



Erciyes University Journal of the Institute of Science and Technology
Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi
 ISSN 1012-2354

Cilt (Volume) 27, Sayı (Issue) 2, Nisan/April-2011
<http://fbe.erciyes.edu.tr/>



Karacangaç tepe kaymasının (GD Armutçuk) stabilite analizi

*Hülya KESKİN ÇİTİROĐLU¹, Aziz ERTUNÇ²

¹ZKÜ Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Zonguldak/Türkiye

²ÇÜ Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

Anahtar Kelimeler

Stabilite, kayma,
güvenlik sayısı,
aglomera

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Şubat-Mart 2000 tarihlerinde meydana gelen Karacangaç Tepe kaymasının Janbu yöntemi ile incelenmesidir. Kaymanın gerçekleştiği formasyonda ve kayma malzemesinde jeolojik ve jeoteknik çalışmalar yapılmış ve Slope (7.01) adlı bilgisayar programı kullanılarak geri analizlerle kaymanın analitik modeli geliştirilerek güvenlik sayısı hesaplanmıştır. Bölgede kayma olayı mevcuttur dolayısıyla $G_s < 1$ olmak zorundadır. Bu durum içsel sürtünme açısının (ϕ) 0, 1, 2 ve 3 olması durumlarında gerçekleşmektedir. Tüm bu çalışmalar Dinlence aglomeralarında, Karacangaç tepe kaymasının yanında potansiyel bir kaymanın da mevcut olduğunu göstermektedir.

Stability analyses of the karacangaç hill landslide (SE Armutçuk)

ABSTRACT

The goal of this study is to examine Karacangaç Hill landslide, happened in February-March 2000, using the Janbu Method. The geological and geotechnical studies were carried out in the formation including landslide and material of landslide. The analytical model of landslide was performed and the safety factor of the slope was calculated with back analysis using the computer program Slope (7.01). Since landslide was occurred, safety factor have to under 1 ($F_s < 1$) and the angle of internal friction (ϕ) have to 0, 1, 2 or 3. It is concluded that being said potential landslides may occur beside Karacangaç Hill landslide.

Keywords

Stability, landslide,
factor of safety,
agglomerate.

1. Giriş

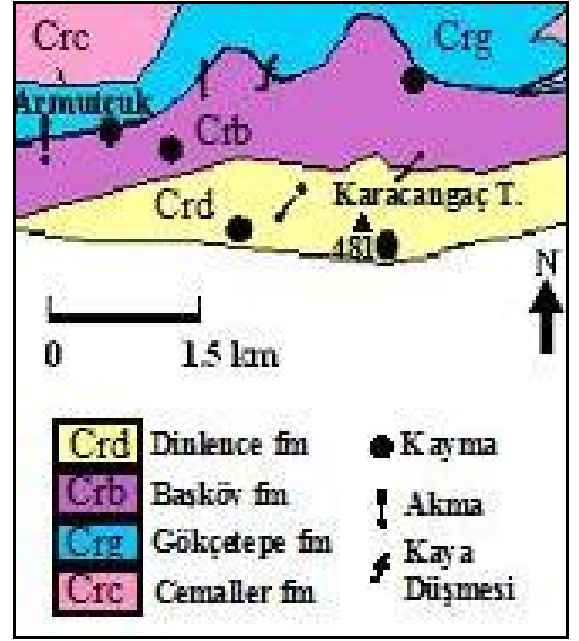
Stabilite analizleri gerçekleştirilen kayma Zonguldak-F27-a4 paftası içinde, Armutçuk mevki güney doğusunda bulunan Karacangaç Tepe'nin doğusunda ve Zonguldak-Ereğli Karayolunun 30. km'sinde yer almaktadır. Dinlence Formasyonu içerisinde gelişen kayma, Şubat-Mart 2000 tarihlerinde 7 gün süreyle devam eden şiddetli yağışlar sonrasında Mart 2000'de gerçekleşmiştir. Varnes (1978) kütle hareketleri sınıflaması esas alınarak yapılan arazi incelemelerinde, Dinlence Formasyonu içinde gelişen kütle hareketlerinin çoğunlukla akma ve kayma türünde olduğu tespit edilmiştir [1]. Dinlence Formasyonu başlıca aglomeralardan oluşmakta olup birimde gözlenen kaymalar genelde düzlemseldir. Formasyon içinde toprak ve moloz akmaları da görülmektedir (Şekil 1). Dinlence Formasyonu içerisinde gelişen kaymaların derinliği çok fazla olmayıp (maksimum 12 m) ayrışma ürünü toprak örtüsü-kolüvyon malzemesinden oluşmaktadır. Kaymanın tepe kısmı Zonguldak-Ereğli karayolu ile sınırlanmıştır. Topuk kısmında ise Fındıklık Deresi yer almaktadır. Fındıklık Deresi düzenli akışı olmayan mevsimsel bir akarsudur. Kaymanın oluşumuna yol açan en önemli faktör heyelan malzemesinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin yanında bölgeye düşen yüksek yağışlardır. Araziye kaydığı tespit edilen bölge derinlik ve kesit olarak şev üzerinde tanımlanarak geri analizler yapılmıştır. Karacangaç Tepe kaymasının stabilite analizleri Slope (7.01) adlı bilgisayar programı kullanılarak Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümünde gerçekleştirilmiştir. Analizlerde dairesel olmayan kayma yüzeyleri için uygulanan Janbu yöntemi kullanılmıştır.

