

STABİLİTEDE ZEMİN DAVRANIŞINDAN GERİ HESAP YÖNTEMİ: BUĞRALAR ETÜDÜ

Prof. Dr. H. Turan Durgunoğlu
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Boğaziçi Üniversitesi
Fatih Kulaç
Turhan Karadayılar
İnşaat Yüksek Mühendisi, ZETAŞ Zemin Teknolojisi A.Ş.
Gökalp Baştürk
İnşaat Mühendisi, ZETAŞ Zemin Teknolojisi A.Ş.

ABSTRACT

Landslide most of the times is an unpredictable behaviour of the soil which may destruct civil engineering structures either during or after construction. However, the behaviour of soil mass related to a specific stability problem may be utilized with the aid of back calculation scheme, in determination of future behaviour and design of proper remedial measures.

This paper explains the case study: Buğralar Site with the identification of a landslide mechanism. Based on proper back calculation analysis the determination of design measures taken accordingly are identified.

ÖZET

Toprak kayması çoğu zaman zeminin önceden tahmin edilemeyen bir davranışı olup, çeşitli inşaat mühendisliği yapılarına ya inşaat sırasında yada daha sonra zarar verebilmektedir. Bununla beraber, spesifik bir stabilite problemi ile ilgili zemin davranışı, geri hesap yöntemi kullanılarak gelecekteki davranışın ve uygun tedbirlerin belirlenmesinde kullanılabilir.

Bu makalede vaka analizi: Buğralar Alanı toprak hareketinin belirlenmesi sunulmuştur. Uygun geri hesap analizlerine dayanılarak alınan çeşitli ilk aşama proje önlemleri belirlenmiştir.

1. GİRİŞ

Etüd konusu Buğralar Köprüsü Gerede-Ankara Otoyolu'nun Km 63+395 ve Km 63+675 kilometreleri arasında 2 kenar ayak ve 40.0 m açıklıklı 6 orta ayaktan müteşekkil bir yapı

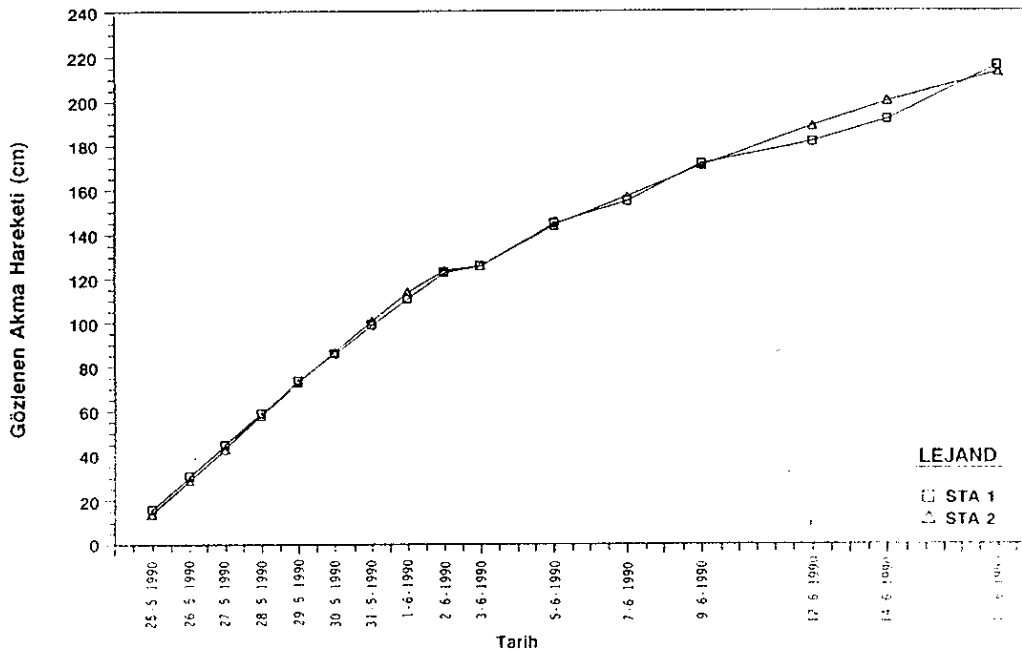
olarak inşa edilmek üzere planlanmıştır. Kenar ve orta ayaklarda yerinde dökme kazıklı temel uygulanması uygun görülmüştür. Bununla beraber, köprü inşası için yapılan küçük boyutlu bir kazıyı müteakip, otoyolun geçtiği vadinin doğu yamacında büyük ölçekli bir heyelan meydana gelmiştir. Heyelan ilk kez 30.04.1990 tarihinde gözlenmiş olup, zemin hareketinin daha sonraki gelişimi de kayıt edilmiştir. Kayma hareketinin boyutu oldukça büyük olup, kayan toprağın bir kısmı güney kenar ayak ve 1 ve 2 no'lu orta ayakların bulunduğu inşa alanını kısmen doldurmuştur. Bu nedenle, sözkonusu mevkide otoyolun güvenlik altına alınması için gerekli projelendirme önlemleri alınmadan önce gözlenen hareketin çeşitli nedenlerinin belirlenmesine ihtiyaç duyulmuştur.

