

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÖDEMİŞ KUZEY BÖLGESİNİN İMAR VE BÖLGE PLANLAMA ALANI
İNCELENMESİ: DEREUZUNYER VE DERE BEBEKLER
MAHALLELERİ ÖRNEĞİ**

İbrahim ACAR

**Danışman
Prof. Dr. Züheyr KAMACI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA-2023**



©2023[İbrahim ACAR]

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışma Alanı	2
1.2. Ödemiş İlçesi Jeoloji Ve Hidrojeoloji Özellikleri	4
1.2.1. Genel Jeoloji	4
1.2.2. Stratigrafi	4
1.2.3. Yapısal Jeoloji	7
1.2.4. İnceleme Alanı Jeolojisi	10
1.2.5. Hidrojeolojik Özellikleri	10
2. KAYNAK ÖZETLERİ	11
3. MATERYAL YÖNTEM.....	14
3.1. Sondaj Çalışmaları.....	14
3.2. Laboratuvar Çalışmaları	14
3.3. Veri Değerlendirme Çalışmaları	15
3.4. Mekansal Bilgiler-Coğrafik Konum	15
3.5. Sosyo-Ekonomik Bilgiler.....	15
3.6. Arazi, Laboratuvar, Jeofizik Çalışma Yöntemleri Ve Ekipmanları	15
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	17
4.1. İnceleme Alanının Mevcut Plan, Yapılaşma Durumu ve Diğer Çalışmalar	17
4.1.1. Tüm Ölçeklerde Mevcut Plan Durumu ve Mevcut Yapılaşma	17
4.1.2. Mevcut Plana Esas Yerbilimsel Etütler, Sakıncalı Alanlar-Afete Maruz Bölgeler.....	18
4.1.3. Taşkın Sahaları, Sit Alanları, Koruma Bölgeleri.....	18
4.1.4. Değişik Amaçlı Etütler	18
4.2. Jeomorfoloji	18
4.3. Jeoloji.....	18
4.3.1. Genel Jeoloji	18
4.3.2. Yapısal Jeoloji	23
4.4. İnceleme Alanı Jeolojisi	26
4.5. Jeoteknik Amaçlı Araştırma Çukurları, Sondaj Çalışmaları ve Arazi Deneyleri	26
4.5.1. Sondajlar	27
4.5.1.1. Sığ Sondajlar	27
4.5.1.2. Derin Sondajlar.....	29
4.5.2. Arazi Deneyleri	29
4.5.2.1. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT).....	29

4.5.3. Heyelan İzleme Çalışmaları	29
4.6. Jeoteknik Amaçlı Laboratuvar Deneyleri	29
4.7. Jeofizik Çalışmalar	31
4.7.1. Sismik Kırılma Yöntemi.....	32
4.7.2. Yüzey Dalgalarının Çok Kanallı Analizi (MASW) Yöntemi.....	38
4.7.3. ERT Tomografi Çalışmaları	41
4.7.4. Mikrotremor Ölçümü	44
4.8. Zemin ve Kaya Türlerinin Jeoteknik Özellikleri.....	49
4.8.1. Zemin Ve Kaya Türlerinin Sınıflandırılması.....	49
4.8.2. Mühendislik Zonları ve Zemin Profilleri.....	51
4.8.3. Zeminin Dinamik ve Elastik Parametreleri	51
4.8.4. Şişme – Oturma ve Taşıma Gücü Analizleri ve Değerlendirme	56
4.9. Hidrojeolojik Özellikler	58
4.9.1. Yer Altı Suyu Durumu	58
4.9.2. Yüzey Suları	59
4.9.3. İçme ve Kullanma Suyu	59
4.9.4. Doğal Afet Risklerinin Değerlendirilmesi.....	59
4.9.4.1. Bölgenin deprem tehlikesi ve risk analizi	59
4.9.4.2. Ödemiş ve Çevresi Magnitüd – Frekans İlişkisi.....	67
4.9.4.2.1. Deprem tehlikesi.....	67
4.9.4.2.2. İnceleme alanının deprem tehlikesi	70
4.9.4.2.3. İvme uzaklık azalım ilişkileri kullanılarak pik yatay yer ivmesi (pga) hesabı.....	72
4.9.5. Sıvılaşma Risk Analizi ve Değerlendirme	73
4.9.6. Zemin Büyütmesi ve Hakim Titreşim Periyodunun Belirlenmesi, Zemin Hakim Titreşim Periyodu	73
4.9.7. Kitle Hareketleri (Şev Duraylılığı).....	75
4.9.8. Su Baskını.....	75
4.9.9. Diğer Doğal Afet Tehlikeleri	75
4.10. İnceleme Alanının Yerleşime Uygunluk Değerlendirmesi	76
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	77
KAYNAKÇA	81
ÖZ GEÇMİŞ.....	83

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÖDEMİŞ KUZEY BÖLGESİNİN İMAR VE BÖLGE PLANLAMA ALANI İNCELENMESİ: DEREUZUNYER VE DERE BEBEKLER MAHALLELERİ ÖRNEĞİ

İbrahim ACAR

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeofizik Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Züheyr KAMACI

İzmir İli, Ödemiş İlçesinin kuzeyinde yer alan Dereuzunyer ve Derebebekler Mahallelerinin, zemin sondaj, sismik kırılma, çok kanallı yüzey dalgası analizi (MASW–Multichannel Analysis of Surface Waves), elektrik öz direnç tomografi (ERT) ve mikrotremor yöntemlerinin uygulanması ve bu yöntemlerin uygulanması sonucunda elde edilen veriler ışığında jeoloji ve jeofizik mühendisliği disiplinleri ile birlikte değerlendirilerek günümüz şart ve koşulları ile güncel yönetmeliklerde göz önünde bulundurulduğunda uygulamalı jeofizik yöntemler, genel jeofizik, genel jeoloji ve saha jeolojisi dallarından edinilen teorik ve uygulamalı bilgiler ışığında yerleşime uygunluk alanının belirlenmesi, deprem, heyelan vs. gibi doğal afetlere karşı daha emniyetli ve güvenilir yapılaşma alanlarının tespiti, her türlü altyapı projelerinin ekonomik olarak gerçekleştirilebilmesi ve yaşam kalitesi yüksek yaşanılabilir mekânların oluşturulması amaçlanmıştır. Çalışma alanında, 14 ayrı noktada derinlikleri 9,00 metre, 10,50 metre ve 13,50 metre olan toplam 150 metre temel sondaj çalışması yapılmıştır. Yapılan sondajlar sonucunda şist ve paragnays birimi gözlenmiştir. Zeminde farklı seviyelerde karot numuneleri alınmış ve numuneler üzerinde laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Çalışma alanında yapılan Jeolojik – Jeoteknik ve Jeofizik çalışmaların sonuçlarına göre inceleme alanının büyük bir bölümü, Prekambriyen yaşlı şist ve paragnays biriminden oluşmaktadır. Bu birim bol kırık ve çatlaklı çoğu zamanda parçalanmış olarak belirlenmiştir. Sivilaşma riski değerlendirildiğinde gözlenen birimlerin şist ve paragnays olmasından dolayı sivilaşma açısından uygun litolojiye girmediği anlaşılmıştır. Yol, bina ve komşu parsellerdeki stabiliteyi sağlayacak önlemler alınmadan kazı yapılmamalıdır. Bina temelleri, sıyırma kazısı sonrası ayrışmamış stabilite sorunu yaratmayacak birimlerin üzerine oturtulmalıdır. Yapılan gözlemler sonucunda kaya biriminin çok ayrışmış, tamamen ayrışmış zayıf kaya ve çok zayıf kaya olarak sınıflamak mümkündür. Eğimin çok yüksek olduğu alanlarda yapılaşmadan kaçınılmalı ve bu alanlar yeşil alan olarak tercih edilmelidir. Eğimi %10~30 olduğu yerlerin tamamı yapılaşmaya uygun olarak belirlenmiştir. 01.01.2019 Deprem yönetmeliğine göre, parsel alanında bina yapısı dikkate alınarak zemin ve temel etüt veri raporu yaptırılması ve proje aşamasında,

uygulamaya gidilmesi gerekmektedir. Mevcut stabiliteyi bozacak her türlü kontrolsüz kazıdan kaçınılmalıdır. Planlamadan sonra hayata geçirilecek olan projelerde, Yönetmelik Hükümlerine uyulması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Jeofizik, Jeoloji, Plan, Yerleşime planlaması.

2023, 83 sayfa



ABSTRACT

M.Sc. Thesis

ÖDEMiŞ REVIEW OF THE ZONING AND REGIONAL PLANNING AREA OF THE NORTH REGION

İbrahim ACAR

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geophysical Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Züheyr KAMACI

The results of the application of soil drilling, seismic refraction, multi-channel surface wave analysis (MASW-Multichannel Analysis of Surface Waves), electrical resistivity tomography (ERT) and microtremor methods of Dereuzunyer and Derebebekler Neighborhoods, located in the north of Ödemiş District of İzmir Province, were obtained as a result of the application of these methods. In the light of the data obtained, it is evaluated together with the disciplines of geology and geophysics engineering and considering today's conditions and conditions and current regulations, determining the suitable area for settlement in the light of applied geophysical methods, general geophysics, general geology and field geology branches, earthquake, landslide, etc. It is aimed to determine safer and more reliable construction areas against natural disasters such as natural disasters, to realize all kinds of infrastructure projects economically and to create livable spaces with high quality of life. In the study area, a total of 150 meters of foundation drilling with depths of 9.00 meters, 10.50 meters and 13.50 meters was carried out at 14 different points. As a result of the drillings, schist and paragneiss units were observed. Core samples were taken at different levels on the ground and laboratory tests were carried out on the samples. According to the results of the Geological, Geotechnical and Geophysical studies carried out in the study area, a large part of the study area consists of Precambrian aged schists and paragneiss units. This unit has been determined as abundantly fractured and fractured, often fragmented. When the liquefaction risk was evaluated, it was understood that the observed units were schist and paragneiss, and therefore did not enter the appropriate lithology in terms of liquefaction. Excavation should not be done without taking measures to ensure stability in the road, building and neighboring parcels. Building foundations should be placed on units that will not cause undisturbed stability problems after strip excavation. As a result of the observations, it is possible to classify the rock unit as very weathered, completely weathered weak rock and very weak rock. In areas where the slope is very high, construction should be avoided and these areas should be preferred as green areas. All of the places where the slope is 10~30% have been determined as suitable for construction. According to the

01.01.2019 Earthquake regulation, a ground and foundation survey data report should be made in the parcel area, taking into account the building structure, and it should be implemented at the project stage. Any kind of uncontrolled excavation that will disrupt the existing stability should be avoided. In the projects to be implemented after the planning, the provisions of the Regulation must be complied with.

Keywords: Geophysics, Geology, Plan, Layout planning.

2023, 83 pages



TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Züheyr KAMACI'ya teşekkürlerimi sunarım. Tezimde verilerini kullandığım jeoloji mühendisi Sedat VURAL'a, jeofizik mühendisi Serdar KAPUCU'ya ve Ödemiş Belediyesi'ne teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan, her konuda bana destek olan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

İbrahim ACAR
ISPARTA, 2023



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1. İnceleme alanında sondaj noktalarına ait koordinatlar	28
Çizelge 4.2. Laboratuvar Deney Sonuçları	30
Çizelge 4.3. İnceleme alanında alınan sismik kırılma ölçümlerine ait koordinatlar	32
Çizelge 4.4. İnceleme alanında alınan masw kırılma ölçümlerine ait koordinatlar	32
Çizelge 4.5. P Dalgası Hızı ile Zeminlerin ya da Kayaçların Sökülebilirlikleri	34
Çizelge 4.6. İnceleme alanında ERT ölçümlerine ait koordinatlar	43
Çizelge 4.7. İnceleme alanında mikro çalışmalarına ait koordinatlar	46
Çizelge 4.8. Zemin sınıfları	49
Çizelge 4.9. Deprem sınıfları	49
Çizelge 4.10. Kayaçların Dayanımın Arazide Yaklaşık Olarak Tanımlanması İçin Kullanılan Kriterler	50
Çizelge 4.11. RQD değerlerine göre kaya kalite sınıflaması	50
Çizelge 4.12. Zemin Birimlerinin Yoğunluk Sınıflaması	51
Çizelge 4.13. Poisson oranı ve V_p/V_s oranına göre zemin / kaya ortamların sıklığı	52
Çizelge 4.14. Kayma Modülü Değerlerine Göre Zemin ya da Kayaçların Dayanımı	52
Çizelge 4.15. Elastisite Modülü Değerlerine Göre Zemin ya da Kayaçların Dayanımı	53
Çizelge 4.16. Bulk Modülü Değerlerine Göre Zemin Ya Da Kayaçların Dayanımı	53
Çizelge 4.17. Sismik Çalışmalar ve Değerlendirmeler Sonucunda Elde Edilen Parametreler	56
Çizelge 4.18. Taşıma Gücü Değerleri	58
Çizelge 4.19. (37.32–39.31) N - (26.82-29.14) E koordinatları ile sınırlanan bölgede 1900-2020 yılları arasında meydana gelmiş magnitüdü 4.0 ve daha büyük deprem verileri	64
Çizelge 4.20.0.1 birim magnitüd aralıkları ile sınırlanan depremlerin oluş sayıları ve normal frekans değerleri	71
Çizelge 4.21. Deprem tehlikesi parametreleri	72
Çizelge 4.22. Sismik tehlike değerleri ve bunların dönüş periyodları	72
Çizelge 4.23. Kayma Dalgası Hızı (VS) ve göreceli büyütme faktörü arasındaki ilişkiler	74
Çizelge 4.24. Zemin hakim titreşim periyodu ve zemin büyütmesi	74

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. İnceleme alanı yerbulduru haritası	3
Şekil 1.2. İnceleme alanı ve yakın civarının genel jeoloji haritası.....	4
Şekil 1.3. İnceleme alanı ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (ölçeksiz).....	5
Şekil 1.4. Batı Anadolu grabenlerinin basitleştirilmiş haritası	8
Şekil 4.1. İzmir-Manisa Planlama Bölgesi 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı.....	17
Şekil 4.2. Menderes Masifinin jeolojik haritası.....	19
Şekil 4.3. İnceleme Alanı ve çevresinin Bölgesel Jeoloji Haritası	20
Şekil 4.4. Alpin sıkışma ve izleyen gerilme deformasyonları ile ilişkili K-G yönlü şematik enine kesit.....	24
Şekil 4.5. Bölgesel Stratigrafik Kesit.....	25
Şekil 4.6. İnceleme alanında ayrışma seviyelerinden görünüm	26
Şekil 4.7. İnceleme alanında sondaj noktalarının koordinat görünümü	27
Şekil 4.8. İnceleme alanındaki sondaj çalışmalarından görünüm	28
Şekil 4.9. İnceleme alanında alınan sismik ve masw ölçümüne ait koordinatların görünümü.....	31
Şekil 4.10. İnceleme alanındaki sismik çalışmalarından görünüm	31
Şekil 4.11. İnceleme kayma dalga hızı kat haritası	36
Şekil 4.12. İnceleme p dalga dalga hızı kat haritası.....	37
Şekil 4.13. Çok-kanallı (MASW) yüzey dalga veri toplama düzeneği	40
Şekil 4.14. İnceleme kayma dalga hızı haritası.....	41
Şekil 4.15. İnceleme alanında alınan ERT ölçümüne ait koordinatların görünümü.....	42
Şekil 4.16. İnceleme alanındaki ERT çalışmalarından görünüm	42
Şekil 4.17. İnceleme alanındaki 1 no'lu öz direnç tomografiden görünüm.....	43
Şekil 4.18. İnceleme alanındaki 2 no'lu öz direnç tomografiden görünüm.....	44
Şekil 4.19. İnceleme alanında alınan mikro ölçümüne ait koordinatların görünümü.....	45
Şekil 4.20. İnceleme alanındaki mikro çalışmalarından görünüm	45
Şekil 4.21. İnceleme alanında alınan Mikro – 1 Ham Veri.	46
Şekil 4.22. İnceleme alanında alınan Mikro – 2 Ham Veri.	46
Şekil 4.23. İnceleme alanında alınan Mikro – 3 Ham Veri.	47
Şekil 4.24. İnceleme alanında alınan Mikro – 4 Ham Veri.	47
Şekil 4.25. İnceleme alanında alınan Mikro – 5 Ham Veri.	47
Şekil 4.26. İnceleme alanında alınan Mikro – 6 Ham Veri.	48
Şekil 4.27. Zemin hakim titreşim periyodu haritası.....	48
Şekil 4.28. Ödemiş ve civarı diri fay haritası	60
Şekil 4.29. 1900-2020 yılları arasında (37.32–39.31) N-(26.82-29.14) E koordinatları ile sınırlanan bölgede meydana gelmiş, magnitüdü 4.0 ve daha büyük olan depremlerin dağılımı	63
Şekil 4.30. $\Delta M = 0.1$ için magnitüd – frekans ilişkisi.....	71
Şekil 4.31. Yerleşime uygunluk haritası.....	76

1. GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı; İzmir İli, Ödemiş İlçesinin kuzeyinde yer alan Dereuzunyer ve Derebebekler Mahallelerinin, zemin sondaj, sismik kırılma, 24 adet jeofonla yapılan yüzey dalgası analizi (MASW), elektrik özdirenç tomografi (ERT) ve mikrotremor yöntemlerinin uygulanması ve bu yöntemlerin uygulanması sonucunda elde edilen veriler ışığında jeoloji ve jeofizik mühendisliği disiplinleri ile birlikte değerlendirilerek günümüz şart ve koşulları ile güncel yönetmeliklerde göz önünde bulundurulduğunda uygulamalı jeofizik yöntemler, genel jeofizik, genel jeoloji ve saha jeolojisi dallarından edinilen teorik ve uygulamalı bilgiler ışığında yerleşime uygunluk alanının belirlenmesi, deprem, heyelan vs. gibi doğal afetlere karşı daha emniyetli ve güvenilir yapılaşma alanlarının tespiti, her türlü alt yapı projelerinin ekonomik olarak gerçekleştirilebilmesi ve yaşam kalitesi yüksek yaşanılabilir mekânların oluşturulması amaçlanmıştır.

Özellikle gelişmiş ülkelerde, son yıllarda yerbilimleri çalışmaları önemli bir rol oynamaktadır. Yanlış ve çarpık kentleşme veya şehir planlama sebebiyle meydana gelen zararlar, bu alanda yapılacak olan çalışmaların ne denli önemli olduğunu her geçen gün daha açık hale getirmiştir. Bu planlamaların doğru şekilde yapılabilmesi için yer bilimleri alanında yapılacak çalışmalar olmazsa olmaz hale gelmiştir. Bu yüzden yeni kentleşme planlamalarının yerbilimleri mühendislik çalışmaları olmadan yapılmasının maddi ve manevi ne büyük zararlarının olacağı aşikârdır. Bu kapsamda düşünüldüğünde hazırlanan bu çalışma önemli bir örnek oluşturabilir.

İnceleme alanını oluşturan Derebebekler ve Dereuzunyer Mahalleleri ile Ödemiş bölgesinin kuzey kısımlarının yerleşime uygunluk, eğim ve jeofizik haritalarının yapılarak bölgesel model oluşturulacak olup bu model ilerleyen yıllarda doğru yapılaşma alanlarının oluşmasını bölgede yaşayan ve yaşayacak olan kişilerin can ve mal güvenliğinin korunmasını sağlayacaktır.

Bahsedilen modellemenin yapılabilmesi için bölgede daha önceden çalışılmış jeolojik - jeoteknik etüt raporlarından ve güncel yöntemlerden faydalanılması gerekmektedir. Ayrıca inceleme alanı ve yakın çevresinde baraj tesisi ve kışlık konutlar yer almaktadır. Bölgede ilçe merkezinde ve yakın çevrede tarım ve hayvancılık geliri önemli yer tutmaktadır. Bu nedenle yapılacak olan çalışmalar sadece yapılaşma alanları ile ilgili değil aynı zaman sosyo ekonomik veriler ile de ilgili olacak ve kişilerin bölgesel anlamda yaşayışlarına etki edecektir.

1.1. Çalışma Alanı

Yerleşme alanı, Ödemiş İlçesinin kuzeyinde Bakanlar Kurulu kararı ile belirlenen 860.000metrekare alanı ve 1/1000 ölçekli L19B24C2A, L19B24C1B numaralı toplam 2 adet paftayı kapsamaktadır. Ancak doğal eşik olan eğimden dolayı güney kısmı planlanmıştır.

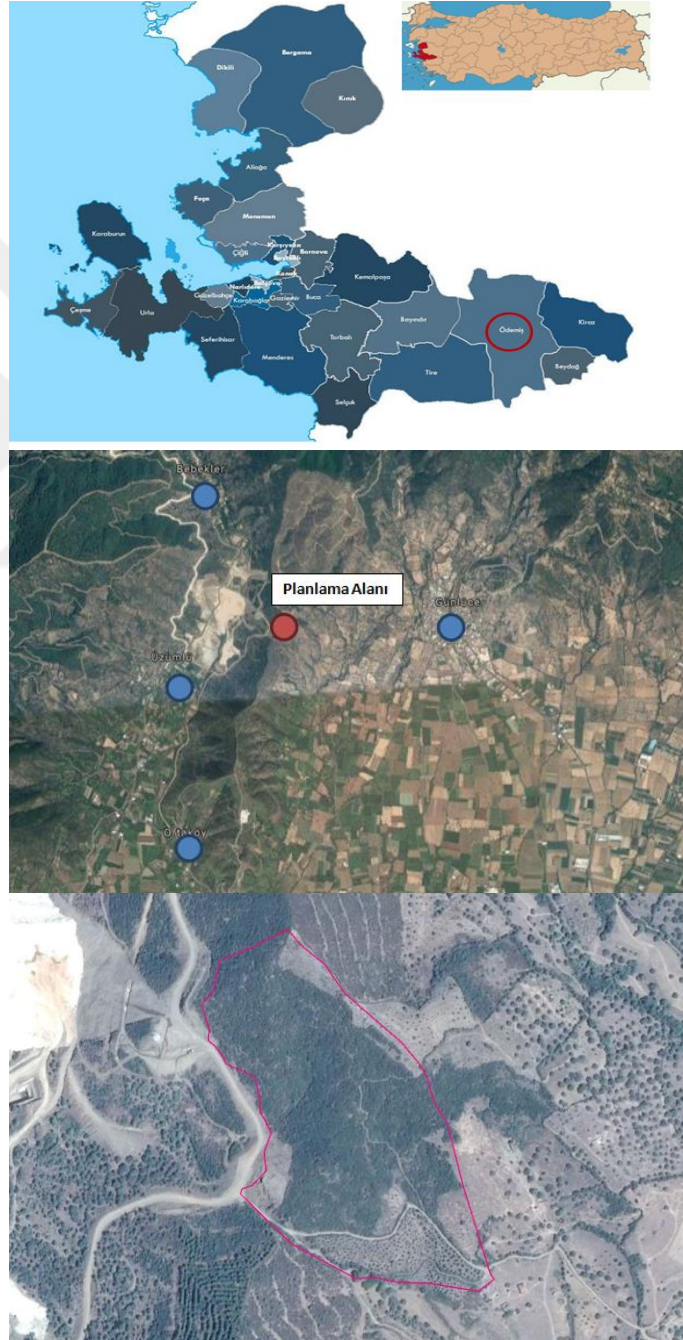
Çalışma yapılan alanda; tabakalarının sınıflaması, jeolojik yapının çıkartılması, jeoteknik özelliklerin belirlenmesi için ile arazide 8 adet 9,00 m., 1 adet 10,50 m. ve 5 adet 13,50 m. olacak şekilde toplam 14 adet temel sondajı çalışmaları yapılmış, kaya ortamda çalışıldığından Spt numuneleri alınamamıştır. Sondajlar sonucunda elde edilen karot numuneleri üzerinde nokta yükleme deneyleri yaptırılmıştır.

Çalışma alanında Jeofizik yöntemlerden 6 Serim Sismik kırılma (Vp-Derinlik bilgileri ve tabaka sayılarına ulaşabilmek için), 6 Serim Masw (Vs-Derinlik bilgileri, tabaka sayılarına ve zemin büyütmelemlerini bulabilmek için), 6 noktada Mikrotremör çalışması (Zemin Hakim titreşim periyodunu belirlemek için) ve 2 Serim Özdirenc Tomografi (ERT) (Reel Özdirenc-Derinlik değerlerini bulmak için)ölçümü çalışmaları yapılmıştır.

Temel sondajlarından alınan zemin örnekler üzerinde, gerekli laboratuvar deneyleri Tralles Zemin Araştırma Laboratuvarında yapılmıştır. İnceleme

alanındaki litolojik birimlerin özellikleri, 1/1.000 ölçekli olarak hazırlanmış hali hazır harita üzerine jeoloji ve yerleşime uygunluk haritasına işlenmiştir.

İnceleme alanının genel jeolojisi ve yakın çevresi ile olan ilişkisi incelenmiştir. Elde edilen veriler düzenlenerek rapor haline getirilmiş olup ilgili çizelgeler, kesitler ve haritalar eklenmiştir.

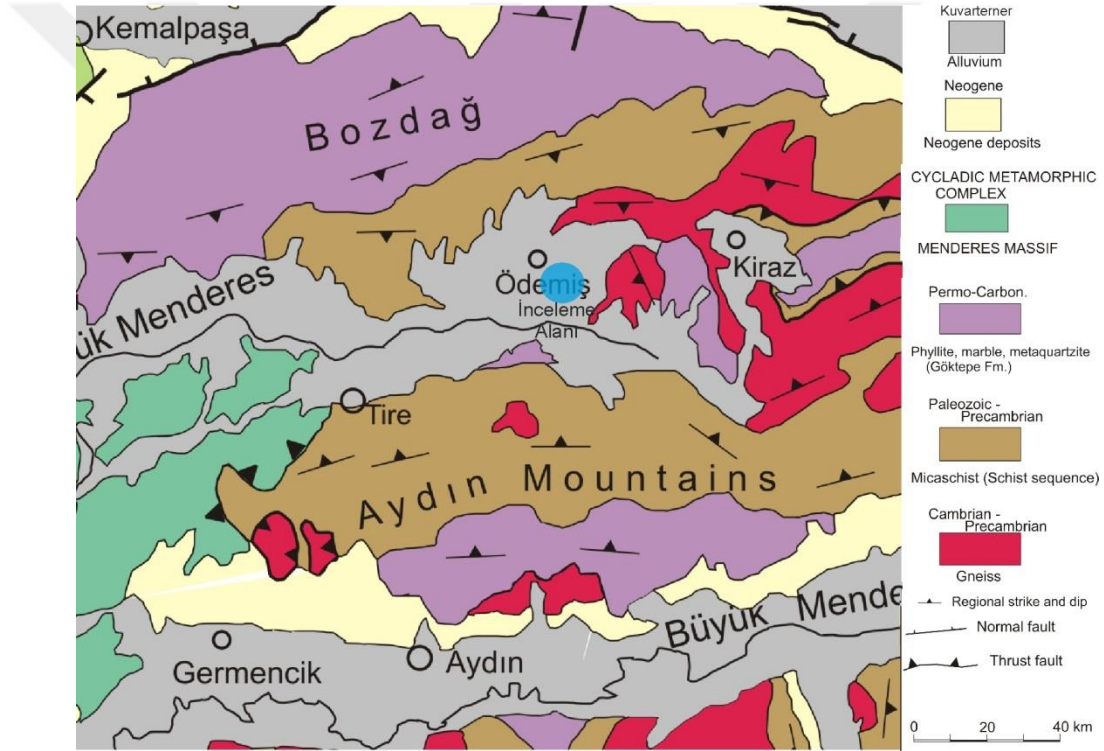


Şekil 1.1. İnceleme alanı

1.2. Ödemiş İlçesi Jeoloji Ve Hidrojeoloji Özellikleri

1.2.1. Genel Jeoloji

Ege Bölgesinin birçok yerinde bulunan şist ve mermer birimleri Menderes Metamorfikleri olarak bahsedilecektir. Alanda incelenen tüm alanlar Menderes Masifi'nin Ödemiş aşmasifinde yer almakta olup, bu aşmasifte esas olarak şistler, gnayslar ve amfibolitlerin oluşturduğu birimler yüzlek vermektedir.. Ayrıca bölgeyi paleozoyik yaşlı mermerler oluşturmaktadır. Bu birimler orta derecede metamorfizma geçirmişlerdir.



Şekil 1.2. Çalışma Alanı Jeoloji Haritası (Okay,2001)

1.2.2. Stratigrafi

Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesit Şekil 1.3'de verilmiştir.

