

Dr. H. Sönmez –JEM719



Bölüm 11: GÜVENLİK KATSAYISININ SEÇİMİ VE ŞEVLERDE İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARARI

Şev tasarımlarında güvenlik katsayısının seçiminde:

- Veri sayısı ve kalitesi
- Önem derecesi
- Duraysızlık mekanizmasının yorumlanması
- Olası jeolojik-hidrojeolojik belirsizlikler
- Deneyim
- Karar verme yetisi

gibi faktörler güvenlik katsayısının seçiminde önemli faktörlerdir.

(Prof. Dr R. Ulusay'ın JEO 620 ders notlarından)

Dr. H. Sönmez –JEM719



Şev duraylılığı analizlerinde girdi parametrelerindeki istatistiksel dağılım modellerinden itibaren kullanılan olasılık temelli değerlendirmelerde tek bir güvenlik katsayısından ziyade olasılıklı olarak güvenlik katsayısı değişimi belirlemek mümkündür. Bu tür bir uygulama tetikleyici faktörün zamana bağlı olma olasılığı dikkate alındığında tehlikeye, risk altındaki can ve mal kayıplarının dahil edilmesiyle riske kadar uzanır. Olasılık temelli değerlendirmelerde kaliteli ve yeterli sayıda veriye gereksinim duyulmaktadır.

Dr. H. Sönmez –JEM719



Sonuç olarak: Teorik olarak limit denge durumundan ($FOS=1$) düşük güvenlik katsayısı ($FOS<1$) duraysızlığa işaret ederken, daha büyük güvenlik katsayısı ($FOS>1$) ise duraylı durumu ifade eder.

Ancak hesaplanan güvenlik katsayısında veri sayısı ve kalitesinin yanı sıra olası jeolojik-hidrojeolojik belirsizlikler büyük etkiye sahiptir.

Bu nedenle; şev tasarımının özellikleri, kullanım amacı, ömrü ve ayrıca girdi parametrelerindeki olası belirsizlikler dikkate alınarak tasarım aşamasında $FOS>1$ olarak kullanılır.

$FOS>1$ ama ne kadar?

Dr. H. Sönmez –JEM719



Güvenlik katsayısının seçimine yönelik öneriler

(a) Maden mühendisliği uygulamaları (açık işletmeler) (Huang, 1983'ten):

| A.B.D. (FEDERAL REGISTER, 1977) | | En Küçük F |
|---------------------------------|--|------------|
| (1) | Kazı sonu | 1.3 |
| (2) | Gözenek suyunun zamana bağlı olarak sönmelenmesinin söz konusu olduğu koşullar | 1.5 |
| (3) | Deprem riskinin dikkate alınmış olması koşulu (2 no.lu durum için) | 1.0 |

| A.B.D. (D'APPOLONIA CONS. ENGRS. INC, 1975) | En Küçük F Afet potansiyeli açısından | | |
|---|--|------|-------|
| | Yüksek | Orta | Düşük |
| 1. Tasarımda laboratuvarında belirlenmiş makaslama dayanımının esas alınması koşulu | 1.5 | 1.4 | 1.3 |
| 2. Tasarımın o saha için belirlenen en yüksek yer ivmesi de dikkate alınarak yapılması koşulu | 1.2 | 1.1 | 1.0 |

(Prof. Dr R. Ulusay'ın JEO 620 ders notlarından)