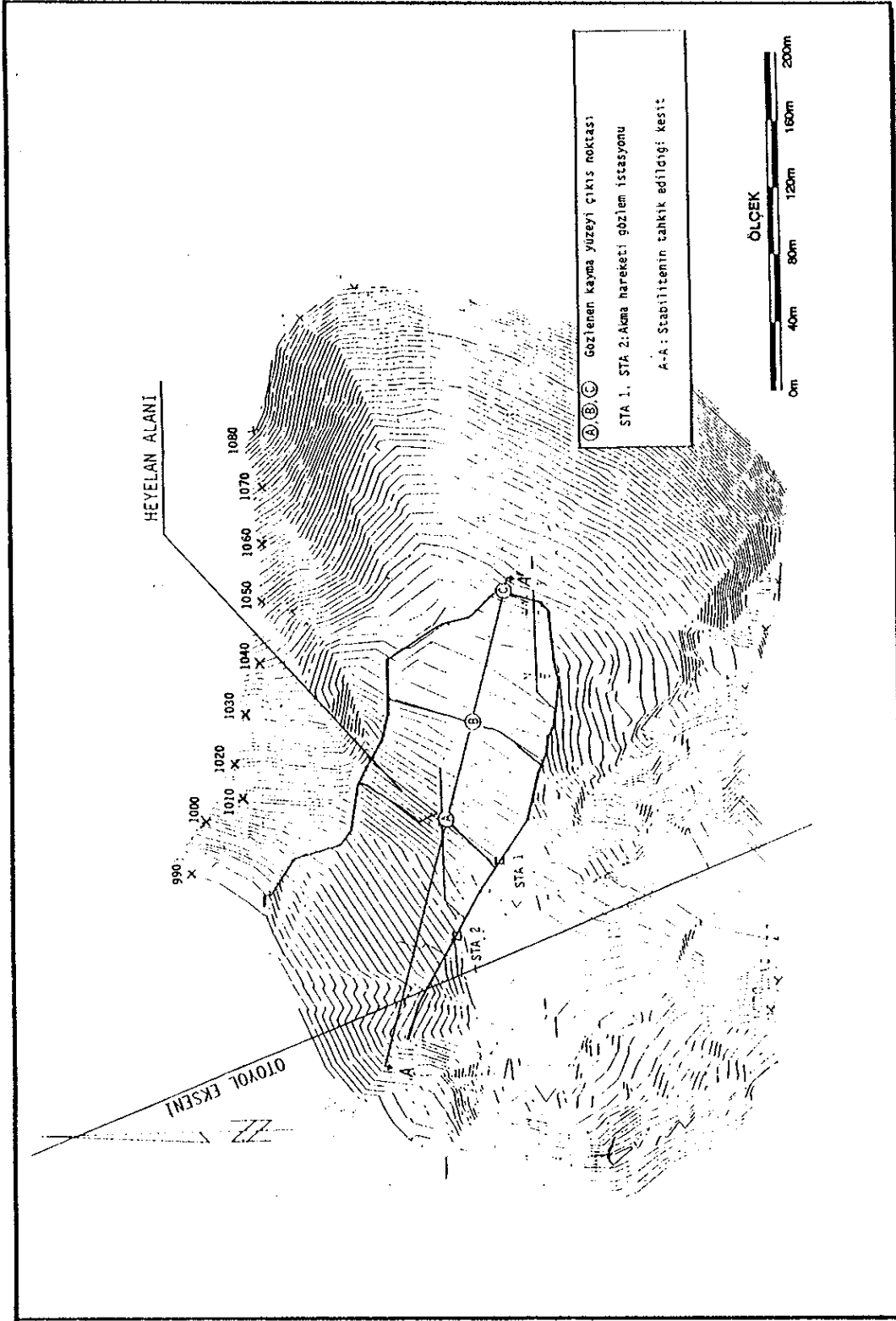
Bu makalede uygun analizler ile zemin hareketi mekanizmasının belirlenmesi ve geri hesap yöntemine dayanan bu analiz sonuçlarına dayanılarak çeşitli ilk aşama proje önlemlerinin alınması konuları değerlendirilmiştir.

2. ZEMİN HAREKETİ

Söz konusu zemin hareketi Mayıs 1990 başında başlamış olup Şekil 1'de görüldüğü üzere +1035 kotuna kadar ilerlemiştir. Toprak hareketi, heyelan yönünde (kuzey-doğu) 250 m ve enine doğrultuda ise 90.0 m'lik bir alana yayılmıştır. Sözkonusu yamaç ortalama olarak 10-13 derecelik bir eğime sahiptir. Şekil 1'de sunulan haritada sözkonusu heyelanın yeri gösterilmektedir. Toprak hareketi 24.05.1990 ve 17.06.1990 tarihleri arasında yerleri Şekil 1'de gösterilen iki(2) istasyondan kaydedilmiştir. Bu istasyonlarda kaydedilen, heyelanın zamana bağlı akma hareketi Şekil 2'de sunulmaktadır. Bu şekilden de görüleceği üzere, maksimum günlük akma hareketi 15.0 cm olup, 24.05.1990 ve 17.06.1990 tarihleri arasındaki 24 günlük bir sürede yaklaşık 215 cm'lik toplam hareket gözlenmiştir.

ŞEKİL 2 - HEYELAN HAREKETİNİN ZAMANLA DEĞİŞİMİ





ŞEKİL 1 - HEYELAN ALANININ GENEL KONUM HARİTASI

Heyelanın ilerleyen gelişimi üç(3) ana noktada belirlenen 3.0m-4.0m yükseklikteki düşeye yakın yarılmaların ortaya çıkmasıyla kendini göstermiştir (yarılma yerleri Şekil 1 ve Şekil 3'de gösterilmiştir). Bu yarılmaların belirli bir sırayla aşağıdan yukarıya doğru meydana geldiği bilinmektedir. Yarılmaların gelişme biçimi kayma yüzeyi boyunca hakim olan pik ve artık (rezidüyel) kayma mukavemeti parametrelerinin hesabında kullanılmıştır.

