



Irgılı beldesi (Denizli) yerleşim alanının jeolojik ve jeoteknik özellikleri Geological and geotechnical properties of settlement area of Irgilli town (Denizli)

Suat TAŞDELEN¹, Sefer Beran ÇELİK¹, Erdal AKYOL^{1*}

¹Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye.
stasdelen@pau.edu.tr, scelik@pau.edu.tr, eakyol@pau.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 01.12.2014, Kabul Tarihi/Accepted: 15.02.2015

* Yazışılan yazar/Corresponding author

doi: 10.5505/pajes.2015.30932

Araştırma Makalesi/Research Article

Öz

Yerleşim yeri seçimi ve imar planlarında belirleyici olan jeolojik ve jeoteknik çalışmalar, modern kentleşmenin ilk ve en temel aşamalarından birisidir. İmar amaçlı mikrobölgeleme çalışmaları güvenli bir çevre ve sürdürülebilir bir kalkınma için önemlidir. Bu kapsamda Irgılı Beldesi'nin (Denizli) yerleşime uygunluğu araştırılmıştır. İnceleme alanı, Işıklı Gölü'nün güney kıyısındaki ovada alüvyonal birimler üzerinde bulunmaktadır. Ova, sismik bakımdan aktif kenar fayları ile çevrelenmiştir. İnceleme alanında çeşitli jeoteknik deneyler ile hidrojeolojik çalışmalar yapılmış, elde edilen veriler ışığında inceleme alanı yerleşime uygunluk özellikleri bakımından sınıflandırılmıştır. Elde edilen bulgular ışığında, inceleme alanı içinde kuzeyden güneye doğru daha uygun yerleşim alanı özellikleri belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Mikro bölgeleme, Jeoteknik, Irgılı, Denizli

Abstract

Geological and geotechnical studies, decisive on land use and development plans, are the basic stage of a modern urbanization. Microzonation studies for development plans are crucial for safe environment and sustainable development. This study is focused on settlement suitability of Irgılı (Denizli) Municipal area. The area is on an alluvium plain where is located on south of Lake Işıklı and surrounded by active fault lines. Some geotechnical tests and hydrogeological studies have been performed and the area was classified in terms of settlement characteristics. According to results of this study, it is determined that the southern part of the area is more suitable to settlement than the northern part.

Keywords: Microzoning, Geotechnics, Irgılı, Denizli

1 Giriş

Dünyanın en önemli deprem bölgelerinden biri olan ülkemizde bugüne kadar meydana gelen depremlerde birçok yapının yıkılması ya da hasar görmesindeki en önemli etkenlerin jeolojik ve jeoteknik özellikler ile yapılaşmadaki yanlışlıklar olduğu gerçeği ortaya çıkmıştır.

Yerleşim yeri seçimi projelerinde, imar planlarını ve yapılaşmayı yönlendirecek jeolojik ve jeoteknik çalışmalar, modern kentleşmenin ilk ve en temel aşamalarından birisidir. Özellikle deprem sırasında, zemin-yapı ilişkisine yönelik karmaşık dinamik kuvvetlerden kaynaklanan tehlike ve risk analizlerinin iyi yapılabilmesini sağlayan en önemli bilgiler, bu çalışmalarla üretilen verilerden elde edilir. Yapılaşma öncesinde zemin, yapı ve çevre ilişkisinin güvenilir olarak kurulabilmesi amacıyla, zeminin mühendislik özellikleri ile yerel ve çevresel afetlerin, muhtemel tehlike ve risklerinin analiz edildiği mikrobölgeleme çalışmaları yapılmaktadır [1]. Mikrobölgeleme, imara açılacak boş alanların ve yapılaşmış alanların afet risklerini, kentsel dönüşüm planlaması çalışmalarında ise stratejileri ve öncelikleri tespit etmek amacıyla yapılan çok disiplinli çalışmalardır [2],[3]. Mikrobölgeleme çalışmaları özellikle deprem beklenen çeşitli kentlerinde yapılmıştır [4],[5]. Bu kapsamda, Disaster Risk Management Institute ve Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından "Belediyeler için Mikrobölgeleme: El Kitabı" ve "Belediyeler için Mikrobölgeleme: 1. Bilimsel Son Durum" başlıklı çalışmalar yayınlanmış [6],[7] ve birçok yerleşim alanında araştırmalar yapılmıştır [8]-[10].

Bu çalışmada, deprem riski altında bulunan Irgılı Beldesi yerleşim alanlarının ayrıntılı jeolojik etüt ile arazi ve laboratuvar deneyleri destekli jeolojik ve jeoteknik etütleri yapılarak sahanın yerleşime uygunluğu değerlendirilmiştir.