2. Materyal ve metod

2.1. Dinlence Formasyonu

Aglomera, tüf ve tüfit araldanmasından oluşan Dinlence Formasyonu içinde nadir olarak marn ve andezitik lav akıntısı da bulunur. Birim gri ve kül renklerinde izlenir. Ancak birimde oluşan alterasyon sonucu limonitik boyanmalar, alterasyonun arttığı yerlerde de sarı ve kavun içi renkler görülmektedir. Birim içinde tüfitler; piroksen, plajiyoklas, amfibol ve volkanik kayaç parçalarından meydana gelir. Bağlayıcı madde volkanik camdır. 1000-2000 m arasında kalınlık sunabilen formasyonda kalınlığın yer yer 2000 m'yi geçtiği de görülmektedir. Dinlence formasyonu, yay volkanizmasının ürünleri olarak ortaya çıkmış volkanosedimanter dizilimin bir bölümünü teşkil etmektedir. Yaşı Turoniyen-Kampaniyen'dir [2].

Dinlence Formasyonu hidrojeolojik olarak yarı geçirimli birim özelliği sunmaktadır [3]. Doruk Tepe, Karacangaç Tepe ve Yanık Tepe civarında yüzlek veren, aglomera ve tüflerden oluşan birim sadece kırıklı, çatlaklı olduğu ve büyük geometrik boşluklar içerdiği zaman yeraltı suyu bulundurabilmekte ancak, inceleme alanı içinde su kaynağı olarak değerlendirilmemektedir. Dinlence Formasyonu üzerinde açılmış sondaj kuyusu yoktur. Karacangaç Tepe kaymasının görüldüğü yerde yamaç eğimlerinin 21°-25° (çok eğimli) arasında olması ve kaymanın içinde geliştiği Dinlence aglomeralarının ayrışma derecelerinin Little (1969)'a göre arazi tanımlamasının [4] tamamen ayrıışmış (beşinci derece ayrışma) nitelik sunması [5], şiddetli yağış sonrası kütle hareketi oluşumuna zemin hazırlayan faktörler arasındadır. sonrası kütle hareketi oluşumuna zemin hazırlayan faktörler arasındadır.



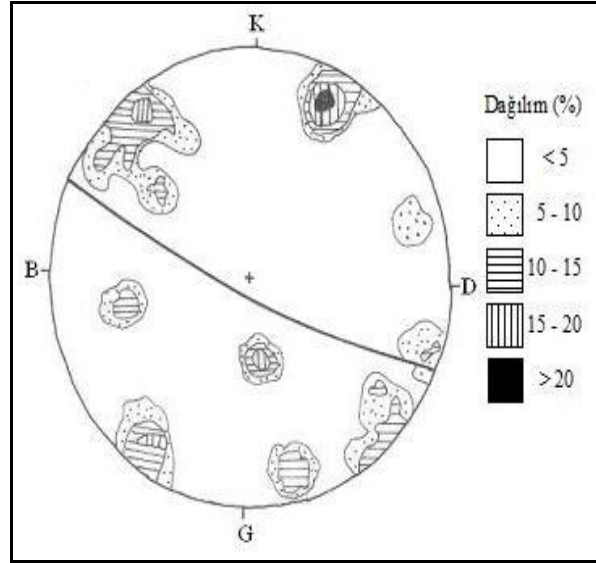
Şekil 1. İnceleme alanı ve çevresinin jeoloji haritası.

