

KontROLSÜZ DOLGU ALANLARINDA DOLGU KARAKTERİSTİĞİNİN VE GEOMETRİSİNİN TESPİTİ, GÖZLENEN MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ PROBLEMLERİ, ÇÖZÜM ÖNERİLERİ, İZMİR PANCAR ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ÖRNEĞİ

Ahmet AKDEMİR¹, Prof. Dr. Mehmet ÖZÇELİK² ve Serdar KAPUCU¹

¹JRG Zemin Yerbilimleri Mühendislik Hizmetleri / İzmir, Türkiye

²Süleyman Demirel Üniversitesi / Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Türkiye

*(ahmetakdemir59@gmail.com)

(Received: 15 April 2025, Accepted: 23 April 2025)

(5th International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2025, April 15-16, 2025)

ATIF/REFERENCE: Akdemir, A., Özçelik, M. & Kapucu, S. (2025). KontROLSÜZ Dolgu Alanlarında Dolgu Karakteristiğinin ve Geometrisinin Tespiti, Gözlenen Mühendislik Jeolojisi Problemleri, Çözüm Önerileri, İzmir Pancar Organize Sanayi Bölgesi Örneği. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 9(4), 121-133.

Özet – Bu çalışma ile İzmir İli, Torbalı İlçesi sınırlarında yer alan Pancar Organize Sanayi Bölgesi'nde bulunan kontROLSÜZ dolgu alanlarının mühendislik jeolojisi açısından değerlendirilmesini amaçlamaktadır. KontROLSÜZ dolgular, herhangi bir mühendislik tasarımı ve kalite kontrolü olmadan, farklı türdeki zemin malzemelerinin düzensiz bir şekilde serilip sıkıştırılmasıyla oluşmakta ve üzerine yapılacak inşaat faaliyetleri açısından ciddi riskler taşımaktadır. Bu bağlamda çalışmada, dolgu karakteristiğinin ve geometrisinin belirlenmesi, dolgu ile tabii zemin arasındaki ayrımın ortaya konulması ve mevcut ya da olası mühendislik problemlerinin tespit edilerek çözüm önerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Arazi çalışmaları kapsamında farklı parsellerde 55 adet zemin etüt sondajı gerçekleştirilmiş ve bu sondajlardan belirli aralıklarla Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) uygulanarak zemin sınıflamaları yapılmıştır. Ayrıca 5 noktada gerçekleştirilen presiyometre deneyleri ile zeminlerin elastisite modülü ve limit basınç değerleri elde edilmiştir. SPT ve presiyometre verileri karşılaştırıldığında, kontROLSÜZ dolgu ile tabii zemin arasında belirgin anomali değerleri gözlemlenmiş ve bu farklılık, yapı temellerinin taşıma kapasitesi ve oturma performansı açısından kritik önem taşımaktadır.

Ek olarak, laboratuvar analizleri (elek analizi, su içeriği, nokta yükleme ve kesme kutusu deneyleri), yüzey gözlemleri ve geçmiş yıllara ait uydu görüntülerine dayalı uzaktan algılama çalışmaları ile dolgu alanlarının zamansal yayılımı ve yüzeyde meydana gelen deformasyonlar değerlendirilmiştir. Dolgu birimleri üzerinde inşa edilen bazı duvarlarda gözlemlenen oturma kaynaklı çatlaklar, mühendislik sorunlarını doğrular niteliktedir.

Sonuçlar, bu tür kontROLSÜZ dolgu alanlarında doğrudan yapılaşmanın mühendislik açısından sakıncalı olduğunu göstermektedir. Dolgu birimlerinin kaldırılarak temel sistemlerinin doğal zemine oturtulması önerilmekle birlikte, ekonomik ve yapısal gerekçelerle bu işlemin mümkün olmadığı durumlarda zemin iyileştirme yöntemleri önerilmektedir. Elde edilen bulgular, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018 kapsamında değerlendirilerek yapılaşma öncesinde alınması gereken mühendislik önlemleri açısından yol gösterici niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Mühendislik Jeolojisi, KontROLSÜZ Dolgu, SPT, Presiyometre, Zemin İyileştirme.

Menderes Masifi, Pliyosen öncesi dönemde etkin olan sıkışma tektoniğinin etkisiyle ters faylanmalar ve sünme yapıları geliştirmiştir (Kaya, 1999). Bölgedeki jeolojik yapı, hem Hersiniyen hem de Alpin orojenezi süreçlerinin etkisiyle kıvrımlanmış ve kırılmış olup, bu deformasyonların sonucunda doğu-batı doğrultulu graben yapıları ortaya çıkmıştır (Akartuna, 1962).

Bu graben yapılarında zamanla, daha önce oluşmuş olan Menderes Masifi metamorfikleri ve Bornova Karmaşığı'na ait tortul birimlerin ayrışması, taşınması ve birikmesiyle çökeller birikmiştir. Havza içerisine gelen bu tortullar, kenarlarda daha çok kaba taneli çakıl taşı ve kumtaşı gibi malzemeleri barındırırken, merkezde siltli ve killi ince taneli sedimanlar birikmiştir. Zaman içerisinde bu süreçlerin tekrarıyla bölgeye ait alüvyon örtüsü meydana gelmiştir (Şimşek, 2002).