3. ZEMİN ŞARTLARI

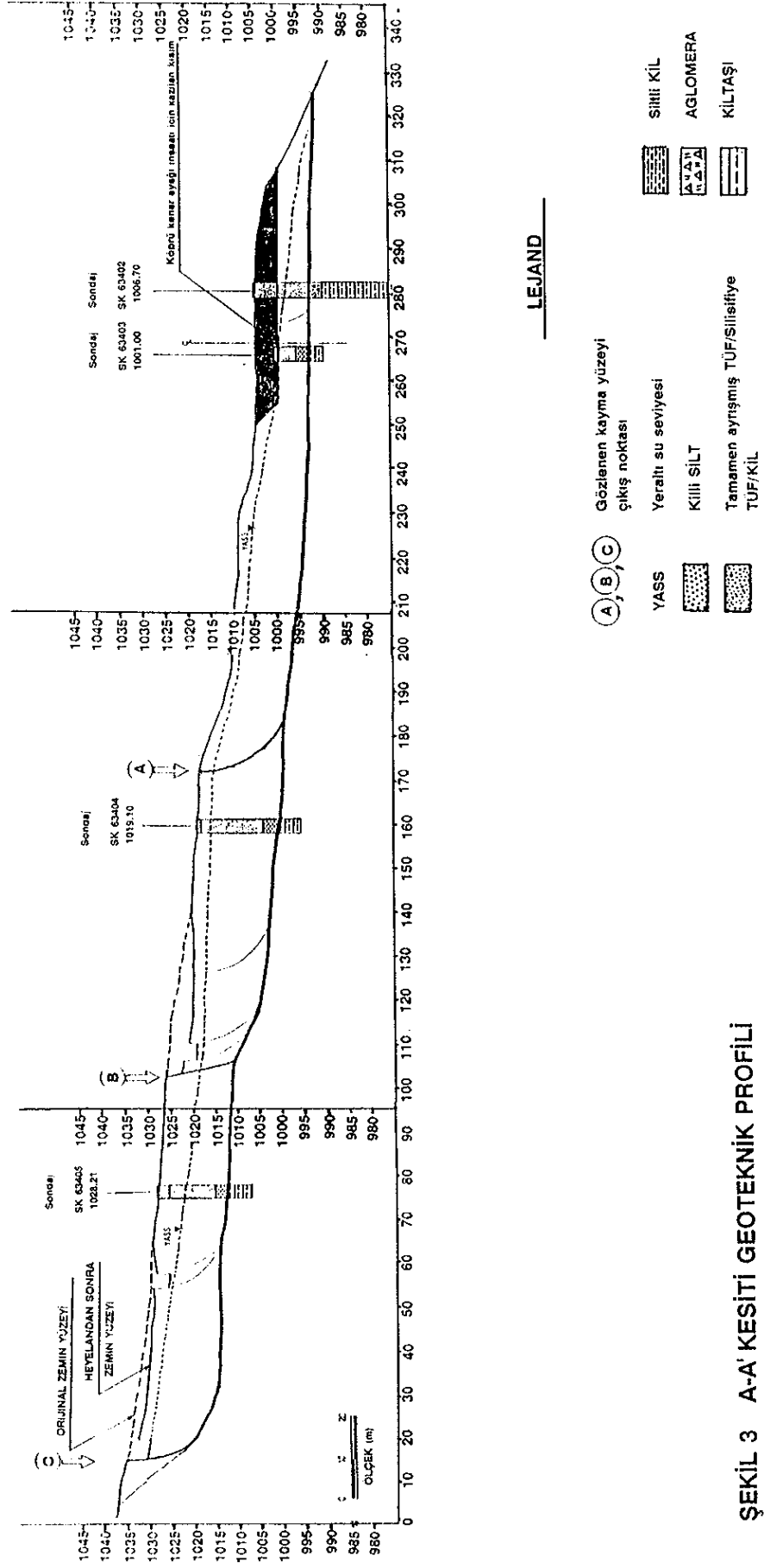
Heyelan mekanizmasının açıklanmasında kullanılan jeolojik tabakalaşma aşağıda sunulmuştur. A-A' kesiti (Bkz. Şekil 1) boyunca hakim olan geoteknik kesit Şekil 3'de verilmektedir. Yüzeyden itibaren karşılaşılan çeşitli birimler aşağıda özetlenmiştir.

<u>No</u>	<u>Kalınlık-m</u>	<u>Birim</u>	<u>Tanımlama</u>
1	0.0 - 2.5	Killi SİLT	yumuşak-katı, düşük-orta plastisiteli
2	5.0 - 14.0	TÜF/Silisli TÜF/KİL	ayrışmış, 25 cm boyutuna kadar kaya parçalarına haiz, su tutucu tabaka
3	0.0 - 3.5	Siltli KİL	kayma arayüzeyi, katı-sert, orta-yüksek plastisiteli
4		KİLTAŞI	ince ara tabakalı, 5-10° dalımlı, aşırı derecede ayrışmış

Yeraltı suyu oldukça yüksek olup heyelandan önce kaynak suyu olarak gözlenmiştir. Bölgesel artezyen suyunun varlığından da çeşitli raporlarda bahsedilmiştir.

4. KAYMA MEKANİZMASI

Kayma hareketi kayıtları (Bölüm 2) ve jeolojik tabakalaşma (Bölüm 3) ışığı altında kayma mekanizması açıkça tanımlanabilir. Zemin hareketinin siltli KİL (tabaka no 3) ve alttaki KİLTAŞI (tabaka no 4) arayüzeyi boyunca meydana geldiği aşikardır. Üstteki Silisli TÜF ve TÜF/KİL tabakalarındaki suyun varlığı da yüksek boşluk suyu basıncı dolayısıyla heyelana yardımcı olmuştur. Bununla beraber, marjinal bir güvenlik faktörü nedeniyle, heyelanın köprü inşaatı için topukta yapılan bir kazı nedeniyle başladığı söylenebilir. Heyelanın ilk anda A falez-yarığına kadar yayıldığı (Bkz. Şekil 3), daha sonra yamaç yukarısına kadar gelişip sırasıyla B ve C falezlerinin meydana geldiği bilinmektedir. Heyelan hareketi alttaki dayanımlı ve az geçirimli özelliğe sahip ve 5-10 derece eğimli kıltaşı formasyon üzerinde meydana gelmiştir.



ŞEKİL 3 A-A' KESİTİ GEOTEKNİK PROFİLİ

5. GERİ HESAP ANALİZLERİ

Bu dairesel olmayan kayma mekanizması, kayma ara yüzeyinde hakim olan kayma mukavemeti parametrelerinin belirlenmesi amacıyla, bilgisayarda "Janbu Eğimli Paralel Ara Kuvvetler" metoduna dayanan şev stabilite analizi ile incelenmiştir. Bu analiz metodu ilgili literatürde çok yaygın olup "Geri-Hesap Analizi" olarak anılmaktadır.

Bilinen bir toprak kayması geometrisi (topoğrafya ve kayma yüzeyi) için stabilite bozukluğuna (bire eşit bir güvenlik faktörüne $F.S.=1.0$) neden olabilecek kayma mukavemeti ve yeraltı suyu durumu kombinasyonlarının belirlenmesi amacıyla literatürde (Nguyen, 1984) daha önce bilinen geri-hesap analizleri gerçekleştirilmiştir.