Dr. H. Sönmez –JEM719

| | İNGİLTERE (NATIONAL COAL BOARD, 1970) | |
|---|--|------|
| | I* | II** |
| (1) Kayma yüzeyi boyunca doruk makaslama dayanımının kullanılması | 1.5 | 1.25 |
| (2) Kayma yüzeyinin, tabanda yer alan ve makaslama dayanımı artık değere düşmüş olan bir zeminden geçmesi koşulu | 1.35 | 1.15 |
| (3) Kayma yüzeyinin suyla dolmuş ve makaslama dayanımı olmayan derin ve düşey yönde gelişmiş bir çatlaktan geçmesi koşulu | 1.35 | 1.15 |
| (4) Hem (2) hem de (3) no.lu koşulların birlikte geliştiği durumlar | 1.2 | 1.1 |
| | | |
| | KANADA (MINES BRANCH, CANADA, 1971) | |
| | I* | II** |
| (1) Tasarımda doruk makaslama dayanımının esas alınması | 1.5 | 1.3 |
| (2) Tasarımda artık makaslama dayanımının esas alınması | 1.3 | 1.2 |
| (3) Analizlerde 100 yıllık dönüşüm periyoduna göre hesaplanmış deprem ivmelerinin dikkate alınması | 1.2 | 1.1 |
| (4) Deprem bölgelerindeki seddelerin tabanında yatay düzlem üzerinde gelişen kaymalar için, ince taneli malzemenin makaslama dayanımının sıfır olarak alınması koşulu | 1.3 | 1.3 |

* İnsan yaşamı, araç-gereç ve yapılar için tehlike varsa

** İnsan yaşamı, araç-gereç ve yapılar için tehlike beklenmiyorsa

Ayrıca Hoek ve Bray (1977):

- (i) Uzun süre duraylı kalmalarına gerek duyulmayan açık işletme şevleri için $F = 1-1.3$ ve
- (ii) Nakliye yolu, otoyol, tesis vb. gibi önemli yapılara komşu konumdaki açık işletme şevleri için ise $F = 1-1.3$ değerlerini önermektedir.

(Prof. Dr R. Ulusay'ın JEO 620 ders notlarından)

Dr. H. Sönmez –JEM719

ŞEVLERDE UYGULANAN İYİLEŞTİRME TEKNİKLERİ

Şevlerin Duraylılığın Arttırılmasına Yönelik Yaklaşımlar:

- i. Sorundan ve sorunlu alanlardan kaçınmak veya basit çözümler
- ii. Kaymaya neden olan kuvvetlerin (veya momentlerin) azaltılması
- iii. Kaymaya karşı koyan kuvvetlerin (veya momentlerin) arttırılması

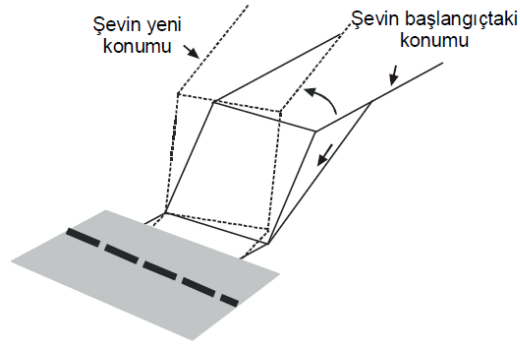
(Prof. Dr R. Ulusay'ın JEO 620 ders notlarından)

Dr. H. Sönmez –JEM719

Sorundan ve sorunlu alanlardan kaçınmak veya basit çözümler



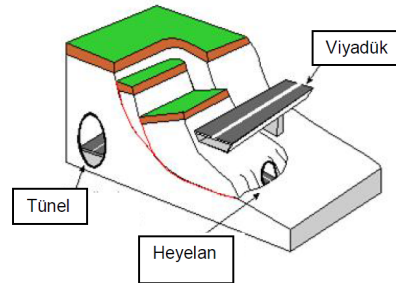
- Yeni güzergah belirlemek
- Şevin yöneliminin (eğim ve eğim yönünün) değiştirilmesi



(Prof. Dr R. Ulusay'ın JEO 620 ders notlarından)

Dr. H. Sönmez –JEM719

- Duraysız malzemenin kaldırılıp yerine bloklu malzeme (veya beton) dolgu yapılması
- Köprü veya viyadük yapılması