2 İnceleme alanının özellikleri

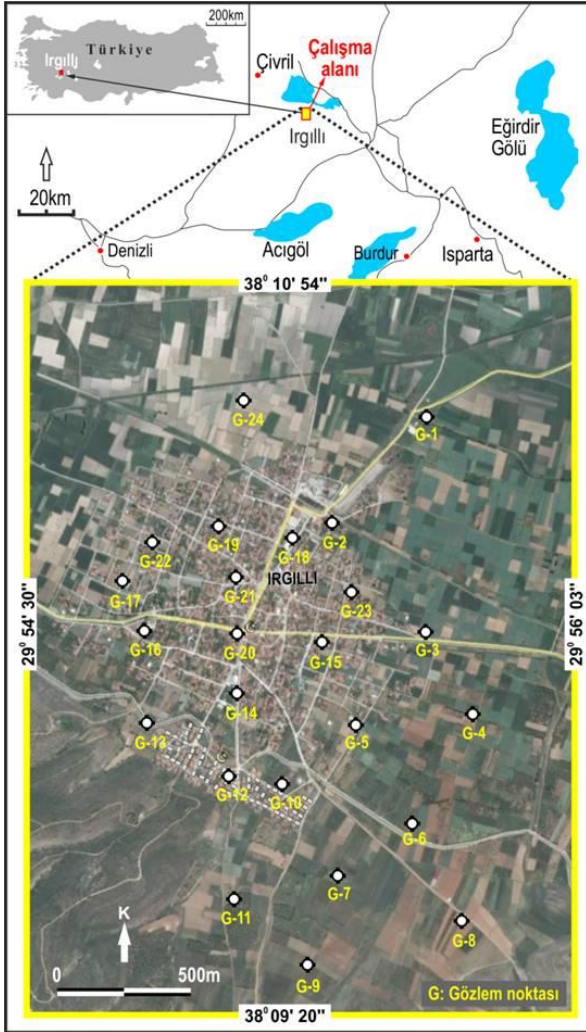
İnceleme alanı, Ege Bölgesinde Denizli İline 100 km uzaklıkta, Çivril İlçesi'nin yaklaşık 20 km güneydoğusunda, Işıklı Gölü'nün yüzey drenaj alanı içinde yer alır. Coğrafi koordinat sistemine göre, Harita Genel Müdürlüğüne hazırlanan 1/25000 ölçekli Uşak L23-c-2 paftasında 38°09'20" ve 38°10'54" kuzey enlemleri ile 29°54'30" ve 29°56'03" doğu boylamları arasında kalan yaklaşık 6.2km²lik bir alanı kapsar (Şekil 1).

Üzerinde inceleme alanının da bulunduğu Çivril Ovası, Büyük Menderes Nehrinin iki önemli kolunun toplanma havzası özelliğinde, yaklaşık 400 km²lik bir alana sahip olup, denizden yüksekliği ortalama 820 metredir [11]-[20]. Çivril Ovası, güneybatısındaki Baklan Ovası ve doğu-kuzeydoğusundaki Işıklı Ovası ile birlikte haritada ters V şekilli geniş bir düzlük oluşturur. Irgılı Beldesi, Işıklı Gölünün güneyinde yer alır. Yerleşim alanının güney-güneybatı tarafı dağlarla kuşatılmış olup, kuzey-kuzeydoğuya doğru gidildikçe daha düşük kotlarda yamaç molozu ve alüvyon niteliğinde kısmen daha yumuşak bir topoğrafya hâkim olur. Mevcut yerleşim alanları 830-900 m kotları arasında yer alır. İnceleme alanında %30'dan daha fazla eğimli alan bulunmamaktadır [21],[22] (Şekil 2).

2.1 Stratigrafi

Irgılı ve çevresinde Senozoyik çakıltaşları

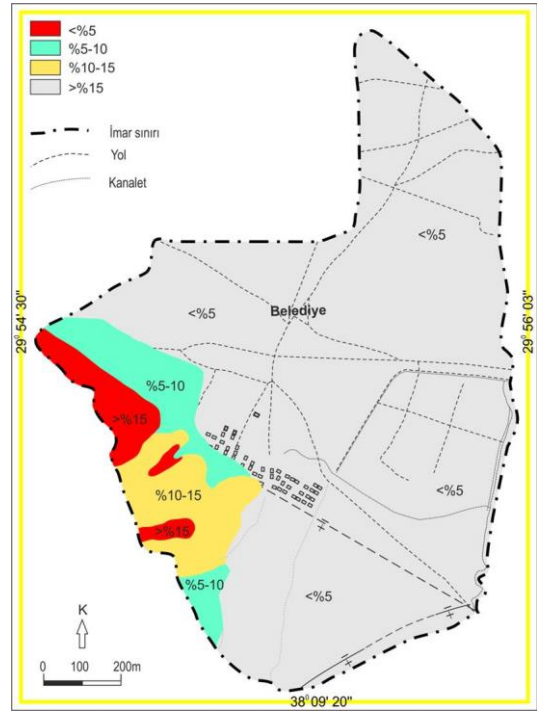
(Bozdağ Formasyonu) ile Kuvaterner alüvyon yelpazesi, alüvyon ve kolüvyon (yamaç molozu) gibi genç tortullar yer alır [23],[24] (Şekil 3, 4).



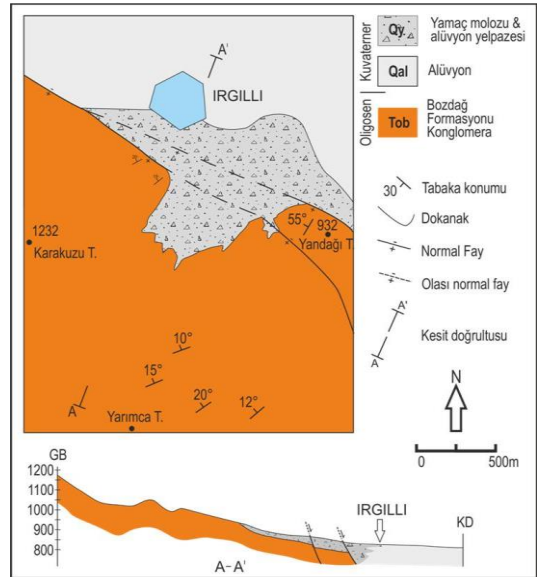
Şekil 1: Çalışma alanı yer bulduru ve sondaj lokasyon haritası.

2.1.1 Senozoyik

İnceleme alanında gözlenmemekle birlikte Irgilli çevresindeki Senozoyik birimleri Bozdağ çakıltaşları (Üst Oligosen-Alt Miyosen) oluşur [22]-[25]. Başlıca çakıltaşlarından oluşan birim (Tob) ilk defa Göktaş ve diğ. [26] tarafından Bozdağ Formasyonu adı altında tanımlanmıştır. Adını Irgilli güneyindeki Bozdağ'dan (1329 m) almıştır. Kalınlığı yaklaşık olarak 500 metredir (Şekil 3, 4). Bozdağ çakıltaşı Acıgöl grubunun en genç birimi olan Tokça Formasyonu üzerinde depolanmıştır. İki birim arasındaki dokanağın uyumlu mu yoksa uyumsuz mu olduğu açık şekilde gözlenmemiştir [22]-[26]. Birim üstten Üst Miyosen yaşlı Kızılören Formasyonu ve Kuvaterner kolüvyon ve alüvyonları ile uyumsuz olarak örtülür. Irgilli çevresinde Kızılören Formasyonu görülmez. Bozdağ çakıltaşı kuzeydoğuda Irgilli fayı ile Kuvaterner yaşlı genç tortullardan ayrılır. Çakıltaşlarında tabaka konumları genellikle kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu olup eğimleri 10-20° kuzeybatıdır [27].