5.1. Kullanılan Değişkenler

Gerçekleştirilen analizlerde aşağıdaki değişkenler kullanılmıştır.

(i) Kayma Mukavemeti Parametreleri

Literatürde (Skempton, 1964) kayma yüzeyi boyunca kayma mukavemetinin heyelandan önce pik içsel sürtünme açısı, ϕ' , heyelandan sonra ise artık içsel sürtünme açısı, ϕ_r' ile belirlendiği bilinmektedir. Yine Skempton'a göre c' –kohezyon sıfır olarak alınabilir.

(ii) Yeraltı Suyu

Yeraltı suyu şartları, boyutsuz boşluk suyu sayısı, r_u ile simüle edilmiştir. Analizler aşağıdaki üç(3) değişik r_u değeri ile gerçekleştirilmiştir:

r_u	Tanımlama
0.3	Orta yeraltı suyu
0.4	Yüksek yeraltı suyu
0.5	Artezyen basınçlı yüksek yeraltı suyu

r_u parametresi $r_u = \gamma_w H_w / \gamma_s H_s$ ile formüle edilir. Burada,

γ_w, γ_s : Suyun ve zeminin toplam birim hacim ağırlığı

H_w, H_s : Sırasıyla kayma yüzeyi üstündeki suyun ve zeminin kalınlığı olarak verilmektedir.

(iii) Kayma Yüzeyleri

Analizler sözkonusu alanda gözlenen üç(3) değişik kayma yüzeyi boyunca gerçekleştirilmiştir.

Bu yüzeyler Şekil 1 ve Şekil 3'de gösterilen A,B ve C yüzeyleridir.

(iv) Yüzey Topoğrafyası

Analizler aşağıdaki iki (2) durum için gerçekleştirilmiştir.

A) Topuk kazısından önce, (orijinal topoğrafya)

B) Topuk kazısından sonra

Bu analizler sayesinde, topuk kazısının söz konusu yamaç üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Sonuç olarak, yukarıda bahsedilen değişkenlerin (i ila iv) yetmiş iki (72) değişik

kombinasyonu analiz edilmiş ve her durum için güvenlik faktörü hesaplanmıştır. Bu analiz sonucundan elde edilen bilgiler ışığında, üç (3) kayma yüzeyinde topuk kazısından önceki ve sonraki durumlarda çeşitli yeraltı suyu şartları altındaki içsel sürtünme açısı, ϕ' ve güvenlik faktörü değeri ilişkisi Şekil 4, 5 ve 6'da sunulan grafiklerde gösterilmektedir.

5.2.Geri Hesap Analizlerinin Değerlendirilmesi

Geri hesap analizleri Şekil 4, 5 ve 6'ya dayanılarak kayma yüzeyi boyunca hakim olan pik ve artık içsel sürtünme açısı değerlerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Diğer bir deyişle, kayma mukavemeti parametrelerinin tesbiti için meydana gelen heyelan "1:1 ölçekli" bir deney olarak kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

(1) "Topuk kazısı öncesi" durumu için güvenlik faktörü her zaman birden büyüktür (F.S. >1.0) Şekil 4.A, 5.A ve 6.A'daki birin bir miktar üzerindeki güvenlik faktörlerinden de görüldüğü gibi, heyelan alanı topuk kazısından önce yüksek ve artezyen basınçlı yeraltı suyu durumlarında ancak marjinal güvenlidir.

(2) "Topuk kazısı sonrası" durumu için güvenlik faktörü sadece $r_u=0.5$ yani artezyen basınçlı yüksek-yeraltı suyu durumu için bire eşit veya birden azdır. Bu durumda, heyelanın başlamasında suyun ana etken olduğu ve heyelanın artezyen basıncıyla, yüksek yeraltı suyu altında meydana geldiği açıktır.

(3) Hareketin ilk olarak A yüzeyinde meydana geldiği bilinmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi hareket başlamadan önce potansiyel bir kayma yüzeyindeki stabiliteyi pik içsel sürtünme açısı belirler. Şekil 4.B'de F.S.=1.0'lık bir güvenlik faktörü değerine $\phi' = 15^\circ.5$ karşılık gelmektedir. Diğer bir deyişle, ara yüzey için pik içsel sürtünme açısı $\phi' = 15^\circ.5$ olarak tahmin edilmiştir.

