

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Deprem Kaynaklı Şev Kayması: 6 Şubat Kahramanmaraş Depremleri Sırasında Adıyaman Gölbaşı Gölü Örneği

Seismically Induced Landslide: The Case of Golbasi Lake in Adiyaman During the February 6th Kahramanmaras Earthquakes

Nazmi Cenik^{1,*}, Seyhan Fırat², Nihat Sinan Işık²

¹ Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

² Gazi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye.

Geliş / Received: 08.05.2025

Kabul / Accepted: 16.05.2025

*Sorumlu Yazar: Nazmi Cenik nazmicenik123@gmail.com

ÖZ: 6 Şubat 2023 tarihinde, merkez üssü Kahramanmaraş'ın Pazarcık ve Ekinözü-Elbistan bölgeleri olan 7.7 ve 7.6 Mw büyüklüğünde iki deprem meydana gelmiştir. Bu depremler 11 ili etkisi altına almış olup çok sayıda can kaybına ve ciddi yapısal hasarlara yol açmıştır. Depremlerden sonra da özellikle Gölbaşı (Adıyaman) ve Hatay'da olmak üzere sıvılaşmanın gerçekleştiğini ifade eden yüzeye fışkırmış kum konileri, yanal yayılma, şev kayması ve oturmalar gözlenmiştir. Bu makale kapsamında, Adıyaman Gölbaşı ilçesi Gölbaşı gölü kenarında meydana gelen şev kaymasının değerlendirilmesine yönelik çalışmalar sunulmaktadır. Deprem sonrası göl kenarı çevresinde araştırma çalışmaları yapılmıştır. Yapılan çalışmalar doğrultusunda şev kayması yaşanan bölgenin jeolojik kesiti oluşturulmuş, zemin parametreleri belirlenmiş ve sıvılaşma değerlendirmeleri yapılmıştır. Daha sonra deprem öncesi durum için limit denge analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen en düşük güvenlik katsayısı ($GS = 4.050$) deprem öncesi durumun stabil olması ile uyumlu sonuç vermiştir. Ardından sıvılaşma potansiyeli olan zeminlerin kayma dayanımı parametreleri azaltılarak deprem sonrası durumu temsil eden limit denge analizi gerçekleştirilmiştir. Sıvılaşan zemin tabakaları için drenajsız rezidüel dayanım parametreleri belirlenmiştir. Analiz sonucuna göre en düşük güvenlik katsayısı ($GS = 0.636$) dikkate alındığında, Kahramanmaraş depremleri sonrasında Gölbaşı (Adıyaman) gölü kenarında şev kayması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kahramanmaraş depremleri, sıvılaşma, CPT, Gölbaşı, Adıyaman

ABSTRACT: On February 6, 2023, two earthquakes of moment magnitudes 7.7 and 7.6 occurred with epicentres in Pazarcık and the Ekinözü-Elbistan region of Kahramanmaraş. These earthquakes affected eleven provinces, causing numerous casualties and severe structural damage. In the aftermath especially in Gölbaşı (Adıyaman) and Hatay liquefaction phenomena were observed, including sand boils, lateral spreading, ground settlements and landslides. This study presents an evaluation of a landslide along the shore of Lake Gölbaşı in the Gölbaşı district of Adıyaman. Field investigations were conducted around the lake immediately after the earthquakes. Based on these investigations, a geological cross-section of the landslide area was prepared, in situ soil parameters were determined, and liquefaction susceptibility assessments were performed. A limit equilibrium analysis for the pre-earthquake condition yielded a minimum factor of safety (FS) of 4.050, indicating stability prior to the earthquakes. For soil layers identified as liquefiable, shear strength parameters were reduced to represent post-earthquake conditions, and a second limit equilibrium analysis was carried out. Residual undrained shear strength parameters were assigned to the liquefied soils. The resulting minimum factor of safety ($FS = 0.636$) indicates that a landslide along the shore of Lake Gölbaşı would be expected following the February 6, 2023 seismic events.

Keywords: Kahramanmaras earthquakes, liquefaction, CPT, Golbasi, Adiyaman

1. GİRİŞ

6 Şubat 2023 tarihinde saat 04:17'de Kahramanmaraş'ın Pazarcık ilçesinde moment büyüklüğü (M_w) 7.7 olan ve ardından 13.24'te Kahramanmaraş'ın Ekinözü – Elbistan bölgesinde moment büyüklüğü (M_w) 7.6 olan iki büyük deprem meydana gelmiştir. 7.7 büyüklüğündeki depremin dışmerkez koordinatı 37,236 K - 37,057 D, odak derinliği 8.6 km; 7.6 büyüklüğündeki depremin dışmerkez koordinatı 37,239 K - 38,089 D, odak derinliği 7.0 km olarak hesaplanmıştır [1]. Şekil 1'de Pazarcık ve Elbistan depremleri ve artçı şok aktivitesi gösterilmektedir.

DAF (Doğu Anadolu Fayı) üzerinde gerçekleşen depremlerin dağılımları incelendiğinde ilk değerlendirmelere göre Pazarcık Merkez üslü depremin kuzeydoğuda Çelikhan Pütürge arasından DAF'ın Erkenek, Gölbaşı, Amanos parçalarını içine alan bir hat ile Ölüdeniz Fay sisteminin kuzeyindeki Narlı parçasını kırdığı; Elbistan dış merkezli diğer depremin ise Çardak Fayı ile Doğanşehir Fay Zonu ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir [2].