1.2.2. Stratigrafi

İzmir Körfezi ve yakın çevresinde gözlemlenen temel kayaç toplulukları, Geç Kretase dönemine ait formasyonlardan oluşmaktadır. Bu formasyonlar başlıca kumtaşı ve şeyl litolojilerini içerir ve aralarına serpiştirilmiş, çapı birkaç kilometreyi bulabilen kireçtaşı blokları ile karakterizedir. Kumtaşı ve şeyl birimleri genellikle iyi pekleşmiş olsalar da, aşırı derecede kırıklı ve çatlaklı yapı gösterirler. Kireçtaşı blokları çoğunlukla topoğrafik olarak yüksek alanlarda, tepelerin zirvelerinde yer almakta ve dayanıklı zemin özellikleri sergilemektedir. Ancak bu bloklarla çevreleyen tortul kayaçlar arasındaki sınırlar çoğu zaman hareketlidir ve süreksizlikler barındırır.

Bölgede, Geç Kretase birimlerinin üzerine Neojen yaşlı volkanik ve tortul kayaçlar diskordan şekilde yerleşmiştir. Bu volkanik birimler, özellikle bölgenin kuzeyindeki Yamanlar Dağı çevresinde yoğunlaşmış olup, andesitik bileşimli lavlar, lav breşleri, tüfler ve laharlar şeklindedir. Bu kayaçlar, genellikle kırmızımsı kahverengi ya da yeşilimsi gri renklerde olup, içinde iri feldspat kristalleri barındıran dayanımlı volkanik malzemelerdir.

Neojen'e ait tortul istifin alt kesimlerinde kiltası, kumtaşı ve çakıltası bulunurken, üst kesimlerde kireçtaşı tabakaları yer almaktadır. Yer yer bu kireçtaşlarının üzerinde tekrar kiltası düzeyleri gelişmiş olabilir. Bu tabakalar çoğunlukla 0°–30° arasında eğimli olup, özellikle alt bölümlerdeki yüksek kil içeriği ve zayıf pekleşme nedeniyle düşük mühendislik dayanımı sergiler. Öte yandan, üst kesimlerdeki kalın tabakalı kireçtaşları daha kararlı ve dayanıklı zemin özelliklerine sahiptir. Ancak kireçtaşının ince katmanlı ve çamurkayalarıyla ardalanmış kesimleri yine zayıf mühendislik davranışı gösterir. İzmir Körfezi çevresindeki kıyı düzlüklere bakıldığında, özellikle Gediz Deltası ve çeşitli akarsuların oluşturduğu alüvyon konileri geniş alanlara yayılmıştır. Bu genç çökeller çoğunlukla zayıf pekleşmiş, yüksek gözenekliliğe sahip, ve yer yer çamurlu yapıları olduklarından dolayı dayanımsız zemin koşulları sunmaktadır (Kaya, 1993).

İzmir ve çevresinde kaya birimlerinin dağılımı ve morfolojisi, yaklaşık 24 milyon yıl önce başlayan ve günümüze kadar etkisini sürdüren, kuzey–güney, kuzeydoğu–güneybatı ve doğu–batı yönelimli fayların kontrolünde şekillenmiştir. Bölgede 230 milyon yıl öncesine kadar uzanan farklı yaşlardaki kayaçlar ve tortul birimler, bu faylar aracılığıyla ayrılmış, yer değiştirmiş ve parçalı jeolojik bir yapı oluşturmuştur. Yöre, adeta bir fay ağı tarafından örülmüş olup, bu faylar hem kıyı çizgilerinin, hem de yükseklik ve çöküntü alanlarının, termal ve soğuk su kaynaklarının yerlerini belirlemiştir. Bölgede iki temel deformasyon evresi gözlemlenmektedir. İlki, Neojen öncesi dönemde gerçekleşmiş ve Geç Kretase'ye ait fliş birimlerini – özellikle kumtaşı, şeyl ve kireçtaşı bloklarından oluşan tabakaları – kuvvetli makaslama deformasyonuna uğratmıştır. İkinci deformasyon evresi ise Neojen sonrası döneme aittir ve düşey atımlı normal faylar ile karakterizedir. Bu genç yapısal unsurlar, günümüzde de aktif olabilecek tektonik özellikler taşımaktadır.

ZAMAN	DEVİR	DEVRE	FORMASON	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ VE AÇIKLAMALAR	
SENZOYİK	KUV.	TERİSİYER NEOJEN MIYOSEN	CUMAOVASI VOLKANİTLERİ	358		Alüvyon, yamaç molozu, traverten
						Perlit, dasit, riylit, trakiandezit, alkale riylit, tüfit, riyoasitik tuf, riylitik tuf, aglomera
			YENİKÖY FORMASYONU	430		Konglomera, kumtaşı, kiltası, killi kireçtaşı ardalanması
			BAHÇECİK FORMASYONU	295		Konglomera, kumtaşı, miltası, siltası, kiltası liniyit, kongresyonlu kireçtaşı ardalanması
MESOZOYİK	KRETASE	ÜST KRETASE	İZMİR FLİŞİ	760		Çörtlü kireçtaşı diyabaz, serpantin, kireçtaşı blokları, sipilit, metakumtaşı, killi şist, fillit
PALEOZOYİK			MENDERES MASİFİ			Mikaşist, kuvars şist, kuvarsit, mermer

Şekil 2-İzmir ve Çevresinin Genelleştirilmiş Sütun Kesiti. (Eşder 1988'den değiştirilerek)

1.2.3. Yapısal Jeoloji

İnceleme sahası, Menderes Graben sistemi içerisinde yer almakta olup, birinci derece deprem bölgesi içerisinde konumlanmaktadır. Sahada temel kayalar oluşturan şist ve mermerler, bölgede etkin olan tektonik hareketler sonucu yükselmiş, buna karşılık graben alanları yaklaşık 350–450 metre civarında çöküntü göstermiştir (Şimşek, 2002).