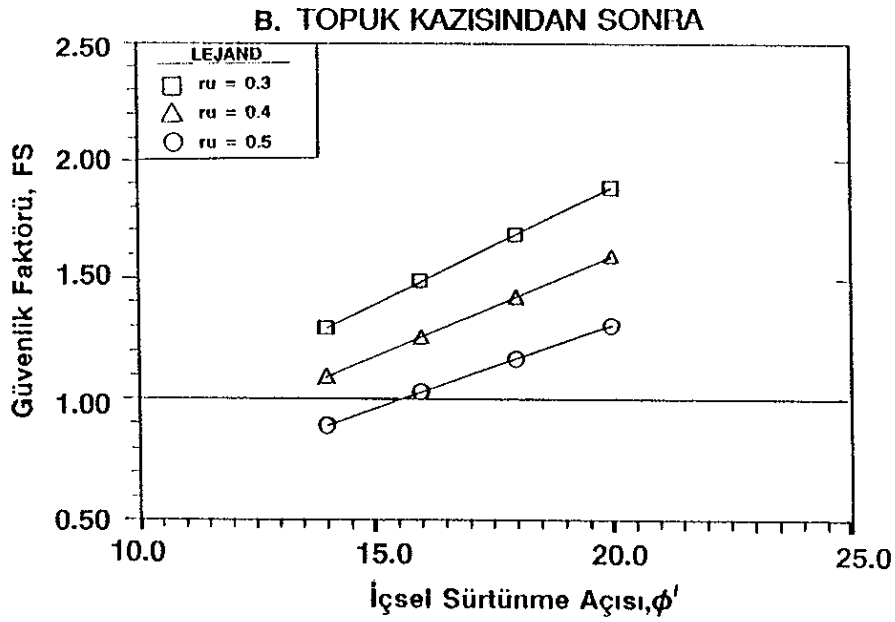
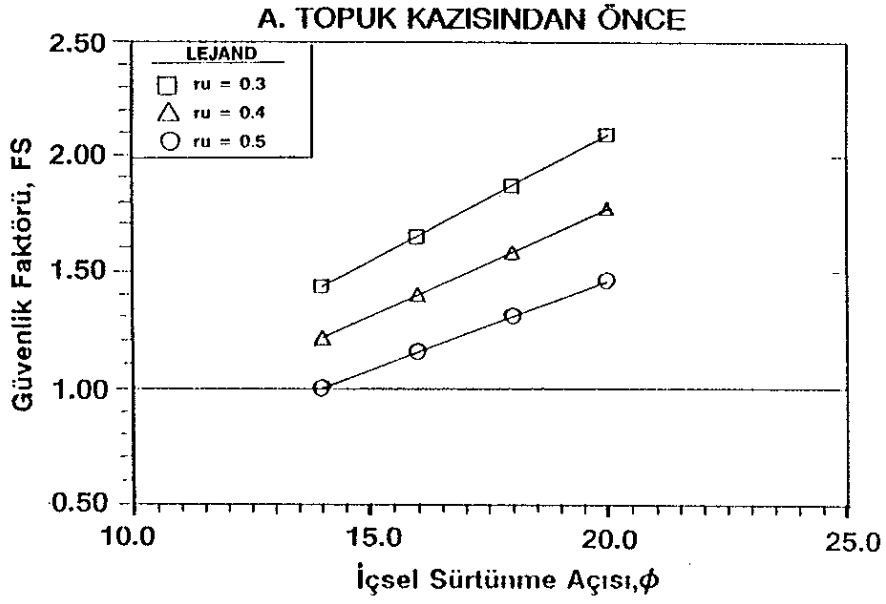
(4) B yüzeyi için Şekil 5.B'e ve C yüzeyi için Şekil 6.B'ya $\phi' = 15^\circ.5$ 'den girilirse güvenlik faktörünün birin üzerinde olduğu (F.S. > 1.0) görülür. Burada, A falezinin görülmesinden sonra pik içsel sürtünme açısının etkili olması halinde heyelanın ilerlemesinin mümkün olmayacağı söylenebilir.

(5) Yukarıdaki (4) no'lu madde'ye dayanılarak ve ilgili literatürden (Skempton, 1964) heyelandan sonra killi arayüzeyin büyük deformasyonlara maruz kalması dolayısıyla, pik içsel sürtünme açısının artık değere düştüğü söylenebilir. Bu durumda, Şekil 5.B ve 6.B'ya F.S. = 1.0 değeri için girilirse hareketin yamaç yukarı gözlenen gelişmesi ve B ve C falezlerinin meydana gelmesi için $\phi_r' = 14^\circ - 14^\circ.5$ 'lik bir artık sürtünme açısının yeterli olduğu görülür.

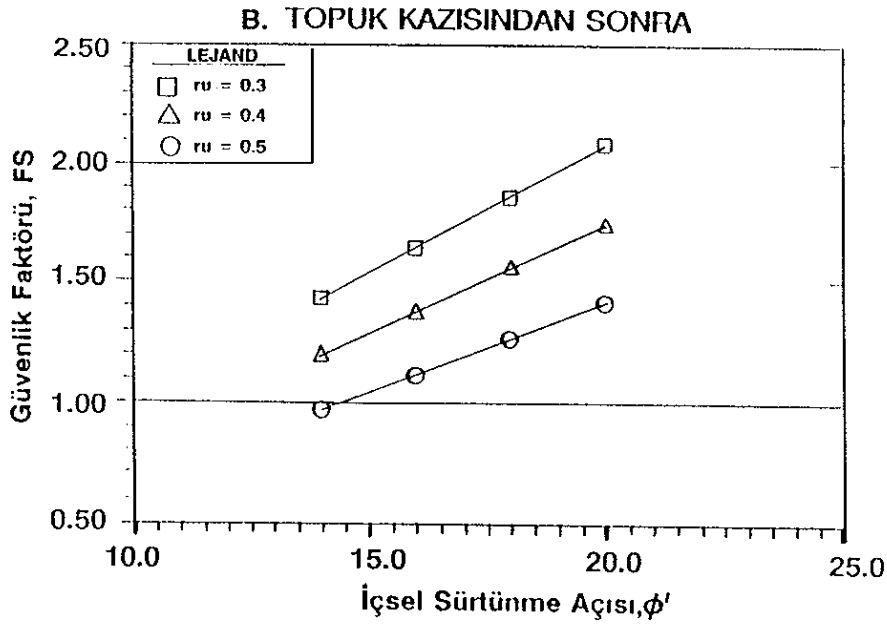
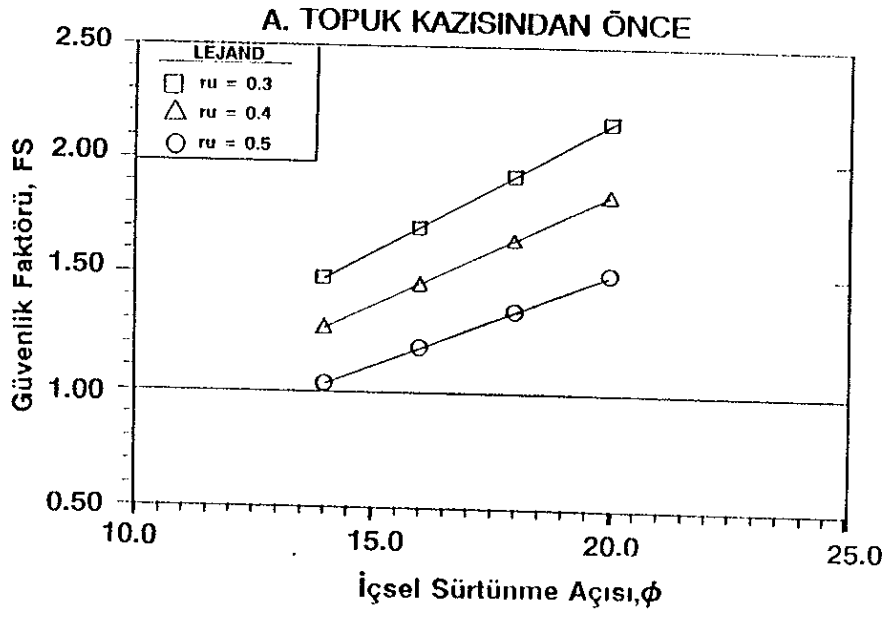
Özet olarak:

* Topuk kazısından önce güvenlik faktörü marjinal sınırdaki (birin biraz üzerinde) olup heyelanı topuk kazısı başlatmıştır.

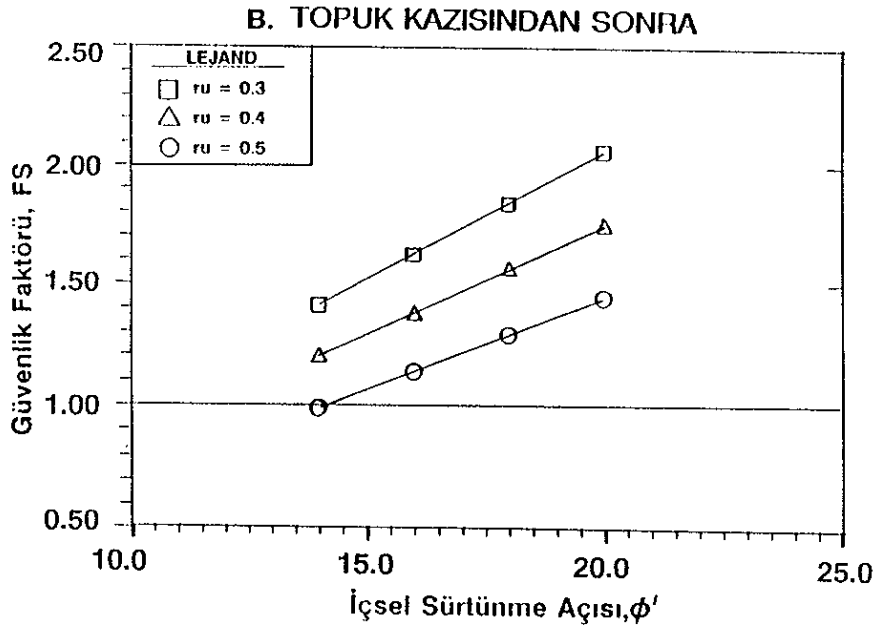
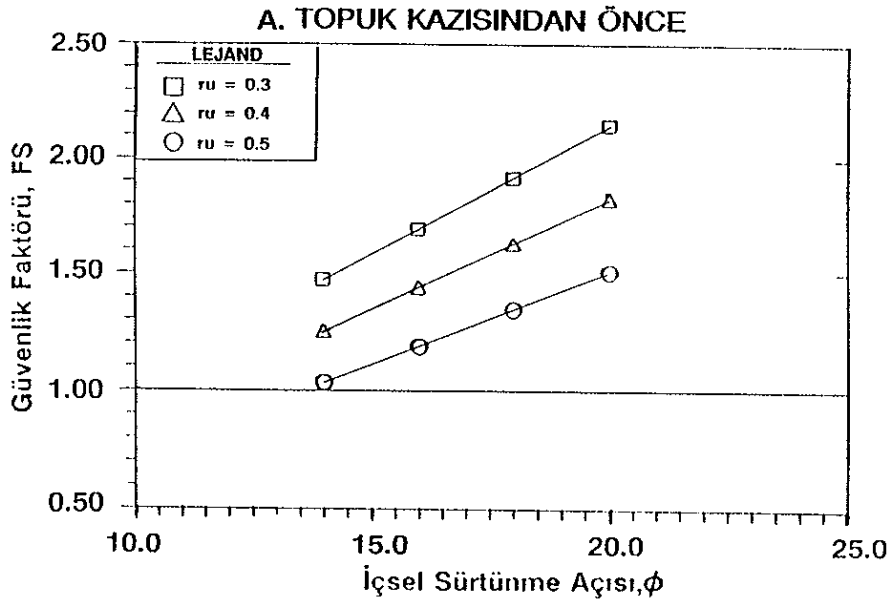
* Heyelan yüksek yeraltı suyu ve artezyen basıncı altında meydana gelmiştir.



ŞEKİL 4 - GÜVENLİK FAKTÖRÜNÜN İÇSEL SÜRTÜNME AÇISI İLE DEĞİŞİMİ (A YÜZEYİ)



ŞEKİL 5 - GÜVENLİK FAKTÖRÜNÜN İÇSEL SÜRTÜNME AÇISI İLE DEĞİŞİMİ (B YÜZEYİ)



ŞEKİL 6 - GÜVENLİK FAKTÖRÜNÜN İÇSEL SÜRTÜNME AÇISI İLE DEĞİŞİMİ (C YÜZEYİ)

* Ara yüzeyi için yapılan geri hesap analizler sonunda, kayma yüzeyi boyunca hakim olan kayma mukavemeti parametreleri olan pik içsel sürtünme açısı $\phi' = 15^{\circ}.5$ ve artık içsel sürtünme açısı $\phi_r' = 14^{\circ}$ olarak belirlenmiştir.

6. PROJE ÖNLEMLERİ

Bu kısımda, söz konusu alanı stabilize etmek için tavsiye edilen proje önlemleri uygun analizlere dayanılarak sunulmuştur. Mevcut heyelanın uzun vade stabilitesini sağlamak amacıyla, köprü yapımını terkedip söz konusu kesimi bir dolgu ile geçmenin en uygun çözüm olacağı gösterilmiştir. Dolgu yapımına ek olarak şev düzenlemesi ve drenaj gibi ek tedbirler de önerilmiştir. Bu ek önlemler Şekil 7'de gösterilmiştir. Bu önlemler arazideki uygulama sırasına göre:

- 1-) Heyelan alanında şev düzenlemesi
- 2-) Çeşitli seviyelerde derin drenaj uygulaması
- 3-) Otoyol güzergahının dolguda geçilmesi olarak belirlenmiştir.