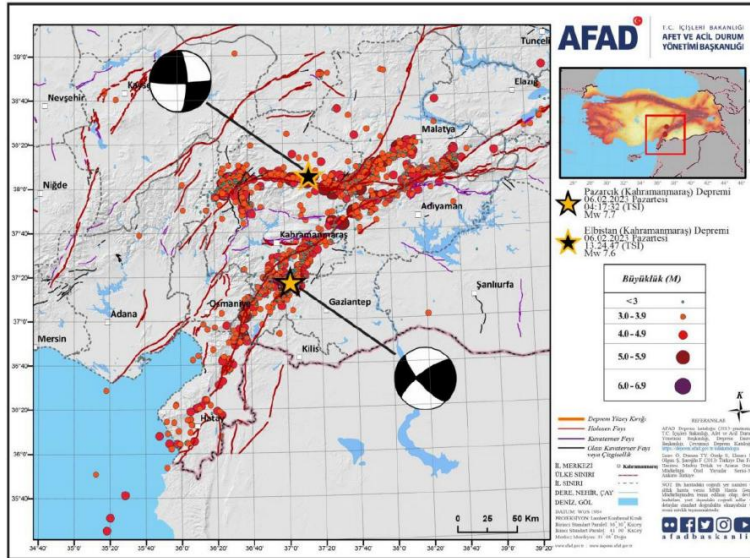
Büyüklüğü 7.7 olan ilk depremde en büyük ivme değeri Hassa (3138) istasyonunda $PGA = 1296.3$

cm/sn² (1.32g); büyüklüğü 7.6 olan ikinci depremde ise en büyük ivme değeri Göksun (4612) istasyonunda $PGA = 635.5$ cm/sn² (0.65g) olarak hesaplanmıştır [2].

Bu depremler Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Elazığ, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Malatya, Osmaniye ve Şanlıurfa illerinde hissedilmiş ve 53537 kişi hayatını kaybederken, 115353 kişi yaralanmıştır [2]. Birçok konut, hastane, yol, köprü, tünel vb., yapıların hasar almasına neden olmuştur.

Yapılarda gözlenen hasarlar; zemin kaynaklı problemler, yumuşak kat etkisi, yapı elemanlarındaki hasarlar, beton dayanımındaki zayıflıklar ve donatı kusurları gibi sebeplerden dolayı meydana gelmiştir [1].

Kahramanmaraş depremleri sonrasında, özellikle suya doygun gevşek olan zeminlerde sıvılaşma etkileri gözlemlenmiştir. Bu sıvılaşma, yapısal hasarlara ve zemin deformasyonlarına yol açmıştır. Alüvyonel ve suya doygun zeminlerin üzerinde bulunan binalarda oturmalar ve yapısal hasarlar meydana gelmiştir.



Şekil 1: Pazarcık (Kahramanmaraş) Mw: 7.7, Elbistan (Kahramanmaraş) Mw: 7.6 depremleri ve artçı şok aktivitesi (06.02.2023) [2].

Ayrıca, bu makalenin çalışma alanı olan Adıyaman Gölbaşı ilçesinde kum kaynaması, yanal yayılma, oturma, taşıma gücü yenilmesi ve Gölbaşı gölü çevresinde de zemin sıvılaşmasından kaynaklı göre

doğru hareketler gözlemlenmiştir [3, 4]. Gölbaşı ilçesindeki zeminlerin sıvılaşma potansiyeli, CPT ve SPT verileri kullanarak değerlendirilmiştir [5].

1976 Haicheng ve Tangshan depremlerine kadar sadece kohezyonsuz zeminlerin sıvılaşabildiği düşünülüyordu. Ancak bu depremler sonrasında ince taneli zeminler üzerinde de sıvılaşma ile ilgili çalışmalar yapılmıştır [6, 7]. Adıyaman Gölbaşı ilçesi ve Hatay'dan alınmış olan sıvılaşmış numuneler üzerinde deneyler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre plastisite indislerinin (PI) 16 – 23 arasında olduğu, Hatay'dan alınan numunelerin ise plastisite indislerinin 30'dan yüksek olduğu belirtilmiştir [8].

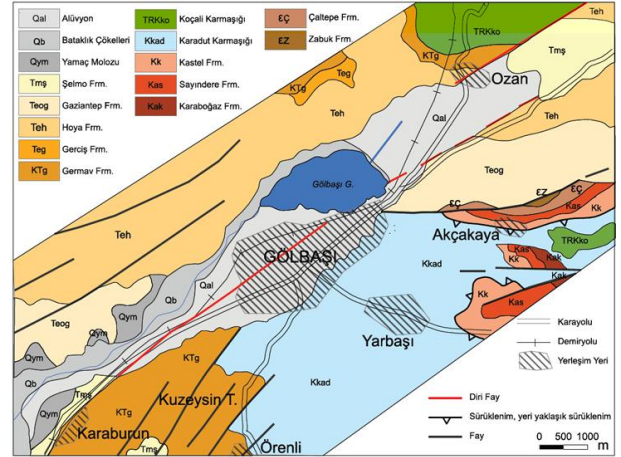
Bu makale, Adıyaman Gölbaşı ilçesi Gölbaşı gölü kenarında gözlemlenen sismik kökenli bir şev kaymasını konu almaktadır. Bu kapsamda, arazi çalışmaları ve arazi içi indeks deneyleri Standart Penetrasyon Testi (SPT) ve Koni Penetrasyon Testi (CPT) sonuçları sunulmuştur. Araştırma çalışmalarının sonuçları, zemin parametrelerinin belirlenmesi, jeolojik kesitin oluşturulması ve sıvılaşma değerlendirmeleri yapılması için kullanılmıştır. Tüm bu değerlendirmeler sonucunda elde edilen veriler yardımı ile limit denge analizleri yapılmıştır. Son olarak, gözlemlenen şev kayması mekanizması ile analiz sonuçları karşılaştırılmaktadır.

Benzer çalışmada, Kocaeli (İzmit) depremi sonrası Değirmendere Burnu'ndaki heyelanın sıvılaşma ve deprem kuvvetleriyle oluştuğu belirtilmiştir [9].

2. JEOLojİ

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Neotetis'in kapanmasının sonucu olarak Güneydoğu Anadolu Orojenik kuşağı, Arap Platformu ve Bitlis Zagros Sutr zonuyla ilişkili melanj ve nap grupları olmak üzere güneyden kuzeye doğru uzanan ve farklı tektonik birlikleri barındıran Doğu Toroslar orojenik kuşağı içerisinde yer almaktadır [10, 11]. Bölgedeki en önemli Neotektonizma unsurları çalışma alanının kuzeybatısında yer alan Doğu Anadolu Fayı (DAF) ve güneybatısında yer alan Ölüdeniz Fayı'dır [12, 13].

