

Editör

Doç. Dr. Şule Tatar Yolcular

EĞİTİM  
yayınevi

# Mühendislik

Alanında Uluslararası Araştırmalar XIII

Mart  
2024



**Editör:**

Doç. Dr. Şule Tatar Yolcular

# Mühendislik

**Alanında Uluslararası  
Araştırmalar XIII**

**EĞİTİM**  
yayınevi

## MÜHENDİSLİK ALANINDA ULUSLARARASI ARAŞTIRMALAR XIII

Editör: Doç. Dr. Şule Tatar Yolcular

**Genel Yayın Yönetmeni:** Yusuf Ziya Aydoğan (yza@egitimyayinevi.com)

**Genel Yayın Koordinatörü:** Yusuf Yavuz (yusufyavuz@egitimyayinevi.com)

**Sayfa Tasarımı:** Kübra Konca Nam

**Kapak Tasarımı:** Eğitim Yayinevi Grafik Birimi

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı

**Yayıncı Sertifika No:** 47830

**Baskı Cilt:** Repro Bir Matbaacılık

İvedik OSB Matbaacılar Sitesi 1514 Cad. No: 23-25 Yenimahalle/Ankara

Matbaa Sertifika No: 47381

**ISBN:** 978-625-6658-43-1

1. Baskı, Mart 2024

**Kütüphane Kimlik Kartı**

## MÜHENDİSLİK ALANINDA ULUSLARARASI ARAŞTIRMALAR XIII

Editör: Doç. Dr. Şule Tatar Yolcular

VI+100 s., 135x215 mm

Kaynakça var, dizin yok.

ISBN: 978-625-6658-43-1

Copyright © Bu kitabın Türkiye'deki her türlü yayın hakkı Eğitim Yayinevi'ne aittir. Bütün hakları saklıdır. Kitabın tamamı veya bir kısmı 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre kitabı yayımlayan firmanın ve yazarlarının önceden izni olmadan elektronik/mekanik yolla, fotokopi yoluyla ya da herhangi bir kayıt sistemi ile çoğaltılamaz, yayımlanamaz.

**EĞİTİM**  
yayinevi

**Yayınevi Türkiye Ofis:** İstanbul: Eğitim Yayinevi Tic. Ltd. Şti., Atakent mah. Yasemen sok. No: 4/B, Ümraniye, İstanbul, Türkiye

**Konya:** Eğitim Yayinevi Tic. Ltd. Şti., Fevzi Çakmak Mah. 10721 Sok. B Blok, No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye  
+90 332 351 92 85, +90 533 151 50 42, 0 332 502 50 42  
bilgi@egitimyayinevi.com

**Yayınevi Amerika Ofis:** New York: Egitim Publishing Group, Inc.  
P.O. Box 768/Armonk, New York, 10504-0768, United States of America  
americaoffice@egitimyayinevi.com

**Lojistik ve Sevkiyat Merkezi:** Kitapmatik Lojistik ve Sevkiyat Merkezi, Fevzi Çakmak Mah. 10721 Sok. B Blok, No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye  
sevkiyat@egitimyayinevi.com

**Kitabevi Şubesi:** Eğitim Kitabevi, Şükran mah. Rampalı 121, Meram, Konya, Türkiye  
+90 332 499 90 00  
bilgi@egitimkitabevi.com

**İnternet Satış:** www.kitapmatik.com.tr  
+90 537 512 43 00  
bilgi@kitapmatik.com.tr

# İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ..... V

## BÖLÜM 1

BASKI SİSTEMLERİNİN TEKNİK AÇIKLAMALARI ..... 1

*Bedia İrem Birişik, Elif Ural, Mehmet Oktav*

## BÖLÜM 2

GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALLERİNDE İŞ SAĞLIĞI GÜVENLİĞİ  
UYGULAMASI VE RİSK DEĞERLENDİRİLMESİ ..... 19

*Arda Yılmaz*

## BÖLÜM 3

YALOVA MERKEZ GAZİOSMANPAŞA MAHALLESİNİN  
GEOTEKNİK DEĞERLENDİRİLMESİ ..... 31

*Mustafa Eyvaz, Burak Görgün*

## BÖLÜM 4

PSİKİYATRİDE YAPAY ZEKÂ ..... 51

*Murat Topaloğlu*

## BÖLÜM 5

SÜRDÜRÜLEBİLİR BAZALT ELYAF TAKVİYELİ ve GERİ  
DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ POLİPROPİLEN AGREGA KATKILI  
GEÇİRGEN BETONUN PERFORMANSI ..... 89

*İbrahim Doğan, Gökhan Kaplan, Sadık Alper Yıldız*

## ÖNSÖZ

İnsanlık, varoluşundan bu yana hep gelişme ve geliştirme çabası içerisinde olmuştur. Hayatın daha sistemli, daha düzenli ve de daha kolay yaşanabilir hale gelebilmesi için gösterilen bu çabalar, bilim ve teknolojiye çok büyük avantajlar katmıştır. Mühendislik bilimi bu anlamda hayatımıza çok büyük yenilikler katmıştır.

Birbirinden farklı dört mühendislik alanından bölümlerin bulunduğu kitabımızda, en güncel haliyle mühendislik araştırmalarına yer verilmiştir. Matbaadan iş güvenliğine, geoteknolojiden yapay zeka ve inşaata kadar uzanan ve geniş bir perspektifle ele alınan bu çalışmaların ortaya çıkmasına katkıda bulunan tüm yazarlarımıza sonsuz teşekkür ederiz. Bu eserin, ileride yapılacak çalışmalara öncülük etmesi, ışık tutması ve mühendislik biliminin gelişmesine katkı sağlamasını en içten dileklerimizle temenni ediyoruz.

Doç. Dr. Şule Tatar Yolcular

Mart, 2024

## BÖLÜM 3

# YALOVA MERKEZ GAZİOSMANPAŞA MAHALLESİNİN GEOTEKNİK DEĞERLENDİRİLMESİ

*Mustafa Eyvaz<sup>1</sup>, Burak Görgün<sup>2</sup>*

### 3.1. GİRİŞ

Yalova Marmara Bölgesinde Türkiye'nin nüfus yoğunluğu bakımında en büyük şehirlerine komşu olmasından dolayı nüfusu artmakta ve büyümeye açık bir ildir. Yalova konum itibari ile büyümeye açık bir il olmasına karşılık, Yalova ilinin tamamı 1. derece deprem bölgesindedir. 1. derece deprem bölgesinde olmasının sebebi ise sismik olarak aktif KAF Hattı (Kuzey Anadolu Fay Hattı) üzerinde bulunmasıdır. Depremin Yalova ili için büyük ölçüde risk teşkil etmesi yapılacak yapının zemin etüdünden, projelendirilmesine ve imalat aşaması gibi süreçlerin daha ayrıntılı şekilde incelenip araştırılması ve karar verilmesi gerekmektedir. Oluşan depremler ile yapıların oturduğu zeminlerde oluşan sıvılaşma, yapıya büyük zarar vermektedir. Yalova gibi yer altı su tablasının yeryüzüne yakın olduğu alanlarda

1 Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, 0009-0008-3002-4173, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, mustafaeyvaz@gmail.com  
2 Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, 0000-0002-7681-863X, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, burak.gorgun@bilecik.edu.tr

sıvılaşma analizlerinin önemi artmaktadır. Bizim çalışmamızda Yalova'nın Gaziosmanpaşa Mahallesi'nin bir mikro bölgelemesinin yapılması amaçlanmaktadır. Çalışmamızda 41 adet parselin zemin etüdü raporları kullanılmıştır. Bu 41 adet parselde üzerine yapılacak yapının büyüklüğüne ve cinsine göre toplamda 223 sondaj kuyusu incelenmiş olup SPT değerleri göz önünde bulundurularak en kritik sondaj kuyusu çalışmamızda incelemeye alınmıştır. Bölgede yer altı su seviyesi mevsime ve hava koşullarına bağlı olarak 3,00 ve 7,50 arasında değişmektedir. Seçilen parsellerde, yer altı su seviyesinin olmadığı noktalarda herhangi bir sıvılaşma duyarlılığının olmadığı görülmektedir. Analizlerin sonucunda sıvılaşma çıkan noktalarda en az iki bantta zemin sıvılaşmaya duyarlı çıkmıştır.

### 3.2. SIVILAŞMA KAVRAMI

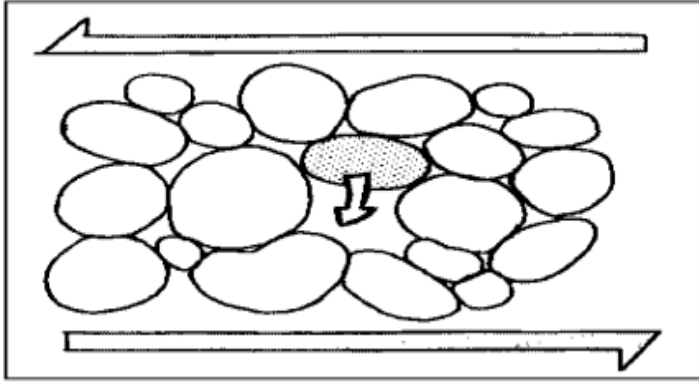
Yeryüzünde meydana gelen depremler ile birlikte yer altı su seviyesinin yüksek olduğu gevşek ve orta sıkılıktaki ince daneli siltli ve kumlu zemin türlerinde karşılaştığımız olaya sıvılaşma denmektedir. Youd (1992) sıvılaşmayı suya doygun haldeki ince daneli kum ve silt türündeki zeminlerin, depremin etkisiyle oluşan titreşim hareketiyle birlikte boşluk suyu basıncının yükselmesi ve efektif gerilmenin sıfıra yaklaşması ile birlikte katı olan zemin fazının sıvı faza dönüşmesi durumunu sıvılaşma olarak adlandırmıştır.