6.1 Proje Önlemlerinin Uygulanmasını Müteakip Stabilite Durumu

Yukarıda sunulan proje önlemlerinin uygulanmasını müteakip, nihai konfigürasyon için şev stabilite analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu analiz sonuçlarına dayanılarak, önerilen proje tedbirlerinin kapsamı ve ön boyutlandırılması ayrı maddeler altında değerlendirilmiştir.

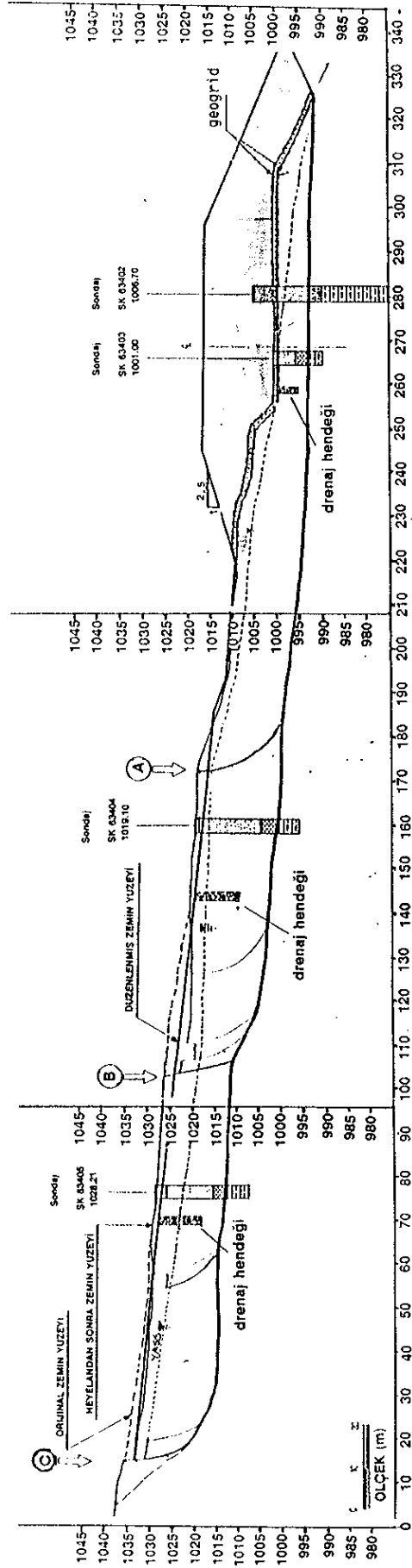
Tavsiye edilen proje önlemlerinin uygulanmasını takiben A-A' kesiti boyunca (Şekil 1) ortaya çıkan şev geometrisi için stabilite analizleri gerçekleştirilmiştir. A-A' kesiti boyunca belirgin olan nihai geometri Şekil 7'de sunulmaktadır. Analizler statik ve deprem durumu için gerçekleştirilmiş ve stabilite şartı A,B ve C yüzeyleri için ayrı ayrı araştırılmıştır. Analizler sırasında daha önce geri hesap ile belirlenen artık içsel sürtünme açısı değeri kullanılmıştır. Bu amaçla yirmiyedi (27) farklı şev stabilite analizi gerçekleştirilmiş ve analiz sonuçları Tablo 1'de sunulmuştur.

TABLO 1

YÜZEY	ru	FS(1)	FS(2)
A	0.2	3.23	1.33
	0.3	2.85	1.18
	0.4	2.51	1.04
B	0.2	2.70	1.19
	0.3	2.35	1.04
	0.4	2.01	0.88
C	0.2	2.44	1.12
	0.3	2.13	0.98
	0.4	1.82	0.84

(1) Önerilen önlemlerden sonra statik koşullarda

(2) Önerilen önlemlerden sonra deprem halinde, $k=0.10$



LEJAND

- | | | |
|---------------|------------------------------------------|------------|
| (A), (B), (C) | Gözlenen kayma yüzeyi çıkış noktası | Siltli KİL |
| YASS | Yeraltı su seviyesi | AGLOMERA |
| | Kırıltı SİLT | KİLTAŞI |
| | Tamamen ayrılmış TÜF/Siltisifiye TÜF/KİL | |

ŞEKİL 7 A-A' KESİTİ İLK AŞAMA PROJELENDİRME ÖNLEMLERİ

Şev stabilite analizlerinin değerlendirilmesi

Analiz sonuçları, elde edilen güvenlik faktörlerine göre statik ve deprem durumları için ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Statik Durum

En düşük güvenlik faktörü değerleri C yüzeyi için elde edilmiş olup, bu durum önerilen proje tedbirlerinin uygulanmasından sonra C yüzeyinin daha kritik olduğunu gösterir, F.S.=1.82-2.44, Tablo 1.

Kayma yüzeyi boyunca artık kayma mukavemeti bilgisinin olmadığı ve teminindeki güçlük, toprak kaymasının insan hayatını ve otoyol işleyişini tehlikeye sokacağı gözönüne alınır, statik koşullarda minimum güvenlik faktörünün F.S. = 2.0 olarak alınması uygun olacaktır. Bu durumda, analiz sonuçlarına göre yüksek yeraltı suyunun oluşmasını önlemek ve dolayısıyla F.S.>2.0'lık bir güvenlik faktörü sağlamak amacıyla bir miktar drenaj gerekecektir, ($r_u=0.4$, F.S.=1.82). Herhalikarda, sadece heyelan topuğunda kontra yük olarak dolgu yapımı ve şev düzenlemesi bile güvenlik faktörünü önemli oranda arttırmaktadır. Örneğin, $r_u=0.3$ durumunda, mevcut geometri için güvenlik faktörü F.S.=1.41 iken şev düzenlemesi ve dolgu yapımı sonunda bu değer F.S.=2.13'e artacağı belirlenmiştir.

Deprem Durumu

Söz konusu alanın 3'üncü derece deprem bölgesinde olduğu gözönüne alınarak bölgede beklenen deprem manyitüdüleri (*) altında heyelan ve dolgu kütesinin davranışını simüle etmek amacıyla $k=0.10$ 'luk bir yatay deprem katsayısı stabilite hesaplarında kullanılmıştır. Yine, en düşük güvenlik faktörü değerleri C yüzeyi için elde edilmiştir, F.S.=0.84 - 1.12, Tablo1.