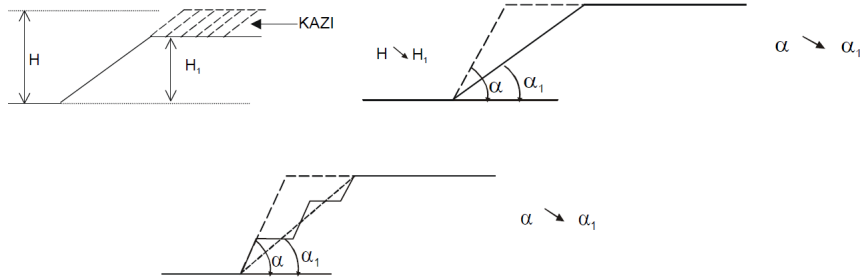
(Prof. Dr R. Ulusay'ın JEO 620 ders notlarından)

Dr. H. Sönmez –JEM719

Kaymaya neden olan kuvvetlerin (veya momentlerin) azaltılması



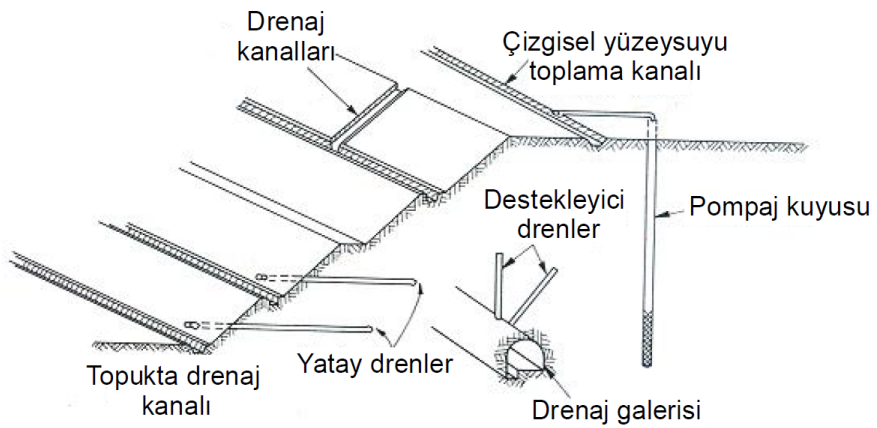
Şev geometrisinin değiştirilmesi



(Prof. Dr R. Ulusay'ın JEO 620 ders notlarından)

Dr. H. Sönmez –JEM719

Drenaj uygulamaları: suyun makaslama dayanımının azaltıcı etkisini kontrol etmek ve gözenek suyu basıncı artışının engellemek

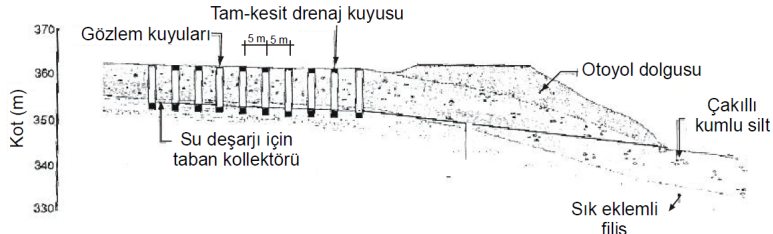


(Prof. Dr R. Ulusay'ın JEO 620 ders notlarından)

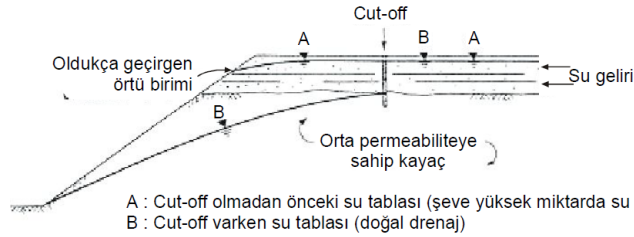
Dr. H. Sönmez –JEM719



Dr. H. Sönmez –JEM719



Yatay yönde yerleştirilmiş PVC boşaltma drenlerine (taban kolektörüne) bağlanmış düşey drenaj kuyuları (Collotta vd., 1988)



Cut-off tekniğinin şevde uygulanması (CANMET, 1977)