Şekil 2: İnceleme alanının eğim haritası [22].



Şekil 3: İnceleme alanının jeoloji haritası ve kesiti [22].

2.1.2 Kuvaterner alüvyon yelpazesi-alüvyon (Qal)

Irgilli Beldesi'nin büyük bir kısmı alüvyonlar üzerinde kuruludur. Bu alüvyonlar güney-güneybatıdan akan mevsimlik derelerin yağış dönemlerinde Bozdağ'ı oluşturan dağlık kesimin ovaya açıldıkları noktalardan itibaren düşük eğimli alanlarda biriktirdikleri gevşek tortullardır. Yamaç eteklerinde birikmiş daha kaba taneli kolüvyal tortullarla yanal ve düşey geçişlidirler. Alüvyal tortulları oluşturan kırıntılı tane boyu kuzey-kuzeydoğuya (ovaya) doğru giderek daha küçük bileşenli çökellere dönüşür. Alüvyonun kalınlığı dağ eteklerinden ovaya doğru artar. Alüvyon kalınlığı hakkında kesin bir rakam vermek zordur. DSİ tarafından yapılan ve

derinliği 100 m'yi geçen sondajlarda tabanı gözlenememiştir [22].

S E N O Z O Y I K	YAŞ	BİRİM	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA
S E N O Z O Y I K	OLİGOSEN	BOZDAĞ	500	Tob: Orta, kalın, yer yer masif, kum matiriksli, karbonat çimentolu, çoğunlukla kireçtaşı, çakıllardan kurulu konglomera	Uyumsuzluk
					Qal: Alüvyon (Kum-silt-kil)

Şekil 4: İnceleme alanı jeoloji sütun kesiti [22].

2.1.3 Yamaç molozu, yamaç yelpazesi (Qy)

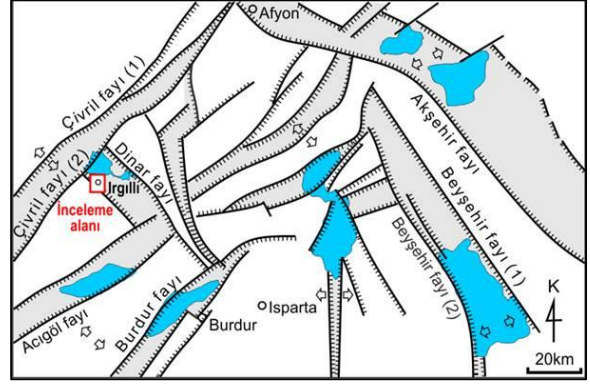
Irgılı beldesi güneyindeki Bozdağ çakıltaşlarının yüzeylediği dağlık alanlardan türeyen türü kaba kırıntılar kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı Irgılı fayının düşen bloğu üzerinde yüksek eğimli yamaçların eteklerinde kolüvyal tortulları oluşturmuştur. Kolüvyal tortulları oluşturan kaba kırıntılar Bozdağ çakıltaşı biriminden geldiği için köseli değildir. Kolüvyal tortullar, kuzey- kuzeydoğu yönünde yanıl olarak ovaya doğru kahverengi alüvyonlara geçer. Kaba taneli, yuvarlak-yarı yuvarlak bileşenler henüz tutturulmamış ya da az tutturulmuşlardır. Taneler arası boşluklarda kırmızımsı-kahverengi granül, kum ve çamur boyu hamur malzemesi yer alır. Kolüvyal tortullar genellikle ani sellenmeler sonucu ortaya çıkan moloz akmaları ile depolanmışlardır [22].

2.2 Yapısal jeoloji

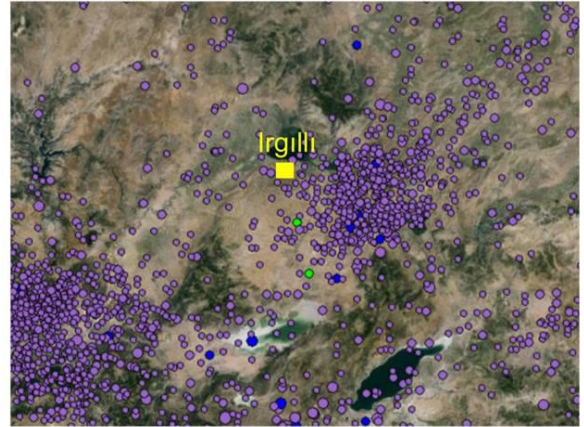
Göller Bölgesi olarak bilinen ve kabaca Denizli-Burdur-Isparta-Afyon arasında yer alan inceleme alanı, yapısal olarak Ege horst-graben sisteminin doğu uzantısını oluşturur. Miyosen sonunda oluşmaya başlayan ve son 5 milyon yıldır da açılma türü bir tektonik rejimin denetimi altında gelişimini sürdüren Ege horst-graben sistemi, Türkiye'nin Ege Bölgesi başta olmak üzere batı kesimini karakterize eden bir yapıya sahiptir. Bu sistem, çoğunlukla doğu-batı, bazen de kuzeybatı-güneydoğu ve kuzeydoğu-güneybatı gidişli eğim ve verev atımlı normal faylarla karakterize edilir. Bu tür normal faylanmaların büyük ölçeklerde ve çok sayıda geliştiği bölgede, sınırları bu faylar tarafından denetlenen değişik şekil ve büyüklükte çöküntü havzaları (grabenler) ve yükseltiler (horstlar) oluşmuştur. Ege Bölgesine genel olarak bakıldığında, Gediz Irmağı Vadisi, Büyük ve Küçük Menderes nehirlerinin vadileri birer çöküntü alanına, yani grabenlere karşılık gelirken; Manisa Dağı, Çaldağ, Dibek Dağı, Bozdağ gibi yerler ise yükseltilere, yani horstlara karşılık gelir [11]-[20] (Şekil 5).