YAŞ		FORMASYON	KALINLIK (m)	SİMGE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA
SENOZOYİK	KUVATERNER	HOLOSEN	ALÜVYON	80-120	Qal	Kil, silt, kum ara maddeli, çok az pekleşmiş, değişik boyutta çakıl içeren çakıltı, kumtaşı, kıltaşı
		PLİYO-PLİYİSTOSEN	AYDOĞDU FORMASYONU	50-100	Naf	Kırmızımsı kahve-sütlü kahve renkli belirgin katmanlanma sunmayan, kötü-çok, kötü boylanmalı, az pekleşmiş çakıltı, çakıllı kumtaşı, kumtaşı.
	TERSIYER	GEÇ MİYOSEN	SULU DERE FORMASYONU	150-200	Nsf	Sarımsı kirli beyaz, bej, gri renkli, ardalı ve yanallı geçişli, belirgin katmanlanmalı çakıltı, kumtaşı, çamurtaşı, kıltaşı, kireçtaşı (<i>Pelecypod</i> ve <i>Platystrophia</i> sp. içeren), killi kireçtaşı.
						Fosil içeriği: <i>Casplolla</i> (<i>Casplocypris</i>) sps. <i>Eucypris eintheimensis</i> STCHEPINSKY <i>Fucypris amygdala</i> (DOLLFUS) <i>Lineocypris molassica</i> (STRAUB) <i>Tyrrhenocythere</i>
	NEOJEN	ORTA MİYOSEN	BAŞOVA ANDEZİTLERİ	Ban	14,3=0,1 14,7=0,1	Çoğunlukla pembe, yer yer yeşil, gri renkli andezitik dayk, lav ve piroklastikler. Soğan kabuğu şeklinde ayrışma yaygın.
MEZOZOYİK PREKAMBİYEN		MENDERES METAMORFİTLERİ		Mm		Ayrılmamış metamorfik kayalar.

Şekil 1.3. Çalışma alanı ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (ölçeksiz). (MTA Genel Müdürlüğü,2015)

Gözlü Gnayslar (Pzgş)

Çalışılan alanının en alt katmanı gnays biriminden oluşmaktadır. Bunlar genellikle gözlü gnays olarak gözlenmektedir, bazı yerlerde foliyasyonlu ve granitik gnayslar gözlenir. Gözlü Gnaysların kökeni konusunda birçok araştırma yapılmıştır. Bunlar masifi etkileyen yüksek mertebeli birden fazla metamorfizma

ve deformasyon sonucunda ilksel yapı, doku ve mineralojik özelliklerini kaybetmişlerdir.

Gabro ve Metagabro (Pzmv/Pzmg)

Menderes masifinin çekirdek serisi içinde irili ufaklı sayısız metagabro kütleleri yaygın olarak bulunmaktadır: Yapılan çalışmalar sonucunda bunların köken kayaçları ve mineralojik özellikleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Çok sayıda farklı büyüklüklerde stok ve silerden meydana gelmiş olan metagabro kütlelerinin masifin tamamında migmatit. Gözlü gnays, ince taneli gnays ve şistlerle dokanak oluşturduğu belirtilmektedir. Gabro stoklarının muhtemel yaşı Prekambriyen/Kambriyen olarak verilmektedir(Candan 1994; 1996, 1999).

Şist-İnce taneli gnays (Pzşg)

Çalışmanın yapıldığı alanda gözlenen bu birim Menderes Masifi çevre kayaçları ile aynı özelliktedir. Genellikle gri, boz, kahverenkli, ince-kalın kuvarsit bantlı, belirgin şistoziteli şistler ve ince taneli gnays özelliğindedir.

Mermerler (Pmr)

Şistler üstünde uyumsuz olduğu düşünülen dolomitik mermerler bulunur. İri kristalli, yeryer siyah bantlı, arasıra zımpara ve diyasporit mercikleri içerirler. Bazen fillat ve kuvarsitlerle ardışık halde gözlenmiştir.

Alüvyon (Qa) (Kuvaterner)

Çalışma alanında Ege Bölgesi'nin büyük akarsuları (Bakırçay, Gediz, Küçük Menderes) yer almakta olup bunlara ait alüvyonlar büyük alanları kaplamaktadır. Bunların dışında daha küçük akarsular (Dereboğazı deresi, Güzelhisar deresi gibi) da önemli kalınlık ve genişlikte alüvyonlar oluşturmuştur.

Alüvyonlar çoğunlukla gevşek tutturulmuş blok, çakıl, kum, silt, kil ardalanması şeklindedir. Karbonat çimentolu bazı kesimlerde yer yer sıkışmış tabakalar

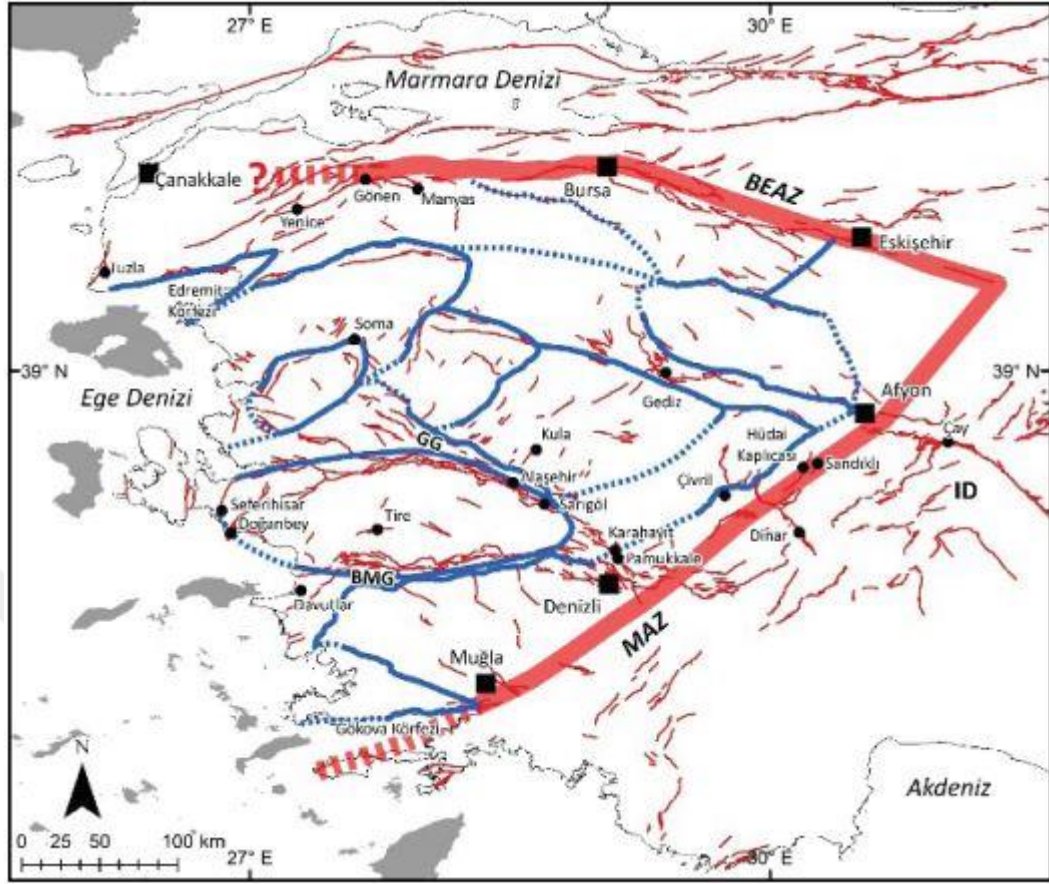
mevcuttur. Çimentolu kesimler muhtemelen eski alüvyonlara karşılık gelmektedir. Alüvyon kalınlıkları akarsuyun boyutu ve vadi tabanının çökme hızına göre değişiklik göstermektedir.

1.2.3. Yapısal Jeoloji

Batı Anadolu netektonizması genişlemeli tektonizma ile açıklanır. (Şengör 1979, 1980). Kuzey - Güney yönlü genişlemeli tektonik rejim Anadolu genelinde

izlenen neo tektonik hareketliliğin sonucudur. Ülkemizdeki neotektonizmanın Arap-Afrika levhası ile Avrasya levhası aralarında oluşan kıta-kıta çarpışmasından kaynaklandığı bilinir ve neotektonizma çarpışma nedeniyle meydana gelen Anadolu bloğunun, Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu doğrultu atımlı faylar boyunca Batı yönünde hareket etmesi ile sonuçlanan tektonik olayları kapsar. Anadolu bloğu batı yönünde ilerlerken, Batı Anadolu bloğu Güney-Batı yönünde bir dönme ile Ege Denizindeki Hellenik yay düzlemince Afrika levhası üstüne gelmektedir. (Şengör& Kidd, 1979; Şengör 1979, 1980; Şengör & diğ., 1985; Reilinger& diğ., 1997). Batı Anadolu'da bölgesinde genişlemeli tektonik rejim bölgede gerçekleşen rotasyonlu dönmenin bir sonucudur.

Batı Anadolu'nun ana morfotektonik elemanları yaklaşık Doğu - Batı uzanımlı yükselti ve çöküntülerden oluşmuş bloklu bir yapı meydana getirir. Batı Anadolu'nun bloklu morfolojisi neotektonik zamanda, bölgede Kuzey - Güney doğrultusunda gerilmesi ile karakteristik neotektonik rejimin sonucudur. (Şengör, 1980). Büyük menderes ve Gediz havzaları neotektonik rejim içerisinde Batı Anadolu bölgesinde oluşan en büyük tektonik yapılardır.



Şekil 1.4. Batı Anadolu çöküntü havzalarının haritası (Emre vd., 2013)

Bu iki çöküntü havzası arasında Menderes masifinin oluşturduğu horst yine Doğu-Batı boyunca Küçük menderes ovası ile şekilsel olarak ikiye bölünmektedir. Gerek havzanın tortul yapısı gerekse yüzey şekilleri, Küçük menderes ovasının Menderes masifi çekirdeğinin erozyonal süreçlerle deşilmesi sonucu şekillenmiş olduğunun kanıtıdır.(Bozbay ve diğerleri, 1986; Şaroğlu ve diğerleri, 1987).

Çalışma yapılan bölgenin Doğusunda Gediz grabeni; Doğu Batı uzanımında 150 kilometre boyundadır. Havzanın en altı Pliyo Kuvaterner yaşlı çökellerden oluşmuştur. Havzayı çevreleyen yükseltiler esas olarak menderes masifinin metamorfikleri ve İzmir-Ankara kenet kuşağı temel kaya birimlerinden oluşur. Yapılan sondajlarla graben tabanında Pliyo- Kuvaterner çökellerinin altında izlenen ve yer yer de graben yüzeyindeki topografik düzensizliklerde Miyosen-Erken Pliosen çökel istifleri aynı zamanda horst yükselimleri üzerinde de izlenebilen birimler olarak dikkati çeker (İztan ve Yazman, 1990; Yılmaz ve

diğerleri, 2000). Havza etrafında yükseltiiler üstünde gözlenen Miyosen-Erken Pliosen tortulları Gediz graben yüzey şekilleri dışında da genel olarak izlenebilmektedir.

Bölgenin etrafında Gediz graben sistemi dışındaki neotektonik dönem yapıları Kuzey Doğu ve Kuzey Batı uzanımındadır. Bu bölgedeki neotektonik dönem deformasyonları çoğunlukla doğrultu atımlı faylar oldukça baskındır. (Emre & Barka, 2000; Barka & diğ., 2000; Ocakoğlu & diğ., 2005). Bu faylardan Kuzey Doğu doğrultulu olanlar yoğunluk bakımından baskındırlar. Kuzeydeki Zeytindağ -Bergama fay bölgesi, Yuntdağ zonunu batıdan kesen bölgesel ana unsurlardan biridir. Aliaga ile Gediz arasında bu fay zonuna çapraz uzanan doğrultu atımlı fay sistemleri de bölgesel neotektonik deforme içindeki önemli elemanlardır (Şaroğlu & diğ.,1987, 1992). Bölgede günümüzdeki aktif neotektonik yapıların oluşum zamanı kesinlik kazanmamıştır. Neotektonik yapıların ortaya çıkışına sebep olan esas sebebin farklı araştırmacılarla getirilmeye çalışılan Menderes masifinin yükselmesi olduğu konusunda genel bir görüş birliği vardır (Bozkurt & Park, 1994, 1997; Hetzel & diğ.,1995). Birtakım çalışmaların ışığında bölgedeki neotektonik zaman yapılarının oluşumu Geç Oligosen-Erken Miyosende Menderes masifinin ısısal donlaşma sayesinde yükselerek bölgesel parçalanma ile başlar ve orojenik çökme süreçleriyle grabenlerin şekillenmesi günümüze kadar süregelmiştir (Seyitoğlu & Scott, 1991; Seyitoğlu ve diğ.,1992). Farklı bir görüş ise günümüzdeki grabenlerin Pliyosen veya Geç Pliyosen ve Kuvaternerde oluştuğunu açıklar (Koçyiğit & diğ., 1999; Yılmaz ve diğerleri, 2000).

Farklı bir görüşe bakılırsa şimdiki zaman havzaları Menderes masifi içindeki donsal parçalanmanın ürünü olan Geç Oligosen-Miyosen havzalarına uyumsuz olduğu görülür ve bunları kesen uzanımlarda gelişmiştir.

Bölgedeki neotektonik çatı içerisinde Kuzey Doğu –Güney Batı uzanımlı faylarla ilgili yapılan çalışmaların bir kısmında ise bunların Miyosen’de Kuzey Doğu-Güney Batı yönlü doğrultu atımlı fay sistemleri şeklinde ortaya çıktığı açıklanır.

Öte yandan, İzmir yöresindeki Kuzey Doğu - Güney Batı uzantılı diri fayların Balıkesir-İzmir arasında İzmir-Ankara kenet Zonu içerisindeki eski bir transform fay yapısına karşılık geldikleri ve Miyosen’de tekrar aktif olarak günümüze kadar diriliklerini korudukları ileri sürülmüştür (Sözbilir ve diğerleri, 2003). Yukarıda özetlenen görüşler İzmir ve yakın çevresinin neotektonik dönem evrimi üzerine henüz görüş birliği olmadığını ortaya koyar. Bölgedeki güncel deformasyon ve buna bağlı sismik aktivite diri faylar tarafından denetlenmektedir.

1.2.4. İnceleme Alanı Jeolojisi

Eğimli topografyaya sahip sahada yüzeyde yaklaşık 0,00 – 0,50 metre kalınlıklı bitkisel toprak ve 0,50-13,50 metre arasında ise yer yer parçalanmış bol kırık ve çatlaklı prekambriyen yaşlı gnayslar ve üst paleozoyik yaşlı şistler yer almaktadır. Ayrıca bu birimler dayanım olarak zayıftır. İnce kristalli şistler ayrışmadan dolayı belirgin bir şistozite göstermemekte olup gnayslar ise nadir olarak foliasyon göstermekle birlikte daha masif yapılıdır.

1.2.5. Hidrojeolojik Özellikleri

Yüzey ve yeraltı sularının kayaç ve zemine olan etkisi nedeniyle, yerleşim alanlarının seçiminde yörenin hidrojeolojik özelliklerinin araştırılması oldukça önem taşımaktadır.

Yağış suları yeraltı su seviyesinin değişmesine, yüzeyselleşmelere ve erozyona sebep olmaktadır. Yeraltı sularının zeminler üzerindeki olumsuz etkileri; şevlerin kısmen yada tamamen doygun hale gelmesine, zemindeki boşluk suyu basıncının artmasına ve sonuçta kitle hareketlerine neden olabilirler. Ayrıca su, zeminin birim hacim ağırlığını arttırmasının yanında bazen de zeminin içindeki malzemeyi veya kayaçları kimyasal olarak değiştirir, ayrıştırır ve dayanımını azaltır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Batı Anadolu neotektonizması genişlemeli tektonizma ile açıklanır. (Şengör 1979, 1980). Kuzey - Güney yönlü genişlemeli tektonik rejim Anadolu genelinde izlenen neo tektonik hareketliliğin sonucudur. Ülkemizdeki neotektonizmanın Arap-Afrika levhası ile Avrasya levhası aralarında oluşan kıta-kıta çarpışmasından kaynaklandığı bilinir ve neotektonizma çarpışma nedeniyle meydana gelen Anadolu bloğunun, Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu doğrultu atımlı faylar boyunca Batı yönünde hareket etmesi ile sonuçlanan tektonik olayları kapsar. Anadolu bloğu batı yönünde ilerlerken, Batı Anadolu bloğu Güney-Batı yönünde bir dönme ile Ege Denizindeki Hellenik yay düzlemine Afrika levhası üstüne gelmektedir. (Şengör & Kidd, 1979; Şengör 1979, 1980; Şengör & diğ., 1985; Reilinger & diğ., 1997). Batı Anadolu bölgesinde genişlemeli tektonik rejim bölgede gerçekleşen rotasyonlu dönmenin bir sonucudur.

Batı Anadolu'nun ana morfolitik elemanları yaklaşık Doğu - Batı uzanımlı yükselti ve çöküntülerden oluşmuş bloklu bir yapı meydana getirir. Batı Anadolu'nun bloklu morfolojisi neotektonik zamanda, bölgede Kuzey - Güney doğrultusunda gerilmesi ile karakteristik neotektonik rejimin sonucudur. (Şengör, 1980). Büyük Menderes ve Gediz havzaları neotektonik rejim içerisinde Batı Anadolu bölgesinde oluşan en büyük tektonik yapılardır. Simetri gösteren bu iki tektonik koridor günümüz morfolojisinde Aydın ve Bozdağ yükseltilerine karşılık gelen ve Menderes masifi çekirdeğinin yükselmesine bağlı olarak şekillenmiş çöküntülerdir. Buldan eşiği, doğu uçlarında birbirlerine yaklaşan bu iki grabeni ayırır.

Bu iki graben arasında Menderes masifi çekirdeğinin oluşturduğu yükselim yine D-B genel gidişli Küçük menderes ovası tarafından morfolojik olarak ikiye bölünmüştür. Gerek havzanın sedimanter dolgu özellikleri gerekse jeomorfolojisi, Küçük menderes ovasının Menderes masifi çekirdeğinin erozyonel süreçlerle deşilmesi sonucu şekillenmiş olduğunu gösterir (Bozbay vd., 1986; Şaroğlu vd., 1987).

Gediz Grabeni Manisa'dan Pamukkale'ye kadar uzanan yaklaşık 200 km uzunluğunda bir yapıdır. Grabenin ana fayı güney kenarı boyunca uzanır, kuzeyde ise yer yer bu fayın antitetik bileşeni yer alır. Graben içinde oluşan $M=6.5$ büyüklüğündeki 28 Mart 1969 Alaşehir depremi ve 36 km uzunlukta ve $K 70^{\circ}-80^{\circ}$ B doğrultulu yüzey kırıkları oluşturmuş ve bu yüzey kırıkları üzerinde 3-13 cm düşey atım ölçülmüştür (Arpat ve Bingöl, 1969; Ergin vd., 1971). Bu deprem sonrası grabenin kuzeyinde yeralan bölgede yoğun bir artçı deprem aktivitesi gözlenmiştir. Grabenin sismik aktivitesi ve depremleri Eyidoğan ve Jackson (1985) tarafından çalışılmıştır.

Gutenberg and Richter (1936) tarafından, sığ (70 km'den daha az derinlikte oluşan) depremlerin ürettiği, periyodu yaklaşık olarak 20 saniye olan ve normal (üç bileşenli) sismograflarla kaydedilen Rayleigh dalgalarının yatay bileşenlerinin mikron cinsinden en büyük değerinin logaritması alınarak "yüzey dalgası magnitüdü" tanımlanmıştır (Richter 1958). Yüzey dalgası magnitüdü ile ilgili çalışmalar, daha sonraki yıllarda Gutenberg (1945a, 1945b) tarafından geliştirilerek sürdürülmüştür (Bayrak ve Yilmaztürk 1999).

Bölgesel neotektonik çatı içerisinde KD-GB uzanımlı faylara ilişkin yapılan bazı çalışmalarda ise bunların Miyosen'de KD-GB yönlü doğrultu atımlı fay sistemleri şeklinde ortaya çıktığı açıklanır. Öte yandan, İzmir yöresindeki KD-GB uzanımlı diri fayların Balıkesir-İzmir arasında İzmir-Ankara Kenet Zonu içerisindeki eski bir transform fay yapısına karşılık geldikleri ve Miyosendereaktif olarak günümüze kadar diriliklerini korudukları ileri sürülmüştür (Sözbilir vd., 2003). Yukarıda özetlenen görüşler İzmir ve yakın çevresinin neotektonik dönem evrimi üzerine henüz görüş birliği olmadığını ortaya koyar. Bölgedeki güncel deformasyon ve buna bağlı sismisite diri faylar tarafından denetlenmektedir.

Araştırma alanı yakın çevresinde Gediz graben sistemi dışındaki neotektonik dönem yapıları KD ve KB uzanımlıdır. Bu bölgedeki neotektonik dönem deformasyonları genelde doğrultu atımlı fayların egemenliğindedir (Emre ve Barka, 2000; Barka vd., 2000; Ocakoğlu vd., 2005). Bunlardan KD uzanımlı yapılar

yoğunluk bakımından daha baskın ve uzundurlar. Kuzeydeki Zeytindağ-Bergama fay zone, Yuntdağ bloğunu batıdan sınırlandıran bölgesel ana yapısal unsurlardan biridir. Aliağa-Gediz grabeni arasında bu fay zonuna çapraz uzanan doğrultu atımlı fay sistemleri de bölgesel neotektonik deformasyon içerisinde önemli elemanlardır (Şaroğlu vd., 1987, 1992).

Bölgede şimdiki zamanda aktif neotektonik yapıların oluşum zamanı tam bilinmemektedir. Neotektonik yapıların ortaya çıkışına sebep olan nedenin çeşitli araştırmacılarca değişik süreçlerle açıklanan Menderes masifi çekirdeğinin yükselmesi olduğu konusunda genel bir görüş birliği vardır (Bozkurt ve Park, 1994, 1997; Hetzel vd., 1995). Fakat bazı çalışmalara göre ise bölgedeki neotektonik dönem yapılarının oluşumu Geç Oligosen-Erken Miyosende Menderes masifinin ısısal domlaşma yoluyla yükselen bölgesel parçalanmayla başlar ve orojenik çökme süreçleriyle çöküntü havzalarının şekillenmesi günümüze kadar devam etmiştir (Seyitoğlu&Scott, 1991; Seyitoğlu vd., 1992).

3. MATERYAL YÖNTEM

Arazi çalışmaları kapsamında; öncelikle 1:500.000, 1:100.000 ve 1:25.000 ölçekli haritalar yardımıyla gözlemsel etütler yapılmış, temel zemininin jeolojik ve jeoteknik özelliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalarda bulunulmuştur.

Etüt alanını oluşturan arazi içerisinde, 14 ayrı noktada, 8 adet 9,00'ar metre, 1 adet 10,50 metre ve 5 adet 13,50'şer metre derinlikli zemin sondajı çalışmaları yapılmış, Jeofizik çalışmalar 6adet Sismik Kırılma, 6adet Masw, 6Adet Mikrotremör ve 2 noktada ERT tomografi ölçüsü alınması şeklinde yürütülmüştür.

3.1. Sondaj Çalışmaları

Sahada 14 ayrı noktada temel sondaj kuyusu açılmıştır. MD – 300 tipi, 8,9 santim çapında delici matkap ve sulu sistem ile ilerleme yapan Temel Sondaj Makinesi ile Jeolojik Haritada belirtilen koordinatlarda sondaj kuyusu açılarak zemin özellikleri ve sahadaki jeolojik yapıyı çözmeye yönelik çalışmalar yapılmıştır. Karotlu ilerleme yapılarak şist ve paragnays biriminden karot örnekleri alınmaya çalışılmıştır.

Sahada açılan kuyuların ağızları olası yeraltı su seviyesi ölçümleri ve sondaj derinliği kontrolü için muhafaza altına alınmıştır.

3.2. Laboratuvar Çalışmaları

İnceleme alanında yer alan kaya birimine ait numunelerin dayanım parametreleri laboratuvar deney sonuçlarından yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.3. Veri Değerlendirme Çalışmaları

Sondaj verileri, laboratuvar sonuçları ve gözlemsel çalışmalar sonunda taşıma gücü, sıvılaşma, oturma ve benzeri hesaplar yapılarak sondaj kuyuları ve zeminin özellikleri yorumlanmıştır.

3.4. Mekansal Bilgiler-Coğrafik Konum

İnceleme alanı; İzmir ilinin doğusunda Ödemiş İlçesi, Ortaköy – Üzümlü ve Günlüce mahalleleri arasında yer almaktadır. Ödemiş İlçesi, İzmir iline 113 kilometre uzaklıkta olup Küçük Menderes Nehri çöküntü havzasının doğu kesiminde kendi adıyla anılan ovanın kuzey kenarında yer almıştır. Ödemiş Ovası, kuzeyde Bozdağların, doğuda Göcen ve Pınar Dağının meydana getirdiği yüksek topografya ile çevrilidir. Birgi, Gölcük ve Bozdağ gibi önemli turistik merkezlerin odağında bulunmaktadır. Saha 86810,746 m²'lik alana sahiptir.

İnceleme alanı Ödemiş ilçesi şehir merkezi dışında yer almaktadır. Parsel alanında su deposu için yapılmış bekçi evi yapısı bulunmakla birlikte başka herhangi bir yapı mevcut değildir. Parsel alanı çevresinde baraj alanı ve çevre köyler yer almaktadır.

3.5. Sosyo-Ekonomik Bilgiler

İnceleme alanı ve yakın çevresinde baraj tesisi ve kışlık konutlar yer almaktadır. Bölgede ilçe merkezinde ve yakın çevrede tarım ve hayvancılık geliri önemli yer tutmaktadır.

3.6. Arazi, Laboratuvar, Jeofizik Çalışma Yöntemleri Ve Ekipmanları

Araştırma bölgesinde zemin tabakalarının sınıflandırılması, jeolojik yapının çıkartılması, derinlik, cins ve jeoteknik özelliklerinin tespiti amacı ile sahada 8 adet 9,00 m. 1 adet 10,50 m. ve 5 adet 13,50 m. olacak şekilde toplam 14 adet temel sondajı çalışmaları yapılmış, kaya ortamda çalışıldığından Spt ve karot

numuneleri alınamamıştır. Sondajlar sonucunda elde edilen karot numuneleri üzerinde nokta yükleme deneyleri yaptırılmıştır.

Çalışma alanında Jeofizik yöntemlerden 6 Serim Sismik kırılma (Vp-Derinlik değerleri ve tabaka sayısını elde etmek için), 6 Serim Masw (Vs-Derinlik değerleri, tabaka sayısı ve zemin büyütmesini elde etmek için), 6 noktada Mikrotremör çalışması (Zemin Hakim titreşim periyodunu belirlemek için) ve 2 Serim Özdirenç Tomografi (ERT) (Gerçek Özdirenç-Derinlik değerlerini bulmak için)ölçümü çalışmaları yapılmıştır.

Temel sondajlarından alınan zemin örnekler üzerinde, gerekli laboratuvar deneyleri Tralles Zemin Araştırma Laboratuvarında yapılmıştır.

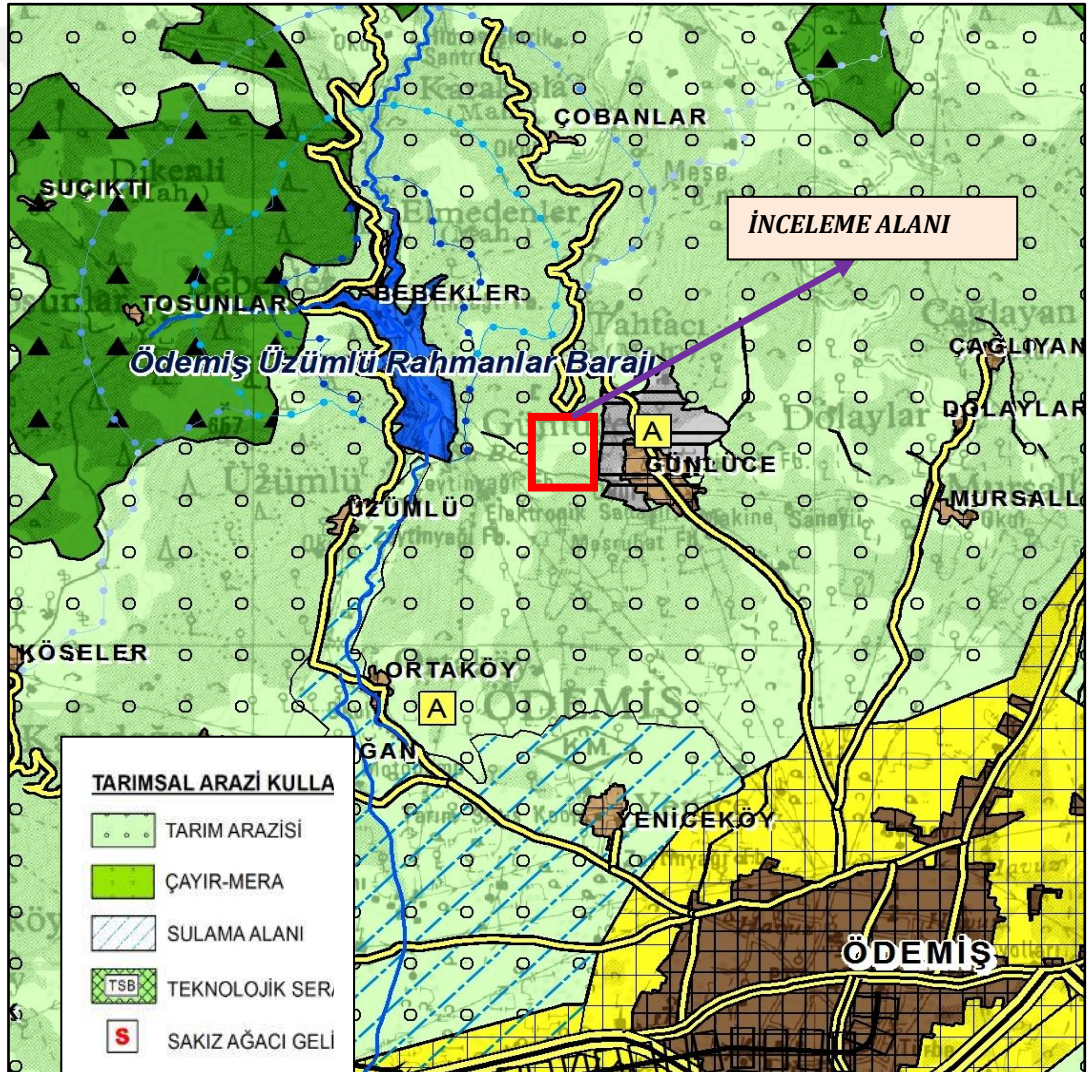
Çalışılan bölgenin jeolojisinin çevre bölge jeolojisi ile ilişkisi çalışılmıştır. Tüm çalışmalar düzenlenerek rapor haline getirilmiş olup ilgili çizelgeler, kesitler ve haritalar eklenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. İnceleme Alanının Mevcut Plan, Yapılaşma Durumu ve Diğer Çalışmalar

4.1.1. Tüm Ölçeklerde Mevcut Plan Durumu ve Mevcut Yapılaşma

2 nolu ve 9 nolu Parselleri içeren inceleme alanı Ödemiş Belediyesi yetki sınırlarında kalmaktadır. İnceleme alanı Ödemiş 1/100000 Ölçekli Çevre Düzeni Planında, tarım arazisi olarak tanımlanmıştır (Şekil 1.1). Herhangi bir yapılaşma mevcut değildir.