Bölgedeki başlıca yapısal unsurlardan biri, İzmir–Ankara Zonu olarak tanımlanan ve fliş fasiyesi içerisindeki tortul kayaların temel metamorfik birimlerin üzerine bindirme fayı aracılığıyla itilmesi sonucu oluşmuş yapıdır. Bu fay zonu, bölgesel ölçekte önemli bir tektonik sınır oluşturmaktadır.

Bölgede devam eden genleşme tektoniği sonucunda, kuzeybatı-güneydoğu (KB-GD) ve kuzeydoğu-güneybatı (KD-GB) doğrultularında gelişmiş normal fay sistemleri mevcuttur. Özellikle Torbalı çevresi, bu aktif tektonik sistemlerin etkisi altında yoğun bir şekilde faylanmaya uğramış olup, yüzeyde izlenemeyen ancak jeofiziksel yöntemlerle tespit edilebilen gömülü fay sistemlerinin varlığı literatürde bazı araştırmacılar tarafından öne sürülmektedir.

Bu bağlamda, bölgenin en önemli yapısal unsurlarından biri olarak, Gediz Graben Sistemi'nin bir parçası olan ve "Gediz Graben Sıyrılma Fayı" olarak bilinen Dağkızılcıca Fayı öne çıkmaktadır. Bazı araştırmalara göre, 1928 yılında Torbalı'da meydana gelen ve yaklaşık Mw 7.0 büyüklüğünde olduğu belirtilen yıkıcı depremin bu fayla ilişkili olabileceği ifade edilmektedir.

Ayrıca, bölgede yaygın olarak bulunan mermer ve kireçtaşı birimlerinin içinde, çeşitli ölçeklerde ikincil fay ve çatlak zonları gelişmiştir. Bu yapılar, bölgenin tektonik evriminin karmaşıklığını artırmakta ve zemin davranışları üzerinde etkili olmaktadır.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Sondaj Çalışmaları

İnceleme alanında 11 farklı parselde yapılan zemin etüt sondajlarından her bir parselden 5 adet sondaj referans olarak alınmış olup toplamda 55 adet sondaj verisi kullanılmıştır.

Temel Sondajları boyunca mevcut zeminlerin yerindeki sıkılık ve kıvamlilik durumlarını tespit edebilmek için yerinde dinamik bir kesme deneyi olan Standart Penetrasyon Deneyi yapılmıştır.

Sondajlardan elde edilen SPT değerlerindeki ani değişimler kontrolsüz dolgu ile tabii zemin ayrımı konusunda bilgi vermektedir.



Şekil 3: Sondaj lokasyonları

Tablo 1: Sondaj Noktalarının Koordinatları (WGS 84)

SONDAJ	ENLEM	BOYLAM	SONDAJ	ENLEM	BOYLAM
SK-1	38.208172	27.249518	SK-31	38.213039	27.253567
SK-2	38.208883	27.250115	SK-32	38.213229	27.253317
SK-3	38.208765	27.250571	SK-33	38.213418	27.253672
SK-4	38.207982	27.249860	SK-34	38.213606	27.254061
SK-5	38.208487	27.250034	SK-35	38.213751	27.253764
SK-6	38.207919	27.250077	SK-36	38.213356	27.253123
SK-7	38.208594	27.250616	SK-37	38.213905	27.253490
SK-8	38.208512	27.251016	SK-38	38.213779	27.253090
SK-9	38.207810	27.250385	SK-39	38.213546	27.252792
SK-10	38.208251	27.250535	SK-40	38.213808	27.252553
SK-11	38.208151	27.250923	SK-41	38.212676	27.250745
SK-12	38.208502	27.251233	SK-42	38.212504	27.251167
SK-13	38.208546	27.251747	SK-43	38.212325	27.250686
SK-14	38.208321	27.251415	SK-44	38.212055	27.250229
SK-15	38.208024	27.251220	SK-45	38.211928	27.250628
SK-16	38.208754	27.251576	SK-46	38.218360	27.247954
SK-17	38.208681	27.251805	SK-47	38.218413	27.218582
SK-18	38.208987	27.251909	SK-48	38.218801	27.248275
SK-19	38.209240	27.251944	SK-49	38.219324	27.247786
SK-20	38.209149	27.252195	SK-50	38.219422	27.248472
SK-21	38.209428	27.252138	SK-51	38.221195	27.245279
SK-22	38.209338	27.252378	SK-52	38.221664	27.245475
SK-23	38.209626	27.252436	SK-53	38.221572	27.245988
SK-24	38.209923	27.252540	SK-54	38.221104	27.245815
SK-25	38.209815	27.252757	SK-55	38.221438	27.245668

2.2. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT):

Standart Penetrasyon Deneyi (SPT), zeminlerin yerinde (in-situ) sıkılık, kıvam ve taşıma kapasitesi gibi mühendislik özelliklerini belirlemek amacıyla uygulanan yaygın bir arazi deneyidir. Zemin sınıflaması, temel tasarımı ve zemin iyileştirme kararlarında kullanılmak üzere ön bilgi sağlar.