Çivril-Baklan yöresi de Ege Bölgesinin doğu uzantısında iyi gelişmiş diri (aktif) bir horst-graben sistemidir. Yani, Çivril-Baklan-Işıklı ovaları ile bu ovaları kuşatan dağları sınırlayan kenar fayları sismik bakımdan aktiftir. Yörede bu güne kadar

kaydedilen depremlerin (Şekil 6) genellikle orta büyüklükte olması, büyük enerji birikiminin gecikmesini sağlar. Çok sayıda kısa fayın bulunduğu bu yörede enerji boşalımının yeni uzun bir fay oluşturma ihtimali oldukça zayıftır. Buna karşılık, grabenlerdeki kısa fayların harekete geçmesi veya oluşması ve birbirini tetiklemesi sonucu en çok 6.5-7 M arasında 1-2 deprem ya da uzun süreli bir depremin olabileceği ifade edilebilir [11]-[20].



Şekil 5: İnceleme alanı ve çevresinde normal fayların denetiminde gelişmiş horst-graben alanlarının basitleştirilmiş haritası [18].



Şekil 6: İnceleme alanı ve çevresinde ölçülen magnitüdü 3 ve daha büyük deprem kayıtları [28].

Çivril-Işıklı-Irgılı yöresi yaklaşık dik açı ile kesişen iki fay takımı ile karakterize edilmiştir. Bunlardan birinci fay takımı yaklaşık kuzeydoğu-güneybatı gidişlidir. Çivril-Baklan grabenini kuzeybatıdan sınırlayan fay Çivril fayı, güneydoğudan sınırlayan fay ise Baklan fayıdır. Yaklaşık uzunluğu 15 km olan Baklan fayı, Çivril depresyon havzasına doğru gelişen genç tortullaşmanın denetçisi olmuştur. Grabeni dolduran Neojen tortulları Baklan fayına doğru, güneydoğu yönünde eğim kazanmıştır. Dolayısıyla Baklan fayının Çivril fayından daha aktif olduğu söylenebilir. Fay zonu basamak faylar oluşturarak gençleşmiş ve etkinliğini günümüze kadar sürdürmüştür [11]-[20].

Diğer fay takımı ise Dinar grabenini sınırlayan kuzeybatı-güneydoğu gidişli fay takımıdır. Dinar grabenini kuzeydoğudan sınırlayan fay, Dinar fayıdır. Dinar'ın güneydoğusundan başlayıp, Dinar'ın kuzeydoğu kenarından ve içinden geçerek daha kuzeybatıdaki Çivril İlçesine kadar devam eden, yaklaşık 70-80 km uzunluğunda olan eğim atımlı normal bir faydır. Güneybatı yönüne ortalama 60° ile eğimli

olan bu kırık, Dinar fayı olarak adlandırılmıştır [18],[23]. 1 Ekim 1995 Dinar depreminin odak çözümlenmesi yapıldığında, depremin derinliğinin 33 km olduğu, merkezinin ise Dinar'ın yaklaşık 90 km güneybatısında yer aldığı görülür. Dinar grabenini güneybatıdan sınırlayan ve yaklaşık 14 km uzunlukta olan fay parçası bu çalışmada Irgılı fayı olarak adlandırılmıştır. Bu fay, kuzeybatı-güneydoğu gidişli olup, Oligosen çakıltaşları ile Kuvaterner birimleri arasında dokanak oluşturur. Irgılı yerleşim alanı güneyinde çatallanarak güneydoğuya doğru devam eder [11]-[20].

Irgılı 1995'teki Dinar depreminde de etkilenmiş ve birçok sayıda ev hasar görmüş ve/veya yıkılmıştır. Bu tür hasarlı alanlar genellikle inceleme alanının kuzey kesimlerinde yer almaktadır. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı'nın hazırladığı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında birinci derece deprem bölgesinde yer almaktadır [24].