Sıvılaşma ile birlikte söz konusu zeminlerin nispeten kararlı durumu bozulmakta ve bu bozulmalar sonucunda üst yapıların işlevini yerine getiremeyecek duruma gelmelerine neden olmaktadır. (Aksu ve Toz, 2002).

Zemin bu özelliklerdeyse kararsız bir durum sergilemektedir. Sıvılaşmayla birlikte zemin türlerinde meydana gelen hasar miktarı zemin numunesinin arazide barındırdığı özelliklere bağlıdır. Bu özellikler materyalin gevşek veya sıkı durumuna, tabakanın kalınlığına veya inceliğine, mevcut durumun eğim miktarına ve üzerinde bulunan yapıdan dolayı gelen yüklere bağlıdır. (CDMG, 1992).

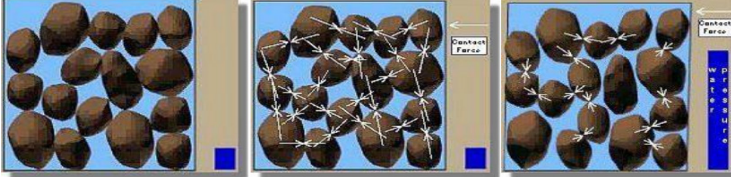
Deprem dalgaları ve öncelikle de makaslama dalgaları zeminlerin kararlılığını yitirmesinde büyük rol oynamaktadır. (Youd, 1992).

Bu tür dalgaların doygun birim hacim ağırlığa sahip tabakalarda oluşturdukları aşırı boşluk suyu basıncı zeminin kararlılığını ve tanecikli yapının bozulmasına neden olur. (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Suya Doygun İri Daneli Zemin Sıvılaşması (Atak ve ark., 2003)

Zeminin sıvılaşma olayını en iyi şekilde belirlemek için deprem durumunun öncesindeki mevcut şartları ve özellikleri bilmek gerekir. Zeminin içindeki danelerin tamamı birbiriyle etkileşim içindedir (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2). Daneler arasındaki etkileşim yüzeylerinde kuvvetler yer alır. Daneler arası boşlukta hava ve su bulunmaktadır. Boşlukta bulunan suyun danelere uyguladığı basınca boşluk suyu basıncı denilmektedir. Depremle meydana gelen sarsıntılar ile birlikte oluşan deprem dalgaları zemin tabakasının içinde ilerlerken birbirine göre farklı yönde etkiyen ikili kuvvetler oluştururlar (Şekil 3.1). Bu olay suya soygun birim hacim ağırlıktaki ve kohezyonsuz tabakalarda danelerin yer değiştirmesine ve hareket etmesine yol açar. Bununla birlikte daneler arasındaki etkileşim alanı azalır. Daneler arasında bulunan kuvvet veya tabaka tarafından taşınan yükler danelerin çevresindeki boşlu suyunu baskı yapar.



Şekil 3.2: Zemin Tanecikleri ve Hareket Kuvvetleri (Anonymous, 2006a).

Şekil 3.2’de gösterildiği gibi, deprem esnasında, taneler arasındaki suyun tahliye olması için gereken zaman bulunmadığından, zemin dengeye gelemeden taneler arasındaki boşlukta hızlı bir basınç artışı olur. Bu basınç artışı taneler arasındaki mesafenin artmasına neden olur ve zemin dayanıklılığını kaybeder. Bu etki sonucunda kararlı haldeki katı zemin tabakası, kararlılığını yitirerek, sıvıymış gibi davranmaya başlar ve bu durum literatürde sıvılaşma olarak tanımlanır.

### 3.3. ÇALIŞMA ALANI

#### 3.3.1. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu ve Jeolojisi

Seçilen çalışma sahası, Yalova İli Merkez İlçesi Gaziosmanpaşa Mahallesiindeki yaklaşık 5 km<sup>2</sup>’lik sahayı temsil etmektedir. Yalova, Türkiye’nin kuzeybatısında, Marmara Bölgesinin güneydoğu kesiminde yer almaktadır.

Yalova’nın kuzeyinde ve batısında Marmara Denizi, doğusunda Kocaeli ili, güneyinde Bursa ili (Orhangazi-Gemlik) ve Gemlik körfezi bulunmaktadır.

Yalova 39–40 Kuzey enlemi, 29–61 Doğu boylamları arasında bulunmakta olup, deniz seviyesinden yüksekliği 2 metredir. En yüksek noktası 926 metredir. 847 km<sup>2</sup>’lik alanı ile ülke yüz ölçümünün %0.11’lik bölümünü kaplamaktadır. Şehirde hem düzlük hem de dağlık alanlar bulunmaktadır. Bölgenin güneyi; batıdan doğuya doğru İzmit - Sapanca arasında Kocaeli Sıradağları ile birleşen Samanlı Dağlarıyla kaplanmış durumdadır. Bu çalışmaya konu olan inceleme alanı Yalova Merkez Gaziosmanpaşa Mahallesi Şekil 3.3’te gösterilmiştir.



Şekil 3.3: Yalova İli Haritası (İl Afet Risk Azaltma Planı)

Arazi ve literatür çalışmalarına göre alanın jeolojisini, Miyosen yaşlı Kılıç formasyonu, Kuvaterner yaşlı alüvyon birimlerden oluşturmaktadır. Jeoloji haritasında sırasıyla “Tk ve Qal” sembolü ile gösterilmektedir. Bölgenin jeolojisini gösteren harita Şekil 3.4’te verilmiştir.

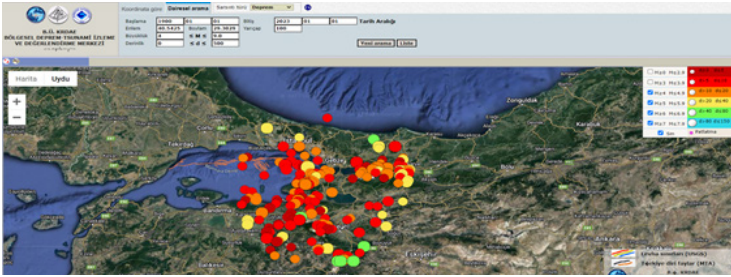


Şekil 3.4: Yalova İli Ve Yakın Dolayının Jeoloji Haritası (Göncüoğlu ve diğerleri, 1989)

### 3.3.2. Çalışma Alanının Depremelliği

Yalova'nın konumu ülkemizin en büyük fayı hattı olan Kuzey Anadolu Fayının (KAF) üzerindedir. Kuzey Anadolu Fayı, deprem üretme açısından çok aktif bir faydır ve hem Türkiye’de hem dünyada sürekli incelenen ve hareketleri takip edilen faylardandır. Karlıova’dan itibaren başlayan bu hat, ülkemizin kuzeyinde yer alan dağlara paralel bir şekilde

Mudurnu'ya kadar tek bir kol olarak uzanmaktadır. Kuzey Anadolu Fay Hattı, Mudurnu'dan itibaren, 3 hatta ayrılmaktadır. Anadolu'da 1200 km. uzunluğuna sahip bu aktif hat boyunca, sıklıkla büyük depremler oluşmaktadır. İçinde bulunduğumuz yüzyıl içerisinde şiddeti 7 ve üzerinde en az 10 adet deprem meydana gelmiştir. Marmara bölgesi aktif depremler açısından önemli bir bölgedir. Ülkemizin nüfus, ticaret ve sanayi bakımından lokomotif şehirleri; İstanbul, Kocaeli ve Bursa bu kuşağın üzerinde yer almaktadır. Yakın tarihte meydana gelen depremler, bu bölgedeki nüfus üzerinde önemli kayıplara neden olmuştur. Orta koldaki tarihsel veriler incelendiğinde, son 220 yıldır herhangi bir büyük depremin oluşmadığı görülmektedir ancak kırık alanının büyüklüğü, bölgede meydana gelen depremlerin 7,5'tan daha yıkıcı büyüklüğe sahip olduğunu işaret etmektedir. 1766 ve 1754 yıllarında meydana gelen depremler en fazla kırık alanına sahiptir.



Şekil 3.5: İnceleme Alanı ve 100 km Yarıçaplı Çevresinde Meydana Gelmiş Depremler (Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 2024)



### 3.4. ARAZİ VERİLERİ VE YÖNTEM

Çalışma alanında derinliği 15-22,5 metre arasında varyasyon gösteren 41 adet sondaj kuyusu açılmış olup bu sondaj kuyularının toplam uzunluğu 787,5m'dir. Sondaj kuyularının saha deneyleri için yapılan, derinlikleri birbirinden farklı 525 tane Standart Penetrasyon deneyi ele alınmıştır. Bununla birlikte örselenmiş ve örselenmemiş numuneler laboratuvar ortamında incelenerek mekanik ve fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Sondaj kuyularının tamamı için yeraltı su seviyesinin konumu da belirlenmiştir.