Uygulama Yöntemi:

1. Sondaj kuyusunda belirli bir derinliğe ulaşıldığında, "split-spoon" örnekleyici kuyu tabanına indirilir.
2. 63.5 kg ağırlığındaki bir tokmak, 76 cm yüksekten serbest bırakılarak örnekleyiciye darbe uygulanır.
3. Örnekleyici zemine toplam 45 cm çakılır.

- İlk 15 cm: Ön darbe olarak değerlendirilir.
- Son 30 cm: Çakma için gereken darbe sayısı ölçülür ve bu sayı "SPT-N" değeri olarak adlandırılır.

Tablo 2: SPT verilerinin değerlendirilmesi

SPT-N Değeri	Zemin Tanımı
< 4	Çok gevşek / Çok yumuşak
4 – 10	Gevşek / Yumuşak
10 – 30	Orta sıkı / Orta kıvamlı
30 – 50	Sıkı / Sert
> 50	Çok sıkı / Çok sert

Kullanım Alanları

- Zemin sınıflaması
- Temel taşıma gücü hesapları
- Sıvılaşma potansiyeli analizi
- Zemin iyileştirme ihtiyaçlarının belirlenmesi
- Yapı-zemin etkileşimi değerlendirmeleri

Düzeltilmeler ve Faktörler

SPT sonuçlarının doğru değerlendirilmesi için çeşitli düzeltilmeler yapılır:

- Enerji oranı düzeltmesi (ER): Tokmağın verimliliği dikkate alınır.
- Örtü gerilmesi düzeltmesi (CN): Derinlikteki efektif gerilme etkisi giderilir.
- Tij uzunluğu, kuyu çapı ve örnekleyici tipi düzeltilmeleri: Deneyin ekipman ve uygulama koşullarına göre standartlaştırma sağlanır.

SPT, sahada hızlı ve ekonomik şekilde uygulanabilmesi nedeniyle mühendislik jeolojisi ve geoteknik projelerde sıklıkla tercih edilen temel bir deney yöntemidir. Ancak özellikle killi zeminlerde dikkatli yorumlanmalı, diğer arazi ve laboratuvar deneyleri ile desteklenmelidir.

2.3. Presiyometre Deneyi:

Presiyometre deneyi, zemindeki yük/deformasyon değişkenlerinin ölçüldüğü bir arazi deneyidir. Genişleyebilir silindirik formdaki bir probun daha önceden açılmış sondaj kuyusuna indirilerek şişirilmesi, şişirilme sonucunda zemine baskı uygulayan prob içerisindeki basınç ve hacim değişikliklerinin okunması ve değişikliklerin grafikler aracılığıyla yorumlanması presiyometre deneyinin temel aşamalarıdır. Daha sonra presiyometre deneyi sonuçları ile elde edilen presiyometre deformasyon modülü, limit basınç (PL), elastisite modülü (EM) kullanılarak sınır taşıma hesabı, emniyetli taşıma gücü hesabı ve oturma hesabı yapılır.

Presiyometre deneyinin gerçekleştirilmesinde, Menard G Tipi Presiyometre Aleti kullanılır. Deneyi gerçekleştiren cihaz, dairesel basınç uygulamasıyla zemin üzerinde dairesel formda bozulmalar meydana getiren silindirik şeklindeki bir prob ve proba bağlı bir ölçüm cihazından meydana gelir. Proba su ve NO₂ basıncı ileten plastik borular ise ara bileşenlerdir.

Presiyometre deneyinin yapılışı ise şu şekildedir:

Açılan sondaj deliğine indirilen proba NO₂ tüpleri ve plastik borular aracılığıyla basınç iletilir. Ölçümün verilerinin belirlenmesini sağlayacak algılayıcıdaki basınç artışı ve buna bağlı olarak hacim artışı ve hacmin artmasına bağlı olarak da volümetrede bulunan sıvı sütunlarındaki artış incelenir. Presiyometre cihazı ile çalışma yapılırken, algılayıcıya belirli düzeylerde gittikçe artan dairesel basınçlar uygulanır. Uygulama sırasında her basınç düzeyi için 15-30-60 saniyelerde hacimsel değişimler kayıt altına alınır ve gerekli düzeltilmeler yapılarak; x eksenine üzerine basınç, y eksenine üzerine ise 60 birim saniyelik hacimsel değişimler ile bir grafik oluşturulur.

Presiyometre deneyi ile taşıma gücü hesaplama ise burada elde edilen veriler ile gerçekleştirilir. Elde edilen grafiğin yükselişe geçtiği ilk kesim, algılayıcının zemine yerleştirilmesi ve zeminin P_0 iç basıncını temsil eder. Ardından düz bir form alan eğrinin bu aşaması elastik safha olarak adlandırılır. Menard Elastik Modülü, her aşama için grafik yardımıyla hesaplanır. Elastik safha sonrasında eğri tekrar yükselişe geçer ve bu aşamadan itibaren deney uygulanan birimin plastik safhası başlar. Limit basınç, hacimsel artışın teorik açıdan sonsuza ulaştığı noktadır ve bu veri teorik açıdan deney uygulanan kesimdeki Nihai Taşıma Gücü'nü ifade eder.