3 Bulgular ve tartışma

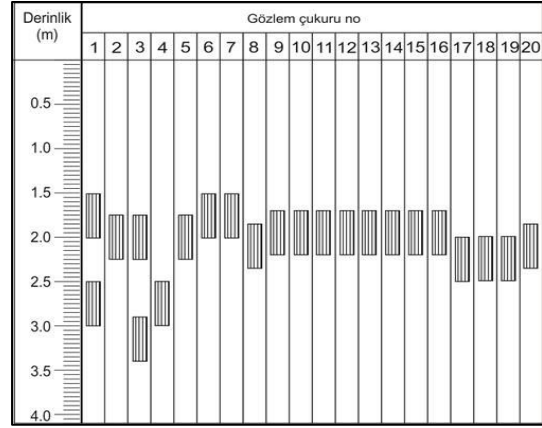
3.1 Jeoteknik çalışmalar

Irgılı Belediyesi'ne ait mevcut ve planlanan yerleşim alanlarında, zeminlerin muhtemel yapıları ve cinsleri esas alınarak jeoteknik amaçlı 24 adet temel sondajı açılmıştır (Şekil 1). Sondajlarda 76 ve 66 mm çapında auger kullanılmış, çeşitli seviyelerden örnekler alınmıştır (Şekil 7). Sondajların çeşitli seviyelerinde Menard presiyometre testleri yapılmıştır. Sondaj kuyularında yeraltı suyu seviye ölçümleri yapılarak, jeoteknik bakımdan yeraltı suyu problemi olabilecek olan alanlar belirlenmiştir. Ayrıca çeşitli gözlem ve testler için 20 adet gözlem çukuru açılmıştır [22]. Zeminlerin blok ve çakıl boyutunda malzeme içermesinden dolayı, tüm gözlem çukurlarından örselenmemiş numune alınamamıştır. Örselenmiş numuneler üzerinde likit limit, plastik limit, elek analizi deneyleri yapılmıştır. Bu deneylerin sonucunda, zeminlerin kıvam indisleri ve birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre zemin sınıfları tayin edilmiştir. Bünye özelliklerinden dolayı, bazı zemin örneklerinin adlanması, elek analizinden elde edilen sonuçlara göre yapılmıştır. Örselenmemiş numuneler, esas olarak doğrudan kesme deneyi ve üç eksenli basma deneyi için alınmıştır. Ancak, zemin koşullarından dolayı üç eksenli basma dayanımı yapabilecek miktarda örselenmemiş numune elde edilememiştir. Dolayısıyla, zeminlerin laboratuvar ortamındaki mekanik özelliklerini belirlemek için sadece doğrudan kesme deneyleri yapılmıştır (Şekil 9).

Açılan tüm gözlem çukurlarından alınan numuneler üzerinde Atterberg kıvam limitleri belirlenmiştir. Likit limit değerlerinin %22.0 (9'nolu gözlem noktası) ile %46.0 (1'nolu gözlem noktası) arasında değişmekte olduğu görülmektedir. Yapılan plastik limit deneylerinde ise, değerler %15.0 (5'nolu gözlem noktası) ile %28.0 (16'nolu gözlem noktası) arasında değişmektedir. Plastisite indisi değerleri ise en düşük 9 ve 14'nolu gözlem noktalarında 1.0 ve en yüksek ise 1 nolu gözlem noktasında 15 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen numunelerin doğal birim hacim ağırlığı minimum 17.3 kN/m³, maksimum 18.9 kN/m³ olarak bulunmuştur. Hesaplanan doğal su muhtevalarının %17.1 (4'nolu gözlem noktası) ile %36.6 (1'nolu gözlem noktası) arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 1).

Birimlerin mekanik bazı mekanik özellikleri belirlenmiştir. Bu kapsamda elastisite modülü (E) ve presiyometre limit basıncı (P_L) hesaplanmış ve değerler Tablo 2'de gösterilmiştir. Presiyometre deney sonuçları ise Şekil 8'de verilmiştir. Buna

göre elastisite modülünün 2.6-19.8 MPa, limit basıncının 3.4 kg_k/cm²-28.3 kg_k/cm² arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 7: Gözlem noktalarından alınan örselenmemiş örnek derinlikleri.

Tablo 1: Gözlem çukuru örneklerinin deney sonuçları.

Sondaj No	Kıvam Limitleri			Granülometrik Özellikler			BZS Simgesi
	LL	PL	PI	% Çakıl	% Kum	% Silt+Kil	
1	46	31	15	1	11	88	ML
2	32	24	8	23	37	62	ML
3		NP		1	26	73	
4	28	21	7	1	25	74	ML
5	23	15	8	41	22	37	GC
6	32	26	6	35	25	40	GC
7	25	18	7	47	29	24	GM GC
8	33	25	8	9	22	69	ML
9	22	21	1	56	31	13	GM
10	30	25	5	25	26	26	SM SC
11				54	17	29	
12				39	18	43	
13				44	22	34	
14	23	22	1	58	19	23	GM
15	28	NP		7	27	66	
16	30	28	2	45	22	33	
17	NP			3	28	69	
18	NP			1	22	77	
19	NP			1	13	86	
20	NP			28	22	49	

3.2 Yeraltı suyu durumu

Bu çalışma sırasında ve daha önce çeşitli amaçlar için açtırılan sondaj verileri ile gözlem çukurlarındaki su seviyeleri, yeraltı suyunun kuzeydeki düzlük kesimlerde yüzeye daha yakın olduğunu gösterir. Bu durum doğal kaynakların konumlarından da açıkça görülebilir. Yani, imar alanı dâhilinde göle yaklaştıkça yeraltı su seviyesinin yüzeyden itibaren derinliği azalmakta ve göl kıyısında sınırlanarak göl kotu ile eşitlenmektedir.

En sığ, kuzey kesimde (1'nolu gözlem noktası) 2.4 metre; en derin ise daha güneyde bulunan 20'nolu sondajın hemen doğusunda (içme suyu amaçlı) 10 metredir. Sondajlardaki yeraltı su seviyeleri Tablo 3'te verilmiştir. Yeraltı suyu akım yönü genel olarak güneyden kuzeye doğrudur (Şekil 10). İzohidropsler (eş su yükselti eğrileri) arasındaki mesafe

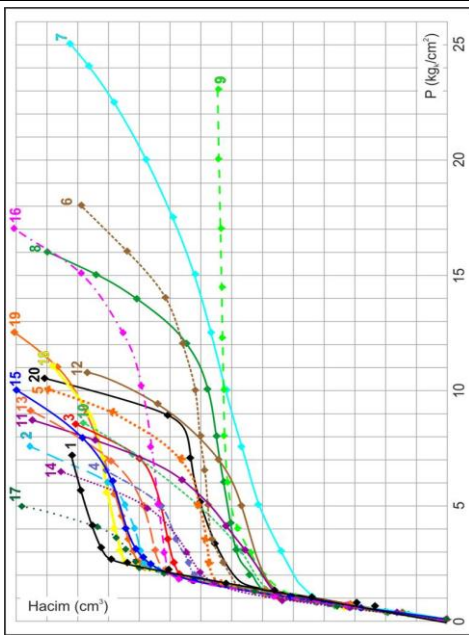
kuzeydeki düzlük kesimlere doğru gidildikçe açılmaktadır. Yani göl kenarına yaklaştıkça hidrolik eğim azalmaktadır.

Tablo 2: Menard presiyometre test sonuçları.

