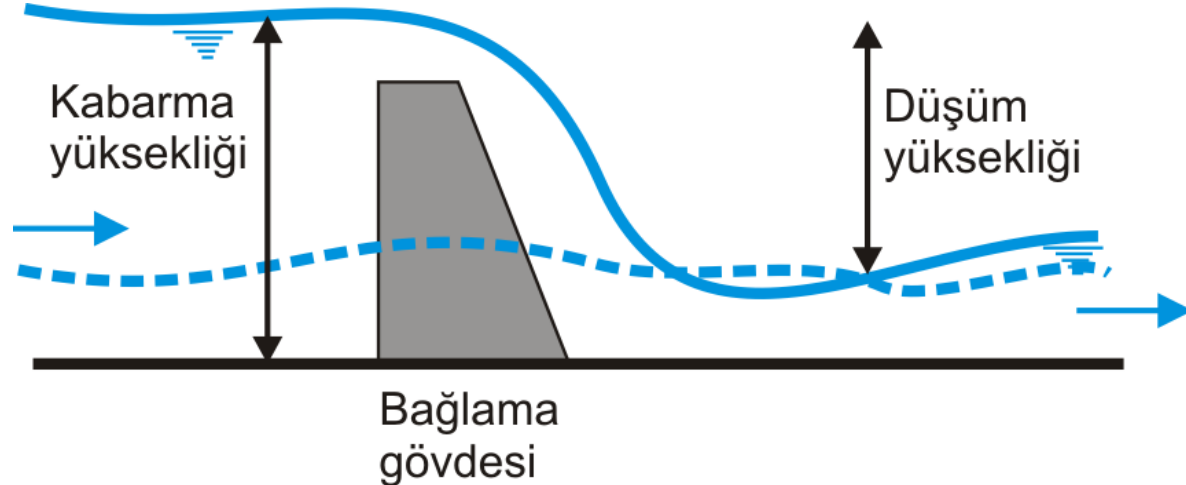
Bağlama, sadece akarsu yatağını kapatan, suyu biriktirmekten çok su seviyesini belirli bir kota yükselten, suyu belirli bir yöne çeviren, istenilen seviyeden arzu edilen suyu almaya yarayan yapılardır.

Savak, Regülatör ve çevirme yapıları şeklinde de adlandırılırlar.

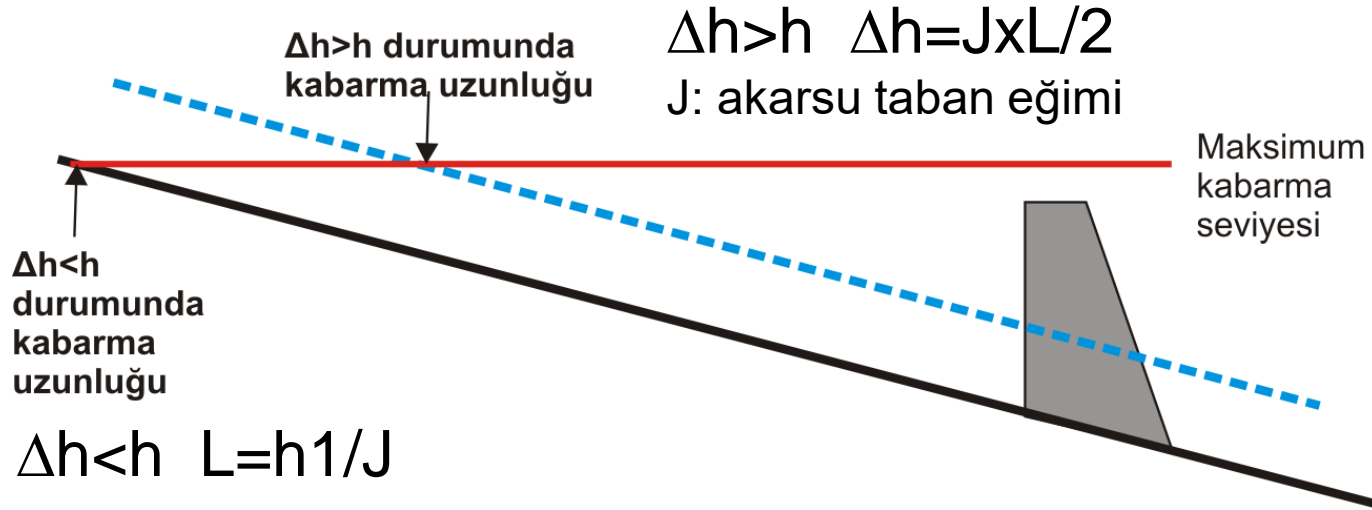
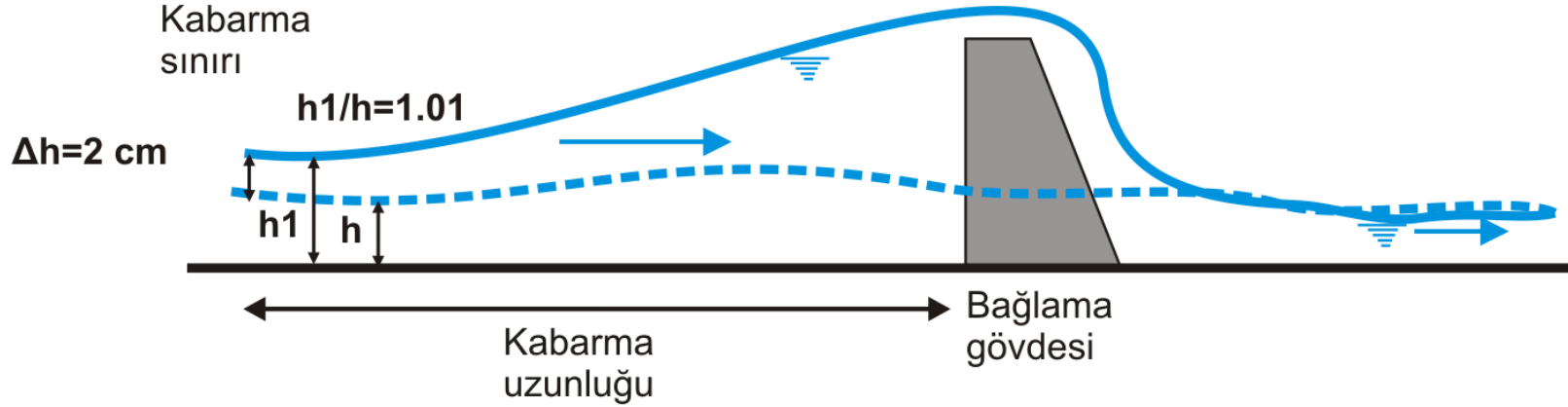
Kabarma yüksekliği