Çalışma için seçilen 41 adet parselin Google Earth kullanılarak haritası çıkarılmış, Şekil 3.7'de gösterilmiştir.



Şekil 3.7: Çalışma Alanı İçin Seçilen Parseller  
(Google Earth Haritalar, 2024)

Söz konusu çalışma alanını idealize edecek şekilde yansıtan 5 adet parselin zemin etüdü sondaj verileri kullanılarak çalışmamızda TBDY 2018'e göre sınılaşma hesabı, Idriss ve Boulanger'e göre sınılaşma hesapları yapılmıştır.

#### 3.4.1. TBDY-2018'e Göre Deprem Etkisindeki Zeminin Sınılaşma Riskinin Değerlendirmesi

“1. Zemin sınılaşması, yeraltı su seviyesinin altında yer alan ve yüzeyden 20 m derinliğe kadar olan kohezyonsuz ya da düşük kohezyonlu ( $PI < \%12$ ) zeminlerin deprem sarsıntısı anında, boşluk suyu basıncındaki yükselmeye paralel kayma mukavemeti ve rijitliğindeki önemli oranda azalma olarak tanımlanacaktır.

2. Sıvılaşma ihtimali yüksek zeminler, yeraltı su tablasının altında yer alan kum, çakıllı kum, siltli killi kum, plastik olmayan silt ve silt-kum karışımları olarak tanımlanacaktır.

3. Temel altı zeminlerinin potansiyel olarak sıvılaşabilir zeminlerden oluştuğu ve bu zemin tabakalarında düzeltilmiş Standart Penetrasyon Testi vuruş sayısının,  $N_{1,60}$ , 30 darbe/30 cm değerinden küçük olduğu durumlarda zemin sıvılaşması tetiklenme değerlendirmesi yapılacaktır.

Sıvılaşmaya karşı güvenlik koşulu aşağıdaki denklemle tanımlanmıştır.

$$\frac{\tau_R}{\tau_{deprem}} \geq 1.10$$

Burada  $R\tau$  sıvılaşma direncini gösterirken,  $\tau$  deprem zeminde depremden oluşan ortalama tekrarlı kayma gerilmesini göstermektedir.”

### 3.4.2. Basitleştirilmiş Zemin Sıvılaşma Değerlendirmesi SPT Verilerinin Düzeltilmesi

“Araziden elde edilmiş ham Standart Penetrasyon Testi verileri, aşağıdaki denklem kullanılarak  $N_{1,60}$  değerine düzeltilcektir.

$$N_{1,60} = NC_N C_R C_S C_B C_E$$

Yukarıdaki denklemde bulunan,  $C_N$  kohezyonsuz zeminlerde uygulanan jeolojik gerilme (derinlik) düzeltme katsayısını,  $C_R$  tij boyu düzeltme katsayısını,  $C_S$  numune alıcı tipi düzeltme katsayısını,  $C_B$  sondaj delgi çapı düzeltme katsayısını,  $C_E$  enerji oranı düzeltme katsayısını göstermektedir.

Derinlik düzeltme katsayısı  $C_N$ ;

$$C_N = 9.78 \sqrt{\frac{1}{\sigma'_{vo}}} \leq 1.70$$

Yukarıdaki eşitlikte, deney derinliğindeki efektif düşey gerilme  $\sigma'$  ( $\text{kN/m}^2$ ), Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)

yapıldığı durumdaki arazi şartlarına göre bulunmaktadır. Deneyin ardından gerçekleştirilen ek dolgu, temel gerilmesi veya zemin kazısı ve benzeri nedenler ile oluşan efektif gerilme değişiklikleri göz önünde bulundurulmayacaktır.”

### 3.4.3. SPT Verilerinin İnce Dane İçeriğine Göre Düzeltilmesi

İnce dane içeriğine (IDI) göre düzeltilmiş darbe sayıları  $N_{1,60f}$  aşağıdaki eşitlik kullanılarak bulunacaktır:

$$N_{1,60f} = \alpha + \beta N_{1,60}$$

$\alpha$  ve  $\beta$  katsayıları aşağıda verilmiştir.

$$\alpha = 0; \quad \beta = 1.0 \quad (IDI \leq \%5)$$

$$\alpha = \exp \left[ 1.76 - \left( \frac{190}{IDI^2} \right) \right]; \quad \beta = 0.99 + \frac{IDI^{1.5}}{1000} \quad (\%5 < IDI \leq \%35)$$

$$\alpha = 5.0; \quad \beta = 1.2 \quad (IDI \geq \%35)$$

**Tablo 3.1:** Standart Penetrasyon Testi Düzeltme Katsayıları

| Düzeltme Katsayısı | Değişken Aralığı                     | Değer     |
|--------------------|--------------------------------------|-----------|
| $C_R$              | 3m ile 4m                            | 0.75      |
|                    | 4m ile 6m                            | 0.85      |
|                    | 6m ile 10m                           | 0.95      |
|                    | 10m'den derin                        | 1.00      |
| $C_S$              | Standard numune alıcı (iç tüpü olan) | 1.00      |
|                    | İç tüpü olmayan numune alıcı         | 1.10-1.30 |
| $C_B$              | Çap 65mm-115mm arasında              | 1.00      |
|                    | Çap 150mm                            | 1.05      |
|                    | Çap 200mm                            | 1.15      |
| $C_E$              | Güvenli tokmak                       | 0.60-1.17 |
|                    | Halkalı tokmak                       | 0.45-1.00 |
|                    | Otomatik darbeli tokmak              | 0.90-1.60 |

### 3.4.4. Sıvılaşma Direncinin Hesaplanması

“Sıvılaşma direnci  $\tau_R$ , moment büyüklüğü 7,5 olan depreme karşı gelen çevrimsel dayanım oranının ( $CRR_{M7,5}$ ), tasarım depremi moment büyüklüğü düzeltme katsayısı ( $C_M$ ) ve efektif düşey gerilme ( $\sigma'_{vo}$ ) ile çarpılması ile hesaplanacaktır.

$$\tau_R = CRR_{M7.5} C_M \sigma'_{vo}$$

Çevrimsel dayanım oranı aşağıda verilen eşitlik yardımıyla ile bulunacaktır.

$$CRR_{M7.5} = \frac{1}{34 - N_{1.60f}} + \frac{N_{1.60f}}{135} + \frac{50}{[10N_{1.60f} + 45]^2} - \frac{1}{200}$$

Deprem büyüklüğü düzeltme katsayısı (CM), tasarım depremi büyüklüğüne ( $M_w$ ) bağlı olarak aşağıdaki bağıntıyla hesaplanmıştır.

$$C_M = \frac{10^{2.24}}{M_w^{2.56}}$$

Yukarıda belirtilen eşitlikte,  $\sigma_{vo}$  sıvılaşma değerlendirme yapılan derinlikteki toplam düşey gerilmeyi,  $r_d$  ilgili derinlikteki gerilme azaltma katsayısını,  $S_{DS}$  ise kısa dönem tasarım spektral ivme katsayısını belirtmektedir.

Gerilme azaltma katsayısı,  $r_d$  incelenen derinliğe ( $z$ ) bağlı olarak aşağıdaki bağıntı ile hesaplanacaktır.

$$r_d = 1.0 - 0.00765z \quad z \leq 9.15m$$

$$r_d = 1.174 - 0.0267z \quad 9.15m < z \leq 23m$$

$$r_d = 0.744 - 0.008z \quad 23m < z \leq 30m$$

$$r_d = 0.50 \quad z > 30m$$

TBDY-2018'e göre sıvılaşma analizi tabloları, aşağıda verilmiştir."

**Tablo 3.2:** SK-1 TBDY-2018 Sıvılaşma değerleri

| ZEMİN SINIFI : ZE |                               |      | Mw : 7.5                      |                                | DTS : 1           |      | YER ALTI SUYU (m)  |                     | 3,9            | SDS                                 | 1,482                               | FSL ≥ 1.1 ( Tr/Trp ) |                    |
|-------------------|-------------------------------|------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------|------|--------------------|---------------------|----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------|
| DERİNLİK(m)       | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | PI   | $\sigma$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\sigma'$ (kN/m <sup>2</sup> ) | N <sub>1,60</sub> | IDI  | N <sub>1,60f</sub> | CRR <sub>M7.5</sub> | I <sub>a</sub> | T <sub>r</sub> (kN/m <sup>2</sup> ) | T <sub>q</sub> (kN/m <sup>2</sup> ) |                      |                    |
| 1.5               | 18                            |      | 27                            | 27.0                           | 16.58             | 3.58 | 16.58              | 0.176               | 0.989          | 4.76                                | 10.28                               | 0.46                 | YERALTI SUYU YOK   |
| 3.0               | 18                            |      | 54                            | 54.0                           | 19.96             | 3.58 | 19.96              | 0.215               | 0.977          | 11.61                               | 20.33                               | 0.57                 | YERALTI SUYU YOK   |
| 4.5               | 18                            |      | 81                            | 75.0                           | 15.36             | 8    | 15.85              | 0.169               | 0.966          | 12.66                               | 30.14                               | 0.42                 | SIVILAŞMA BEKLENİR |
| 6.0               | 18                            |      | 108                           | 87.0                           | 29.41             | 9.89 | 30.86              | 0.543               | 0.954          | 47.23                               | 39.70                               | 1.19                 | SIVILAŞMA YOK      |
| 7.5               | 18                            |      | 135                           | 99.0                           | 30.81             | 3.31 | 30.81              | 0.537               | 0.943          | 53.17                               | 49.03                               | 1.08                 | SIVILAŞMA YOK      |
| 9.0               | 18                            | 26.8 | 162                           | 111.0                          | 44.09             | 98.4 | 57.91              | 0.382               | 0.931          | 42.43                               | 58.12                               | 0.73                 | SIVILAŞMA YOK      |
| 10.5              | 18                            | 23.9 | 189                           | 123.0                          | 44.09             | 51.5 | 57.91              | 0.382               | 0.894          | 47.02                               | 65.08                               | 0.72                 | SIVILAŞMA YOK      |
| 12.0              | 18                            | 22.2 | 216                           | 135.0                          | 42.09             | 98.9 | 55.51              | 0.360               | 0.854          | 48.58                               | 71.04                               | 0.68                 | SIVILAŞMA YOK      |
| 13.5              | 18                            | 22.2 | 243                           | 147.0                          | 40.33             | 98.9 | 53.40              | 0.339               | 0.814          | 49.85                               | 76.17                               | 0.65                 | SIVILAŞMA YOK      |
| 15.0              | 18                            | 23.1 | 270                           | 159.0                          | 38.78             | 98.7 | 51.54              | 0.320               | 0.774          | 50.86                               | 80.47                               | 0.63                 | SIVILAŞMA YOK      |