Presiyometre deneyi ile oturma kapasitesi hesaplama da yine kuyu boyunca elde edilen ölçümlerden yararlanılarak yapılır.

Presiyometre deneyinden elde edilen parametreler, doğrudan zemin davranışına ait nicel değerler sunduğundan özellikle heterojen zeminlerde güvenilir sonuçlar sağlar. Deney, hem doğal hem de dolgu zeminlerde uygulanabilir olup, SPT gibi darbe temelli yöntemlere göre daha az belirsizlik içerir. Bu nedenle, yapılaşmaya uygunluk değerlendirmelerinde ve detaylı mühendislik analizlerinde tercih edilmektedir.

III. BULGULAR

Çalışma alanında yapılan sondaj, arazi deneyleri, jeolojik gözlemler ve alınan numuneler üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri değerlendirilerek elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

3.1 Sondaj Verileri

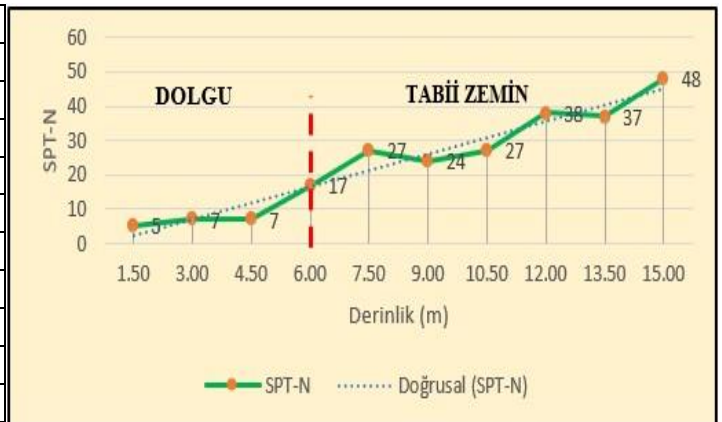
İnceleme alanında yapılan sondaj çalışmalarında dolgu ve tabii zemin seviyelerinden alınan numuneler arasında gözlemsel olarak farklılık gözlenmemiştir. Bunun nedeni dolgu malzemesi olarak kullanılan malzemenin aynı bölgeden temin edilmiş olmasıdır. İki birimin görsel olarak birbirinden ayırt edilmesi güç olduğundan bu ayrımın yapılması arazi deneyleri ile mümkün olmuştur. Tabii zemin fiziksel olarak litostatik basınca maruz kaldığından daha konsolide özellik gösterirken, dolgu seviyeleri daha gevşektir. SPT ve presiyometre verileri bu iddiayı desteklemektedir.

3.2. SPT ve Presiyometre Verilerinin Değerlendirilmesi

SPT verileri, dolgu ve tabii zemin arasında net farklar göstermiş; dolgu birimlerinde genellikle $N < 10$, tabii zeminlerde ise $N > 15$ değerleri elde edilmiştir. Presiyometre verileri de bu ayrımı desteklemiş; dolgu alanlarında limit basınç ve elastisite modülü belirgin düşüm göstermiştir.

Tablo 3: Dolgu-tabii zemin ayrımını gösteren spt anomali örneği

DERİNLİK	15 cm	30 cm	45 cm	SPT-N
1.50	2	3	2	5
3.00	3	3	4	7
4.50	3	4	3	7
6.00	4	8	9	17
7.50	13	12	15	27
9.00	10	12	12	24
10.50	11	13	14	27
12.00	15	18	20	38
13.50	16	19	18	37
15.00	20	23	25	48



Tablo 4: Presiyometre deney sonuçları

Derinlik	PRESİYOMETRE-1		PRESİYOMETRE-2		PRESİYOMETRE-3		PRESİYOMETRE-4		PRESİYOMETRE-5	
	Elastisite Modülü (kg/cm ²)	Limit Basınç (kg/cm ²)	Elastisite Modülü (kg/cm ²)	Limit Basınç (kg/cm ²)	Elastisite Modülü (kg/cm ²)	Limit Basınç (kg/cm ²)	Elastisite Modülü (kg/cm ²)	Limit Basınç (kg/cm ²)	Elastisite Modülü (kg/cm ²)	Limit Basınç (kg/cm ²)
1.50	260	5.9	-	-	116	5.86	-	-	111	6.17
3.00	-	-	132	4.97	-	-	138	3.64	-	-
4.50	211	7.1	-	-	175	6.75	-	-	250	8.24
6.00	-	-	174	7.55	-	-	193	7.31	-	-
7.50	328	10.5	-	-	289	10.7	-	-	316	10.7
9.00	-	-	332	11.16	-	-	411	10.92	-	-
10.50	389	10.7	-	-	259	11.12	-	-	207	10.85
12.00	-	-	271	11.66	-	-	275	11.53	-	-
13.50	300	11	-	-	367	10.81	-	-	202	10.51
15.00	-	-	238	10.92	-	-	299	11.35	-	-

3.3. Laboratuvar Sonuçları

Çalışma alanında zemin numunelerinin gözlemsel olarak incelenmesi yapılmış, laboratuvarında yapılan deney sonuçları ve birleştirilmiş zemin sınıflandırmasından yararlanılarak zeminin fiziksel özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Sondajlardan elde numuneler üzerinde elek analizi, su içeriği, birim hacim ağırlık ve kesme kutusu deneyleri yapılmıştır.