Şekil 4.1. İzmir-Manisa Planlama Bölgesi 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı (L19 Paftasından değiştirilerek alınmıştır.)

4.1.2. Mevcut Plana Esas Yerbilimsel Etütler, Sakıncalı Alanlar-Afete Maruz Bölgeler

İnceleme alanı ve yakın çevresi için geçmiş yıllarda, yapılan bölgesel etüt çalışmaları incelendiğinde İnceleme alanını oluşturan parseller için alınmış “yapı ve yerleşme için yasaklanmış bölge ve/veya afete maruz bölge” kararları yoktur.

4.1.3. Taşkın Sahaları, Sit Alanları, Koruma Bölgeleri

İnceleme alanı içinde taşkın sahaları, sit alanları ve özel statülü koruma alanları bulunmamaktadır.

4.1.4. Değişik Amaçlı Etütler

İnceleme alanı çevresinde MTA gibi kurum ve kuruluşların geçmiş yıllarda bölgesel jeolojiye yönelik çalışmaları olmuştur.

4.2. Jeomorfoloji

Çalışma alanının geneli, eğimli topografyaya sahip olup hakim eğim % 10 - 30 arasındadır. İnceleme alanın kuzey kısmında eğim %50 ye kadar çıkmaktadır.

4.3. Jeoloji

4.3.1. Genel Jeoloji

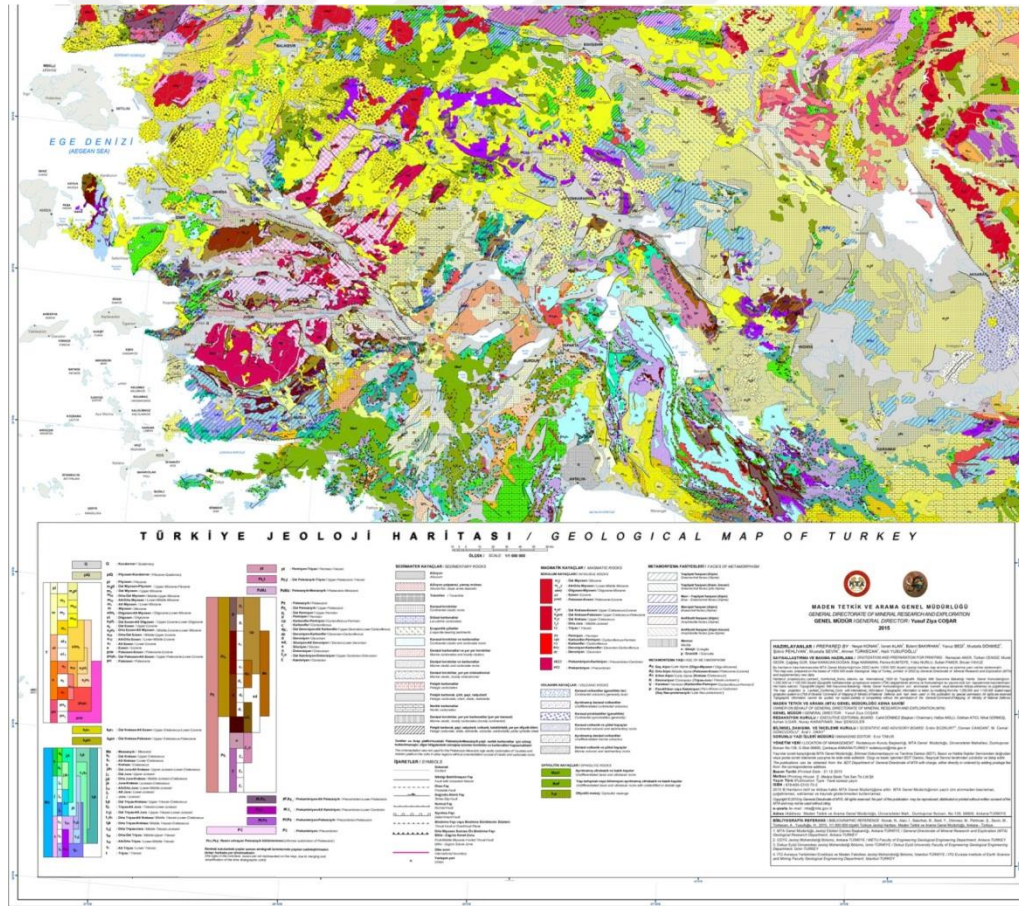
Tüm Batı Anadolu’nun temelini oluşturan Menderes masifi metamorfik kayalardan oluşur. Masifin çekirdeği yüksek derecede metamorfizma geçirmiş gnays ve şistlerden oluşur (Şengör ve diğerleri, 1984).

Okay (2000)’da Menderes masifini oluşturan kaya birimlerinin stratigrafisi detay olarak tanımlanmıştır. Buna göre masifin çekirdeği Prekambriyen yaşlı gnayslardan oluşur. İstif üstte doğru Paleozoyik yaşlı mika-şistler, Permo-Karbonifer yaşlı metakuvarsit, siyah fillit ve koyu renkli rekrystalize kireçtaşları

ile devam eder. Bunların üzerine Mezozoyik yaşlı neritik kireçtaşları gelir. Paleosen ve Alt Eosen ise istifte rekristalizepelajik kireçtaşları ile temsil edilir.

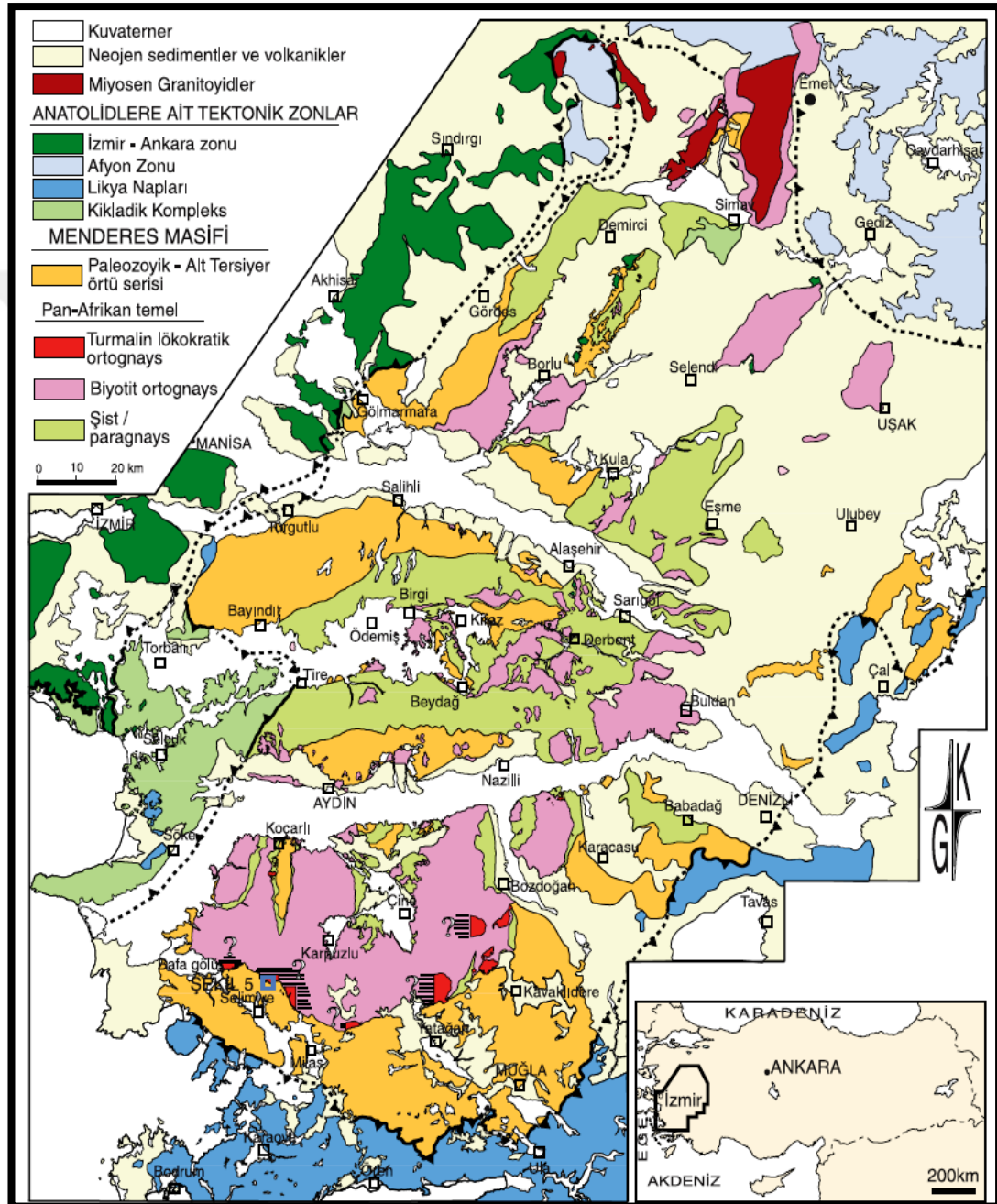
Menderes masifi metamorfik çekirdek karmaşık (corecomplex) olarak kabul edilir (Bozkurt ve Park, 1994, 1997; Hetzel ve diğerleri, 1995). Çok evreli metamorfizma geçirmiş olan Menderes masifindeki esas metamorfizmanın yaşı 35-45 milyon yıl olarak önerilmiştir (Şengör ve diğerleri, 1984; Yılmaz, 1997, Yılmaz ve diğerleri, 2000).

Metamorfizmayı Erken Miyosen’de bölgesel termal domlaşma izlemiş ve bu dom orojenik çökme sonucu parçalanarak masif çevresinde bölgesel genişlemeye yol açmıştır (Seyitoğlu ve Scott, 1991; Seyitoğlu ve diğerleri, 1992).



Şekil 4.2. Ege Bölgesi Jeoloji Haritası (MTA Genel Müdürlüğü, 2015)

Ödemiş Ovası, kuzeyde Bozdağların, doğuda Göcen ve Pınar Dağının meydana getirdiği yüksek topografya ile çevrili olup dağların yamaçları dik eğimlerle yükselir. Küçük Menderes Nehri ve adı geçen dağlık alanlardan taşınan alüvyonlardan oluşmuş ve Kent bu ovanın üzerinde kurulmuştur.



Şekil 4.3. İnceleme Alanı ve çevresinin Bölgesel Jeoloji Haritası (Candan ve Dora 1998'den sadeleştirilmiştir.)

Menderes Masifi'nin Ödemiş-Kiraz Asmasifi'ne ait, Prekambriyen-Mezozoyik yaşı (Candan ve diğ., 2001) şist, mermer, ortognays, paragnays ve metagabroları çalışma alanının temel kayalarını oluşturur. Bu temeli, Başova andezitleri, Suludere formasyonu, Aydoğdu formasyonu ve alüvyon uyumsuz olarak üstler.

Batı Anadolu'ya güncel görünümünü kazandıran genişlemeli tektonik rejimin kökeni, yaşı ve buna bağlı olarak oluşan grabenleşmeyle ilgili görüşler farklıdır. (a) Bazı araştırmacılara göre, Geç Serravaliyen'de Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu fayları arasında kalan Anadolu parçasının batıya kaçışının "tektonik kaçış" yol açtığı K-G doğrultulu çekme kuvvetleri, grabenlerin oluşumunu başlatır (Dewey ve Şengör 1979; Şengör 1979, 1982, 1987; Şengör ve diğ., 1985; Görür ve diğ., 1995). (b) Diğer bir görüşe göre, Batı Anadolu'daki genişlemeli tektonik rejim Erken Miyosen'de başlamıştır (McKenzie 1978; Le Pichon ve Angelier 1979, 1981; Jackson ve McKenzie 1988; Okay ve Satır 2000). "Yay gerisi yayılma modeli", grabenlerin oluşumunu, Ege yayı'nın güneye doğru göç etmesiyle, yay gerisinde oluşan K-G doğrultulu çekme kuvvetleriyle açıklar. (c) "Orojenik çökme" modeline göre, Batı Anadolu'daki K-G doğrultulu açılma Geç Oligosen-Erken Miyosen'den bu yana sürmektedir (Seyitoğlu ve Scott 1992; Seyitoğlu ve diğ., 1992). (d) Dördüncü görüş, Batı Anadolu'daki genişlemeyi iki farklı mekanizmayla açıklar. İki evreli bu görüşe göre; Erken Miyosen'de düşük açılı normal fayların denetlediği orojenik çökmeyi Pliyo-Kuvaterner'de yüksek açılı fayların denetiminde gelişen riftleşme evresi izler. İkinci evre Kuzey Anadolu fayının etkisinde gelişimini sürdürmektedir (Sözbilir ve Emre 1996b; Koçyiğit ve diğ., 1999; Bozkurt 2000, 2001a-b, 2003; Bozkurt ve Sözbilir 2004). Benzer şekilde, bölgesel tektonik evrimin denetiminde gelişen Batı Anadolu Geç Senozoyik volkanizmasının jeokimyasal özelliklerinin zaman ve tektonik etkinliklerle ilişkisi tartışmalıdır. Geç Eosen'den (Ercan ve diğ., 1995) yakın zamanlara kadar (Richardson-Bunbury 1996) bölgede etkili olan volkanizmanın jeokimyası asidik ile bazik yelpaze arasında değişir (Ercan ve diğ., 1985; Yılmaz 1990). Bu volkanizmanın, orojenik etkinliklere bağlı olarak, bölgede kıtasal kabuğun kalınlaşmasının bir ürünü olduğu kabul edilmektedir (Şengör 1980; Şengör ve Dewey 1980; Şengör ve Yılmaz 1981; Şengör ve diğ., 1984; Fytikas ve

diğ., 1984; Pe-Piper ve Piper 1989; Gülen 1990; Aldanmaz ve diğ., 2000). Bazı araştırmacılara göre, Geç Oligosen- Orta Miyosen'de Batı Anadolu K-G yönlü sıkışmanın etkisi altındadır ve kalınlaşan üst kıtasal kabuğun derinlerde bölümsel anatektik ergimesiyle magmatizma başlar; sıkışmalı tektonik rejim, BKB-DGD doğrultulu açılma ve KD-GB doğrultulu zayıflık zonlarının oluşmasıyla son bulur; bu zonlarda, genellikle kalk-alkalen nitelikli, kıtasal kabuk kökenli, yer yer hibrid, kıta içi volkanitler kendine yer bulur. Orta-Geç Miyosen'de başlayan K-G yönlü genişlemeli tektonik rejime bağlı olarak litosferin kalınlığı azalır ve Geç Miyosen sonu-Pliyosen'den günümüze, D-B uzanımlı graben yapılarıyla birlikte, manto kökenli alkali magmatizma kendini gösterir (Keller 1969; Borsi ve diğ., 1972; Keller ve Villari 1972; Dewey ve Şengör 1979; Sunder 1979; Ercan 1981, 1982, 1987; Şengör ve Yılmaz 1981; Ercan ve Öztunalı 1982; Ercan ve diğ., 1984; Ercan ve diğ., 1985, 1996; Yılmaz 1989, 1990, 1997, 2000; Savaşçın 1990; Savaşçın ve Güleç 1990; Güleç 1991; Yılmaz ve diğ., 1994, 2000, 2001). Bazı araştırmacılara göre ise, Batı Anadolu'da, K-G doğrultulu genişlemeli tektonik rejim Geç Oligosen'den bu yana etkindir ve buna bağlı olarak gelişen volkanizmanın bileşimindeki değişim astenosfer kaynaklı katkıya bağlıdır (Seyitoğlu ve Scott 1991, 1992; Seyitoğlu ve diğ., 1992, 1997).

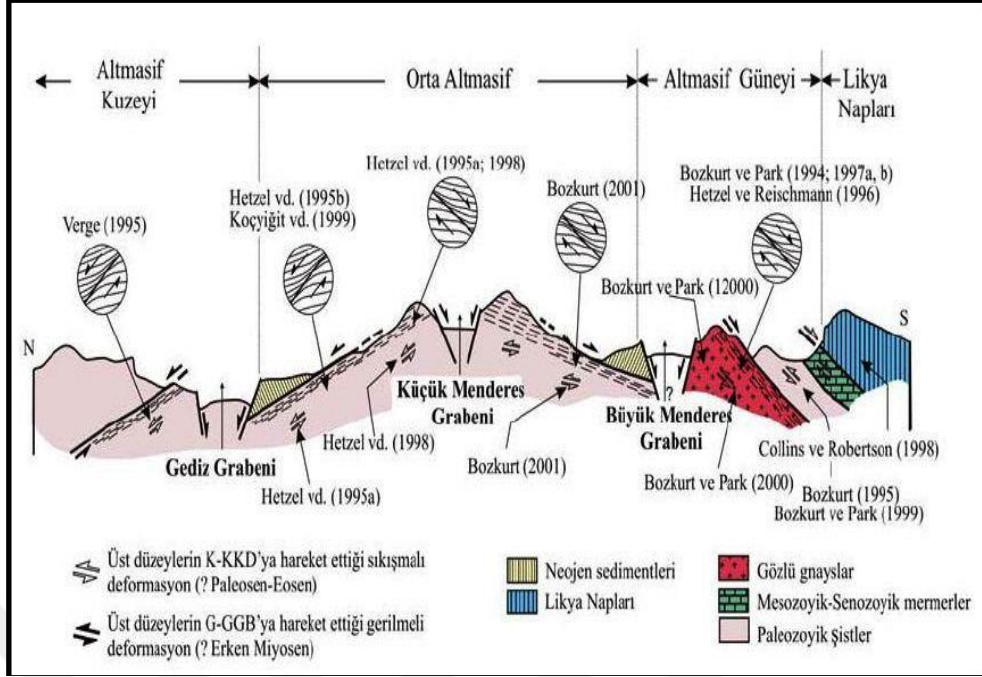
Yapılan çalışmalarda, D-B doğrultulu Küçük Menderes vadisinin, Gediz ve Büyük Menderes gibi, yaklaşık K-G yönlü çekme kuvvetlerine bağlı olarak gelişmiş, D-B ve BKB-DGD doğrultulu birçok grabenden biri olduğunu kabul etmektedirler (Philipson 1910-1915, 1918; Ketin 1968; McKenzie 1978; Jackson ve McKenzie 1984; Şengör 1987; Şengör ve diğ., 1984). Küçük Menderes vadisinin güney kenarının batı yarısında kuzeye eğimli belirgin bir fayın izlendiği (Erinç 1955; Şengör ve diğ., 1985), bu fayın; batıda, Efes Antik şehri güneydoğusundan geçerek (Dumont ve diğ., 1979; Angelier ve diğ., 1981), Ege Denizi'ne kadar uzandığı belirtilmektedir.

Rojay ve diğerleri (2001 ve 2005)'ne göre, Küçük Menderes Grabeni, Beydağ-Gökçen-Tire- Belevi arasında, D-B yönünde uzanan bir senklinalin üzerinde gelişir. Bölgede Miyosen sonrasında üç evreli deformasyon ve saat ibresinin tersi

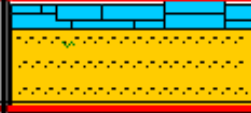
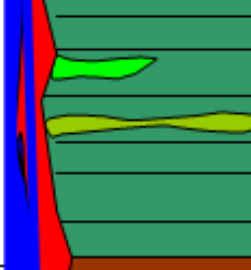
yönünde bir dönüş hareketi vardır. İlk evrede KG yönlü sıkışma sonucu doğrultu atımlı rejim, bunu izleyen evrede doğrultu atım bileşeni olan BGB-DKD yönlü genişleme rejimi, günümüzde, sismik olarak aktif olan son evrede ise KB-GD ve KD-GB yönlü genişleme rejimi etkindir. Bozkurt ve Rojay (2005) 'a göre, bölgede, sırasıyla, düşük ve yüksek açılı normal fayları oluşturan açılma fazlarının arasında kısa dönemli, K-G yönlü bir sıkışma fazı etkili olmuştur. (United Nations 1974; Ercan ve diğ., 1996; Rojay ve diğ., 2001; Emre ve diğ., 2003; Bozkurt ve Rojay 2005; Emre ve diğ., 2005; Rojay ve diğ., 2005, Emre ve Sözbilir 2006 a). Rojay ve diğ., (2001 ve 2005) 'ne göre, Küçük Menderes Grabeni'inde, Neojen-Kuvaterner yaşlı kırıntılıların çökelediği, değişik yönlerde gelişmiş ikincil havzalar yer alır. Bunlardan Kiraz, Dağkızılca-Torbalı ve Selçuk havzalarında Miyosen-Kuvaterner yaşlı, Ödemiş ve Bayındır havzalarında ise Kuvaterner yaşlı tortullar çökelmiştir. Bozkurt ve Rojay (2005) ve Rojay ve diğ., (2005)'nin Kiraz havzasında ayırtladıkları tortul ve volkanik kaya birimlerinin yaşıyla ilgili herhangi bir paleontolojik ve radyometrik bulguları yoktur.

4.3.2. Yapısal Jeoloji

Menderes Masifinin sıkışmalı deformasyonun etkisi altında kaldığı ve sismik olarak dünyanın en aktif/hızlı deformasyon gösteren bölgelerinden birini oluşturduğu bir çok araştırmacı tarafından belirtilir (Jackson ve McKenzie, 1984; Eyidoğan ve Jackson 1985; Ambraseys ve Jackson, 1998, Reilinger vd. 1997; Altunel, 1999). Türkiye Alp-Himalaya deprem kuşağı üzerinde yer alır. Orta-Geç Miyosende Arabistan Afrika levhalarının Avrasya levhası ile Helen Yayı ve Bitlis-Zagrossütur kuşağı boyunca çarpışması Türkiye'de Neotektonik dönemi başlatmış ve Anadolu levhasında sıkışma ve kabuk kalınlaşması meydana gelmiştir (Şengör, 1980; Şengör ve Yılmaz 1981; Yılmaz, 1990). Avrasya ile Afrika levhaları arasında sıkışan Anadolu levhası doğrultu atım karakterli Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve Doğu Anadolu Fayları (DAF) boyunca batıya doğru hareketlenmiştir (Şengör, 1980; Barka vd., 1996). Bu hareketin GB'ya doğru yön değiştirmesiyle batı Anadolu'da K-G yönlü gerilme rejimine bağlı olarak D-B ve BKB-DGD doğrultulu Ege Graben sistemi gelişmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Alpin sıkışma ve izleyen gerilme deformasyonları ile ilişkili K-G yönlü şematik enine kesit (Bozkurt, 2001)

Zaman	Olaylar	Sütun Kesit	Litoloji
KUVATERNER	Basamaklı Fay Gelişimleri Diskordans		.Yeni Akıvyonlar .Dere içi hareketli çimcel Malzemeler .Traverten .Eski Akıvyonlar .Nehir Taraçaları orta sert az tutturulmuş çakıl- kum-silt-kil yığılımları
PLİYOSEN	Diskordans		.Kumtaşı, çakıl taşı, gösnel kireçtaşı orta az tutturulmuş pl- 1 den pl -4 e kadar bazen tek veya daha çok
MİYOSEN	Diskordans		.Mam. Kumtaşı (Linyit Düzeyli) .Kumtaşı Taban çakıl Taşı Şarabi Renkli Sıkı dokulu, boylarınalı, dere celenne var.
OLİGOSEN EOSEN	Diskordans		.Flis
PALEOSEN	Diskordans		.Bazı bölgelerde sadece karbonat faziesinde Kumtaşı, silttaşı, mam olağan .Gabbro sokulmuş
ÜST KRETASE	Diskordans		.Granitik yerleşme (Masifin Sınırından) .Ofiyolitik Yerleşme .Dolomitli Kireçtaşları
TRİAS JURA	Grovak, Seyl, Kireçtaşı cökeli		.Rekristalize kireçtaşı .Memer
PALEOZOİK	Diskordans		.Zampara- Diyasporit düzeyli. .Şist kamaşığı: Yarı pelitik, sistinika şistler .Bazik bant .Kırmızı feldispatik gnays .Kırmızı .Memer bantları .Fillat .Kalk şist
KAMBRİYEN VE PREKAMBRİYEN	Metamorfizma Bir deformasyon evresi Çekirdek kamaşığı çökellerin birikimi		.Gnays kamaşığı .Yavaş gözli gnays .Porfiroplastik gnays .Bantlı gnays .Granitik gnays .Hornfels, leptit .Migmatit .Albit
MENDERES MASIFI VE YAKIN ÇEVRESİNDE GENEL JEOLJİSİNİ GÖSTERİR SÜTUN KESİT (Menderes Masifi'nin Jeolojisi Paneli ve Km. N. 1982 den Derlenmiştir.			

Şekil 4.5. Bölgesel Stratigrafik Kesit (Kun, N. 1982'den alınmıştır.)

4.4. İnceleme Alanı Jeolojisi

Eğimli topoğrafyaya sahip sahada yüzeyde yaklaşık 0,00 – 0,50 metre kalınlıklı bitkisel toprak ve 0,50-13,50 metre arasında ise yer yer parçalanmış bol kırık ve çatlaklı prekambriyen yaşlı gnayslar ve üst paleozoyik yaşlı şistliyer almaktadır. Ayrıca bu birimler dayanım olarak zayıftır. İnce kristalli şistler ayrışmadan dolayı belirgin bir şistozite göstermemekte olup gnayslar ise nadir olarak foliasyon göstermekle birlikte daha masif yapılıdır.



Şekil 4.6. İnceleme alanında ayrışma seviyelerinden görünüm

4.5. Jeoteknik Amaçlı Araştırma Çukurları, Sondaj Çalışmaları ve Arazi Deneyleri

Arazi çalışmaları kapsamında; öncelikle 1:500.000, 1:100.000 ve 1:25.000 ölçekli haritalar yardımıyla gözlemsel etütler yapılmış, temel zemininin jeolojik ve jeoteknik özelliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalarda bulunulmuştur.

Yapılan çalışma ilgili format gereği sondaja dayalı olarak planlandığı için sahada araştırma çukuru açılmamıştır.

Etüt alanını oluşturan arazi içerisinde, 14 ayrı noktada, 8 adet 9,00'ar metre, 1 adet 10,50 metre ve 5 adet 13,50'şer metre derinlikli zemin sondajı çalışmaları yapılmış, Jeofizik çalışmalar 6 adet Sismik Kırılma, 6 adet Masw, 6 Adet

Mikrotremör ve 2 noktada ERT tomografi ölçüsü alınması şeklinde yürütülmüştür.

4.5.1. Sondajlar

4.5.1.1. Sığ Sondajlar

Sahada 14 ayrı noktada temel sondaj kuyusu açılmıştır. Sondaj Makinesi ile Haritada yerleri gösterilen noktalarda sondaj kuyusu açılarak zemin karakteristik özelliklerini ve alandaki jeolojik yapıyı çözmeye yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Sahada açılan kuyuların ağızları olası yeraltı su seviyesi ölçümleri ve sondaj derinliği kontrolü için muhafaza altına alınmıştır.



Şekil 4.7. İnceleme alanında sondaj noktalarının koordinat görünümü



Şekil 4.8. İnceleme alanındaki sondaj çalışmalarından görünüm

Çizelge 4.1. İnceleme alanında sondaj noktalarına ait koordinatlar

SK-1	581919.00 m D	4236337.00 m K
SK-2	581956.00 m D	4236325.00 m K
SK-3	582031.00 m D	4236356.00 m K
SK-4	582102.00 m D	4236279.00 m K
SK-5	582019.00 m D	4236278.00 m K
SK-6	582063.00 m D	4236396.00 m K
SK-7	582032.00 m D	4236469.00 m K
SK-8	581941.00 m D	4236475.00 m K
SK-9	581956.00 m D	4236570.00 m K
SK-10	581907.00 m D	4236409.00 m K
SK-11	581985.00 m D	4236406.00 m K
SK-12	582082.00 m D	4236333.00 m K
SK-13	581826.00 m D	4236373.00 m K
SK-14	581843.00 m D	4236434.00 m K

4.5.1.2. Derin Sondajlar

Sahada açılmış derin sondaj kuyusu bulunmamaktadır. Yakın çevrede açılmış temel sondaj kuyusu yoktur ve statik su seviyesi yaklaşık 90 - 100 metre civarındadır (Ödemiş Belediyesinden alınan bilgilere göre) .