**Tablo 3.3: SK-22 TBDY-2018 Sıvılaşma Değerleri**

| ZEMİN SINIFI : ZE |                               |       | Mw : 7,5                      |                               | DTS : 1           |     | YER ALTI SUYU (m)  |                     | -              | SDS                    | 1,44                     | FSL ≥ 1.1 ( Tr/Tdpr ) |                  |
|-------------------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|-----|--------------------|---------------------|----------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------|
| DERİNLİK(m)       | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | PI    | $\sigma$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\sigma'$ (Knm <sup>2</sup> ) | N <sub>1,60</sub> | IDI | N <sub>1,60f</sub> | CRR <sub>5</sub> 15 | I <sub>a</sub> | Tr (Knm <sup>2</sup> ) | Tdpr (Knm <sup>2</sup> ) |                       |                  |
| 1,5               | 19                            | 33,56 | 28,5                          | 28,5                          | 2,55              | 94  | 8,06               | 0,096               | 0,989          | 2,75                   | 10,55                    | 0,26                  | YERALTI SUYU YOK |
| 3,0               | 19                            | 33,56 | 57                            | 57,0                          | 5,83              | 94  | 12,00              | 0,131               | 0,977          | 7,47                   | 20,85                    | 0,36                  | YERALTI SUYU YOK |
| 4,5               | 19                            | 33,56 | 85,5                          | 85,5                          | 9,89              | 94  | 16,87              | 0,179               | 0,966          | 15,34                  | 30,91                    | 0,50                  | YERALTI SUYU YOK |
| 6,0               | 19                            | 33,48 | 114                           | 114,0                         | 13,68             | 86  | 19,01              | 0,203               | 0,954          | 22,20                  | 46,72                    | 0,57                  | YERALTI SUYU YOK |
| 7,5               | 19                            | 35,39 | 142,5                         | 142,5                         | 15,57             | 94  | 23,68              | 0,268               | 0,943          | 38,18                  | 50,29                    | 0,76                  | YERALTI SUYU YOK |
| 9,0               | 19                            | 35,01 | 171                           | 171,0                         | 14,21             | 98  | 22,05              | 0,243               | 0,931          | 41,51                  | 59,61                    | 0,70                  | YERALTI SUYU YOK |
| 10,5              | 19                            | 35,01 | 199,5                         | 199,5                         | 25,62             | 98  | 35,74              | -0,314              | 0,894          | -62,55                 | 66,75                    | -0,94                 | YERALTI SUYU YOK |
| 12,0              | 19                            | 35,01 | 228                           | 228,0                         | 12,31             | 98  | 19,77              | 0,213               | 0,854          | 48,46                  | 72,87                    | 0,67                  | YERALTI SUYU YOK |
| 13,5              | 19                            | 35,41 | 256,5                         | 256,5                         | 27,48             | 98  | 37,98              | 0,025               | 0,814          | 6,42                   | 78,13                    | 0,08                  | YERALTI SUYU YOK |
| 15,0              | 19                            | 34,46 | 285                           | 285,0                         | 33,60             | 98  | 45,32              | 0,243               | 0,774          | 69,13                  | 82,54                    | 0,84                  | YERALTI SUYU YOK |
| 16,5              | 19                            | 34,54 | 313,5                         | 313,5                         | 39,22             | 97  | 52,06              | 0,325               | 0,733          | 102,02                 | 86,69                    | 1,19                  | YERALTI SUYU YOK |
| 18,0              | 19                            | 34,54 | 342                           | 342,0                         | 46,54             | 97  | 60,85              | 0,409               | 0,693          | 139,73                 | 88,79                    | 1,57                  | YERALTI SUYU YOK |
| 19,5              | 19                            | 35,23 | 370,5                         | 370,5                         | 43,70             | 98  | 57,44              | 0,378               | 0,653          | 140,01                 | 90,63                    | 1,54                  | YERALTI SUYU YOK |

**Tablo 3.4: SK-27 TBDY-2018 Sıvılaşma Değerleri**

| ZEMİN SINIFI : ZE |                               |      | Mw : 7,5                      |                               | DTS : 1           |       | YER ALTI SUYU (m)  |                     | 3              | SDS                    | 1,491                    | FSL ≥ 1.1 ( Tr/Tdpr ) |                    |
|-------------------|-------------------------------|------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------|--------------------|---------------------|----------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------|
| DERİNLİK(m)       | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | PI   | $\sigma$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\sigma'$ (Knm <sup>2</sup> ) | N <sub>1,60</sub> | IDI   | N <sub>1,60f</sub> | CRR <sub>5</sub> 15 | I <sub>a</sub> | Tr (Knm <sup>2</sup> ) | Tdpr (Knm <sup>2</sup> ) |                       |                    |
| 1,5               | 19                            |      | 28,5                          | 28,5                          | 15,30             | 6,01  | 15,40              | 0,164               | 0,989          | 4,68                   | 10,92                    | 0,43                  | YERALTI SUYU YOK   |
| 3,0               | 19                            |      | 57                            | 57,0                          | 8,74              | 6,01  | 8,82               | 0,103               | 0,977          | 5,86                   | 21,59                    | 0,27                  | SIVILAŞMA BEKLENİR |
| 4,5               | 19                            | 35,5 | 85,5                          | 70,5                          | 6,93              | 57,92 | 13,32              | 0,144               | 0,966          | 10,12                  | 32,00                    | 0,32                  | SIVILAŞMA YOK      |
| 6,0               | 19                            | 12,6 | 114                           | 84,0                          | 35,37             | 28,99 | 45,18              | 0,240               | 0,954          | 20,19                  | 42,16                    | 0,48                  | SIVILAŞMA YOK      |
| 7,5               | 19                            | 9,9  | 142,5                         | 97,5                          | 20,70             | 28,02 | 28,13              | 0,374               | 0,943          | 35,47                  | 52,07                    | 0,70                  | SIVILAŞMA BEKLENİR |
| 9,0               | 19                            | 9,9  | 171                           | 111,0                         | 21,16             | 28,02 | 28,66              | 0,395               | 0,931          | 43,82                  | 61,73                    | 0,71                  | SIVILAŞMA BEKLENİR |
| 10,5              | 19                            | 9,9  | 199,5                         | 124,5                         | 22,79             | 28,02 | 30,50              | 0,507               | 0,894          | 63,18                  | 69,11                    | 0,91                  | SIVILAŞMA BEKLENİR |
| 12,0              | 19                            | 39   | 228                           | 138,0                         | 22,48             | 64,63 | 31,97              | 0,726               | 0,854          | 100,16                 | 75,45                    | 1,33                  | SIVILAŞMA YOK      |
| 13,5              | 19                            | 39,8 | 256,5                         | 151,5                         | 22,25             | 56,09 | 31,70              | 0,665               | 0,814          | 100,67                 | 80,90                    | 1,24                  | SIVILAŞMA YOK      |
| 15,0              | 19                            | 27,6 | 285                           | 165,0                         | 22,84             | 67,95 | 32,41              | 0,864               | 0,774          | 142,58                 | 85,46                    | 1,67                  | SIVILAŞMA YOK      |
| 16,5              | 19                            | 27,6 | 313,5                         | 178,5                         | 22,69             | 67,95 | 32,23              | 0,799               | 0,733          | 142,69                 | 89,14                    | 1,60                  | SIVILAŞMA YOK      |
| 18,0              | 19                            | 38,1 | 342                           | 192,0                         | 21,88             | 88,45 | 31,26              | 0,591               | 0,693          | 113,54                 | 91,93                    | 1,24                  | SIVILAŞMA YOK      |
| 19,5              | 19                            | 38,1 | 370,5                         | 205,5                         | 23,88             | 88,45 | 33,65              | 3,133               | 0,653          | 643,86                 | 93,84                    | 6,86                  | SIVILAŞMA YOK      |