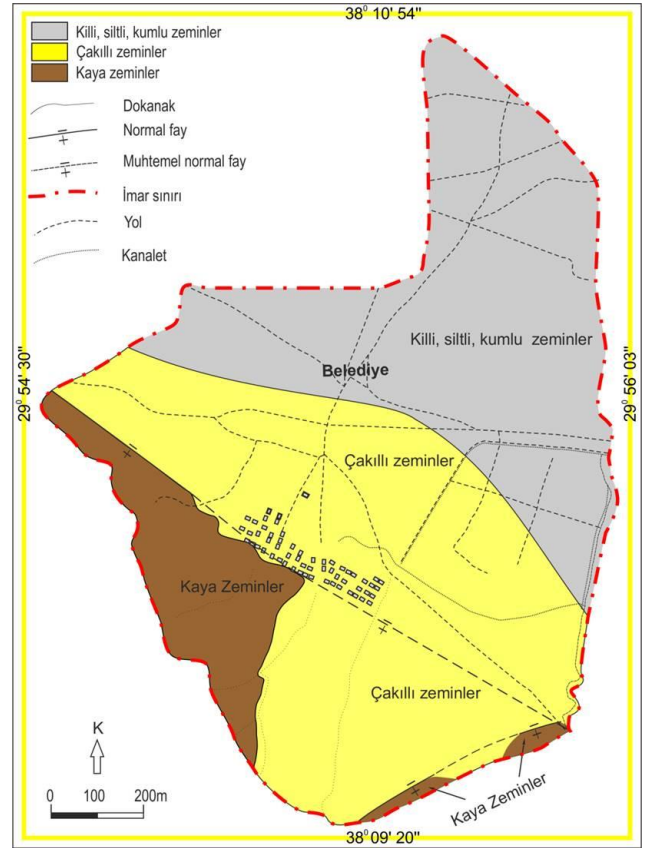
Sondaj No	E (MPa)	Pl kg _s /cm ²	Deney Derinliği (m)
1	8.9	8.3	1.3-1.2
2	7.0	6.0	1.5-2.5
3	8.6	7.7	1-2
4	7.0	6.3	1.5-2.5
5	11.6	8.8	1-2
6	11.8	18.0	0.8-1.8
7	8.9	24.8	0.6-1.6
8	9.0	14.8	1.3-2.3
9	19.8	28.3	0.6-1.6
10	2.8	8.0	1.3-2.3
11	3.0	7.6	1-2
12	4.8	10.0	1-2
13	8.2	7.5	1.2-2.2
14	8.9	5.3	1.3-2.3
15	7.2	7.8	1-2
16	14.0	15.3	2-3
17	2.6	3.4	1.5-2.5
18	11.0	10.7	1.5-2.5
19	9.4	12.7	1.5-2.5
20	9.0	8.5	1.5-2.5

Tablo 3: Araştırma sondajlarında ölçülen su seviyeleri.

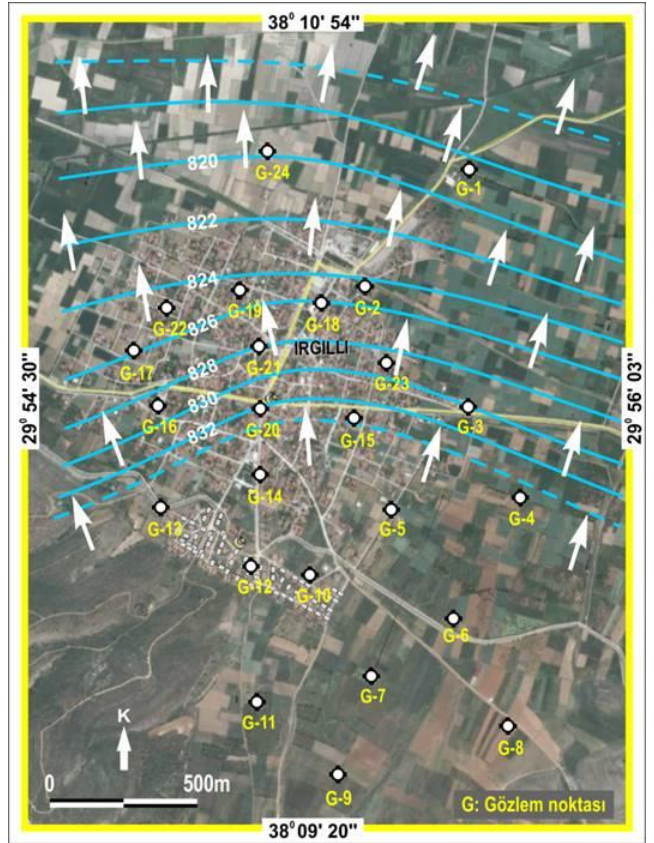
Sondaj No	YAS (m)
1	2.4
2	3.6
3	3.3
17	3.6
18	3.0
19	3.5
21	3.4
22	3.2
23	5.0
24	3.0



Şekil 8: Presiyometre deney sonuçları (rakamlar sondaj numaralarıdır).



Şekil 9: İnceleme alanındaki zemin türleri.



Şekil 10: Yeraltı su tablası haritası.

3.3 Yerleşime uygunluk

İnceleme alanı yerleşime uygunluk açısından değerlendirilirken yukarıda açıklanan parametreler etkili olmaktadır. İmara esas jeolojik ve jeoteknik çalışmalarda sahalarda "uygun", "önemli uygun" ve "uygun değil" şeklinde sınıflandırılması beklenmektedir. Tanımlamadan da anlaşılacağı üzere jeolojik ve jeoteknik açıdan uygun alanlarda imar açısından herhangi bir sorun olmamakla birlikte, uygun olmayan alanlarda kesinlikle imar izni verilmemesi gerekmektedir. Önemli uygun alanlarda ise yapılarda zemine uygun yapı ve temellerin inşa edilmesi gerekmektedir.