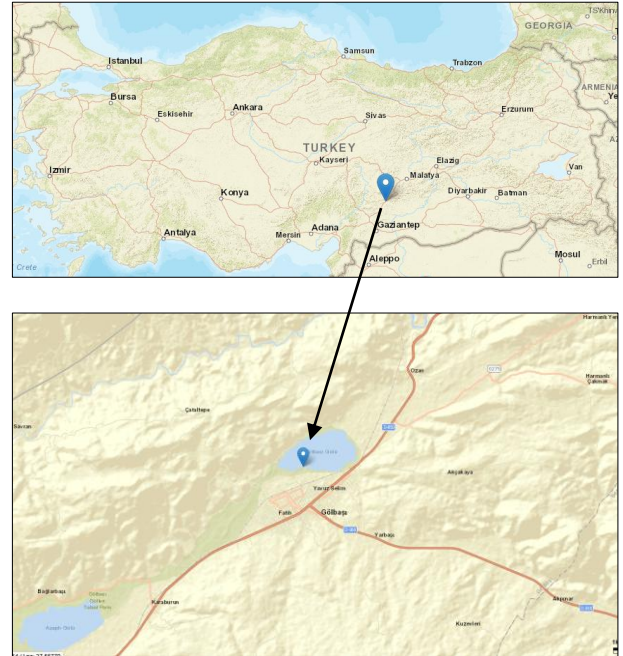
Çalışma alanında jeolojik birimler Jura-Kretase yaşlı Karadut Karmaşığı (Kkad), Paleosen yaşlı Germav Formasyonu (KTg), Eosen yaşlı Hoya Formasyonu (Teh), Eosen-Oligosen yaşlı Gaziantep Formasyonu (Teog) ve Kuvaterner yaşlı çökeller (Alüvyon ve Bataklık çökelleri) olarak sıralanmaktadır [14].



Şekil 2: Çalışma alanı genel jeoloji haritası [14].

3. VAKA ANALİZİ

Gölbaşı gölü, Gölbaşı ilçesinin kuzey doğusunda ve Türkiye'nin güneydoğusunda yer almaktadır (37°47'39.93"N, 37°38'57.59"D). Gölün yüzey alanı yaklaşık 2250 km² ve rakımı 885 metredir. Gölün en derin noktası, yüzeyden 22.0 metre derinlikte ölçülmüştür [15, 16]. Göl kenarı ile göl ortası arasındaki yatay mesafe 600-650 metre arasındadır. Bu mesafe boyunca, göl tabanının ortalama eğimi yaklaşık 2° olarak belirlenmiştir.



Şekil 3: Yer bulduru haritası (Google Earth).

Kahramanmaraş depremleri sonrasında, Gölbaşı (Adıyaman) gölü kenarında depremle tetiklenen bir şev kayması meydana gelmiştir. Şev kayması

kesimine ait deprem öncesi ve sonrası Google Earth görüntüleri Şekil 4'te belirtilmiştir.



Şekil 4: Şev kayması kesimine ait deprem öncesi ve sonrası görüntüler (Google Earth).

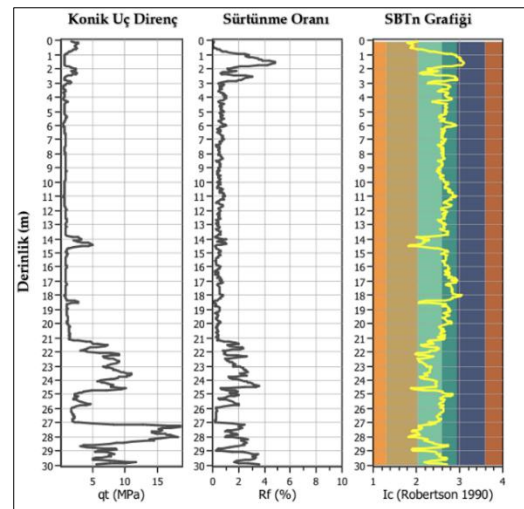
4. ARAŞTIRMA ÇALIŞMALARI

Gölbaşı gölü kenarında, şev kayması yaşanan kesime yakın bölgede 1 adet CPT (CPT-108) ve 1 adet SPT (SK-22) deneyi yapılmıştır.

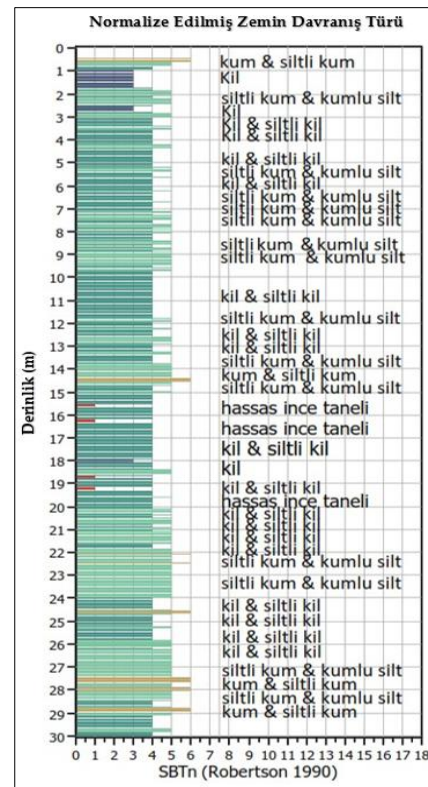
4.1 CPT (Koni Penetrasyon Testi)