**Tablo 3.5: SK-36 TBDY-2018 Sıvılaşma Değerleri**

| ZEMİN SINIFI : ZE |                               |       | Mw : 7,5                      |                               | DTS : 1           |       | YER ALTI SUYU (m)  |                     | 3,5            | SDS                    | 1,458                    | FSL ≥ 1.1 ( Tr/Tdpr ) |                    |               |
|-------------------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------|--------------------|---------------------|----------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------|---------------|
| DERİNLİK(m)       | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | PI    | $\sigma$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\sigma'$ (Knm <sup>2</sup> ) | N <sub>1,60</sub> | IDI   | N <sub>1,60f</sub> | CRR <sub>5</sub> 15 | I <sub>a</sub> | Tr (Knm <sup>2</sup> ) | Tdpr (Knm <sup>2</sup> ) |                       |                    |               |
| 1,5               | 17                            | 35,2  | 25,5                          | 25,5                          | 15,30             | 90,14 | 23,36              | 0,263               | 0,989          | 6,70                   | 9,56                     | 0,70                  | YERALTI SUYU YOK   |               |
| 3,0               | 17                            | 35,2  | 51                            | 51,0                          | 7,19              | 90,14 | 24,63              | 0,147               | 0,977          | 7,47                   | 18,89                    | 0,40                  | YERALTI SUYU YOK   |               |
| 4,5               | 17                            | 22,9  | 76,5                          | 66,5                          | 13,25             | 57,26 | 20,90              | 0,227               | 0,966          | 15,09                  | 28,00                    | 0,54                  | SIVILAŞMA YOK      |               |
| 6,0               | 17                            | 10,2  | 102                           | 77,0                          | 8,53              | 18,12 | 12,36              | 0,134               | 0,954          | 10,36                  | 36,89                    | 0,28                  | SIVILAŞMA BEKLENİR |               |
| 7,5               | 17                            | 127,5 | 87,5                          | 28,80                         | 18,12             | 34,00 | 296,024            | 0,943               | 2590,026       | 45,56                  | 568,53                   |                       | SIVILAŞMA YOK      |               |
| 9,0               | 17                            | 153   | 98,0                          | 30,03                         | 4,11              | 30,03 | 0,470              | 0,931               | 46,06          | 54,01                  | 0,85                     |                       | SIVILAŞMA YOK      |               |
| 10,5              | 17                            | 178,5 | 108,5                         | 20,66                         | 4,11              | 20,66 | 0,224              | 0,894               | 24,28          | 60,47                  | 0,40                     |                       | SIVILAŞMA BEKLENİR |               |
| 12,0              | 17                            | 31,4  | 204                           | 119,0                         | 13,45             | 93,4  | 21,14              | 0,230               | 0,854          | 27,38                  | 66,01                    | 0,41                  |                    | SIVILAŞMA YOK |
| 13,5              | 17                            | 31,4  | 229,5                         | 129,5                         | 14,61             | 93,4  | 22,53              | 0,250               | 0,814          | 32,35                  | 70,78                    | 0,46                  |                    | SIVILAŞMA YOK |
| 15,0              | 17                            | 35,7  | 251                           | 140,0                         | 17,36             | 92,14 | 25,83              | 0,309               | 0,774          | 43,30                  | 74,77                    | 0,58                  |                    | SIVILAŞMA YOK |
| 16,5              | 17                            | 35,7  | 280,5                         | 150,5                         | 31,89             | 92,14 | 43,27              | 0,208               | 0,733          | 31,27                  | 77,99                    | 0,40                  |                    | SIVILAŞMA YOK |
| 18,0              | 17                            | 35,7  | 306                           | 161,0                         | 26,98             | 92,14 | 37,37              | -0,024              | 0,693          | -3,93                  | 80,43                    | -0,05                 |                    | SIVILAŞMA YOK |
| 19,5              | 17                            | 35,7  | 331,5                         | 171,5                         | 21,66             | 92,14 | 30,99              | 0,557               | 0,653          | 95,53                  | 82,10                    | 1,16                  |                    | SIVILAŞMA YOK |

**Tablo 3.6: SK-41 TBDY-2018 Sıvılaşma Değerleri**

| ZEMİN SINIFI : ZE |                               |      | Mw : 7,5                      |                               | DTS : 1           |      | YER ALTI SUYU (m)  |                     | -              | SDS                    | 1,445                    | FSL ≥ 1.1 ( Tr/Tdpr ) |                  |
|-------------------|-------------------------------|------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|------|--------------------|---------------------|----------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------|
| DERİNLİK(m)       | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | PI   | $\sigma$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\sigma'$ (Knm <sup>2</sup> ) | N <sub>1,60</sub> | IDI  | N <sub>1,60f</sub> | CRR <sub>5</sub> 15 | I <sub>a</sub> | Tr (Knm <sup>2</sup> ) | Tdpr (Knm <sup>2</sup> ) |                       |                  |
| 1,5               | 19                            | 23   | 28,5                          | 28,5                          | 14,03             | 79,9 | 21,83              | 0,240               | 0,989          | 6,83                   | 10,58                    | 0,65                  | YERALTI SUYU YOK |
| 3,0               | 19                            | 25,1 | 57                            | 57,0                          | 11,66             | 82,3 | 18,90              | 0,203               | 0,977          | 11,58                  | 20,92                    | 0,55                  | YERALTI SUYU YOK |
| 4,5               | 19                            | 21,3 | 85,5                          | 85,5                          | 23,37             | 84,2 | 33,05              | 1,293               | 0,966          | 110,51                 | 31,02                    | 3,46                  | YERALTI SUYU YOK |
| 6,0               | 19                            | 25,6 | 114                           | 114,0                         | 25,69             | 86,4 | 35,83              | -0,285              | 0,954          | -32,51                 | 40,86                    | -0,80                 | YERALTI SUYU YOK |
| 7,5               | 19                            | 31,1 | 142,5                         | 142,5                         | 20,24             | 85,8 | 29,28              | 0,424               | 0,943          | 60,47                  | 59,47                    | 1,20                  | YERALTI SUYU YOK |
| 9,0               | 19                            | 31,1 | 171                           | 171,0                         | 31,26             | 85,8 | 42,51              | 0,193               | 0,931          | 32,95                  | 82,82                    | 0,55                  | YERALTI SUYU YOK |
| 10,5              | 19                            | 28,8 | 199,5                         | 199,5                         | 37,39             | 88,1 | 49,87              | 0,302               | 0,894          | 60,16                  | 66,98                    | 0,90                  | YERALTI SUYU YOK |
| 12,0              | 19                            | 28,8 | 228                           | 228,0                         | 41,45             | 88,1 | 54,74              | 0,352               | 0,854          | 80,36                  | 73,12                    | 1,10                  | YERALTI SUYU YOK |
| 13,5              | 19                            | 28,8 | 256,5                         | 256,5                         | 47,63             | 88,1 | 62,16              | 0,420               | 0,814          | 107,74                 | 78,40                    | 1,37                  | YERALTI SUYU YOK |
| 15,0              | 19                            | 29,6 | 285                           | 285,0                         | 28,97             | 86,8 | 39,76              | 0,116               | 0,774          | 33,10                  | 82,82                    | 0,40                  | YERALTI SUYU YOK |
| 16,5              | 19                            | 29,6 | 313,5                         | 313,5                         | 27,62             | 86,8 | 38,14              | 0,036               | 0,733          | 11,39                  | 86,39                    | 0,13                  | YERALTI SUYU YOK |
| 18,0              | 19                            | 29,6 | 342                           | 342,0                         | 26,44             | 86,8 | 36,73              | -0,099              | 0,693          | -33,81                 | 89,09                    | -0,38                 | YERALTI SUYU YOK |

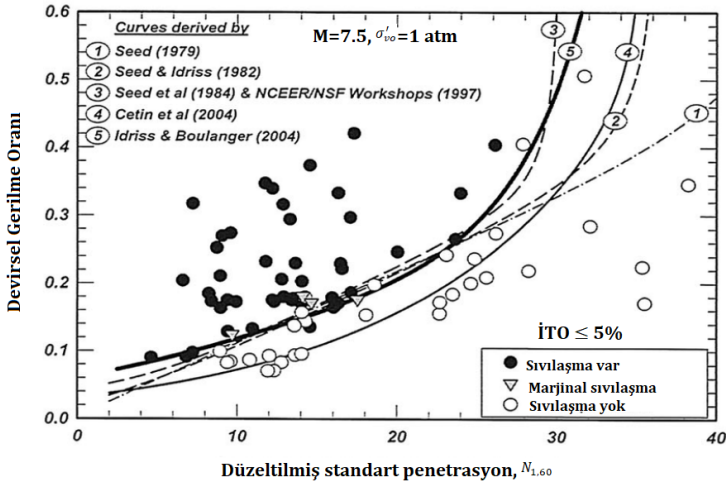


Şekil 3.8: TBDY-2018 Sıvılaşma Haritası (Google Earth Haritalar, 2024)

Şekil 3.8’de görüldüğü gibi inceleme alanımızı ikiye bölen Balaban deresi yatağı ve denize yakın olan bölgede seçilen noktalarda sivilaşma eğilimi görülmektedir. Şekil 3.8’deki yeşil yer işareti ile gösterilen noktalarda en az bir bantta arazi sivilaşmaya göre duyarlıdır.

Idriss ve Boulanger (2008)’a Göre Deprem Etkisindeki Zeminin Sıvılaşma Riskinin İncelenmesi

Idriss ve Boulanger (2008), artan veriler ışığında temiz kumlar için  $N_{1,60}$  ve DGO arasındaki korelasyonları karşılaştırmalı olarak tekrar gözden geçirmiş ve deterministik yaklaşımlarda önemsenecek bir farkın olmadığını belirtmiştir.