4.5.2. Arazi Deneyleri

Arazi çalışması olarak Sismik kırılma, Masw, Mikrotremör ve ERT Tomografi ölçümlerinden oluşan jeofizik yöntemler uygulanmış, yapılan çalışmaların sonuçları rapor içerisinde Jeofizik çalışmalar bölümünde belirtilmiştir.

4.5.2.1. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)

Sondajların açılması sırasında çok yaygın olarak kullanılan Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) sahada gözlenen mevcut zeminlerin yerindeki dayanım parametrelerini saptamak için yapılır. Ancak kaya ortamda çalışıldığından SPT deneyi yapılmamıştır.

4.5.3. Heyelan İzleme Çalışmaları

Arazide yapılan gözlem ve çalışmalarda herhangi aktif ve pasif heyelan izine ve verisine rastlanılmamıştır. Ancak yapılaşma olacak yerlerde hakim eğim %10-20 arasındadır ve yapılan ERT ölçümleri sonucunda eğim aşağı düşük özdirenç değerlerine sahip tabakalar saptanmıştır.

4.6. Jeoteknik Amaçlı Laboratuvar Deneyleri

Açılan zemin sondajlarından uygun seviyelerden karot örnekleri alınmıştır. Alınan numuneler ile zeminin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek amacı ile Tralles Zemin ve Beton Laboratuvar Hizmetleri Tic. Ltd. Şti. tarafından deneyler yapılmıştır.

Bu kapsamda zemin numuneleri üzerinde nokta yükleme deneyleri yapılmıştır.

İnceleme alanında zeminin ortam yoktur. Karotlu ilerleme yapılarak şist ve paragnays biriminden karot örnekleri alınmaya çalışılmıştır.

İnceleme alanında yer alan kaya birimine ait numunelerin dayanım parametreleri laboratuvar deney sonuçlarından yararlanılarak hesaplanmıştır.

Bu değerler Çizelge 2’de doğrudan verilmiştir.

Çizelge 4.2. Laboratuvar Deney Sonuçları

NUMUNE Sample			Su İçeriği Water Content W _n (%)	Doğal Birim Hacim Ağırlık γ _n kN/m ³	Kuru Birim Hacim Ağırlık γ _d kN/m ³	Özgül Ağırlık G _s	Atterberg Limitleri Atterberg Limits			ELEK ANALİZİ SIEVE ANALYSIS (Yüzde Geçen Percent Passing)		USCS	Hidrometre Hydrometer	Nokta Yüklemeye Deneyi Point Load Strength I _s (kgf/cm ²)
Sondaj No Boring/T.pit No	Numune No Sample No	Derinlik Depth					LL	PL	PI	4 Geçen (%)	200 Geçen (%)			
SK-1	K-1	0.00-1.50												13.9
SK-3	K-2	1.50-3.00												14.7
SK-4	K-3	3.00-4.50												14.2
SK-6	K-4	4.50-6.00												12.8
SK-8	K-5	6.00-7.50												13.6
SK-9	K-6	7.50-9.00												14.1
SK-11	K-7	9.00-10.50												13.1
SK-12	K-8	10.50-12.00												14.8
SK-14	K-9	12.00-13.50												15.9

İnceleme alanında açılan sondajlarda gnayslar yanal ve düşey yönde heterojen bir dağılım göstermektedir. Bu nedenle laboratuvarında temsili numuneler verilmiş ve bulunan değerler diğer benzer seviyeler içinde kullanılmıştır.

Yer yer parçalanmış zayıf dayanımlı şist ve paragnays birimleri inceleme alanın hakim profilini oluşturmaktadır.

4.7. Jeofizik Çalışmalar

Sahada yer alan jeolojik birimlerin tanımlanması, yeraltı yapısının ortaya çıkartılması, elastik ve dinamik parametrelerin tayini amacıyla farklı jeofizik yöntemler uygulanmıştır.

Bu kapsamda 6 ayrı profilde sismik kırılma, 6adet yüzey dalgaları analizi (MASW) yöntemi 6 adet Mikrotremör ve 2 adet ERT tomografi Ölçümü çalışması yapılmıştır. Bu çalışmalara ait sonuçlar aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.9. İnceleme alanında alınan sismik ve masw ölçümüne ait koordinatların görünümü



Şekil 4.10. İnceleme alanındaki sismik çalışmalarından görünüm

Çizelge 4.3. İnceleme alanında alınan sismik kırılma ölçümlerine ait koordinatlar

Ölçü No (Kırılma)	X	Y	Kot (m)
SS - 1	581918.00 m D	4236309.00 m K	254
	581964.00 m D	4236310.00 m K	
SS - 2	581949.00 m D	4236488.00 m K	250
	581966.00 m D	4236533.00 m K	
SS - 3	581936.00 m D	4236346.00 m K	243
	581968.00 m D	4236383.00 m K	
SS - 4	581909.00 m D	4236413.00 m K	236
	581941.00 m D	4236451.00 m K	
SS - 5	582052.00 m D	4236333.00 m K	232
	582082.00 m D	426296.00 m K	
SS - 6	581896.00 m D	4236630.00 m K	246
	581861.00 m D	4236661.00 m K	

Çizelge 4.4. İnceleme alanında alınan masw kırılma ölçümlerine ait koordinatlar

Ölçü No (MASW)	X	Y	Kot (m)
SS - 1	581918.00 m D	4236309.00 m K	254
	581964.00 m D	4236310.00 m K	
SS - 2	581949.00 m D	4236488.00 m K	250
	581966.00 m D	4236533.00 m K	
SS - 3	581936.00 m D	4236346.00 m K	243
	581968.00 m D	4236383.00 m K	
SS - 4	581909.00 m D	4236413.00 m K	236
	581941.00 m D	4236451.00 m K	
SS - 5	582052.00 m D	4236333.00 m K	232
	582082.00 m D	426296.00 m K	
SS - 6	581896.00 m D	4236630.00 m K	246
	581861.00 m D	4236661.00 m K	

4.7.1. Sismik Kırılma Yöntemi

Çalışma alanında sismik dalgaları oluşturmak için enerji kaynağı olarak balyoz kullanılarak yapay olarak oluşturulmuştur. Sismik (elastik) dalgalar yayıldıkları ortamların fiziksel özelliklerini taşıyarak yeryüzüne ulaşırlar. Farklı yapıdaki ortamların ara yüzeylerinden kırılarak veya yansıyarak yeryüzüne ulaşan dalgalar geçtikleri ortamın fiziksel özelliklerini beraberinde taşırlar. Böylece yeryüzüne yerleştirilen jeofonlar ile kayıt edilen sinyaller değerlendirilerek ortamlara ait değişkenler elde edilir ve jeolojik birimlerle olan ilişkileri ile ortam değerlendirilir.

Zemin çalışmaları yapılmadan önce inşa edilen binalarda kayma, çökme ve çatlama vb. sorunlar çıkabilmektedir. Bu sorunların önlenmesi için statik yöntemler kullanılır. Çalışma alanında yapı – zemin ilişkisinin deprem anındaki davranışının bilinmesi gerekir. Bu nedenle, dinamik çalışmalar olan yapay deprem dalgaları oluşturarak yapılan sismik kırılma yöntemi ile zeminin davranışı incelenmiş ve dinamik elastik değişkenler yerinde saptanmıştır.

Sismik Hız – Yer Türü İlişkisi

P dalgası hızı ile yer yapısal birim türü arasında doğrusal bir ilişki olmasa da, V_s hızında bu bağıllık daha çoktur. O nedenle aynı ortam üzerinde alınan kırılma eğrilerinde V_s belirtisi V_p 'ye göre daha çok sayıda katman gösterebilir ya da V_p ve V_s 'den bulunan katman sınırları bu nedenle birbirlerine uymayabilir. V_p hızı, tanelerin karışım biçimine ve gözenek suyunun kıvam ve sıkışabilirliğine bağlıdır. V_s hızı ise, birimi oluşturan tanelerin boyutu, biçimi ya da sıklığından etkilenen yapısal esnekliktir. Bu nedenle yer ölçmenliği bakımından S dalgaları P den daha önemlidir. Sismik hızlar, doğrudan yerin esneklik özellikleri ve yoğunluğu ile ilgilidir.

Sismik Dalgalar ve Hızları (VP-VS)

P dalgaları, sıkışma veya ilk dalgalar olarak adlandırılırlar. Bu dalgaların yayılımı sırasında sıkışmadan dolayı kübik genleşme veya hacim değişikliği olur. Boyuna dalgalarda sıkışma ve genleşmeyi temsil eden titreşim doğrultusu dalga yayılım doğrultusuyla aynıdır. Dolayısıyla sıkışabilir (gevşek) zeminlerde P dalgası hızı düşük, sıkışması zor zeminlerde (kaya) P dalgası hızı yüksek çıkacaktır.

Sismik Parametrelere Etki Eden Faktörler

Çizelge 4.5. P Dalgası Hızı ile Zeminlerin yada Kayaçların Sökülebilirlikleri (Bilgin, 1989)

P Dalgası Hızı (m/sn)	Sökülebilirlik derecesi
300-600	Çok kolay
600-900	Kolay
900-1500	Orta
1500-2100	Zor
2100-2400	Çok Zor
2400-2700	Son Derece Zor

Mühendislik jeofiziğinde en önemli Sismik parametreler P ve S dalga hızlarıdır. P ve S dalga hızları zemin parametrelerinin tayininde kullanılır. Sismik hızlar, tamamen ortamın elastik özelliklerine (E, G, K) bağlı olduğundan aşağıdaki dinamik parametreler, sismik hızların fonksiyonları şeklinde sağlıklı olarak bulunabilir. Poisson oranı P ve S dalga hızlarından hesaplanır. Özellikle zemin ve kayaçların suya doygunluk derecelerinin bulunması açısından önemli olan Poisson oranı, kuru ve porozitesi yüksek zeminlerde düşük değer alırken, suya doygun zeminlerde yüksek olup, magmatik metamorfik ve sert kayaçlarda ise daha düşüktür.

Kullanılan Alet

Sismik çalışmalarda SARA - Doremi marka 24 kanallı sismik sinyal işleyici alet kullanılmıştır. Jeofon aralıkları arazinin konumuna göre alınmış, ofset aralığı ise Jeofon aralıklarıyla orantı sağlayacak şekilde düşünülerek sismik serimler oluşturulmuştur.

Bu çalışmada cisim dalgalarının (P ve S dalgaları) çalışma alanındaki ilerleme kabiliyetleri ve hareket tarzları test edilmiştir. Çalışmalarda enerji kaynağı olarak 5 kg. ağırlığındaki çekiç (hammer) kullanılmıştır. Bu çekiç, çelik bir plaka üzerine noktasal ve düşey olarak vurularak “P” dalgası üretilmiştir. “S” dalgası üretmek için ise, arazinin durumuna göre ya 40-50 cm. derinliğinde çukur açılarak çelik plakaya vurularak yanal atışlar yapılmıştır.

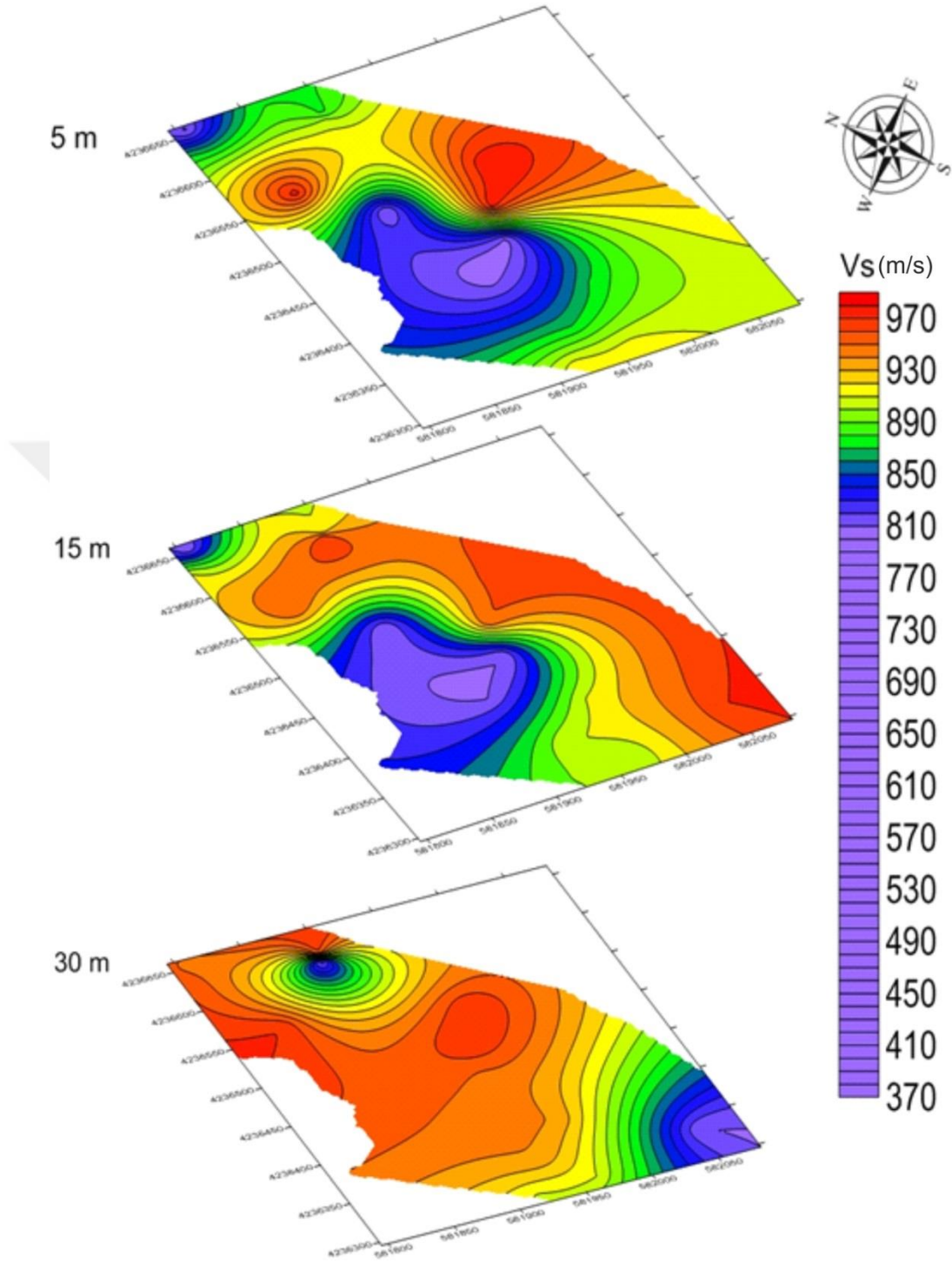
Sismik Çalışma Ekipmanı

- SARA - Doremi sismik cihaz
- 24 adet 14 hz düşey jeofon
- 24 adet 14 hz yatay jeofon
- 24 adet 4,5 hz düşey jeofon
- 24 kanallı sismik kablo
- 10 kg balyoz kaynak
- 1 adet trigerjeofonu (14 hz)
- 100 mtriger uzatma kablosu
- 1 adet plaka

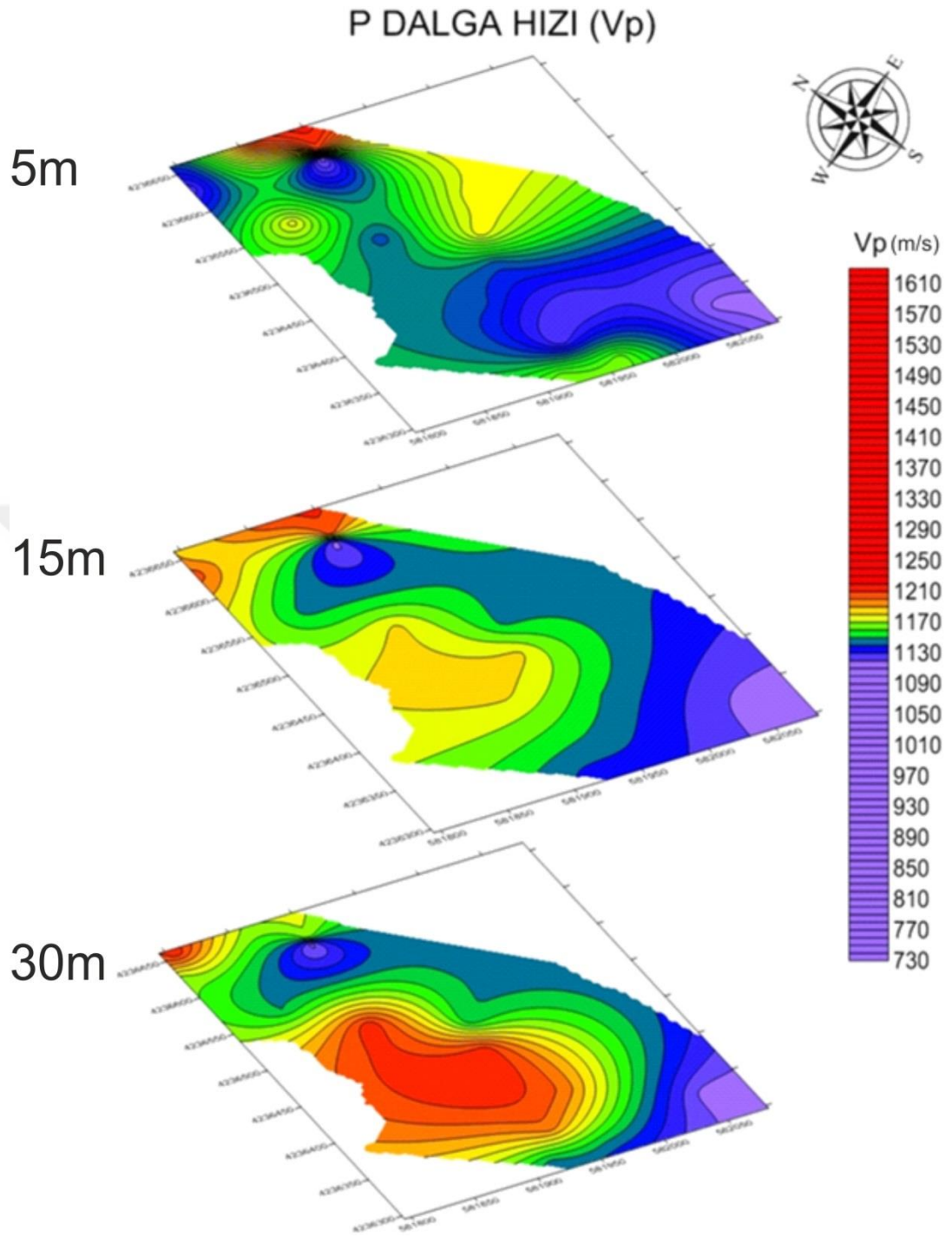
Sismik Profillerin Değerlendirilmesi

Sismik ölçüler yer içinde yayılan boyuna (V_p) ve enine (V_s) sismik dalga türlerinin her ikisinin ölçülmesi şeklinde yapılmıştır. Arazide sismik alet üzerindeki termal yazıcıdan alınan sismik kayıtlar seisimager program ile değerlendirilmiştir. V_p sismik dalga hızı yeraltı yapısal konumları daha derinlerden tespit etmek, V_s sismik dalga hızı ise yeraltı yanal süreksizlikler ile mekanik özellikleri daha iyi tanımak amacıyla ölçülmüştür. Sismik hızlardan elde edilen zemin dinamik parametreleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir. Söz konusu sahanın yeraltı mekanik özelliklerini saptamak amacıyla zeminin geometrisini ortalayacak şekilde sismik ölçü profilleri tespit edilmiştir.

KAYMA DALGA HIZI (Vs)



Şekil 4.11. İnceleme kayma dalga hızı kat haritası

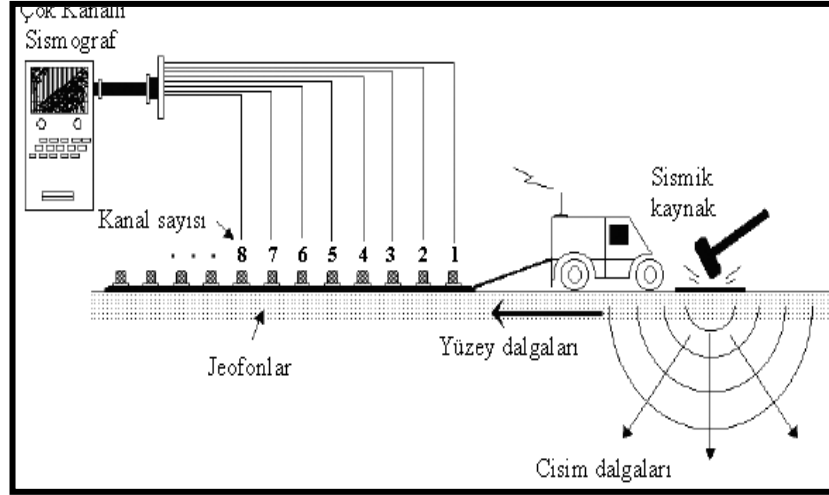


Şekil 4.12. İnceleme p dalga dalgı hızı kat haritası

4.7.2. Yüzey Dalgalarının Çok Kanallı Analizi (MASW) Yöntemi

Yeraltı tabakalarının fiziksel özellikleri (örneğin; makaslama modülü, elastisite modülü, sıkışmazlık modülü, doğal salınım periyodu, sismik büyütmesi ve poisson oranı v.b.) makaslama (S) hızı ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, yeraltı tabakalarının S-hızı değişimlerinin belirlenmesi jeoteknik mühendisliği açısından oldukça önemlidir. Son yıllarda yüzey dalgalarının çok-kanallı analizi (MASW) yöntemi S-hızı değişimlerinin belirlenmesinde sismik kırılma yöntemi yanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle sismik kırılma yönteminin uygulanamadığı durumlarda (örn. Yerleşim alanlarındaki yüksek çevresel gürültüden ötürü) MASW yöntemi tek alternatif yöntem olarak görülmektedir. Sismik kırılma yöntemi ile ölçü alınırken kullanılan dizilim geometrisi korunarak MASW kayıtları toplanabilmekte ve daha büyük araştırma derinliği elde edilebilmektedir. Yöntemin diğer üstünlükleri arasında hızlı veri toplama, kolay veri-işleme ve düşük hız problemini çözmesi gösterilebilir. Yüzey dalgası analiz yöntemlerinden MASW (Multichannel Analysis SurfaceWaves) tekniği ile Vs30 değeri sağlıklı bir şekilde hesaplanabilmektedir. Vs30, UBC ve Eurocode-8 uluslararası standartlarında kullanılan temel parametrelerin başında gelmektedir. Yüzey dalgası analiz yöntemlerinde, yer altındaki tabakalı yapıların kesme dalgası hızının (Vs) derinlikle değişiminin hesaplanması amacıyla Rayleigh dalgasının dispersif özelliğinden faydalanır. Yüzey dalgası yöntemleri aktif kaynaklı ve pasif kaynaklı yöntemler olmak üzere iki ana grup altında toplanabilir. Pasif kaynaklı yöntemler daha derin nüfus gücüne sahiptir. Özellikle ana kaya derinliğine ulaşılması gereken sahalarda etkin olarak kullanılabilir. Bunun yanında, MASW yöntemi daha sınırlı nüfus derinliğine sahip olmasının yanında, etkin kaynak kullanılması ile daha başarılı sonuçlar alınmaktadır. Özellikle Vs30 çalışmalarında ilk 30 metrenin önemi ve ince tabakaların tespitinde oldukça sağlıklı sonuçlar vermesi nedeniyle etkin kullanıma sahiptir. Diğer yöntemlere göre en büyük avantajı kaynağın kontrollü olmasıdır. Aktif ve pasif kaynaklı yüzey dalgası yöntemleri kullanılarak yerin S dalga hızı yapısı belirlenebilir. Bunun için iki adım vardır. Bunlardan birincisi incelenen alana ait dispersiyon eğrisinin belirlenmesidir. Yüzey dalgası

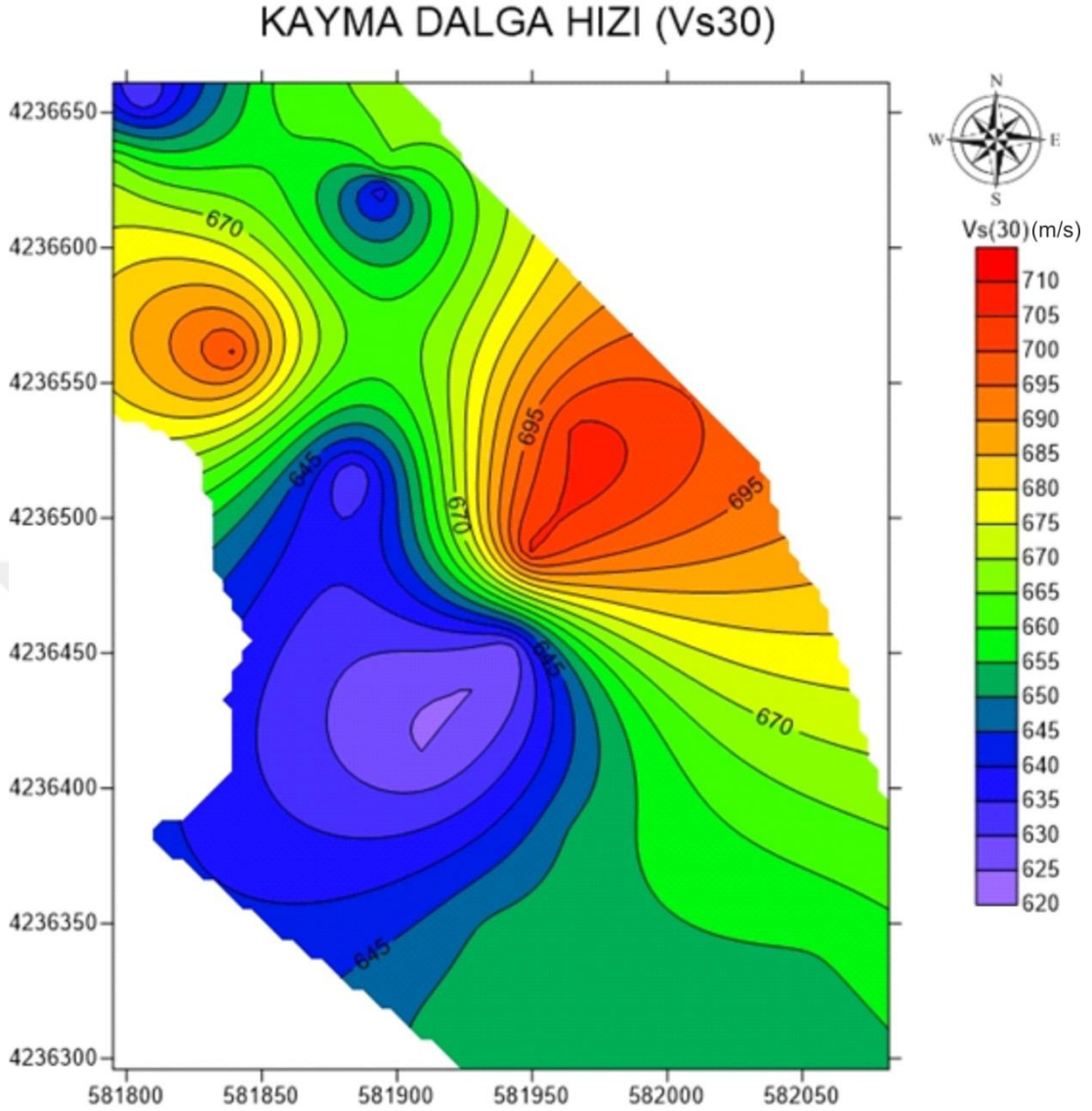
yöntemlerin tümünde amaçlanan, incelenen alana ait dispersiyon eğrisini elde etmektir. Dispersiyon eğrisinin elde edilişi tüm yöntemler için farklıdır. İkinci adım ise ters-çözüm işlemidir. MASW yöntemi, tabakalı yerküre modeli için Rayleigh dalgasında baskın bir etkisi olan S-dalga hızına dayanır. Dönüşmüş faz hızları ile derinliğe bağlı bir boyutlu S-dalga hızı fonksiyonunu tanımlayan S-dalga hızı profilleri elde edilir. MASW yönteminde, gürültüyü etkili bir şekilde kontrol etmek olasıdır. Bu nedenle, en yüksek sinyal/gürültü oranı sağlanır. Makaslama dalgası hız profilinde tam bir veri işlem, yüzey dalgalarının kazancı, frekans bağımlı faz hızı eğrisinin yapılandırılması ve frekans bağımlı faz hızı eğrisinin ters-çözüm işleminden oluşur. Burada dikkat edilmesi gereken husus, makaslama dalgası hız derinlik profilini doğru saptayabilmek için geniş bantlı yüzey dalgalarının en az gürültüyle kaydedilmesidir. MASW yönteminde bant-genişliği, araştırmanın derinliği ve çözünürlüğü arttırıldığı zaman yüksek sinyal/gürültü oranı hesaplanan frekans bağımlı faz hızı eğrisinde yüksek doğruluğa neden olur. Daha yüksek “modlu” veri, temel “modlu” veriden daha derin araştırma derinliğine sahiptir. Aynı zamanda, daha yüksek “modlu” veri frekansa ek olarak kaynak uzaklığına bağlı olan dönüşmüş S-dalga hızının çözünürlüğünü artırır. İlk olarak, standart CDP formatında birkaç çok kanallı kayıt toplanmalıdır. Yüzey dalga verilerinin elde edilmesi için yüzeyden etkiyen darbe türü kaynaklar için normalde 4–5 Hz’den küçük alçak tepki frekanslı alıcılar seçilmelidir.