2.2. Çatlak Konumu

Dinlence Formasyonu aglomeralarında gözlenen çatlaklar çoğunlukla tektonik hareketlere bağlı olarak oluşmakla birlikte özellikle yol yapımı sırasında ve çeşitli amaçlara yönelik dinamit patlatmaları sonucunda oluşmuş suni çatlaklara da rastlanmaktadır. Açıklığı 2.5 mm'den küçük olan çatlaklarda dolguya rastlanmazken 2.5 mm'den büyük açıklığa sahip çatlaklarda yer yer kalsit ve kil dolgusu bulunmaktadır. Çatlaklar hafif ve orta pürüzlü yüzeylere sahiptir [6]. Dinlence Formasyonu aglomeralarının egemen çatlak konumlarını belirlemek amacıyla eşit alanlı (Schmith) projeksiyon ağı kullanılarak kontur diyagramı hazırlanmıştır. Dinlence aglomeralarında tek yönde yoğunlaşma görülmüş olup egemen çatlak konumları K67B/85GB olarak tespit edilmiştir (Şekil 2).

2.3. Dinlence Aglomeralarının Mühendislik Özellikleri

Dinlence aglomeralarının fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesinde Ulaştırma Bakanlığı DLH Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen Zonguldak-Karadeniz Ereğlisi Çift Hat Demiryolu Projesi kapsamında, 1992 yılında alınan sondaj karotları üzerinde İTÜ Mühendislik Jeolojisi ve Kaya Mekaniği Laboratuvarlarında yaptırılan deney sonuçlarından yararlanılmıştır. Mekanik özelliklerden TS 208 ASTM D 2930-79'a göre belirlenen tek eksenli basınç direnci ve TS 2027 ASTM D 3967-81'e göre belirlenmiş olan indirek çekme direnci (Brazilian) deney sonuçlarının ortalamaları Tablo 1'de verilmiştir [7]. Deere and Miller (1966) tarafından tek eksenli basınç dayanımına göre yapılan kayaç sınıflaması [8] dikkate alındığında Dinlence aglomeralarının 245 kg/cm² olan tek eksenli basınç dayanımları ile "çok düşük dayanımlı" kayaç sınıfına girdiği görülmektedir (Tablo 2). Karotlar üzerinde laboratuvar deneyleriyle belirlenen fiziksel özelliklerin sonuçları ise Tablo 3'de verilmiştir [7].



Şekil 2. Dinlence aglomeralarındaki çatlak ölçülerinden hazırlanan kontur diyagramı.

Tablo 1. Mekanik özellik deney sonuçları [7].

Derinlik (m)	Litoloji	Tek eksenli basınç direnci (kg/cm ²)	Endirek çekme direnci (kg/cm ²)	Elastisite modülü (kg/cm ²)
75-80	Gevşek çimentolu Aglomera	245	24	19600

Tablo 2. Tek eksenli basınç dayanımlarına ait kayaç sınıflandırması [8].

Tek eksenli basınç dayanımı (kg/cm ²)	>2000 Çok yüksek dayanımlı	2000-1000 Yüksek dayanımlı	1000-500 Orta dayanımlı	500-250 Düşük dayanımlı	<250 Çok düşük dayanımlı	Adlandırma
Tek eksenli basınç dayanımı (Aglomera)	-	-	-	-	245	Çok düşük dayanımlı

Tablo 3. Fiziksel özellik deney sonuçları [7].

Derinlik (m)	Litoloji	Kuru BHA (gr/cm ³)	Doygun BHA (gr/cm ³)	Ağırlıkça su emme (%)	Hacimce su emme (%)	Porozite (%)
75-80	Gevşek çimentolu Aglomera	2.30	2.44	5.72	13.9	13.94

Tablo 4. Dinlence Aglomeralarının RQD sınıflandırması [7, 9].

RQD (%) (sınır değerler)	100-90 Çok sağlam	90-75 Sağlam	75-50 Orta	50-25 Zayıf	<25 Çok zayıf	Kaya tanımı
RQD (%) (Aglomera)	-	-	-	26	-	Zayıf kaya

Deere (1968) kaya kalitesini belirlerken sondaj karotlarını inceleyerek süreksizliklerin cinsi, sayısı ve ayrışmasını da göz önüne almıştır [9]. Buna göre, Dinlence aglomeralarının

RQD değerine bağlı kaya tanımı "zayıf kaya" niteliğindedir (Tablo 4).

2.4. Ayrık Taneli Malzemenin Fiziko-Mekanik Özellikleri

Dinlence aglomeralarındaki kayma ve akma türündeki kütle hareketleri, yerinde ayrışmayla veya taşınarak oluşmuş ayrık taneli kayalar içinde gelişmektedir. Bu kayaların bulunduğu alanlar, kütle hareketlerine uygun koşullar taşınmasının yanında, bilinçsiz ve denetimsiz olarak tarım, mera ve yerleşim alanı amaçlı kullanılmaları nedeniyle kütle hareketi oluşturma potansiyeline sahiptirler. Çoğunlukla gevşek, ender olarak hafif derecede tutturulmuş olarak görülen bu kayaların, kütle hareketlerinin oluşumları sırasındaki davranışlarını belirleyebilmek için fiziksel özellikleri araştırılmıştır. Fiziksel özellikler; çoğunlukla kayma ya da akma türü hareketlerle taşınarak oluşmuş

malzemelerden alınan örnekler üzerinde, TS 1900-1'e göre belirlenmiştir [10] (Tablo 5). Eski kütle hareketleriyle taşınarak oluşmuş örtü, çoğunlukla kil içeren, kötü derecelenmiş çakıl, kum, silt, siltli kum, killi kum karışımlarından oluşmaktadır. Oldukça zayıf nitelikte olan bu örtü zemin, suyla temasta kolaylıkla kütle hareketi oluşturabilmektedir.

Eski kütle hareketi malzemesinin plastisite derecesinin belirlenmesi için ince taneli zeminlerin plastisite indisine göre sınıflandırmasından [11] yararlanılmıştır (Tablo 6). Buna göre eski kütle hareketi malzemelerinin çoğunlukla "plastik", kuru dayanımlarının da "orta" olduğu saptanmıştır.

Tablo 5. Eski kütle hareketi malzemelerinin fiziksel özellikleri.

Litoloji	Su içeriği %	Atterberg Limitleri (%)			Elek no			Zemin sınıfı
		LL	PL	PI	200 altı	200-4	4 üstü	
Aglomera	30	42	24	18	30	45	25	SC

Tablo 6. Eski kütle hareketi malzemesinin plastisite indisi sınıflandırması [11].

PI (%) (sınır değerler)	0-5 Plastik değil	5-15 Az plastik	15-40 Plastik	>40 Çok plastik	Plastisite derecesi	Kuru dayanımı
PI (%) (Aglomera)	-	-	18	-	Plastik	Orta

Little (1969)'ın ayrışma sınıflamasına [4] göre Üst Kretase yaşlı Dinlence Formasyonunun tamamen ayrışmış olduğu ve formasyonu oluşturan gevşek çimentolu ve düşük dirençli kayaların yüzeylendiği alanlarda denge bozulmalarının yoğunlaştığı görülmüştür.

2.5. Meteorolojik Özellikler

İnceleme alanında yağışlar, nemli hava kütlelerinin yatay yönde hareket ederken dağ yamaçlarına çarparak yükselmesi ve soğuması sonucu oluşur. Kısa süreli yağmurlar da süzülme zayıf olduğundan akiferin beslenmesine bir katkıda bulunmaz. Zonguldak Devlet Meteoroloji İstasyonunun 35 yıllık verilerin ortalamaları hesaplanarak Tablo 7'de verilmiştir [12]. 35 yıllık meteorolojik verilerin ortalamasına göre yağışların Eylül ayından itibaren arttığı ve Şubat ayına kadar yoğun bir şekilde devam ettiği anlaşılmaktadır. İnceleme alanına ait 35 yıllık toplam yağış yüksekliği 1234.5 mm'dir. Nisan ve Mayıs aylarında yağış miktarı diğer aylara oranla daha az olmakta, en çok yağış sonbahar mevsiminde düşmektedir. Yıllık yağışın %30'u kış devresinde, %16'sı ilkbahar, %20'si yaz, %34'ü sonbahar devresinde görülmektedir.

Yağışın fazla olduğu Ekim-Nisan ayları aralığında zemin içinde rezerv suyunun da fazla olduğu görülmekte ve bu aylar aralığında akışa geçen su da fazla olmaktadır. İnceleme alanında kütle hareketi oluşma riski bu dönemde diğer aylara oranla daha çok artmaktadır. Rezerv suyun az olduğu veya hiç olmadığı Mayıs-Eylül döneminde de kısa süreli fakat yoğun yağışlar kütle hareketi oluşmasında rol almaktadır [3]. Meteorolojik verilere bakıldığında bu tür yağışlar inceleme alanını kapsayan bölgede sık sık yaşanmaktadır.

2.5. Janbu Yöntemi

Belirli bir zaman içinde yamacın ilk geometrisini gözle görülür bir şekilde kaybetmesine, önündeki mühendislik yapılarının güvenliğinin kaybolmasına veya işlevini yitirmesine sebep olan kütle hareketidir [13]. Arazide ortaya çıkan potansiyel kayma yüzeyinin şekli üzerinde jeolojik şartların önemi büyüktür. Düzlemsel kayma yüzeyleri genellikle tabakalanmış zeminlerde, kaya kütleleri içerisindeki küçük kayma bloklarında veya kil kabukların altında sert çatlaklı silt ve killerin bulunduğu durumlarda ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple, blok analiz yöntemi ile kayma yüzeyinin belirlenmesi ve güvenlik sayısının hesaplanması uygun olmaktadır [14]. Diğer yöntemlere benzer olmakla birlikte Janbu yönteminin farklılığı herhangi bir yenilme yüzeyine uygulanabilmesidir [15].

Janbu yöntemi dilimler arası kuvvetlerin yatay olduğu varsayımına dayanır [16]. Stabilite analizleri kapsamında, araştırma çalışmaları sonucu tespit edilen heyelan geometrisi geri analiz yöntemi ile incelenerek kayma yüzeyi boyunca zemin parametreleri "Janbu Metodu" ile belirlenmiştir. Geri analiz kaymış ve kaymakta olan şevlerin analitik modelini geliştirmek için gerekli bir yöntemdir. Çünkü şevler için, şu andaki durum kadar gelecekteki mukavemeti de önem taşımaktadır [14].

3. Bulgular

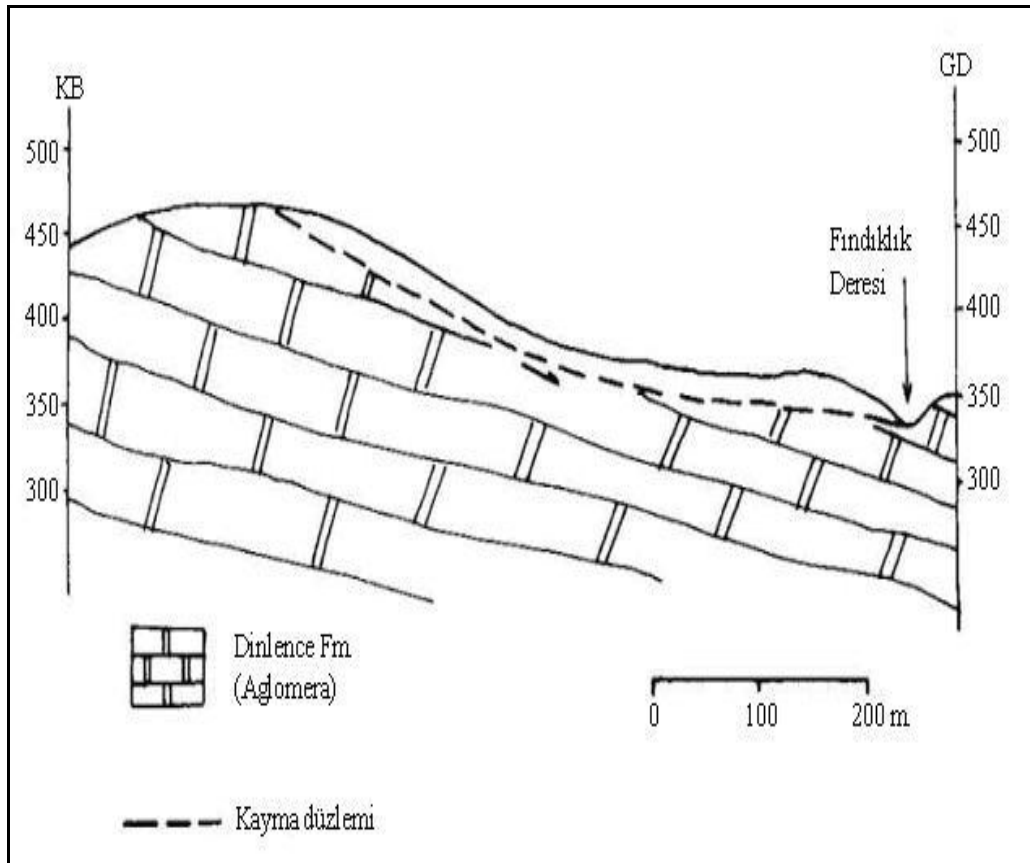
Stabilite analizleri gerçekleştirilen kayma, Zonguldak-Ereğli Karayolunun 30. km'sinde Karacangaç Tepe doğusunda

gelişmiştir. Maksimum derinliği 12 m, uzunluğu yaklaşık 600 m olan kaymanın tepe kısmı Zonguldak-Ereğli Karayolu,

topuk kısmı ise Fındıklı Deresi ile sınırlanmıştır (Şekil 3, Şekil 4).