İrgilli yerleşim alanı genel olarak kuzeyden güneye doğru yükselişi artan morfolojik bir yapı sunmaktadır. Buna paralel olarak aynı yönde küçük boyutlu danelerden kuzeyden blok boyutundaki danelere doğru bir geçiş görülmekte, hatta bazı kesimlerde kaya birimleri ortaya çıkmaktadır. Kaya ve iri taneli birimler temel açısından genel olarak daha uygun yapı sunmaktadırlar. Tam aksine ince taneli birimler genel anlamda daha düşük taşıma gücü karakteri göstermektedirler. Tablo 1 ve 2'de verilen değerlere bakıldığında düşük elastisite modülü ve limit basıncının kuzey kesimlerde daha düşük olduğu ve güneye doğru arttığı gözlenmektedir. Bunun karşısında eğim çok fazla olduğunda ise, imar maliyeti artacağı için jeolojik olarak uygun olmasına rağmen yerleşime uygun olmayan alan olarak sınıflandırılmaktadır.

Tüm bu değerlendirme kriterleri ışığında, inceleme alanı içerisinde yerleşime uygunluk açısından "uygun", "önemli uygun" ve "uygun" alanlar Şekil 11'de gösterilmiştir. Bahsedilen açıklamalar çerçevesinde beklendiği şekilde inceleme alanının kuzey kesimleri "yerleşime uygun olmayan alanlar" olarak sınıflandırılırken güney kesimler ise "yerleşime uygun alan" olarak belirlenmiştir. Bu iki kısım arasında kalan kesim ise bir geçiş zonu şeklinde olup yapılaşmadan önce zemine uygun tasarım yapılması ve/veya gerekli jeoteknik önlemlerin alınması gereken bölgedir. İnceleme alanının batı-güneybatısında dar bir alan kaya zemin olmasına rağmen "yerleşime uygun olmayan alan" olarak tanımlanmıştır. Bunun nedeni, bu bölgede yüksek eğimin olması ve imar çalışmaları için yüksek maliyet oluşturmasıdır.

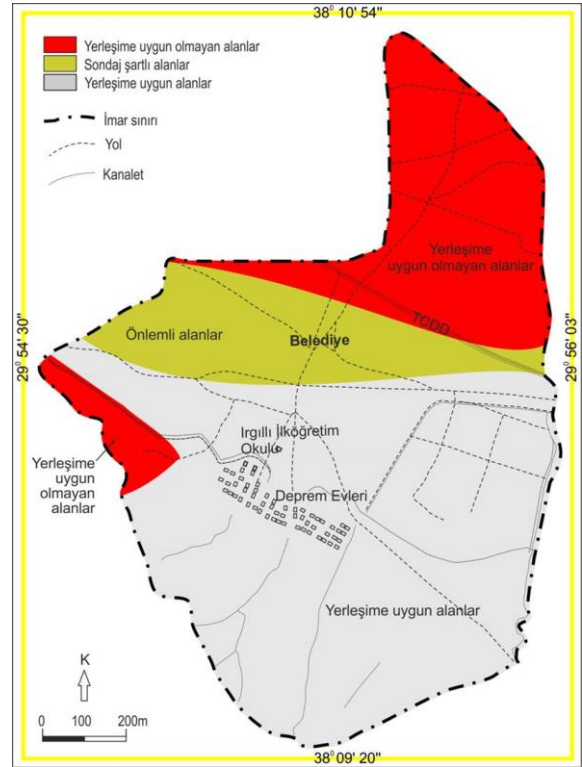
4 Sonuçlar

İnceleme alanı "Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı" (AFAD) tarafından hazırlanan "Türkiye deprem bölgeleri haritası"na göre birinci derece deprem bölgesinde yer almaktadır. İnceleme alanında kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu eğim atımlı normal fay gözlenmektedir. Ancak, bu fayın etkinliğine dair herhangi bir morfolojik ve/veya sismik veri bulunmamaktadır. Bununla birlikte yerleşim alanı aktif Dinar fayına yaklaşık 10 km uzaklıktadır. Bu nedenle bölge deprem riski altında bulunmaktadır.

Jeoteknik amaçlı açılan sondajlarda çeşitli laboratuvar ve yerinde deneyler yapılmıştır. Örneklerin fiziksel özellikleri için yapılan deneylerde likit limit değerlerinin %22.0-%46.0, plastik limit değerlerinin %15.0-28.0, plastisite indisi değerlerinin 1.0-15, doğal birim hacim ağırlığın 17.3 kN/m^3 - 18.9 kN/m^3 , doğal su muhtevasının ise %17.1-%36.6 arasında değiştiği gözlenmiştir. Hesaplanan elastisite modülü değerlerinin 2.6MPa-19.8 MPa, presiyometre deneyi sonucu bulunan limit basınç değerlerinin $3.4 \text{ kg}/\text{cm}^2$ - $28.3 \text{ kg}/\text{cm}^2$ arasında değiştiği görülmektedir.

İnceleme alanında Işık Gölüne yaklaştıkça yeraltı su seviyesinin yüzeyden itibaren derinliği azalmakta ve göl kıyısında sıfırlanarak göl kotu ile eşitlenmektedir. En sığ,

kuzey kesimde 2.4 metre; en derin ise daha güneyde 10 metredir. Buna paralel olarak eş su yükselti eğrileri arasındaki mesafe kuzeydeki düzlük kesimlere doğru gidildikçe açılmakta, kenarına yaklaştıkça hidrolik eğim azalmaktadır. Beklendiği şekilde inceleme alanının kuzey kesimleri "yerleşime uygun olmayan alanlar", güney kesimler ise "yerleşime uygun alan" olarak belirlenmiştir. Bu iki kısım arasında kalan kesim ise bir geçiş zonu şeklinde olup yapılaşmadan önce zemine uygun tasarım yapılması ve/veya gerekli jeoteknik önlemlerin alınması gereken bölgedir. İnceleme alanının batı-güneybatısında dar bir alan kaya zemin olmasına rağmen yüksek eğim ve imar çalışmaları için yüksek maliyet nedeniyle "yerleşime uygun olmayan alan" olarak sınıflandırılmıştır.