Koni penetrasyon deneyi, konik şekle sahip bir ucun kuyu açmaya gerek duyulmadan, hidrolik bir itme kuvvetiyle zemine sabit bir hızla itilmesi için gerekli kuvvetin sürekli olarak ölçülmesini kapsamaktadır. Koni penetrasyon deneyi esnasında numune alınamamaktadır. Ancak SPT deneyine kıyasla daha sık (5 cm aralıklarla) ölçüm yaptığı için, ince tabakaların tespit edebilmesine olanak sağlamakta ve hassas ölçümler gerçekleştirebilmektedir. CPT verileri ile yorumlama yapılmadan önce gerekli düzeltmelerin (Boşluk suyu basıncı etkisi, Filtre lokasyonu etkisi ve Sıcaklık etkisi) uygulanması gerekmektedir [17]. Şekil 5'te CPT-108'e ait ölçüm sonuçları belirtilmiştir. CPT ile numune alınamadığından zemin sınıfının belirlenmesi için Robertson [18] tarafından önerilen zemin davranış tipi katsayısına göre zemin sınıfları belirlenmiştir. Bu sınıflandırma Şekil 6'da sunulmuştur. Şekil 5 ve Şekil 6 incelendiğinde, yüzeyden itibaren ilk 10.0 metre

derinliğe kadar olan kesimde siltli kum ve kumlu silt türü zeminlerin baskın olduğu görülmektedir.

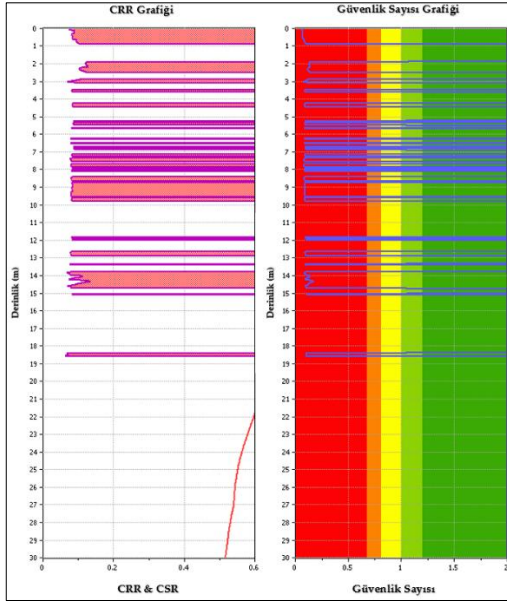


Şekil 5: CPT-108'e ait ölçüm sonuçları



Şekil 6: CPT-108'e ait zemin sınıfları

Ayrıca 0.0 – 10.0m aralığında konik uç direnci değerlerinin 0.0 – 3.0 MPa arasında değişmesi, söz konusu birimlerin görece zayıf ve gevşek bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Bu tarz gevşek zeminlerin yeraltı su seviyesi altında bulunması durumunda, sıvılaşma potansiyeli bulunmaktadır. Sıvılaşma analizleri ise Robertson ve Wride [19] tarafından önerilen çalışmaya göre yapılmıştır.



Şekil 7: CPT-108 sıvılaşma analiz sonucu grafiği.

Sıvılaşma analiz sonucu incelendiğinde, göl kenarına yakın konumda bulunan CPT-108 sondajının sıvılaşmaya karşı hassas olduğu görülmektedir. Ayrıca grafik incelendiğinde 0.0 – 10.0 metre aralığında ağırlıklı olarak sıvılaşma potansiyeline sahip zemin tabakalarının bulunduğu belirlenmiştir.

4.2 SPT (Standart Penetrasyon Testi)

SPT, standart boyutlardaki tüpün 63.5 kg ağırlığındaki şahmerdanın 76.2 cm'den serbest düşmesiyle zemine çakılması esasına dayanır. Deney bir sondaj deliği açılarak gerçekleştirilir. SPT tüpü tijlere bağlanıp zemine indirilir ve her biri 15 cm olmak üzere üç aşamalı ilerleme adımları işaretlenir. Her 15 cm'lik penetrasyon için darbe sayıları kaydedilir. İlk 15 cm'ye ait darbe sayıları dikkate alınmaz. İkinci ve üçüncü 15 cm'lik aşamalardaki darbe sayıları toplanarak SPT-N değeri elde edilir [17]. Deney düzeneğindeki farklılıklar, ölçülen SPT-N değerlerini etkilemektedir. Bu nedenle, SPT-N değerleri üzerinde belli düzeltmeler yapılması gerekmektedir. Yapılan düzeltmeler sonucunda elde edilen değerler kullanılarak, kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminler için literatürde önerilen çeşitli yaklaşımlarla kayma dayanımı parametreleri belirlenebilir. Ayrıca, bu verilerden yararlanılarak sıvılaşma değerlendirmeleri de yapılabilmektedir. SK-22 sondajına ait SPT vuruş sayıları ve laboratuvar deney sonuçları Tablo 1 ve Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 1: SK-22 sondajına ait SPT vuruş sayıları.

Sondaj No =		SK-22					
YASS =		0.00 m					
No	Derinlik (m)	Zemin Tipi	γ (kN/m ³)	Birim	σ_v (kPa)	σ'_v (kPa)	SPT-N
SPT-1	1.50	CIH	18.0	Çakıllı, Siltli KUM (Altüvyon)	27	27	6
UD-1	2.50	saCIM	18.0		45	45	-
SPT-2	3.00		18.0		54	54	6
SPT-3	4.50	CIH	18.0		81	81	5
UD-2	5.50	CIH	18.0		99	99	-
SPT-4	6.00		18.0	Siltli KİL (Altüvyon)	108	108	6
SPT-5	7.50		18.0		135	135	5
UD-3	8.50	SiM	18.0		153	153	-
SPT-6	9.00		18.0	Siltli KİL (Altüvyon)	162	162	2
SPT-7	10.50	SiM	18.0		189	189	2
SPT-8	12.00	SiH	18.0	Killi KUM (Altüvyon)	216	216	10
SPT-9	13.50	clSa	18.0	Kumlu SİLT (Altüvyon)	243	243	17
SPT-10	15.00		18.0		270	270	7
SPT-11	16.50		18.0	Çakıllı, Siltli KUM (Altüvyon)	297	297	7
SPT-12	18.00		18.0		324	324	5
SPT-13	19.50	grclSa	18.0		351	351	22
SPT-14	21.00		18.0		378	378	37
SPT-15	22.50		18.0		405	405	26
SPT-16	24.00	grclSa	18.0	Çakıllı, Siltli KUM (Altüvyon)	432	432	14
SPT-17	25.50		18.0		459	459	37
SPT-18	27.00		18.0		486	486	41
SPT-19	28.50	grclSa	18.0		513	513	56
SPT-20	30.00		18.0		540	540	30

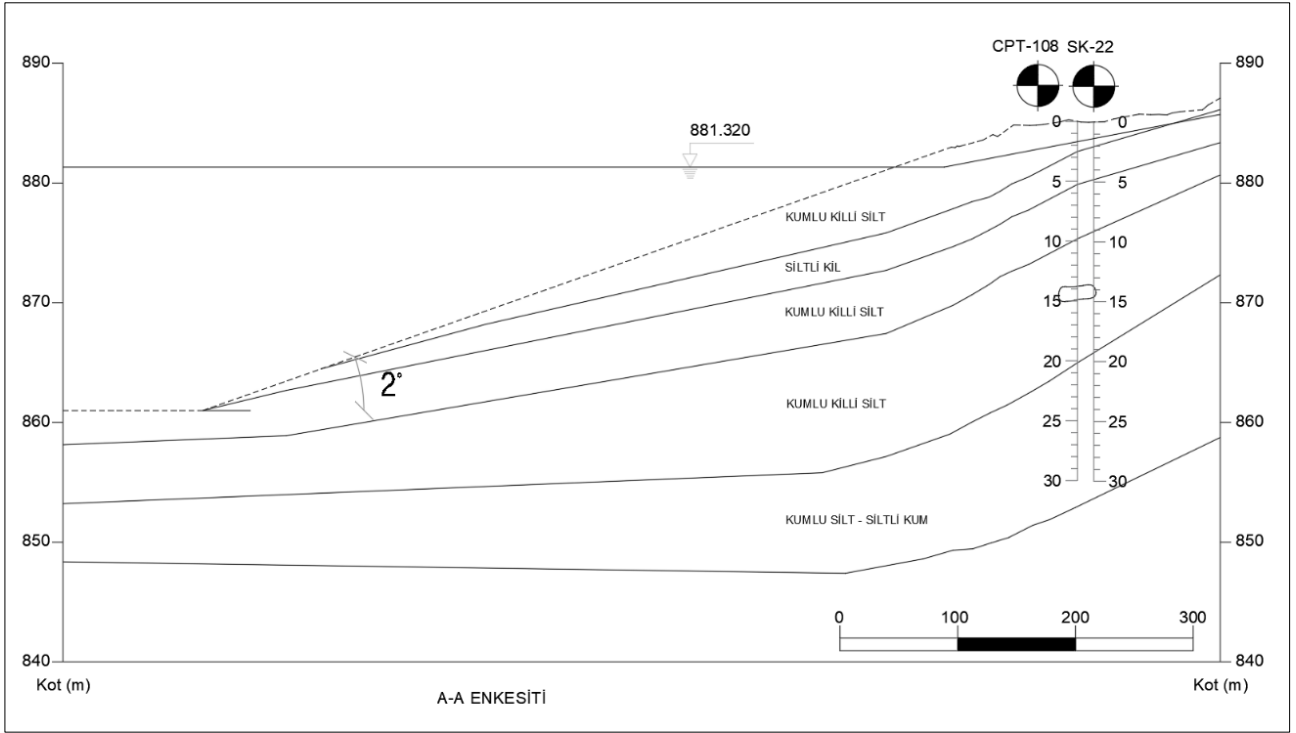
Tablo 2: SK-22 laboratuvar deney sonuçları.

Sondaj No =		SK-22		Tane Büyüklüğü Dağılımı Tayini		Likit Limit -Plastik Limit Tayini			Su İçeriği
YASS =		0.00 m							
No	Derinlik (m)	Zemin Tipi	2 mm Kalan (%)	0.063m Geçen (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	wc (%)	
SPT-1	1.50	CIH	6.3	88.4	55.3	27.1	28.2	34.1	
UD-1	2.50	saCIM	4.5	61.1	37.4	22.7	14.7	25.6	
SPT-2	3.00								
SPT-3	4.50	CIH	1.4	92.4	52.5	28.0	24.5	38.5	
UD-2	5.50	CIH	0.0	89.8	58.3	28.6	29.7	36.0	
SPT-4	6.00								
SPT-5	7.50								
UD-3	8.50	SiM	0.0	96.8	45.2	31.8	13.4	51.1	
SPT-6	9.00								
SPT-7	10.50	SiM	2.4	90.8	47.1	29.8	17.3	50.2	
SPT-8	12.00	SiH	0.0	94.9	65.9	35.3	30.6	63.3	
SPT-9	13.50	clSa	13.8	34.1	39.8	22.2	17.6	26.6	
SPT-10	15.00								
SPT-11	16.50								
SPT-12	18.00								
SPT-13	19.50	grclSa	17.0	31.4	37.7	21.6	16.1	21.0	
SPT-14	21.00								
SPT-15	22.50								
SPT-16	24.00	grclSa	18.4	35.8	36.6	21.0	15.6	27.7	
SPT-17	25.50								
SPT-18	27.00								
SPT-19	28.50	grclSa	16.3	34.4	37.1	21.5	15.6	14.8	
SPT-20	30.00								