Tablo 7. İnceleme alanının uzun yıllar (35 yıl) ortalama meteorolojik verileri [12].

Parametreler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık Ortalama
Sıcaklık °C	6.1	6.1	7.6	11.3	15.3	19.1	21.8	21.8	18.6	15	11.1	8.1	13.5
Yağış mm	131.6	85.7	86.2	57.9	52.5	69.1	83.9	90.8	121.1	152.7	150.8	152.2	102.9
Nispi Nem %	67.1	67.1	67.2	67.7	70.9	67.1	71.4	72.3	71	72.1	67.2	66.6	69
Rüzgar Hızı m/sn	2.8	2.8	2.7	2.4	2.1	2.1	2.1	2.3	2.5	2.5	2.6	2.8	2.5
Yağışlı Gün Sayısı	18.1	15.5	14.6	12.5	10.7	8.9	8	7.5	9.8	13.3	14.5	18.2	12.63
Karla Örtülü Gün Sayısı	4.3	4.7	2.3	-	-	-	-	-	-	-	0.4	1.8	1.13
Fırtınalı Gün Sayısı	1.5	1.3	0.7	0.6	0.3	0.1	0.2	0.2	0.5	0.4	1	1.2	0.67
Donlu Gün Sayısı	4.6	5.9	2.9	0.1	-	-	-	-	-	-	0.2	2.2	1.3



Şekil 3. Karacangaç Tepe kaymasının jeolojik kesiti.

Karacangaç Tepe kaymasının stabilite analizlerini gerçekleştirmek amacıyla düzlemsel kayma malzemesinden alınan örnekler üzerinde TS 1900-2'ye göre laboratuvar deneyleri yapılmış [17], kesme kutusu deney sonuçlarına göre kohezyon (c) 0.232 kg/cm² (22.5 kN/m²), içsel sürtünme

açısı (ϕ) 11° bulunmuştur (Tablo 8). Yeraltısuyu seviyesinin arazi gözlemlerine göre kayma düzleminde daha derinde olduğu sonucuna varılmıştır. Analizlerde yağış faktörünü göz önünde bulundurmak amacıyla doymun birim hacim ağırlık değeri olan 2.45 gr/cm³ (kN/m³) değeri kullanılmıştır.



Şekil 4. Karacangaç Tepe kaymasıyla oluşan gerilme çatlakları ve çökme.

Tablo 8. Karacangaç Tepe kayma malzemesinin özellikleri.

Birim Hacim Ağırlık (gr/cm ³)		Su Muhtevası %	Kesme Kutusu Değerleri	
Kuru	Doygun		c (kg/cm ²)	φ (°)
2.31	2.45	5.71	0.23	11

Karacangaç Tepe kaymasının stabilite analizleri Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde Slope (7.01) adlı bilgisayar programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerde dairesel olmayan kayma yüzeyleri için uygulanan Janbu yöntemi kullanılmıştır. Stabilite analizlerinin ilk aşamasında laboratuvar deneylerinden elde edilen veriler kullanılmış ve güvenlik sayısı (Gs) 1.805 gibi yüksek bir değer olarak bulunmuştur. Daha sonraki aşamalarda geri analizler yapılarak güvenlik sayısının aldığı değerler

hesaplanmıştır. Geri analizlerin gerçekleştirilmesi sırasında su içeriğine bağlı olarak içsel sürtünme açısının değişebileceği düşünülerek kohezyon (c) değeri sabit tutulmuş, içsel sürtünme açıları (φ) 0'dan 5'e dek birer derece artırılarak güvenlik sayıları elde edilmiştir. Kohezyon sabit tutularak içsel sürtünme açısındaki bir derecelik artışın güvenlik sayısında yaklaşık % 10'luk bir artışa karşılık geldiği görülmüştür (Tablo 9, Şekil 5).

Tablo 9. Karacangaç Tepe kaymasının farklı φ değerlerine karşılık gelen güvenlik sayıları.