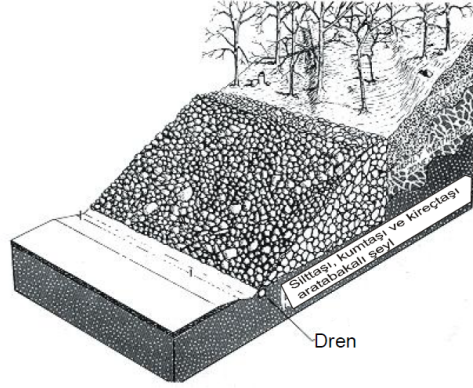
(Prof. Dr R. Ulusay'ın JEO 620 ders notlarından)

Dr. H. Sönmez –JEM719

Kaymaya karşı koyan kuvvetlerin (veya momentlerin) artırılması



Topuk kaya dolgu ile desteklenmesi:



Bir karayolu şevinde duraylılığın artırılması amacıyla topuğun kaya bloklarıyla desteklenmesi (Gedney ve Weber, 1978).

(Prof. Dr R. Ulusay'ın JEO 620 ders notlarından)

Dr. H. Sönmez –JEM719



Topuğun harçlı taş duvar ile desteklenmesi



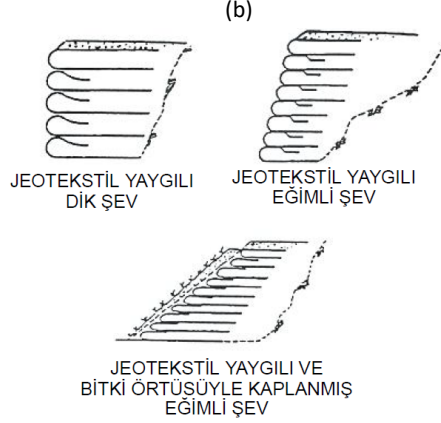
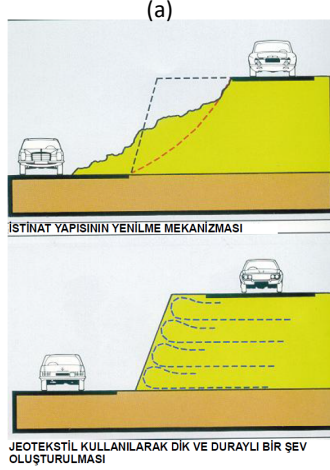
Foto H. Sönmez

Dr. H. Sönmez –JEM719



Jeotekstil ve jeogrid uygulamaları:

Sentetik olarak üretilmiş ve daha çok çekme dayanımı ile dolgu zemin yükseltmelerinde kullanılan bir uygulamadır.



(a) Bir yol dolgusu şevinde duraylılığın jeotekstil yerleştirilerek artırılması (Enka, 1985) ve (b) dolgu şevlerinde farklı dizilimde jeotekstil uygulamaları (Holtz ve Schuster, 1996).

(Prof. Dr R. Ulusay'ın JEO 620 ders notlarından)

Dr. H. Sönmez –JEM719



Toprakarme uygulaması:

Özellikle dik dolgu şevlerinin desteklenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemin farklı uygulamaları olmakla birlikte sıklıkla karayolu inşalarında köprü ayaklarının bulunduğu kesimlerde kullanılmaktadır.



Bu uygulamada: Geniş beton plakalara sabitlenen ve dolgu içinde kalan çelik şeritlerin üzerine gelen toprak basıncı altında çekme dayanımı ve dolgu içindeki sürtünme kuvveti dolgu şev yüzeyinde beton plakalar tarafından karşılanır.



<https://www.geoart.com.tr/toprakarme-duvar-uygulamasi>

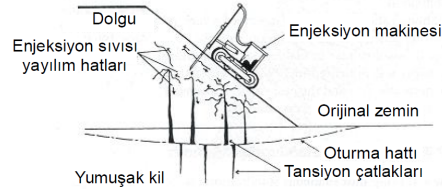
Dr. H. Sönmez –JEM719

Zeminin dayanımının artırılması:

Bu yöntemde amaç, şev duraylılığında temel ve en önemli girdi parametresi olan zeminin makaslama dayanımında iyileştirme sağlamaktır.