Şekil 3.9: Temiz Kumlar İçin DGO İle  $N_{1,60}$ ’ı İlişkilendiren Eğriler (Idriss ve Boulanger 2008)

Şekil 3.9’da verilen 5 nolu korelasyon için aşağıdaki eşitlik verilmiştir.

$$DGO_{M=7,5\sigma'v=1atm} = \exp\left(\frac{N_{1,60tk}}{14,1} + \left(\frac{N_{1,60tk}}{126}\right)^2 - \left(\frac{N_{1,60tk}}{23,6}\right)^3 + \left(\frac{N_{1,60tk}}{25,4}\right)^4 - 2,8\right)$$

değerine uyarlayarak, kolaylıkla hesaplanır (Idriss ve Boulanger, 2008).

$$N_{1,60tk} = N_{1,60} + \Delta N_{1,60}$$

$$\Delta N_{1,60} = \exp\left(1,63 + \frac{9,7}{ITD+0,01} - \left(\frac{15,7}{ITD+0,01}\right)^2\right)$$

Idriss ve Boulanger’a göre yapılan sıvılaşma analizleri Prof. Dr. Murat Mollamahmutoğlu’nun ‘Zeminlerde Sıvılaşma Analiz ve İyileştirme Yöntemleri’ kitabı ve yazılımı ile yapılmıştır.

Prof. Dr. Murat Mollamahmutoğlu’nun yazılımı PROSIVI v2.0 kullanılarak her bir parsel için tasarım depremi büyüklüğü 7,5 alınmış olup; AFAD’dan alınan PGA ivme değeri, parselin sondaj yapıldığı zamandaki yeraltı su seviyesi, arazi deney parametreleri aşağıdaki maddelere göre programa girilerek hesaplamalar yapılmıştır.

- Şahmerdan tipi: otomatik darbeli tokmak,
- Kuyu çapı 15-115mm,
- Tij boyu 15m,
- Numune alıcı tip: Standart numune alıcı

**Tablo 3.7:** SK-1 Idriss and Boulanger Sıvılaşma Değerleri

| Derinlik (m) | BHA (kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma$ (kPa) | $\sigma'$ (kPa) | PI (%) | SPT.N | CN   | ITD (%) | N.60 | $\Delta(N)_{60}$ | (N)60tk | rd   | DDO-7.5           | MDF               | K $\sigma$        | DGO               | EF                |
|--------------|--------------------------|----------------|-----------------|--------|-------|------|---------|------|------------------|---------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1,5          | 18                       | 27             | 27              | 0      | 13    | 1,63 | 3,6     | 17   | 0                | 28      | 1    | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 3            | 18                       | 54             | 54              | 0      | 20    | 1,19 | 3,6     | 26   | 0                | 31      | 0,98 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 4,5          | 18                       | 81             | 75,1            | 0      | 16    | 1,12 | 8       | 21   | 0,4              | 24      | 0,97 | 0,268             | 1                 | 1,05              | 0,41              | 0,685             |
| 6            | 18                       | 108            | 87,4            | 0      | 33    | 1,04 | 9,9     | 43   | 1,1              | 46      | 0,95 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 7,5          | 18                       | 135            | 99,7            | 0      | 33    | 1    | 3,3     | 43   | 0                | 43      | 0,93 | 4                 | 1                 | 1,1               | 0,495             | 2                 |
| 9            | 18                       | 162            | 112             | 26,8   | 50    | 0,99 | 98,4    | 65   | 5,5              | 70      | 0,91 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 10,5         | 18                       | 189            | 124,3           | 23,9   | 50    | 0,97 | 51,5    | 65   | 5,6              | 69      | 0,89 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 12           | 18                       | 216            | 136,5           | 22,2   | 50    | 0,96 | 98,9    | 65   | 5,5              | 68      | 0,87 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 13,5         | 18                       | 243            | 148,8           | 22,2   | 50    | 0,94 | 98,9    | 65   | 5,5              | 67      | 0,84 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 15           | 18                       | 270            | 161,1           | 23,1   | 50    | 0,93 | 98,7    | 65   | 5,5              | 66      | 0,82 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |

**Tablo 3.8:** SK-22 Idriss and Boulanger Sıvılaşma Değerleri

| Derinlik (m) | BHA (kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma$ (kPa) | $\sigma'$ (kPa) | PI (%) | SPT-N | CN   | ITO (%) | N-60 | $\Delta(N)_{60}$ | (N1)60tk | rd   | DDO-7.5           | MDF               | K $\sigma$        | DGO               | EF                |                   |
|--------------|--------------------------|----------------|-----------------|--------|-------|------|---------|------|------------------|----------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1.5          | 19                       | 28.5           | 28.5            | 33.6   | 2     | 1.7  | 93.5    | 3    | 5.5              | 11       | 1    | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 3            | 19                       | 57             | 57              | 33.6   | 6     | 1.3  | 93.5    | 8    | 5.5              | 16       | 0.98 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 4.5          | 19                       | 85.5           | 85.5            | 33.6   | 11    | 1.08 | 93.5    | 14   | 5.5              | 21       | 0.97 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 6            | 19                       | 114            | 114             | 33.5   | 15    | 0.95 | 85.7    | 20   | 5.5              | 25       | 0.95 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 7.5          | 19                       | 142.5          | 142.5           | 35.4   | 20    | 0.88 | 93.7    | 26   | 5.5              | 28       | 0.93 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 9            | 19                       | 171            | 171             | 35     | 20    | 0.82 | 97.8    | 26   | 5.5              | 27       | 0.91 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 10.5         | 19                       | 199.5          | 199.5           | 35     | 37    | 0.84 | 97.8    | 48   | 5.5              | 46       | 0.89 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 12           | 19                       | 228            | 228             | 35     | 19    | 0.72 | 97.8    | 25   | 5.5              | 23       | 0.87 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 13.5         | 19                       | 256.5          | 256.5           | 35.4   | 45    | 0.81 | 97.6    | 58   | 5.5              | 52       | 0.84 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 15           | 19                       | 285            | 285             | 34.5   | 58    | 0.87 | 98.3    | 75   | 5.5              | 70       | 0.82 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 16.5         | 19                       | 313.5          | 313.5           | 35.5   | 71    | 0.95 | 97.3    | 92   | 5.5              | 93       | 0.8  | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 18           | 19                       | 342            | 342             | 34.5   | 88    | 1.15 | 97.3    | 114  | 5.5              | 136      | 0.78 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 19.5         | 19                       | 370.5          | 370.5           | 35.2   | 86    | 1.14 | 97.7    | 112  | 5.5              | 134      | 0.76 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |

**Tablo 3.9:** SK-27 Idriss and Boulanger Sıvılaşma Değerleri

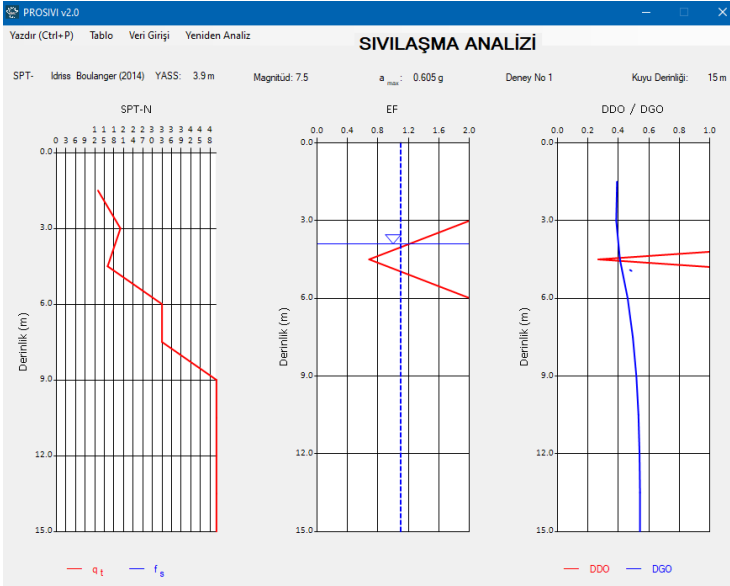
| BHA (kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma$ (kPa) | $\sigma'$ (kPa) | PI (%) | SPT-N | CN   | ITO (%) | N-60 | $\Delta(N)_{60}$ | (N1)60tk | rd   | DDO-7.5           | MDF               | K $\sigma$        | DGO               | EF                |
|--------------------------|----------------|-----------------|--------|-------|------|---------|------|------------------|----------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 19                       | 28.5           | 28.5            | 0      | 12    | 1.63 | 6       | 16   | 0                | 26       | 1    | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 19                       | 57             | 57              | 0      | 9     | 1.3  | 6       | 12   | 0                | 16       | 0.98 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 19                       | 85.5           | 70.8            | 35.5   | 7     | 1.18 | 57.9    | 9    | 5.6              | 16       | 0.97 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 19                       | 114            | 84.6            | 12.6   | 39    | 1.03 | 29      | 51   | 5.3              | 58       | 0.95 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 19                       | 142.5          | 98.4            | 9.9    | 22    | 1.01 | 28      | 29   | 5.3              | 35       | 0.93 | 1.108             | 1                 | 1.01              | 0.534             | 2.093             |
| 19                       | 171            | 112.1           | 9.9    | 24    | 0.97 | 28      | 31   | 5.3              | 35       | 0.91 | 1.108             | 1                 | 0.97              | 0.549             | 1.964             |
| 19                       | 199.5          | 125.9           | 9.9    | 26    | 0.93 | 28      | 34   | 5.3              | 37       | 0.89 | 4                 | 1                 | 1.1               | 0.558             | 2                 |
| 19                       | 228            | 139.7           | 39     | 27    | 0.9  | 64.6    | 35   | 5.6              | 37       | 0.87 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 19                       | 256.5          | 153.5           | 39.8   | 28    | 0.88 | 56.1    | 36   | 5.6              | 37       | 0.84 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 19                       | 285            | 167.3           | 27.6   | 30    | 0.86 | 68      | 39   | 5.6              | 39       | 0.82 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 19                       | 313.5          | 181.1           | 27.6   | 31    | 0.84 | 68      | 40   | 5.6              | 39       | 0.8  | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 19                       | 342            | 194.8           | 38.1   | 31    | 0.82 | 88.4    | 40   | 5.5              | 38       | 0.78 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |
| 19                       | 370.5          | 208.6           | 38.1   | 35    | 0.82 | 88.4    | 46   | 5.5              | 43       | 0.76 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |

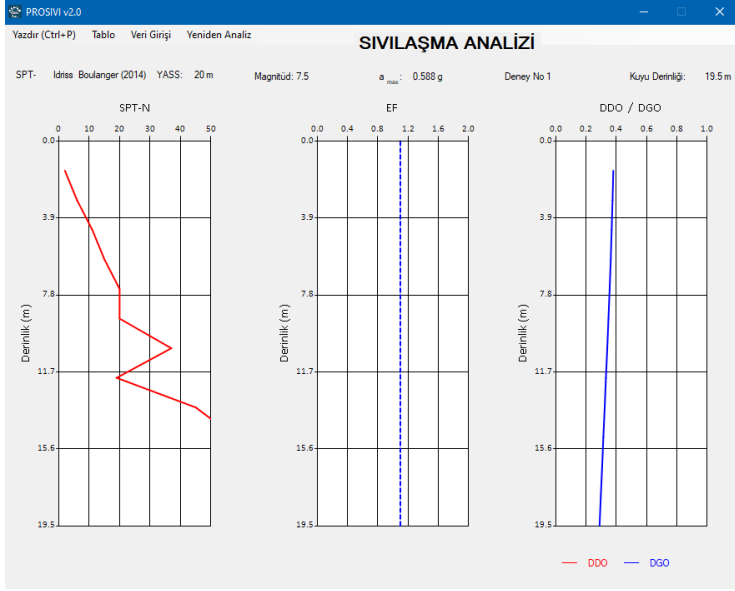
**Tablo 3.10:** SK-36 Idriss and Boulanger Sıvılaşma Değerleri

| Derinlik (m) | BHA (kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma$ (kPa) | $\sigma'$ (kPa) | PI (%) | SPT-N | CN   | ITO (%) | N-60 | $\Delta(N)_{60}$ | (N1)60tk | rd   | DDO-7.5           | MDF               | K $\sigma$        | DGO               | EF                |       |
|--------------|--------------------------|----------------|-----------------|--------|-------|------|---------|------|------------------|----------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|
| 1.5          | 17                       | 25.5           | 25.5            | 35.2   | 12    | 1.61 | 90.1    | 16   | 5.5              | 31       | 1    | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |       |
| 3            | 17                       | 51             | 51              | 35.2   | 7     | 1.35 | 90.1    | 9    | 5.5              | 18       | 0.98 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |       |
| 4.5          | 17                       | 76.5           | 66.7            | 22.9   | 13    | 1.17 | 57.3    | 17   | 5.6              | 25       | 0.97 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |       |
| 6            | 17                       | 102            | 77.5            | 0      | 9     | 1.13 | 18.1    | 12   | 4.1              | 18       | 0.95 | 0.184             | 4                 | 1                 | 1.03              | 0.483             | 0.393 |
| 7.5          | 17                       | 127.5          | 88.3            | 0      | 29    | 1.04 | 18.1    | 38   | 4.1              | 44       | 0.93 | 4                 | 1                 | 1.1               | 0.52              | 2                 |       |
| 9            | 17                       | 153            | 99              | 0      | 32    | 1.01 | 4.1     | 42   | 0                | 42       | 0.91 | 4                 | 1                 | 1.1               | 0.544             | 2                 |       |
| 10.5         | 17                       | 178.5          | 109.8           | 0      | 22    | 0.97 | 4.1     | 29   | 0                | 28       | 0.89 | 0.384             | 1                 | 0.99              | 0.559             | 0.676             |       |
| 12           | 17                       | 204            | 120.6           | 31.4   | 15    | 0.93 | 93.4    | 20   | 5.5              | 24       | 0.87 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |       |
| 13.5         | 17                       | 229.5          | 131.4           | 31.4   | 17    | 0.9  | 93.4    | 22   | 5.5              | 25       | 0.84 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |       |
| 15           | 17                       | 255            | 142.2           | 35.7   | 21    | 0.88 | 92.1    | 27   | 5.5              | 29       | 0.82 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |       |
| 16.5         | 17                       | 280.5          | 153             | 35.7   | 40    | 0.91 | 92.1    | 52   | 5.5              | 53       | 0.8  | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |       |
| 18           | 17                       | 306            | 163.8           | 35.7   | 35    | 0.88 | 92.1    | 46   | 5.5              | 46       | 0.78 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |       |
| 19.5         | 17                       | 331.5          | 174.5           | 35.7   | 29    | 0.84 | 92.1    | 38   | 5.5              | 38       | 0.76 | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka | Sıvılaşmaz Tabaka |       |

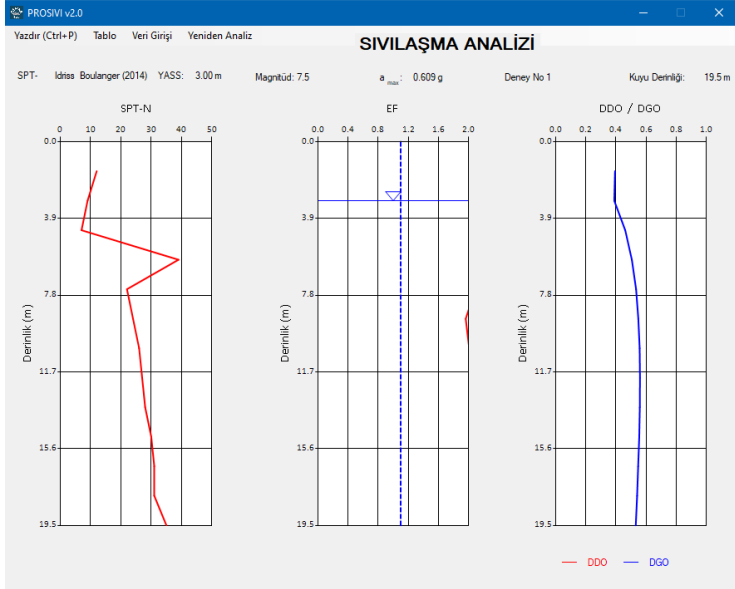
**Tablo 3.11: SK-41 Idriss and Boulanger Sıvılaşma Değerleri**

| Derinlik (m) | BHA (kN/m <sup>3</sup> ) | $\sigma$ (kPa) | $\sigma'$ (kPa) | PI (%) | SPT-N | CN   | ITD (%) | N <sub>60</sub> | $\ln(N)_{60}$ | (N) <sub>60</sub> 0k | rd   | DDO-7.5    | MDF        | Ke         | DGO        | EF         |
|--------------|--------------------------|----------------|-----------------|--------|-------|------|---------|-----------------|---------------|----------------------|------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1.5          | 19                       | 28.5           | 28.5            | 23     | 11    | 1.59 | 79.9    | 14              | 5.5           | 28                   | 1    | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz |
|              |                          |                |                 |        |       |      |         |                 |               |                      |      | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     |
| 3            | 19                       | 57             | 57              | 25.1   | 12    | 1.23 | 82.3    | 16              | 5.5           | 25                   | 0.98 | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz |
|              |                          |                |                 |        |       |      |         |                 |               |                      |      | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     |
| 4.5          | 19                       | 85.5           | 85.5            | 21.3   | 26    | 1.05 | 84.2    | 34              | 5.5           | 41                   | 0.97 | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz |
|              |                          |                |                 |        |       |      |         |                 |               |                      |      | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     |
| 6            | 19                       | 114            | 114             | 25.6   | 33    | 0.97 | 86.4    | 43              | 5.5           | 47                   | 0.95 | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz |
|              |                          |                |                 |        |       |      |         |                 |               |                      |      | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     |
| 7.5          | 19                       | 142.5          | 142.5           | 31.1   | 26    | 0.9  | 85.8    | 34              | 5.5           | 36                   | 0.93 | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz |
|              |                          |                |                 |        |       |      |         |                 |               |                      |      | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     |
| 9            | 19                       | 171            | 171             | 31.1   | 44    | 0.9  | 85.8    | 57              | 5.5           | 57                   | 0.91 | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz |
|              |                          |                |                 |        |       |      |         |                 |               |                      |      | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     |
| 10.5         | 19                       | 199.5          | 199.5           | 28.8   | 54    | 0.91 | 88.1    | 70              | 5.5           | 69                   | 0.89 | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz |
|              |                          |                |                 |        |       |      |         |                 |               |                      |      | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     |
| 12           | 19                       | 228            | 228             | 28.8   | 64    | 0.93 | 88.1    | 83              | 5.5           | 83                   | 0.87 | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz |
|              |                          |                |                 |        |       |      |         |                 |               |                      |      | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     |
| 13.5         | 19                       | 256.5          | 256.5           | 28.8   | 78    | 1.01 | 88.1    | 101             | 5.5           | 108                  | 0.84 | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz |
|              |                          |                |                 |        |       |      |         |                 |               |                      |      | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     |
| 15           | 19                       | 285            | 285             | 29.6   | 50    | 0.82 | 86.8    | 65              | 5.5           | 59                   | 0.82 | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz |
|              |                          |                |                 |        |       |      |         |                 |               |                      |      | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     |
| 16.5         | 19                       | 313.5          | 313.5           | 29.6   | 50    | 0.79 | 86.8    | 65              | 5.5           | 57                   | 0.8  | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz |
|              |                          |                |                 |        |       |      |         |                 |               |                      |      | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     |
| 18           | 19                       | 342            | 342             | 29.6   | 50    | 0.77 | 86.8    | 65              | 5.5           | 56                   | 0.78 | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz | Sıvılaşmaz |
|              |                          |                |                 |        |       |      |         |                 |               |                      |      | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     | Tabaka     |