Şekil 11: İnceleme alanının yerleşime uygunluk haritası [22].

5 Kaynaklar

- [1] Ansal A. *Recent Advances in Earthquake Geotechnical Engineering, and Microzonation*. 1st ed. Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 2004.
- [2] Bell FG, Crips JC, Culshaw MG, O'Hara M. *Aspects of Geology in Planning*. Editors: Culshaw MG, Bell, FG, Crips JC, O'Hara M. Planning and Engineering Geology, 1-38, Oxford, London, Alden Press, 1987.
- [3] Legget RF. *The Value of Geology in Planning*. Editors: Culshaw MG, Bell FG, Crips JC, O'Hara M. Planning and Engineering Geology, 53-58, London, Alden Press, 1987.
- [4] Fah D, Rüttener E, Noack T, Kruspan P. "Microzonation of the city of basel". *Journal of Seismology*, 1(1), 87-102, 1997.
- [5] Campolunghi MP, Capelli G, Funicello R, Lanzini M. "Geotechnical studies for foundation settlement in holocenec alluvial deposits in the city of rome (Italy)". *Engineering Geology*, 89(1-2), 9-35, 2007.

- [6] Afet Risk Yönetimi Dünya Enstitüsü. "Belediyeler için Sismik Mikro Bölgeleme: El Kitabı". Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye, 2004a.
- [7] Afet Risk Yönetimi Dünya Enstitüsü. "Belediyeler için Sismik Mikro Bölgeleme: Bilimsel Son Durum". Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye, 2004.
- [8] Topal T, Doyuran V, Karahanoğlu N, Toprak V, Süzen ML, Yeşilnacar E. "Microzonation for earthquake hazards: yenişehir settlement, Bursa, Turkey". *Engineering Geology*, 70(1-2), 93-108, 2003.
- [9] Ansal A, Birol Y, Erken A, Gülerce Ü. "Seismic microzonation: A case study". *Geotechnical, Geological, and Earthquake Engineering*, 1, 253-266, 2004.
- [10] Kılıç H, Özener PT, Ansal A, Yıldırım M, Özyayın K, Adatepe Ş. "Microzonation of Zeytinburnu region with respect to soil amplification: A Case Study". *Engineering Geology*, 86(4), 238-255, 2006.
- [11] Ardos M. *Türkiye Jeomorfolojisinde Neotektonik*. İstanbul, Türkiye, Edebiyat Fakültesi Basımevi, 1979.
- [12] Yılmaz Y, Genç SC, Gürer F, Bozcu M, Yılmaz K, Karacık Z, Altunkaynak S, Elmas A. "When did the Western Anatolian grabens begin to develop?". *Journal of the Geological Society*, 173, 353-384, 2000.
- [13] Şengör AMC, Görür N, Saroğlu F. *Strike-Slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey As A Case Study*. Editors: Biddle KT, Christie-Blick N. Strike-Slip Deformation, Basin Formations and Sedimentation, 227-264, USA, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1985.
- [14] Temiz H, Poisson, A, Andrieux J, Barka A. "Kinematics of the plio-quadernary Burdur-Dinar cross-fault system in SW Anatolia (Turkey)". *Annales Tectonicae*, 11(1-2), 102-113, 1997.
- [15] Altunel E, Barka, A, Akyüz HS, "Palaeoseismicity of the Dinar fault, SW Turkey". *Terra Nova*, 11(6), 297-302, 1999.
- [16] Gürbüz A, Boyraz S, Ismael MT. "Plio-Quaternary development of the Baklan-Dinar graben: Implications for cross-graben formation in SW Turkey". *International Geology Review*, 54(1), 33-50, 2012.
- [17] Bozkurt E. "Neotectonics of Turkey-A synthesis". *Geodinamica Acta*, 14(1-3), 3-30, 2001.
- [18] Koçyiğit A. "Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim". *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 27, 1-16, 1984.
- [19] Alçiçek MC. "Tectonic development of an orogen-top rift recorded by its terrestrial sedimentation pattern: The neogene Esen basin of Southwestern Anatolia, Turkey". *Sedimentary Geology*, 200(1-2), 117-140, 2007.
- [20] Ceylan MA, Baklan-Çivril Havzası ve Yakın Çevresinin Hidrojeomorfolojik Etüdü. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 1998.
- [21] Taşdelen S, Akyol E, Bülbül A. "Çivril ilçesi (Denizli) ve yakın çevresinin hidrojeoloji incelemesi". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(2), 261-267, 2001.
- [22] Akyol E, Taşdelen S, Özkul M, Çelik SB, İmançlı G. "Irgılı Belediyesi (Çivril-Denizli) Yerleşim Alanlarının Jeolojik ve Jeoteknik İncelemesi". Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye, Teknik Rapor, 2001.
- [23] Öztürk A. "Homa-Akdağ (Denizli) yöresinin stratigrafisi". *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 24, 75-84, 1981.
- [24] Öztürk A, Işıklı (Çivril) "Akdağ Yöresinin Stratigrafisi". Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Matematik Fizik ve Biyoloji Bilimler Araştırma Grubu, Ankara, Türkiye, 272, 1981.
- [25] Ünal D. "Denizli-Çivril-Tokça Kömürlü Neojen Havzası Jeoloji Raporu". Maden Tetkik Arama Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 1017, 1981.
- [26] Gökteş F, Çakmakoğlu A, Tarı E, Sütçü Y F, Sarıkaya H, "Çivril-Çardak Arasının Jeolojisi". Maden Tetkik Arama, Ankara, Türkiye, 8701, 1989.
- [27] Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı. "Deprem Haritaları". <http://www.deprem.gov.tr/sarbis/shared/depremaritalari.aspx> (02.01.2015).
- [28] Incorporated Ted Research Institutions for Seismology. "IRIS Earthquake Browser". <http://www.iris.washington.edu/ieb/> (02.01.2015).