Beklenen deprem şartlarında minimum F.S.=1.1'lik bir güvenlik faktörünün projelendirme için uygun olacağı gözönüne alınır, $r_u=0.2$ 'lik düşük yeraltı suyu durumunu sağlamak ve dolayısıyla F.S.>1.1 şartını sağlamak amacıyla ilave tedbir olarak derin drenaj uygulaması gereklidir.

6.2. Tedbirlerin Değerlendirilmesi

Bu bölümde gerçekleştirilen şev stabilitesi analizlerine dayanılarak önerilen proje tedbirleri değerlendirilmiş ve bu tedbirlerin ilk aşama boyutlandırması, yerleştirilmesi ve kapsamı sunulmuştur.

(*) Türkiye için hazırlanan, 225 yıl tekrarlama periyodlu Sismik Tehlike Haritası'na göre (Erdik ve diğerleri, 1986), Ankara ile Gerede arasında pik anakaya ivmesi $a_{maks}=(0.1 \text{ ila } 0.2)g$ olarak verilmektedir. Bu nedenle Buğrular sahasının yerleşimi gözönüne alınarak $a_{maks}=0.15g$ kullanılabilir. Sonuç olarak şev stabilite analizlerinde kullanılmak üzere rijit kütle yatay deprem katsayısı $k=(2/3) \times 0.15g = 0.10g$ olarak alınabilir.

Mevcut Topoğrafyanın Düzenlenmesi

Heyelan dolayısıyla, üst seviyelerde basık bölgeler ve falezler gözlenirken alt seviyelerde yerdeğiştiren malzemenin kontrolsüz ve gevşek bir şekilde yığıldığı gözlenmiştir. Estetik yönler ve uygun derin drenaja imkan sağlamak amacıyla falezlerin ortadan kaldırılması gözönüne alındığında, şev düzenlemesi uygulanmalıdır. Şev düzenlemesi aynı zamanda malzeme kaldırımına ve dolayısıyla alanın toptan stabilitesine yardımcı olacaktır. Şev düzenlemesini müteakip gerçekleştirilecek nihai topoğrafya Şekil 7'de sunulmaktadır.

Derin Drenaj

Daha önce belirtildiği üzere, uzun-vade stabilitenin sağlanabilmesi için düşük yeraltı suyu şartının, $r_u=0.2$, sağlanması ve dolayısıyla derin drenaj sistemine ihtiyaç vardır. Bölüm 5'de sunulan r_u formülasyonu gözönüne alınır, $r_u=0.2$ 'nin sağlanabilmesi için drenaj derinliği aynı yüzeydeki ara yüzey derinliğinin en az %64'ü kadar olmalıdır. Ortalama 15.0m'lik bir ara yüzey derinliği gözönüne alınır, ortalama drenaj derinliği $0.64 \times 15.0 = 10.0m$ olarak elde edilir. Böylesine derin bir drenaj hendeği sıradan ekskavatörlerle oluşturulamaz. Olası bir inşa metodu, drenaj sisteminin derin kısımlarında granüler malzeme dolu kesişen büyük çaplı fore kazıklar uygulamaktır. Drenaj hendeklerinin üç(3) farklı seviyede uygulanması ve toplanan suyun bir kenar hendeği vasıtasıyla heyelanın kuzey tarafına aktarılması önerilmiştir. Bu kenar hendeği de otoyol dolgusu altında önerilen menfeze bağlanabilir.

Otoyol Dolgusu

Kapsamlı stabilite analizlerine dayanılarak, köprüden vazgeçilip yerine dolgu+menfez çözümünün uygulanması önerilmiştir. Bu çözüm köprüye göre aşağıdaki nedenlerle tercih edilmiştir.

- * Dolgu gövdesi heyelana karşı şevin topuk kısmında bir kontra yük oluşturacaktır. Gerçekten, stabilite analizlerinde de bunun uzun vade stabilite için güvenlik faktörünü arttırdığını göstermiştir.
- * Toprak bir dolgu, rijit betonarme bir yapıya (köprü) nazaran deformasyonlara karşı daha dayanımlı olacaktır.
- * Mevcut heyelan her zaman köprü temellerinin stabilitesi için bir tehlike oluşturacaktır.

Dolgu mevcut zemin yüzeyi üzerinde sığ heyelan malzemesinin kaldırılması ile inşa edilebilir. Bununla beraber, dolgu kısmen zayıf ve yer değiştirmiş malzeme üzerine oturacağından dolgu içinde muhtemel farklı oturmalara karşı bazı önlemler alınmalıdır. Bir çözüm, dolgu tabanını sağlamlaştırmak amacıyla geogrid takviyeli granüler drenaj tabakası uygulamaktır. Bu tabaka serbest drenaja imkan tanıyacak ve farklı oturmaları azaltıp düzenleyecektir. Bu tabakanın ön boyutlandırımı ve sınırları Şekil 7'de gösterilmiştir. Dolgunun sağ şevi, otoyol platformundan itibaren her 10.0m'de bir yerleştirilecek 5.0m genişlikteki palyelerle

desteklenerek $h/v=2.5/1$ olarak inşa edilebilir. Bununla beraber sol Şev daha dik olabilir. Vadide mevcut su nedeniyle daha kısa bir menfez yapılması tercih edilmesi halinde geogrid takviyeli dik Şev bir alternatif çözüml olabilir.

TEŐEKKÖR

Bu çalıŐmaların yapılması sırasındaki destek ve iŐbirliĐinden dolayı ENKA-BECHTEL Ortak GiriŐimi'ne teŐekkÖrü bir borç biliriz.

REFERANSLAR

ERDİK, M., DOYURAN, V., AKKAŐ, N. VE GÖLKAN, P., (1986), "A propabilistic Assesment of the Seismic Hazard in Turkey", Tectonophysics, 117, Elsevier Science Publications, pp.295-344

NGUYEN, V.V., (1984), "A Technique for the Back Analysis of Slope Failures", Proceedings of 4th Australia-New Zealand Conference, Geomechanics, Perth, pp. 617-622

SKEMPTON, A.W., (1964), "Fourth Rankine Lecture: Lon-Term Stability of Clay Slopes", Geotechnique, Vol. 14, pp. 75-102.