Şekil 4.13. Çok-kanallı (MASW) yüzey dalga veri toplama düzeneği (Park vd., değiştirilmiş 1998).

MASW Yöntemin Uygulanması ve Değerlendirilmesi

Yüzey dalgalarının çok-kanallı analiz (MASW) yöntemi için yapılan bu arazi çalışmasında, Jeofon Aralığı tüm serimler için 2.00 m, jeofon yayılım uzunluğu (ilk jeofondan son jeofona uzaklık), 46 m'dir. Kayıt uzunluğu 2 sn, örnekleme aralığı 1 ms seçilmiştir. SEG2 formatında SARA - Doremi marka 24 kanallı sismik sinyal işleyici kullanılarak kaydedilen sismik kesitlerin yorumlanmasında, ters-çözüm işleminde doğrusal olmayan en küçük kareler algoritmasına dayanan, bir boyutlu yüzey dalga çok-kanallı analiz yazılımı kullanılmıştır. Amaç her bir tabaka için V_s hızını hesaplamak ve 30 metre derinlik için ortalama kayma dalgası hızını vermektir. Termal yazıcıdan alınan yüzey dalgası kayıtlar seismager program ile değerlendirilmiştir. Ortalama VS30 hızları 653 – 707 – 652 – 626 – 654 – 665 m/sn bulunmuştur.



4.7.3. ERT Tomografi Çalışmaları

Çalışma sahasında, öz direnç çalışması olarak 2 adet elektrik tomografi ölçüsü alınmıştır. Ölçü yerleri önceden belirlenen lokasyonlarda ve kayma olasılığı olan yerlerde uygulanmıştır. Profil yönleri arazi şartları ve yapılaşmanın izin verdiği şekilde kuzey -güney doğrultulu ve yaklaşık 25 m derinliği çözecek şekilde yapılmıştır. Elektrik tomografi ölçüleri 144 metre uzunluğundaki serim üzerinde, 3 m. aralıklarla 48 adet elektrot kazıkları çakılarak alınmıştır. Ölçü sistemi, Wenner-Schlumberger olacak şekilde, her seferinde farklı akım elektrotlarından akım verilip, farklı potlardan potansiyeller ölçülmüştür. Bu sistem ile, giderek

daha derin seviyelerde, aynı zamanda yanal yönde de ölçüler alınarak, yer altının iki boyutlu görüntülenebilmesi hedeflenmiştir. Tüm profiller arazi eğimine dik ve birbirine paralel olacak şekilde uygulanmıştır. Elde edilen bu veriler RES2DINV programı kullanılarak ters çözüm yöntemiyle iki boyutlu olarak değerlendirilerek, yeraltındaki gerçek öz direnç dağılımı derinliğin bir fonksiyonu olarak saptanmış ve bu değerler yardımıyla da yeraltının elektriksel özelliklere göre bir görüntüsü elde edilmeye çalışılmıştır. ERT tomografi yöntemi ile alınan ölçülerin koordinatları aşağıda verilmektedir.



Şekil 4.15. İnceleme alanında alınan ERT ölçümüne ait koordinatların görünümü

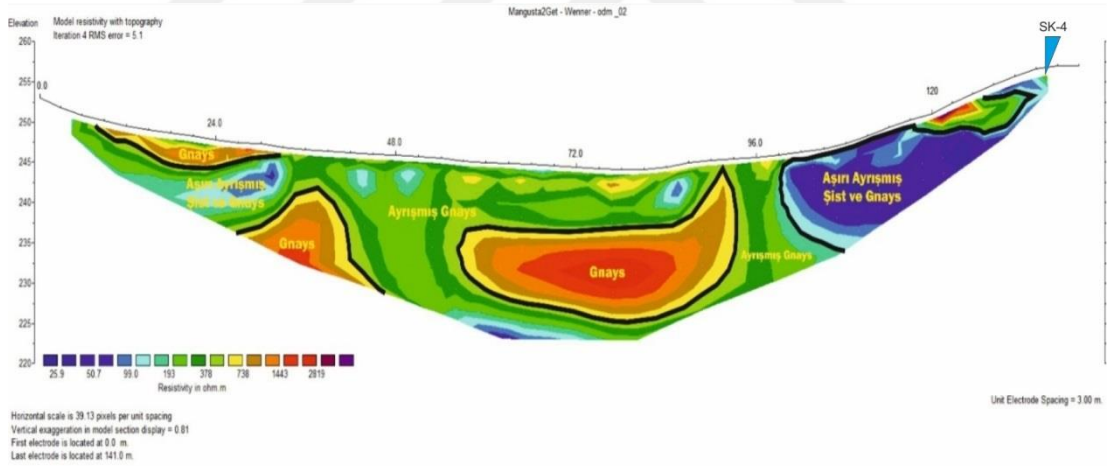


Şekil 4.16. İnceleme alanındaki ERT çalışmalarından görünüm

Çizelge 4.6. İnceleme alanında ERT ölçümlerine ait koordinatlar

NOKTA NO	BAŞLANGIÇ		BİTİŞ	
	X	Y	X	Y
ERT1	582019.00 m D	4236408.00 m K	581946.00 m D	4236281.00 m K
ERT2	581969.00 m D	4236300.00 m K	582112.00 m D	4236273.00 m K

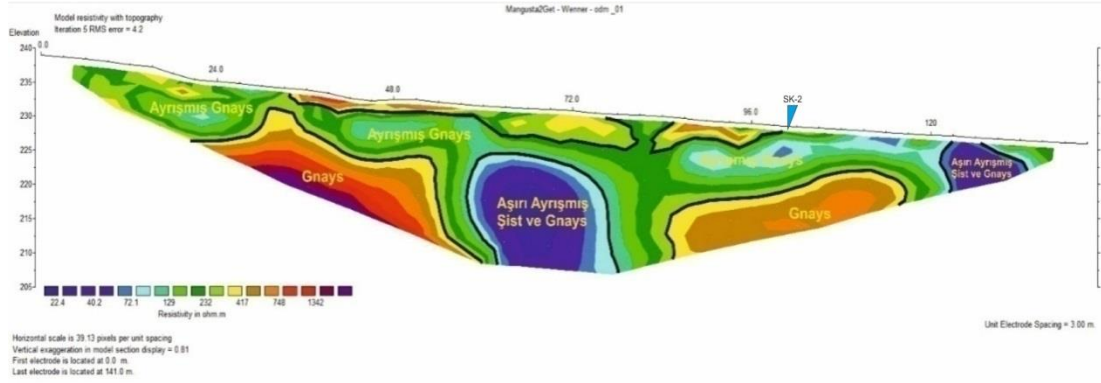
ERT-1 profili inceleme sahasının hemen hemen ortalarında yaklaşık K-G doğrultusunda alınmıştır. Yüzeyde yer yer 3.50 - 4,00 metre kalınlıklı blok gnayslardan sonra 10.00- 11.00 metrelere kadar gnays biriminin ayrışma seviyeleri ve sonrasında daha derinlere doğru 1500-2000ohm değerli seviye ayırtlanmıştır. Ayrıca yer yer düşük öz direnç değerlerine sahip (80-100 ohm) parçalanmış ve ufalanmış şist ve gnays olarak tanımlaya bileceğimiz iri çakıl ve bloklardan oluşan seviyeler belirlenmiştir. Düşük öz direnç değerlerine sahip seviyelerin SK-4 sondaj kuyusunda zemin karakteristik özelliklerinin örtüştüğü tespit edilmiştir.



Şekil 4.17. İnceleme alanındaki 1 no'lu öz direnç tomografiden görünüm

ERT-2 profili inceleme sahasının güney doğusunda yaklaşık B-D doğrultusunda alınmıştır. Yüzeyde yer yer 2.00 - 3,00 metre kalınlıklı çoğunlukla yanal yayılım gösteren gnayslar ve ayrışma seviyelerinden sonra 1100-1400 ohm değerli yüksek öz dirence sahip seviye ayırtlanmıştır. Ayrıca yer yer düşük öz direnç değerlerine sahip (40-60 ohm) parçalanmış ve ufalanmış aşırı ayrışmış şist ve gnays olarak tanımlaya bileceğimiz iri çakıl ve bloklardan oluşan seviyeler

belirlenmiştir. Düşük öz direnç değerlerine sahip seviyelerin SK-2 sondaj kuyusunda zemin karakteristik özelliklerinin örtüştüğü tespit edilmiştir.



Şekil 4.18. İnceleme alanındaki 2 no'lu öz direnç tomografiden görünüm

4.7.4. Mikrotremor Ölçümü

Mikrotremor ölçümleri geoteknik deprem mühendisliğinde birçok farklı parametrenin belirlenmesine yönelik olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle, mikrotremor ölçümlerinin değerlendirilmesinde kullanılacak yöntemlerde, bulunması amaçlanan parametrelerle, dolayısı ile tercih edilen ölçüm tekniğine göre çeşitlilik göstermektedir. Bu değerlendirme yöntemlerinin her biri farklı yaklaşımlar ve kabulleri içermekle beraber, spektral analiz uygulamaları her yöntemin ilk aşamasını oluşturmaktadır. Sahada mikrotremor ölçümü yapılarak olası bir deprem sırasında zeminin ivme büyütmesi ve zemin hakim titreşim periyotunun belirlenmesidir. Bu yöntem son yıllarda mühendislik çalışmalarında sıkça kullanılmaktadır. Mikrotremor kayıtları, Guralp CMG – 5TD dijital ivme ölçer aletiyle alınmıştır. Aşağıda mikrotremor çalışmasında kullanılan alet ve ekipmanlar gösterilmiştir. Bu aletin teknik özellikleri aletin broşürüyle gösterilmiştir (www.guralp.net). Çalışma alanında 6 ayrı noktada mikrotremor kayıtları alınmıştır. Ölçümler sırasında, GURALP Sistemin CMG-6 TD tipi üç bileşenli dijital ivme ölçer cihazı kullanılmıştır. Ölçümler sırasında ölçü aleti kuzeye yönlendirilerek Kuzey -Güney, Doğu- Batı ve Düşey yönde olmak üzere eş zamanlı üç adet mikrotremör kaydı alınmıştır. Mikrotremör ölçümlerinde, kayıt uzunluğu ortalama 20 – 30 dakika ve saniyede 100 ölçü olacak şekilde veriler

toplanmıştır. Ölçümler GEOPSY programında değerlendirilmiştir. Değerlendirilirken Baseline düzeltmesi yapılmış, 0.5- 20 Hz Bandpass filtresi ile veriler süzölmüş, en az 10 adet 40 sn uzunluğunda pencere seçilmiş, %5 kosinüs penceresi ile pencerenin uçları kesilmiş, Hızlı Fourier Dönüşümü ile spektrumlar hesaplanmış, 0.4 Hz Parzen penceresi ile yuvarlatılmış, her bir pencere için Yatay/Düşey Spektral oran hesaplanmış ve son olarak ta tüm pencereler için ortalama zemin hakim titreşim periyodu ve büyütmesi hesaplanmıştır.



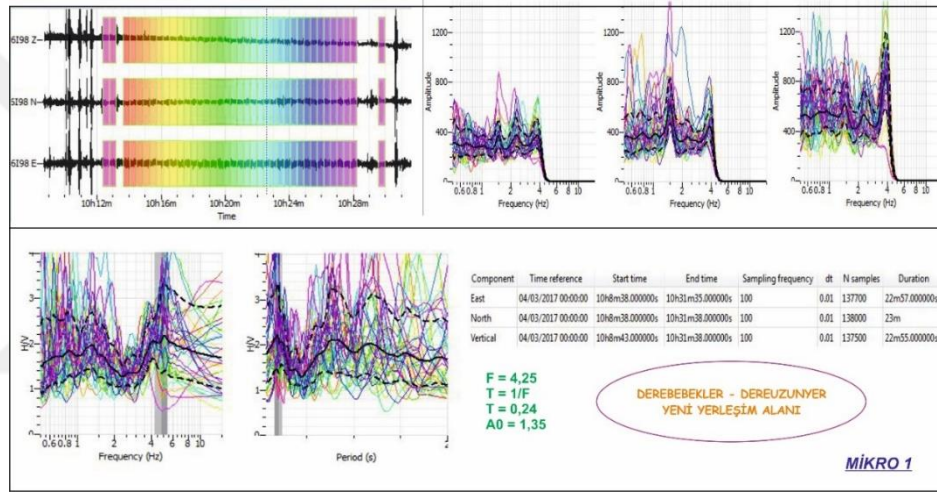
Şekil 4.19. İnceleme alanında alınan mikro ölçümüne ait koordinatların görünümü



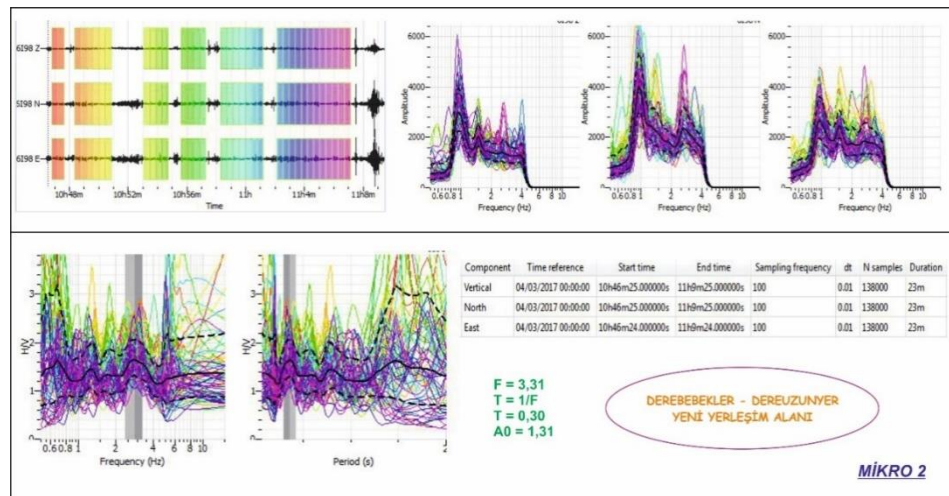
Şekil 4.20. İnceleme alanındaki mikro çalışmalarından görünüm

Çizelge 4.7. İnceleme alanında mikro çalışmalarına ait koordinatlar

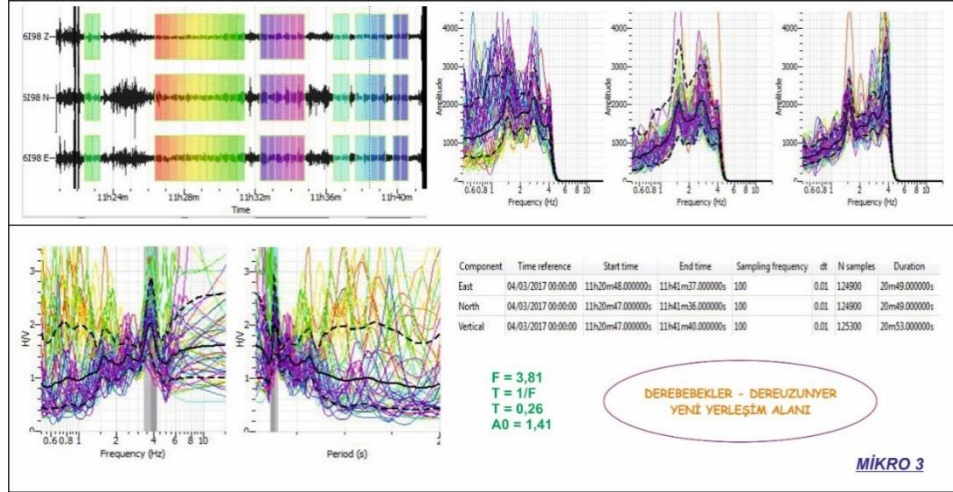
Ölçü No	Koordinat	Kot (m)
M - 1	581903.00 m D	252
	4236313.00 m K	
M - 2	581945.00 m D	245
	4236295.00 m K	
M - 3	581944.00 m D	251
	4236345.00 m K	
M - 4	581995.00 m D	244
	4236341.00 m K	
M - 5	582054.00 m D	239
	4236314.00 m K	
M - 6	582040.00 m D	256
	4236398.00 m K	



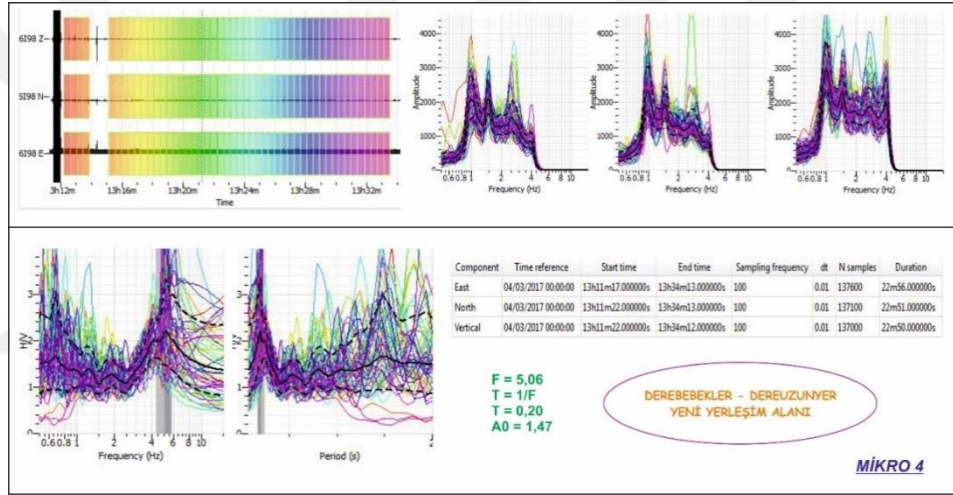
Şekil 4.21. İnceleme alanında alınan Mikro – 1 değerlendirmesi.



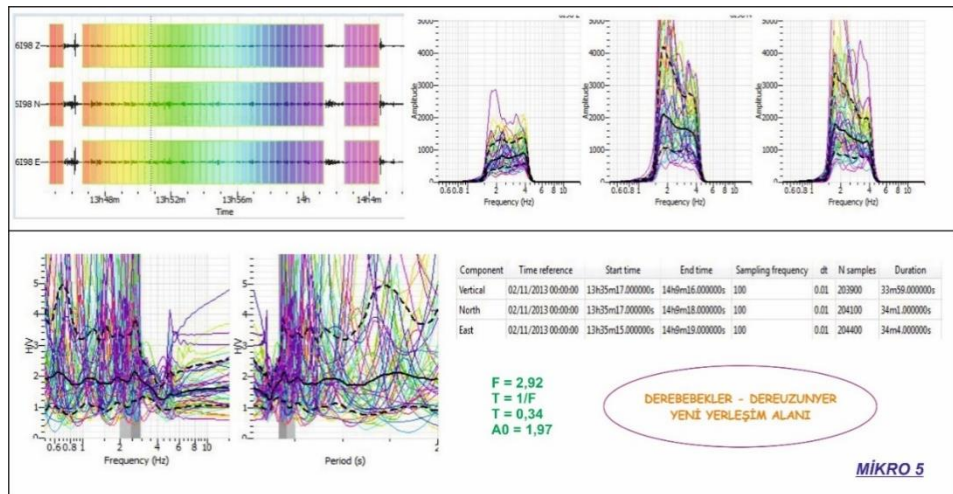
Şekil 4.22. İnceleme alanında alınan Mikro – 2 değerlendirmesi.



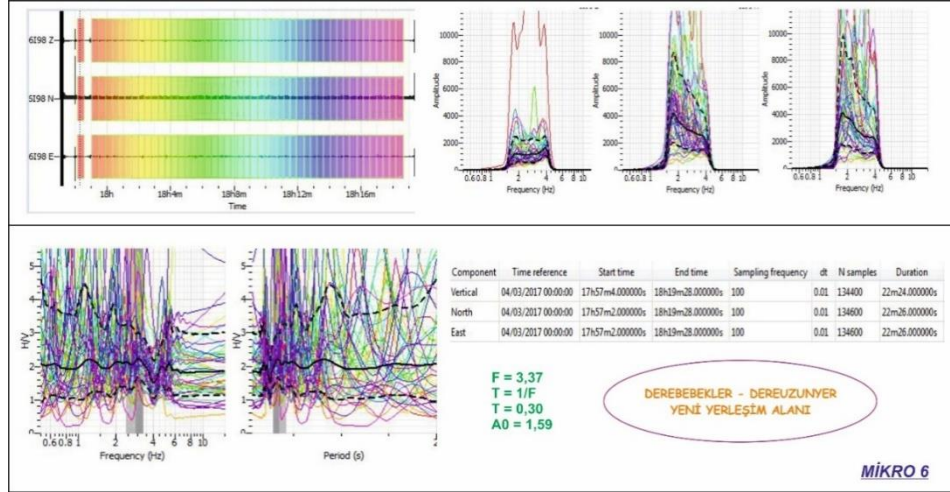
Şekil 4.23. İnceleme alanında alınan Mikro - 3 değerlendirmesi.



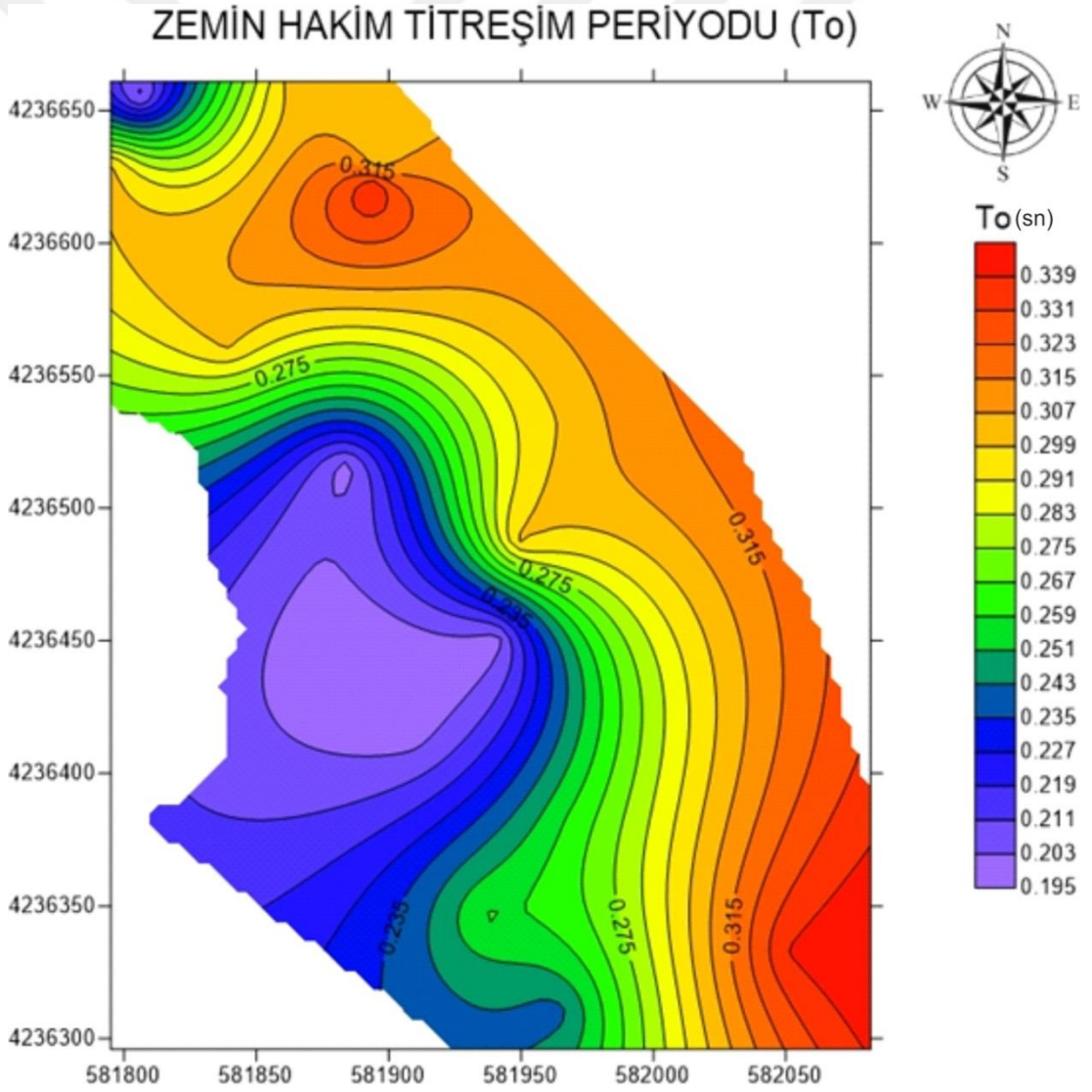
Şekil 4.24. İnceleme alanında alınan Mikro - 4 değerlendirmesi.



Şekil 4.25. İnceleme alanında alınan Mikro - 5 değerlendirmesi.



Şekil 4.26. İnceleme alanında alınan Mikro – 6 değerlendirmesi.



Şekil 4.27. Zemin hakim titreşim periyodu haritası

4.8. Zemin ve Kaya Türlerinin Jeoteknik Özellikleri

İnceleme alanının jeolojik ve mühendislik jeolojisi özelliklerinin belirlenmesi için sahada jeolojik ve jeofizik çalışmalar yapılmıştır.

4.8.1. Zemin Ve Kaya Türlerinin Sınıflandırılması

İnceleme alanında zemin ortam bulunmamaktadır. Saha genelde bol kırık çatlaklı şist ve paragnays seviyelerinden oluşmaktadır.

Çizelge 4.8. Zemin sınıfları(TBDY 2019)

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		(V _s) ₃₀ [m/s]	(N ₆₀) ₃₀ [darbe/30 cm]	(c _u) ₃₀ [kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	> 1500	–	–
ZB	Az ayrılmış, orta sağlam kayalar	760 – 1500	–	–
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360 – 760	> 50	> 250
ZD	Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180 – 360	15 – 50	70 – 250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \% 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ($c_u < 25$ kPa) içeren profiller	< 180	< 15	< 70
ZF	Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaştırılabilir zeminler, yüksek derecede hassas killeri, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killeri, 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olanyüksekplastisiteli ($PI > 50$) killeri, 4) Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killeri.			

Çizelge 4.9. Deprem sınıfları(TBDY 2019)

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS = 1	BKS = 2, 3
$S_{DS} < 0.33$	DTS = 4a	DTS = 4
$0.33 \leq S_{DS} < 0.50$	DTS = 3a	DTS = 3
$0.50 \leq S_{DS} < 0.75$	DTS = 2a	DTS = 2
$0.75 \leq S_{DS}$	DTS = 1a	DTS = 1

Çalışma alanı etkin yer ivme katsayısına göre (DD-2) Orta – Yüksek Tehlike Bölgesinde yer almakta ve PGA= 0.291 olarak alınmıştır. Sahada gözlenen jeolojik

parametreler ve kaya birimlerinin konumları değerlendirildiğinde ZC yerel zemin sınıfı ve deprem tasarım sınıfı DTS-1 olarak tanımlanmaktadır.

Sahada yapılan çalışmalar neticesinde bölgede jeolojik yapıyı oluşturan kaya birimi tanımlanmıştır. Yapılan sondaj ve jeofizik çalışmaları sonucunda yer yer parçalanmış genellikle ayrıışmış gnays birimi tanımlanmıştır.

İnceleme alanında yapılan gözlemler sonucunda kaya biriminin dayanım özelliklerinin R1-R3 aralığında, ayrıışma seviyelerinin W4-W5 aralığında ve kütsel olarak IV-V aralığında olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.10. Kayaçların Dayanımın Arazide Yaklaşık Olarak Tanımlanması İçin Kullanılan Kriterler

Tanım	Dayanım simgesi	Tek eksenli basınç dayanımı(kg/cm ²)	Formasyon
<u>Çok Zayıf Kayaç:</u> Jeolog çekicinin sivri ucunun sert darbeleri altında parçalanır. Bıçakla kesilebilir.	R1	10-250	Şist ve Paragnays
<u>Zayıf Kayaç:</u> Bıçakla kesilmesi ve kazınması zordur. Jeolog çekicinin sivri ucu sıkı bir darbe sonucu derince saplanır.	R2	250-500	
<u>Az Dayanıklı Kayaç:</u> Bıçakla yüzeyi kazınmaz jeolog çekicinin sivri ucunun sıkı darbesiyle sıkı bir delik açılabilir.	R3	500-1000	
<u>Dayanıklı Kayaç:</u> Avuç içinde tutulan örnek, jeolog çekici ile vurulan sert bir darbeye kırılır.	R4	1000-2000	
<u>Çok Dayanıklı Kayaç:</u> Çatlaksız bir örneğin kırılması için jeolog çekici ile çok sayıda darbe gerekir.	R5	>2000	

Çizelge 4.11. RQD değerlerine göre kaya kalite sınıflaması

RQD (%)	AYRIŞMA DERECEİ	SİMGE
90-100	Ayrıışmamış	W1
75-90	Az Ayrıışmış	W2
50-75	Orta Derecede Ayrıışmış	W3
25-50	Çok Fazla Ayrıışmış	W4
<25	Tamamen Ayrıışmış	W5

4.8.2. Mühendislik Zonları ve Zemin Profilleri

İnceleme alanında şist ve paragnayslı seviyeler yer almaktadır. Sahada yapılan jeofizik çalışmalarla birlikte, temel sondaj çalışmalarının birlikte yorumlanmasıyla elde edilen mühendislik zonları ve zemin profillerini gösterir kesitte gnayslardan oluşan hakim profil için öz direnç değişimleri gösterilmiştir.