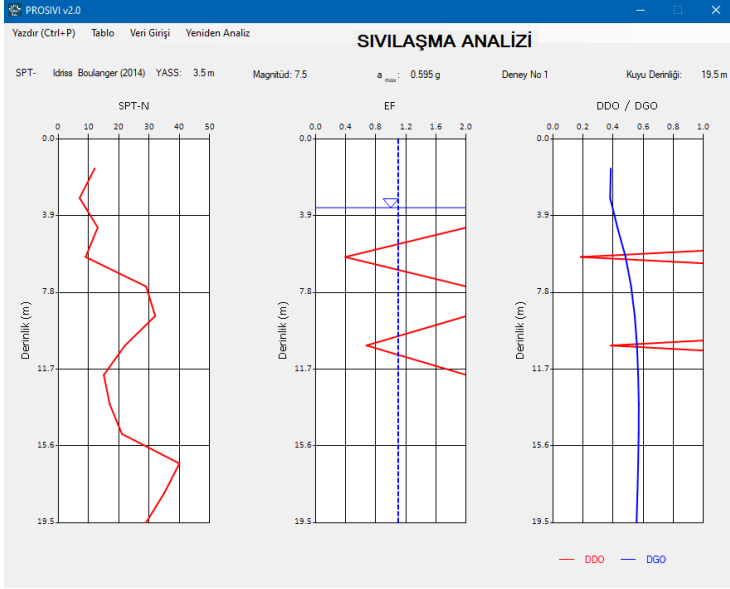
**Şekil 3.10: SK-1 Idriss and Boulanger 2008 Sıvılaşma Grafği**



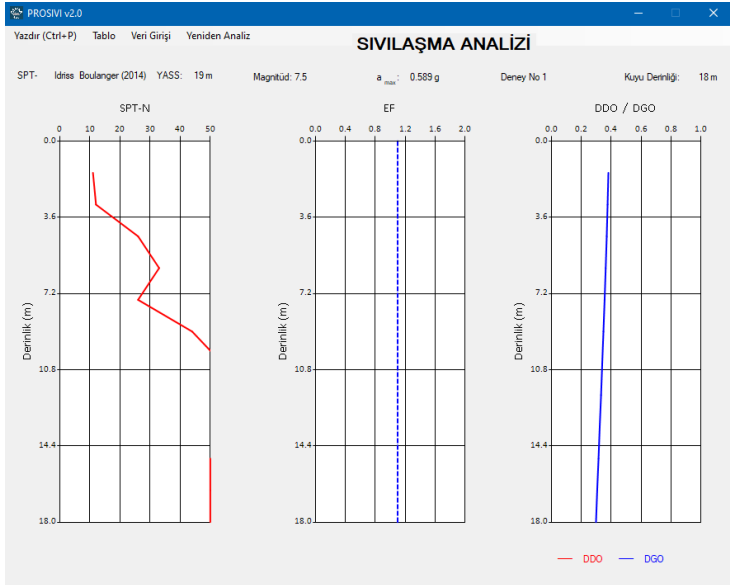
Şekil 3.11: SK-22 Idriss and Boulanger 2008 Sivilaşma Grafiği



Şekil 3.12: SK-27 Idriss and Boulanger 2008 Sivilaşma Grafiği



Şekil 3.13: SK-36 Idriss and Boulanger 2008 Sıvılaşma Grafiği



Şekil 3.14: SK-41 Idriss and Boulanger 2008 Sıvılaşma Grafiği



**Şekil 3.15:** Idriss and Boulanger 2008 Sıvılaşma Haritası

Şekil 3.15’de görüldüğü gibi inceleme alanımızı ikiye bölen Balaban deresi yatağı ve denize yakın olan bölgede seçilen noktalarda sıvılaşma eğilimi görülmektedir. Şekil 3.15’deki mavi yer işareti ile gösterilen noktalarda en az bir bantta arazi sıvılaşmaya göre duyarlıdır.

### 3.5. SONUÇLAR

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinin ve Prof. Dr. Murat Mollamahmutoğlu’nun yazılımı PROSIVI v2.0 ye göre yapılan analizlerin sonuçlarına göre çalışma alanının sıvılaşma haritaları çıkarılmıştır. Şekil 3.2 ve Şekil 3.10’da görüldüğü üzere iki sıvılaşma analizinde de söz konusu sondaj kuyusu için aynı bantta sıvılaşma olduğu görülmüştür.

Derinliği 15m ile 21m arasında değişen sondaj kuyularında yapılan SPT deneylerinden elde edilen sonuçların TBDY-2018 kapsamında düzeltilmiş SPT değerleri sıvılaşma hesaplarında kullanılmıştır. Düzeltilmiş SPTN değerlerine bakıldığında 1,5m, 3m, 4,5m, 6m derinliklerinde bu çalışmada incelediğimiz noktaların darbe sayılarının 2 ile 33 arasında olduğu görülmüştür. Genel inceleme alanı düşük darbe sayısına sahip ince daneli zeminleri barındırmaktadır. 10,5-12-12,5 metrelerdeki darbe sayılarında artış görülmektedir. İnceleme alanına ait zemin etüt verileri incelendiğinde çalışma alanındaki zemin türü çoğunlukla yüksek plastisiteli kil olarak görülmektedir.

## KAYNAKÇA

- AFAD, Yalova Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, İl Afet Risk Azaltma Planı, (2022). <https://yalova.afad.gov.tr/kurumlar/yalova.afad/irap/YALOVA-IRAP-2022.pdf>. (E.T.:02.01.2024)
- Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü, 2024. <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/tr/> (E.T.:02.02.2024)
- Explore Google Earth, 2024. <https://earth.google.com/web/@0,-2.1037002,0a,22251752.77375655d,35y,0h,0t,0r> (E.T.:01.01.2024)
- Göncüoğlu, M. C. ; Erendil, M. (1990). Armutlu Yarımadasının Geç Kretase Öncesi Tektonik Birimleri. Türkiye 8.Petrol Kongresi, 16-20 Nisan 1990. 161-168.
- Göncüoğlu, M. C. : Onder F. (1989). Armutlu Yarımadasında (Batı Pontidler) Üst Triyas Konodontları.
- Görgün, B. (2018). Bilecik İli Merkezinin Depremselliğinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Bilecik: Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi.
- Güneş, M. Ekmen A. B. (2022). Yalova İli Süleyman bey Mahallesinde Bulunan Proje Alanının Nonlinear Sismik Saha Tepkisi Kullanılarak Sıvılaşma Potansiyelinin İncelenmesi. Araştırma makalesi. *Dergi park*. 17, 319-332.
- Kendir, O. (2010). Yalova İli Merkezinde Alüvyon Çökellerinin Mühendislik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 2024, <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/deprem>. (E.T.:10.01.2024)
- Mollamahmutoglu, M. & Babuçu, F. (2021) *Zeminlerde Sıvılaşma Analiz ve İyileştirme Yöntemleri*. -Ankara, Akademisyen Kitabevi.
- Şahin, H.C. (2020). Bursa Özlüce Bölgesinin Geoteknik Değerlendirmesi. Bursa: Uludağ Üniversitesi.
- Şenel, F. (2019).Yalova İli Merkez İlçesi Zemin Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya: Sakarya Üniversitesi.
- Şengül, T., & Karabaş, B. (2021) Kütahya Merkez İlçesinde Sıvılaşma Potansiyelinin Coğrafi Bilgi Sistemi ile İncelenmesi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(2), 817-825.
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. 2018.
- Yalova Ticaret ve Sanayi Odası, Yalova Haritası, 2024. <https://www.ytso.org.tr/yalova-haritasi>. (E.T.:12.02.2024)
- Zorluer, İ.& Gücek. (2020). Standart Penetrasyon Testi (Spt) İle Afyonkarahisar Merkez Uydukent Bölgesi Zeminlerinin Sıvılaşma Potansiyelinin Araştırılması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 23, 118-126.