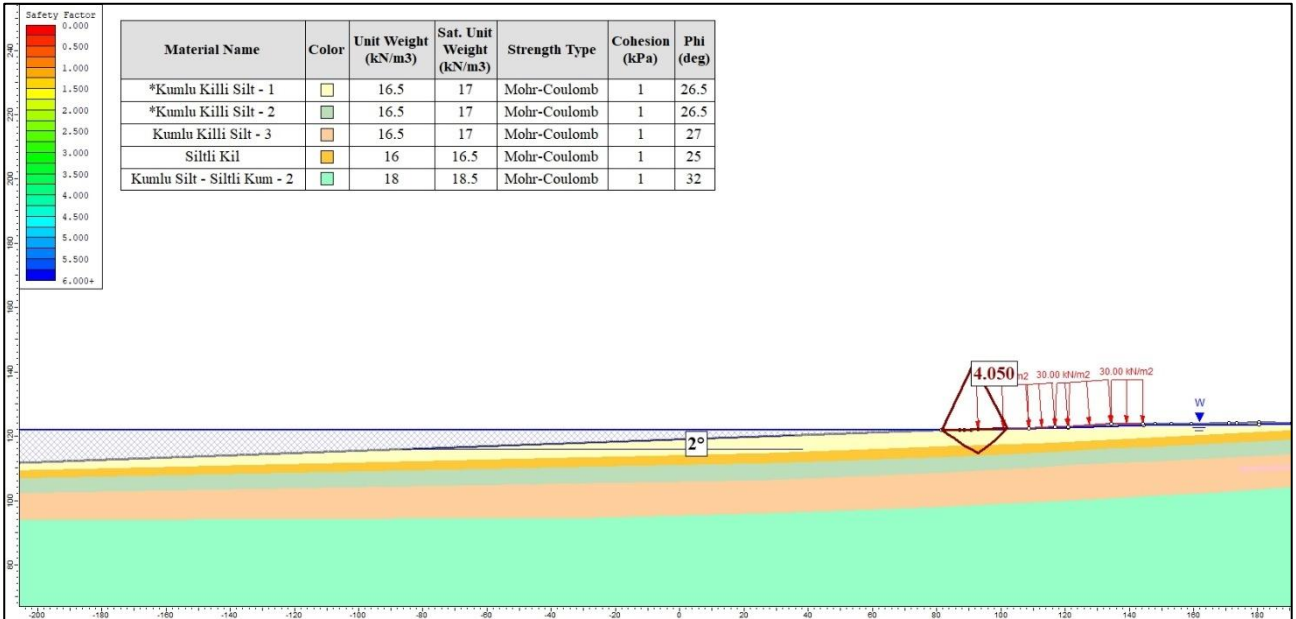
5. LİMİT DENGİ ANALİZLERİ

Göl kenarında eski Gölbaşı Meslek Yüksek Okulu binası bulunmaktaydı. Ancak Kahramanmaraş depremleri sonrasında bina sular altında kalmıştır. Şekil 4, sahanın deprem öncesi ve sonrası durumunu göstermektedir. Meydana gelen zemin göçmesi sismik olarak tetiklenmiş bir yamaç stabilitesizliği ve zeminlerin sıvılaşmasına atfedilmiştir.

Göl tabanı eğimi 2° olarak belirlenmiştir. Sahanın yüzey altı zemin koşulları, Şekil 8 ve 9'da



Şekil 9: A-A enkesiti.



Şekil 10: Deprem öncesi duruma ait limit denge analizi sonucu.

Deprem anında zeminler ani tekrarlı yüklere maruz kalır. Bu sırada, zemin içinde bulunan suyun uzaklaşması için yeterli bir zaman bulunmaz. Bundan dolayı sıvılaştıran zemin drenajsız koşullarda davranış sergiler.

Seed ve Harder [20], drenajsız rezidüel kayma dayanımı (S_r) ile SPT değeri arasındaki ilişkiyi

tanımlayan ampirik bir korelasyon önermiştir. Bu korelasyon yardımı ile sıvılaştıran tabakalar için drenajsız rezidüel kayma dayanımı parametreleri belirlenmiştir.

Sıvılaştıran ilk tabaka için ortalama $(N_1)_{60}$ değeri 7, ikinci tabaka için ortalama $(N_1)_{60}$ değeri 5 olarak hesaplanmıştır. İnce tane oranları ise ortalama %83

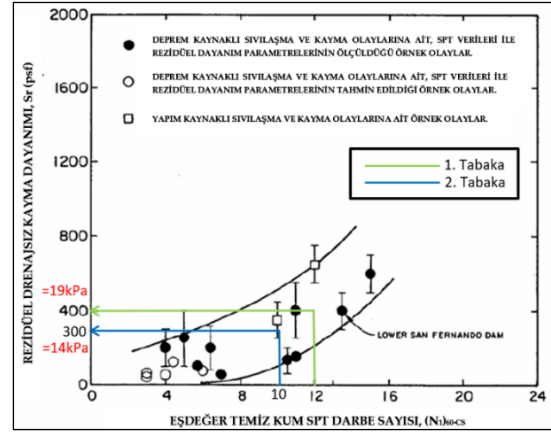
olup $\Delta(N_1)_{60}$ değeri 5 olarak belirlenmiştir. Denklem 1’de belirtilen eşitlik kullanıldığında, ilk tabaka için $(N_1)_{60-CS}$ değeri 12 ikinci tabaka için $(N_1)_{60-CS}$ değeri 10 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3: $\Delta(N_1)_{60}$ – İnce tane oranı arasındaki ilişki [21].

İnce Tane İçeriği (%)	SPT Düzeltmesi, $\Delta(N_1)_{60}$ (darbe sayısı / ft)
0	0
10	1
25	2
50	4
75	5