4.8.3. Zeminin Dinamik ve Elastik Parametreleri

Çalışma alanında yapılan jeofizik ölçümlerde elde edilen parametrelere göre zeminin elastik ve dinamik parametreleri elde edilmiştir.

Dinamik Elastik Parametreler

Tabaka Yoğunluğu ρ (gr/cm³)

Yeryüzünden itibaren her tabakanın kalınlığı, eğimi ve yoğunluğu her serim üzerinde bilgisayar yardımıyla çizilen zaman-uzaklık diyagramından saptanır, yoğunluk ise P dalga hızından elde edilir.

$$\rho = d = 0.31 \times V_p^{0.25} \text{ gr/cm}^3$$

Çizelge 4.12. Zemin Birimlerinin Yoğunluk Sınıflaması (Keçeli, 1990)

Yoğunluk ρ (gr/cm ³)	Tanımlama
<1.20	Çok düşük
1.20-1.40	Düşük
1.40-1.90	Orta
1.90-2.20	Yüksek
>2.20	Çok Yüksek

Poisson Oranı (σ)

Yapılarda boyuna ve enine değişimlerin oranı incelenir. Birimlerin yoğunlukları göz önüne alınmadan, sadece hızlarına (V_p/V_s) bağlı olarak hesaplanan bu oran, birimlerin gevşeklik belirleyici özelliğini ortaya çıkarır. Poisson oranının (-)

negatif değeri alması, ortamın ANİZOTROP yani kaya biriminin boşluklu, kırıklı, çatlaklı bir yapıya sahip olduğunu gösterir.

Poisson oranı 0,0-0,5 arasında değişir. Bu oran; 0,5 değerine yaklaştığında ortam dayanıksız ve gevşek, 0,0 değerine yaklaştığında ortam sağlam ve masiftir. Poisson oranı gevşek gözenekli ve su ile doymuş birimlerde yüksek olup, magmatik metamorfik ve sert kayalarda ise (0.25) daha düşüktür.

$$\text{Poisson oranı}; \sigma = (V_p / V_s)^2 - 2 / 2(V_p / V_s)^2$$

Çizelge 4.13. Poisson oranı ve Vp/Vs oranına göre zemin / kaya ortamların sıklığı (Ercan, 2001)

Zemin Kaya sıklığı	Poisson Oranı(u)	Vp/Vs oranı
Cıvık – sıvı	0.5	Sonsuz
Çok gevşek	0.4 – 0.49	Sonsuz – 2.49
Gevşek	0.3 – 0.39	2.49 – 1.87
Sıkı – katı	0.2 – 0.29	1.87 – 1.71
Katı	0.1 – 0.19	1.71 – 1.5
sağlam	0. – 0.09	1.5 – 1.41

Kayma Modülü (Dinamik rijidite modülü) G(kg/cm²)

Enine dalga hızı ile birimin yoğunluğuna bağlıdır.

$$G = d \cdot V_s^2 / g \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad g = 100 \text{ cm/sn}^2 \text{ dir.}$$

Çizelge 4.14. Kayma Modülü Değerlerine Göre Zemin ya da Kayaların Dayanımı (Keçeli, 1990)

Dayanım derecesi	Kayma Modülü (G) (kg/cm ²)
Çok Zayıf	<400
Zayıf	400–1500
Orta	1500–3000
Sağlam	3000–10000
Çok Sağlam	>10000

Elastisite Modülü E (kg/cm²)

Gerilme-deformasyon ölçüsüdür. Birimin elastik şekil değişikliğine ve katılığına karşı mukavemet derecesini gösterir. Sismik hızlar ve yoğunluk yardımıyla hesaplanır.

Formasyonların sağlamlık ve sertliğinin bir ölçüsü olup yer esnekliği olarak tanımlanır. Eğer Elastisite modülü yüzeyden derinlere doğru değişik değerler alıyorsa, zeminin farklı derinliklerde farklı sıkılıkta olduğunu gösterir.

$$E = G * (3 * V_p^2 - 4 * V_s^2) / (V_p^2 - V_s^2) \text{ (Young)}$$

Çizelge 4.15. Elastisite Modülü Değerlerine Göre Zemin ya da Kayaçların Dayanımı (Keçeli, 1990)

Dayanım derecesi	Elastisite Modülü - E kg/cm ²
Çok Zayıf	<1000
Zayıf	1000-5000
Orta	5000-10000
Sağlam	10000-30000
Çok Sağlam	>30000

Bulk Modülü (Hacimsel sıkışma) K(kg/cm²)

Sıkışmazlık modülüdür. Ortamın sıkışmazlığını gösterir. Belli bir basıncın sıkışmaya karşı olan direncidir.

K_d ile gösterilir. Birimi kg/cm²'dir.

$$K_d = \frac{\rho * (V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2)}{100} \text{ formülü ile hesaplanır.}$$

Çizelge 4.16. Bulk Modülü Değerlerine Göre Zemin Ya Da Kayaçların Dayanımı (Keçeli, 1990)

Dayanım derecesi	Bulk Modülü (μ, kg/cm ²)
Çok az	<400
Az	400-10000

Orta	10000-40000
Yüksek	40000-100000
Çok yüksek	>100000

Zemin Oturması (cm)

Statik ortamlarda zemine ait oturma, arazide yapılan zemin sondajlarından elde edilen karotlarla, laboratuvarında yapılan bazı deneyler sonucu elde edilir. Bu oturmalar yer altını oluşturan her katman için ayrı ayrı bulunur. Oysa binaların oturacağı zemin bir bütündür.

Deprem sırasında, binanın altındaki tüm zemin, deprem dalgalarından etkilenerek farklı oturmalara uğrar. Bu nedenle jeofizik yöntemler kullanılarak, her katmana ait oturmalar bulunur. Gerektiği durumda, fazla oturmaların bulunduğu katman ortadan kaldırılarak, temel daha sağlam bir ortama oturtulur.

$$S = (QU + Q_e)/E * h \text{ (cm)}$$

Dinamik Yataklanma Katsayısı

Deprem anında zemin özelliklerine bağlı olarak yapı temeline gelen yük ile, zeminin birim alanının birim deplasmana karşı gösterdiği dirençtir. Zeminin Hareketi anında oluşan dinamik bir parametredir. Statik durağan zemin özelliklerine göre yapılan yatak katsayısı hesaplarının olumsuz neticeleri Ülkemizde olan 17 ağustos Kocaeli depreminde (Ao –etkin yer ivmesinde olduğu gibi tablolardan alınmaması gerektiği) anlaşılmıştır. Zeminin deprem anında, harekete geçtiği andaki yük ve gerilme değerleri yapıların deprem yük analizlerinde kullanılmakta ve önem arz etmektedir.

Temel hesabı yapılırken taşıma gücü ve yatak katsayısına hesabını dikkat etmek gerekir. Temeller, altında yaylar olan plaklar veya kirişler şeklinde modellenir. Sismik ölçümler neticesinde hesaplanan dinamik yataklanma katsayısı zeminin (t/m³)birim alanın birim deplasmana karşı direncini belirler.

Temel modeli oluşturulduktan sonra, yüklemeler altında temel plağındaki gerilmeler hesaplanır. Dikkat edilmesi gereken bu gerilmelerin önerilen zemin taşıma gücünden büyük olmamasıdır.

$$K_s = \rho \cdot (V_p^2 - (4/3 \cdot V_s^2)) / H \text{ (kg/cm}^3\text{)} H = (0,5-1) \cdot B$$

$$B = 100 \text{ cm için (Temel Genişliği), } \rho = 0,31 \cdot V_p^{1/4} \text{ (Yoğunluk)}$$



Çizelge 4.17. Sismik Çalışmalar ve Değerlendirmeler Sonucunda Elde Edilen Parametreler

PROFİL NO	Tabaka No	ZEMİN ELASTİK VE DİNAMİK PARAMETRELERİ								
		P DALGASI HIZI (m/sn)	S DALGASI HIZI (m/sn)	Kalınlık (m)	Vp/Vs	Bulk Modülü (kg/cm ²)	Vs30(MAS W) (m/sn)	POISSON ORANI	KAYMA MODÜLÜ (kg/cm ²)	ELASTİSİTE MODÜLÜ (kg/cm ²)
1.PROFİL	1	686	414	2.28	1.66	3840.43	652.90	0.214	2719.21	2719.21
	2	1122	619	4.13	1.81	13420.33		0.281	6874.50	6874.50
	3	1497	814	-	1.84	26177.14		0.29	12776.62	12776.62
2.PROFİL	1	671	423	2.23	1.59	3339.64	706.60	0.17	2823.08	2823.08
	2	1148	671	5.98	1.71	12948.49		0.241	8124.42	8124.42
	3	1528	878	-	1.74	25330.73		0.254	14941.07	14941.07
3.PROFİL	1	846	502	2.51	1.69	6348.29	652.70	0.228	4213.20	4213.20
	2	1074	633	4.06	1.70	10989.06		0.234	7110.83	7110.83
	3	1392	804	-	1.73	20370.11		0.25	12240.06	12240.06
4.PROFİL	1	867	523	2.96	1.66	6509.67	625.90	0.214	4601.19	4601.19
	2	1058	572	4.81	1.85	12077.56		0.293	5784.62	5784.62
	3	1435	779	-	1.84	23851.77		0.291	11578.43	11578.43
5.PROFİL	1	608	382	2.4	1.59	2695.38	654.20	0.174	2246.28	2246.28
	2	1025	561	4.78	1.83	11068.02		0.286	5520.37	5520.37
	3	1368	810	-	1.69	18789.47		0.23	12369.53	12369.53
6.PROFİL	1	709	456	3.74	1.55	3606.12	664.90	0.147	3326.24	3326.24
	2	1220	658	5.81	1.85	16692.63		0.295	7932.38	7932.38
	3	1603	919	-	1.74	28315.24		0.255	16566.32	16566.32

4.8.4. Şişme - Oturma ve Taşıma Gücü Analizleri ve Değerlendirme

Sahada kaya birimi yer almasından dolayı herhangi bir oturma ve şişme problemi olacağı düşünülmemektedir.

TAŞIMA GÜCÜ ANALİZİ;

Taşıma gücü hesaplamalarında aşağıda sunulan öneriler öngörülmektedir. Taşıma gücü terimi ile temeli göçmeden taşıyabileceği maksimum taban basıncı kast olunacaktır. Birimi kg/cm² veya ton/m² olarak ifade edilir. Yapılan sondajlarla birlikte gerçekleştirilen arazi ve laboratuvar deneyleri ile temel altı zeminlerin emniyetli taşıma gücü (zemin emniyet gerilmesi) değeri çeşitli yöntemlere göre hesaplanabilmektedir.

Çalışma alanındaki birimlerin taşıma kapasitesini tespit etmek amacıyla sondaj kuyusundan veya gözlem çukurundan alınan numuneler üzerinde laboratuvarda yapılan deneylerden elde edilen veriler kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

Yapılan kaya mekaniği laboratuvarı deney sonuçlarına göre aşağıdaki hesaplamalar yapılmaktadır.

SK-1 → K-1 (0,00-1,50m.) ;

Nokta yükleme deneyi sonucunda; mukavemet indisi Mukavemet İndisi ağırlıklı (Is) ort = 13,90 kg/cm² değerleri elde edilmiş olarak bulunmuştur. Bu değerden tek eksenli basınç dayanımını bulmak için, metamorfik serilerin çatlaklı yapıda olması nedeniyle KS katsayısı hesaplanmalıdır.

$$K_s = \frac{3 + C_s / B}{10 V_1 + 300 * \& / C_s} \text{ (Ulusay, 2002)}$$

Cs: arazide (ana kayada) iki çatlak arası mesafe m. = cm = 0,06 m

&: çatlak kalınlığı m = 1 mm = 0,001 m

B = temel genişliği m . = 0,50 m

Ks = 0,12 bulunur.

qu= C * Isort'den, C = 12 – 24 arasında bir değer seçilerek;

qu= 12 * 13,90 = 166,8 kg/cm² olarak bulunur.

qa = Taşıma Gücüqu = tek eksenli basınç dayanımı

Azaltma faktörü = 0.12

qa = ks * qu= 0,12 * 166,8'den

qa = 20,02 kg /cm² olarak bulunmuştur.

Ayrıca $qa = \frac{Nortx12}{10}$ bağıntısı kullanılarak tüm nokta yükleme değerleri için hesaplamalar yapılmış ve tablo şeklinde sunulmuştur.

Çizelge 4.18. Taşıma Gücü Değerleri

<i>Kuyu No</i>	<i>Derinlik (m)</i>	<i>Is (kg /cm²)</i>	<i>qa(kg /cm²)</i>
1	0.00-1.50	13.9	16.68
3	1.50-3.00	14.7	17.64
4	3.00-4.50	14.2	17.04
6	4.50-6.00	12.8	15.36
8	6.00-7.50	13.6	16.32
9	7.50-9.00	14.1	16.92
11	9.00-10.50	13.1	15.72
12	10.50-12.00	14.8	17.76
14	12.00-13.50	15.9	19.08

Min. – Max: 15,36<qa (kg /cm²) < 19,08

Bu taşıma gücü değerleri yaklaşık bilgi amaçlı hesaplanmış olup, Zemin ve temel etüt raporu aşamasında bina temel tipi ve temel boyutları dikkate alınarak, elde edilen taşıma gücü değerleri uygun güvenlik katsayısına bölünerek zemin emniyet gerilmesi değeri elde edilebilir.

4.9. Hidrojeolojik Özellikler

4.9.1. Yer Altı Suyu Durumu

Yüzey ve yeraltı sularının kayaç ve zemine olan etkisi nedeniyle, yerleşim alanlarının seçiminde yörenin hidrojeolojik özelliklerinin araştırılması oldukça önem taşımaktadır.

Yağış suları yeraltı su seviyesinin değişmesine, yüzeysel selleşmelere ve erozyona sebep olmaktadır. Yeraltı sularının zeminler üzerindeki olumsuz etkileri; şevlerin kısmen yada tamamen doygun hale gelmesine, zemindeki boşluk suyu basıncının artmasına ve sonuçta kitle hareketlerine neden olabilirler. Ayrıca su, zeminin birim hacim ağırlığını arttırmasının yanında bazen de zeminin içindeki malzemeyi veya kayaçları kimyasal olarak değiştirir, ayrıştırır ve dayanımını azaltır.

Çalışma alanında açılan en derini 13,50 metre derinlikli temel sondajlarında yeraltı suyuna rastlanılmamıştır. Saha çevresinde vatandaşlara ait çevredeki su sondaj kuyularına dayanarak statik su seviyesi 90,00 – 100,00 metre civarındadır.

4.9.2. Yüzey Suları

SK-1,SK-2 ve SK-4 nolu kuyularda 3,00 m. civarında sızıntı su olduğu düşünülen bir su hareketine rastlanılmıştır.

4.9.3. İçme ve Kullanma Suyu

Ödemiş belediyesi sınırlarında içme ve kullanma suları şehir şebekesi ve su kuyularından temin edilmektedir.

4.9.4. Doğal Afet Risklerinin Değerlendirilmesi

Yapılan arazi çalışmaları ve literatür taraması sonucunda çalışma alanı sınırlarını kapsayan bölgede, daha önce Bakanlar kurulu tarafından alınmış; deprem koşulları haricinde, heyelan, kaya düşmesi ve çığ vb. afete maruz bölge kararı yoktur.

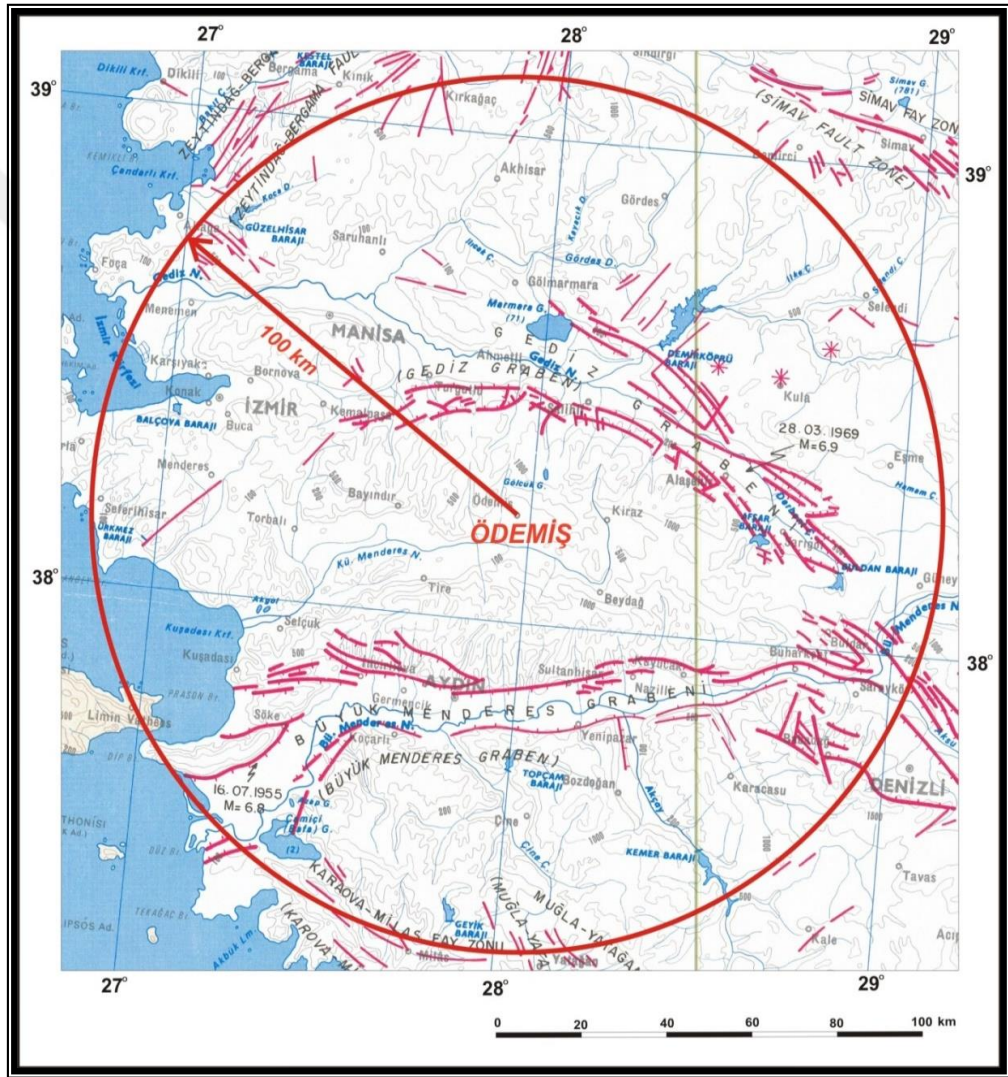
4.9.4.1. Bölgenin deprem tehlikesi ve risk analizi

Türkiye'nin aktif deprem bölgelerinden biri olduğu hiçbir zaman göz ardı edilmemelidir. İnşaat sorunları ile ilgili olarak yapılacak yer seçiminde, bölgenin jeolojik yapısının ve jeofizik-jeoteknik özelliklerinin yanı sıra, depremselliğinin de çok iyi bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Etkin deprem kuşakları üzerinde yapılması planlanan binaların projelendirilmesi "Deprem Risk Analizi" çalışmasının yapılması bir zorunluluktur.

Şekil 4.28'de Ödemiş merkez olmak üzere diri faylar 100 km yarıçaplık çalışma dairesi içerisinde görülmektedir. Aşağıda çalışma alanını etkileyebilecek diri faylar hakkında genel bilgiler verilmiştir.

Türkiye Diri Fay Haritası (Şaroğlu vd., 1992)'nda, inceleme alanı ve çevresinde 3 adet diri fay mevcuttur. Bu faylar;

1. Büyük Menderes Grabeni
2. Gediz Grabeni
3. Zeytinadağ-Bergama Zonu



Şekil 4.28. Ödemiş ve civarı diri fay haritası (Şaroğlu vd., 1992, MTA).

Büyük Menderes Grabeni; Büyük Menderes grabeni Denizli ile Ege Denizi arasında yer alır ve yaklaşık 200 km. uzunluğundadır. Grabenin doğu ucu Pamukkale civarında Gediz grabeni ile kesişmektedir. Büyük Menderes

grabeninde tarihsel dönemde birçok deprem meydana gelmiştir (Guidobani ve diğ., 1994; Ambraseys ve Finkel 1995). 17. Yüzyılda 1645, 1654 ve 1702 (I>VIII) depremleri grabenin Denizli'den Aydın'a kadar uzanan kısmında etkin olmuştur. Daha sonra 1899 depremi (I=IX) yakın zamanda meydana gelmiş en büyük depremdir (Shaffer 1900) ve bu deprem 1-2 m'lik fay şevleri oluşturmıştır (Schaffer, 1900; Altunel 1998. 1955 Balat depremi (M=6.7) grabenin batı ucunda meydana gelmiş ve fay düzlemi çözümü KD-GB sağ-yanal hareket göstermiştir (McKenzie. 1972; Jackson ve diğ., 1982). Güncel sismik aktivite Denizli civarında yoğunlaşmaktadır.

Gediz Grabeni; Gediz Grabeni Manisa'dan Pamukkale'ye kadar uzanan yaklaşık 200 km uzunluğunda bir yapıdır. Grabenin ana fayı güney kenarı boyunca uzanır, kuzeyde ise yer yer bu fayın antitetik bileşeni yer alır. Graben içinde oluşan M=6.5 büyüklüğündeki 28 Mart 1969 Alaşehir depremi ve 36 km uzunlukta ve K 70°-80° B doğrultulu yüzey kırıkları oluşturmuş ve bu yüzey kırıkları üzerinde 3-13 cm düşey atım ölçülmüştür (Arpat ve Bingöl, 1969; Ergin ve diğ., 1971). Bu deprem sonrası grabenin kuzeyinde yeralan bölgede yoğun bir artçı deprem aktivitesi gözlenmiştir. Grabenin sismik aktivitesi ve depremleri Eyidoğan ve Jackson (1985) tarafından çalışılmıştır.

Gediz Grabeninin Neojen çökellerini metamorfik temelden (Menderes Masifi) ayıran ana fay, güney sınır fayı (Seyitoğlu ve Scott, 1996) ya da Karadut Fayı (Emre, 1996) olarak adlandırılmaktadır. Grabenin iç kesimlerine doğru bir yarı-paralel fay, Neojen-Kuvaterner çökellerini sınırlamaktadır (Seyitoğlu ve Scott, 1996). Gediz grabeninin güney kenarını ve Büyük Menderes grabeninin kuzey kenarını oluşturan Bozdağ horstunun kenarlarındaki genişleme türü fay sistemlerine göre her iki havza, asimetrik yarı-graben olarak tanımlanmaktadır (Karamandere, 1982; Roberts, 1988; Patton, 1992; Emre, 1996). Birçok uygarlığın üzerinde geliştiği Batı Anadolu, tarihsel dönemlerde de birçok yıkıcı depremlerin etkisinde kalmıştır.

Zeytindağ-Bergama Fay Zonu; Kuzeydeki Zeytindağ-Bergama fay zonu, Yuntdağ bloğunu batıdan sınırlandıran bölgesel ana yapısal unsurlardan biridir. Aliğa-Gediz grabeni arasında bu fay zonuna çapraz uzanan doğrultu atımlı fay sistemleri de bölgesel neotektonik deformasyon içerisindeki önemli elemanlardır (Şaroğlu ve diğerleri, 1987, 1992; Genç ve Yılmaz, 2000) (www.mta.gov.tr).

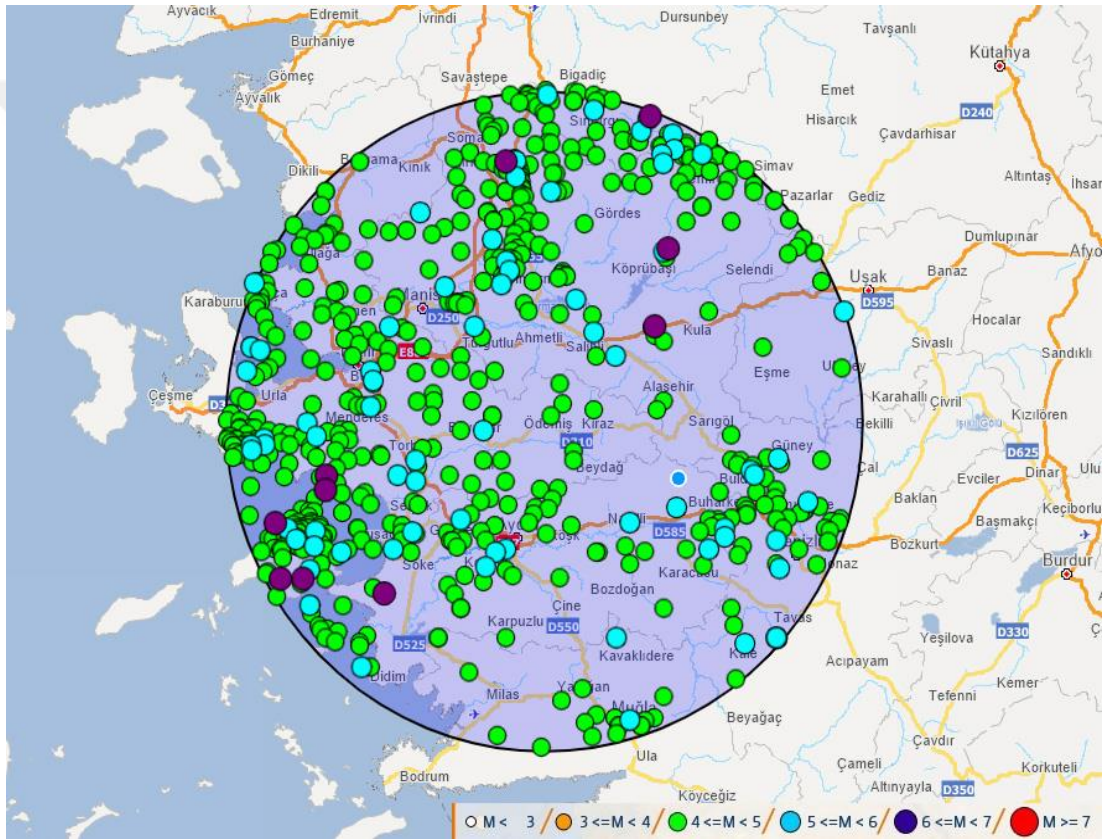
İnceleme alanı ve yakın çevresinde aletsel dönemde meydana gelmiş en büyük deprem aşağıda verilmiştir:

16.07.1955 Aydın (Söke) Depremi

16 Temmuz 1955'te Aydın ilinin Söke ilçesinde olmuştur. Magnitüdü Richter ölçeğine göre 6.8 olarak belirlenen deprem sonucunda 23 kişi yaşamını yitirmiş ve 470 yapı yıkılmıştır. Depremın dışmerkezi 37,65 kuzey enlemi ve 27,26 doğu boylamıdır. İlçe merkezi birinci derece deprem bölgesi üzerinde yer alır ve Büyük Menderes tektonik çukuru içindeki deprem merkezlerinin etkisi altındadır. İlçe merkezinin ırmak birikintileri ve dik yamaçlar üzerinde bulunması depremin verdiği zararın artmasına neden olmuştur. İlçe merkezine 25 kilometre uzaklıkta bulunan Balat kalıntıları ile 40 kilometre uzaklıktaki Yenihisar kalıntıları ve hem ilkçağdan hem de Selçuklu döneminden kalan yapıtlar, bölgede daha önceleri de şiddetli depremler oluştuğunu göstermektedir.

İnceleme jeolojik-jeoteknik etüt kapsamında, çalışma alanı ve çevresinin depremsellik ve poison olasılık dağılımı ile deprem tehlike analizi yapılmıştır. Bu amaçla; çalışma alanı merkez olmak üzere 100 km'lik yarıçap içinde, çalışma alanımızı kapsayan (37.32–39.31) N - (26.82-29.14) Ekoordinatları ile sınırlanan bölgede sismik tehlikenin araştırılması için, bölgede 1900-2012 yılları arasında meydana gelmiş magnitüdü 4.0 ve daha büyük deprem verileri kullanılmıştır (Şekil 4.29). Bu veriler; T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı Sismoloji Şube Müdürlüğü'nün web sitesindeki International Seismological Center (ISC) ve Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (UDİM) verileri ile Gencoğlu vd (1990)'nin kayıtlarıdır.

Hesaplamalarda kullanılan depremlerle ilgili tarih, enlem (N), boylam (E), kaynak, odak derinliği ve büyüklük değerleri Çizelge 4.19’de verilmiştir. ISC ve TURKNET katalog verileri içerisinde M_b , M_l ve M_d büyüklüğünde verilen depremlerin yüzey dalgası magnitudüne (M_s) çevrilmesi amacıyla; Sipahioğlu (1984) ve Büyükaşkoğlu (1987) tarafından verilen ve tüm Türkiye depremleri için geliştirilmiş olan $M_s=1.46M_b-2.29$ ve $M_s=0.938M_l+0.181$ bağıntıları ile Ulusay vd. (2004) tarafından verilen $M_s=0.9455M_d+0.4181$ ilişkileri kullanılmıştır. Çizelge 4.19’de çevrilen depremlerin katalog ve çevrim referansları verilmiştir.