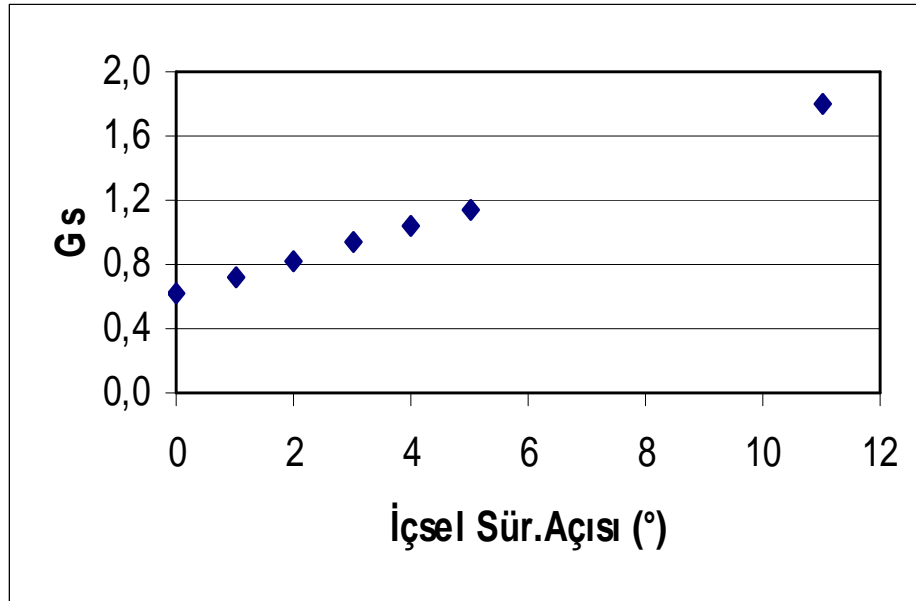
φ(°)	0	1	2	3	4	5	11
Gs	0.611	0.718	0.825	0.933	1.04	1.148	1.805

Kayma olayının gerçekleşmesi Güvenlik sayısının 1'den küçük (Gs < 1) olmasını gerektirmektedir. Karacangaç Tepe kaymasının gerçekleşmesi yani güvenlik sayısının 1'den küçük (Gs < 1) olması, içsel sürtünme açısının (φ) 0, 1, 2 ve 3 olması durumlarında gerçekleşmektedir. Bölgede yeraltı suyu seviyesi kayma düzleminde daha derinde bulunmaktadır. Bu nedenle, içsel sürtünme açısının (φ) azalması ve sonucunda kayma hareketinin gelişmesinde mukavemet parametrelerinin düşük olmasıyla birlikte yağışlar önemli bir faktör olmaktadır. Bu durum bölgede Janbu yöntemi ile hesaplanmasının doğru bir karar olduğunu da göstermektedir.

Gerekli güvenlik sayısı çoğunlukla 1.20 ile 1.50 arasında değişmektedir. Bu değerler arasındaki sayısal fark küçük olmakla birlikte, stabilite açısından oldukça önemli olmaktadır. Güvenlik sayısının 1.20 yerine 1.30 seçilmesi alınacak önlemlerin türünün değiştirilmesine veya maliyetin önemli ölçüde artmasına yol açabilmektedir [18].

3. Sonuçlar

Kayma hareketinin gerçekleştiği Dinlence aglomeralarının kuru birim hacim ağırlıklarının (2.30 gr/cm³) düşük olduğu, su emme ve porozite yüzdeleri incelendiğinde % 5.72 ağırlıkça, % 13.9 hacimce su emme ve % 13.94 porozite ile yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Tek eksenli basınç ve endirek çekme dayanımları sırasıyla 245 kg/cm² ve 24 kg/cm² bulunmuştur. Tek eksenli basınç dayanımı sonuçlarına göre aglomera çok zayıf kaya sınıfında yer almaktadır. Eski kütle hareketi malzemeleri çoğunlukla kil içeren kötü derecelenmiş çakıl, kum ve silt karışımlarından oluşmaktadır. Su içerikleri %30>PL (%24) olup Atterberg limitlerine göre plastiktir. Little (1969)'ın ayrışma sınıflamasına göre Dinlence Formasyonu tamamen ayrışmış yapı sunmaktadır.



Şekil 5. İçsel sürtünme açısına bağlı olarak Gs'nin değişimi ($c=22.5\text{kN/m}^2$).