1. Etkili zemin drenajı ve susuzlaştırma
2. Killi zeminlerde kimyasal iyileştirme yöntemleri
 - a. Kireç kolonu oluşturulması
 - b. Zemine kireç katılması
 - c. Enjeksiyon
3. Isıyla iyileştirme
4. Elektrosmosis

Holtz and Shuster (1996)



Gözenek suyunun elektrodla yönelimi sağlanarak zeminin konsolide olmasına katkı sağlamak



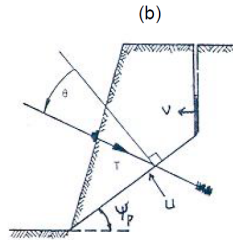
Elektrosmosis tekniğinin toprak zeminlerde açılmış şevlerde uygulanmasını gösteren kesit (Cassagrande vd., 1981; Leventhal ve Mostyn, 1987'den).

(Prof. Dr R. Ulusay'ın JEO 620 ders notlarından)

Dr. H. Sönmez –JEM719

Kaya şevlerinde bolt veya ankraj uygulaması:

$$F = \frac{cA + (w \cos \psi_p - u - v \sin \psi_p + T \cos \theta) \tan \phi}{w \sin \psi_p + v \cos \psi_p - T \sin \theta}$$



(a) Kaya saptaması ve kısımları (Wyllie ve Norrish, 1996), (b) düzlemsel kaymada kaya saptamasının kayma yüzeyine belirli bir açıyla uygulanması (Hoek ve Bray, 1977), (c) Japonya'da bir kaya saptaması uygulamasından görünüm (Fotoğraf: R. Ulusay).

(Prof. Dr R. Ulusay'ın JEO 620 ders notlarından)

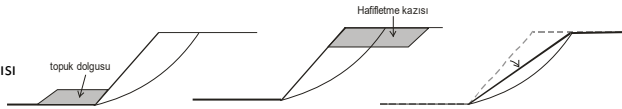
Dr. H. Sönmez –JEM719

Heyelanlı yamaç ve şevlerde duyarlılığı arttırmaya yönelik uygulamalar

«<http://www.sinaiconstruction.net/LA-foundation-retrofit-blog/slope-failure-repair-options/1-slope-failure-repair-options/>» den düzenlenmiştir.

Ayrıca,

- Topuk bölgesinde dolgu
- Şev üst bölgesinde hafifletme kazısı
- Genel şev açısının düşürülmesi



Dr. H. Sönmez –JEM719

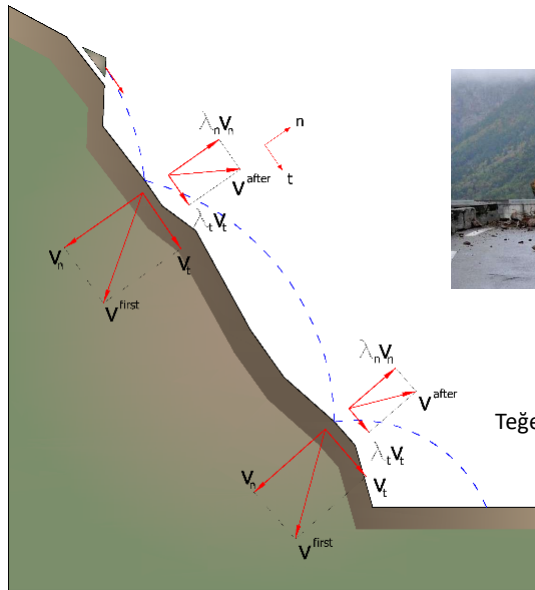
Kaya Düşmesi Analizleri

2D veya 3D



Yarı esnek çarpışma
Yuvarlanma ve
sürtünme ile durma

Teğetsel ve normal geri verme katsayıları ?



<https://www.geostru.eu/rockfall-analysis/>

Dr. H. Sönmez –JEM719
Kaya düşmesi olayına ilişkin önlem yapıları

AFAD (2015'den)

Başarılar dilerim

Prof. Dr. H. Sönmez