Şekil 4.29. 1900-2022 yılları arasında (37.32-39.31) N-(26.82-29.14) E koordinatları ile sınırlanan bölgede meydana gelmiş, magnitudü 4.0 ve daha büyük olan depremlerin dağılımı

Çizelge 4.19. (37.32–39.31) N - (26.82-29.14) E koordinatları ile sınırlanan bölgede 1900-2020 yılları arasında meydana gelmiş magnitüdü 4.0 ve daha büyük deprem verileri.

No	Oluş tarihi	Oluş zamanı	Enlem	Boylam	Der (km)	xM	Yer
1	04.11.2022	00:29:20.39	38.3653	27.1948	13.5	5	BUCA (İZMİR) [South East 3.1 km]
2	14.08.2022	03:24:22.29	37.9828	27.1548	7	4.9	KUSADASI KORFEZİ (EGE DENİZİ)
3	26.06.2020	07:21:12.18	38.7885	27.7937	10.9	5.5	SAZOBA-AKHISAR (MANISA) [South East 0.8 km]
4	16.04.2020	02:49:09.10	39.0948	27.8187	13	4.5	KARAKURT-KIRKAGAC (MANISA) [South East 2.0 km]
5	24.02.2020	02:43:33.35	38.9907	27.8767	10.4	5	KARABORKLU-AKHISAR (MANISA) [East 0.2 km]
6	23.02.2020	12:40:17.43	38.9957	27.875	11.5	4.8	KARABORKLU-AKHISAR (MANISA) [North 0.6 km]
7	18.02.2020	16:09:22.34	39.106	27.8257	13	5.2	KARAKURT-KIRKAGAC (MANISA) [South East 1.3 km]
8	04.02.2020	17:55:23.37	38.9793	27.8397	9.4	5	MEDAR-AKHISAR (MANISA) [North East 2.4 km]
9	04.02.2020	16:47:09.26	38.9922	27.8615	10.5	4.5	KARABORKLU-AKHISAR (MANISA) [West 1.1 km]
10	02.02.2020	11:36:40.07	39.0885	27.8662	13.7	4.5	SELÇİKLİ-AKHISAR (MANISA) [North West 3.0 km]
11	02.02.2020	00:23:47.34	38.999	27.8562	15.4	4.8	KARABORKLU-AKHISAR (MANISA) [North West 1.8 km]
12	28.01.2020	20:10:26.62	39.0155	27.8498	10.6	4.6	GÖKCEAHMET-AKHISAR (MANISA) [East 0.8 km]
13	28.01.2020	11:26:13.61	39.1045	27.8383	13.6	5.1	KARAKURT-KIRKAGAC (MANISA) [South East 2.4 km]
14	22.01.2020	20:17:38.50	39.0642	27.8477	11.6	4.6	MUSALAR-AKHISAR (MANISA) [North 3.2 km]
15	22.01.2020	19:22:15.70	39.0577	27.839	12.2	5.6	MUSALAR-AKHISAR (MANISA) [North West 2.6 km]
16	28.05.2017	11:04:58.57	38.7272	27.7738	8.7	4.9	LUTFIYE-SARUHANLI (MANISA) [South East 4.5 km]
17	28.05.2017	04:38:19.48	38.7375	27.7935	10.6	4.5	KUMKUYUCAK-SARUHANLI (MANISA) [South West 2.9 km]
18	28.05.2017	02:52:55.50	38.7425	27.793	10.9	4.9	KUMKUYUCAK-SARUHANLI (MANISA) [South West 2.8 km]
19	28.05.2017	02:50:25.59	38.72	27.7845	9.4	4.8	KUMKUYUCAK-SARUHANLI (MANISA) [South West 4.6 km]
20	27.05.2017	15:53:23.18	38.739	27.8297	11.8	5.3	TIYENLİ-GOLMARMARA (MANISA) [West 0.5 km]
21	21.04.2017	14:12:20.96	38.6513	27.6008	13.1	5.1	KOLDERE-SARUHANLI (MANISA) [South West 3.2 km]
22	12.09.2016	09:29:37.31	38.8942	27.7323	13.1	4.6	KAPAKLI-AKHISAR (MANISA) [South West 2.9 km]
23	12.09.2016	08:26:04.27	38.8977	27.7433	14	5	KAYALIOĞLU-AKHISAR (MANISA) [South West 2.6 km]
24	03.08.2012	10:18:20.15	38.6977	28.026	7.4	4.6	AYANLAR-GOLMARMARA (MANISA) [West 1.4 km]
25	10.06.2011	22:47:04.88	39.087	28.3598	13.9	4.6	KOBAKLAR-GÖRDES (MANISA) [North West 2.0 km]
26	11.11.2010	20:08:00.93	37.9308	27.3488	11.5	4.7	ACARLAR-SELÇUK (İZMİR) [North West 2.2 km]
27	04.12.2009	06:02:19.03	37.9152	28.8773	4.1	5.1	TEKKEKÖY-SARAYKÖY (DENİZLİ) [North East 2.0 km]
28	23.01.2007	21:21:57.01	38.1212	28.751	3.6	4.5	BEYLER-BULDAN (DENİZLİ) [South West 1.8 km]
29	26.07.2003	13:31:36.00	38.14	28.85	5	4.7	ALACAĞLU-BULDAN (DENİZLİ) [North 2.4 km]
30	26.07.2003	08:36:49.80	38.11	28.89	7	5.4	CAMKÖY-BULDAN (DENİZLİ) [South West 2.5 km]
31	26.07.2003	01:00:57.30	38.11	28.87	6	4.9	ALACAĞLU-BULDAN (DENİZLİ) [South East 1.8 km]
32	23.07.2003	04:56:03.50	38.14	28.86	4	5.2	ALACAĞLU-BULDAN (DENİZLİ) [North East 2.5 km]
33	22.06.2003	23:46:20.50	39.02	28.03	11	4.6	PEKMEZCİ-AKHISAR (MANISA) [North 2.7 km]
34	17.04.2003	22:34:24.70	38.24	26.86	6	5.2	DÜZCE-SEFERİHİSAR (İZMİR) [East 3.8 km]
35	21.01.1997	20:47:46.60	38.12	28.92	9	4.8	CAMKÖY-BULDAN (DENİZLİ) [South East 1.4 km]
36	28.01.1994	15:45:24.60	38.69	27.49	5	5.2	YENİKÖY- (MANISA) [North East 0.6 km]
37	06.11.1992	20:05:58.80	38.03	27.06	10	4.7	KUSADASI KÖRFEZİ (EGE DENİZİ)
38	06.11.1992	19:08:09.20	38.16	26.99	17	6	ORHANLI-SEFERİHİSAR (İZMİR) [East 3.5 km]
39	19.12.1990	09:46:45.00	38.59	28.04	7	4.7	PAZARKÖY-SALİHLİ (MANISA) [North West 3.8 km]
40	26.10.1988	10:10:28.00	37.96	27.69	19	4.8	MESELİ-GERMENCİK (AYDIN) [North East 0.2 km]
41	11.10.1986	09:00:10.90	37.94	28.56	5	5.5	YÖRE-KUYUCAK (AYDIN) [North East 2.3 km]
42	24.11.1985	01:19:39.50	37.65	27.57	23	4.5	GÜNEYAKA-SÖKE (AYDIN) [North 1.1 km]
43	14.03.1985	11:35:38.50	38.51	27.69	15	4.7	TURGUTLU (MANISA) [North West 1.9 km]
44	29.11.1984	15:28:57.10	37.88	26.98	5	4.7	KUSADASI KÖRFEZİ (EGE DENİZİ)
45	04.08.1983	20:39:15.10	37.84	27.59	0	4.7	REİSKÖY-GERMENCİK (AYDIN) [South West 0.8 km]
46	02.11.1982	05:58:48.00	38.52	28.46	31	4.6	SOGANLI-ALASEHIR (MANISA) [South East 0.8 km]
47	09.01.1982	18:46:54.00	37.92	28.87	3	4.6	HASKÖY-SARAYKÖY (DENİZLİ) [South West 1.6 km]
48	19.12.1980	07:49:21.50	38.02	27.65	15	4.7	BASKÖY-TİRE (İZMİR) [North West 2.6 km]
49	09.04.1978	06:53:07.20	38.2	27.1	56	4.7	SASAL-MENDERES (İZMİR) [North West 2.2 km]
50	16.12.1977	07:37:29.30	38.41	27.19	24	5.3	BUCA (İZMİR) [North East 2.7 km]
51	09.12.1977	15:53:37.90	38.35	27.23	27	4.9	GÖKDERE-BORNOVA (İZMİR) [South West 3.4 km]
52	27.10.1977	22:43:52.20	37.87	27.88	16	5.5	YILMAZKÖY- (AYDIN) [North West 1.8 km]
53	24.02.1977	20:47:18.20	38.55	27.66	20	5	İZZETTİN-TURGUTLU (MANISA) [South West 5.3 km]
54	15.08.1976	18:56:47.00	37.8	28.8	11	5.3	KIRANYER-BABADAG (DENİZLİ) [South West 2.2 km]
55	01.02.1974	00:01:02.10	38.55	27.22	24	5.5	KURUDERE-BORNOVA (İZMİR) [West 2.7 km]
56	19.04.1973	22:13:54.50	38.29	26.94	17	4.7	CAMTEPE-SEFERİHİSAR (İZMİR) [North West 0.6 km]
57	03.09.1972	08:38:46.30	39.16	27.98	30	4.9	AKKOCALI-AKHISAR (MANISA) [South 1.8 km]
58	29.03.1970	14:40:26.60	38.73	28	47	4.8	TASKUYUCAK-GOLMARMARA (MANISA) [North West 2.6 km]
59	29.03.1970	14:37:19.60	38.74	27.83	56	4.8	TIYENLİ-GOLMARMARA (MANISA) [North West 0.4 km]
60	28.03.1969	01:48:29.50	38.55	28.46	4	6.6	SOGANLI-ALASEHIR (MANISA) [North East 3.0 km]

61	27.03.1969	18:07:03.00	39.12	28.2	51	4.8	KINIK-SINDIRGI (BALIKESIR) [North 1.5 km]
62	26.03.1969	03:31:26.50	39.03	28.27	37	4.8	MALAZ-GORDES (MANISA) [South West 1.3 km]
63	25.03.1969	17:51:24.00	39.16	28	44	4.5	SOGUTLU-AKHISAR (MANISA) [South West 1.4 km]
64	25.03.1969	13:28:50.10	38.78	28.51	40	5.1	SARAYCIK-DEMIRCI (MANISA) [South West 1.6 km]
65	24.03.1969	11:23:31.00	38.9	28.6	53	4.6	MERKEZ-DEMIRCI (MANISA) [North West 2.0 km]
66	24.03.1969	08:13:05.40	39.02	28.41	43	5	GUNESLI-GORDES (MANISA) [South West 2.0 km]
67	23.03.1969	21:11:02.50	37.9	27.6	5	5	DAGKARAAGAC-GERMENCİK (AYDIN) [South West 0.7 km]
68	03.11.1968	18:44:08.00	38.6	28.7	56	4.6	KALINHARMAN-KULA (MANISA) [South West 2.2 km]
69	21.03.1968	09:42:51.00	38.8	27.6	52	4.5	PINARBASI-SARUHANLI (MANISA) [South 0.6 km]
70	19.02.1968	23:17:01.70	38.7	27.9	5	4.5	OZANCA-GOLMARMARA (MANISA) [North East 1.8 km]
71	13.11.1967	06:50:34.90	37.78	28.83	34	4.7	DEMIRLI-BABADAG (DENİZLİ) [South 2.1 km]
72	25.07.1967	12:39:28.00	37.9	28.7	101	4.8	BUCAKKOY-KUYUCAK (AYDIN) [South East 0.5 km]
73	25.07.1967	11:03:54.00	37.8	28.6	75	4.5	ESENCAI-KARACASU (AYDIN) [North East 3.4 km]
74	19.07.1967	09:06:22.20	38.1	28.87	41	5.3	BOZALAN-BULDAN (DENİZLİ) [North 1.3 km]
75	14.02.1967	07:22:02.40	38.8	27.7	5	4.7	KEMIKLIDERE-SARUHANLI (MANISA) [North West 1.9 km]
76	30.01.1967	01:26:56.80	38.9	27.5	5	4.5	HATIPLAR-SARUHANLI (MANISA) [North East 1.6 km]
77	29.01.1967	19:47:52.00	38.99	27.6	33	4.7	SULEYMANKOY-AKHISAR (MANISA) [North 0.8 km]
78	19.07.1966	02:52:33.00	38.3	27.1	33	4.7	TIRAZLI-KARABAGLAR (İZMİR) [South East 4.1 km]
79	19.06.1966	17:55:30.00	38.55	27.35	9	4.9	KARAKOCA- (MANISA) [South East 1.8 km]
80	13.06.1966	04:59:02.40	38.3	28.5	5	4.7	BAHCEDERE-ALASEHIR (MANISA) [South 2.3 km]
81	02.06.1966	22:51:28.00	38.5	27.23	30	4.8	EGRIDERE-BORNOVA (İZMİR) [East 1.3 km]
82	22.05.1966	07:37:29.00	38.7	27.92	23	4.9	GOLMARMARA (MANISA) [South 1.6 km]
83	07.05.1966	13:08:16.90	37.75	27.79	9	5.4	BOYDERE-KOCARLI (AYDIN) [North 2.4 km]
84	04.05.1966	21:52:29.40	37.8	27.9	5	4.5	TEPEKOY- (AYDIN) [North 2.2 km]
85	04.05.1966	21:49:01.80	37.74	27.71	37	5.2	TASKOY-KOCARLI (AYDIN) [North East 0.8 km]
86	01.04.1966	13:15:01.50	38.7	28.5	38	4.7	YABACI-DEMIRCI (MANISA) [South East 1.7 km]
87	29.03.1966	02:36:37.50	38	28.75	5	4.9	CATAK-BULDAN (DENİZLİ) [North West 2.0 km]
88	18.10.1965	14:32:48.30	38.83	27.83	36	4.7	MORALILAR-AKHISAR (MANISA) [South West 3.0 km]
89	30.09.1965	19:36:04.10	38.8	28	10	4.6	AKCAALAN-AKHISAR (MANISA) [South East 2.1 km]
90	19.09.1965	14:03:03.00	38.9	27.95	10	4.6	SEHITLER-AKHISAR (MANISA) [North East 1.0 km]
91	13.07.1965	14:19:01.00	37.5	27.8	35	4.7	ISIKLAR-KARPUZLU (AYDIN) [South West 1.8 km]
92	17.03.1965	14:05:00.10	38.1	28.1	33	4.5	KEMENLER-ODEMIS (İZMİR) [South East 1.4 km]
93	03.03.1965	01:37:18.30	38.27	28.47	42	4.8	BAHCEARASI-KIRAZ (İZMİR) [North East 4.3 km]
94	02.03.1965	22:00:07.20	38.47	28.33	42	5.3	TORUNLU-SALIHILI (MANISA) [South East 1.1 km]
95	21.06.1961	16:04:51.30	37.87	28.77	60	5.3	TIRKAZ-SARAYKOY (DENİZLİ) [South 2.2 km]
96	12.04.1960	04:22:45.60	37.69	27.7	40	4.8	CALLI-KOCARLI (AYDIN) [North East 2.2 km]
97	10.04.1960	22:05:32.90	37.73	27.8	40	4.9	BOYDERE-KOCARLI (AYDIN) [East 1.1 km]
98	03.09.1958	02:58:38.20	38.27	28.19	10	4.8	VELILER-KIRAZ (İZMİR) [North West 0.9 km]
99	16.07.1955	07:07:17.00	37.65	27.26	40	6.8	YUVACA-SOKE (AYDIN) [South East 0.3 km]
100	01.05.1954	15:24:59.30	37.79	27.07	42	5.3	KUSADASI KÖRFEZİ (EGE DENİZİ)
101	17.04.1953	21:50:15.00	37.6	27.6	16	4.6	CAVDAR-SOKE (AYDIN) [West 3.5 km]
102	13.04.1953	23:15:18.00	38	27	5	4.8	KUSADASI KÖRFEZİ (EGE DENİZİ)
103	15.09.1952	19:29:00.00	37.6	27.6	32	4.8	CAVDAR-SOKE (AYDIN) [West 3.5 km]
104	03.05.1950	07:13:48.30	38.67	27.06	40	5.2	YANIKKOY-MENEMEN (İZMİR) [North West 2.7 km]
105	04.01.1949	20:30:00.00	38.9	27.9	14	4.7	KIZLARALANI-AKHISAR (MANISA) [North East 2.2 km]
106	10.08.1948	13:27:09.40	38.48	28.94	80	5.2	DEREKOY-ESME (USAK) [South 1.0 km]
107	13.01.1948	14:30:24.00	38.1	28.8	30	4.9	GULALAN-BULDAN (DENİZLİ) [North East 1.6 km]
108	28.10.1942	02:22:53.10	39.1	27.8	50	6	KARAKURT-KIRKAGAC (MANISA) [South West 1.7 km]
109	12.08.1942	21:52:46.00	39.1	27.7	17	4.9	BAKIR-KIRKAGAC (MANISA) [North 2.3 km]
110	12.08.1942	20:38:46.40	39.13	27.64	50	4.9	SARIKAYA-SOMA (MANISA) [South West 2.2 km]
111	05.02.1942	01:15:58.50	38.84	27.74	10	5.5	KAPAKLI-AKHISAR (MANISA) [South 3.3 km]
112	21.09.1941	22:40:31.10	37.5	28.29	70	5.5	YESILKOY-KAVAKLIDERE (MUGLA) [North West 2.1 km]
113	23.06.1941	08:00:38.40	37.95	27.81	10	5.2	KARAGOZLER-INCIRLIOVA (AYDIN) [North East 2.1 km]
114	09.01.1941	18:13:34.10	38.03	27.4	70	5.4	BELEVI-SELÇUK (İZMİR) [North West 4.7 km]
115	23.05.1937	10:57:30.20	38.69	27.78	10	5.5	HEYBELI-SARUHANLI (MANISA) [North 3.0 km]
116	15.07.1928	09:33:32.80	38.05	27.32	10	5.6	BARUTCU-SELÇUK (İZMİR) [North 4.3 km]
117	31.03.1928	05:12:24.00	38.1	27.4	30	5.4	SAGLIK-TORBALI (İZMİR) [North 1.6 km]
118	31.03.1928	01:15:01.00	38.1	27.4	15	5	SAGLIK-TORBALI (İZMİR) [North 1.6 km]
119	31.03.1928	00:29:48.90	38.18	27.8	10	6.5	DEREBASI-TIRE (İZMİR) [East 1.5 km]
120	20.05.1927	13:59:06.00	37.5	27.5	15	4.7	KAPIKIRI-MILAS (MUGLA) [South West 2.3 km]
121	13.01.1926	08:08:44.10	38.53	28.19	10	5.8	TAYTAN-SALIHILI (MANISA) [North West 1.4 km]
122	13.01.1926	01:47:04.40	38.64	28.11	50	5.8	KEMERDAMLARI-SALIHILI (MANISA) [North East 1.0 km]
123	29.07.1925	19:08:54.00	37.5	27.5	15	4.7	KAPIKIRI-MILAS (MUGLA) [South West 2.3 km]
124	18.07.1925	13:22:01.00	38	27	15	4.5	KUSADASI KÖRFEZİ (EGE DENİZİ)
125	14.04.1924	00:00:00.00	39	27.8	15	4.9	KADIDAGI-AKHISAR (MANISA) [South West 2.4 km]
126	28.09.1920	15:17:37.30	37.89	28.35	10	5.8	SEVINDIKLI-NAZILLI (AYDIN) [South West 2.9 km]
127	13.11.1918	10:13:27.00	37.8	27.3	35	5.4	SOGUCAK-KUSADASI (AYDIN) [North 1.9 km]

128	07.08.1910	21:45:00.00	37.8	28.7	30	5.5	HACIHIDIRLAR-KARACASU (AYDIN) [North East 2.9 km]
129	29.10.1909	16:04:04.20	38	27	20	5.5	KUSADASI KÖRFEZİ (EGE DENİZİ)
130	23.06.1908	16:07:00.00	38.4	27.2	38	5.3	BUCA (İZMİR) [North East 2.5 km]
131	23.06.1908	14:45:00.00	38.4	27.2	25	5.3	BUCA (İZMİR) [North East 2.5 km]
132	23.06.1908	14:16:04.20	38.4	27.2	27	5.4	BUCA (İZMİR) [North East 2.5 km]
133	12.04.1908	00:00:00.00	38.2	27.7	9	5.5	YAKACIK-BAYINDIR (İZMİR) [South West 0.8 km]
134	08.03.1908	02:00:00.00	37.8	27.8	15	5.3	KADIKOY- (AYDIN) [South West 2.6 km]
135	22.10.1904	00:00:00.00	38	27	30	4.8	KUSADASI KÖRFEZİ (EGE DENİZİ)
136	10.10.1904	17:40:00.00	38.4	27.2	20	5.8	BUCA (İZMİR) [North East 2.5 km]
137	18.08.1904	20:07:00.00	38	27	30	6	KUSADASI KÖRFEZİ (EGE DENİZİ)
138	19.05.1904	10:02:00.00	38.4	27.2	20	5.5	BUCA (İZMİR) [North East 2.5 km]
139	04.04.1903	00:00:00.00	39	28	20	5.6	PEKMEZCI-AKHISAR (MANISA) [West 3.0 km]
140	01.05.1901	00:00:01.00	37.8	27.8	15	5	KADIKOY- (AYDIN) [South West 2.6 km]
141	01.03.1901	00:00:01.00	38.2	27.7	5	5	YAKACIK-BAYINDIR (İZMİR) [South West 0.8 km]
142	23.02.1901	00:00:00.00	37.9	27.9	15	4.8	KENDER- (AYDIN) [North East 1.1 km]

Uzak (600-2000 km arası) mesafelerde özellikle cisim dalgaları sönümlenmekte ve saçılmaktadır (<http://papyrus.ankara.edu.tr>). Richter yerel magnitudü, dalga türleri arasında bir ayırım yapmamaktadır. Dolayısıyla farklı bir magnitud ölçeğine ihtiyaç duyulmuştur. Uzak mesafelerde yüzey dalgalarının daha baskın olduğu gözlemlendiğinden; Gutenberg and Richter (1936) tarafından, sığ (70 km'den daha az derinlikte oluşan) depremlerin ürettiği, periyodu yaklaşık olarak 20 saniye olan ve normal (üç bileşenli) sismograflarla kaydedilen Rayleigh dalgalarının yatay bileşenlerinin mikron cinsinden en büyük değerinin logaritması alınarak "yüzey dalgası magnitudü" tanımlanmıştır (Richter 1958). Yüzey dalgası magnitudü ile ilgili çalışmalar, daha sonraki yıllarda Gutenberg (1945a, 1945b) tarafından geliştirilerek sürdürülmüştür (Bayrak ve Yılmaztürk 1999). Bu tür dalgalar yeryüzünde kaynaktan itibaren çok uzak mesafelere yayılabildiği için; uzak mesafelerde yapılan ölçümlerde daha güvenilir ve hassastır. Bu yöntem, $M \geq 6,0$ olan (bazı araştırmacılara göre $M \geq 5,5$ olan) depremleri ölçmek için geliştirilmiştir. Yüzey dalgası kullanılarak magnitud hesabı aşağıdaki denklem yardımıyla yapılmaktadır (Bath 1973):

$$M = \log (a/T) + 1.66 \log \Delta^0 + 3.3 \text{ (T=20 s için)}$$

Burada;

M: Depremin büyüklüğü,

a: Rayleigh yüzey dalgasının yatay bileşeninin genliği,

T: Periyot (10-30 s aralığında)

Δ^0 : Oluşan depremin mesafesi (odak uzaklığı-derece olarak)'dır.

Ödemiş ve çevresinde deprem sayısı (1900-günümüze) deprem büyüklüğü (M) arasındaki ilişki Şekil 4.30'te görülmektedir.

İnceleme alanımızı etkileyen 1900-2023 yılları arasında oluşmuş $M = 4.5$ ve daha büyük depremler incelenmiştir. İnceleme alanını ve çevresini kapsayan 100 km yarıçaplı bölgede 1900-2023 yılları arasında, $4.5 \leq M < 5.0$ arasında 80; $5.0 \leq M < 5.5$ arasında 38; $5.5 \leq M < 6.0$ arasında 18; $6.0 \leq M < 6.5$ arasında 3; $6.5 \leq M < 7.0$ arasında 3 adet deprem meydana gelmiştir

4.9.4.2. Ödemiş ve Çevresi Magnitüd – Frekans İlişkisi

En küçük kareler yönteminin kullanıldığı risk analizi çalışmasında, magnitüd-frekans ilişkisini gösterir lineer eğri, CurveExpert 1.3 paket programı kullanılarak çizdirilmiştir. Matematiksel hesaplamalar, Microsoft Excel Fonksiyon Ekle aracı kullanılarak, ayrıca Özçep (2010) tarafından hazırlanan Excel tabanlı “Zemin Jeofizik Analiz©” programından faydalanılarak hesaplanmıştır.

4.9.4.2.1. Deprem tehlikesi

Aktif deprem kuşaklarının üzerine yapılması planlanan binaların depreme dayanıklı olarak yapılması için “Deprem Tehlike Analizi” çalışmasının yapılması gerekmektedir.

Depremlerin oluş sayıları magnitüdün fonksiyonu olarak incelendiğinde doğrusal bir ilişki olduğu görülür. Magnitüd-frekans ilişkisi olarak tanımlanan bu doğrusal ilişki Gutenberg ve Richter (1949) tarafından;

$$\text{Log}N = a - bM$$

olarak geliştirilmiş olup, depremlerin oluşumunun fiziği ile doğrudan ilişkisi olması sebebiyle depremselliğin belirlenmesi çalışmalarında oldukça önemli bir yere sahiptir.

Burada N birikimli deprem sayısını, M magnitüdü göstermektedir. a ve b ise sabit (Regresyon) katsayılarıdır. a katsayısı; incelenen bölgenin büyüklüğüne, gözlem süresine ve gözlem süresindeki deprem etkinliğine bağlı olarak değişir. b katsayısı ise sismotektonik parametredir ve incelenen bölgenin tektonik özelliklerine bağlı olarak değişir. b değerindeki değişimler, sismotektonik bölgelendirme depremlerin önceden belirlenmesi çalışmalarında kullanılmaktadır. Weeks vd. (1978) tarafından kayaçlar üzerinde yapılmış çalışmalar, b katsayısının değerinde depremlerden önce azalma kaydedildiğini göstermiştir.

Uluslararası istatistik çalışmalar sonucunda, sığ depremler için $b=0,90 \pm 0,02$, orta ve derin depremler için $b=1,2 \pm 0,2$ olarak saptanmıştır (Gutenberg ve Richter 1954). Aynı çalışma ile Türkiye için, $b=0,90 \pm 0,2$ olarak bulunmuştur.

İnceleme alanında elde edilen magnitüd-frekans bağıntısından faydalanarak gelecekte beklenen deprem oluşumları ve bu depremlerin yapabileceği can ve mal kayıplarını tahmin edilebilir. Bu tahminde depremlerin normal ve yığınsal frekanslarından saptanan bağıntılardan yararlanılır (Öztemir vd., 2000).

Yığınsal frekansların kullanılmasında

$$\text{LogNc}(M) = a' - bM$$

Şeklinde yazılabilir. Yığınsal frekans $Nc(M)$ ile normal frekans $N(M)$ arasındaki bağıntısı

$$Nc(M) = \int_M^{\infty} 10^{a-bM} dM$$

den

$$N_c(M) = 10^{a-bM/b \ln 10}$$

yazılır. Her iki tarafın logaritması alınması ile

$$\log N_c(M) = a - b.M - \log(b \ln 10) = a' - b.M$$

bulunur. Buradan da

$$a = \log N_c(M) + \log(b \ln 10) + b.M$$

$$a' = a - \log(b \ln 10) \text{ elde edilir.}$$

Magnitüd – frekans bağıntısı

$$N(M) = 10^{a-bM}$$

şeklinde belirtilir. Bunun zamana (T) bölünmesi ile

$$\frac{N(M)}{T} = \frac{10^{a-bM}}{T}$$

elde edilir. Her iki tarafın logaritmasının alınması ile

$$\log \left[\frac{N(M)}{T} \right] = a - bM - \log T$$

Ve

$$n(M \geq M_1) = 10^{a-bM - \log T}$$

elde edilir.

$$a_1 = a - \text{Log}T \text{ veya } a_1' = a' - \text{Log}T$$

yazımı ile

$$n(M) = 10^{a_1' - bM}$$

elde edilir (Alptekin 1978).

Verilen magnitüdlere ve verilen bir M_1 değerinden büyük veya eşit olan depremlerin yıllık ortalaması oluş sayıları

$$n(M) = 10^{a_1' - bM}$$

bağıntısı ile

$$R(M) = 1 - e^{-n(M)T}$$

formülünde belirli yıllar için sismik tehlike değerleri hesaplanabilir.