Bölgede kayma olayı mevcuttur dolayısıyla $G_s < 1$ olmak zorundadır. Bu durum içsel sürtünme açısının (ϕ) 0, 1, 2 ve 3 olması durumlarında gerçekleşmektedir. Yeraltı suyu seviyesi, Karacangaç Tepe kayma yüzeyinden daha derinde olmakla birlikte, aglomera ve tüflerden oluşan Dinlence Formasyonunun kırıklı ve çatlaklı olduğu ve büyük geometrik boşluklar içerdiği durumlarda yeraltı suyu bulundurulabilmesi ve şiddetli yağışlar kayma oluşumunun en önemli nedenleri olmaktadır. Kaymanın meydana geldiği şubat-mart aylarının yağışlı, karla örtülü, donlu ve fırtınalı gün sayılarının diğer aylara göre fazla olması, meteorolojik koşulların kütle hareketi oluşumu üzerindeki etkisini vurgulamaktadır. Tüm bu çalışmalar Dinlence Formasyonunda oluşmuş kaymalarla birlikte potansiyel bir kaymanın da mevcut olduğunu göstermektedir.

Teşekkür

Yazarlar, Slope (7.01) bilgisayar programını kullanarak stabilite analizlerinin gerçekleşmesindeki katkılarından dolayı Doç. Dr. Tolga ÇAN'a (ÇÜ) teşekkür ederler.

Kaynaklar

- Varnes D.J. Slope Movement Types and Processes. Landslide Special Report, 176, National Academy of Sciences, 11-33, 1978.
- Yergök A.F., Akman Ü., Keskin İ., İpekçi E., Mengi H., Karabalık N.N., Umut M., Armağan F., Erdoğan K., Kaymakçı H., Çetinkaya A.. Batı Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi I. M.T.A. Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdlere Dairesi, 8273, 237 s., 1987.
- Keskin H., Pelin S., Yeşilnacar M.İ., Zonguldak-Armutçuk Arasındaki Bölgenin Hidrolojik ve Hidrojeolojik Özellikleri. 1.Çevre ve Jeoloji Sempozyumu, DEÜ, 21-23 Mart 2001. İzmir, 205-212, 2001.
- Little A.L. The Engineering Classification of Residual Tropical Soils. Proc. Spec. Sers. Eng. Properties of Lateritic Soil VII, ICSMFE, Vol.1, p.1-10, 1969.
- Keskin H., Ertunç A. Effects of Lithology and Alteration on Development of Mass Movements Between Zonguldak-Armutçuk (NW Turkey) Area. 4th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology. Proceeding. SDÜ, 21-25 Mayıs 2001. Isparta, p.457-462, 2001.
- Keskin H. Zonguldak-Ereğli Arasındaki Kütle Hareketlerinin İncelenmesi. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 131 s., 2000.
- Ulaştırma Bakanlığı. Zonguldak-K. Ereğlisi Demiryolu Projesi Laboratuvar Deneyleri Sonuçları Jeoteknik Raporu 3, Yüksel Proje Mühendislik ve Müşavirlik, 03/3, 98 s. 1992.
- Deere D.U., Miller R.P. Engineering Classification and Index Properties for Intact Rock, p.6-10., 1966.
- Deere D.U. Geological Considerations Rock Mechanic in Engineering. Practive wiley, p. 1-20, 1968.
- TS 1900-1. İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri-Bölüm 1: Fiziksel Özelliklerin Tayini, ICS 93.020, 93 s., 2006.
- Şekercioğlu E., "Yapıların Projelendirilmesinde Mühendislik Jeolojisi". TMMOB. Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını, 28, 216 s., 1993.
- DMİ. Meteorolojik Veriler, Devlet Meteoroloji İstasyonları Genel Müdürlüğü (2010).
- TS 8853. Yamaç ve Şevlerin Dengesi ve Hesaplama Metodları-Zeminde. 1991.
- Yılmaz G., Özsoy E.A. 2003. Bozüyük, Yediler Yerleşim Alanı Kaymasının Stabilite Analizi. Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi C.XVIII, S.2, 11 s., 2003.
- Arıoğlu E., Tokgöz N. "Çözümlü Problemlerle Şev Stabilite Analizi." Evrim Yayınevi, İstanbul, 417 s., 2005.
- Duncan J.M., Wright S.G. "Zemin Şevlerinin Duraylılığı." Çeviren: Kamil Kayabalı, Gazi Kitabevi, Ankara, 299 s., 2005.

17. TS 1900-2. İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri-Bölüm 2: Mekanik Özelliklerin Tayini, ICS 93.020, 64 s., 2006.
18. Hatipođlu B., İncecik M. Şev stabilitesi probleminin incelenmesi için geliştirilen bir uzman sistem: BilŞEV-US.İtüdergisi/d Mühendislik Cilt:2, Sayı:5, 35-42, 2003.