Düşüm yüksekliği

Baraj \neq Bağlama



Kabarma kotu ve uzunluğunun belirlenmesi



Kabarma uzunluğunun hesaplanması_Örnek

Bağlama yapılacak akarsu kesitinde maksimum su derinliği 2.8 m ve taban eğimi 0.0006 olduğuna göre

- Bağlama yerinin 12 km akış yukarısındaki yerleşimin kabarmadan etkilenmemesi için maksimum kabarma yüksekliğini bulunuz.
- Bağlamada en fazla 4.5 m kabarma yüksekliğine izin verildiğine göre kabarma sınırını hesaplayınız.

Çözüm a

$$\Delta h = J \times L / 2 = 0.0006 \times 12000 / 2 = 3.6 \text{ m}$$

$$\text{Maksimum kabarma yüksekliği} = 2.8 + 3.6 = 6.4 \text{ m}$$

Çözüm b

$$\Delta h = 4.5 - 2.8 = 1.7 \text{ m}$$

$$\Delta h < h \quad L = H / J \quad L = 4.5 / 0.0006 = 7500 \text{ m}$$

Baraj ile Bağlama Arasındaki Farklar

1. **Baraj** tüm vadiyi, **bağlama** yalnızca akarsu yatağını kapatır.
2. **Baraj** su biriktirmek için, **bağlama** suyu kabartmak için yapılır.
3. **Baraj** suyu depo ettiği için akım rejimini düzenler, **bağlamanın** düzenleyici etkisi ise sınırlıdır.
4. **Baraj** tepe kotu daima su seviyesi üstündedir, **bağlama** üzerinden su aşabilir.
5. **Baraj** genellikle memba bölgesine, **bağlama** akarsuyun mansap bölgesi de dahil her yerine yapılabilir.
6. **Barajlar** yıkılırsa felaket olur, **bağlama** yıkılırsa hasar çok daha azdır.
7. **Baraj** gövdesi topuk uç noktasında bitmesine karşın, **bağlama** düşüm yatağını da kapsayarak mansaba doğru devam eder.
8. **Barajlar** statik etkilere göre, **bağlamalar** ise hem statik hem dinamik etkilere göre boyutlandırılır
9. Sabit **bağlamalarda** üzerlerinden su aktığı için hidrolik profil önemlidir, **barajlarda** ise statik profil kritiktir.
10. **Barajlarda** kabartma yüksekliği daha büyük olduğundan çevresel etkileri **bağlamalara** göre daha fazladır.

Neden Bağlama Yapıyoruz?

- Suyu belirli bir seviyeye kadar kabartarak su almak
- Su alma ağzı önündeki su değişimlerini azaltmak
- Suyu kabartarak düşüm yüksekliği elde etmek
- Akarsu yatağında erozyonu önlemek veya akış hızını düşürerek mevcut yapıları oyulmaya karşı korumak
- Ulaşım yapılan akarsularda sürekli gerekli su derinliğini sağlamak
- Yeraltısı seviyesini yükseltmek
- Katı maddeleri tutmak
- Akarsuyun kendini temizlemesine yardımcı olmak
- Az da olsa su depolamak ve akarsu düzenlemesi amaçlarına hizmet etmek

Soru: Bağlama ile yeraltısı seviyesi nasıl yükseltilir?

Sulama suyu temini için bağlama tasarımı_Örnek

Sulanacak en yüksek kotu 630 m olan bir sulama bölgesinde iletim kanalının eğimi 0.0005 ve uzunluğu 12 km'dir. Su alma yerindeki yersel yük kayıplarının toplam 0.40m olarak hesaplanmıştır. Bağlama ile alınacak suyun kabartma kotunu bulunuz. Cazibe ile su iletiminde 0.3 m yük kaybını hesaplamaaya dahil ediniz.

Çözüm

İletim kanalında yük kaybı: $0.0005 \times 12000 = 6$ m

Su alma ağzında toplam yük kaybı: $6 + 0.4 = 6.4$ m

Su alma yerinde kabartma kotu: $630 + 6.4 + 0.3 = 636.7$

Bağlamaların Sınıflandırılması

Taşkın debisine göre:

$Q_{100} > 500 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow$ Büyük

$500 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{100} > 100 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow$ Orta büyüklükte

$100 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{100} \rightarrow$ Küçük

(Q_{100} : 100 yılda gerçekleşecek taşkın debisi)

Yapı ve işletme özelliklerine göre:

Sabit bağlamalar

Hareketli bağlamalar

Karma bağlamalar

Su geçirme özelliklerine göre:

Geçirimsiz

Geçirimli

Yarı geçirimli





Bağlamaların Planlama Esasları

Topoğrafya:

Yatak kesitleri, akarsu ortalama eğimi, taşkın yatağı genişliği

Hidroloji:

Seviye ve debi süreklilik eğrileri, minimum ve ortalama debiler, 5, 10, 100, 250 ve 500 yıl tekrarlanma aralıkları taşkın debileri, katı madde debisi

Hidrolik:

Hidrolik profilin belirlenmesi, bağlama kapasitesi, kabarma eğrisi, düşüm yatağı, su alma ağızı, çakıl geçidi hesaplamaları

Mukavemet:

Temel ve bağlama tipinin seçimi ve boyutlandırılması, kapakların ve ayakların statik hesaplamaları

Bağlama Yerinin Seçimi

Yapılış amacı: Sulama amaçlı yapının sulama alanı kotuna göre planlanması gerekir.

Topografya: Yatak morfolojisi, yapıların inşası için uygunluk

Akarsu yatağı: Dar kesitlere oranla geniş ve kararlı yatağı olan kesitler tercih edilir

Zemin durumu: Akarsu yatak zemini inşaat maliyetlerini etkilediğinden büyük önem taşır

Katı madde ve buz: Katı maddenin bağlamada geçişi için uygun olmalıdır

Derivasyon: İnşaat sırasınadi derivasyon seçenekleri değerlendirilmelidir.