Bunların dönüş periyotları ise

$$Q = \frac{1}{n(M)} \text{ bağıntısından hesaplanabilir.}$$

4.9.4.2.2. İnceleme alanının deprem tehlikesi

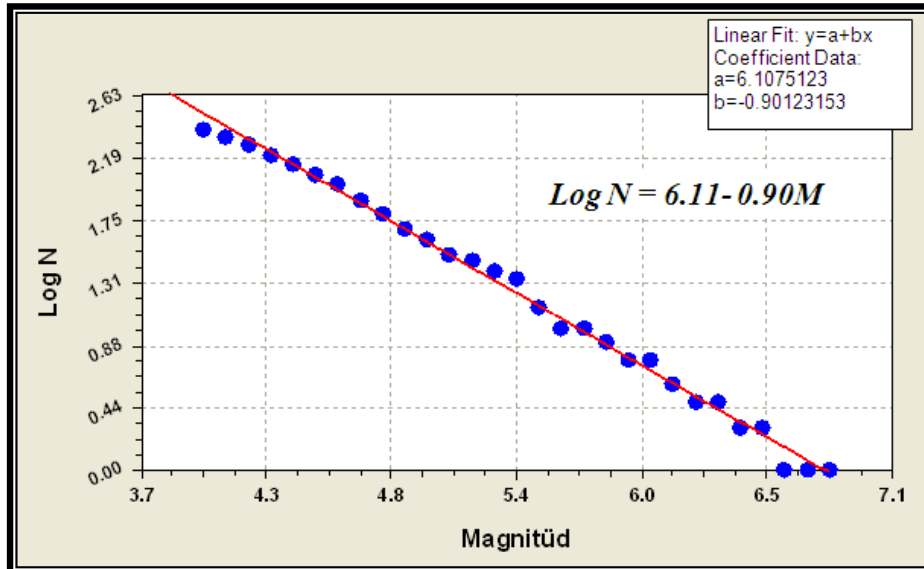
Magnitüd – frekans ilişkisinin belirlenmesi için a ve b parametrelerinin hesaplanmasında En Küçük Kareler Yöntemi (EKKY) kullanılmıştır. 0.1 birim magnitüd aralıkları ile sıralanan depremlerin oluş sayıları ve normal frekans değerleri çizelge halinde sunulmuştur (Çizelge 4.19). Bu çizelgelerdeki değerler kullanılarak,

Ekky ile $M - \text{Log}N$ ilişkisinden a ve b katsayıları bulunmuştur.

Çizelge 4.20. 0.1 birim magnitüd aralıkları ile sınırlanan depremlerin oluş sayıları ve normal frekans değerleri

M (Magnitüd)	N	TopN	LogN	M (Magnitüd)	N	TopN	LogN
4.0	27	245	2,389	5.5	4	14	1,146
4.1	24	218	2,338	5.6	0	10	1,000
4.2	30	194	2,288	5.7	2	10	1,000
4.3	23	164	2,215	5.8	2	8	0,903
4.4	21	141	2,149	5.9	0	6	0,778
4.5	18	120	2,079	6	2	6	0,778
4.6	23	102	2,009	6.1	1	4	0,602
4.7	16	79	1,898	6.2	0	3	0,477
4.8	13	63	1,799	6.3	1	3	0,477
4.9	8	50	1,699	6.4	0	2	0,301
5	9	42	1,623	6.5	1	2	0,301
5.1	3	33	1,519	6.6	0	1	0,000
5.2	5	30	1,477	6.7	0	1	0,000
5.3	3	25	1,398	6.8	1	1	0,000
5.4	8	22	1,342				

Çizelge 4.20'deki değerler kullanılarak, EKK ile M - LogN eğrisinden $a=6.11$ ve $b=-0.90$ olarak bulunmuştur.



Şekil 4.30. $\Delta M = 0.1$ için magnitüd - frekans ilişkisi

Çizelge 4.21. Deprem tehlikesi parametreleri

a	b	a'	a₁	a₁'
6,110	0,900	5,794	4,061	3,744

Çizelge 4.22. Sismik tehlike değerleri ve bunların dönüş periyodları

Magnitüd (M)	n(M)	Yıllara Göre Deprem Olma Olasılığı (%)							Ortalama Tekrarlama Periyodu (Q)
		10	20	30	40	50	75	100	YIL
4	1,3942	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	1
4,5	0,4947	99,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	2
5	0,1755	82,7	97,0	99,5	99,9	100,0	100,0	100,0	5
5,5	0,0623	46,4	71,2	84,6	91,7	95,6	99,1	99,8	16
6	0,0221	19,8	35,7	48,5	58,7	66,9	80,9	89,0	45
6,5	0,0078	7,5	14,5	21,0	26,9	32,4	44,5	54,3	127
7	0,0028	2,7	5,4	8,0	10,5	13,0	18,8	24,3	359

İnceleme alanında büyüklüğü 4.0 olan bir depremin dönüş periyodu 1 yıl ve 6.5 büyüklüğündeki bir depremin 127 yıldır. Bunun yanında; 6.5 büyüklüğündeki bir depremin 10 yıl içerisinde olma olasılığı %7.5 iken standart bir yapının ömrü olarak düşünülebilecek 50 yıllık bir zaman diliminde 6.5 büyüklüğündeki bir depremin olma olasılığı ise %32.4 olarak hesaplanmıştır. Buradan hareketle; çalışma alanında yapılacak yapılar, bölgeye ait yukarıdaki deprem büyüklükleri ve sismik risk analiz değerleri göz önüne alınarak projelendirilmelidir.

4.9.4.2.3. İvme uzaklık azalım ilişkileri kullanılarak pik yatay yer ivmesi (pga) hesabı

Yapıların depreme dayanıklı şekilde tasarlanması için bu yapıların maruz kalacakları yer sarsıntısı düzeyinin hesaplanması gerekir. Magnitüd, bir depremin büyüklüğünü tanımlamak için geçerli bir ölçü olmakla birlikte bir bölgede deprem tehlikesinin belirlenmesinde ve o bölgede depreme dayanıklı yapıların projelendirilmesinde tek başına yeterli değildir. Bir depremin yeryüzünün herhangi bir noktasında oluşturacağı en büyük ivme değerini veren zemin hareketi ilişkilerine gerek vardır. Bu tür çalışmalar, deprem kaynağının

incelenecek alana olan uzaklığına bağlı olduğu için ivme-uzaklık azalım ilişkisi olarak adlandırılırlar (Ulutaş vd., 2003).

Bu depremlerin çalışma alanında meydana getirebilecekleri pik ivmeler çeşitli araştırmacılar tarafından önerilen, dünyanın birçok yerinden alınmış kayıtlar kullanılarak geliştirilmiş olan azalım ilişkileri yardımıyla çalışma alanında oluşturabileceği düşünülen pik yatay yer ivmesi değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamalarda Özçep (2010) tarafından hazırlanan Excel tabanlı “Zemin Jeofizik Analiz©” programından faydalanılmıştır.

4.9.5. Sıvılaşma Risk Analizi ve Değerlendirme

Sıvılaşma ince taneli kum ve siltli malzemelerin suya doygun gevşek çökellerin, deprem titreşimleri sırasında boşluk suyu basıncı (u) değerinin artması ve efektif yanal gerilmenin ($\sigma'_h = \sigma_h - u$) sıfır olması sonucu, çökellerin sıvı haline dönüşmesi olarak belirtilir. Deprem sonuçlarında elde edilen bilgiler doğrultusunda elde edilen; sıvılaşma sonucunun, yapılarda herhangi bir hasar meydana gelmemiş, ancak yapılar farklı oturma nedeniyle yan yatmış, zemine batmış veya devrilmiştir. Bu durumu yapının oturacağı zeminin özelliklerini ve etkisini denetler. Zeminin sıvılaşması belirli oluşumların bir arada gerçekleşmesi ile meydana gelir. Zeminin sıvılaşması her zemin gerçekleşmez. Bunun için jeolojik ortam ve hidrojeolojik koşulların mevcut olması gerekir. İnceleme alanında jeolojik birimin gnays olması ve yer altı suyuna rastlanılmamasından dolayı sıvılaşma riski beklenmemektedir.

4.9.6. Zemin Büyütmesi ve Hakim Titreşim Periyodunun Belirlenmesi, Zemin Hakim Titreşim Periyodu

Zemin hakim periyodu T_0 (saniyede), ise V_s dalga hızından yararlanarak hesaplanmıştır. Periyot değeri yükseldikçe gevşek ve zayıf bir zemin, küçüldükçe sıkılaşmış sağlam bir zemin olduğu anlaşılır. Zemin Hakim periyodu; *İki Tabaka İçin:* $T_0 = 4((h/V_{s1}) + (50-h/V_{s2}))$ ve *Üç Tabaka İçin:* $T_0 = 4((h_1/V_{s1}) + (h_2/V_{s2}) + (50-(h_1+h_2)/V_{s3}))$ 'dir.

Depremden sonra yapılarda oluşan zararlarla, Zemin Hakim Titreşim Periyodu arasında önemli bir ilişki vardır. Zemin hakim titreşim periyodu, binanın periyoduna eşit veya çok yakın olması önemli bir sorundur. Yakın olması durumunda rezonans oluşur ve bina deprem anında tehlike gösterir. Mikrotremör çalışmalarından elde edilen periyot değerleri ve MASW den elde edilen V_{s30} değerleri kullanılarak belirlenen büyütme değerleri aşağıda tablo şeklinde sunulmuştur.

Zeminin gözenekli,sıkı, gevşek, sulu, olmasına göre değişir. Deprem şiddet artış kat sayısı olarak bilinir. Deprem şiddetini artıran fiziksel özelliklerden biridir. Zemin sıvılaşması varsa o da ayrıca hesaplanır.

Zemin Büyütmesi, $A=68V_{s(30)}^{-0.6}$ (Midorikawa(1987)- $V_{s(30)} < 1100 \text{ m/sn}$ için) formülüyle hesaplanır.

Çizelge 4.23. Kayma Dalgası Hızı (VS) ve göreceli büyütme faktörü arasındaki ilişkiler

Araştırmacılar	İlişki
Midorikawa (1987)	$A = 68V^{-0.6}$ ($V < 1100 \text{ m/sn}$) $A = 1.0$ ($V > 1100 \text{ m/sn}$)
JoynerandFumal (1984)	$A = 23V^{-0.45}$
Borcherdt vd.(1991)	AHSA = $700/V$ (zayıf hareket için) AHSA = $600/V$ (kuvvetli hareket için)

Çizelge 4.24. Zemin hakim titreşim periyodu ve zemin büyütmesi

Mikro No	$T_0(s)$	MASW No	A_k
1	0.24	1	1.39
2	0.3	2	1.33
3	0.26	3	1.39
4	0.2	4	1.43
5	0.34	5	1.39
6	0.3	6	1.38

4.9.7. Kitle Hareketleri (Şev Duraylılığı)

Yüzey ve yeraltı sularının zemine olan etkisi nedeniyle, yerleşim alanlarının seçiminde alanın hidrojeolojik özelliklerinin değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Yağmur suları yeraltı su seviyesinin değişmesine ve erozyona sebep olmaktadır.

Yeraltı sularının zeminlerde olumsuz etkileri; şevlerin doygun hale gelmesine, zemindeki suyun basıncının artması ve sonuçta malzeme hareketlerine neden olabilirler.

Ayrıca su, zemin birim hacim ağırlığını arttırmasının, bazen de zeminin içindeki malzemeyi ayrıştırır veya kayaçları kimyasal olarak değiştirir ve dayanımını azaltır.

Eğimli topoğrafya ve kaya birimlerinin tabakalanma sunması nedeniyle şev ve stabilite açısından sorun oluşabileceği düşünülmektedir.

4.9.8. Su Baskını

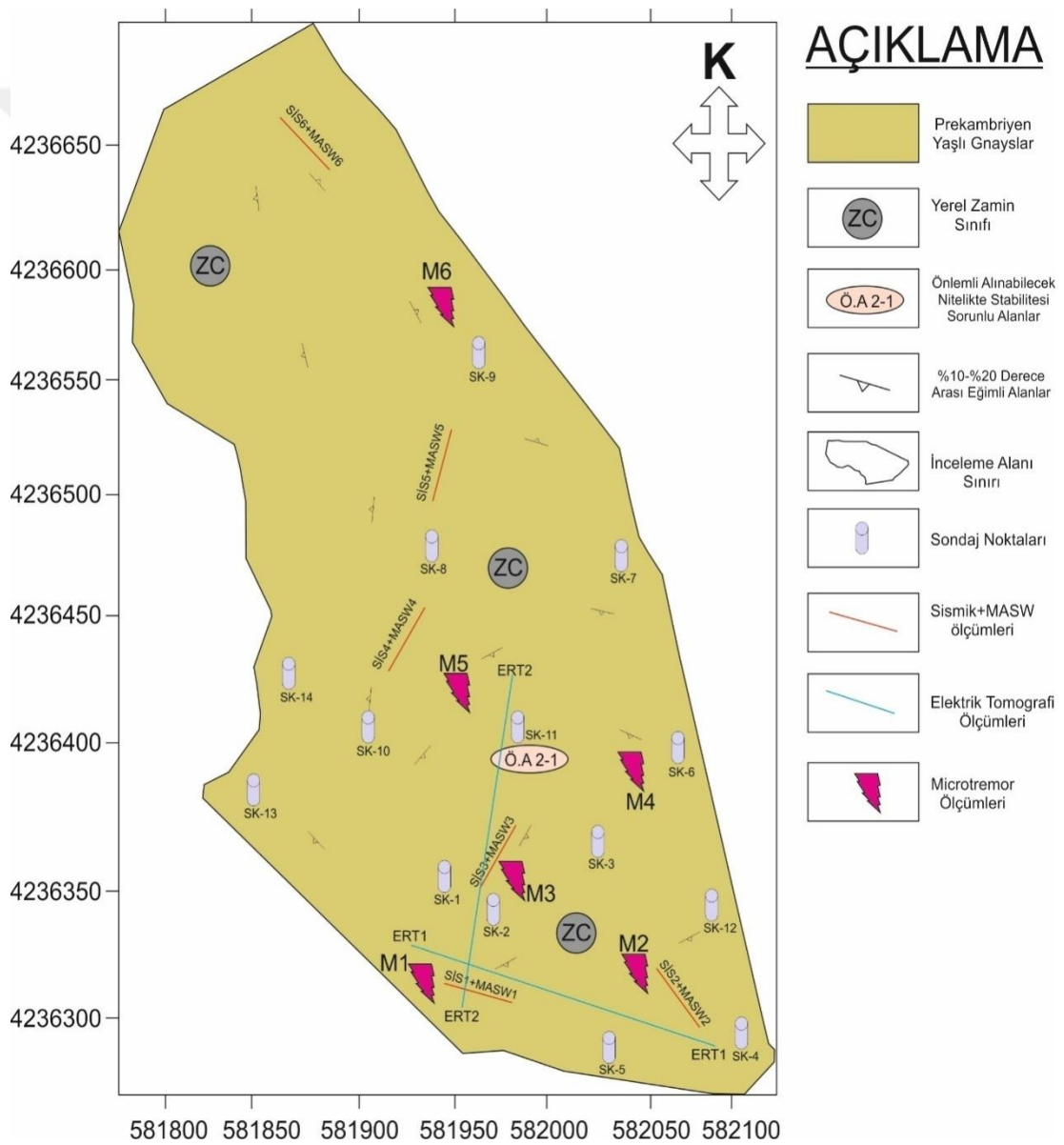
Çalışma alanının güney kısmında vadi tabanının bulunduğu bölgede eski dere yatağının getirdiği moloz ve bloklara rastlanılmıştır. Bölgenin daha öncede su deposu alanı olarak kullanıldığı düşünüldüğünde su yolu şeklinde sızıntı suların ve yağmur sularının bu alanda toplanabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

4.9.9. Diğer Doğal Afet Tehlikeleri

Parsel alanı ve yakın çevresinin topoğrafik, jeolojik, hidrojeolojik ve bölgenin meteorolojik verileri birlikte değerlendirildiğinde, karstlaşma, çökme, tsunami, kaya düşmesi vb. diğer doğal afet riskleri beklenmemektedir.

4.10. İnceleme Alanının Yerleşime Uygunluk Değerlendirmesi

Çalışma alanında yapılan jeolojik ve jeofizik çalışmalar sonucunda halihazır harita üzerine yerleşime uygunluk değerlendirmesi yapılarak, yerleşime uygunluk haritası düzenlenmiştir. Bu kapsamda çalışma alanını yerleşime uygunluk bakımından Önlem Alınabilecek Nitelikte Stabilite Sorunlu Alanlar – ÖA-2.1 (Kaya Ortamlar) olarak ayrılmış ve aşağıda alt başlıklar halinde belirtilmiştir.



Şekil 4.31. Yerleşime uygunluk haritası

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

1. Bu çalışma ile 08/02/2016 tarih ve 2016/8527 sayılı Bakanlar Kurulu kararnamesi sınırları belirtilen 86810,746 m²'lik alan naklinin gerçekleştirilmesi amacıyla mülkiyeti Maliye Hazinesi adına kayıtlı olan yeni yerleşim alanının ışığında güncel yönetmeliklerde göz önünde bulundurulduğunda uygulamalı jeofizik yöntemler, genel jeofizik, genel jeoloji ve saha jeolojisinden edinilen teorik ve uygulamalı bilgiler sonucunda yerleşime uygunluk alanın belirlenmesi, deprem, heyelan vs. gibi doğal afetlere karşı daha emniyetli ve güvenilir yapılaşma alanlarının tespiti, her türlü alt yapı projelerinin ekonomik olarak gerçekleştirilebilmesi ve yaşam kalitesi yüksek yaşanılabilir mekânların oluşturulması amacıyla yapılmıştır.
2. Çalışma alanının geneli, eğimli topoğrafyaya sahip olup, şehir merkezinin dışında yer almaktadır. İnceleme alanında yeni yerleşim olacak yerler de hakim eğim %10~30 arasında olmasına rağmen yer yer topoğrafik eğimin %50~80 lere kadar çıktığı alanlarda mevcuttur.
3. Çalışma alanında, 14 ayrı noktada derinlikleri 9,00metre, 10,50 metre ve 13,50 metre olan toplam 150 metre temel sondaj çalışması yapılmıştır. Yapılan sondajlar sonucunda şist ve paragnays birimi gözlenmiştir. Zeminde farklı seviyelerde karot numuneleri alınmış ve numuneler üzerinde laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Bu birim bol kırık ve çatlaklı çoğu zamanda ufalanmış ve parçalanmış olarak belirlenmiştir. Yapılan gözlemler sonucunda kaya biriminin çok ayrılmış, tamamen ayrılmış (W4-W5), zayıf kaya ve çok zayıf kaya olarak sınıflamak mümkündür.
4. Çalışma alanında açılan derinliği en fazla 13,50 metre yapılan temel sondajlarında yeraltı suyuna rastlanılmamıştır.
5. Sahada 6profilde yapılan Jeofizik Sismik Kırılma çalışmaları sonucunda sahada 3katmanda kayıtlanmıştır. 1. Tabaka kalınlığı 2,23 m. ile 3,74 m., 2. Tabaka kalınlığı 4,06 m. ile 5,98 m. arasında, Vp hızları 1. Tabaka için 608 m/s ile 867 m/s, 2. Tabaka için 1025 m/s ile 1220 m/s., 3. Tabaka için 1368 m/s

ile 1603 m/s aralığında, Vs hızları ise 1. Tabaka için 382 m/s ile 523 m/s, 2. Tabaka için 561 m/s ile 671 m/s, 3. Tabaka için 779 m/s ile 919 m/s aralığında bulunmuştur. Bu değerler dikkate alındığında, inceleme sahası yerel zemin sınıfı ZC kapsamındadır.

6. Çalışma alanında yapılan MASW ölçülerinden elde edilen V_{s30} hızları 626 m/s ile 707 m/s arasında değişmekte olup V_{s30} hızları kullanılarak zemin büyütmesi ortalaması $A_{kort} = 1,39$ ve Mikrotremör yöntemi kullanılarak bulunan zemin hakim titreşim periyodu ortalaması $T_{0ort} = 0,27$ olarak hesaplanmıştır. Çalışma alanında yapılan ERT sonuçlarına göre çoğunlukla yüksek öz direnç değerli (750 – 2900 ohm.m) şist ve gnays birimleri belirlenmiş olup yer yer düşük öz direnç değerlerine sahip (25 – 130 ohm.m) aşırı ayrılmış şist ve gnays birimleri ayırtlaşmıştır.
7. Sahada yapılan çalışmalarda elde edilen mühendislik parametrelere göre, 1/1000 ölçekli harita üzerine yerleşime uygunluk, zemin büyütmesi, kayma dalgası hızı, zemin hakim titreşim periyodu ve P dalga hızı haritaları yapılmıştır.
8. Çalışma alanında yapılan jeolojik, jeoteknik ve jeofizik yöntemler sonucunda çalışma alanının önlem alınabilecek kararlılıkta sorunlu alanlar; Önemli Alanlar -2.1 kaya ortamlar olarak belirlenmiştir. Zemin sondajı, sismik kırılma, yüzey dalgası analizi (MASW), elektrik öz direnç tomografi (ERT) ve mikrotremor yöntemlerinin uygulanması ve değerlendirilmesi, ödemiş kuzey bölgesinin havzaya göre daha sağlam emin verileri elde edilmiştir.
 - Çalışma alanında yapılan Jeolojik – Jeoteknik ve Jeofizik çalışmaların sonuçlarına göre inceleme alanının büyük bir bölümü, Prekambriyen yaşlı şist ve paragnays biriminden oluşmaktadır.
 - Sahada yapılaşma aşamasında, zeminden kaynaklanabilecek bu riskleri azaltmak için birtakım önlemler alınmalı ve bu önlemler mimari projeye ait parametrelere göre zemin ve temel etüt raporunun

hazırlanması aşamasında detaylı olarak saptanmalıdır. Bu önlemlerden bazıları aşağıda sunulmuştur.

- Ayrıca aşırı yağışlarda yataya yakın topoğrafyaya sahip parsel alanında bölgesel ve yüzeysel göllenmelere karşı gerekli yüzey suyu drenaj önlemleri alınmalıdır.
- Kazı sonucu açığa çıkan şevler açıkta bırakılmadan, istinat yapıları ile desteklenmelidir.
- Yapılaşma öncesinde gerçekleştirilecek zemin ve temel etütlerinde, yamaç boyunca bina yükleri de dahil edilerek ayrıntılı şev stabilitesi analizleri yapılmalıdır.
- Bina temelleri, sıyırma kazısı sonrası ayrışmamış stabilite sorunu yaratmayacak birimlerin üzerine oturtulmalıdır.
- Etkin ve efektif bir drenaj sistemi ile yüzey suları bina temellerine gelmeden uzaklaştırılmalı ve zemine su sızmasını önleyecek izolasyon sistemleri ile sızdırmazlık sağlanmalıdır.
- Mevcut stabiliteyi bozacak her türlü kontrolsüz kazıdan kaçınılmalıdır.
- İnceleme alanında imalat sırasında alt yapı, drenaj ağları ve yüzey suları konusunda Devlet Su İşlerinden görüş alınması önerilmektedir.
- Çevredeki yol, bina ve komşu parsellerdeki stabiliteyi sağlayacak önlemler alınmadan kazı yapılmamalıdır.
- Kazı çalışmalarında şev yüksekliği, şev kademe genişliği ve şev açısı yapılacak (dinamik durumdaki) stabilite analizine göre ayrıntılı yapılmalı ve standartlara uygun olmalıdır.
- Afet bölgelerindeki yapılacak binalar ve deprem bölgelerinde yapılacak olan binalar hakkındaki deprem yönetmelik esaslarına uyulmalıdır.

- Temel ve zemin etütlerinde, yapının niteliğine göre, temel tipi, temel derinliği mühendislik parametreleri (şişme, oturma, taşıma gücü, ayrışma zonu kalınlığı v.d) ile yamaç boyunca bina yükü de dahil edilerek ayrıntılı stabilite analizleri yapılmalı, mühendislik önlemleri belirlenmelidir.
 - Eğimin çok yüksek olduğu alanlarda (> %40) mümkün olduğunca yapılaşmadan kaçınılmalı ve bu alanlar yeşil alan olarak tercih edilmelidir. Eğimi %10~30 olduğu yerlerin tamamı yapılaşmaya uygun olarak belirlenmiştir.
 - Eğimin yüksek olduğu alanlarda stabilite sorunları oluşacak, kazı maliyeti artacak, stabilite duranlığını sağlayabilmek için ekstra istinat duvarı yapımı gerekecek, daha yüksek riskli alanlarda ise stabilite sorunu yaratmayacak kazıklı istinat yapımı gerekecek ve tüm bu uygulamalar sonucunda imalat maliyeti artacaktır.
9. Sahada çalışmaların sonucunda taşıma gücü değeri $15,36 < q_a \text{ (kg / cm}^2\text{)} < 19,08$ aralığında hesaplanmıştır.
10. Sıvılaşma riski değerlendirildiğinde gözlenen birimlerin şist ve paragnays olmasından dolayı sıvılaşma açısından uygun litolojiye girmediği anlaşılmıştır.
11. Afet Kanununun 7269/1051 sayılı kararına göre inceleme alanın ve yakın çevresi için kısıtlayıcı Afete Maruz Bölge Kararı yoktur.
12. 01.01.2019 Deprem yönetmeliğine göre, parsel alanında bina yapısı dikkate alınarak zemin ve temel etüt veri raporu yaptırılması ve proje aşamasında, uygulamaya gidilmesi gerekmektedir.
13. Planlamadan sonra hayata geçirilecek olan projelerde, Yönetmelik Hükümlerine uyulması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığından, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018".
- Alptekin, Ö., 1978. Türkiye ve Çevresindeki Depremlerde Magnitüd-Frekans Bağlılıkları ve Deformasyon Boşalımı, Doçentlik Tezi, K.T.Ü., Trabzon.
- Ambraseys, N.N. ve Finkel, C., 1987, Seismicity of Turkey and neighbouring regions, 1899-1915, Annales Geophysicales, B, 701-726.
- Ambraseys, N.N., 1988, "Engineering Seismology", Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 17, No 1, Wiley, Chichester.
- Bayrak Y., Yılmaztürk A., (1999). Global depremlerin cisim ve yüzey dalgası magnitüdüleri arasındaki ilişkilerin karşılaştırılması, Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni, 81, 125-141.
- Ercan, T., 2001, Poisson oranı ve Vp/Vs oranına göre zemin / kaya ortamların sıklığı
- Ercan, T., 1982, Batı Anadolu'nun Genç Tektoniği ve Volkanizması, T.J.K., 1982
- Eyidoğan, H., Güçlü, U., Utku, Z., Değirmenci, E., 1991, Türkiye Büyük Depremleri Makro-Sismik Rehberi (1900-1988), İstanbul Üniversitesi Maden Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü.
- Emre ve Barka, 2000; Barka vd., 2000; Ocakoğlu vd., 2005, Kuzey Anadolu Fay Zonu.
- GENCOĞLU, S. 1990 Türkiye'nin Deprem Tehlikesi. TMMOB Jeofizik
- Gutenberg, B., and Richter, C.F. (1936). Magnitude and energy of earth quakes, Science, 83, 183-185.
- Gutenberg B., 1945, Magnitude determination for deep-focus earth quakes. Bull. Seismol. Soc. Am. 35:117-30.
- Gutenberg B., and Richter C. F. (1949). Seismicity of the Earth, Princeton Univ. Press.
- Gutenberg B., Richter C. F., 1954. Earth quake magnitude, intensity, energy and acceleration. Bull. Seism. Soc. Am.; 32, 163-191.
- Gutenberg B. and C. F. Richter (1956). Earth quake magnitude, intensity, energy and acceleration, Bull. Seismol. Soc. Am., 46, 105-145.

- Ketin, İ. 1993. Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış, İTÜ Maden Fakültesi yayını.
- Keçeli, A.,1990. Sismik Yöntem İle Zeminin Dinamik ve Elastik Parametrelerin Saptanması
- Midorikawa S., 1987. Tasarım Depremine göre İzosismik Haritanın Tahmini, Journal of Structural Engineering, Vol. 33B, pp.43-48, (İngilizce).
- Özçep F., 2005, Statik ve Dinamik (Deprem) Etkiler Altında Zemin Davranışı ve Mühendislik Uygulamaları, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Meslek içi Eğitim ve Belgelendirme Kurs Notları, No: 3, 237 Sayfa, ISBN No: 975-395-974-5, Ankara.
- Richter, C. F., 1958, "Elementry Seismology." Freeman, San Francisco, California.
- Sipahioğlu S., 1984. Geological and tectonic development of the Mudurnu River Valley. Internal report of the Istanbul University, İstanbul.
- Sözbilir vd. (2003), Miyosen’de reaktive olarak günümüze kadar diriliklerini korudukları ileri sürülmüştür.
- Seyitoğlu, G.,& Scott, B., 1991, Batı Türkiye’de Genç Senozoik kabuk uzantısı ve haza oluşumu. Jeoloji dergisi.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., Boray, A., 1987, Türkiye’nin Diri Fayları ve Depremsellikleri, MTA raporu 8174, 394 s.
- Şaroğlu F., Emre Ö., Kuşçu A., 1992. Türkiye’nin Diri Fay Haritası. Ölçek: 1/1000000. Ankara.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1983; Türkiye’de Tetis’in evrimi: Levha tektoniği açısından bir yaklaşım. Türkiye Jeoloji Kurumu, Yerbilimleri Özel Dizisi, No: 1, 75.
- Şengör., A.M.C., 1980 Türkiye’nin Neotektoniğinin Esasları. TJK Konferansları Serisi 2-5
- ULUSAY, R 2002 Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler