2026 İLKBAHAR – YAZ MESLEK İÇİ EĞİTİM SEMİNERLERİ

YENİLENEBİLİR ENERJİ SAHALARINDA GEOTEKNİK & JEOFİZİK ARAŞTIRMA YÖNTEMLERİ

06.04.2026 - İSTANBUL

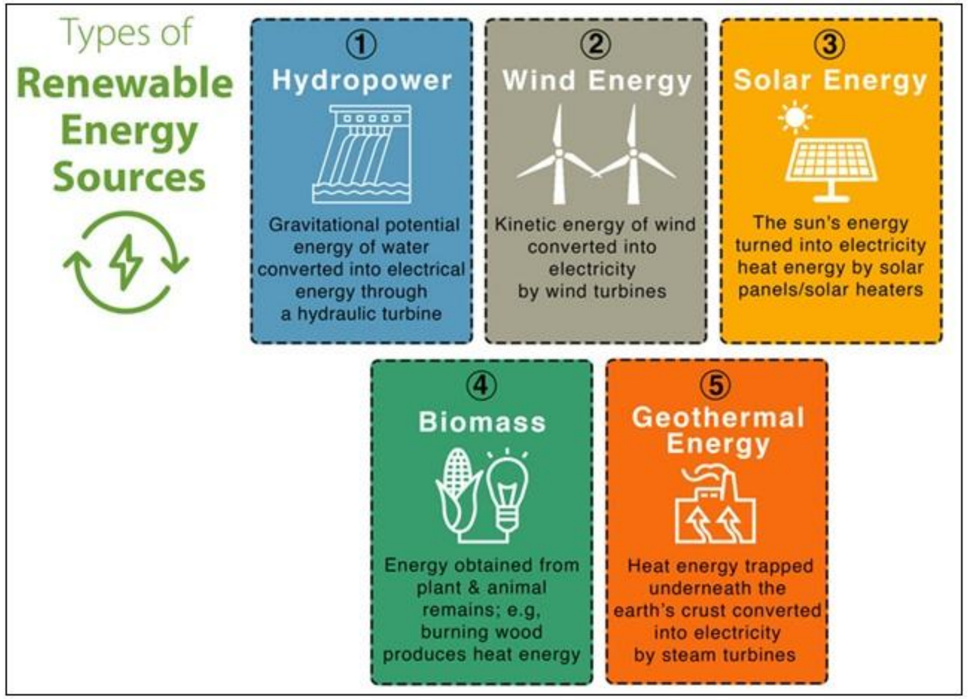
Tahir YILDIZ*

**:İnşaat Yük. Müh / Türkiye Petrolleri - Offshore Technology Center (TP-OTC) – tahir.yildiz88@gmail.com*

İÇERİK

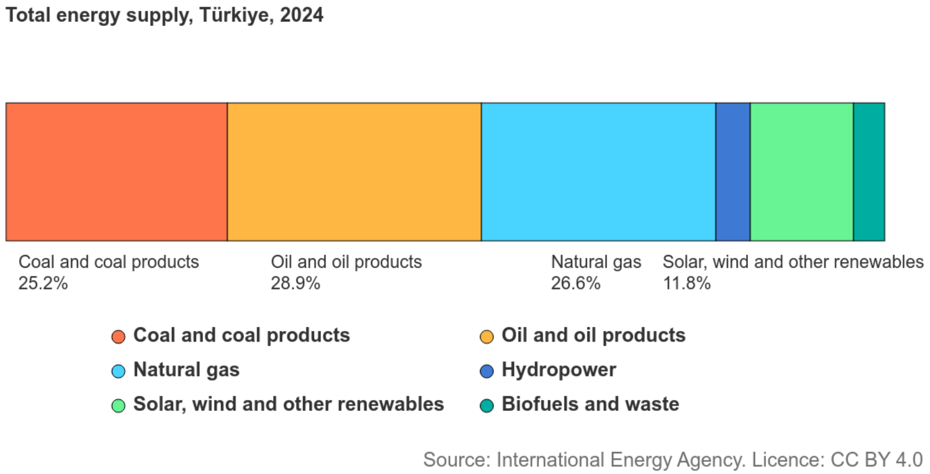
YENİLENEBİLİR ENERJİ TİPLERİ

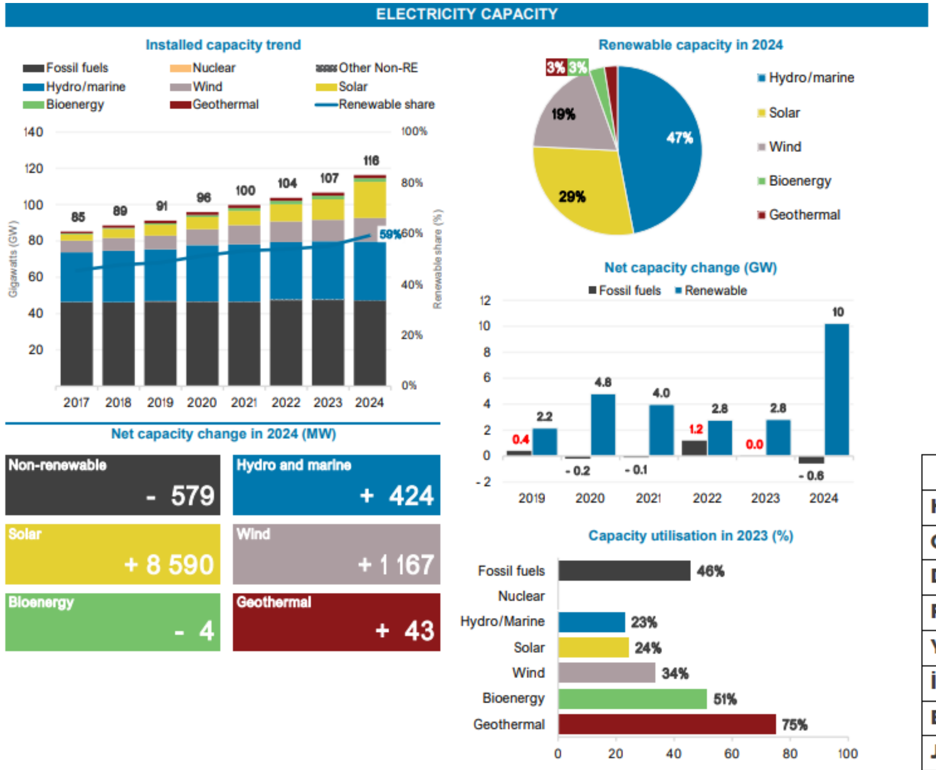
- Güneş Enerji Santralleri (GES)
- Rüzgar Enerji Santralleri (RES)
- Hidroelektrik Santralleri (HES)
- Jeotermal Enerji Santralleri
- Biyokütle Enerji

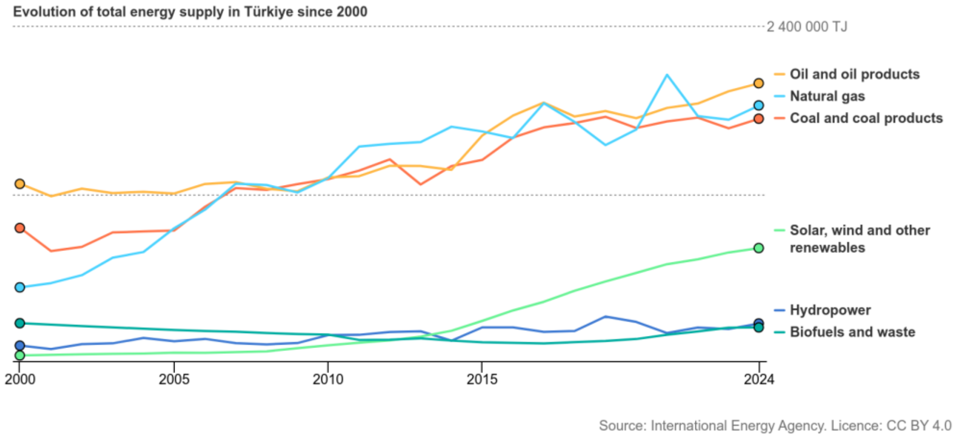


YENİLENEBİLİR ENERJİ – YEREL TREND

- 2024 yılı sonu: %11.8 yenilenebilir kaynak
- 2010 sonrası hızla artan pay, GES ve RES öncü
- 2025 Sonu elektrik üretiminde: GES ve RES payı: %32.6
- Mevcut kurulu güç kapasitesi ≈ 40000 MW
- 2035 hedefi: 120000 ≈ MW





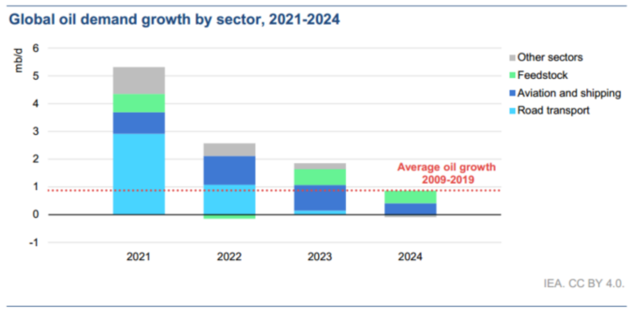


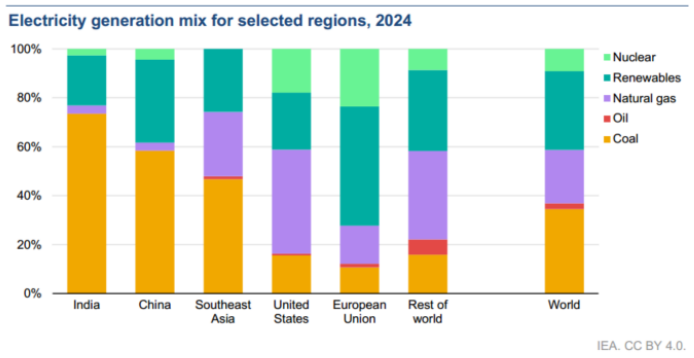
KAYNAK	KURULU GÜÇ (MW)	PAY (%)
Hidroelektrik	32.294	26.4
Güneş	25.109	20.5
Doğal Gaz	24.232	19.8
Rüzgâr	14.774	12.1
Yerli Kömür	11.550	9.4
İthal Kömür	10.456	8.5
Biyokütle	2.346	1.9
Jeotermal	1.758	1.4
TOPLAM	**122.519**	**%100**

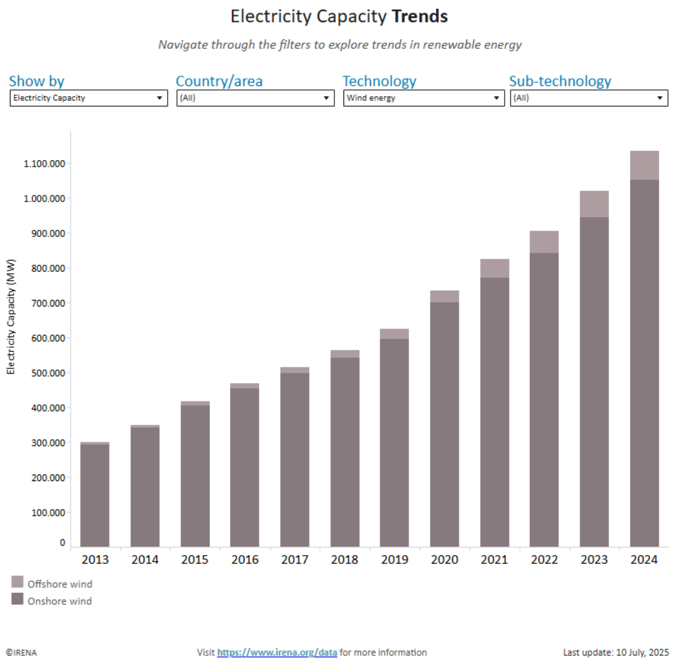
TMMOB İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI İSTANBUL ŞUBESİ

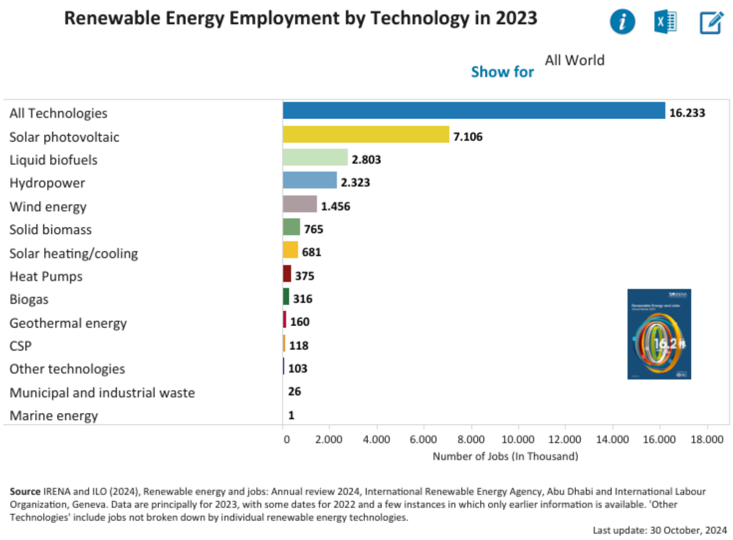
YENİLENEBİLİR ENERJİ – GLOBAL TREND

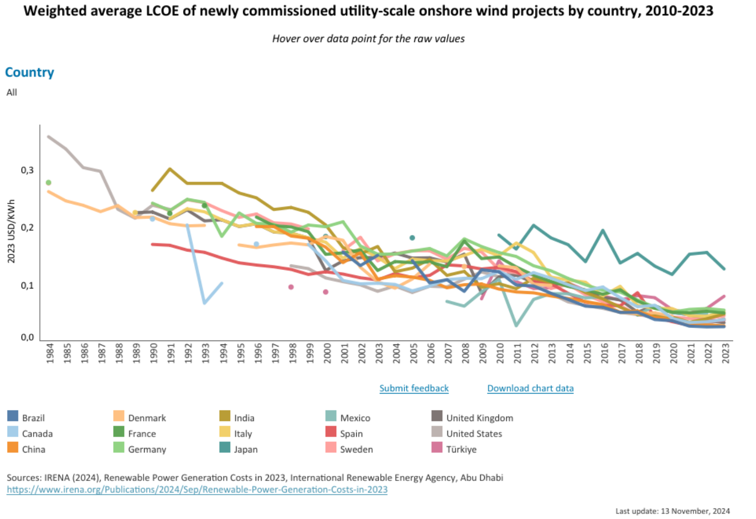
- Fosil yakıt tüketimine talep azalmaya devam ediyor.
- Elektrik üretiminde yenilenebilir enerji payı hızla artıyor.
- 2025 itibariyle AB ülkelerindeki elektrik üretiminin yaklaşık %50'si yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanıyor
- Yenilenebilir enerji kapasitesi hızlı şekilde artarken yatırım maliyetleri düşüş gösteriyor





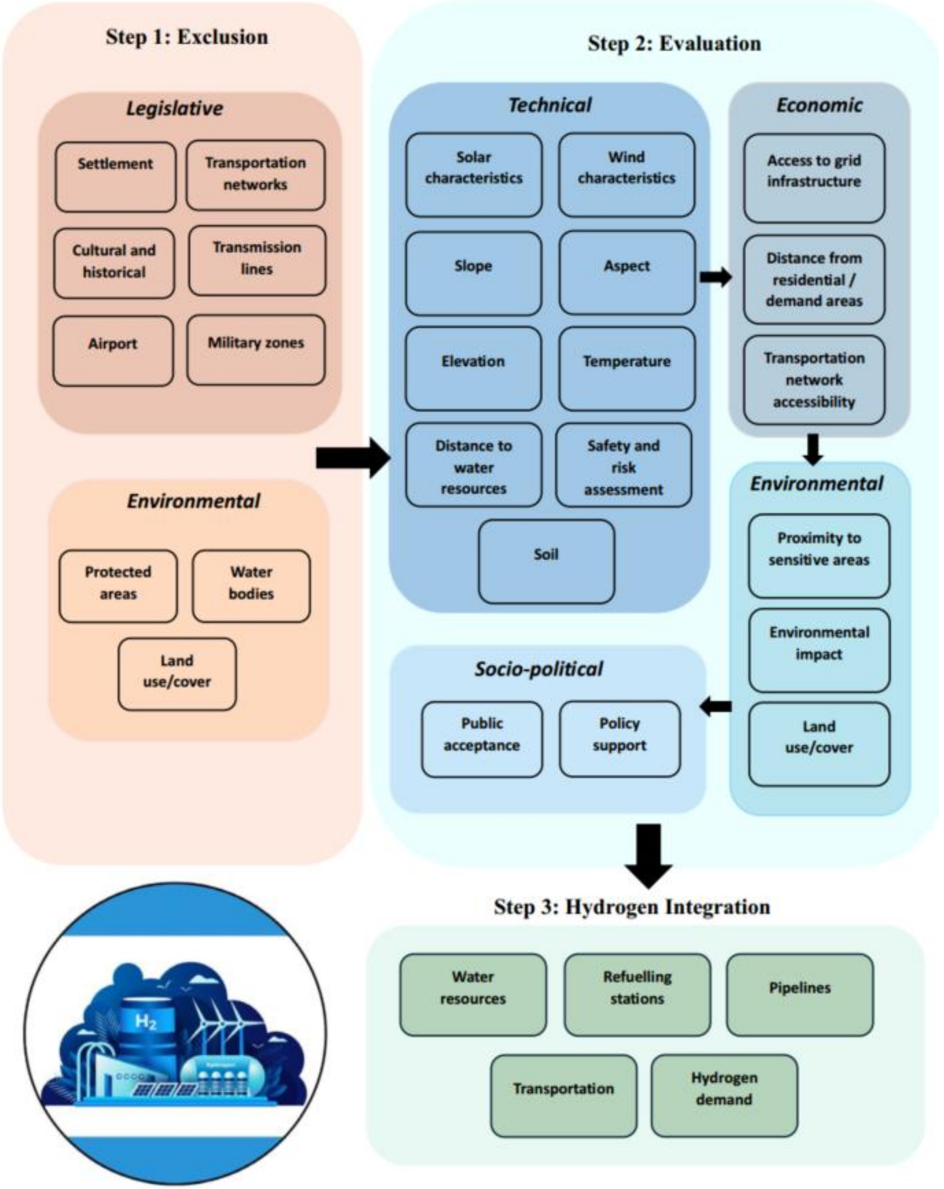






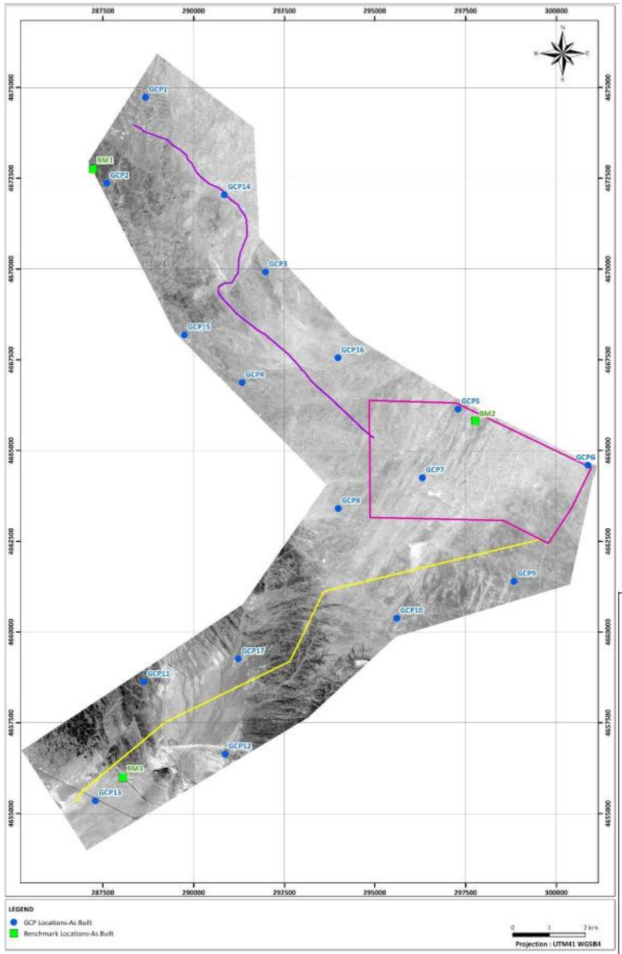
SAHA BELİRLEME KRİTERLERİ - KARA

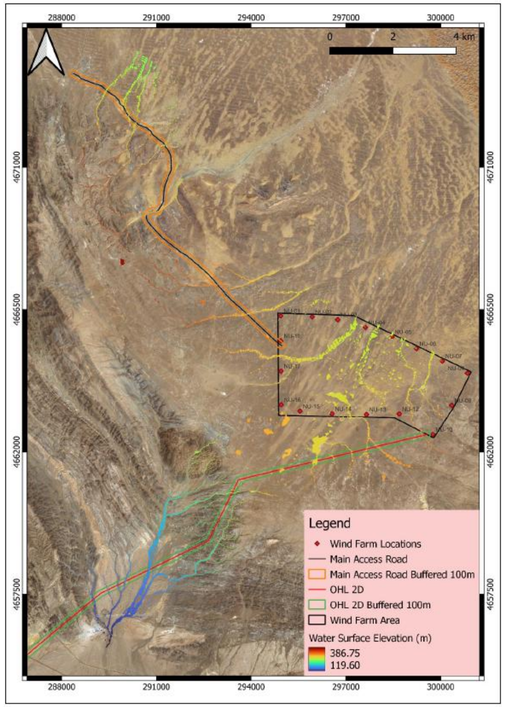
- **Coğrafik Özellikler:** Ulaşım, ekonomik durum, yerleşim durumu, mevcut altyapı
- **Teknik Özellikler:**
  - Rüzgar potansiyeli, rüzgar sürekliliği, türbülans (RES).
  - Işınım potansiyeli, kar ve toz birikim potansiyeli (GES).
- **Topografik ve Geoteknik Özellikler:** Eğim durumu, yerel zemin koşulları ,depremsellik, heyelan, taşkın potansiyeli
  - GES alanları için düşük eğim (<%3) elverişlidir.
  - GES alanları için kaya tabakaları problem teşkil ederken, RES alanları için yüzeye yakın kaya birimler avantajlıdır.
- **Çevresel Özellikler:** Koruma alanları, arkeolojik bölgeler, elektromanyetik etki
- **Arazi Mülkiyeti ve İmar Özellikleri:** Kamulaştırma ihtiyacı, stratejik kısıtlar (askeri bölgeler, havacılık kısıtları vs)
- **Sosyo-politik faktörler**

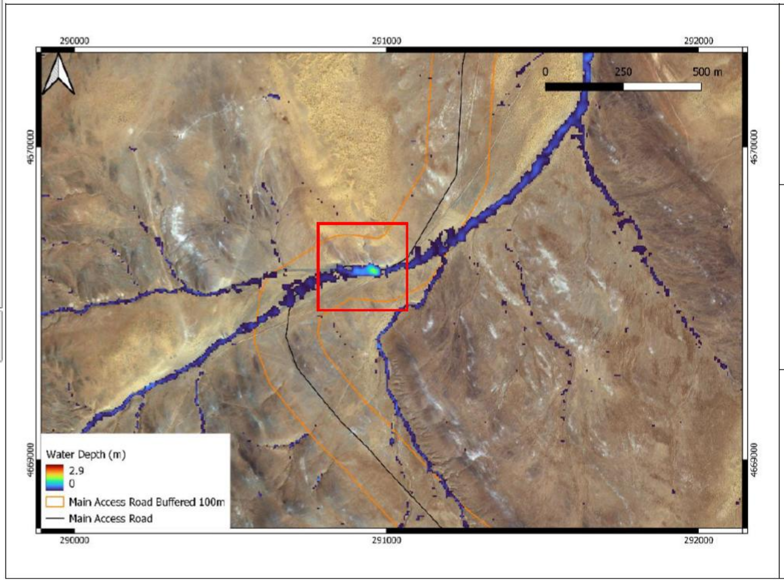


SAHA KARAKTERİZASYON ÇALIŞMALARI - KARA

- **Topografik Çalışmalar:**
  - Dijital yükseklik modeli (DEM)) ve sayısal arazi modeli (DTM)
  - Eğimli bölgelerin tespiti.
  - LİDAR, Drone, yeni çekim uydu görüntüleri ya da arşiv uydu görüntüleriyle değerlendirme
  - Hidrolojik ve geoteknik veri.
- **Çevresel Çalışmalar (ESIA):**
  - Çalışma sahalarının canlı çeşitliliği, çevresel ve habitata etki
  - İklimsel etki
  - Sosyolojik ve demografik etki.
- **Hidrolojik Çalışmalar:**
  - Bölgeye özel hidrolojik parametrelerin tayini (Intensity Duration Frequency (IDF), hidrograflar, yağış rejimi, arazi toprak yapısı
  - Su derinlik ve su hız haritalarının oluşturulması
  - Taşkın risk analizi
  - Taşkın, erozyon gibi risklere karşı bölgesel önlemlerin tespiti
  - Relokasyon seçeneklerinin değerlendirilmesi