NUMUNE Sample			Su İçeriği Water Content W _n (%)	Doğal Birim Hacim Ağırlık γ _n kN/m ³	USCS	Nokta Yüklemeye Deneyi Point Load Strength I _p (kgf/cm ²)	Kesme Kutusu Deneyi Direct Shear Test c kPa φ Deg.		Deney Tipi
Sondaj No Boring/T.pit No	Numune No Sample No	Derinlik Depth							
SK-1	SPT-1	1.50-1.95	6.73	18.64	ML		2	24	UU
SK-2	SPT-3	4.50-4.95			GM				
SK-3	SPT-5	7.50-7.95			GM				
SK-4	SPT-7	10.50-10.95			GP				
SK-5	SPT-9	13.50-13.95			GM				
SK-6	SPT-2	3.00-3.45	4.63	18.79	GM		1	30	UU
SK-7	SPT-4	6.00-6.45			ML				
SK-8	SPT-6	9.00-9.45			GC				
SK-9	SPT-8	12.00-12.45			GM				
SK-10	SPT-10	15.00-15.45			GM				

NUMUNE Sample			Su İçeriği Water Content W _n (%)	Doğal Birim Hacim Ağırlık γ _n kN/m ³	USCS	Nokta Yüklemeye Deneyi Point Load Strength I _p (kgf/cm ²)	Kesme Kutusu Deneyi Direct Shear Test c kPa φ Deg.		Deney Tipi
Sondaj No Boring/T.pit No	Numune No Sample No	Derinlik Depth							
SK-11	SPT-1	1.50-1.95			SM				
SK-12	SPT-3	4.50-4.95	5.36	18.77	SC		3	26	UU
SK-13	SPT-5	7.50-7.95			GM				
SK-14	SPT-7	10.50-10.95			GM				
SK-15	SPT-9	13.50-13.95			GM				
SK-16	SPT-2	3.00-3.45			SC				
SK-17	SPT-4	6.00-6.45	7.83	18.84	GC		3	27	UU
SK-18	SPT-6	9.00-9.45			GM				
SK-19	SPT-8	12.00-12.45			GM				
SK-20	SPT-10	15.00-15.45			GM				

NUMUNE Sample			Su İçeriği Water Content W _n (%)	Doğal Birim Hacim Ağırlık γ _n kN/m ³	USCS	Nokta Yüklemeye Deneyi Point Load Strength I _p (kgf/cm ²)	Kesme Kutusu Deneyi Direct Shear Test c kPa φ Deg.		Deney Tipi
Sondaj No Boring/T.pit No	Numune No Sample No	Derinlik Depth							
SK-21	SPT-1	1.50-1.95			ML				
SK-22	SPT-3	4.50-4.95			ML				
SK-23	SPT-5	7.50-7.95	6.71	18.88	GM		1	31	UU
SK-24	SPT-7	10.50-10.95			GM				
SK-25	SPT-9	13.50-13.95			GM				
SK-26	SPT-2	3.00-3.45			SM				
SK-27	SPT-4	6.00-6.45			SC				
SK-28	SPT-6	9.00-9.45	9.92	18.81	GC		3	28	UU
SK-29	SPT-8	12.00-12.45			GM				
SK-30	SPT-10	15.00-15.45			GM				

NUMUNE Sample			Su İçeriği Water Content W _n (%)	Doğal Birim Hacim Ağırlık γ _n kN/m ³	USCS	Nokta Yüklemeye Deneyi Point Load Strength I _p (kgf/cm ²)	Kesme Kutusu Deneyi Direct Shear Test c kPa φ Deg.		Deney Tipi
Sondaj No Boring/T.pit No	Numune No Sample No	Derinlik Depth							
SK-31	SPT-1	1.50-1.95	11.43	18.83	GC		0	30	UU
SK-32	SPT-3	4.50-4.95			GM				
SK-33	SPT-5	7.50-7.95			GM				
SK-34	K-1	9.00-12.00				14.2			
SK-35	K-2	12.00-15.00				15.8			
SK-36	SPT-2	3.00-3.45	8.64	18.89	GM		1	31	UU
SK-37	SPT-4	6.00-6.45			GM				
SK-38	SPT-6	9.00-9.45			GC				
SK-39	K-1	8.00-9.00				13.6			
SK-40	K-2	9.00-12.00				14.7			

NUMUNE Sample			Su İçeriği Water Content W _n (%)	Doğal Birim Hacim Ağırlık γ _n kN/m ³	USCS	Nokta Yüklemeye Deneyi Point Load Strength I _p (kgf/cm ²)	Kesme Kutusu Deneyi Direct Shear Test c kPa φ Deg.		Deney Tipi
Sondaj No Boring/T.pit No	Numune No Sample No	Derinlik Depth							
SK-41	SPT-1	1.50-1.95			GM				
SK-42	SPT-3	4.50-4.95	5.38	18.72	GC		2	25	UU
SK-43	K-1	6.00-9.00				13.9			
SK-44	K-2	9.00-12.00				14.8			
SK-45	K-3	12.00-15.00				16.1			
SK-46	SPT-2	3.00-3.45	7.15	18.88	GM		1	30	UU
SK-47	SPT-3	4.50-4.95			GC				
SK-48	K-1	4.50-6.00				12.7			
SK-49	K-2	6.00-9.00				12.9			
SK-50	K-3	9.00-12.00				14.3			