Bağlama Tipinin Seçimi

1. Bağlama yerinin topoğrafyası
2. Katı madde debisi
3. Minimum ve maksimum debiler
4. Bağlama yerindeki zemin durumu
 - Kaya
 - Kum-çakıl
 - Kil ve/veya çamur
5. İşletme ve bakım masrafları
6. Maliyetlerin ve çevresel etkilerin karşılaştırılması

Sabit Bağlamalar

Bağlama gövdesi

Çakıl geçidi

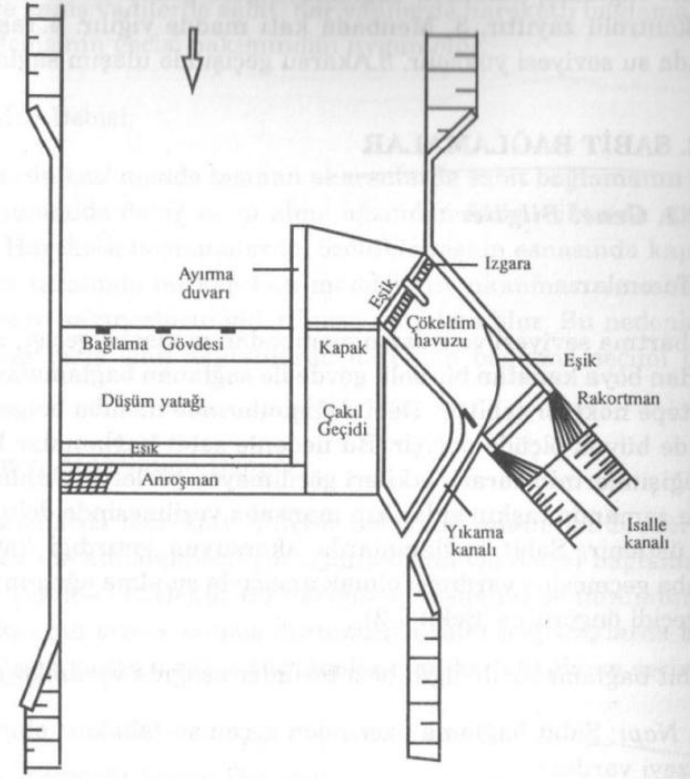
Kenar ayaklar

Düşüm yatağı

Anroşman

Sızdırmazlık yapıları

Diğer tesisler (su alma yapısı, enerji santrali, balık geçidi, tekne geçidi vb.)

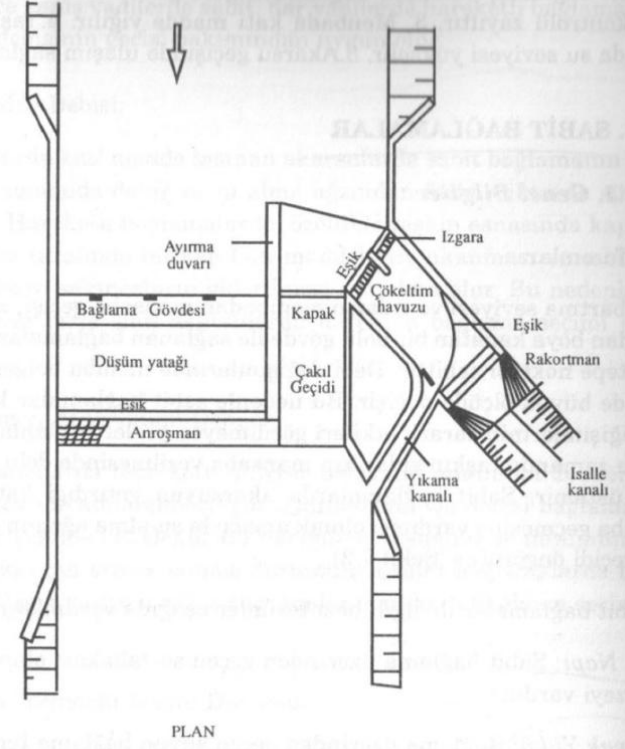


PLAN

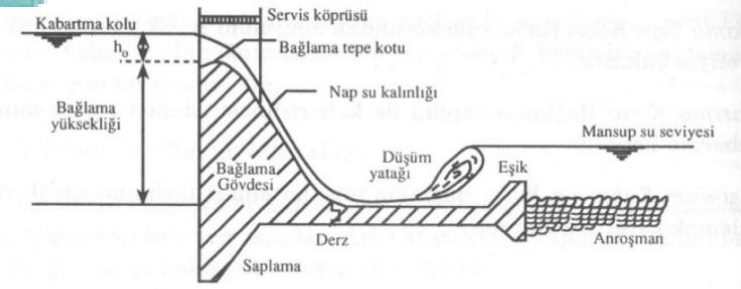


Dr. N. Nur Özyurt 2020-2021 Güz
Dönemi #evdekal

Şekil 7.2: Bir Sabit Bağlamanın Plan ve Kesiti



PLAN

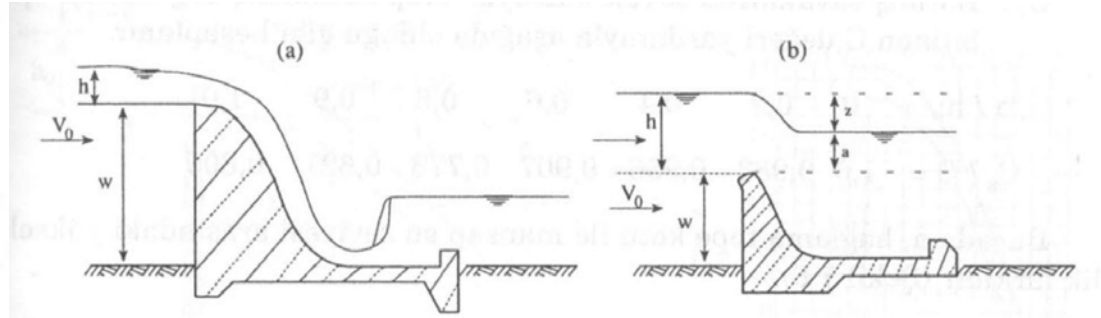
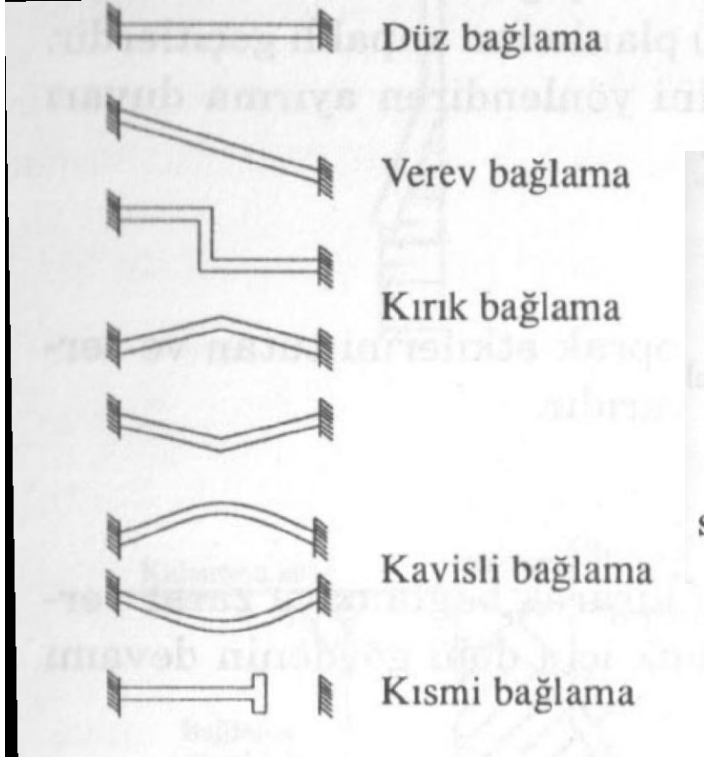


Dr. N. Nur Özyurt 2020-2021 Güz
Dönemi #evdekal

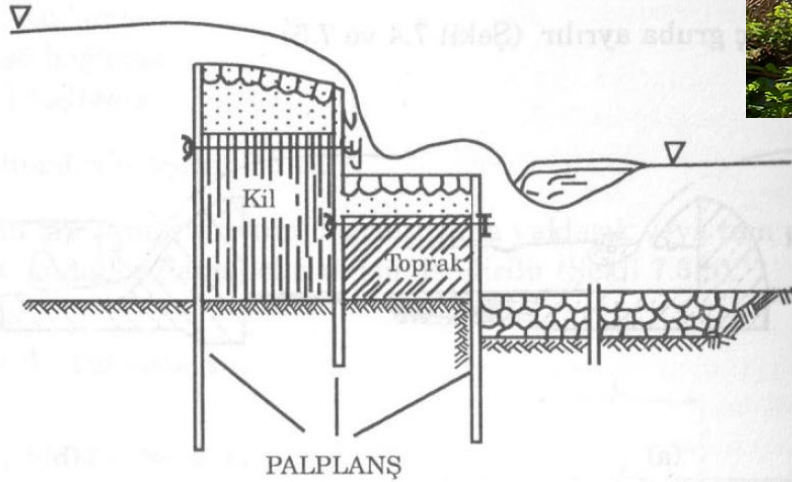
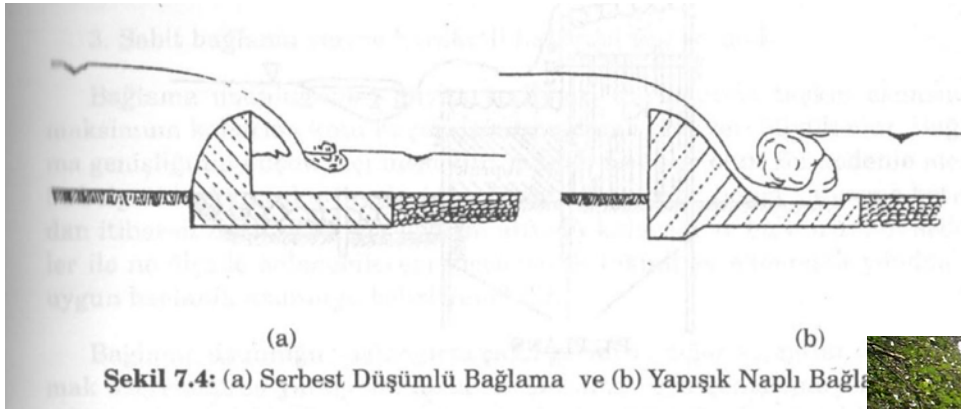
Şekil 7.2: Bir Sabit Bağlamanın Plan ve Kesiti

Sabit Bağlamaların Sınıflandırılması

- Plan görüntüsüne göre
- Bağlama tepe kotu ve mansap su seviyesi karşılıklı durumlarına göre
- Nap oluşumuna göre



Şekil 7.6: Sabit Bağlamalarda Akım Durumları a) Serbest Akım, b) Batmış Akım



Şekil 7.5: Kaskatlı Sabit Bağlama

Dr. N. Nur Özyurt 2020-2021 Güz Dönemi #evdekal

Bağlama tepe kotunun belirlenmesi

Bağlama yapısı ile ihtiyaç duyulan suyun sağlama bilmesi için akarsuyun doğal koşuldaki minimum debileri tasarım parametrelerini belirler

Q_{min} : akarsu minimum debisi
 Q_a : iletilecek su debisi

$Q_{min} - Q_a > 0$
 Q_{min} için tasarım yapılır. bağlama kotu kabartma kotundan savak yükü çıkarılarak hesaplanır.

$Q_{min} - Q_a < 0$
Bağlama üzerinden su aşamayacağından bağlama tepe kotu kabarma kotu olarak alınır.



Bağlama uzunluğunun belirlenmesi

Düşüm yatağındaki maksimum hızı 15 m/s nin altında tutacak bağlama uzunluğu seçilir.

Sabit bağlamada birim genişlikten geçen debiyi 5m³/s olduğu bağlama uzunluğu seçilir.

Tasarımda çakıl geçidi ve diğer yapılarda dikkate alınmalıdır.

Bağlamalar genellikle akarsu yatağının yaklaşık %50-%60 ini kaplayacak şekilde planlanırlar.



Etkili bağlama uzunluğu (bt)

$$bt = b - 2(n \times K_0 + K_a) \times h$$

b: ayaklar arasındaki toplam bağlama tepe uzunluğu

N: orta ayak sayısı

K₀: orta ayakların büzülme katsayısı (0.01-0.1),

K_a: kenar ayakların büzülme katsayısı (genellikle 2.5 x K₀ olarak kullanılır)

h: savak üzerindeki su yükü

Dr. N. Nur Özyurt 2020-2021 Güz

Dönemi #evdekal

Bağlama etkili uzunluğu ve tepe kotunun belirlenmesi_Örnek

Taban kotu 852 m olan bir akarsu kesitinde planlanan sabit bağlamanın çakıl geçidi hariç brüt uzunluğu 74 m ve kabartma kotu 860 m'dir.

- a. Bağlama üzerindeki servis köprüsü ayaklarının ara mesafeleri 6.0 m ve genişlikleri 0.8 m olduğuna göre etkili bağlama uzunluğunu $K_o=0.01$ ve $K_a=0$ koşullarında belirleyiniz
- b. Bağlama yerinde maksimum debi $460\text{m}^3/\text{s}$, minimum debi $35\text{m}^3/\text{s}$ ve iletim kanalına alınan debi $14\text{m}^3/\text{s}$ olduğuna göre sabit bağlamanın tepe kotunu, yüksekliğini ve maksimum kabarma kotunu ($c=2.18$) bulunuz. (Savak katsayısı $c=1.88$)

Çözüm a

$$b_t = b - 2(n \times K_0 + K_a) \times h$$

$$74 = n \times 0.8 + 0.6 \times (n+1) \quad n=10$$

$$b = 6 \times 11 = 66 \text{ m}$$

$$b_t = 66 - 2(10 \times 0.01 + 0) \times h = 66 - 0.2h$$

Çözüm b

$$Q_{\min} - Q_a = 35 - 14 = 21 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = c \times b \times h^{3/2}$$

$$21 = 1.88 \times 66 \times h^{3/2} \quad h = 0.31 \text{ m}$$

$$b_t = 66 - 0.2 \times 0.31 = 65.94 \text{ m}$$

Bağlama tepe kotu = kabartma kotu - minimum savak yükü

$$\text{Bağlama tepe kotu} = 860 - 0.31 = 859.69 \text{ m}$$

Bağlama yüksekliği = Bağlama tepe kotu - akarsu taban kotu

$$\text{Bağlama yüksekliği} = 859.69 - 852 = 7.69 \text{ m}$$

$$\text{Maksimum savak yükü} = 460 - 14 = 2.18 \times 66 \times h^{3/2} \quad h = 2.13 \text{ m}$$

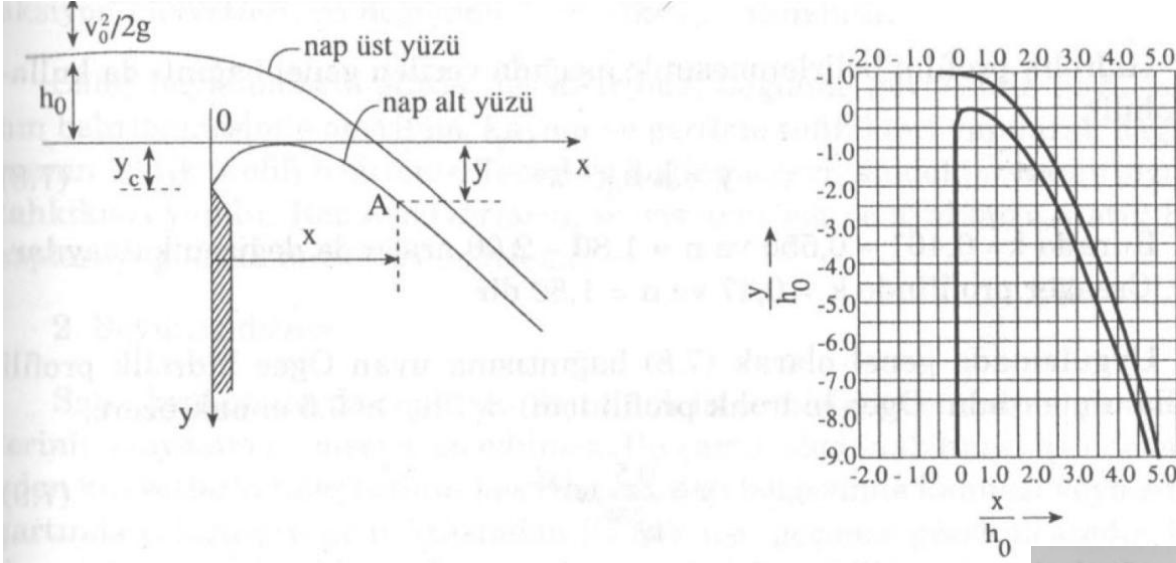
Maksimum kabarma kotu = Bağlama tepe kotu + maksimum savak yükü

$$\text{Maksimum kabarma kotu} = 859.69 + 2.13 = 861.82 \text{ m}$$

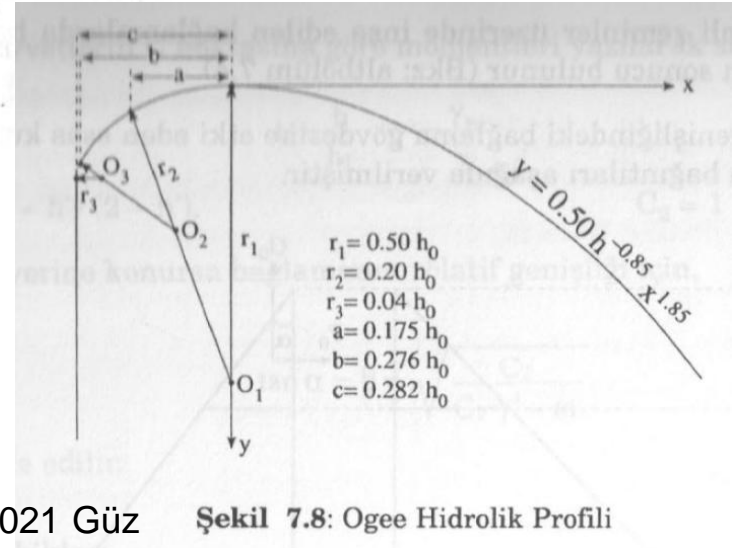
Çakıl Geçidi



Hidrolik Profil

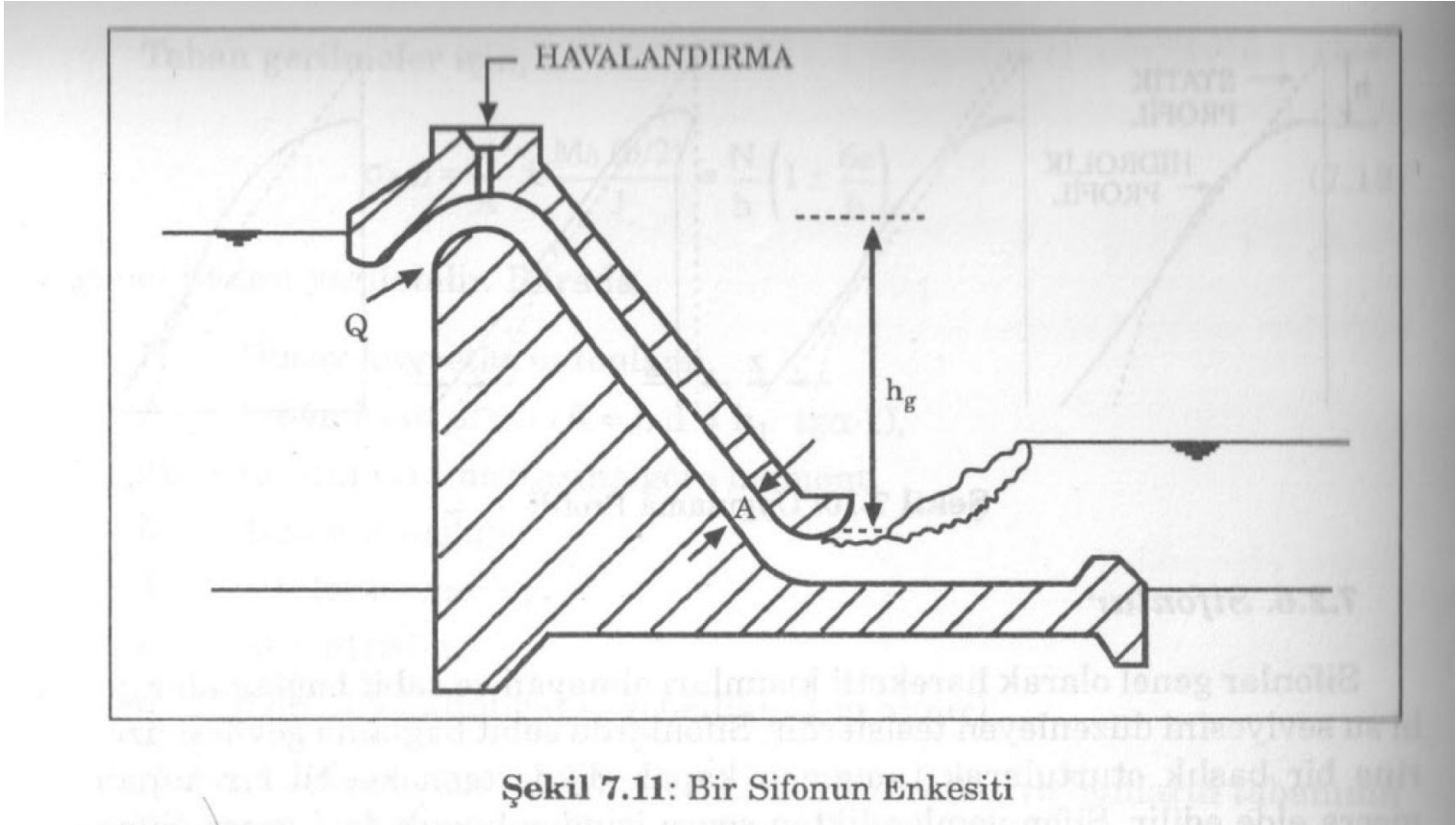


Şekil 7.7: Keskin Kenarlı Savak Üzerindeki Akım



Şekil 7.8: Ogee Hidrolik Profili

Sifonlar_Basınçlı Bağlamalar



Şekil 7.11: Bir Sifonun Enkesiti

Hareketli Bağlamalar

Kapaklar

Orta ayaklar

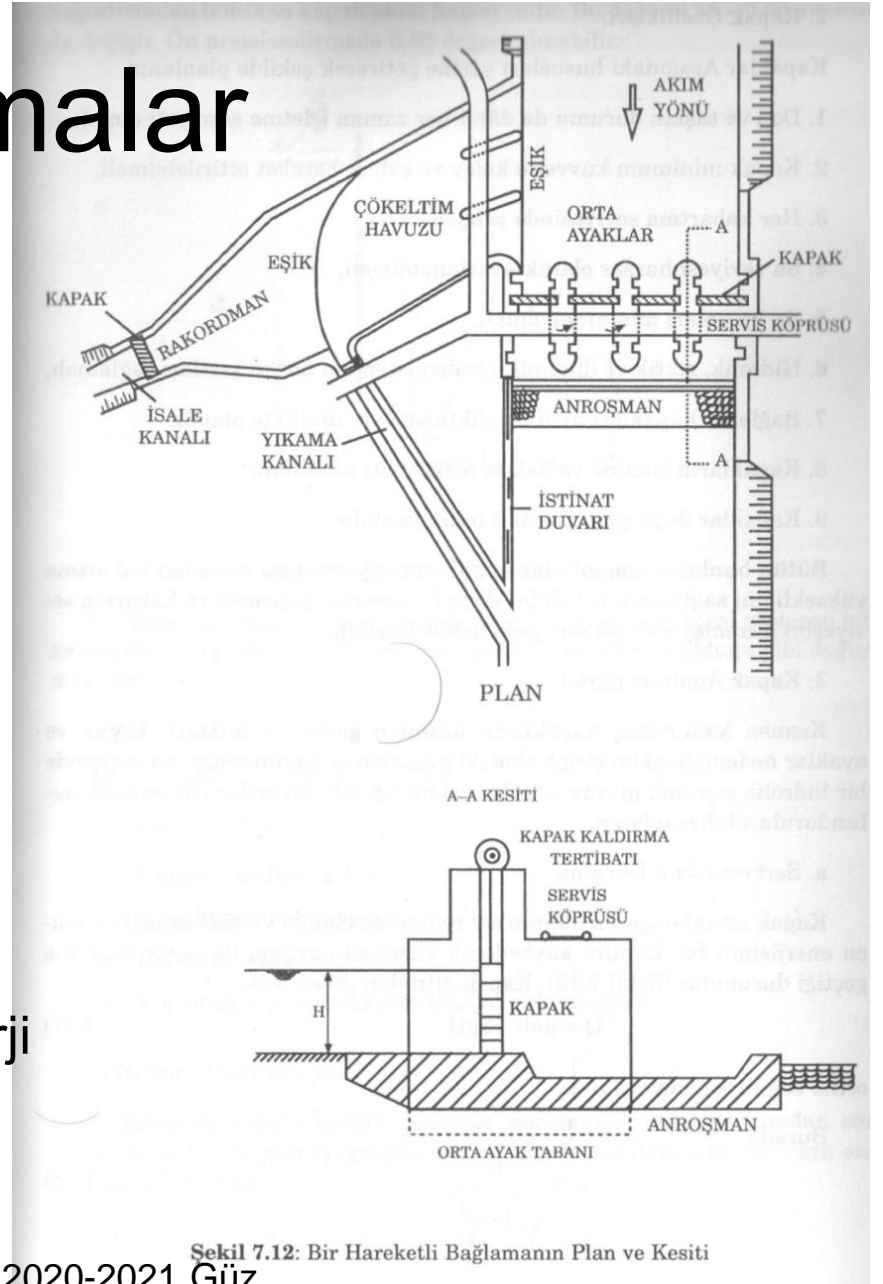
Kenar ayaklar

Düşüm yatağı

Anroşman

Sızdırmazlık yapıları

Diğer tesisler (su alma yapısı, enerji santrali, balık geçidi, tekne geçidi vb.)



Sekil 7.12: Bir Hareketli Bağlamının Plan ve Kesiti
Dr. N. Nur Özyurt 2020-2021 Güz
Dönemi #evdekal

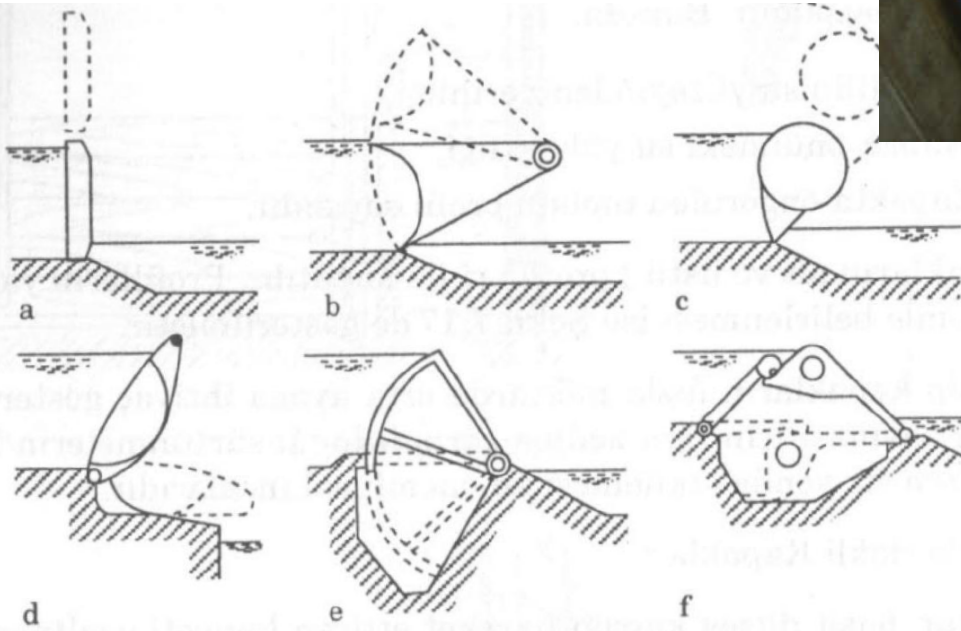


Dr. N. Nur Özyurt 2020-2021 Güz
Dönemi #evdekal

Hareketli Bağlamalarda Kapak Özellikleri

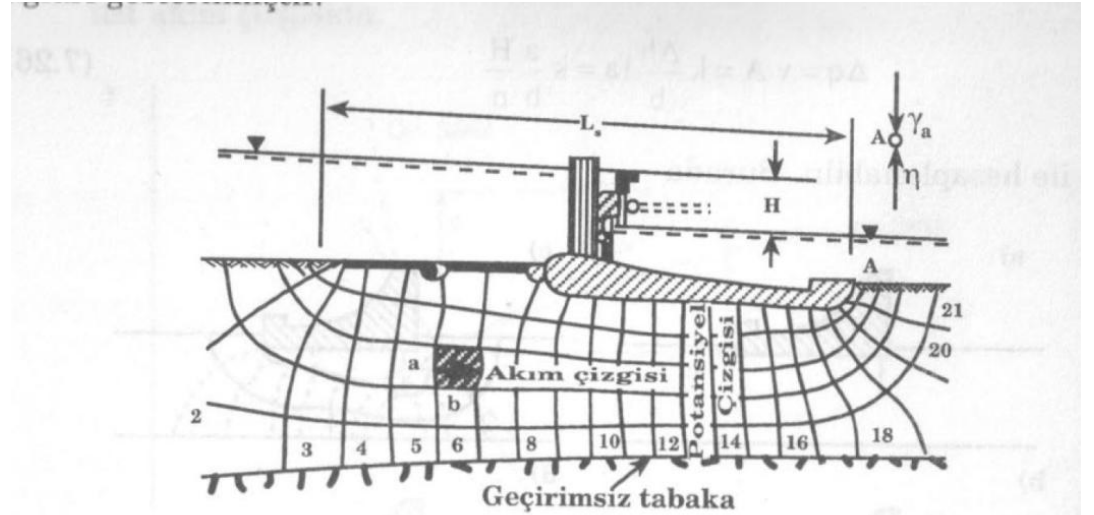
- Don, taşkın, vb. durumlarda dahi işletme emniyeti
- Kolay, çabuk ve az kuvvetle açılma
- Her kabartma seviyesinde çalışabilme
- Hassas su seviyesi ayarlayabilme
- Minimum su kaybı/maksimum sızdırmazlık
- Hidrolik, statik ve dinamik yönden uygun
- İşletme ve bakım maliyeti düşük
- Doğal ve estetik görünüm

Kapak Türleri

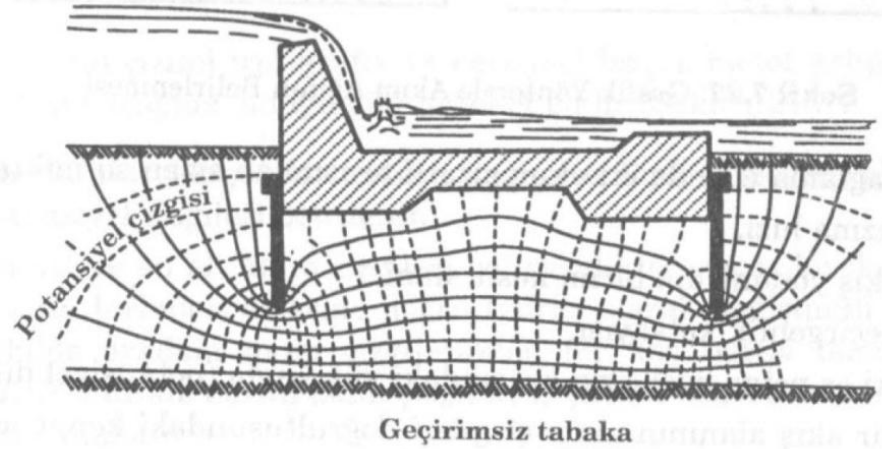


Şekil 7.16: Başlıca Kapak Tipleri. a) Düşey kapak, b) Radyal kapak, c) Silindir kapak, d) Balıkkarnı kapak, e) Sektör kapak, f) Çatı kapak.

Geçirimli zeminlerde bağlama projelendirmesi



Şekil 7.28 : Bir Hareketli Bağlamanın Tabanındaki Akım Ağı



Şekil 7.29 : Bir Sabit Bağlama Tabanında Akım Ağı

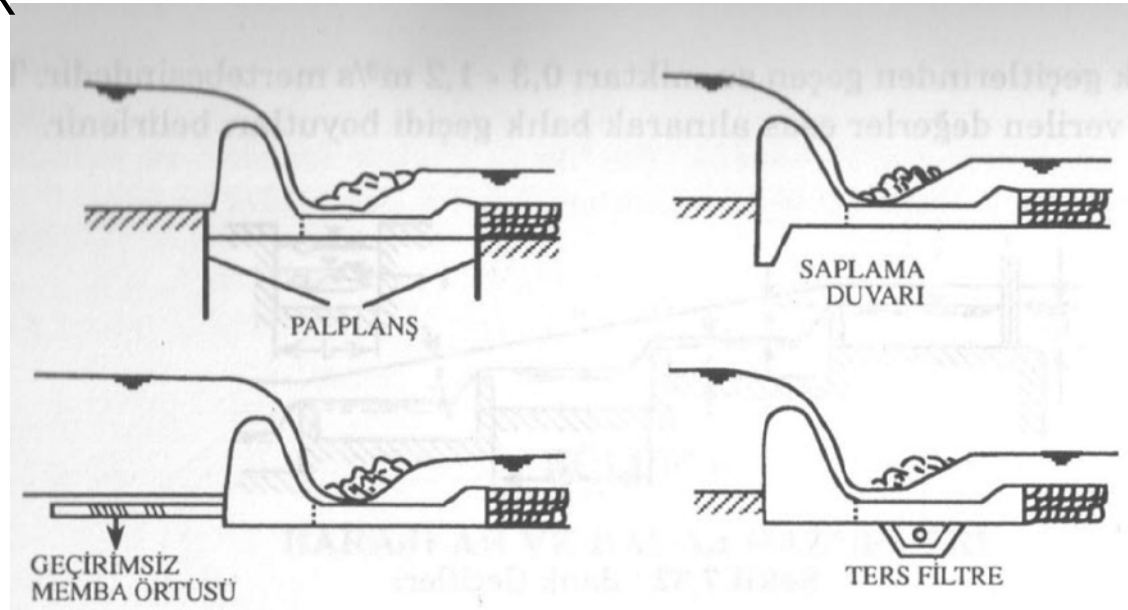
Taban su basıncının azaltılması

Temel zeminin geçirimliliğini azaltmak

Sızma derinliğini arttırmak (saplama duvarı, palplanş, geçirimsiz memba örtüsü)

Memba ve mansap su seviyeleri arasındaki farkı azaltmak

Tabana filtre yerleştirmek



Bağlamalara özel yapılar

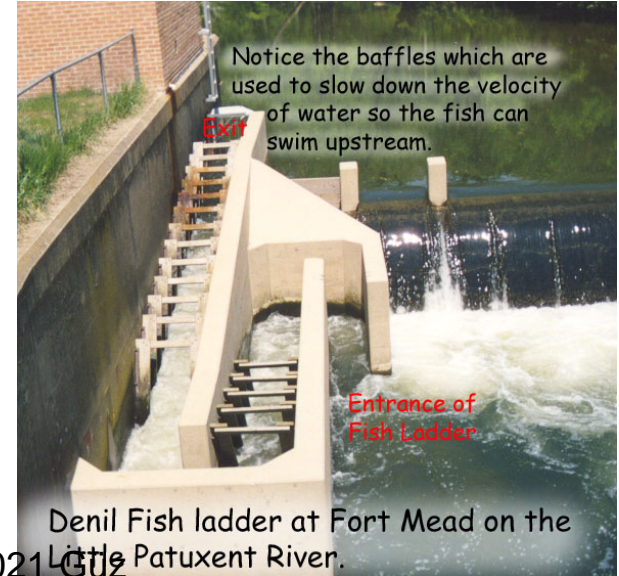
Su alma yapısı

Gemi geçidi-Eklüz

Kayık geçidi

Sal tomruk geçidi

Balık geçidi



Denil Fish ladder at Fort Mead on the Little Patuxent River.