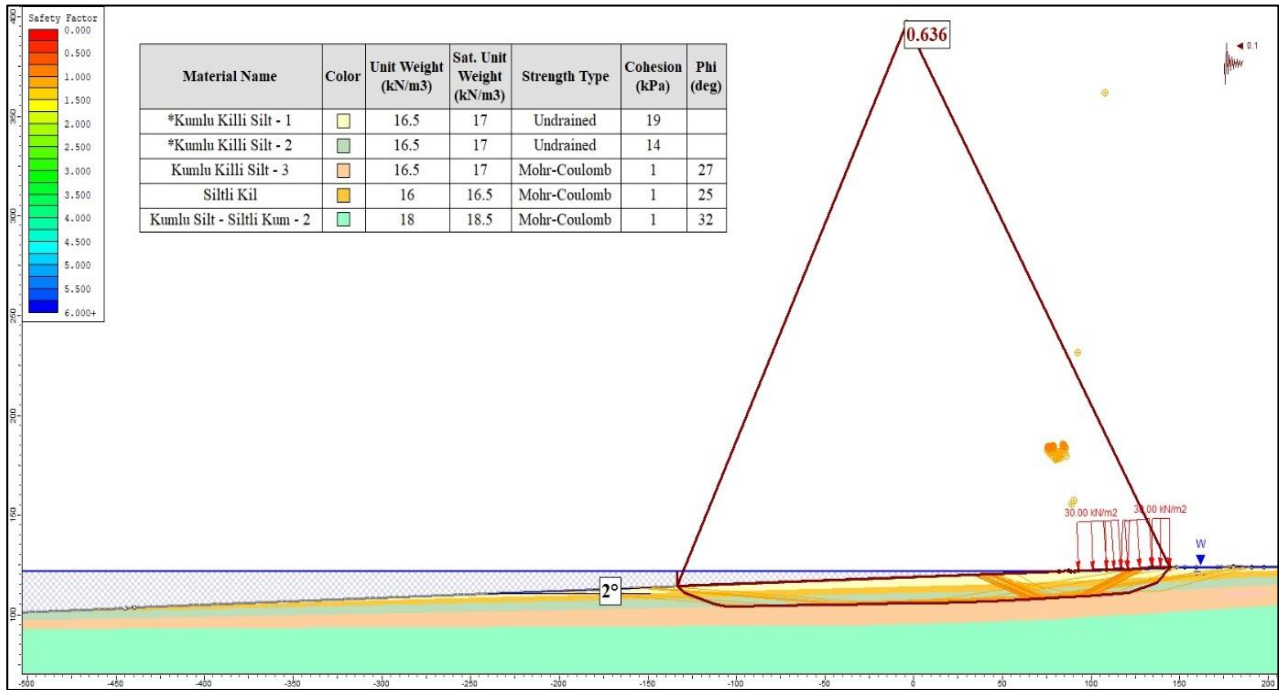
$$(N_1)_{60-CS} = (N_1)_{60} + \Delta(N_1)_{60} \quad (1)$$

Elde edilen $(N_1)_{60-CS}$ değerleri kullanılarak, Şekil 11’deki abakta alt ve üst sınır eğrilerinin ortasından drenajsız rezidüel kayma dayanımı parametreleri belirlenmiştir. Buna göre, ilk tabaka için drenajsız rezidüel kayma dayanımı 19kPa, ikinci tabaka için ise 14kPa olarak hesaplanmıştır.



Şekil 11: $S_r - (N_1)_{60-CS}$ arasındaki ilişki [20].

Deprem sonrası durum için kullanılan parametreler Şekil 12’de gösterilmiştir. Analiz sonucuna göre en düşük güvenlik katsayısı ($GS = 0.636$) göz önüne alındığında, Kahramanmaraş depremleri sonrası göl kenarında meydana gelen şev kayması ile örtüşmekte olup, bu durum Gölbaşı Meslek Yüksek Okulu binasının sular altında kalmasıyla da doğrulanmaktadır. Şekil 4 ilgili alanın deprem öncesi ve sonrası durumunu açıkça ortaya koymaktadır.



Şekil 12: Deprem sonrası duruma ait limit denge analizi sonucu.

6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma, Adıyaman Gölbaşı ilçesi Gölbaşı gölü kenarında meydana gelen sismik etki altında kumlu-siltli zeminlerin sıvılaşması ve göle doğru meydana gelen şev kaymasını incelemiştir.

Suya doymuş gevşek olan zeminlerde sismik etki altında aşırı boşluk suyu basıncı artışı gerçekleşir. Bu durum gevşek zeminlerde mukavemet kayıplarına yol açar.

Gölbaşı gölü çevresinde yapılan araştırma çalışmaları sonuçları değerlendirildiğinde, sıvılaşma potansiyeline sahip zeminlerin bulunduğu belirlenmiştir. Ardından jeolojik kesit oluşturulmuş ve zemin parametreleri belirlenmiştir. Oluşturulan jeolojik kesitler ve zemin parametreleri kullanılarak deprem öncesi durum için limit denge analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucuna göre en düşük güvenlik katsayısı ($GS = 4.050$) deprem öncesi durumun stabil olması ile uyumlu sonuç vermiştir. Daha sonra deprem sonrası durum için limit denge analizi gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada sıvılaşma potansiyeli olan zemin tabakalarının sıvılaştıkları ve mukavemetlerinde azalma meydana geldiği dikkate alınmıştır. Ayrıca bu zeminler için drenajsız rezidüel dayanım parametreleri belirlenmiştir. Analiz sonucuna göre en düşük güvenlik sayısı 0.636 olarak hesaplanmıştır. Bu durum göz önüne alındığında göl tabanında deprem sonrası şev kaymasının gerçekleştiği ve eski Gölbaşı Meslek Yüksek Okulu binasının sular altında kaldığı sonucuna varılmıştır.

Göl kenarlarında doymuş ve gevşek zeminler ile karşılaşılma ihtimali oldukça yüksektir. Dolayısıyla göl kenarına yapılması planlanan yapılar için önce detaylı araştırma çalışmaları yapılması gerekmektedir.

Daha sonra bu araştırma çalışmaları kullanılarak gerekli analizlerin (sıvılaşma, oturma, stabilite analizi vb.) yapılması ve ihtiyaç doğrultusunda zemin iyileştirme uygulamalarının yapılması gerekmektedir. Eğer güvenli bir çözüm elde edilemiyorsa bu tarz kesimlerde yapılaşmadan kaçınılması önerilmektedir.

Yazar Katkısı: Bu makale, Prof. Dr. Seyhan FIRAT ve Prof. Dr. Nihat Sinan IŞIK'ın saha çalışmaları ve Nazmi CENİK 'in "6 Şubat Kahramanmaraş Depremlerinde Gölbaşı Gölünde (Adıyaman/Gölbaşı) Depremle Tetiklenen Şev Kayması" başlıklı Yüksek Lisans tez çalışmasının katkıları ile hazırlanmıştır.