NUMUNE Sample			Su İçeriği Water Content W _n (%)	Doğal Birim Hacim Ağırlık γ _n kN/m ³	USCS	Nokta Yüklemeye Deneyi Point Load Strength I _p (kgf/cm ²)	Kesme Kutusu Deneyi Direct Shear Test c kPa φ Deg.		Deney Tipi
Sondaj No Boring/T.pit No	Numune No Sample No	Derinlik Depth							
SK-51	SPT-1	1.50-1.95			ML				
SK-52	SPT-3	4.50-4.95	6.19	18.90	SC		2	25	UU
SK-53	SPT-5	7.50-7.95			GC				
SK-54	K-1	9.00-12.00				14.2			
SK-55	K-2	12.00-15.00				15.1			

Şekil-4: Laboratuvar deney sonuçları

3.4. Uzaktan Algılama

İnceleme alanının geçmiş yıllara ait uydu fotoğrafları incelenerek dolgu yapılan alanlardaki yayılım tespit edilmiştir. Bölgedeki sanayileşmeye bağlı olarak yapılan inşaatlardan çıkan hafriyat malzemesi özellikle bölgenin güneydoğu kısmındaki alana istiflenerek burada yeni parseller oluşturulmuştur.



Şekil 5: Geçmiş dönemlere ait uydu fotoğrafları

IV. TARTIŞMA

Mühendislik jeolojisi kapsamında zemin ve kaya birimlerinin fiziksel, mekanik ve hidrojeolojik özelliklerinin belirlenmesi, yapı tasarımında temel parametreleri oluşturmaktadır. Bu bağlamda, özellikle yerleşime açılmış sahalarda karşılaşılan kontrolsüz dolgular, mühendislik açısından önemli bir risk faktörünü temsil etmektedir. Kontrolsüz dolgular, mühendislik tasarım kriterlerine uygun olarak serilmemiş, yerinde sıkıştırılmamış, sınıflandırılmamış ve geoteknik özellikleri denetlenmemiş zemin malzemeleridir. Bu tür zeminler doğal zeminlerle karşılaştırıldığında homojen olmayan yapıları, değişken kompaksiyon dereceleri ve heterojen içerikleri nedeniyle hem taşıma gücü hem de oturma davranışı açısından yüksek belirsizlik içerirler (Peck et al., 1974; Ulusay, 2001).

Kontrolsüz dolgu zeminlerinde karşılaşılan en belirgin mühendislik problemleri arasında; yetersiz taşıma kapasitesi, diferansiyel oturma, şev stabilitesizliği, zemin sıvılaşması ve drenaj problemleri

sayılabilir. Bu durum, özellikle üstyapı yüklerinin zemine güvenli bir şekilde aktarılmasını engelleyerek yapısal hasarlara yol açabilir. Literatürde, kontrolsüz dolgular üzerine inşa edilen yapılarda kısa ve uzun vadede oturma kaynaklı deformasyonların sıkça gözlemlendiği bildirilmektedir (Bozkurt, 2001; Eşder & Şimşek, 1975). Bu nedenle, kontrolsüz dolguların varlığının yapılaşma öncesi kapsamlı jeoteknik etütlerle tespit edilmesi büyük önem taşımaktadır.

İnceleme alanında yapılan zemin etüt çalışmaları sonucunda, dolgu birimlerinin geometrik yayılımı, kalınlıkları, malzeme içerikleri ve yerel zemin profili içerisindeki konumları belirlenmiştir. Bu değerlendirmeler ışığında, yapı temellerinin dolgu birimleri üzerinde konumlandırılmasının mühendislik açısından sakıncalı olacağı, özellikle taşıma gücü ve oturma performansı bakımından ciddi riskler barındıracağı ortaya konmuştur. Bu doğrultuda, yapı temellerinin dolgu tabakalarının sıyrılarak doğal, taşıma kapasitesi yüksek zemin birimlerine oturtulması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Ancak, dolgunun kaldırılmasının mümkün olmadığı veya ekonomik olmadığı durumlarda, alternatif mühendislik çözümleri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, fore kazık, mini kazık veya jet grout gibi zemin iyileştirme ve taşıyıcı sistem teknikleri önerilmiştir. Özellikle fore kazık sistemi ile temelin, zeminin derin ve taşıyıcı tabakalarına kadar aktarılması sayesinde yapı güvenliği sağlanabilmektedir. Bu yöntem sayesinde, dolgu zeminlerden kaynaklı farklı oturma, stabilite kaybı ve taşıma gücü problemleri büyük ölçüde bertaraf edilmektedir (Koca, 1999; Şimşek, 2002).

Sonuç olarak, mühendislik jeolojisi ve zemin mekaniği açısından değerlendirildiğinde, kontrolsüz dolgu birimleri üzerine doğrudan temel oturtulması önerilmemekte; gerekli durumlarda zemin iyileştirme tekniklerinin uygulanması ve projelerin bu doğrultuda revize edilmesi önerilmektedir. Bu yaklaşım, sadece yapısal güvenlik değil, aynı zamanda ekonomik sürdürülebilirlik ve uzun ömürlü yapı performansı açısından da büyük önem arz etmektedir.