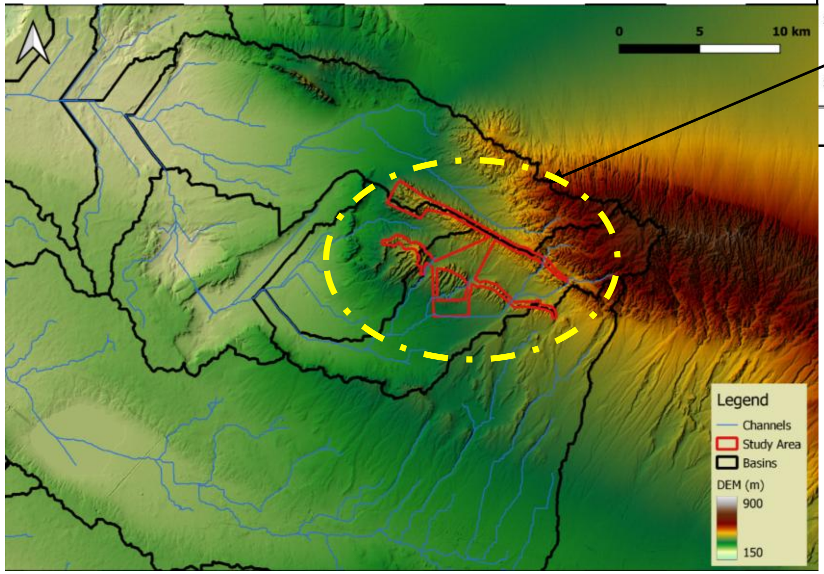


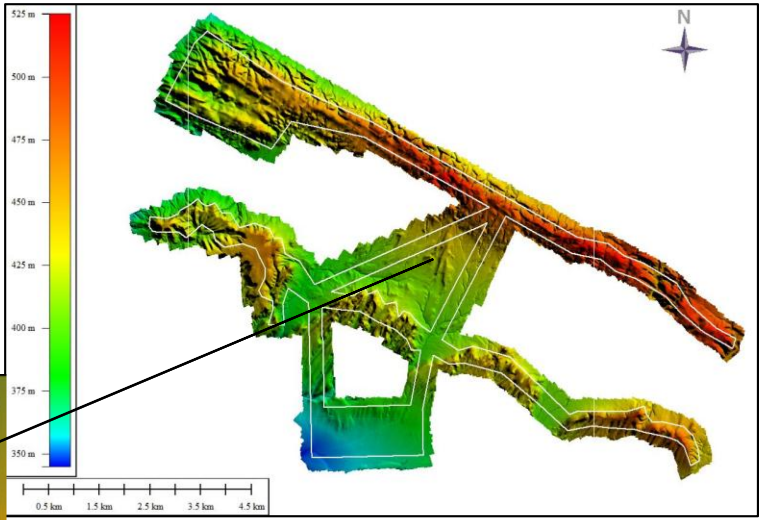


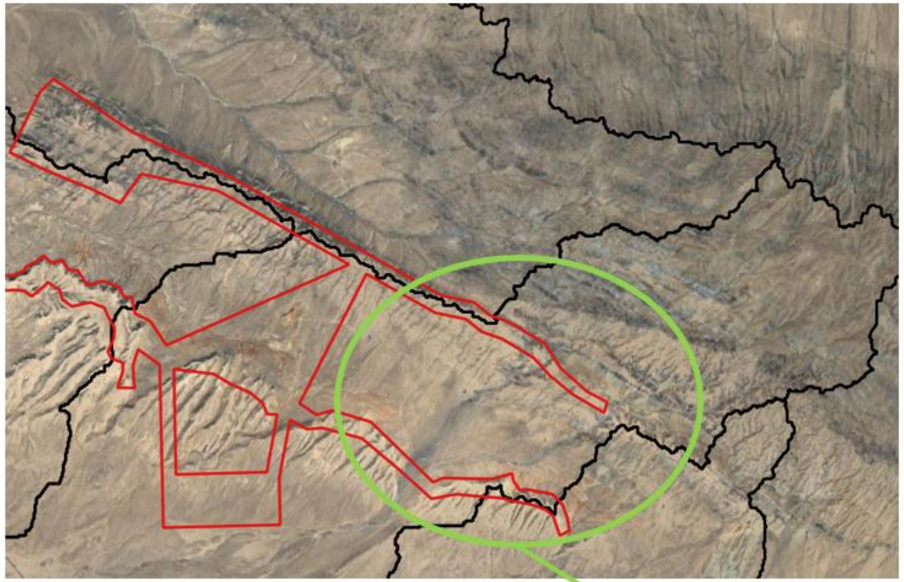
Maximum Water Level for 100-year Storm 1.32 m
Maximum Surface Elevation for 100–year Storm. 308.98 m
Peak Discharges for 100-Year Storm. 1.90 m^3/s

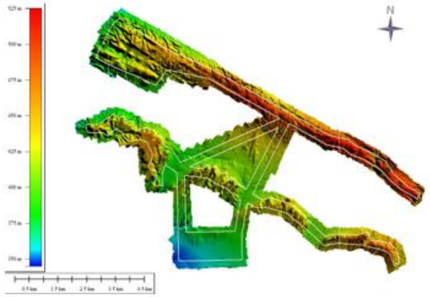
SAHA KARAKTERİZASYON ÇALIŞMALARI - KARA

- Topografik Veri Çıktısı>>> Hidroloji verisi için girdi
- Topografya araştırma alanı hidrolojik ihtiyaçları göre şekillenmeli
- Yükseklik verisi havza sınırları göz önüne alınarak toplanmalı



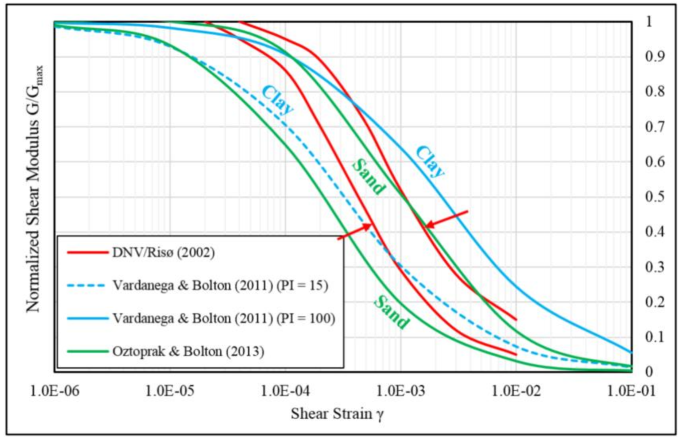


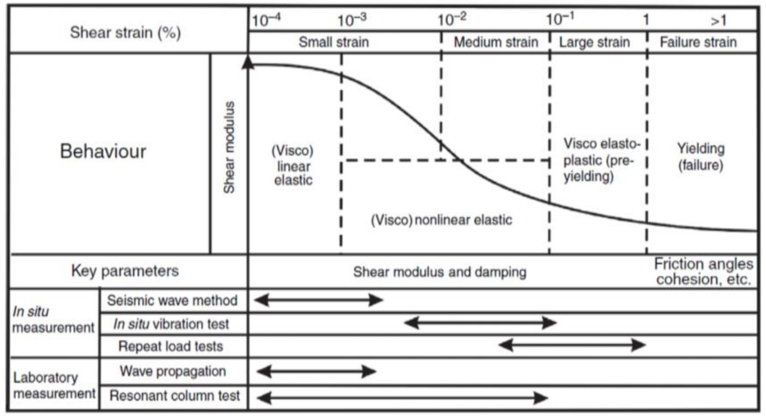


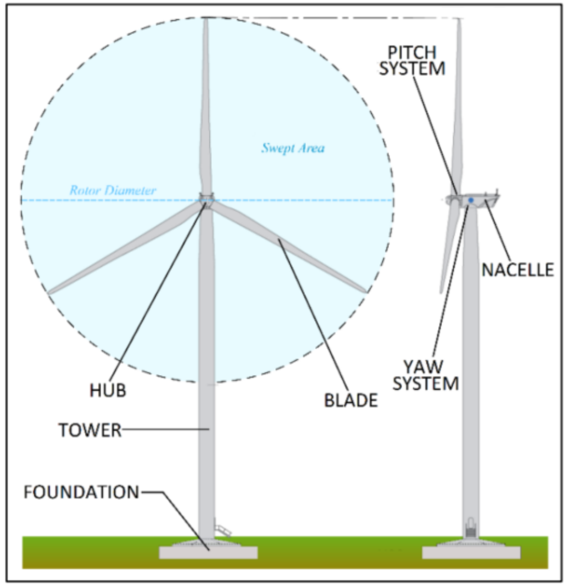


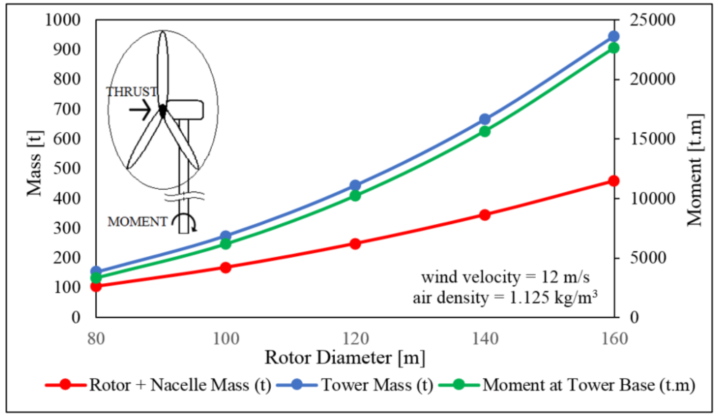
YAPI ÖZELLİKLERİ

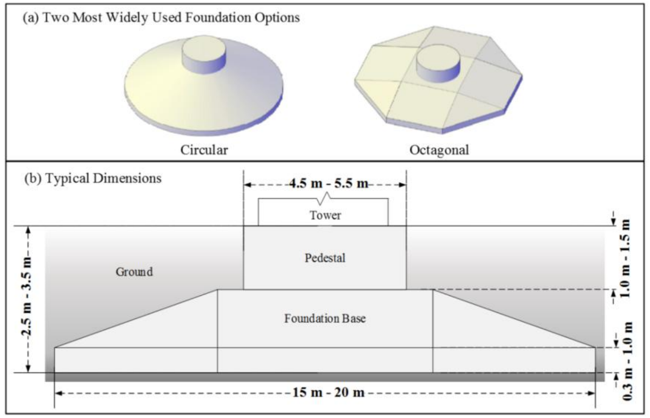
- **RES**
  - Rotor çapına bağlı yapısal etki : Kesme kuvveti, moment, düşey gerilme
  - Temeller: Ağırlık (Gravity) tipi veya kazıklı
  - Yüksek rotor çapı, büyük moment & kesme kuvvetleri
  - Egzantrik temel gerilmesi
  - Rotasyonel rijitlik: Düşük deformasyonlu kayma modülü (Gmax)>>> Yapı zemin etkileşim problemleri

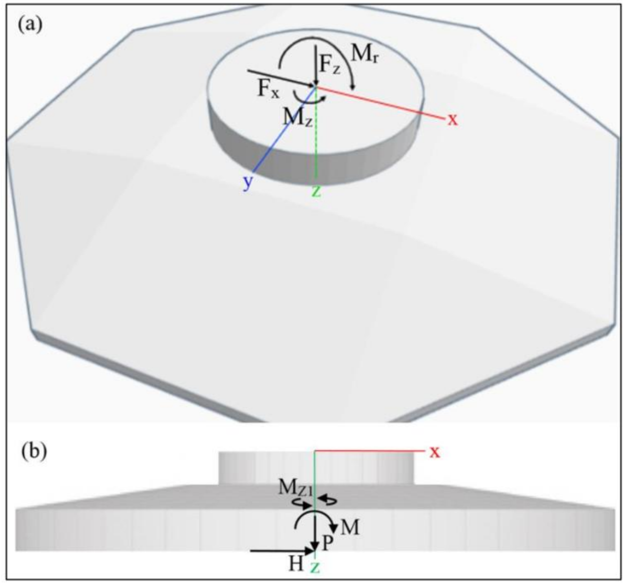


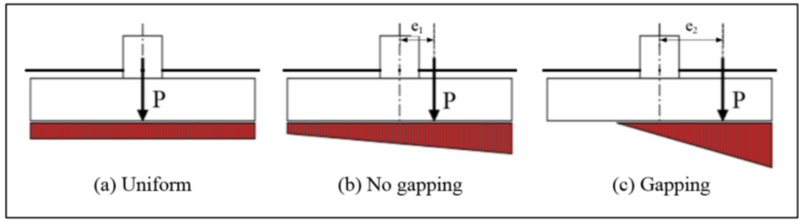






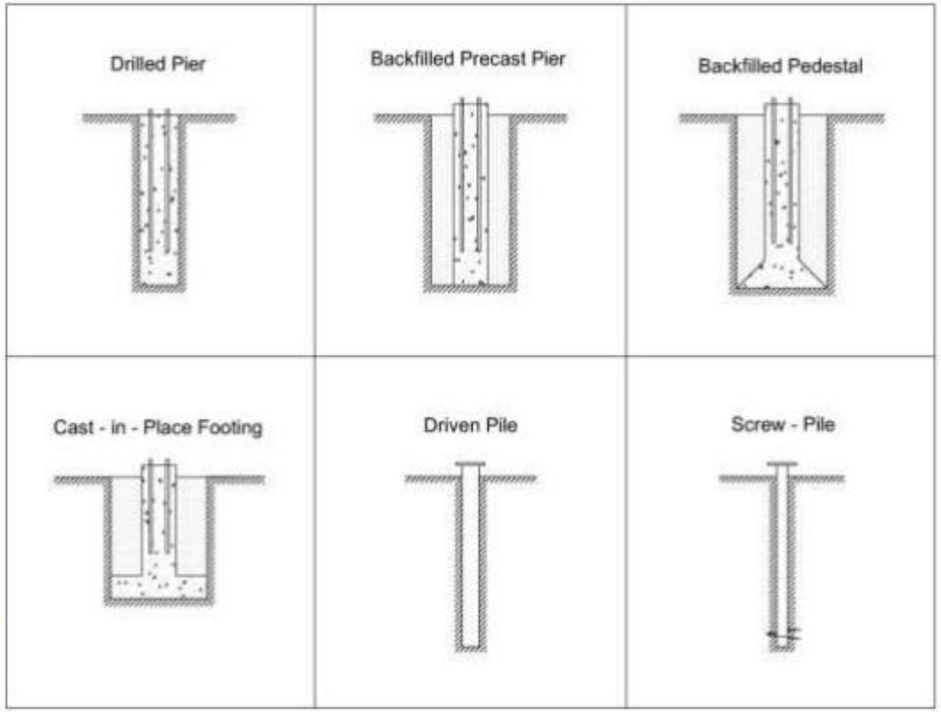


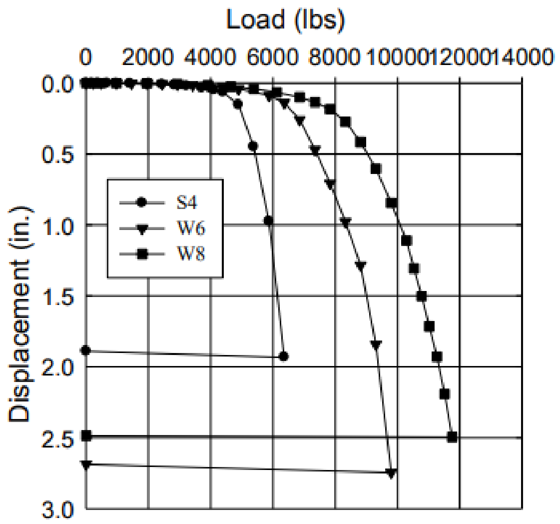




YAPI ÖZELLİKLERİ

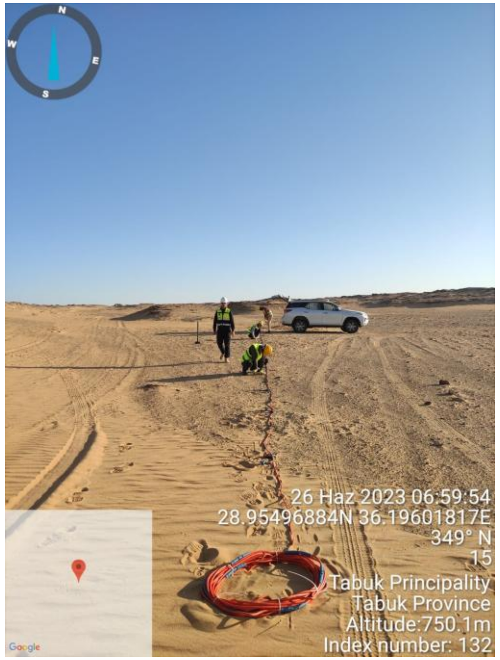
- **GES**
  - Sığ temel sistemleri
  - Tekil çakma kazıklar, forekazıklar
  - Prefabrike kazıklar
  - Çelik çakma kazıklar
  - Helisel (Screw) Kazıklar
  - Rüzgar kaynaklı çekme kuvvetleri
  - Donma & Çözünme etkileri & don derinliği
  - Sürekli veri (Continuous Data) sağlayan saha araştırma yöntemleri
  - Detaylı fiziksel & mekanik laboratuvar çalışmaları

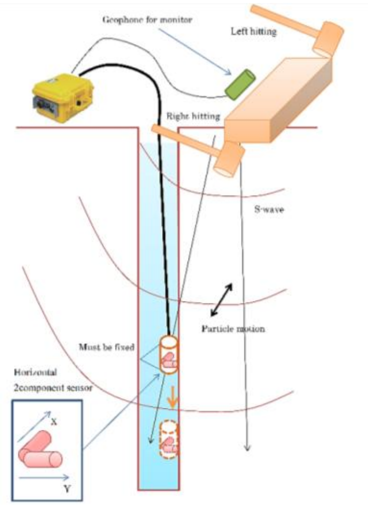




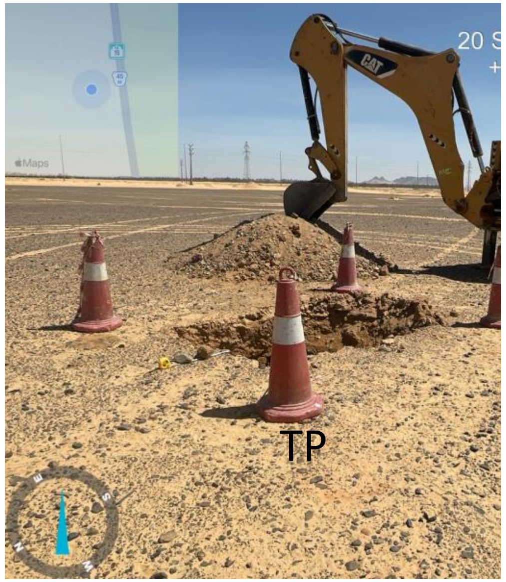
SAHA KARAKTERİZASYON ÇALIŞMALARI - KARA

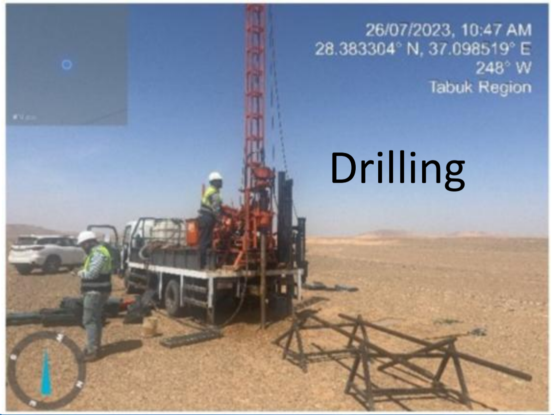
- **Geoteknik Saha Araştırma Çalışmaları**
  - Sondaj, araştırma çukuru açılması
  - Sondaj içinde standard penetrasyon testi (SPT) ve presiyometre testi (MPT) uygulanması
  - Konik Penetrasyon Testi (CPT)
  - Dinamik Konik Penetrasyon Testi (DCPT)
  - Geçirimlilik Testi (Double Ring Infiltration (DRI))
  - Plaka Yükleme Testi (PLT)
  - Yerinde CBR (In-Situ) CBR deneyi
  - Kum konisi (SC) deneyi
  - Permeabilite deneyi (Falling head, constant head)
  - Kazık Yükleme Deneyleri (RES)
  - Kazık Çakma & Çekme Deneyleri (Pull-Out Tests - GES)
- **Jeofizik Saha Araştırma Çalışmaları**
  - Termal İletkenlik Deneyi (TRT)
  - Düşey Elektrik Rezistivite (VES) Deneyi
  - Sismik Kırılma ve Sismik Yansıma (SR & MASW)
  - P-S Logging
  - Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT)
  - Kuyu İçi Sismik (DHST)
  - Çapraz Kuyu İçi sismik (CHST)
- **Laboratuvar Çalışmaları**
  - Fiziksel Zemin Deneyleri: Elek analizi, Atterberg Limitleri, hidrometre, birim hacim ağırlık, danesel yoğunluk, su muhtevası
  - Mekanik Zemin Deneyleri: Konsolidasyon (Odömetre), direk kesme deneyi (DST), üç eksenli (triaxial), şişme (swelling) ve çökme (collapsibility) testleri,
  - Kaya Deneyleri: Üç eksenli kesme deneyleri (UCS), poisson oranı ve elastisite modülü tayini, suda aşınma (water absorbtion), bulk density
  - Kimyasal Deneyler: Agresif iyon içeriği (Sülfat,Klorür), organic içerik, pH içeriği

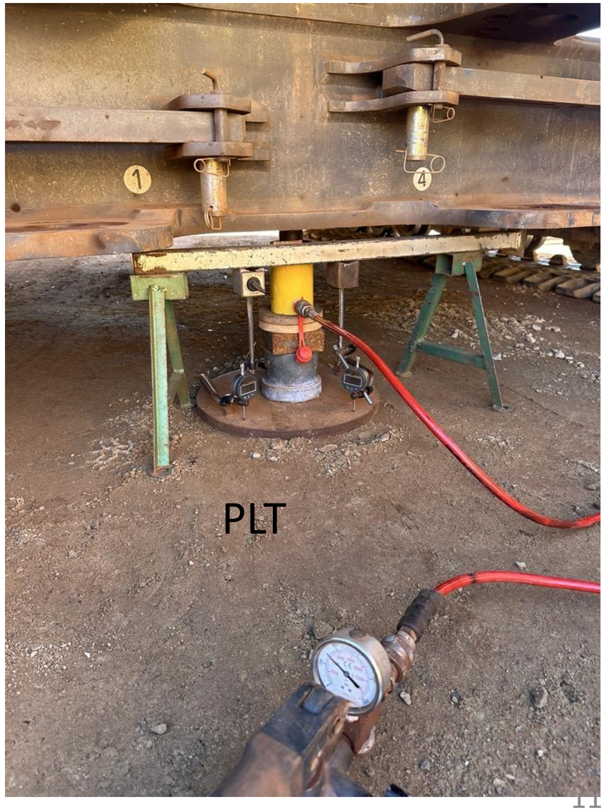




GEOTEKNİK & JEOFİZİK ARAŞTIRMALAR : YÖNTEMLER





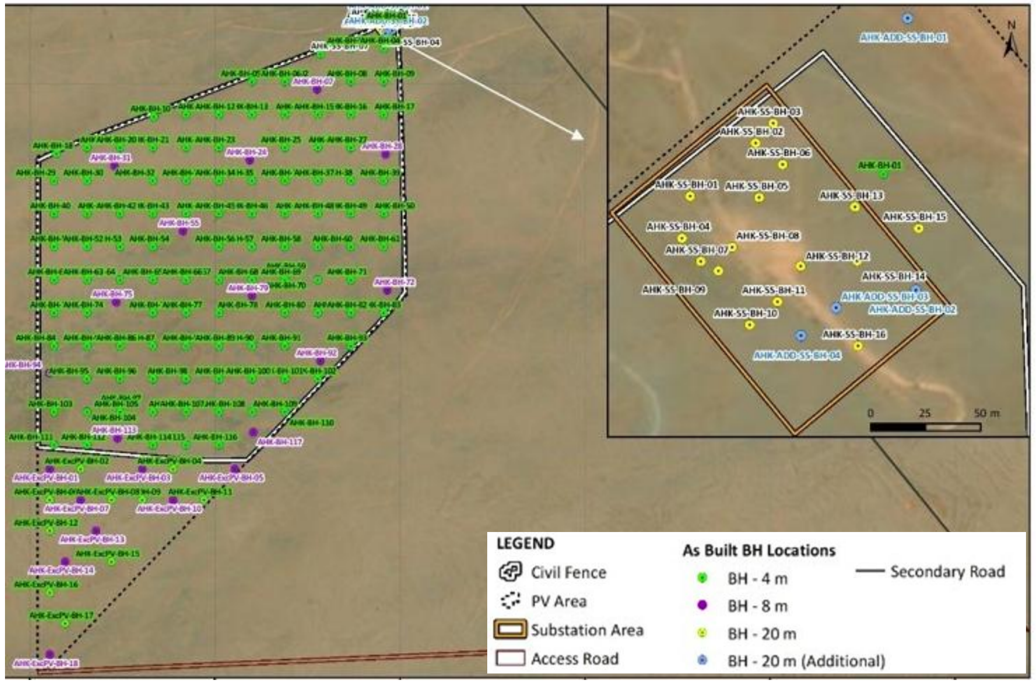


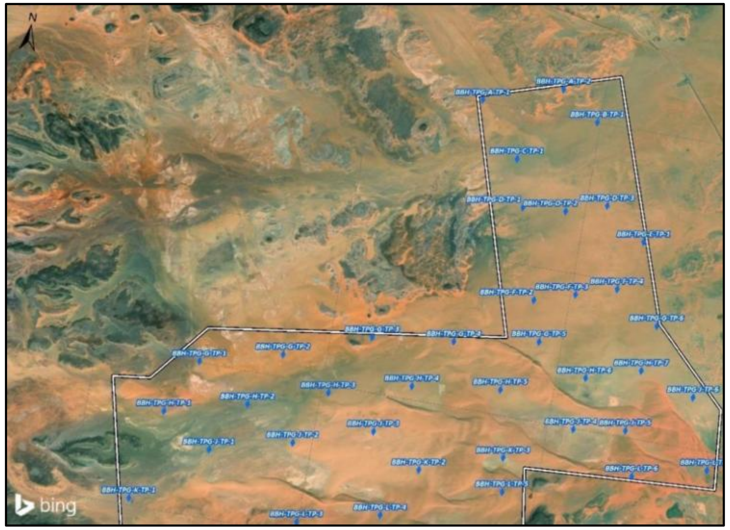
GEOTEKNİK & JEOFİZİK ARAŞTIRMALAR : YÖNTEMLER

- **Standartlar:**
- **TBDY 2018 (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği):** Sahaya özel deprem tehlike analizleri ve zemin yerel sınıflandırması
- **TS EN 1997 (Eurocode 7):** Geoteknik tasarımın genel ilkelerini
- **ASTM Standartları:** Arazi ve laboratuvar testleri yapım yöntemi
- **RES:**
  - **IEC 61400-1:** Geoteknik verilerin türbin ömrü üzerindeki etkisi.
  - **DNV-ST-0126:** RES destek yapıları ve temelleri için dinamik analizler ve zemin-yapı etkileşimi
  - **Üretici Şartnameleri:** GE, Vestas vb. Yapı özelinde rotasyonel rijitlik ve yatak katsayısı tayinleri.
- **GES:**
  - **ASCE 7-16:** Rüzgar yüklerinin paneller üzerindeki etkisi
  - **IEEE 142:** Topraklama sistemlerinin tasarımı için özdirenç (resistivity) testleri
  - **Çakma Deneyleri (Pull-out Tests):** GES projelerine özel bir "standart uygulama" halini almıştır. Kazığın çakılarak çekme, basma ve yatay yük test kriterleri

GEOTEKNİK & JEOFİZİK ARAŞTIRMALAR : YÖNTEMLER

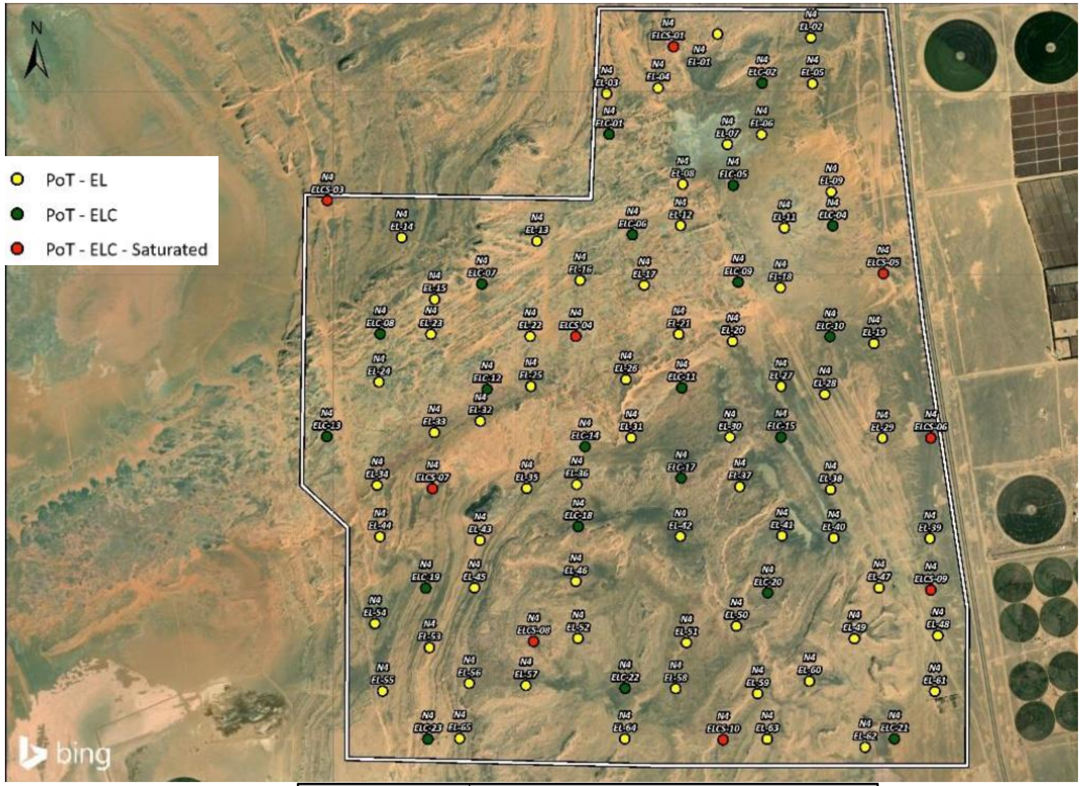
- **Uygulama Sıklıkları:**
- **RES - Geoteknik:**
  - **Sondaj &CPT: Uygulama safhasında her türbin altında asgari 1 adet (min 15m)**
  - **Araştırma Çukuru: Uygulama safhasında sondaj sayısının %50si**.
  - **Presiyometre: Alüvyon zeminlerde sondajların %30'unda derinlik boyunca 4-6 metre aralıklarla yapılır.**
  - **Plaka Yükleme: Ş**alt sahası ve kontrol merkezi gibi konumlarda projeye özel olarak belirlenen sayı ve derinlik.
  - **Emilim (DRI) &Perkolasyon Deneyi: Araştırma çukuruna eşit sayıda** yapılabilir.
  - **Yerinde CBR (In-Situ) Deneyi:** Saha içi ulaşım yolları ve yardımcı tesis (Şalt Sahası, Kontrol Merkezi vs) , proje ihtiyaçlarına uygun sayı ve sıklık.
  - **Kum konisi (SC) Deneyi: Araştırma çukuru sayısına eşit ve ek olarak**, saha içi ulaşım yolları ve yardımcı tesis (Şalt Sahası, Kontrol Merkezi vs) lokasyonları
- **RES - Jeofizik:**
  - **VES: Her 2 türbinde 1 adet olacak şekilde yapılabilir**. Geofon teşkili ve hat uzunluğu seçimi
  - **TRT: VES ile eşit sayıda yapılabilir**. Araştırma çukurları içinde farklı seviyelerde ölçüm
  - **Sismik Kırılma (SR) & MASW: Her 10 türbinde 1 adet**. Bölgedeki litolojik ve jeolojik anomaliler (YASS varlığı, Karstlaşma) varsa bu sayı arttırılabilir.
  - **Cross-Hole &P-S Logging & Downhole Seismic Test: Her 10 türbinde 1 adet yapılabilir.** Bölgedeki litolojik ve jeolojik anomaliler (YASS varlığı, Karstlaşma) varsa bu sayı arttırılabilir.
  - **Elektrik Özdirenç Tomografi:** Jeotehlike (Karstlik boşluk vs) potansiyeli gözlenen alanlar





GEOTEKNİK & JEOFİZİK ARAŞTIRMALAR : YÖNTEMLER

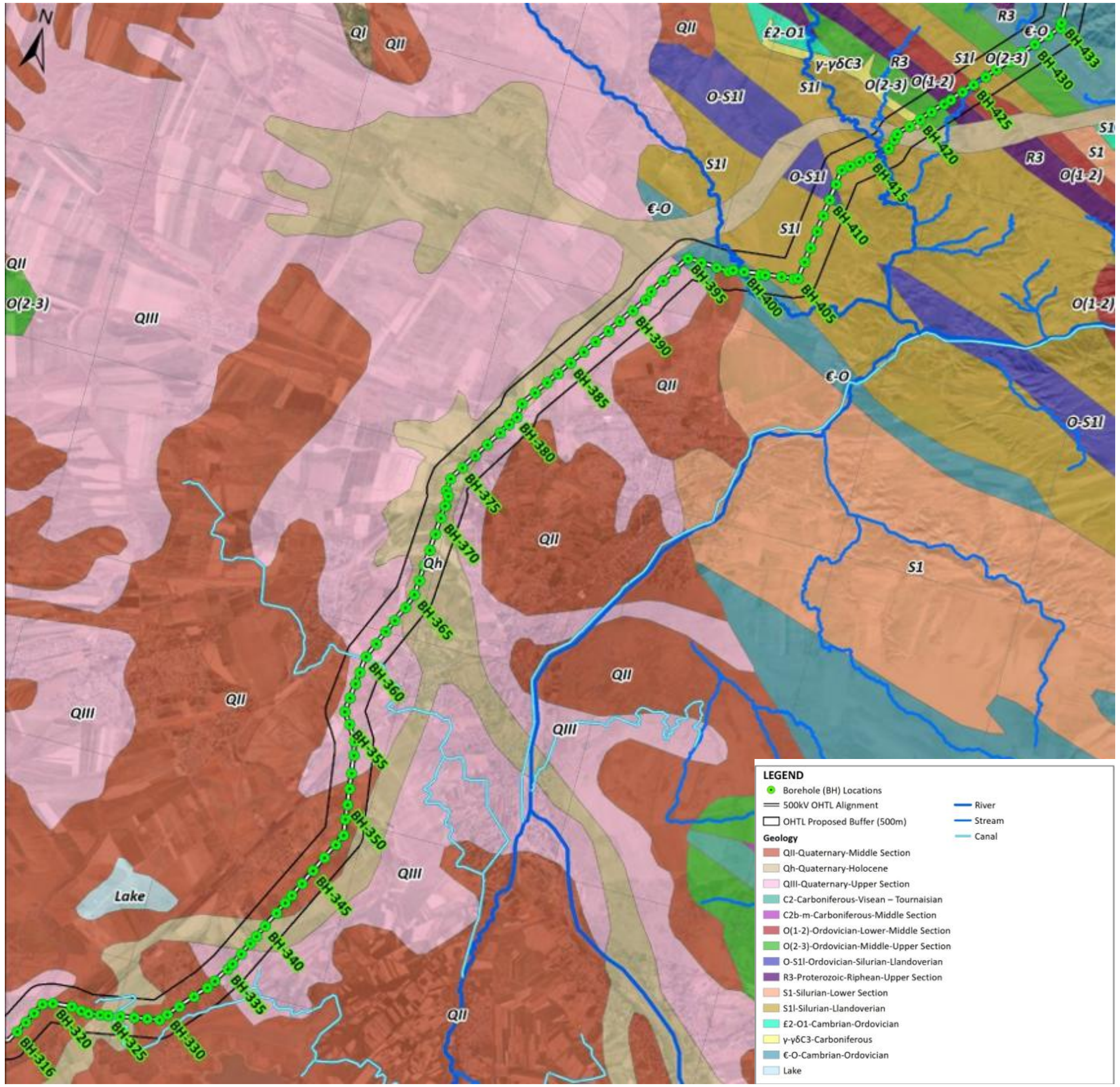
- **Uygulama Sıklıkları:**
- **GES**
  - Birim alan başı yoğunluk kabulü
  - RES'e göre sığ araştırma derinliği.
  - Max sondaj derinliği 10 m (PV bölgesi).
  - Sürekli veri sağlayan CPT, DCPT deneyleri
  - Kuyu içi jeofizik sınırlı.
  - Zemin sınıfının tespiti için bir derin sondaj + kuyu içi sismik (CHST, P-S Logging).
  - Derin sondajlar şalt sahası ve kontrol merkezi alanlarında düşünülebilir.
  - En önemli saha araştırma: Kazık çekme & yükleme (POT) deneyleridir.
    - Zemin koşulları: Düşük taşıma kapasitesi
    - İklimsel koşulları: Don derinliği, rüzgar yükleri
    - Yapısal koşullar: Tasarım basınç, çekme, yatay yükler



Araştırma	Tasarım Aşaması	
	Ön Proje (adet/km2)	Uygulama Projesi (adet/km2)
Sondaj	3.0-3.5	5
Araştırma Çukuru	1.50-2.0	2.5
DCPT	3.0-3.50	5
PCPT	0.40-0.60	0.80-1.0
CHST	0.40-0.60	0.80-1.0
SR & MASW	0.40-0.60	0.80-1.0
VES	1.50-2.0	2.5
DRI	0.40-0.60	0.80-1.0
TRT	1.50-2.0	2.5
POT	3.0-3.50	N/A

GEOTEKNİK & JEOFİZİK ARAŞTIRMALAR : YÖNTEMLER

- **Uygulama Sıklıkları:**
- **Elektrik İletim Hatları (Overhead Transmission Lines (OHTL))**
    - Güzergah boyunca her bir kule altında bir araştırma noktası (Sondaj & CPT)
    - Kule aralıkları iletim kapasitesine göre 350-500 m aralıkta
    - Her sondaj lokasyonunda özdirenç ölçümü.
    - Yerel zemin koşulları, depremsellik, jeolojik, hidrolojik, topografik şartlar.
    - Çoklu kriter karar verme algoritmaları (MCDM) ve Güvenilirlik Bazlı tasarım (RBD) yaklaşımları
    - Daha basit mühendislik yapıları, ancak değişken saha koşulları – Genelleştirilmesi zor çözümler
    - Projeye özel mühendislik yaklaşımı

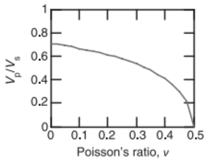


SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – PARAMETRE TAYİNİ

- **Parametre Tayini:**
  - **Fiziksel Deneyler:** Zemin sınıflandırması, mühendislik davranışı
  - **Mekanik Özellikler**: Fiziksel forma uygun bir laboratuvar deney program hazırlanması
    - **Kayma Mukavemeti Açısı (Φ):** Kum-Çakıl zeminler için mukavemet parametresidir, kesme kutusu deneyi ve SPT deneyi sonuçlarına göre belirlenebilir.
    - **Drenajsız kayma dayanımı (cu):** Üç eksenli deneylerle ve kıvam limitleri & SPT-N ilişkisi ile elde edilebilir.
    - **Birim hacim ağırlık:** Laboratuvar deneyi ile tayin edilir.
  - **Kimyasal Özellikler:** Laboratuvar deneyleriyle tayin edilir, özdirenç ölçümleriyle ilişkilendirilir
  - **Dinamik Özellikler:** Kayma dalgası hızı, kayma modülü gibi parametreler kuyu içi & yüzeysel jeofizik deneyler & geoteknik deneylerle desteklenmeli

Table 2.1 Typical shear- and compression-wave velocities of common foundation soil and rock

Material	V_p (m/s)	V_s (m/s)	Useful relationships
Granite	5000–6000	2500–3300	P-wave velocity: $V_p=\sqrt{\frac{M}{\rho}}=\sqrt{\frac{E}{\rho}\frac{1-v}{(1-2v)(1+v)}}$
Basalt	5400–6400	2700–3500	
Limestone	3600–6000	2000–3100	S-wave velocity: $V_s=\sqrt{\frac{G}{\rho}}=\sqrt{\frac{E}{\rho}\frac{1}{2(1+v)}}$
Sandstone	1450–1650	900–1200	
Shale	2200–4000	1400–3000	Velocity ratio: $\frac{V_s}{V_p}=\sqrt{\frac{1}{2}\frac{1-2v}{1-v}}$
Till	1500–2200	800–1400	
Gravel*	740–900	375–495	
Dry loose sand*	250–450	100–300	
Dry dense sand*	400–600	200–500	
Sat. loose sand*	1450–1900	100–300	
Sat. dense sand*	1450–1900	200–500	
Sat. clays*	100–2200	75–40	
Distilled water	1480	N/A	
Seawater	1530	N/A	
Concrete	3500–4500	1850–2400	



S-wave velocity and effective stresses

$$V_s=\alpha\left(\frac{\sigma'_{mean}}{p_r}\right)^{\beta}$$

where p_r = 1 kPa and σ'_{mean} is the mean effective stress in the S-wave propagation plane.

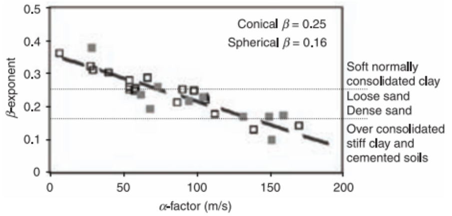
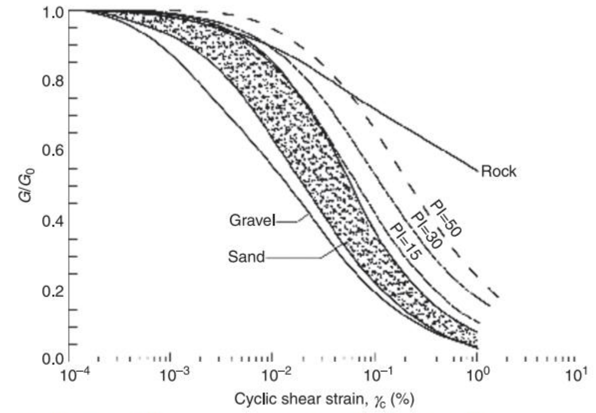


Table 2.2 Typical soil rho values

Soil type	Thermal resistivity (°C-cm/W)
Sandy soil (dry)	200
Sandy soil (moist)	83
Sandy soil (saturated)	40
Sandy-gravelly soil	71
Sandy silty-clay	55
Sandy clay loam	32
Silt loam	33
Clayey sand	79
Clayey soil	67
Lean clay	90
Fat clay	100
Volcanic soil	100

Note: rho values based on saturated soil, except where noted. Adapted from Buonanno *et al.* (1995), Lu *et al.* (2009), and various geotechnical investigation reports for wind turbine sites in the United States.

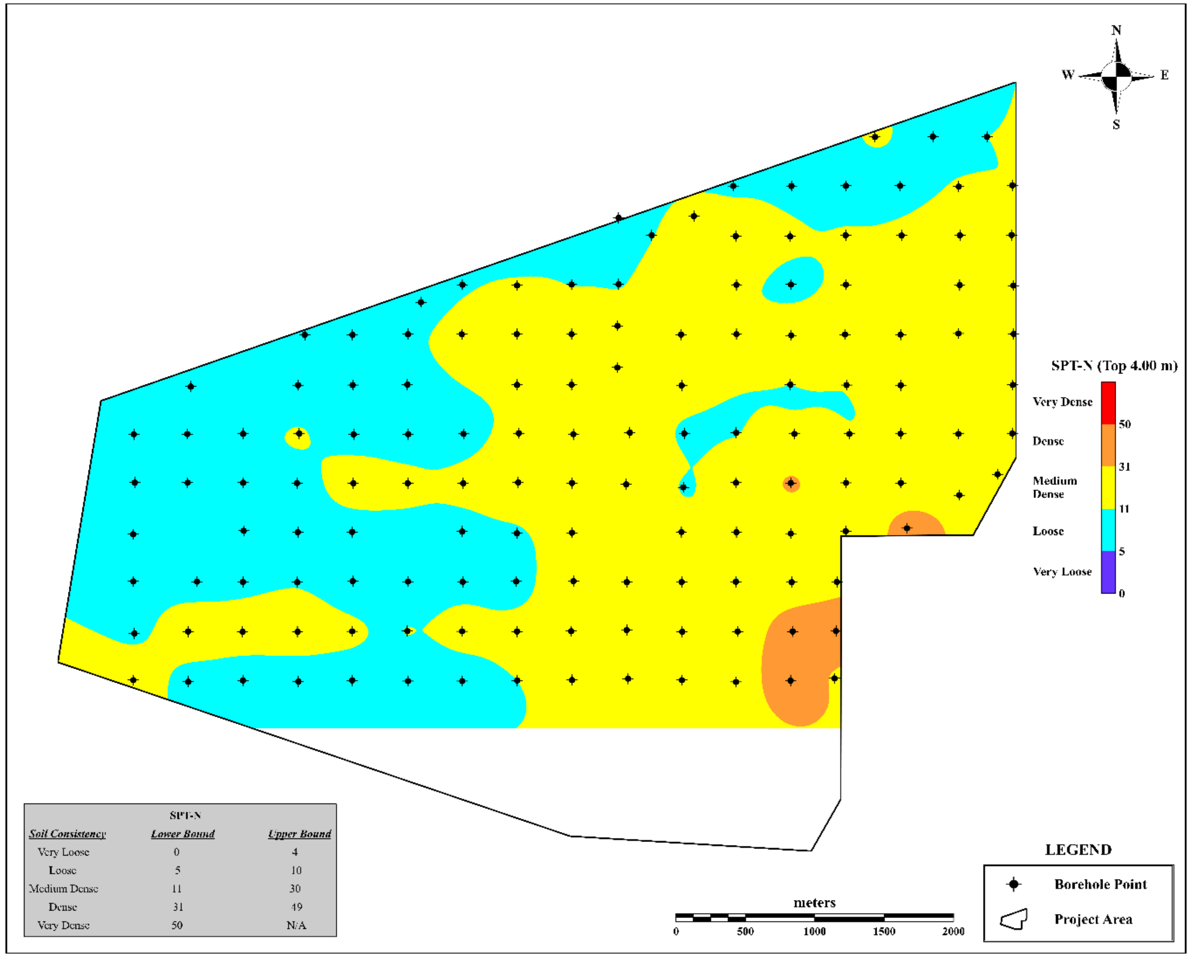


2.4 Variation of the normalized shear modulus for normally consolidated soil based on plasticity index, PI, and granular soil as a function of cyclic shear strain, γ_c (after Sykora *et al.*, 1992 and Vucetic and Dobry, 1991).

SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – Rölatif Sıkılık & SPT

Ref: Yildiz ve diğ., (2024). Geoteknik&Jeofizik Saha Araştırma Çalışmalarının Geomekansal Veri Yöntemleriyle Değerlendirilmesi, 19. Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendisliği Konferansı, Ankara

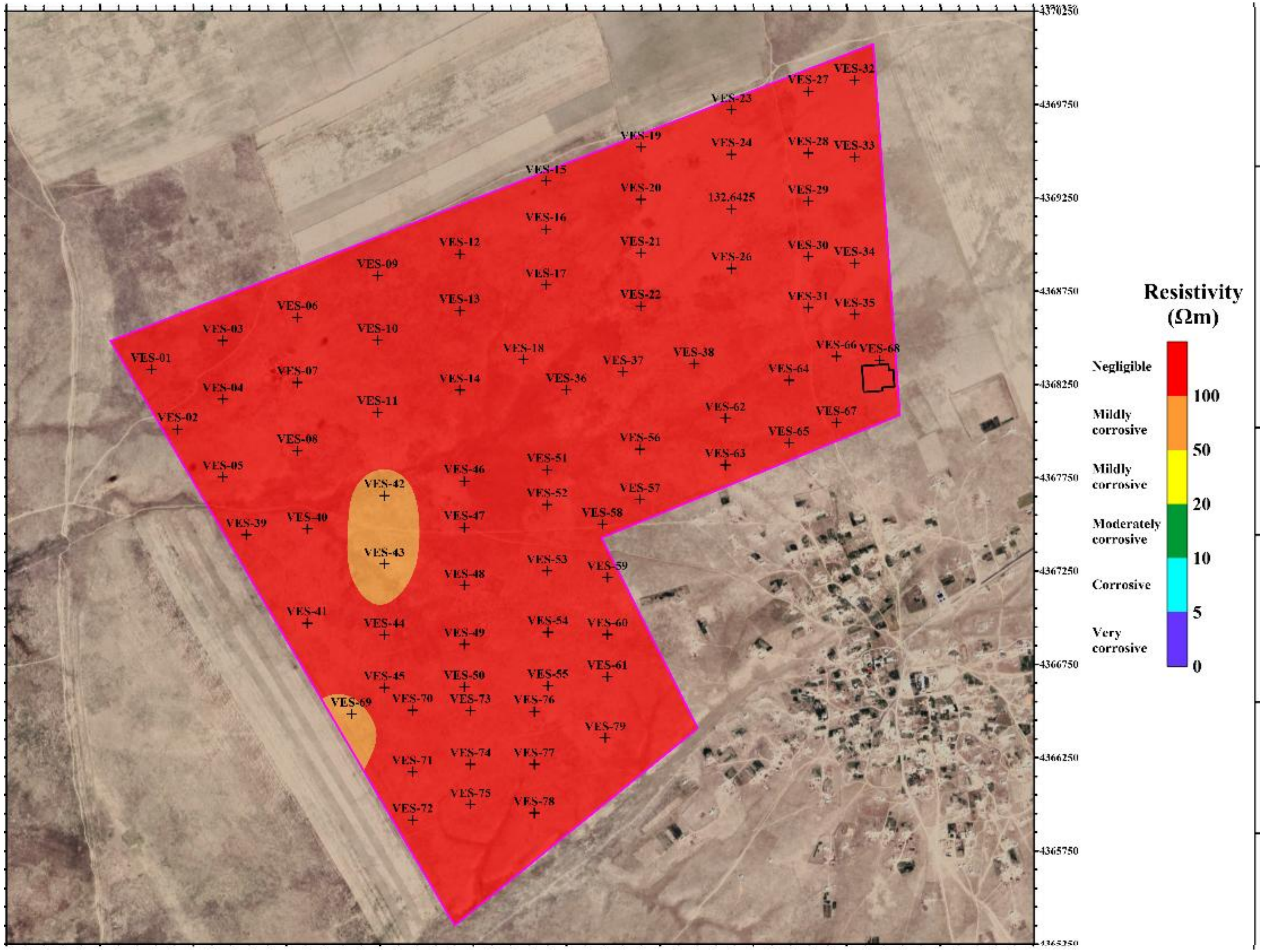
SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – Rölatif Sıkılık & SPT



SPT-N		
Soil Consistency	***Lower Bound***	***Upper Bound***
Very Loose	0	4
Loose	5	10
Medium Dense	11	30
Dense	31	49
Very Dense	50	N/A

Ref: Yildiz ve diğ., (2024). Geoteknik&Jeofizik Saha Araştırma Çalışmalarının Geomekansal Veri Yöntemleriyle Değerlendirilmesi, 19. Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendisliği Konferansı, Ankara

SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – Elektrik Özdirenç (VES) - Korozyon

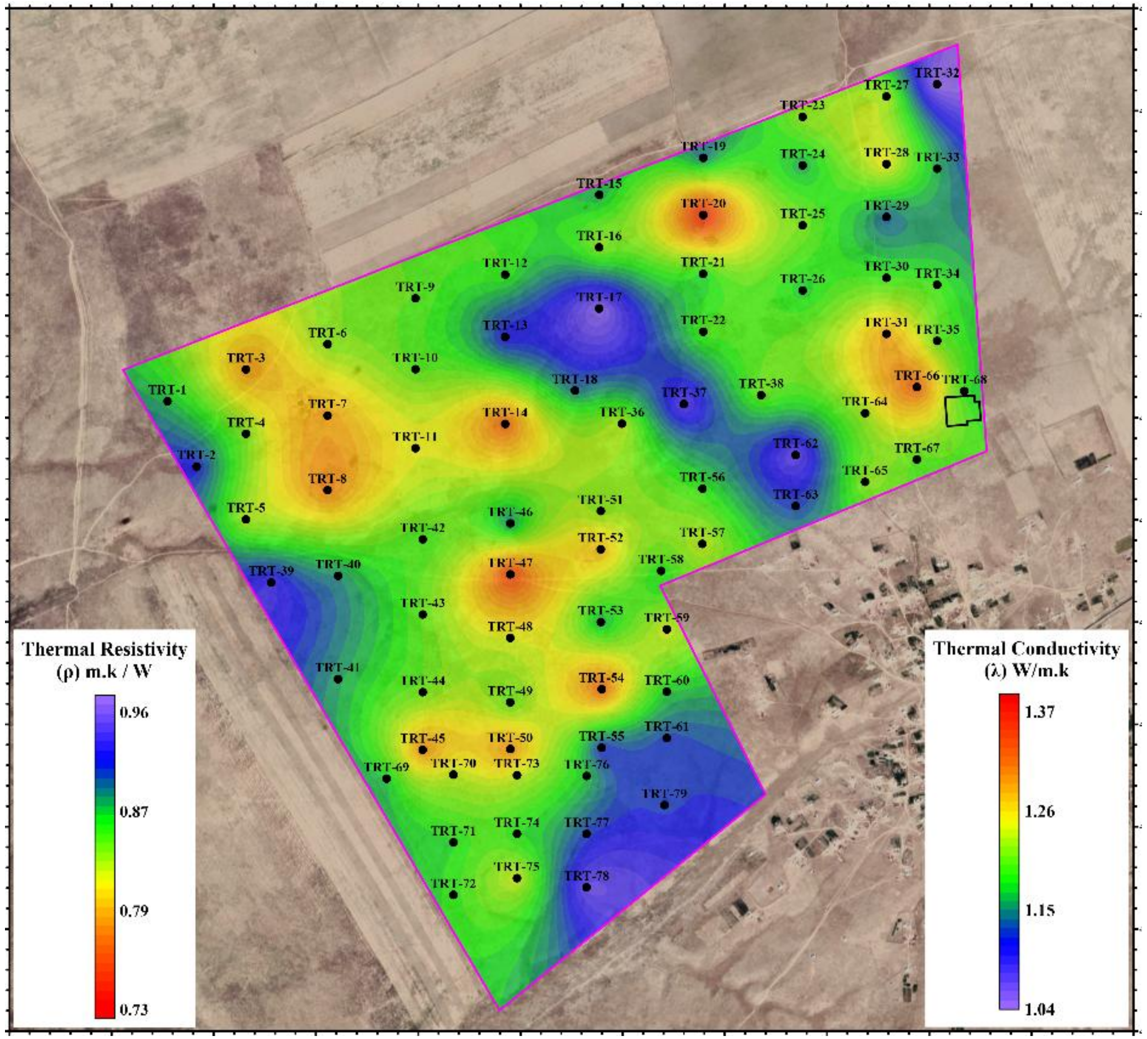


SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – MASW- Kayma Dalgası Hızı & Zemin Sınıfı

Ref: Yildiz ve diğ., (2024). Geoteknik&Jeofizik Saha Araştırma Çalışmalarının Geomekansal Veri Yöntemleriyle Değerlendirilmesi, 19. Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendisliği Konferansı, Ankara

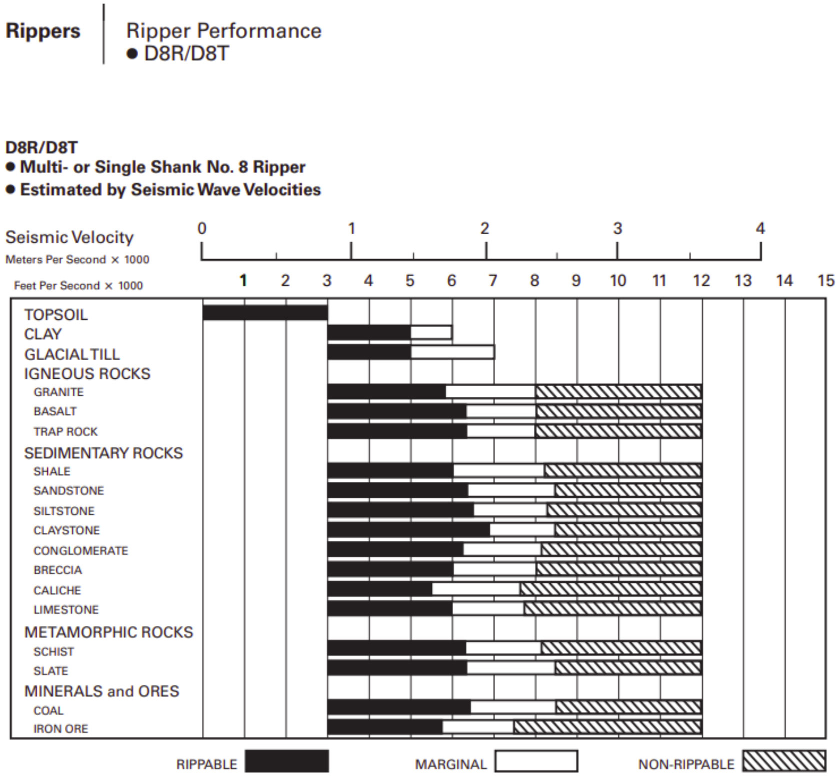
TMMOB İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI İSTANBUL ŞUBESİ

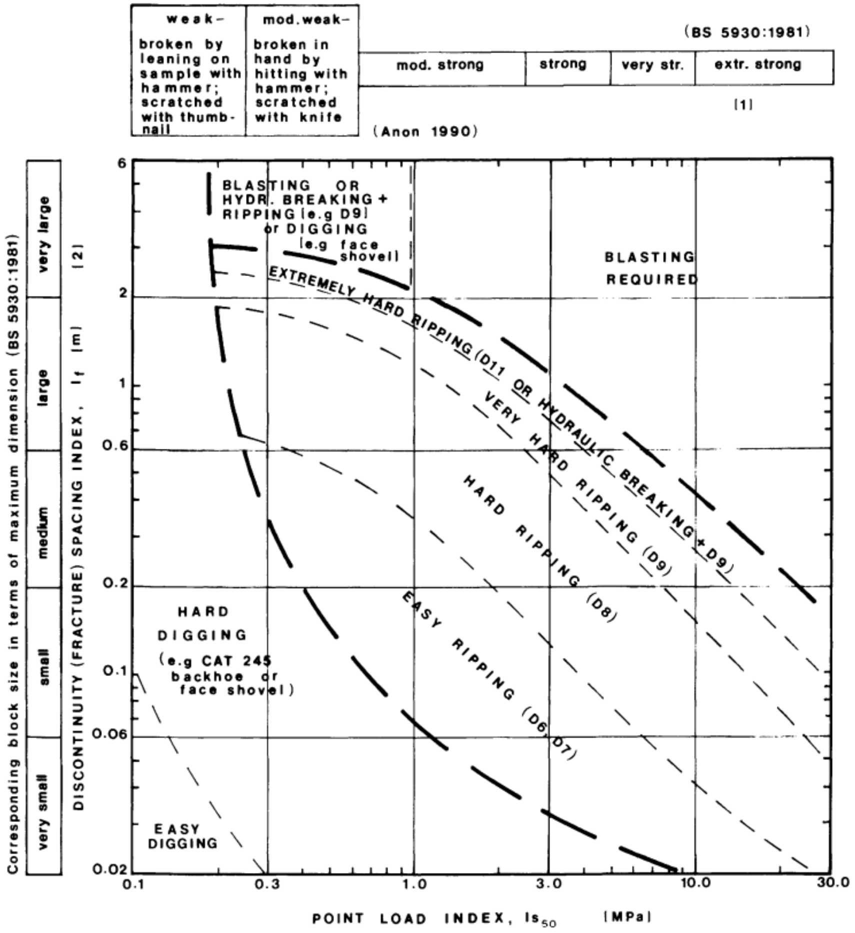
SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – Termal İletkenlik Testi (TRT)



SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – Sismik Kırılma (SR) & Nokta Yükleme - Kazılabilirlik

- **Kazılabilirlik (Excavatability):**
  - **Fiziksel & Mekanik Özellikler:**
    - RQD (Rock Quality Designation) ve Nokta Yükleme İndisi yaklaşımı
  - **Dinamik Parametre & Kaya Orijini:**
    - Basınç Dalgası Hızı (Vp)
  - **Deneyler**
    - **Sondaj:** RQD
    - **Laboratuvar:** Nokta yükleme tayini
    - **Jeofizik:** Sismik Kırılma



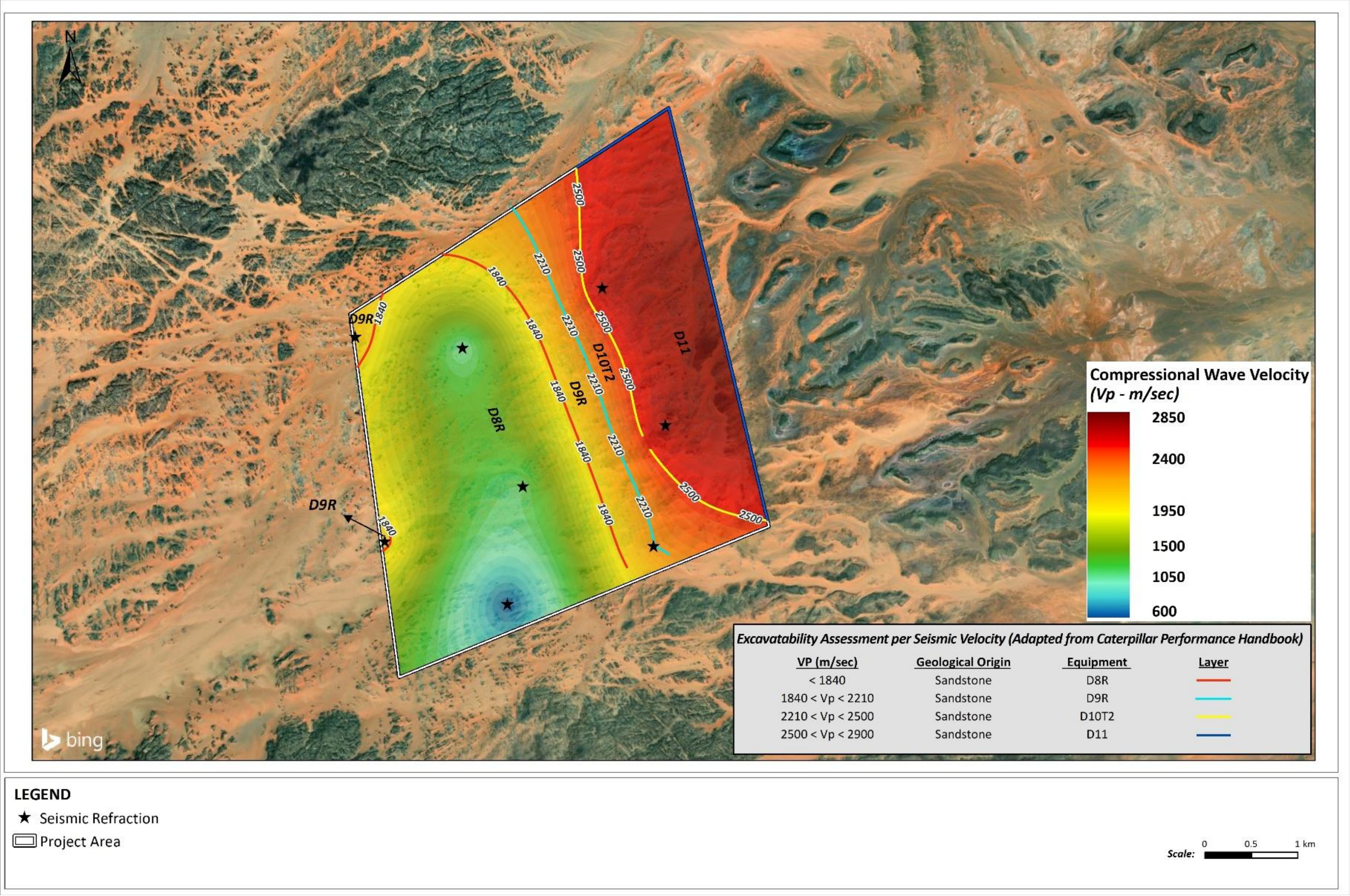


$$RQD = 115 - 3.3 * J_v$$

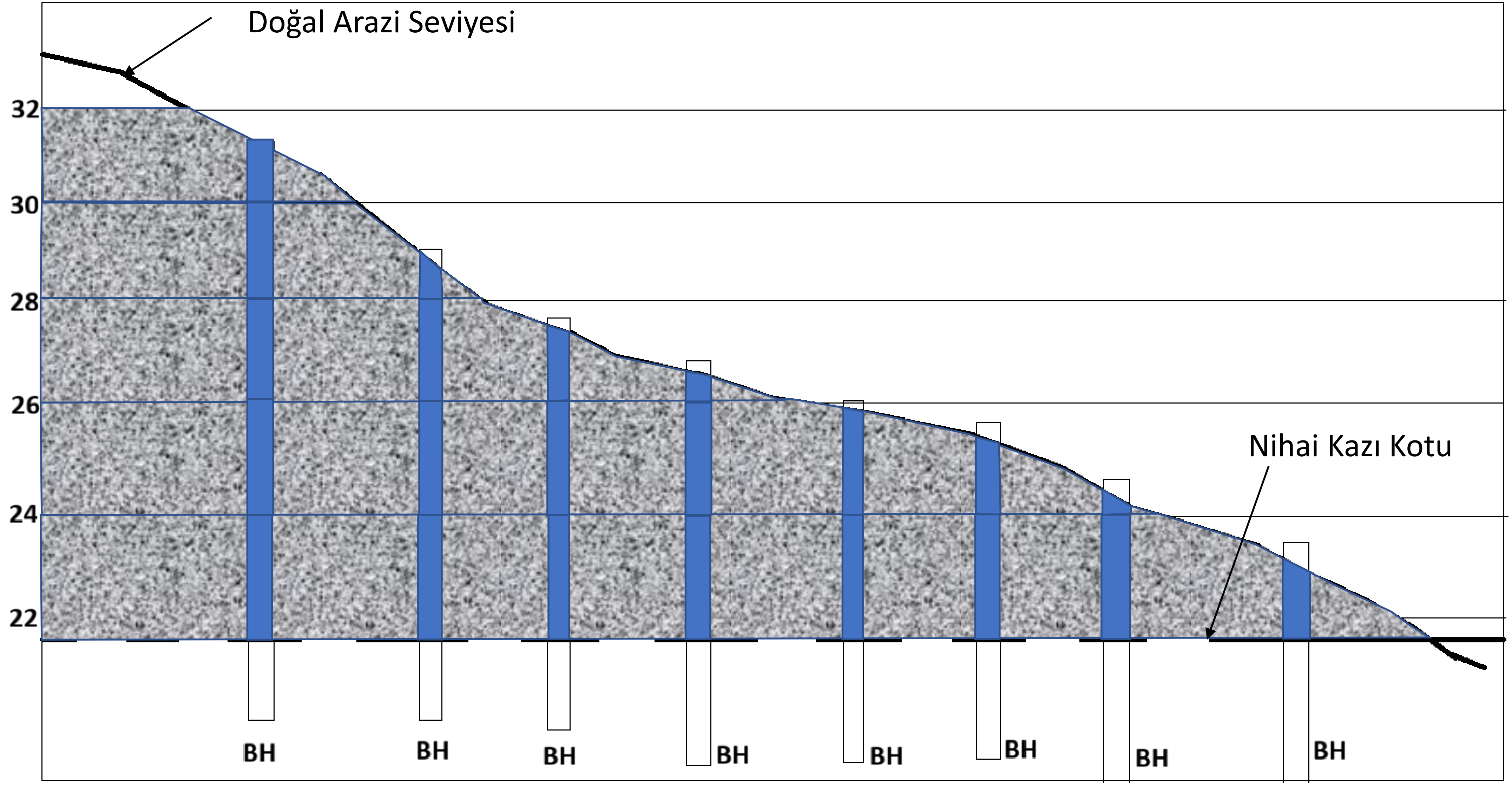
$$I_f = 3/J_v$$

TMMOB
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI
İSTANBUL ŞUBESİ

SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – Sismik Kırılma (SR) - Kazılabilirlik



SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI –P-S Logging - Kazılabilirlik



SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI –P-S Logging - Kazılabilirlik

SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – Çapraz Doğrulama

- **Çapraz Doğrulama (Cross Validation):** Farklı disiplinlerden ortak bulgular elde edilmesi
  - Tutarlılık kalite ilişkisi
  - Disiplin içi çapraz doğrulama:
    - Geoteknik araştırma sonuçları içinde tutarlılık: SPT & CPT mukayesesi
    - Jeofizik araştırma içinde tutarlılık: MASW & Çapraz Kuyu Sismik Deney (CHST) mukayesesi
  - Disiplinler arası çapraz doğrulama:
    - Geomatik & Geoteknik: Jeomorfolojik bulgular & geoteknik araştırma sonuçları mukayesesi
    - Hidroloji & Geoteknik: Yeraltı su seviyesi tespiti & zayıf zemin bulgusu
    - Geoteknik & Jeofizik: Termal iletkenlik özellikleri & fiziksel indeks özellikleri arasında tutarlılık
    - Geoteknik & Jeoloji & Jeofizik & Geomatik: Kaya mekaniği & dinamik özellikler & laboratuvar deneyleri

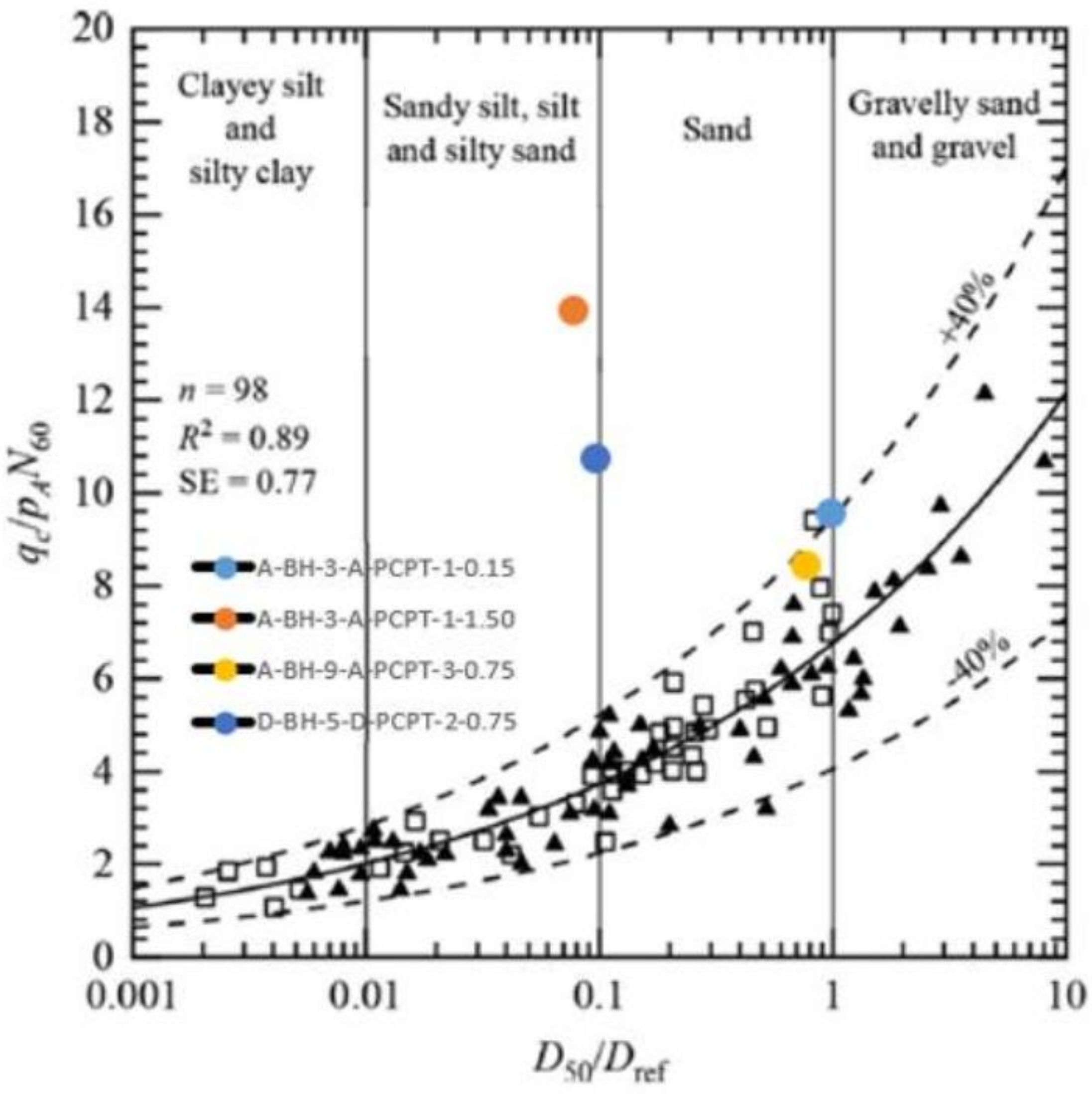
SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – SPT & CPT

- CPT sürekli data sağlasa da numune alınmasına imkan vermeyen bir deneydir.
- SPT aralıklı veri sağlasa da numune alınması mümkündür.
- Saha deneyleri laboratuvar deneyleriyle desteklenir.
- Elek analizi & zemin tipi & CPT ilişkisi

Table 43. Soil type, FR, qc/N relationship (Verbrugge (1976)

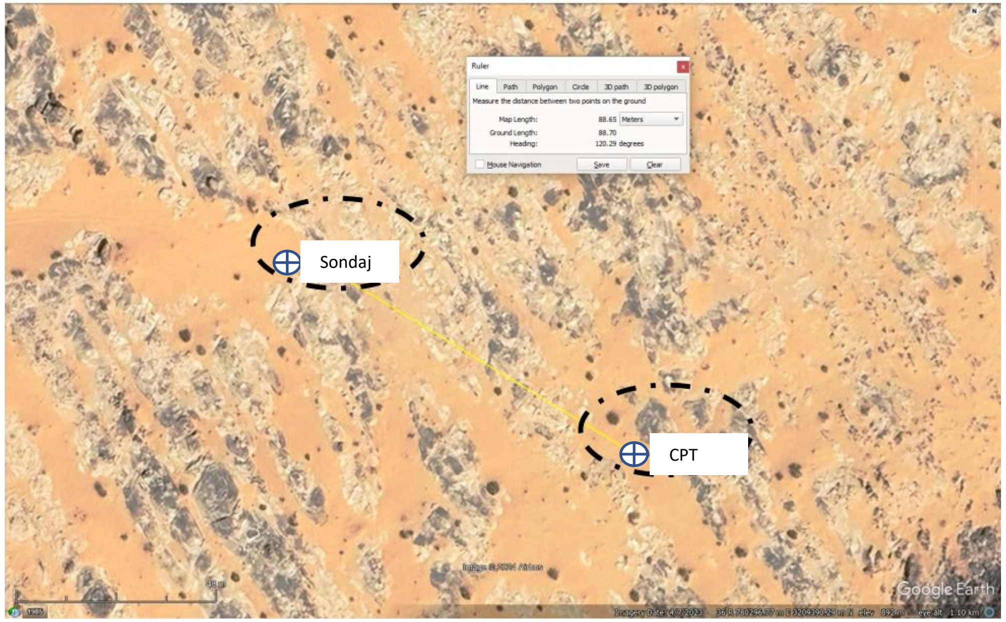
Soil Type	F_R (%)	q_c/N
Clay, peat	>4	2
Silt	2.5-4.0	3
Fine silty sand	1.7-2.5	3-4
Sand	1.2-1.7	4-5
Gravelly Sand	0.7-1.2	5-8
Gravel	<0.7	>8

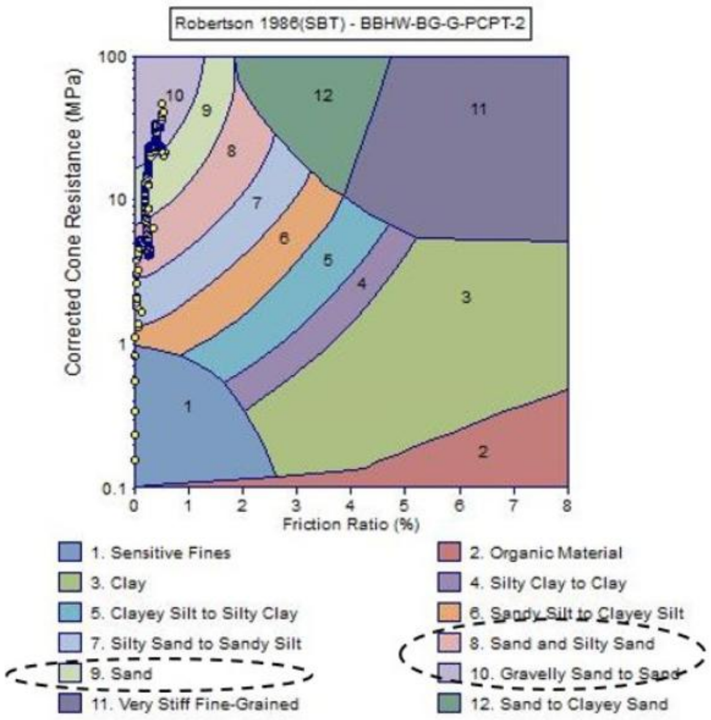
BH ID	PCPT ID	Depth (m)	N_{60}	F_R	q_c (MPa)	$(q_c/p_a)/(N_{60})$	D_{50} (mm)
		0.15	10	0	10.31	10	0.9
M4-BG-A-BH-3	M4-BG-A-PCPT-1	0.75	12	0.83	22.43	18.6	N/A
		1.50	19	1.50	27.18	14.3	0.08
		0.15	21	0.04	4.478	21.28	0.3
M4-BG-A-BH-9	M4-BG-A-PCPT-3	0.75	20	0.58	17.802	8.9	0.7
		1.50	30	0.90	37.486	12.46	N/A
		0.15	6	0.03	7.45	12.41	N/A
M4-BG-D-BH-5	M4-BG-D-PCPT-2	0.75	10	0.37	11.279	11.2	0.1
		1.50	35	0.85	42.57	12.14	N/A

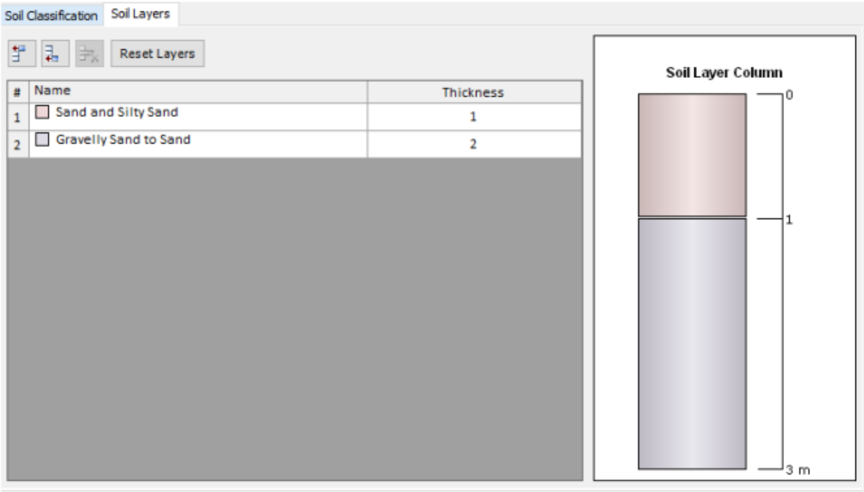


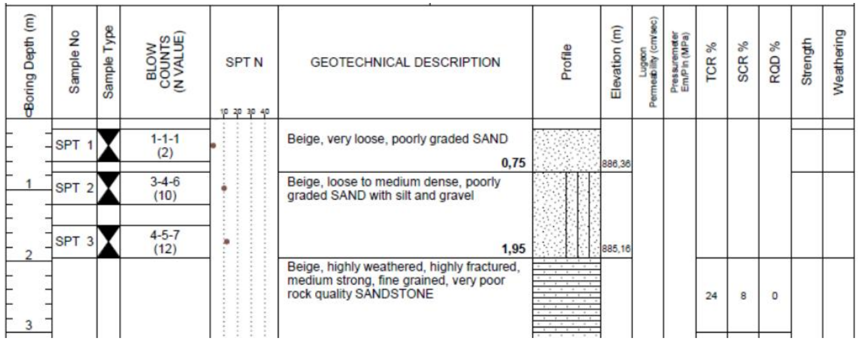
SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – SPT & CPT

- CPT: konik penetrasyon direnci (qc), çevre sürtünmesi (fs) ve sürtünme oranı (FR)
- CPT ölçüm verilerinin değerlendirilmesi: Zemin davranış indeksi (SBT)





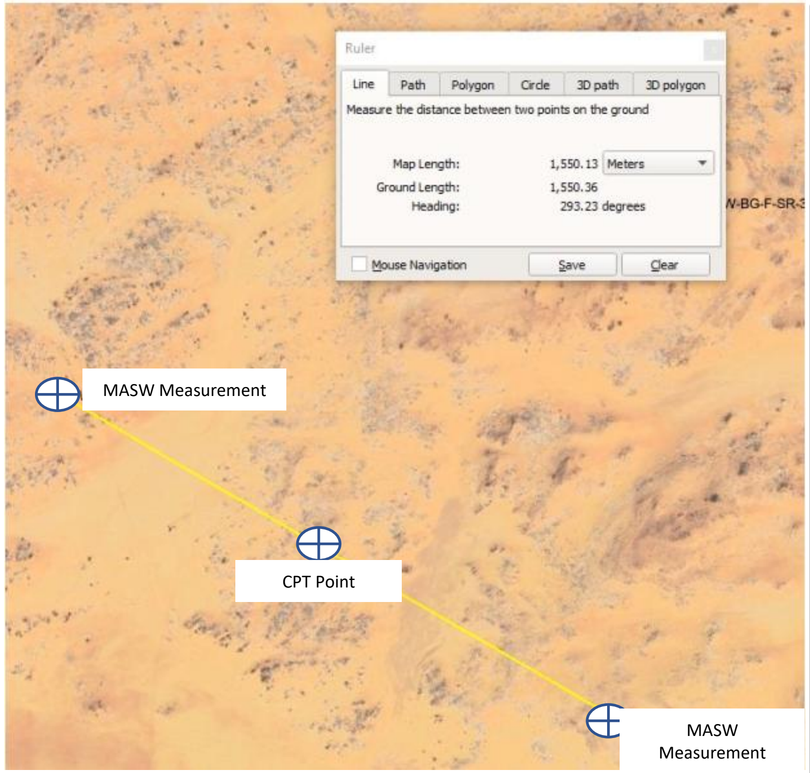


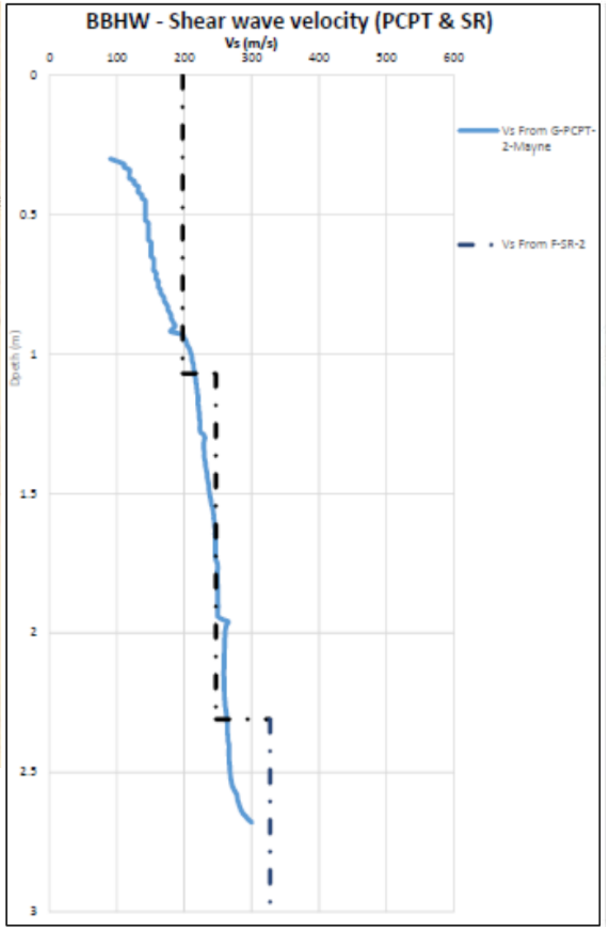


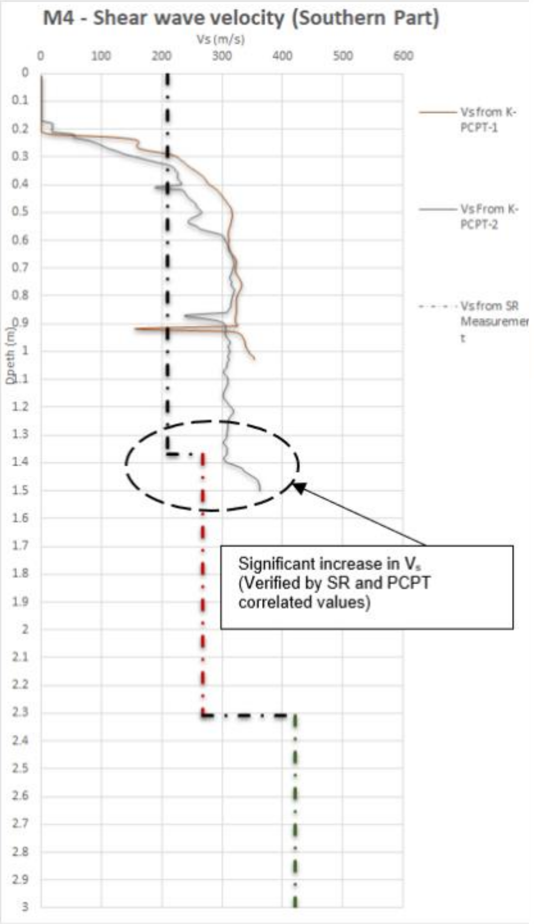
SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – CPT & MASW

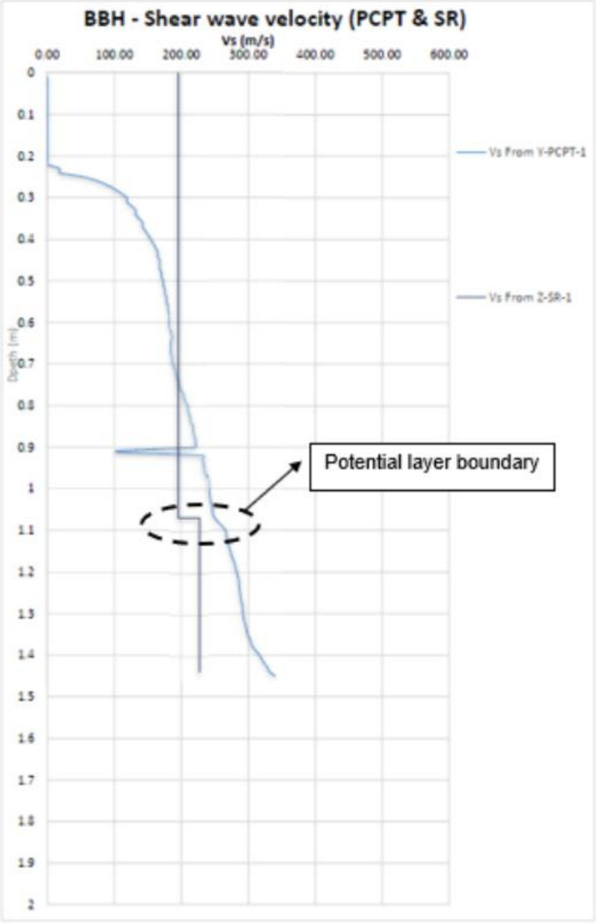
- Kayma dalgası hızı (V_s) MASW deneyinden elde edilebilen bir dinamik parametredir.
- CPT ile ölçülen çevre sürtünme direnci(f_s) ile kayma dalgası hızı ilişkisi (Mayne (2006))

$$V_s = 118.8 log f_s + 18.5$$



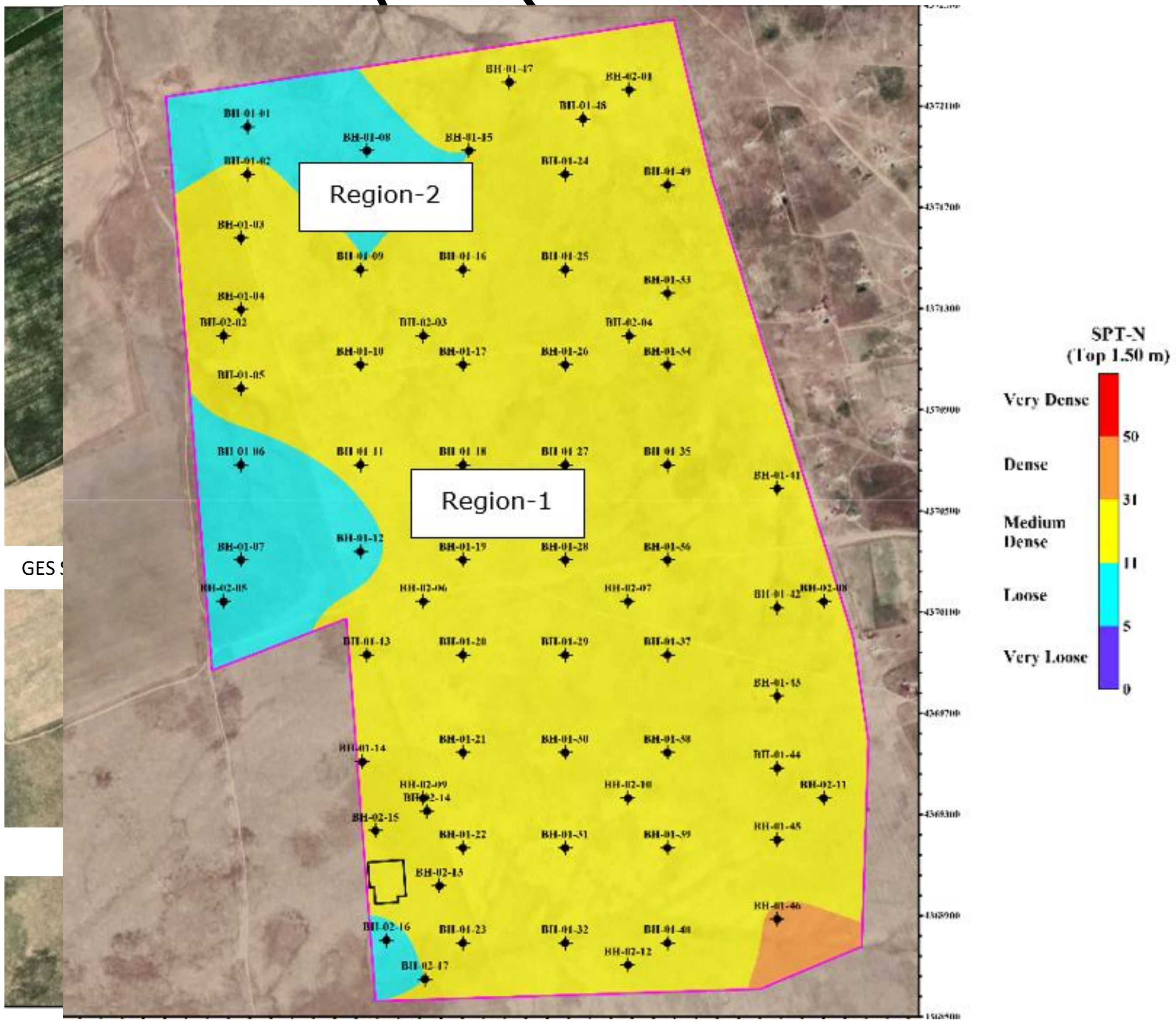






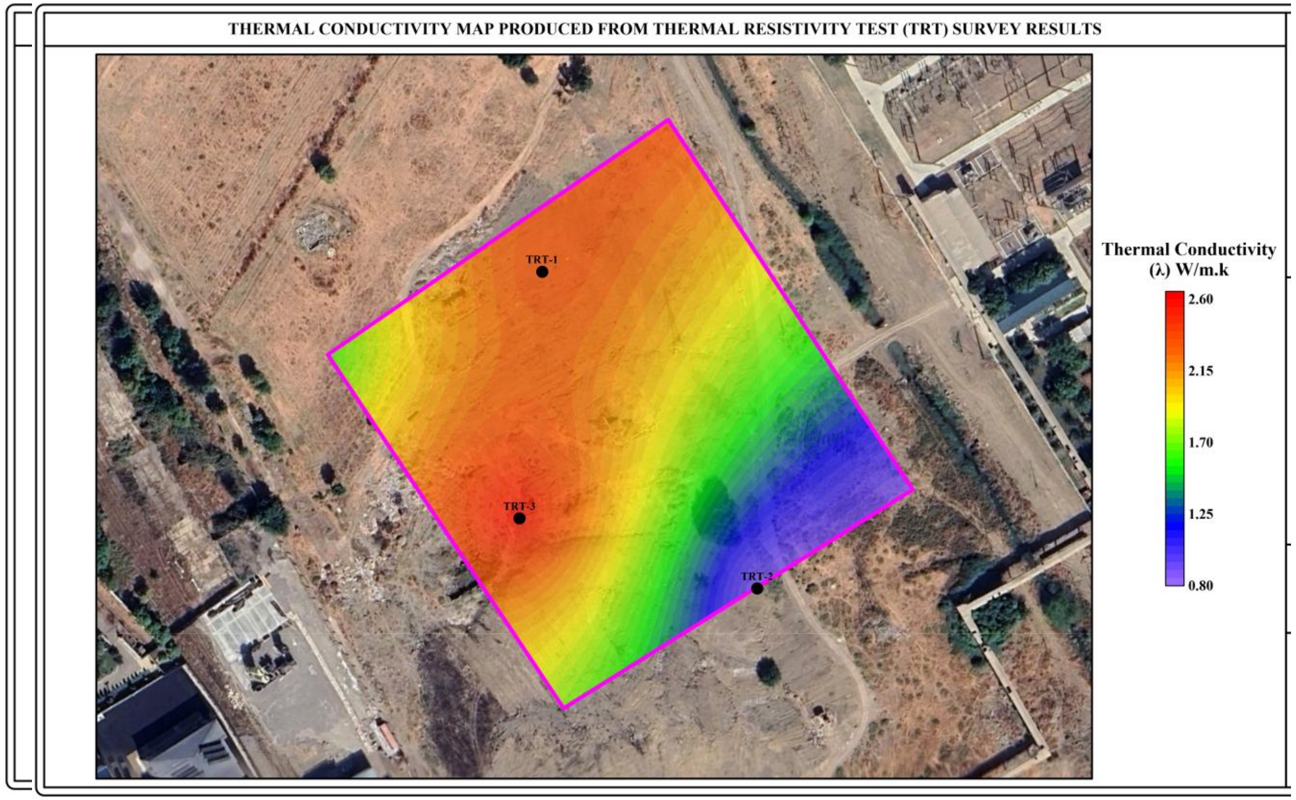
SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – JEOMORFOLOJİ & GEOTEKNİK

- Uydu görüntüleri – dere yatağı, su yolları sediman taşınma bölgeleri.
- Topografik bulgular geoteknik verilerle desteklenir
- Zayıf zonların coğrafi bilgi sistemleriyle tahmini
- Saha araştırmasıyla doğrulanması



SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – GEOTEKNİK & JEOFİZİK

- Kil & Silt birimler, yüksek su muhtevası, YASS varlığı = yüksek termal iletkenlik
- Kaba daneli zeminler, düşük su muhtevası= düşük termal iletkenlik
- İndeks özellikleri & Termal iletkenlik kıyası
- Mevsimsel etkiler termal iletkenliği etkiler.

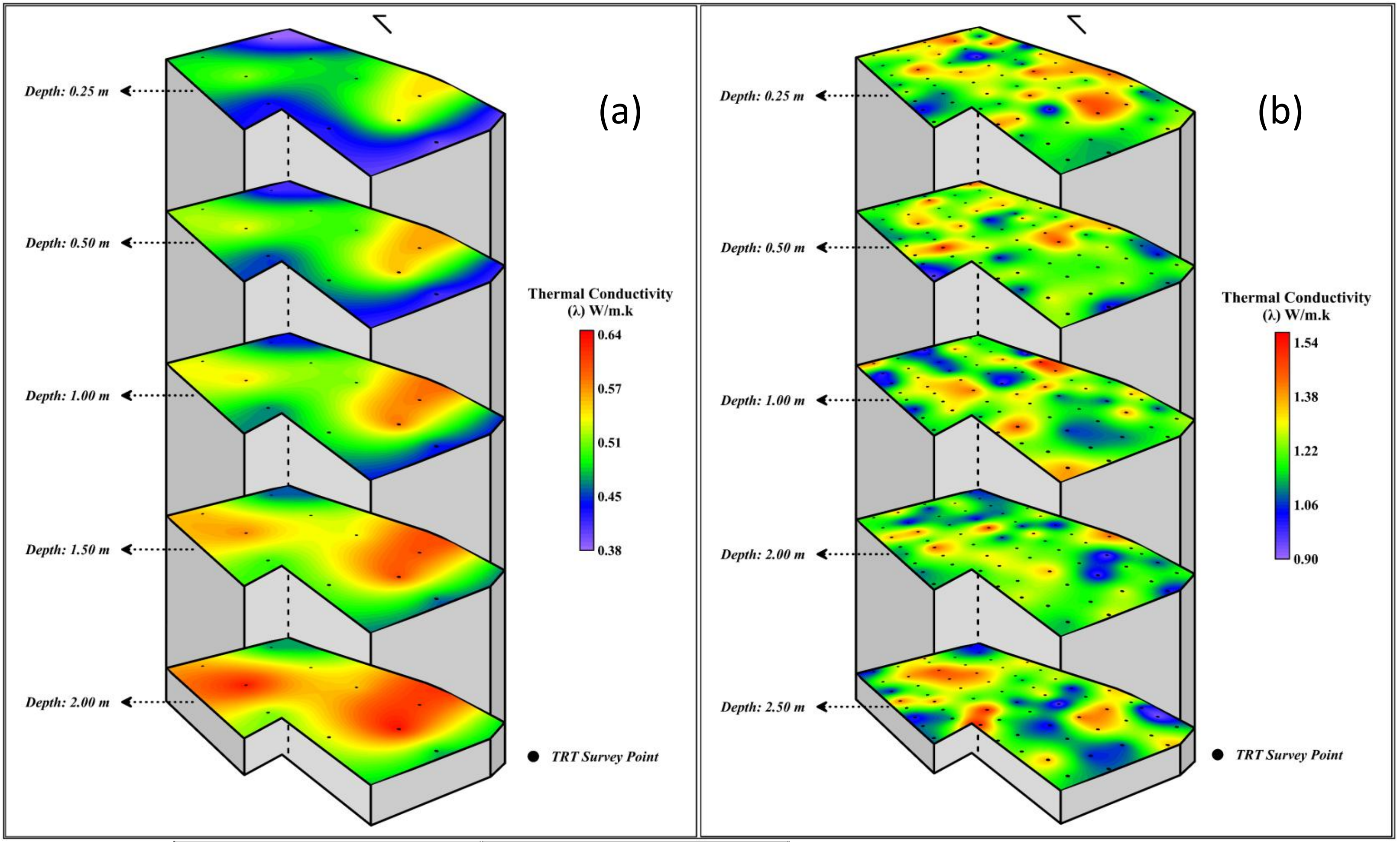


Ref: Yildiz ve diğ., (2025). Thermal Behavior of Shallow Soil Deposits and Relationship with Physical Properties – 3rd International Conference on Energy Geotechnics – 17-20 June 2025, Paris-France

TMMOB İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI İSTANBUL ŞUBESİ

SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – GEOTEKNİK & JEOFİZİK

- Mevsimsel etkiler, su içeriği, YASS seviyesi termal iletkenliği etkiler



Thermal conductivity variations with depth – summer (a) and winter (b) measurements

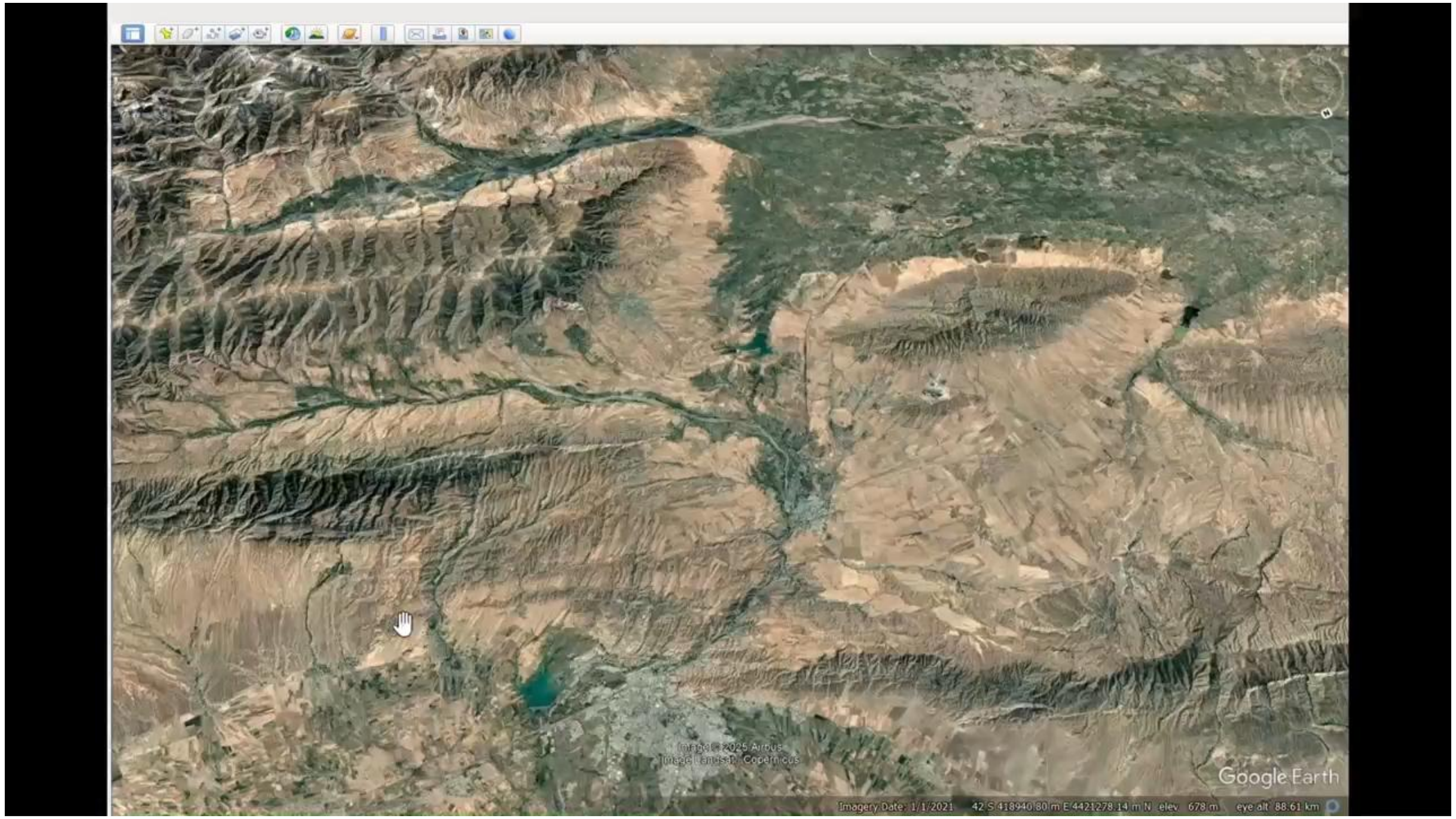
Table 1: Comparison of summer and winter TRT results

Depth (mbgl)	Winter Season: Thermal Conductivity (λ) w/ (m K)	Winter Season: Temperature (C°)	Summer Season: Thermal Conductivity (λ) w/ (m K)	Summer Season: Temperature (C°)	$TRT_{winter}/TRT_{summer}$
0.25	1.25	10.07	0.47	31.41	2.66
0.50	1.22	10.07	0.49	30.66	2.48
1.00	1.23	9.98	0.51	29.67	2.41
2.00	1.19	9.77	0.53	28.72	2.23

Ref: Yildiz ve diğ., (2025). Thermal Behavior of Shallow Soil Deposits and Relationship with Physical Properties – 3rd International Conference on Energy Geotechnics – 17-20 June 2025, Paris-France

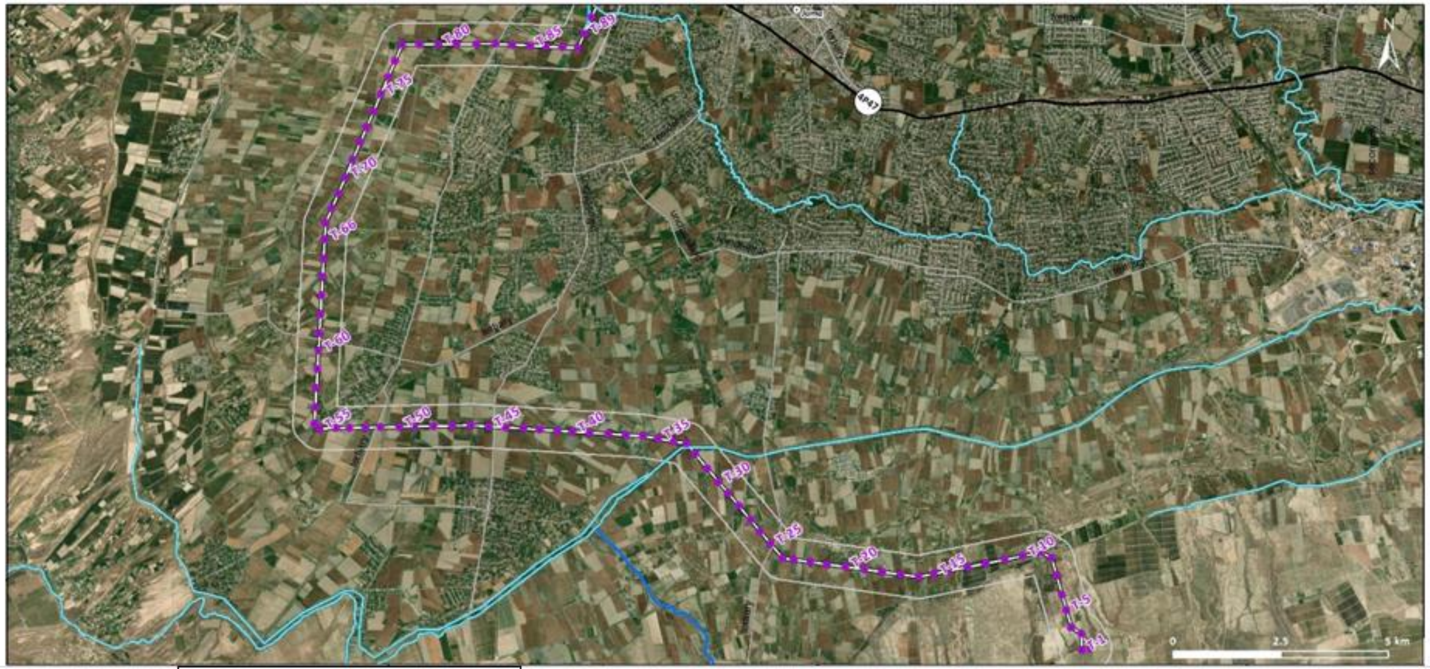
SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – GEOMATİK&GEOTEKNİK

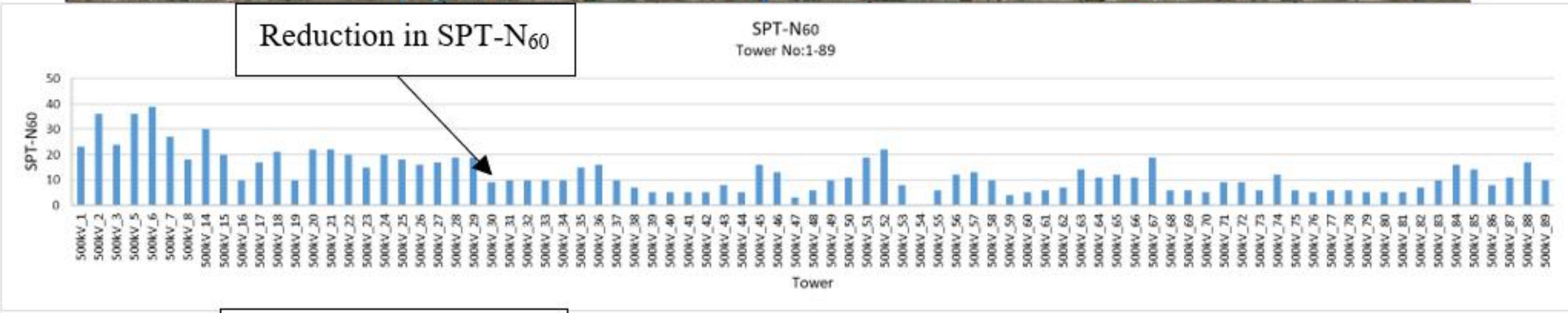
- Alüvyon zeminler, su yolları= Riskli bölgeler
- Yüksek eğimli arazi & kanyon geçişleri: Mostra oluşumu, yüksek taşıma gücü
- Dere & nehir geçişleri= Zayıf zeminler, sıvılaşma, oturma riski

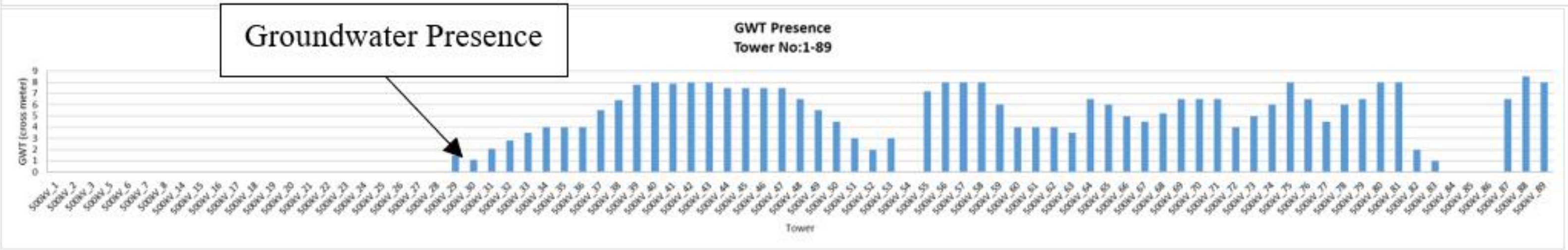


SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – GEOTEKNİK & HİDROLOJİ

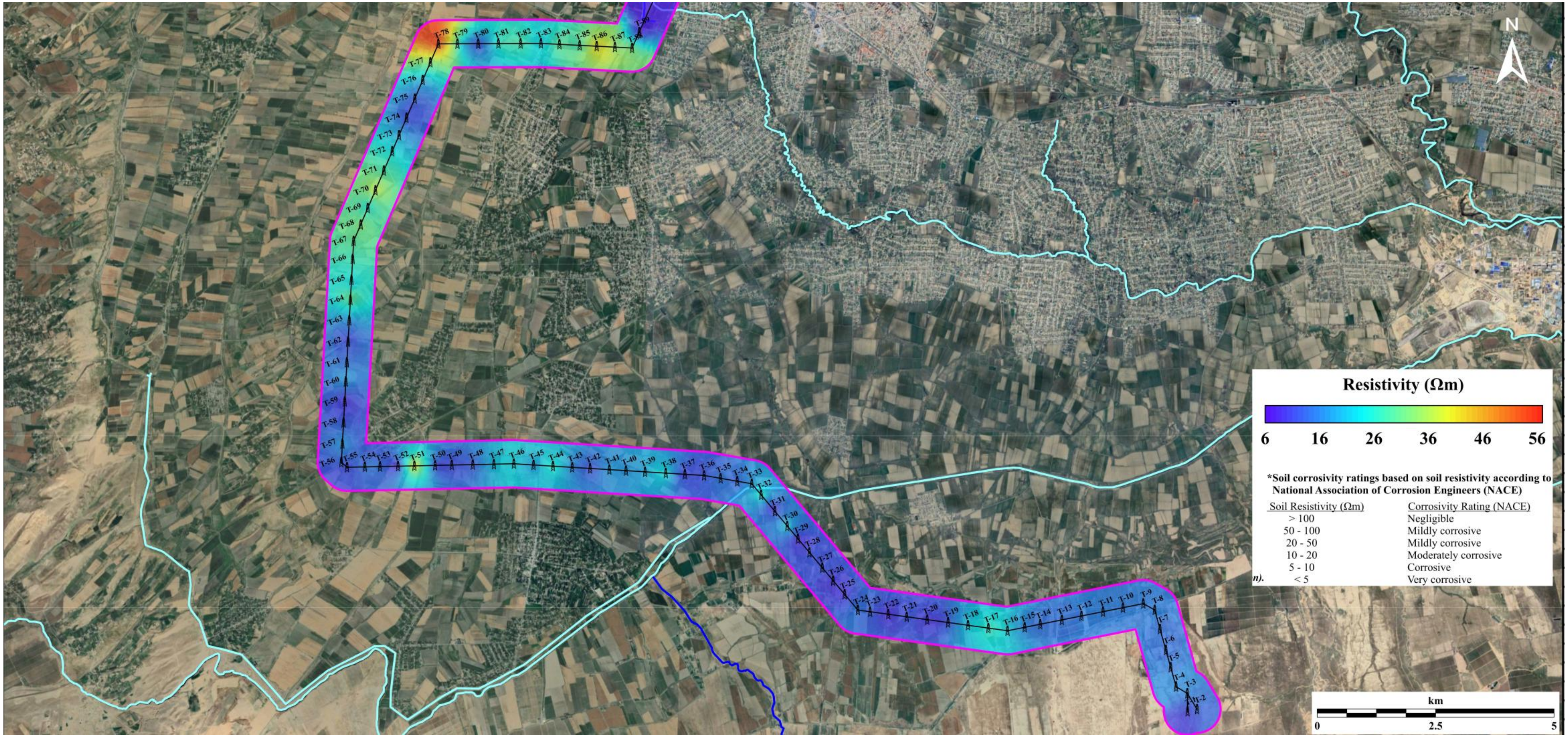
- İnce daneli zeminler + YASS= Jeotehlike
- Düşük taşıma kapasitesi, oturma, sıvılaşma



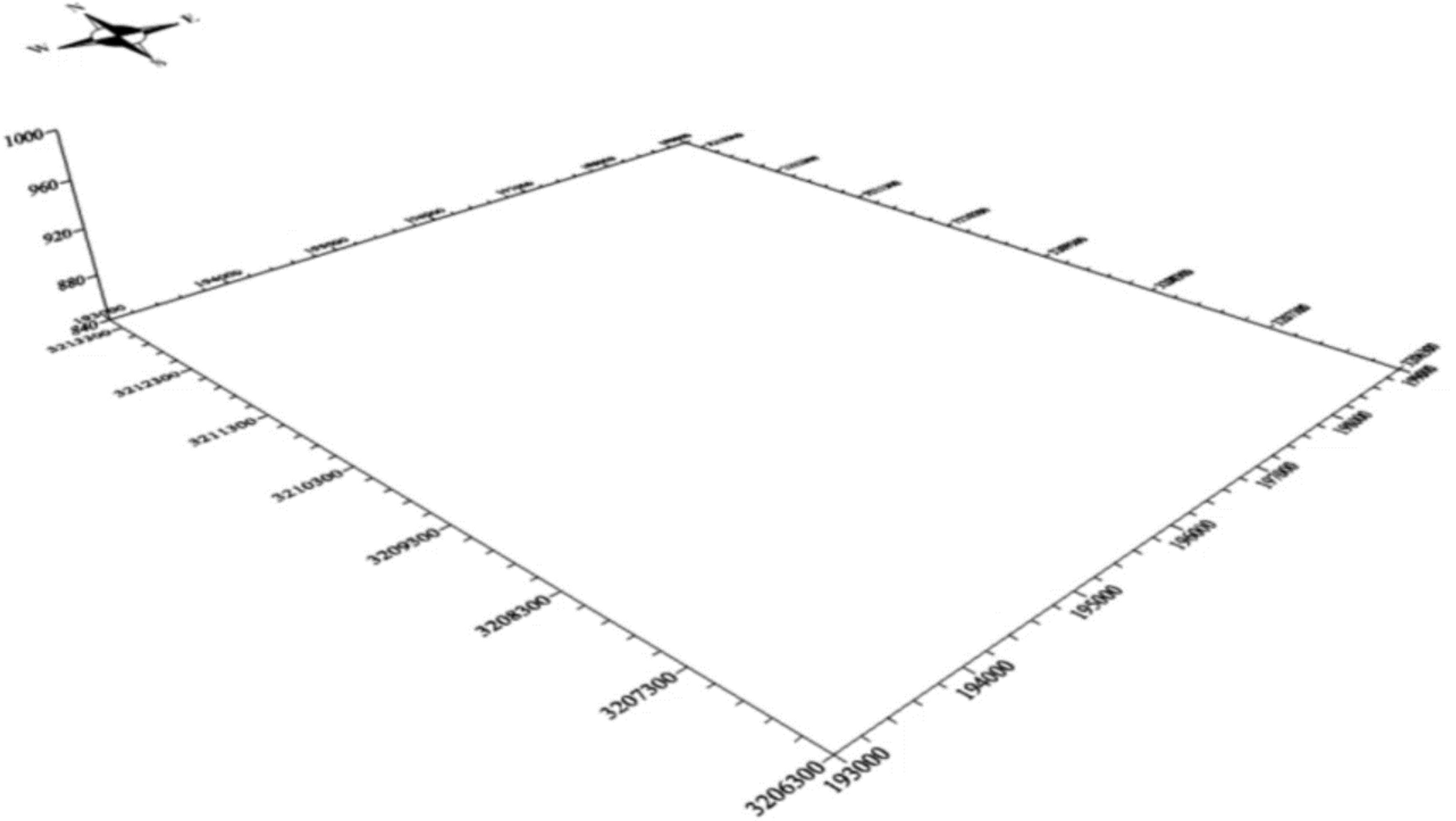




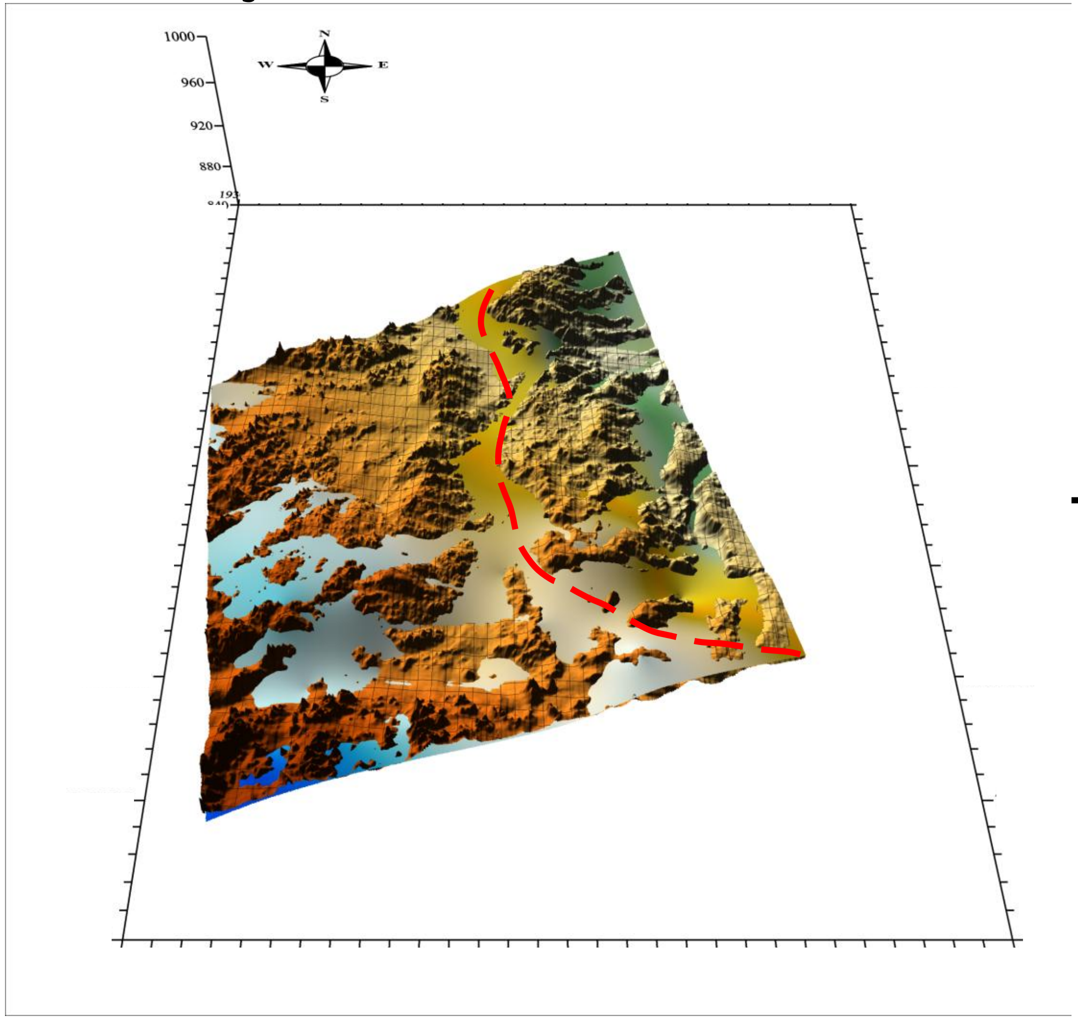
SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – GEOTEKNİK & HİDROLOJİ

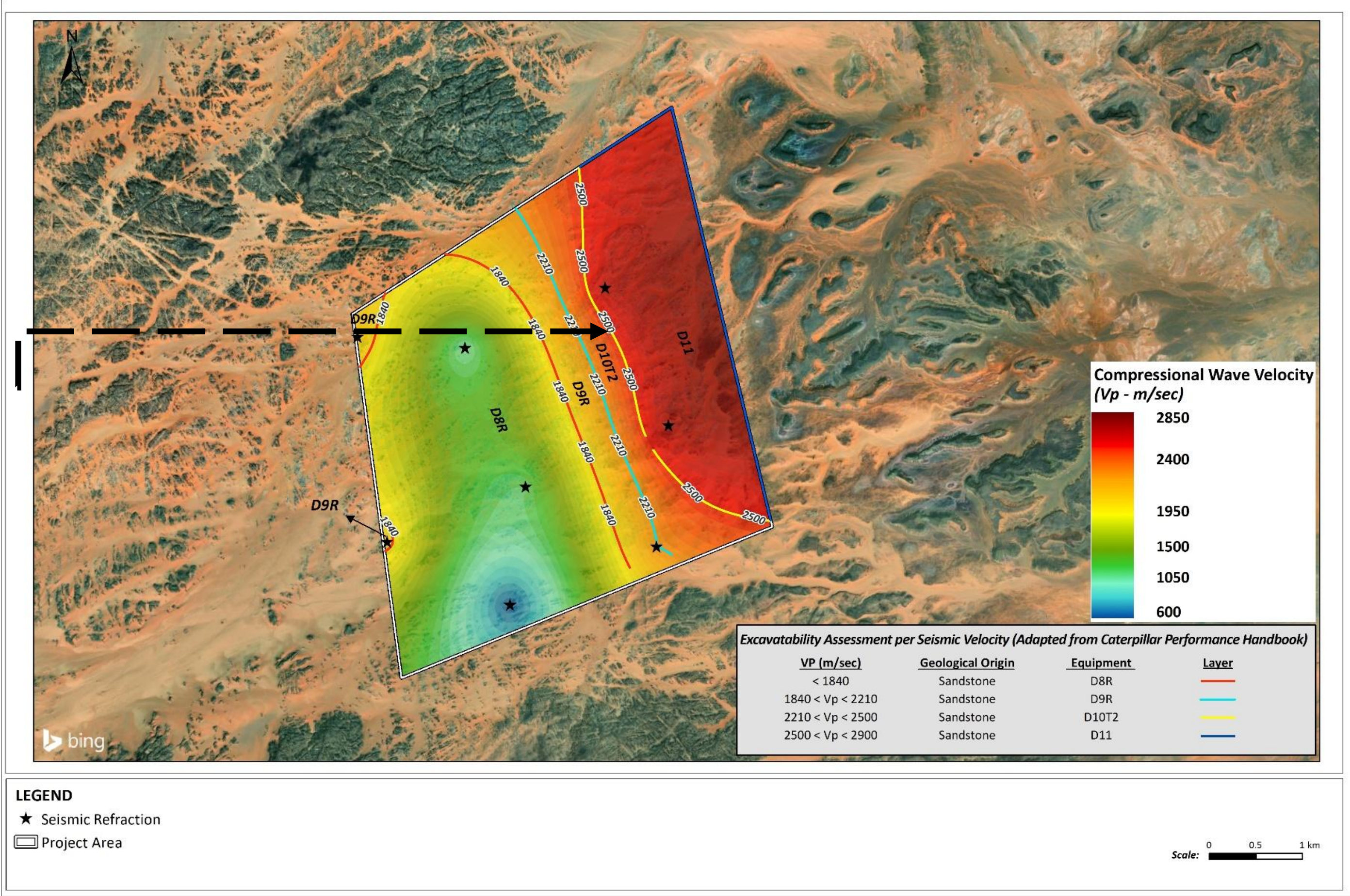


SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI –Geomatik & Jeofizik & Jeoloji



SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI –Geomatik & Jeofizik & Jeoloji





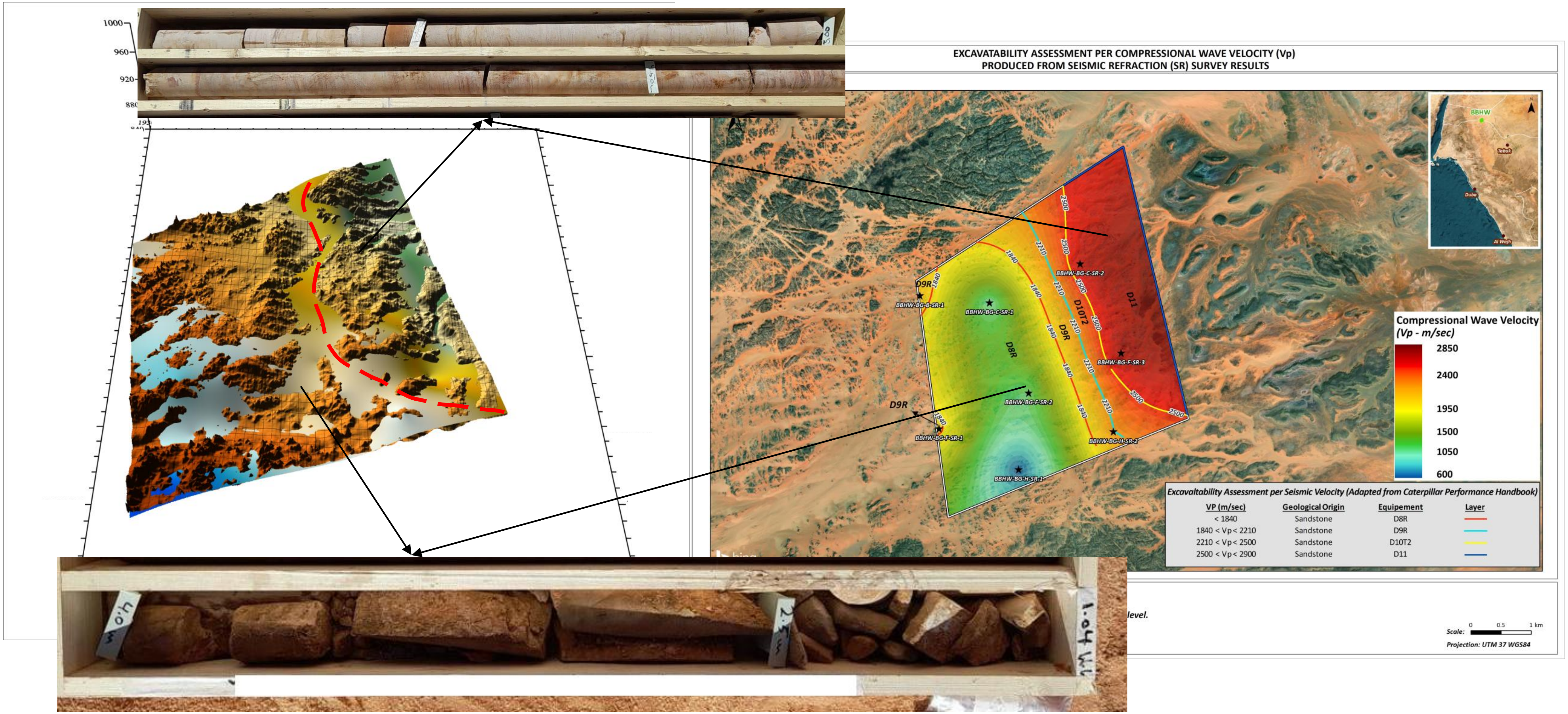
SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI –Geomatik & Jeofizik & Jeoloji

If something is discovered that does not agree with the hypothesis, rejoice! You can than really learn something new, You are on your way to an understanding of the problem.

Ralph B. Peck

TMMOB
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI
İSTANBUL ŞUBESİ

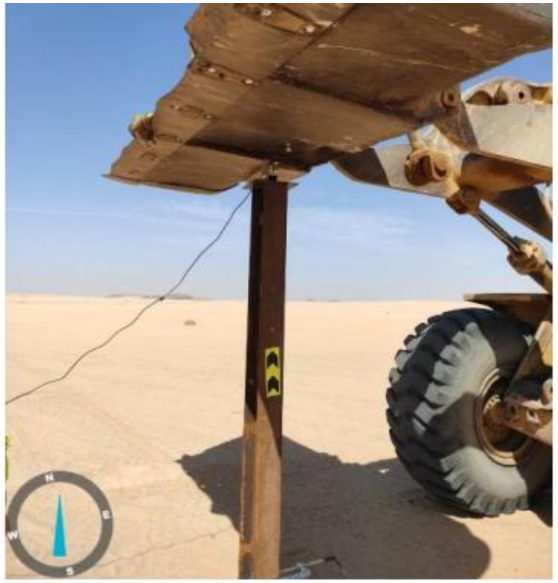
SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI –Geomatik & Jeofizik & Jeoloji



Ref: Yildiz ve diğ., (2024). Geoteknik&Jeofizik Saha Araştırma Çalışmalarının Geomekansal Veri Yöntemleriyle Değerlendirilmesi, 19. Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendisliği Konferansı, Ankara

SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – GES KAZIK YÜKLEME DENEYİ

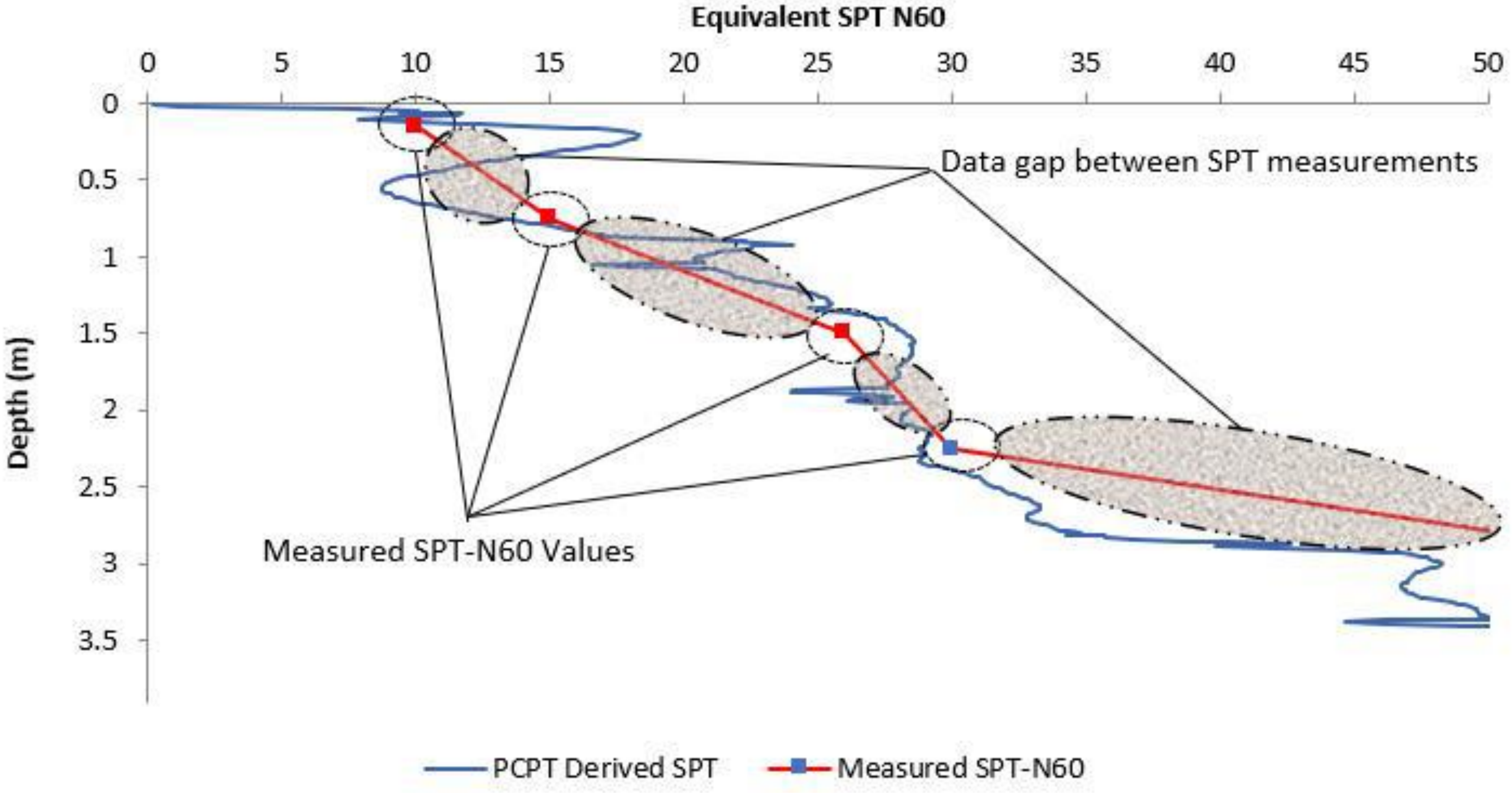
- Deneyler:
  - Extraction: Çekme
  - Compression: Çakma
  - Lateral: Yatay
  - Saturated: Suya doygun
- Tasarım Yükünün %200'ü ya da 1 inch maks. Deformasyon
- Serbest yükseklik:1.5-2.0 m
- Profil boyu: 4.0 m
- Gömme derinliği: 2.0-2.50 m
- Profiller: H Type (W8x10, W8x21)
- Geoteknik modelleme: SPT & CPT verisi + çakma kazık tasarımı



TMMOB
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI
İSTANBUL ŞUBESİ

SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – GES KAZIK YÜKLEME DENEYİ – BİR VAKA ANALİZİ

- Konik Penetrasyon Deneyi (CPT) & Standart Penetrasyon Deneyi
  - Veri sürekliliği avantajı,
  - Sığ derinliklerde anomalilerin tespiti
  - Sığ çakma kazık tasarımında parametre tayini açısından avantajlar

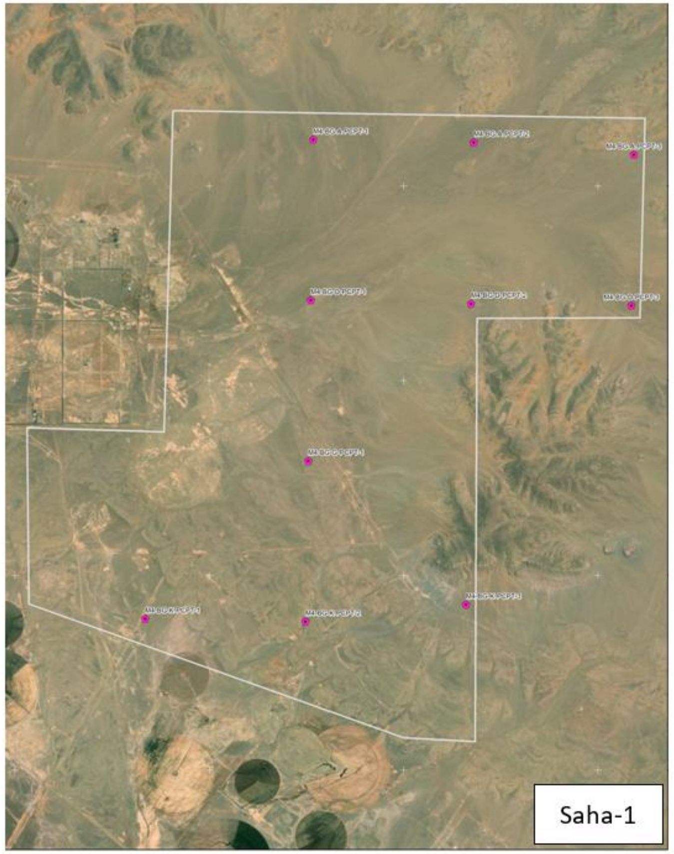


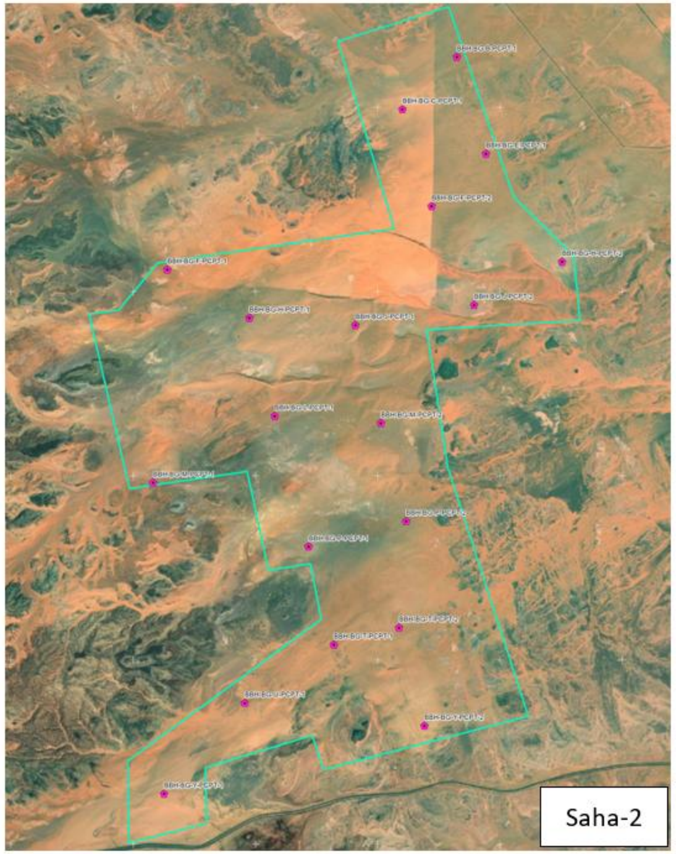
SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – GES KAZIK YÜKLEME DENEYİ – BİR VAKA ANALİZİ

- CPT – Çakma Kazık Analojisi

SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – GES KAZIK YÜKLEME DENEYİ – BİR VAKA ANALİZİ

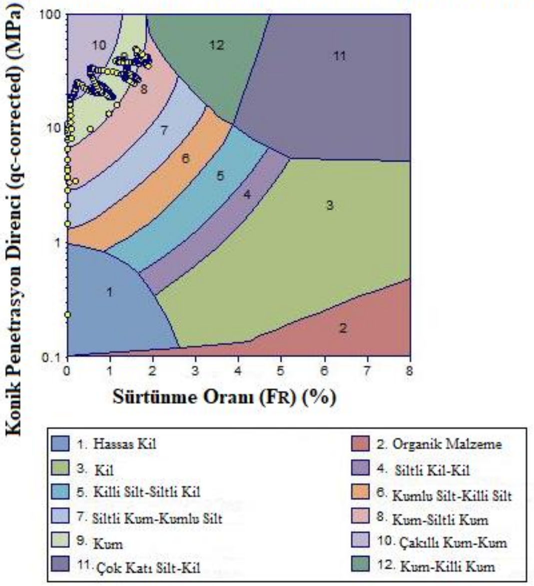
- 2 Proje Sahası: Toplam 29 CPT
  - Saha-1: 10 Adet Maksimum penetrasyon: 2.73 m
  - Saha-2: 19 Adet Maksimum penetrasyon: 3.67 m
- Litolojik durum:
  - 0-4.00 m Orta sıkı-çok sıkı durumda çakıllı kum birimler, Takiben yüzeyden orta-ileri derecede ayrışmış kumtaşı-marn birimler.
  - YASS'ye rastlanmamıştır.
  - Yardımcı ilave sondajlarda lokal düşük plastisiteli kumlu silt bantları.
- Zemin Davranışı
  - Kaba daneli zemin kabulüne göre idealizasyon



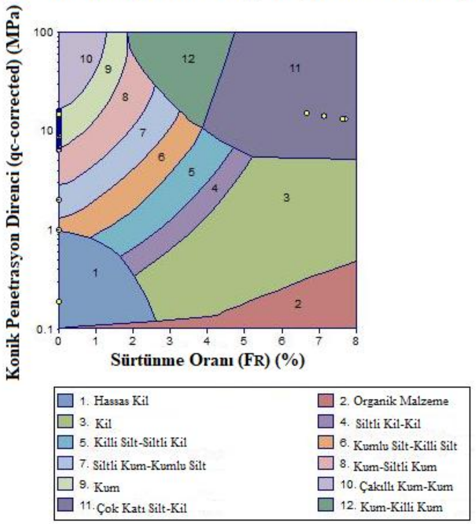


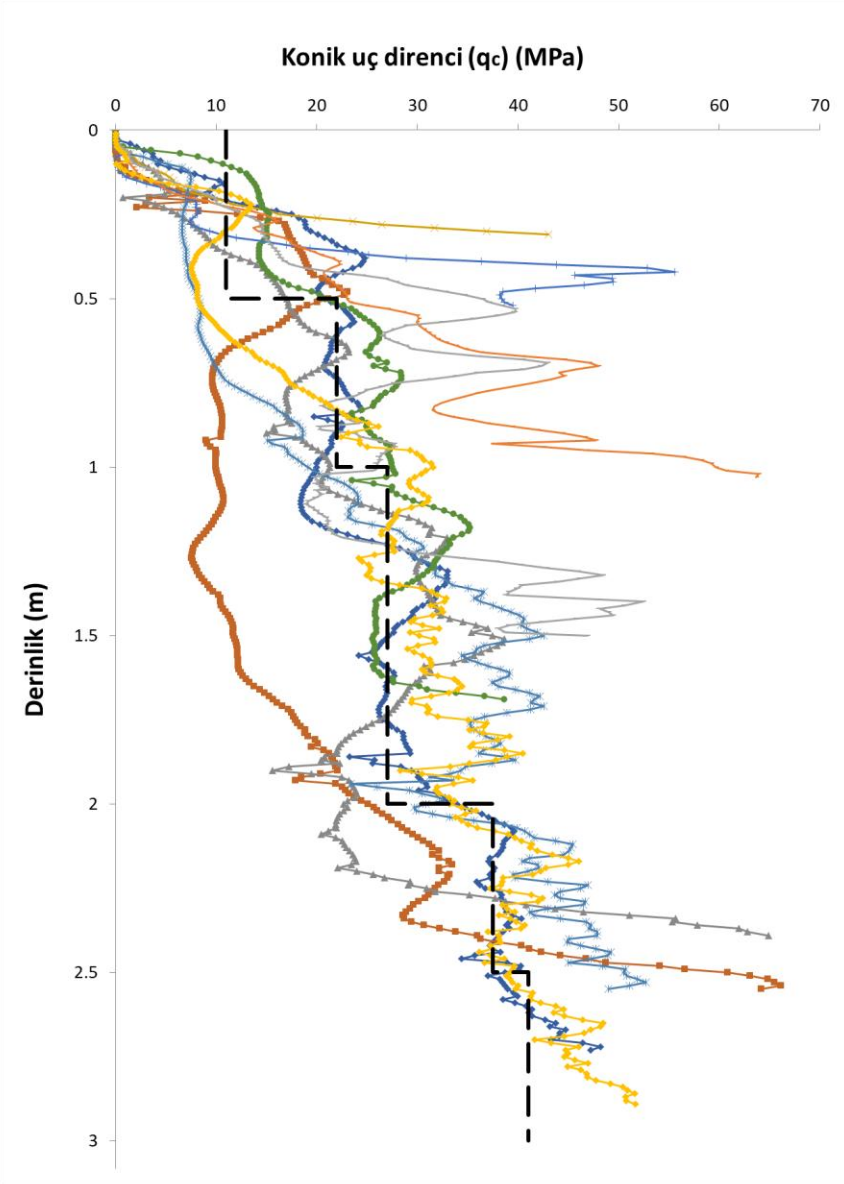
SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – GES KAZIK YÜKLEME DENEYİ – BİR VAKA ANALİZİ

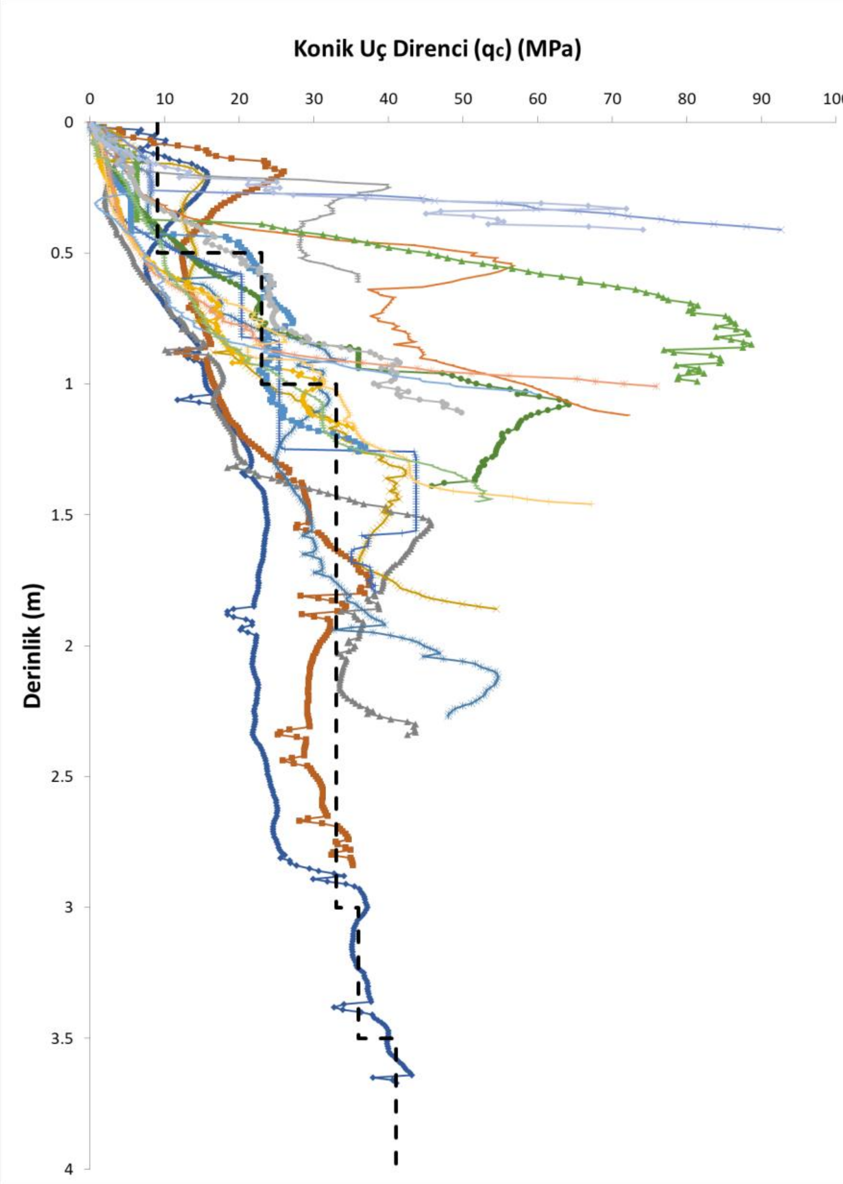
Saha-1 Zemin Davranış İndeksi (SBT) Robertson (1986)



Saha-2 Zemin Davranış İndeksi (SBT) Robertson (1986)







SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – GES KAZIK YÜKLEME DENEYİ – BİR VAKA ANALİZİ

GİRDİLER

- Profiller: W8x10, W8x21
- Minimum düşey kazık kapasitesi: 50 kN
- Soket boyları: 1.50,2.00,2.50 m
- Çevre Direnci için GS:3.0
- Uç direnci için GS:2.0

Çakma kazık tiplerine ait veriler

Profil	Soket Boyu (m)	Çap & Genişlik (cm)	Alan (cm^2)	Çevre (cm)
W8x10	1.50 / 2.00 / 2.50	10.0	19.1	60.1
W8x21	1.50 / 2.00 / 2.50	13.4	39.7	68.8

SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – GES KAZIK YÜKLEME DENEYİ – BİR VAKA ANALİZİ

ANALİZ YÖNTEMLERİ

- **Yöntem-1:** İdealize zemin profili kabulüne göre 50 kN basınç dayanımı için minimum soket boyu tespiti
- **Yöntem-2:** Noktasal CPT analizlerine göre 50 kN basınç dayanımı için minimum soket boylarının tespiti ve geomekansal veri analiziyle görselleştirme

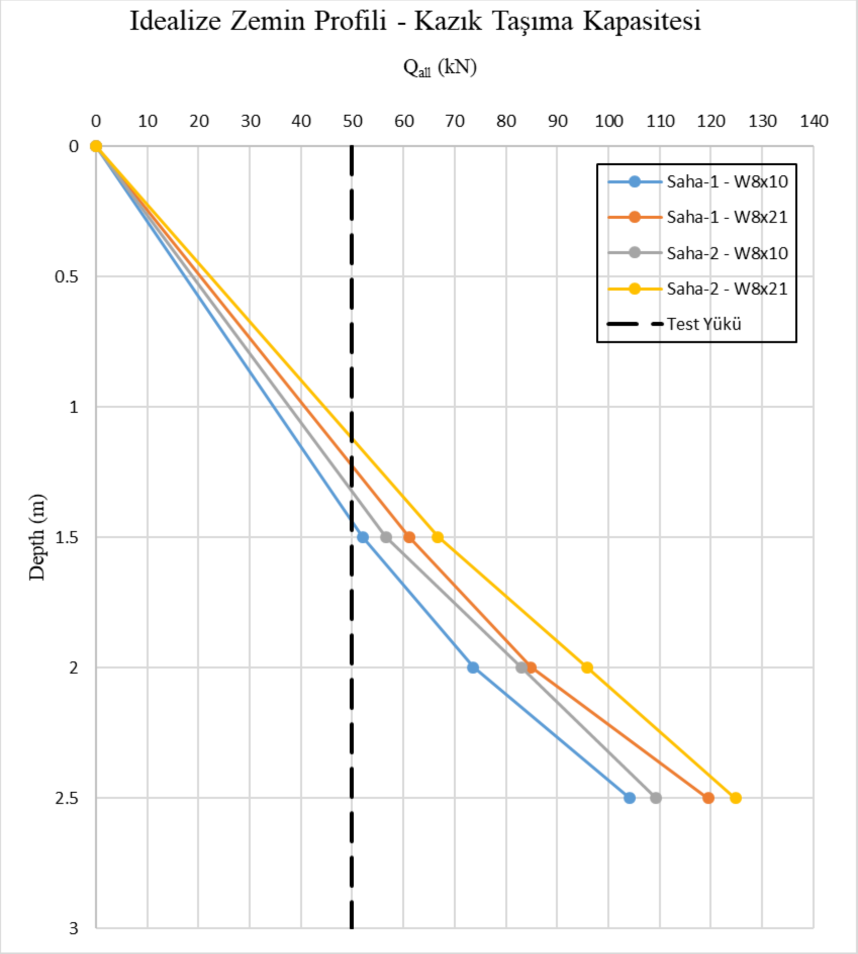
SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – GES KAZIK YÜKLEME DENEYİ – BİR VAKA ANALİZİ

YÖNTEM-1 SONUÇLAR:

- Basınç kapasitesi değerleri: 50-125 kN (Her soket boyu & Profil için)
- 50 kN tasarım yükü için soket boyu: 1.00-1.50 m

Yöntem-1: Kazık taşıma kapasitesi sonuçları

Saha	Profil	Kazık soket boyu (m)	Güvenli kazık taşıma kapasitesi ($q_{all-total}$-kN)
1	W8x10	1.5	52
		2	74
		2.5	104
	W8x21	1.5	61
		2	85
		2.5	119
2	W8x10	1.5	57
		2	83
		2.5	109
	W8x21	1.5	67
		2	96
		2.5	125



SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – GES KAZIK YÜKLEME DENEYİ – BİR VAKA ANALİZİ

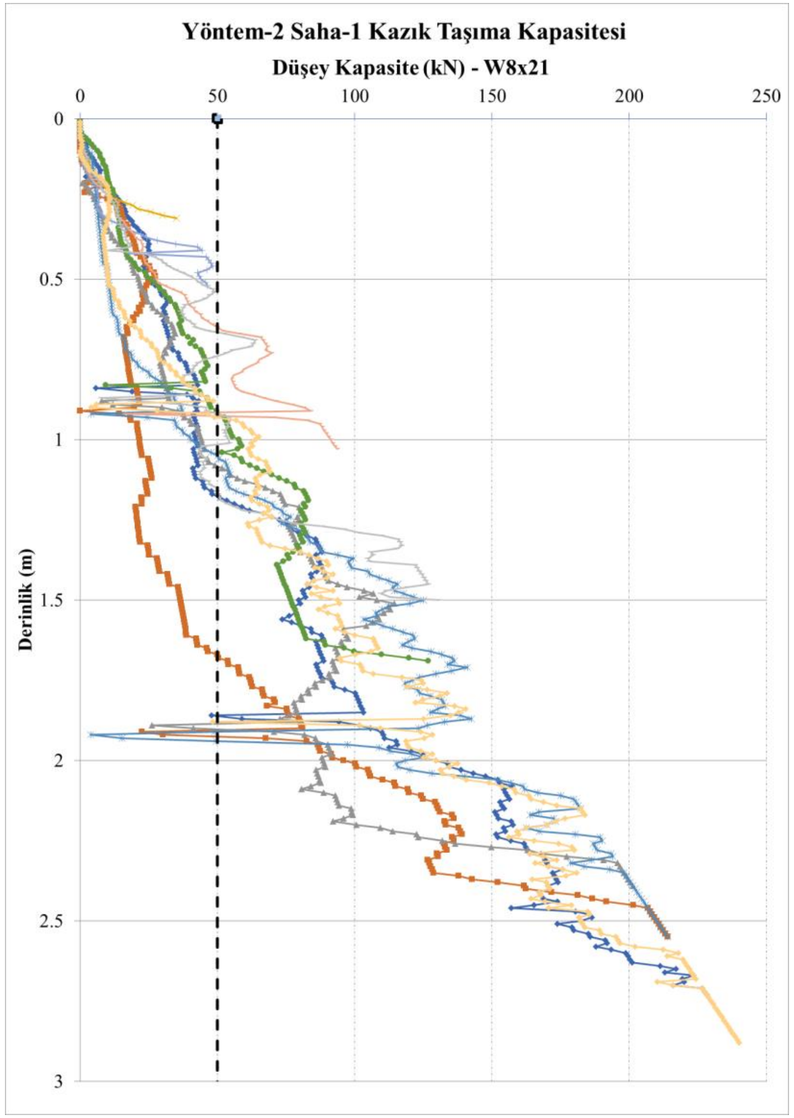
YÖNTEM-2 SONUÇLAR:

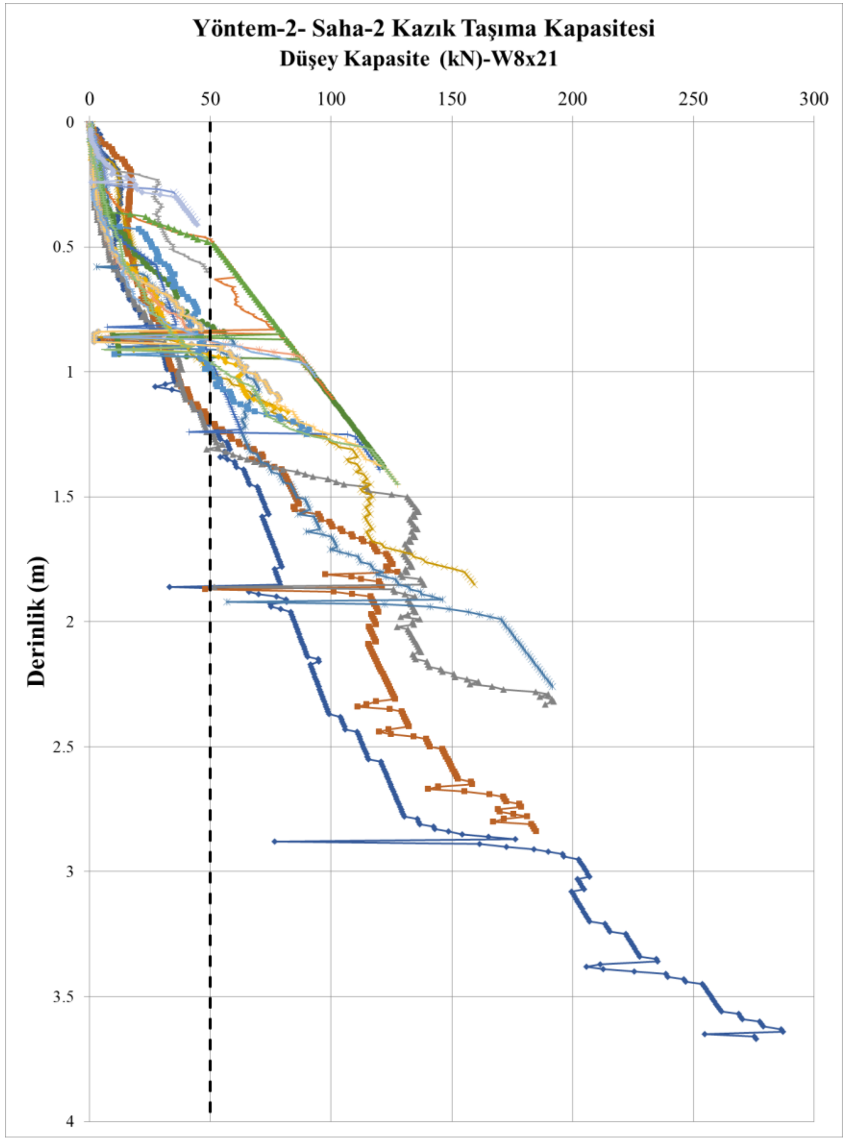
- 50 kN tasarım yükü için her CPT noktasında soket boyu araştırıldı.
- Noktasal bazda 50 kN basınç yükü için soket boyları elde edildi.
- Gömme derinlikleri 0.50m ile 1.70 arasında değişkenlik gösteriyor.
- Soket boylarının hakim olduğu alanlar ise geomekansal veri analizi yöntemiyle belirlendi.
- Kriging interpolasyon yöntemiyle etkin soket boylarının hakim olduğu bölgeler görselleştirildi.

TMMOB
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI
İSTANBUL ŞUBESİ

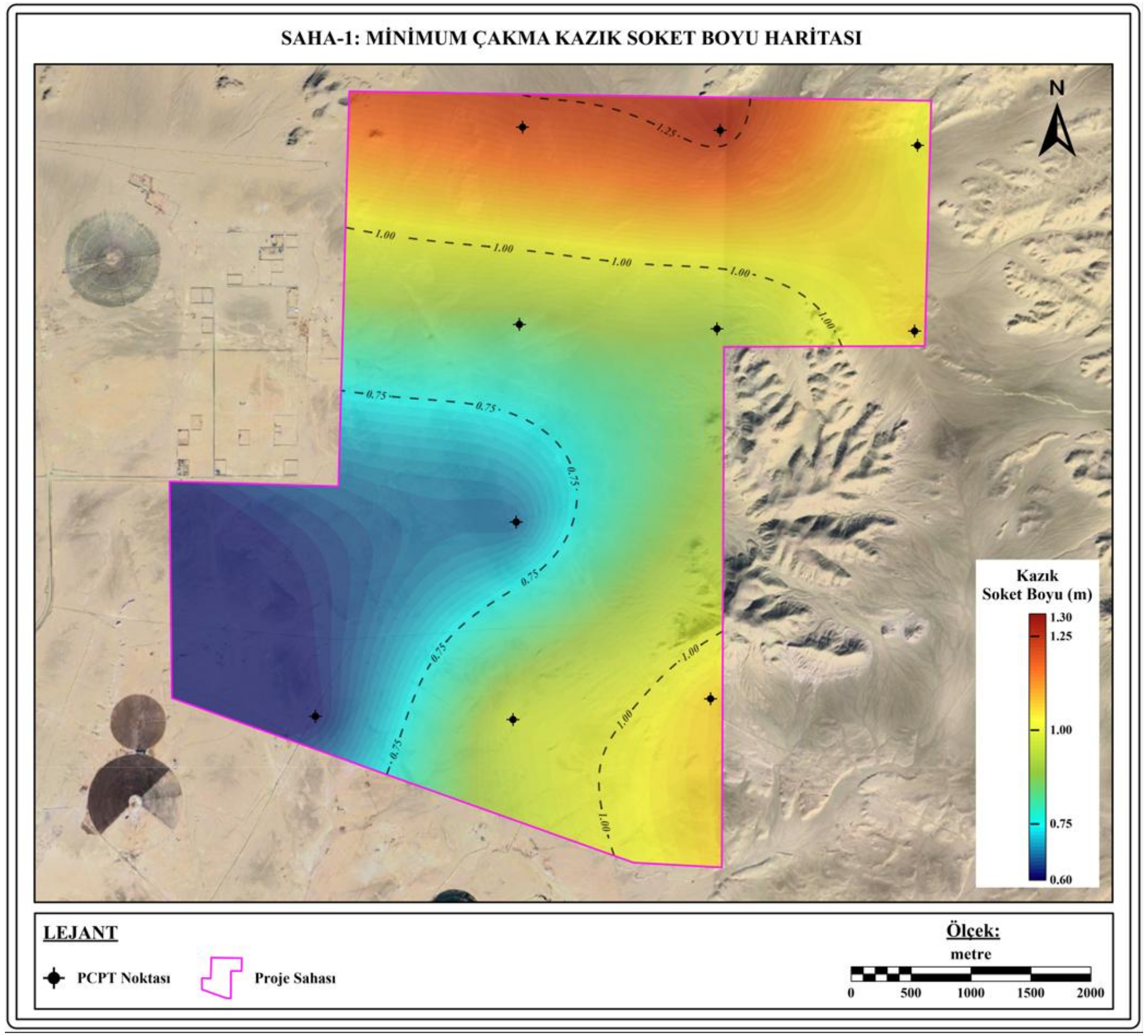
SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – GES KAZIK YÜKLEME DENEYİ – BİR VAKA ANALİZİ

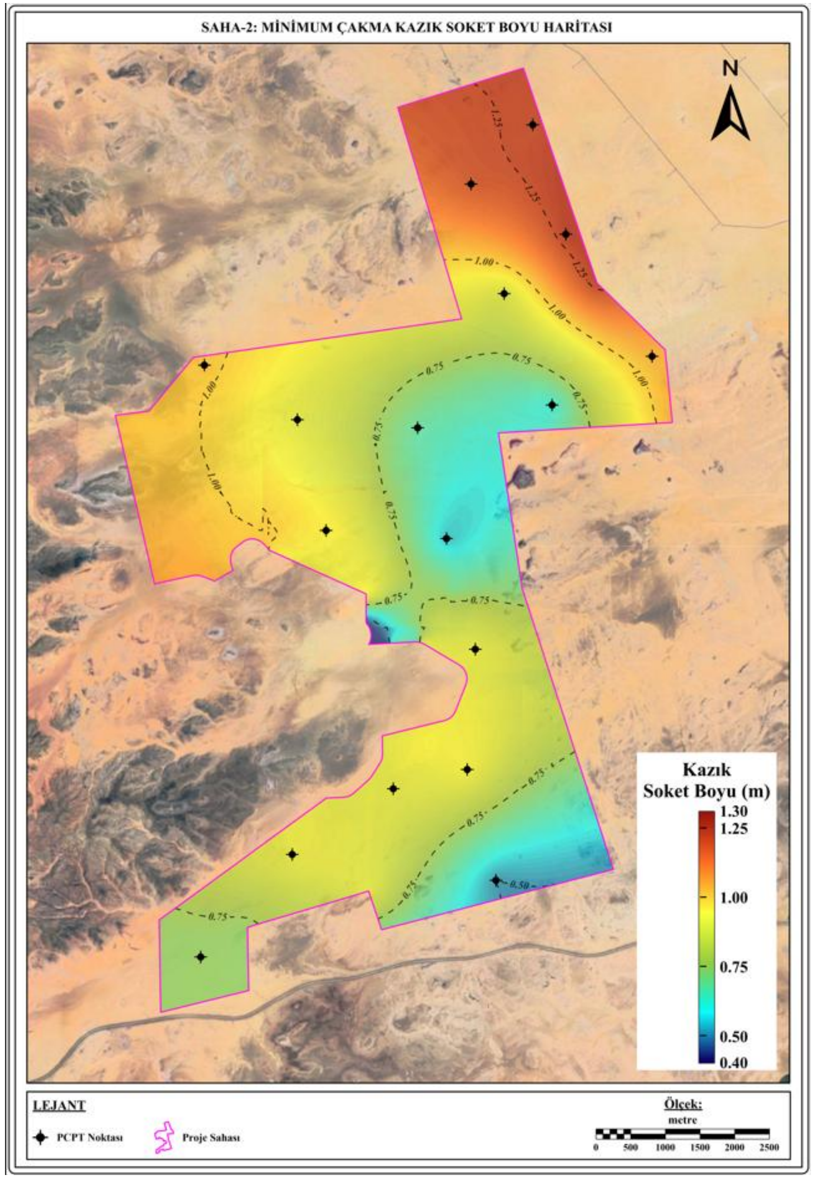
YÖNTEM-2 SONUÇLAR:





SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – GES KAZIK YÜKLEME DENEYİ – BİR VAKA ANALİZİ





Ref: Yildiz ve diğ., (2025). Çelik Çakma Kazıkların Taşıma Kapasitesinin Konik Penetrasyon Testi Yöntemiyle Tahmini – Bir Vaka Analizi 10. Geoteknik Sempozyumu, Kocaeli, Türkiye

TMMOB
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI
İSTANBUL ŞUBESİ

SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI - LİTERATÜR

PROCEEDINGS OF THE
INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENERGY GEOTECHNICS
17 - 20 JUNE 2025 PARIS, FRANCE

Thermal Behavior of Shallow Soil Deposits and Relationship with Physical Properties

Tahir Yildiz[1,*], Ersin Dag[2], and Yusuf Batuge[3]

[1]Geo-Engineering-Deputy Director & Geotechnical Engineer, Assystem, Ankara, Turkey
[2]Senior Geophysical Engineer, Assystem, Ankara, Turkey
[3]Geotechnical Engineer, Assystem, Ankara, Turkey
[*]Corresponding author: tahir.yildiz88@gmail.com

EGU General Assembly 2025
Vienna, Austria & Online | 27 April–2 May 2025

PROGRAMME EXHIBITION ABOUT
My profile My network

Abstract EGU25-870

Home / GI / GI5.1 / EGU25-870 Search

[Back] [Session GI5.1]

EGU25-870, updated on 14 Mar 2025
https://doi.org/10.5194/egusphere-egu25-870
EGU General Assembly 2025

Standard Penetration Test and Dynamic Cone Penetration Test Relationship for Coarse-Grained Soils

Burak Tural[1], Tahir Yıldız[1], Yusuf Batuge[1], and Jad Alkhalifa[2]
[1]Assystem, Ankara, Türkiye (btural@assystem.com; tyildiz@assystem.com; ybatuge@assystem.com)
[2]Assystem Radicon, , Riyadh/Suudi Arabia (jalkhalifa@assystem.com)

The Standard Penetration Test (SPT) is a commonly used and effective disturbed sampling in-situ method to obtain the strength characteristics of soils, providing significant results for geotechnical design. Several correlations between SPT blow counts (N value) and soil behavior have been established to define physical and mechanical properties, supporting the determination of design parameters for soil layers. Similarly, the Dynamic Cone Penetration Test (DCPT) is a feasible and cost-efficient method for assessing soil characteristics, providing continuous and time-conscious data. Obtaining correlations between SPT and DCPT can enhance data acquisition by leveraging the strengths of both methods. This study investigates the relationship between SPT and DCPT results for coarse-grained soils through a comprehensive site investigation conducted various locations in the Kingdom of Saudi Arabia (KSA) for a renewable energy project. The test points were almost identical, and a density-based relationship between SPT blow counts and DCPT penetration resistance was developed. Individual evaluation of relationship between SPT and DCPT conducted in site-specific conditions and the correlation of all sites combined and generalized together. The comparison of the proposed correlation and existing studies were utilized on similar conditions to validate reliability. An evaluation was made to correlate SPT-N&DCP (Blow/100mm) values with the results obtained from SPT&DCPT tests performed at four project sites. The correlation varies between 0.56 and 0.70. Combination of all sites calculated as 0.72. This research presents precious perceptions into incorporating SPT and DCPT data to optimize geotechnical design practices.

Civil and Environmental Engineering for Resilient, Smart and Sustainable Solutions Materials Research Forum LLC
Materials Research Proceedings 48 (2025) 438-447 https://doi.org/10.21741/9781644903414-48

Development of a SPT&DCPT correlation for coarse-grained soils: A case study

Tahir YILDIZ[1,a,*], Yusuf BATUGE[2,b], Burak TURAL[3,c], Jad ALKHALIFA[4,d]
[1]Geo-Engineering Deputy Manager, Assystem, Turkey
[2]Geotechnical Engineer, Assystem, Turkey
[3]Senior Engineering Geologist, Assystem, Turkey
[4]Geological Engineer, Assystem Radicon, Kingdom of Saudi Arabia
[a]tyildiz@assystem.com, [b]ybatuge@assystem.com, [c]btural@assystem.com, [d]jalkhalifa@assystem.com

Keywords: SPT, DCPT, Site Characterization, Site Investigation, Relative Density

Proceedings of the 29[th] EYGEC, Rijeka, 2025
https://doi.org/10.32762/eygec.2025.25

DEVELOPMENT OF RELATIONSHIP BETWEEN SPT AND DCPT BASED ON THE RELATIVE DENSITY OF SOILS (A CASE STUDY FROM THE KINGDOM OF SAUDI ARABIA)

Yusuf BATUGE[1], Tahir YILDIZ[2], Murat CENGIZ [3]

ABSTRACT

In-situ penetration tests such as standard penetration tests (SPT) and dynamic cone penetration tests (DCPT) have been widely used in geotechnical engineering for site investigation studies to identify the strength characteristics of investigated soil deposits. Both tests are performed by dropping a hammer from a certain fall height and measuring a penetration depth per blow for the relevant depths. SPT is typically performed at depth intervals of about 1.50m and it has a wide range of well-known defined relationships for parameter acquisition of the soils. DCPT, on the other hand, is a rapid and inexpensive alternative for the penetration tests and obtains continuous data for the investigated soil depths. Considering the advantage of DCPT in providing continuous data compared to SPT, developing correlations between SPT and DCPT can provide a relatively more comprehensive data set to perform data collection for geotechnical design. In this study, a site-specific correlation was developed with comprehensive SPT and DCPT results from renewable energy fields in the Kingdom of Saudi Arabia (KSA). Furthermore, a site-specific relative density class is derived from the SPT and DCPT results, in contrast to the relative density classes given in the literature. The relationship obtained for SPT and DCPT was found to be consistent with similar studies in the literature. The derived relationship can be used to obtain equivalent mechanical and physical soil properties for similar lithological conditions.

Keywords: SPT, DCPT, site investigation, relative density.

10.Geoteknik Sempozyumu
7-8 Kasım 2025,Kocaeli
10.Geoteknik Sempozyumu

ÇELİK ÇAKMA KAZIKLARIN TAŞIMA KAPASİTESİNİN KONİK PENETRASYON TESTİ YÖNTEMİYLE TAHMİNİ – BİR VAKA ANALİZİ

BEARING CAPACITY ESTIMATION OF DRIVEN STEEL PILES BASED ON CONE PENETRATION TEST (CPT) - A CASE HISTORY

Tahir YILDIZ[1], Yusuf BATUGE[2]

Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendisliği
19. Ulusal Konferansı
17-18 Ekim 2024
Hacettepe Üniversitesi, Ankara
ZMGM19

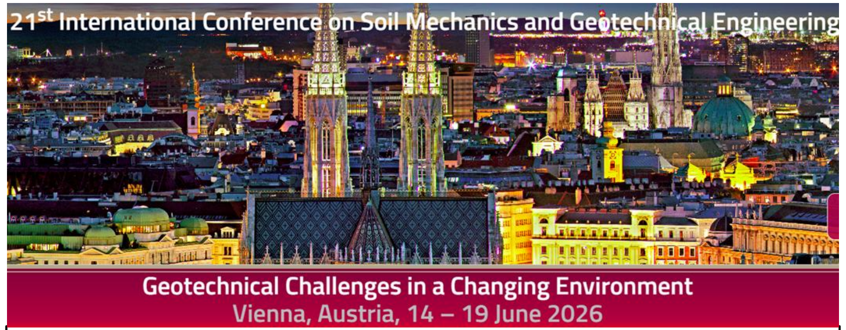
GEOTEKNİK & JEOFİZİK SAHA ARAŞTIRMA ÇALIŞMALARININ GEOMEKANSAL VERİ YÖNTEMLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF GEOTECHNICAL & GEOPHYSICAL SITE INVESTIGATION STUDIES USING GEOSPATIAL DATA METHODS

Tahir YILDIZ[1], Ersin DAĞ[2], Aziz Gökhan ÇAKAN[3], Özden AFACAN[4]

TMMOB
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI
İSTANBUL ŞUBESİ

SAHA ARAŞTIRMALARININ YORUMLANMASI – YAKIN GELECEK



Proceedings of the 21st International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Vienna 2026

Numerical Modelling of Direct CPT Method for Bearing Capacity Evaluation of Shallow Footings

Tahir Yildiz, Yusuf Batuge, Ersin Dag
Assystem Turkey, Ankara, Turkey, tyildiz@assystem.com

INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES AND INNOVATIONS
IN SOFT SOIL ENGINEERING
24 – 26 August, Delft, NL

Geotechnical Site Characterization Challenges on Energy Transmission Lines – A Case Study

Tahir Yildiz[1*], *Dilge* Varli[1], and *Ersin* Dag[1]

[1] Department of Geo-Engineering, Assystem, Ankara, Turkiye

XVIII
DECGE
BUDAPEST 2027
9 – 12 JUNE

18th Danube-European Conference on Geotechnical Engineering

XVIII. DECGE – BUDAPEST
9–12 June 2027

A General Review for SPT-CPT Relationship – A Case Study

Tahir Yıldız[1[0009-0007-3521-9044]]

[1] Senior Geotechnical Engineer- Turkish Petroleum - Offshore Technology Center, Turkiye
tahir.yildiz88@gmail.com

Abstract..The Standard Penetration Test (SPT) and the Cone Penetration Test (CPT) are among the most widely used in-situ site investigation methods for evaluating the mechanical and physical properties of subsurface soils and for establishing reliable scenarios for geotechnical design. Although SPT benefits from extensive field experience and a wide range of empirical correlations for parameter estimation, CPT offers comparatively fewer correlation options despite its ability to provide continuous and high-frequency measurements with depth. In addition, while CPT offers big-scale subsurface data, SPT enables soil sampling, which is essential for complementary laboratory testing. Therefore, comparing SPT and CPT results obtained from adjacent locations represents an effective approach for improving the interpretation of subsurface conditions and enhancing geotechnical design reliability. In this study, the relationship between cone penetration resistance (qc) and SPT blow counts (N-values) is evaluated using data collected from adjacent test locations at five different project sites. The consistency and reliability of the measured values are examined, and reasonable strength parameters are assessed through comparison with established correlations reported in the literature. The results contribute to a better understanding of the q_c–N relationship and support more accurate soil characterization in geotechnical practice.

Keywords: SPT, CPT, correlation, geotechnical, design

Seismic velocity & UCS relationship for variable rock formations - A case study

Yusuf Batuge[1[0000-0002-8060-6664]] and Tahir Yıldız[2[0009-0007-3521-9044]]

[1] Geotechnical Engineer, Assystem Turkiye
[2] Senior Geotechnical Engineer- Turkish Petroleum - Offshore Technology Center, Turkiye
ybatuge@assystem.com

Abstract. Laboratory and in-situ test results in geotechnical site characterization are expected to be mutually consistent; however, due to various practical and geological complications, such consistency is often difficult to achieve. Developing reliable correlations in region-specific scale between two different methods when investigating the soil or rocks provides valuable guidance for geotechnical engineers who may encounter similar conditions in future projects. In this study, an attempt is made to develop a correlation between P-wave velocity obtained from Seismic Refraction tests and the results of laboratory Uniaxial Compressive Strength (UCS) tests conducted at four renewable energy sites in Kingdom of Saudi Arabia. The proposed relationships are evaluated and compared with correlations available in existing literature.

Keywords: Uniaxial Compressive Strength, P-Wave Velocity, Site Characterization, Renewable Energy sites.

SONUÇ VE ÖNERİLER

- Yenilenebilir Enerji: Artan ihtiyaç, çevre dostu çözüm
- Yaygınlaşan uygulamalar mühendislik pratiğini geliştiriyor
- Gelişmeye açık alan: Yenilikçi ve projeye özel çözümler
- Saha karakterizasyonunda bütünleyici bir mühendislik yaklaşımı: İnşaat, Jeoloji, Jeofizik, Geomatik ve alt branşları
- Saha özelinde gözlemlere dayalı projeye özel çözümler
- Uygulama ve dökümantasyon:
  - Saha pratiğinin dökümente edilmesi
  - Güncel standartların takibi

TMMOB
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI
İSTANBUL ŞUBESİ

REFERANSLAR

- Arı, Sertaç & Gencer, Cevriye. (2019). The use and comparison of a deterministic, a stochastic, and a hybrid multiple-criteria decision-making method for site selection of wind power plants: An application in Turkey. Wind Engineering. 44. 0309524X1984983. 10.1177/0309524X19849831.
- Beriro, et.al.. (2022). A decision support system to assess the feasibility of onshore renewable energy infrastructure. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 168. 112771. 10.1016/j.rser.2022.112771.
- Caterpillar Performance Handbook 49th Edition (2023)
- Levasseur, Pierre-Philippe & Maher, Michael & Dittrich, J.. (2015). A case study of frost action on lightly loaded piles at Ontario solar farms.
- Lutenegger, Alan. (2016). Foundation Alternatives for Ground Mount Solar Panel Installations. 1873-1885. 10.1061/9780784479742.160.
- Mayne, P.W., 2006. In Situ Test Calibrations for Evaluating Soil Parameters. Proceedings the Characterization and Engineering Properties of Natural Soils, Vol. 3, pp. 1323–1379.
- Mendes, Bruno & Ntambakwa, Eric & Yu, Hao & Rogers, Matthew. (2020). Common Geotechnical Design Challenges for Solar Power Plant Development in the USA and Canada. 898-906. 10.1061/9780784482810.093.
- Oladele, Oluwaseyi. (2024). Geotechnical Engineering for Renewable Energy Projects: Challenges and Opportunities.
- Pettifer, G.S., Fookes, P.G., (1994). “A revision of the graphical method for assessing theexcavatability of rock”. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology,27: 145–164. *(PDF) Assessment of Earthworks from Geotechnical Engineering Perspective*. Available from: https://www.researchgate.net/publication/385069586_Assessment_of_Earthworks_from_Geotechnical_Engineering_Perspective [accessed Mar 20 2026].
- Rediske et. Al., Wind power plant site selection: A systematic review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 148, 2021, 111293, ISSN 1364-0321, https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111293
- Tinjum, James & Christensen, R.W.. (2011). Site investigation, characterization and assessment for wind turbine design and construction. 10.1533/9780857090638.1.28.
- Yaşar, B.E. (2019), Analysis of a Wind Turbine Foundation on Stiff Clay with Analytrical and 3D Finite Element Methods, Master Thesis Tezi, METU Civil Engineering Dept.
- Yildiz ve diğ., (2025). Thermal Behavior of Shallow Soil Deposits and Relationship with Physical Properties – 3rd International Conference on Energy Geotechnics – 17-20 June 2025, Paris-France
- Yildiz ve diğ., (2025). Çelik Çakma Kazıkların Taşıma Kapasitesinin Konik Penetrasyon Testi Yöntemiyle Tahmini – Bir Vaka Analizi 10. Geoteknik Sempozyumu, Kocaeli, Türkiye
- Yildiz ve diğ., (2024). Geoteknik&Jeofizik Saha Araştırma Çalışmalarının Geomekansal Veri Yöntemleriyle Değerlendirilmesi, 19. Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendisliği Konferansı, Ankara
- https://enerji.gov.tr/
- https://www.irena.org/

KATILIMINIZ VE ZAMANINIZ İÇİN TEŞEKKÜRLER