Teşekkür: Yazarlar Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ile GeoDestek Zamar Zemin Araştırma Proje Müş. Yaz. Lab. Bilg. Sis. Enr. İnş. Tur. İth. İhr. Tic. ve San. Ltd. Şti.'ne yapılan saha çalışmaları için teşekkür ederler.

Çıkar Çatışması: Bu çalışmanın yazarları olarak, herhangi bir kurum/kuruluş ya da kişi ile çıkar çatışması bulunmadığını beyan etmekteyiz.

7. KAYNAKLAR

- [1] T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2023, "06 Şubat 2023 Kahramanmaraş (Pazarcık ve Elbistan) Depremleri Saha Çalışmaları Ön Değerlendirme Raporu," Ankara. [Çevrimiçi]. Erişim: deprem.afad.gov.tr/assets/pdf/Arazi_Onrapor_28022023_surum1_revize.pdf.
- [2] AFAD, 2023, "06 Şubat 2023 Pazarcık-Elbistan Kahramanmaraş (Mw: 7.7 – Mw: 7.6) Depremleri Raporu," 140 s.
- [3] K. O. Cetin, D. Moug, B. Soylemez, B. U. Ayhan, M. Zarzour, A. A. Suhaily, B. Akil, B. Unutmaz, S. Firat, E. Tekin, E. Cakir, D. Frost, J. Macedo, J. Bray, R. Moss, P. Bassal, A. Gurbuz, N. S. Işık, M. Akin, A. Sahin ve E. Duman, "Ground failures and foundation performances in Adıyaman–Gölbaşı following the 6 February 2023 Kahramanmaraş–Türkiye Earthquake Sequence," *Earthquake Spectra*, vol. 41, no. 1, pp. 249-289, 2025.
- [4] A. N. T. Gökdoğan, N. S. Işık ve S. Fırat, "6 Şubat Kahramanmaraş Depremlerinde Zemin Davranışları: Vaka Analizi," *Türk Mühendislik Araştırma ve Eğitimi Dergisi*, vol. 3, no. 1, pp. 48-57, 2024.
- [5] H. S. Tezer, S. Fırat, N. S. Işık, B. Unutmaz, A. Gürbüz, K. Ö. Çetin, E. Tekin, N. Kaymakçı, A. Büyüksaraç, B. Uzel, A. Yunatçı, H. T. Bilge ve E. Altıncı, "Gölbaşı (Adıyaman) zeminlerinin CPT ve SPT tabanlı sıvılaşma analizlerinin değerlendirilmesi," *Zemin Mekaniği ve*

- Geoteknik Mühendisliği Ondokuzuncu Ulusal Konferansı, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 2024.
- [6] J. D. Bray ve R. B. Sancio, "Assessment of the liquefaction susceptibility of fine-grained soils," *Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering*, vol. 132, no.9, pp. 1165-1177, 2006.
- [7] A. Önalp, E. Bol, ve N. Ural, "Siltlerin sıvılaştırılabilirliği: Adapazarı kriterinin geliştirilmesi," *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Onbirinci Ulusal Kongresi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 2006.
- [8] K. O. Cetin, B. Soylemez, H. Guzel ve E. Cakir, "Soil liquefaction sites following the February 6, 2023, Kahramanmaraş-Türkiye earthquake sequence," *Bulletin of Earthquake Engineering*, vol. 22, no. 6, pp. 1-24, 2024.
- [9] K. O. Cetin, N. S. Isik ve B. Unutmaz, "Seismically induced landslide at Degirmendere Nose, Izmit Bay during Kocaeli (Izmit)-Turkey earthquake," *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, vol. 24, no. 3, pp.189-197, 2004.
- [10] Y. Yılmaz, "New evidence and model on the evolution of the southeast Anatolian orogen," *Geological Society of America Bulletin*, vol. 105 no. 2, pp. 251-271, 1993.
- [11] C. Yalçın ve A. Kop, "Kaleköy-Hombur (Çağlayanerit-Kahramanmaraş) civarının tektono-stratigrafik özellikleri," *Geosound*, vol. 55, no. 1, pp. 37-60, 2022.
- [12] D. McKenzie, "The East Anatolian Fault: a major structure in eastern Turkey," *Earth and Planetary Science Letters*, vol. 29, no.1, pp. 189-193, 1976.
- [13] R. W. Girdler, "The Dead Sea transform fault system," *Tectonophysics*, 180(1), 1-13, 1990.
- [14] M. Çoban ve H. Dalkılıç, "1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları," Şanlıurfa-M39 paftası, (262), 2018.
- [15] A. K. Cetin, B. Sen ve V. Yildirim, "Seasonal variations of epipelagic diatoms in Gölbaşı lake with relation to physical-chemical variables," *Fresenius Environmental Bulletin*, vol. 11, no. 6, pp. 306-311, 2002.
- [16] G. Ekingen, Y. Şahin ve Y. Özdemir, "Gölbaşı (Adıyaman) gölünün limnolojik etüdü (Proje No: VHAG-348)," Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Elazığ, 2022.
- [17] A. O. Erol ve Z. Çekinmez, "Geoteknik Mühendisliğinde Saha Deneyleri," Yüksel Proje Yayınları, Ankara, 2014.
- [18] P. K. Robertson, "Soil classification using the cone penetration test," *Canadian Geotechnical Journal*, vol. 27, no. 1, pp. 151-158, 1990.
- [19] P. K. Robertson ve C. E. Wride, "Evaluating cyclic liquefaction potential using the cone penetration test," *Canadian Geotechnical Journal*, vol. 35, no. 3, pp. 442-459, 1998.
- [20] R. B. Seed ve L. F. Harder, "SPT-based analysis of cyclic pore pressure and undrained residual soil strength," *Proc. H.Boldon Seed Memorial Symposium*, University of California, Berkeley vol. 2, pp. 351-376, 1990.
- [21] H. B. Seed, "Design problems in soil liquefaction," *Journal of Geotechnical Engineering*, vol. 113, no. 8, pp. 827-845, 1987.