V. SONUÇLAR

1. Bu çalışma ile İzmir İli, Torbalı İlçesi, Pancar Mahallesi, İzmir Pancar Organize Sanayi Bölgesi Müdürlüğü yetki alanında bulunan parsellerde yapılmış kontrolsüz dolgu alanlarında mevcut dolgu biriminin yayılım ve kalınlık geometrisinin tespit edilmesi ve oluşabilecek mühendislik problemlerinin ortaya koyularak çözüm önerileri sunulması amaçlanmıştır.
2. Çalışma alanı hafif eğimli bir topoğrafyaya sahip olup (%15-20) kütle kayması riski gözlenmemiştir.
3. Çalışma alanında 11 ayrı parselde yapılan zemin etüt sondajlarından her parseli temsil edecek nitelikte beşer sondaj seçilerek toplamda 55 adet 15 metre derinlikte sondaj verisi kullanılmıştır. Sondajlardan elde edilen numuneler üzerinde akreditasyonu olan zemin laboratuvarında birim hacim ağırlık, su muhtevası, kesme kutusu ve nokta yükleme deneyleri yapılmıştır.
4. Açılan sondajlarda yeraltı suyu gözlenmemiş olup, mevsimsel yağışa bağlı olarak yüzey suyu hareketleri gözlenebilir.
5. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) sonuçlarına göre kontrolsüz dolgu seviyelerinin değerleri ile tabii zemin değerleri açıkça anomali göstermiştir. SPT değerindeki bu ani değişim iki birim ayrımını işaret etmektedir. Aynı zamanda yapılan presiyometre deney sonuçları da bu tezi destekler nitelikte olup farklı seviyelere ait limit basınç ve elastisite modülü değerlerinin birim geçişlerinde anomali gösterdiği görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Mehmet ÖZÇELİK'e teşekkürlerimi sunarım. Literatür araştırmalarımda yardımcı olan değerli eşim Jeoloji Mühendisi Dilek AKDEMİR'e, arazi çalışmalarımda

yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Jeoloji Mühendisi Serdar KAPUCU'ya, Jeofizik Mühendisi Ziya Orhan DERİNSU'ya, İnşaat Mühendisi Faruk DEPREM'e, İnşaat Mühendisi Mohammad MAHMOUDI'ye teşekkür ederim.

Çalışmalarımdaki desteklerinden dolayı JRG Zemin Yerbilimleri Mühendislik Hizmetleri şirketine teşekkür ederim.

Araştırmamın her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

KAYNAKLAR

- [1] Akartuna, M. (1962). Türkiye'nin jeolojik yapısı hakkında genel görüşler. MTA Yayınları.
- [2] Ataman, G., & Kocaefe, S. (1976). Batı Anadolu'nun güncel tektonizması. *Yerbilimleri*, 9, 149–162.
- [3] Bozbay, A., Yalçın, H., & Diğerleri. (1986). *Ankara dolayındaki zeminlerin mühendislik özellikleri ve yapılaşmaya etkileri*. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları.
- [4] Bozkurt, E. (2001). Neotectonics of Turkey—a synthesis. *Geodinamica Acta*, 14(1–3), 3–30. <https://doi.org/10.1080/09853111.2001.11432432>
- [5] Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., & Elmacı, H. (2005). *Türkiye diri fay haritası*. MTA Genel Müdürlüğü Yayınları.
- [6] Erdoğan, B. (1990). İzmir ve çevresinin jeolojisi. *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları*, 81, 1–63.
- [7] Eşder, T., & Şimşek, O. (1975). *Geoteknikte laboratuvar deneyleri*. İTÜ Yayınları.
- [8] Eşder, T. 1988, Gümüldür-Cumaovası (İzmir) alanının jeolojisi ve jeotermal enerji olanaklarının araştırılması. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Anabilim Dalı, 401 s.
- [9] Eyidoğan, H., Barka, A., & Yiğiter, A. (1991). Türkiye'nin deprem bölgeleri ve aktif fay sistemleri. *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 7(2), 85–100.
- [10] İnci, U. (1991). Neotektonik dönemde gelişmiş göl ortamlarında tortulanma: Afşin-Elbistan linyit sahası örneği. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 34(1), 45–59.
- [11] Kaya, C. (1999). *Zemin mekaniği ve zemin davranışı*. Birsan Yayınevi.
- [12] Koca, M. Y. (1999). İzmir yöresinde volkanik kayaların bozunma ürünü killerin oluşum şekilleri ve mühendislik özellikleri [Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi].
- [13] McKenzie, D. (1972). Active tectonics of the Mediterranean region. *Geophysical Journal International*, 30(2), 109–185. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1972.tb02351.x>
- [14] Özer, A. (1993). *Afyon–Denizli–Muğla dolayının jeolojisi ve tektoniği* [Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi].
- [15] Peck, R. B., Hanson, W. E., & Thornburn, T. H. (1974). *Foundation engineering* (2nd ed.). Wiley.
- [16] Şimşek, O. (2001). *Zemin mekaniği uygulamaları*. İTÜ İnşaat Fakültesi Yayınları.
- [17] Şimşek, O. (2002). İnşaat mühendisliğinde temel zemin etkileşimi. Birsan Yayınevi.
- [18] Ulusay, R. (2001). Zeminlerin mühendislik sınıflaması ve değerlendirilmesi. In R. Ulusay & H. Gökçeoglu (Eds.), *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği* (s. 121–156). TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları.