

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**SALİHLİ VE ALAŞEHİR (MANİSA) GÜNEYİNDE YER ALAN  
FAYLARIN YAPISAL VE PALEOSİSMOLOJİK  
ÖZELLİKLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAKAN ALIŞIK**

**DENİZLİ, KASIM - 2019**

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**SALİHLİ VE ALAŞEHİR (MANİSA) GÜNEYİNDE YER ALAN  
FAYLARIN YAPISAL VE PALEOSİSMOLOJİK  
ÖZELLİKLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAKAN ALIŞIK**

**DENİZLİ, KASIM - 2019**

**Bu tez çalışması PAÜ, Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimi tarafından 2019FEBE031nolu proje ile desteklenmiştir.**

**Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.**

**Hakan ALIŞIK**



## ÖZET

**SALİHLİ VE ALAŞEHİR (MANİSA) GÜNEYİNDE YER ALAN  
FAYLARIN YAPISAL VE PALEOSİSMOLOJİK ÖZELLİKLERİ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
HAKAN ALIŞIK  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI:DOÇ DR. ALİ KAYA )**

**DENİZLİ, KASIM - 2019**

Gediz grabeninin güneyinde yer alan ve eğimi 12°-16° arasında değişen düşük açılı Alaşehir Sıyrılma Fayı, Gediz grabenini şekillendiren en önemli yapısal unsurdur. Yaklaşık 140 km uzunlukta, kuzeye doğru dış bükey bir geometri sunan sıyrılma fayı taban bloktaki Menderes metamorfitlelerinin temel kayaları ile tavan bloktaki Neojen örtü birimlerini birbirinden ayırmıştır. Grabenin diğer önemli yapısal unsuru ise Salihli-Alaşehir arasında yer alan KB-GD doğrultulu ve KD'ya eğimli yüksek açılı normal faylar olup uzunlukları 2 ile 10 km arasında değişmektedir. Bölgenin sismik aktivitesi yüksek açılı bu faylar tarafından kontrol edilmektedir. 28 Mart 1969 tarihinde meydana gelen Alaşehir depremi (M=6.5), Gediz Grabeni'nde yaklaşık BKB-DGD uzanımlı yaklaşık 40km uzunluğunda bir yüzey kırığı oluşturmuştur. Bu yüzey kırığının izleri arazi çalışmalarıyla araştırılıp, uygun yerlerde jeofizik çalışmalar yapılmıştır. Aktif olduğu düşünülen bu fayların paleosismolojik özelliklerinin belirlenebilmesi için iki adet hendek açılarak fayların sismik parametreleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Yeniköy'de (Kavaklıdere) açılan hendek paleosismolojik olarak önemli sonuçlar içermektedir. Yeniköy hendeği 45m uzunluğunda, 5.5m derinliğinde ve 3m genişliğinde açılmıştır. Bu hendekte çift duvar çalışılmış olup en az 3 paleodeprem olayına ait izler tespit edilmiştir. Bu depremlerin yaşlandırılabilmesi için hendekten 13 adet OSL/TL numunesi ve 1 adet de C14 (Radyokarbon) numunesi alınmıştır.

**ANAHTAR KELİMELER: Paleosismoloji, Gediz grabeni, Aktif tektonik, Batı Türkiye**

## **ABSTRACT**

### **STRUCTURAL AND PALEOSEISMOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE FAULTS IN SALİHLİ AND ALAŞEHİR (MANİSA) SOUTH**

**MSC THESIS**

**HAKAN ALIŞIK**

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE  
GEOLOGICAL ENGINEERING**

**(SUPERVISOR:ASSOC. PROF. DR. ALİ KAYA)**

**DENİZLİ, NOVEMBER 2019**

The low angle Alaşehir detachment fault, which is located in the south of Gediz graben with a slope of  $12^{\circ}$  - $16^{\circ}$ , is the most important structural element shaping the Gediz graben. The detachment fault, which has a convex geometry towards the north, is approximately 140 km in length, separates the basement rocks of the Menderes metamorphics in the footwall and the Neogene cover units in the hangingwall. Another important structural element of the graben is the NW-SE trending high angle normal faults located between Salihli and Alaşehir and their length varies between 2 and 10 km. The seismicity of the region is controlled by these high angle faults. The Alaşehir earthquake on March 28, 1969 (M=6.5) caused a surface rupture about 40 km long in the Gediz Graben approximately in the WNW-ESE direction. Traces of this surface rupture have been investigated by field studies and geophysical studies have been carried out in appropriate places. In order to determine the paleoseismological characteristics of these faults, which are thought to be active, two trenches were opened and the seismic parameters of the faults were tried to be revealed. The trench opened in Yeniköy (Kavaklıdere) contains paleoseismological important results. The Yeniköy trench was opened 45 meters long, 5.5 meters deep and 3 meters wide. The study was done with double wall was in this trench. It contains traces of at least 3 paleoearthquake events. In order to calculate the ages of these earthquakes, 13 OSL/TL samples and 1 C14 (Radiocarbon) sample were taken from the trench.

**KEYWORDS: Paleoseismology, Gediz Graben, Aktive Tectonics, Western Turkey**

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>v</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Çalışma Alanı .....	1
1.2 Amaç .....	2
1.3 Materyal ve Yöntem .....	3
1.3.1 Uydu Görüntüleri Üzerinde Çalışmalar .....	3
1.3.2 Jeolojik ve Jeomorfolojik Çalışmalar .....	4
1.3.3 Jeofizik Çalışmalar .....	4
1.3.1 Hendek Çalışmaları.....	5
1.3.2 Laboratuvar Çalışmaları .....	6
1.3.3 Paleosismolojik Verilerin Değerlendirilmesi ve Tez Yazımı .....	7
<b>2. STRATİGRAFİSİ</b> .....	<b>8</b>
2.1 Menderes Metamorfizmaları .....	10
2.2 Neojen Birimler .....	11
2.2.1 Gerentas-Kaypaktepe Formasyonu .....	12
2.2.2 Acıdere Formasyonu .....	12
2.2.3 Göbekli Formasyonu .....	13
2.2.4 Yenipazar Formasyonu .....	14
2.2.5 Asartepe Formasyonu .....	14
2.2.6 Erendali Formasyonu .....	15
2.2.7 Alüvyon ve Kolüvyonlar .....	15
<b>3. YAPISAL JEOLJİ</b> .....	<b>17</b>
3.1 Çalışma Alanının Yapısal Jeolojik Özellikleri .....	20
3.2 Alaşehir (Karadut) Sıyrılma (Detachment) Fayı .....	22
3.3 Salihli-Alaşehir Arasındaki Yüksek Açılı Normal Faylar.....	23
3.4 Yaklaşık K-G Doğrultulu Çapraz Faylar (Cross-Faults).....	25
<b>4. DEPREMSELLİK</b> .....	<b>26</b>
4.1 Tarihsel Dönem Depremleri .....	26
4.2 Aletsel Dönem Depremleri.....	27
<b>5. PALEOSİSMOLOJİ</b> .....	<b>33</b>
5.1 Jeofizik Çalışmaları .....	35
5.2 Hendek Çalışmaları .....	37
5.2.1 Yeniköy Hendeği .....	38
5.2.2 Göbekli Hendeği .....	49
5.3 Laboratuvar Çalışmaları .....	49
5.4 Yaşlandırma (TL/OSL Tarihlendirme) Çalışmaları .....	52
<b>6. TARTIŞMA VE SONUÇLAR</b> .....	<b>54</b>
<b>7. KAYNAKLAR</b> .....	<b>56</b>
<b>8. EKLER</b> .....	<b>62</b>
EK A Şekil A.1 Yeniköy Hendeği Doğu Duvarı .....	62

EK A Şekil A.2 Yeniköy Hendeği Batı Duvarı.....	63
<b>9. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>64</b>



# ŞEKİL LİSTESİ

## Sayfa

Şekil 1.1: a) Türkiye'nin genel diri fay haritası, b) Çalışma alanının Google Earth uydu görüntüsü, c) Çalışma alanının MTA diri fay haritası (MTA 2011). .....	1
Şekil 1.2: 1/250.000 Ölçekli MTA diri fay haritası (Emre ve diğ. 2011). .....	3
Şekil 1.3: Arazide yapılan çok-elektrotlu öz direnç çalışması. ....	5
Şekil 1.4: a) Paletli ekskavatör ile hendek açma işlemi. b) Hendek duvarlarının temizlenmesi. c) Hendek duvarların karelajlanması. d) Duvarların karelajlanmış hali. ....	6
Şekil 2.1: Gediz Grabeni'nin değişik araştırmacılar tarafından sunulan stratigrafisi (Demircioğlu ve diğ. 2010; Öner ve Dilek 2011). ....	8
Şekil 2.2: Çalışma alanının stratigrafisi. ....	9
Şekil 2.3: Menderes Masifi'ne ait metamorfik kayaların uzaktan ve yakından görünüşleri. ....	10
Şekil 2.4: Çalışma alanının stratigrafik birimleri ve fay sistemleri (Öner ve Dilek, 2011). ....	11
Şekil 2.5: Acıdere Formasyonu'ndan bir görünüm. ....	13
Şekil 2.6: Göbekli Formasyon'un uzaktan görünümü. ....	13
Şekil 2.7: Yenipazar Formasyonu'ndan bir görünüm. ....	14
Şekil 2.8: Asartepe Formasyonu'ndan bir görünüm. ....	15
Şekil 3.1: Batı Anadolu GPS verileri (Nyst ve Thatcher 2004). ....	17
Şekil 3.2: Tektonik Kaçış Modeli (Mc Clusky ve diğ. 2000; Bozkurt ve Sözbilir 2004). ....	18
Şekil 3.3: Orojenik çökme modeli (Bozkurt 2006). ....	19
Şekil 3.4: Menderes Masifi'nin jeolojik haritası (Öner ve Dilek 2011,2013). ...	21
Şekil 3.5: Çalışma alanının Google Earth uydu görüntüsü. Kırmızı çizgiler sıyrıma fayını, sarı çizgiler yüksek açılı normal fayları, Mor çizgiler çapraz fayları temsil etmektedir. ....	22
Şekil 3.6: Karadut Sıyrıma fayının Google Earth uydu görüntüsü. ....	23
Şekil 3.7: Gediz Graben'in genelleştirilmiş jeolojik haritası (Çiftçi ve Bozkurt 2009a ve 2009b; Öner ve Dilek 2001). ....	24
Şekil 3.8: Çalışma alanının Google Earth uydu görüntüsü. Mor çizgiler çapraz fayları göstermektedir. ....	25
Şekil 4.1: Salihli-Alaşehir civarında tarihsel depremler (DAD katalog birimleri). ....	27
Şekil 4.2: Alaşehir depreminde oluşan yüzey kırık hatlarını gösterir harita ( Arpat ve Bingöl 1969). ....	28
Şekil 4.3: 1969 Alaşehir Depremi'ne ait yüzey kırığı, ana ve artçıl şokların eş hasar dağılımlarını gösteren izosismik harita (Eyidoğan ve Jackson 1985). ....	29
Şekil 4.3: 1900-2019 yılları arasında Alaşehir-Salihli çevresinde $M \geq 4$ olan depremlerin AFAD DAD verileri. ....	30
Şekil 4.5: 1900-2019 yılları arasında Alaşehir ve Salihli çevresinde $M < 4$ olan depremlerin AFAD verileri. ....	31
Şekil 4.6: 1900-2019 yılları arasında $M < 4$ olan 601 adet deprem grafiği (AFAD). ....	32

Şekil 5.1: Akış şeması (Audemard 1989; Michetti ve diğ. 2005).....	34
Şekil 5.2: Çoklu-elektrotlu rezistivite çalışması. ....	35
Şekil 5.3: Yeniköy mahallesinde yapılan çoklu-elektrotlu çalışmanın sonucu..	36
Şekil 5.4: Göbekli mahallesinde yapılan çoklu-elektrotlu rezistivite çalışması.	36
Şekil 5.5: Göbekli mahallesinde yapılan çoklu-elektrotlu rezistivite çalışmasının sonucu.....	37
Şekil 5.6: Hendek yerlerinin Google Earth uydu görüntüsü.....	38
Şekil 5.7: Yeniköy hendeğine ait fotoğraflar. ....	39
Şekil 5.8: Hendeğin doğu duvarındaki birimler. ....	40
Şekil 5.9: a) Yeniköy hendeğin doğu duvarı fotomozaik çekim, b) Hendek logu doğu duvarı.....	41
Şekil 5.10: Hendeğin doğu duvarı OSL/TL yaşlandırma için alınan numune yerleri ve faylar. ....	43
Şekil 5.11: Yeniköy hendeğin doğu duvarındaki kayma çizikli normal fay ve fay kili .....	44
Şekil 5.12: Hendeğin batı duvarındaki birimler. ....	45
Şekil 5.13: a) Yeniköy hendeği batı duvarı fotomozaik çekim, b) Yeniköy hendeği batı duvarı logu.....	46
Şekil 5.14: Yeniköy hendeğin batı duvarındaki küp ve kemik parçaları. ....	47
Şekil 5.15: Hendeğin batı duvarı OSL/TL/C14 yaşlandırma için alınan numune yerleri ve faylar. ....	48
Şekil 5.16: Göbekli hendeği.....	49
Şekil 5.17: Çelik tüple numune alma çalışması. ....	50
Şekil 5.18: a) Numuneleri yıkama işlemi, b) %10 HCl kimyasal çözelti ile kalsitlerden arındırma, c) %30 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> kimyasal çözelti içerisinde organik bileşenlerden temizlenmesi, d) Numuneleri etüvde kurutma işlemi.....	51
Şekil 5.19: Tarihlendirme yöntemleri ve yaş sınırları (Walker 2005). ....	53

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

Tablo 4.1: Salihli-Alaşehir ilçeleri civarında etkili olan tarihsel dönem deprem etkinliği (DAD verileri).....	26
Tablo 4.2: 1900-2019 yılları arasındaki $M \geq 4$ olan depremlerin tablosu (AFAD verileri).....	30
Tablo 5.1: Paleosismolojik verilerin sınıflandırması (McCalpin, 1996).....	33

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans çalışmalarımın her aşamasında beni yönlendiren ve destekleyen, tecrübelerinden yararlandığım danışmanım ve saygıdeğer hocam Doç. Dr. Ali KAYA hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarımda her daim yanımda olan hayat arkadaşım Selda ALIŞIK'a ve biricik kızımız Hümanur'a desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan sevgilerini, maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen annem Sevdije ALIŞIK, babam Mehmet ALIŞIK ve kız kardeşlerim Seçil ALIŞIK ile Sevil Selma ALIŞIK'a teşekkür ederim.

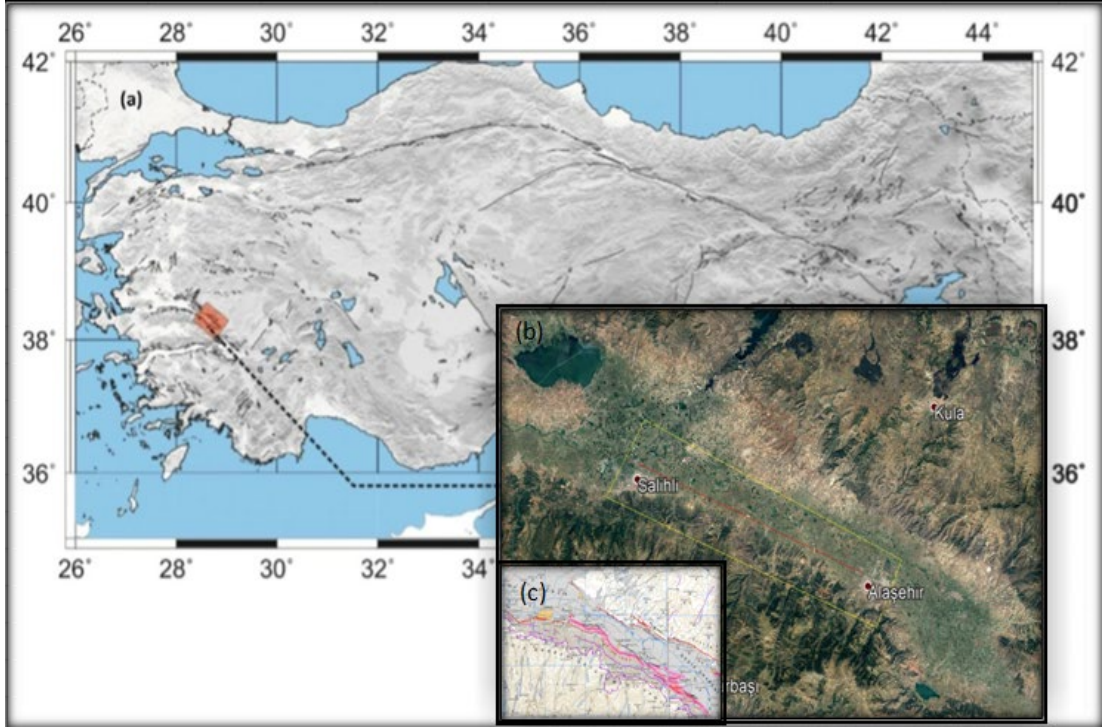
Tez projesinin gerçekleşmesi için maddi destek veren PAÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne çok teşekkür ederim.

# 1. GİRİŞ

Tarih boyunca can ve mal kayıplarına yol açan doğal faktörlerin başında depremler gelmektedir. Türkiye ve yakın çevresi sismik bakımından oldukça aktif bir bölgede yer aldığından deprem felaketlerin sık yaşandığı bir bölgedir. Bu açıdan, 20.yüzyılın başlarından itibaren aktif tektonik/deprem araştırmaları Jeoloji bilimi içerisinde önemli bir yer edinmiştir.

## 1.1 Çalışma Alanı

Çalışma Alanı; Ege Bölgesinin önemli çöküntü havzalarından biri olan Gediz Grabeni'nin güneyi boyunca konumlanmış olan Alaşehir ile Salihli ilçesi arasında bulunmaktadır (Şekil 1.1). İki şehir arası yaklaşık 40 km dir. Ulaşım karayolu ve demir yoluyla sağlanmaktadır.



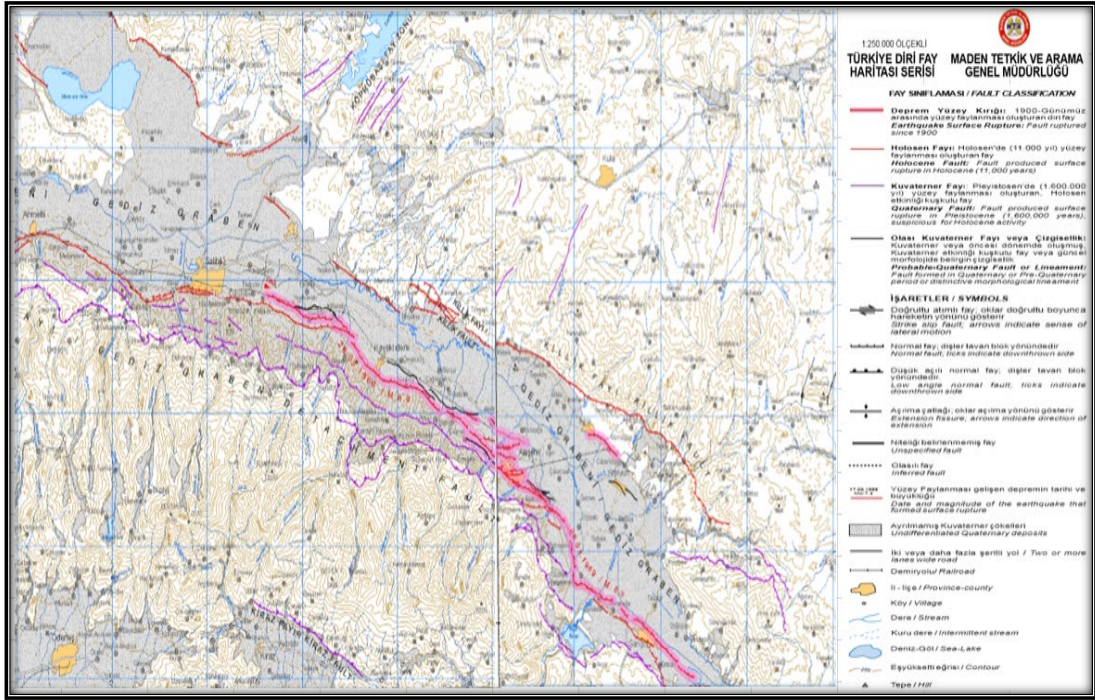
Şekil 1.1: a) Türkiye'nin genel diri fay haritası, b) Çalışma alanının Google Earth uydu görüntüsü, c) Çalışma alanının MTA diri fay haritası (MTA 2011).

Çalışma alanının normal fay sistemlerinin oluşturduğu horst ve graben morfolojisine sahiptir. Metamorfik kayaların bulunduğu yüksek yerlerde genellikle çam ağaçlarından oluşan orman örtüsü, sedimanter kayaların bulunduğu daha alçak yerlerde ise maki bitki örtüsü bulunmaktadır.

Bölgenin geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır. Genellikle bağcılık ve tarım yapılmaktadır. Sulak ve verimli topraklar sayesinde geniş üzüm bağlarıyla kaplıdır. Ekonomisinin büyük bir kısmı üzümçülüğe dayanır.

## **1.2 Amaç**

Yüksek lisans tezimin amacı, Salihli ve Alaşehir ilçelerinin (Manisa) Gediz Graben'in güneyden sınırlayan yüksek açılı normal fayların yapısal ve paleosismolojik özelliklerini araştırıp, bu fayların üretebilecekleri depreminin büyüklükleri ve zamanlarını tahmin etmektir. Bu amaca yönelik olarak, en son yüzey faylanmasının gözlemlendiği 28 Mart 1969 Alaşehir depreminin oluşturduğu yüzey kırıklarının (MTA verilerine göre) incelenmesi planlanmıştır (Şekil 1.2). Bu kapsamda, mevcut literatür bilgileri ışığında meydana gelmiş tarihsel dönem depremlerin ve bu depremlerin hangi faylardan kaynaklandığını tespit ederek paleosismolojik çalışmalar yapıp tekrarlanma aralığının belirlenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 1.2: 1/250.000 Ölçekli MTA diri fay haritası (Emre ve diğ., 2011).

### 1.3 Materyal ve Yöntem

Salihli - Alaşehir arasında yapılan çalışmada sırasıyla Google Earth uydu görüntüleri üzerinde çalışmalar, sahada jeolojik ve jeomorfolojik çalışmalar, jeofizik çalışmalar, hendek çalışmaları, laboratuvar çalışmaları, paleosismolojik verilerin değerlendirilmesi ve tez yazımı çalışmaları şeklinde yürütülmüştür.

#### 1.3.1 Uydu Görüntüleri Üzerinde Çalışmalar

Uzaktan algılama, gerekli donanıma sahip uydu ve uçaklardan, yeryüzünü tarama teknolojisidir. Bu tez çalışmasında kapsamında Google Earth™ uydu görüntüleri kullanılmıştır. Uydu görüntüler sayesinde araziye gitmeden önce çalışma yapacağımız bölgelerin arazi özellikleri hakkında bilgi elde ederiz.

Uydu görüntülerindeki belirgin çizgisellikler, renk farkları çizgisel sarplıklar, ani topoğrafik değişimler, derelerin/vadilerin ani bükümler gibi fay verisi olabilecek jeomorfolojik veriler tespit edilerek fayların/yüzey kırıklarının

izleri belirlenip haritaya işlenmiştir. Bu sayede saha çalışmaların da zaman kaybı olmaksızın doğrudan belirlenen bu yerlerde çalışmalarımızı gerçekleştirdik.

### **1.3.2 Jeolojik ve Jeomorfolojik Çalışmalar**

Öncelikle çalışma alanının 1/25000 ölçekli jeoloji haritasının hazırlanması planlanmıştır. Bu kapsamda PAÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden temin edilen 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar üzerine bölgede yüzeyleyen birimlerin haritalanması gerçekleştirilmiştir. Önceki çalışmacıların araştırmalarından büyük ölçüde faydalanarak yapılan bu çalışmada, faylarla ilişkili alüvyon ve kolüvyonların haritalanması, hendek yerlerin tespiti için çok önem arz etmektedir. Arazide gözlenen fay ilişkili yapıların ayrıntılı analizleri ve tanımlanmaları, bölgede yüzeyleyen istiflerin stratigrafik ve yapısal ilişkilerinin anlaşılmasına yardımcı olacak şekilde jeolojik kesitlerin alınarak, paleosismoloji çalışmaları için uygun hendek yerlerinin bulunması için zemin oluşturur.

Aktif tektonik çalışmalarında jeolojik çalışmalara ilaveten jeomorfolojik yapılara da bakılır. Bu çalışmalar da tektonizma ve jeomorfolojik süreçlerin etkileşimiyle meydana gelen tektonik jeomorfoloji sıklıkla kullanılmıştır.

### **1.3.3 Jeofizik Çalışmalar**

Uydu görüntüleri ve arazi çalışmalarıyla paleosismoloji çalışmaları yapılacak yerlerin belirlenmesinden sonra hendek yerlerinin kesin yerleri için jeofizik çalışmaları yürütülmüştür. Belirlenen yerlerde çoklu-elektrot özdirenç yöntemi ile 2 adet jeofizik ölçüm yapılmıştır (Şekil 1.3). Bu sayede hendek çalışmalarına başlamadan önce gömülü fay yüzey kırıklarına önceden tespit etmek mümkün olabilmıştır.

Çoklu-elektrot özdirenç yöntemi; 5m eşit aralıklı olarak bir hat boyunca çakılmış elektrotlar ile bunların bağlantısını sağlayan kablodan oluşmaktadır.





**Şekil 1.3:** Arazide yapılan çoklu-elektrotlu öz direnç çalışması.

Saha araştırmaları sonucunda, jeofizik, uydu görüntüleri ve arazi şartların uygunluk durumuna göre elde edilen verilerle hendek yerleri belirlenerek hendek çalışmalarına başlanmıştır.

### **1.3.1 Hendek Çalışmaları**

Büro ve saha araştırmalarından elde edilen verilerle belirlenen yerlerde Alaşehir Yeniköy mahallesi ve Göbekli mahallesinde olmak üzere 2 adet hendek açılmıştır. Hendek açma işlemi başlamadan öncesinde hendek çevresinin güvenliği sağlanmıştır. Hendekler fayın doğrultusuna dik doğrultuda açılmıştır. Hendek açma işlemi için 30 tonluk paletli tip ekskavatör iş makinası kullanılmıştır.

Açılan hendeğin öncelikle batı ve doğu duvarları üzerindeki 30 tonluk paletli tip ekskavatör iş makinasının kepçesine ait kazı izlerini silmek için mala, çapa, çekiç ve fırça kullanılarak temizlenmiştir. Bu temizlik işlemi birimleri daha net ve düzgün bir şekilde görebilmek için yapılmıştır. Bu işlem sonrasında hendek duvarlarını yatay ve düşey yönde 1mx1m olacak şekilde ip ile ağ oluşturarak karelajlama işlemi yapıp numaralandırmıştır.

Duvarların loglanması sonrasında eski depremlere ait izler tanımlanarak, fayın geçmişte oluşturduğu depremlerin büyüklük ve zamanları ile tekrarlanma periyodu,

kayma hızı gibi veriler elde edilmeye çalışılmıştır. Hendek çalışmalarında eski depremleri tarihlendirmek için Optik Uyarılma Lüminesans (OSL) ve Termo Lüminesans (TL) yöntemi ile yaşlandırma için çelik tüp yardımıyla örnekler alınmıştır. Ayrıca 1 adet C14 yaşlandırması için numune alınmıştır. En son olarak hendek kapatılmadan önce kayıt altına almak için hendek duvarları fotoğraflanarak fotomozaik işlemleri yapıp hendekler kapatılmıştır ( Şekil 1.4).



Şekil 1.4: a) Paletli ekskavatör ile hendek açma işlemi, b) Hendek duvarlarının temizlenmesi, c) Hendek duvarların karelajlanması, d) Duvarların karelajlanmış hali.

### 1.3.2 Laboratuvar Çalışmaları

Toprak örnekler, kuvars ve feldspat tanecikleri tuzaklanmış elektronlar ışığa duyarlı olduğu için ışık görmesini tamamen engelleyecek çelik ve plastik tüpler (ışık geçirmez sağlam silindirik boru: uzunluğu ~30-50 cm, çapı ~5-6 cm) yardımıyla örnekleme yapılacak bölgeye çakılarak alınmıştır. Alınan numuneler, karanlık oda şartlarındaki laboratuvar ortamında, sinyallere zarar vermeyecek şekilde zayıflatılmış

kırmızı ışık altında açılmış ve kalıp halinde çıkarılmıştır. Tüplerin numune alımı işlemi sırasında olası ışık görme ihtimaline karşılık baş ve son kısımlarından yaklaşık 5-6 cm'lik kısımları atılmıştır.

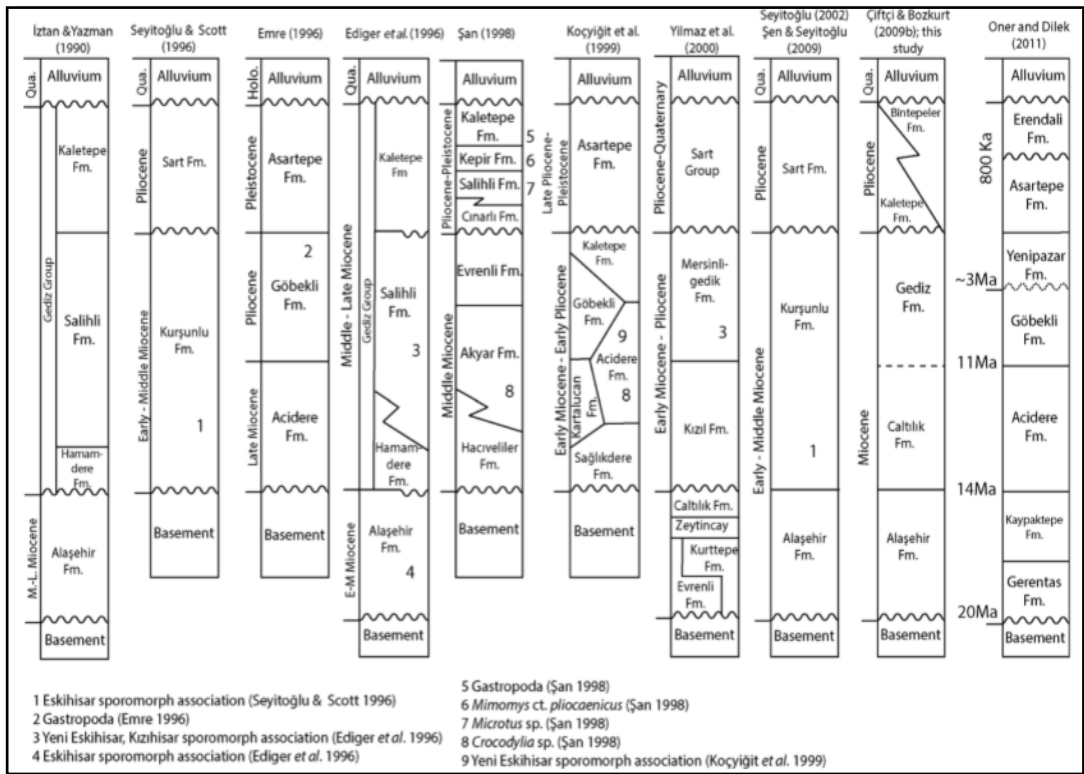
Örneklerden ölçümlerde kullanılabilir kuvars taneciklerini ayrıştırmak amacıyla Aitken'in ve Wintle'in önerdiği bazı fiziksel ve kimyasal laboratuvar protokol ve prosedürleri zayıflatılmış kırmızı ışık altında uygulanmıştır (Aitken 1985., Wintle 1997). Laboratuvar ortamda gerekli işlemler yapıldıktan sonra yaşlandırmak üzere Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü'ne gönderilmiş. C14 yaşlandırması için alınan numune ise TÜBİTAK MAM'a gönderilmiştir.

### **1.3.3 Paleosismolojik Verilerin Değerlendirilmesi ve Tez Yazımı**

Çalışmalar bittikten sonra saha verileri bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Laboratuvar, saha ve hendek logları, çizimler yardımı ile değerlendirilerek sonuçlar yorumlanmıştır.

## 2. STRATİGRAFİSİ

Bu bölümde D-B doğrultulu Alaşehir Grabeni'nin stratigrafisi ve genel jeolojisi hakkında bilgi verilecektir. Farklı araştırmacılar tarafından değişik zamanlarda çalışılan birçok farklı formasyon isimleri ile bölgenin jeoloji ve stratigrafisi de farklılıklar göstermektedir (Şekil 2.1). (Demircioğlu ve diğ. 2010; Öner ve Dilek 2011).



Şekil 2.1: Gediz Grabeni'nin değişik araştırmacılar tarafından sunulan stratigrafisi (Demircioğlu ve diğ. 2010; Öner ve Dilek 2011).

Bu çalışmada stratigrafik birimler içerisinde 2011 yılında Öner ve Dilek tarafından en son öngörülen stratigrafik kesit yorumları dikkate alınmıştır (Şekil 2.2). Çalışma bölgesinin temelini Paleozoyik yaşlı birim oluşturur. Bu birim üzerine uyumsuz olarak Miyosen yaşlı Gerentas Formasyonu, Kaypaktepe Formasyonu, Acidere ve Göbekli Formasyonu gelmektedir. Miyosen yaşlı birimlerin üzerine yine uyumsuzla Pliyosen-Pleistosen yaşlı Yenipazar Formasyonu, Asartepe ve Eremler Formasyonları gelmektedir. Pliyosen-Pleistosen yaşlı birimlerin üzerine uyumsuz olarak Kuvarterner yaşlı Alüvyon gelmektedir.

YAŞ	KAYA BİRİMİ	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA
HOLOSEN	Alüvyon		Alüvyon
	Alv. Yelp.		Alüvyon yelpazesi tortulları
PLİYOSEN- PLEYİSTOSEN	Erendalı Fm.		Kaba taneli , kalın tabakalı konglomera
	Asartepe Fm.		Sarımsı gri-orta tabakalı kil seviyesine sahip kırıntılı kayaç
	Yempezar Fm.		Linyit Tabakası
	Göbekli Fm.		İnce açık gri ve açık kırmızı konglomera katmanları
ERKEN-ORTA MİYOSEN	Acidere Fm.		İnce orta tabakalı kırmızı kırıntılı konglomera
	Kaypektepe Fm.		Kataklastik zon
	Gerentas Fm.		Granodiyorit sokulumu
PALEOZOYİK	Gnays		Temel kayalar (Menderes masifi)
	Mika-Şist		

Şekil 2.2: Çalışma alanının stratigrafisi.

Çalışma alanındaki kayaç birimleri iki başlık altında inceleyeceğiz.

-Menderes Metamorfitleri

-Neojen Birimler

## 2.1 Menderes Metamorfitleri

Menderes Masifi'ne ait çeşitli metamorfik kayaçlar ve bu kayaç toplulukları içine sokulum yapmış granodiyoritler temel kayaçlar olarak nitelendirilmiştir. Menderes masifine ait bu kayaçlar Neojen öncesine oluşturmaktadırlar ve yaklaşık 2000m ye varan rakımdaki horst bloklarının üzerinde geniş bir yayılım göstermektedir (Çiftçi ve Bozkurt 2009a).

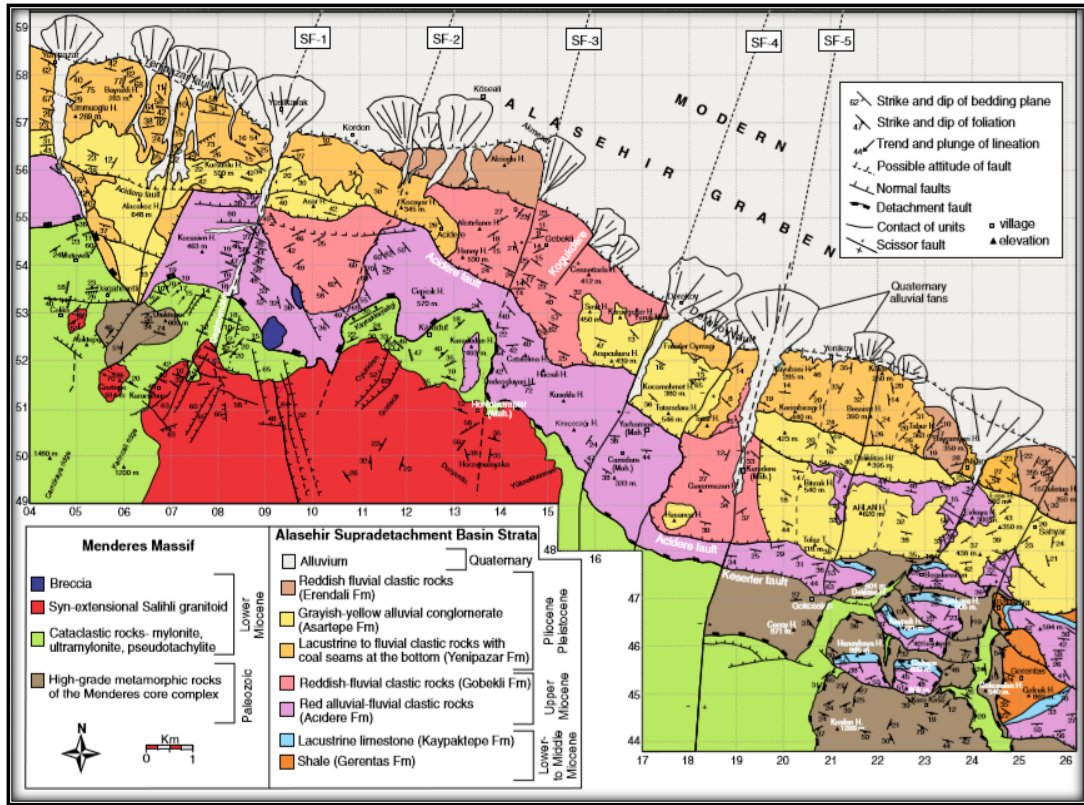
İnceleme alanında gözlenen metamorfik kayaçlar baskın olarak; gnayslar ve şistler yoğun olarak oluşturmaktadır. Bu kayaçlar yer yer gri, koyu grimsi, sarımsı kahverengi renkler gözlenmektedir (Şekil 2.3). Bol çatlaklı metamorfik kayaçların arasında yer yer mermer ara katkıları da gözlenmektedir.



Şekil 2.3: Menderes Masifi'ne ait metamorfik kayaçların uzaktan ve yakından görünüşleri.

## 2.2 Neojen Birimler

Gediz Grabeni'nin güney kenarında yüzeylenen sedimanter örtü kayaçları, temel kayaçların üzerine çökelmiştir. Batı Anadolu'da etkili olan açılmalı tektoniğe bağlı olarak gelişen Karadut sıyrılma (detachment) fayları önünde istiflenen kırıntılı kayaçlar farklı formasyonlara ayrılmıştır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4: Çalışma alanının stratigrafik birimleri ve fay sistemleri (Öner ve Dilek 2011).

Sedimanter birimlerin kalınlığı graben doğrultusu boyunca batıdan doğuya değişmektedir. Birimlerin yapısı, çökeltme alanındaki birincil tortul süreçler nedeniyle ya da faylanma nedeniyle grabenin batısında doğusuna kadar olan birimlerin yanal süreksizliği graben doğrultusu boyunca değişmektedir (İzitan ve Yazman 1991; Koçyiğit ve diğ. 1999; Seyitoğlu ve diğ. 2002; Çiftçi ve Bozkurt 2009a; Öner ve Dilek 2011,2013).

### 2.2.1 Gerentas-Kaypaktepe Formasyonu

Gediz Grabenin'deki havza dolgusu, Menderes masifi üzerindeki Gerentas ve Kaypaktepe Formasyonları ile başlar. Gerentas Formasyonu daha yaşlıdır ve art arda konglomeralar, kumtaşları ve çamurtaşları ile ardalanmalı kırmızı renkli şeyllerden oluşmaktadır. Birim kireçtaşlarından ve kırıntılı tortulardan oluşan Kaypaktepe Formasyonu ile örtülür. Gerentas ve Kaypaktepe Formasyonları, önceki çalışmalarda Alaşehir Formasyonu ile koreledir (İztan ve Yazman 1991; Çiftçi ve Bozkurt 2009a).

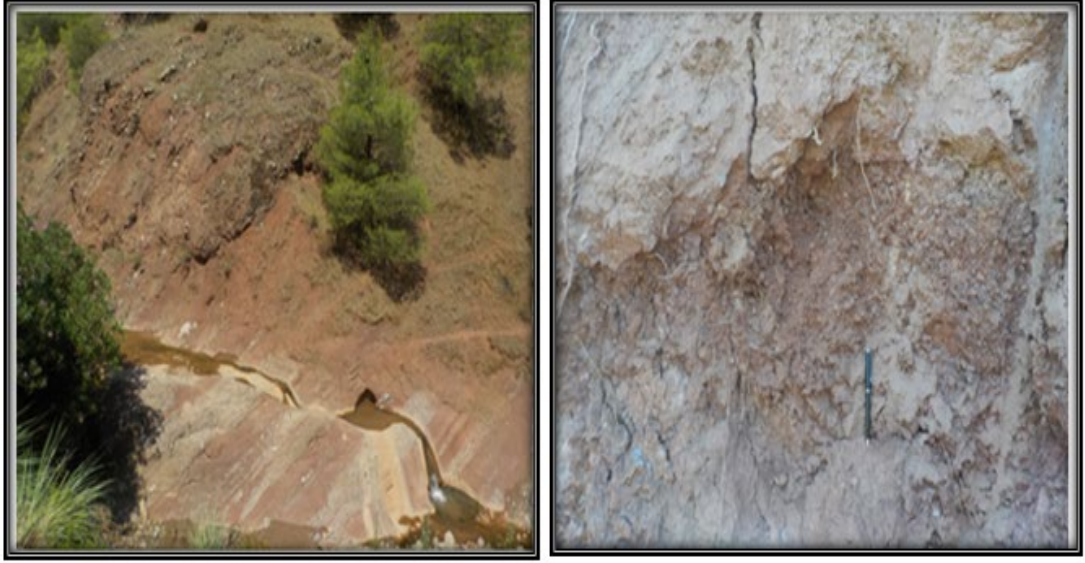
Gerentas Formasyonu'nun yaşı Erken-Orta Miyosen olarak önerilmiştir. Gerentas Formasyonu içindeki volkanik kayaların tarihlenmesi ile benzer şekilde yaşları 14-20 My'a sınırlamıştır (Benda ve diğ. 1974; Seyitoğlu ve Benda 1998). Gerentas Formasyonu'nun muhtemel kalınlığı en fazla ~ 600 m ve muhtemelen yalnızca Alaşehir civarında olduğu tahmin edilmiştir (Öner ve Dilek 2011).

Kaypaktepe Formasyonu'nun kalınlığı belirsizdir ancak saha formasyonu kalınlığı 200m'den fazla gözlenmektedir. Kaypaktepe Formasyonu, en alt kısımdaki grimsi konglomeralardan, yukarıda stratigrafik olarak kırmızı renkli konglomeralara dönüşür. En alttaki konglomeranın tepesinde ince taneli killi kireçtaşları ve kırmızı renkli kilttaşları bulunur. En üstteki Kaypaktepe Formasyonu, iyi çimentolaşmış, kaba taneli konglomera ile değişen kırmızı renkli, iyi istiflenmiş ve iyi tabakalanmış kumtaşlarından oluşur (Yazman ve İztan 1990; Çiftçi ve Bozkurt 2008; Öner ve Dilek 2011).

### 2.2.2 Acıdere Formasyonu

Acıdere formasyonu doğrudan düşük açılı ayrışma yüzeyinin üstünde gözlemlenmişlerdir (Öner ve Dilek 2011). Acıdere formasyonu, en alt seviyelerinde, karakteristik olarak kırmızı renkli, orta ile kalın tabakalı ve kabaca bir konglomeradır (Şekil 2.5). Acıdere Formasyonu'nun kalınlığı graben batısındaki Değirmendere mahallesi civarında 515 m ve grabenin doğusunda da 400 m kalınlığındadır (Öner ve Dilek 2011).





Şekil 2.5: Acidere Formasyonu'ndan bir görünüm.

### 2.2.3 Göbekli Formasyonu

Göbekli Formasyonu değişen açık griden açık kırmızıya değişen renklerdeki konglomera katmanlarından oluşan bir düzeye sahiptir (Öner ve Dilek, 2011). En belirgin olarak Göbekli mahallesi çevresinde gözlenmektedir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: Göbekli Formasyonu'nun uzaktan görünümü.

#### 2.2.4 Yenipazar Formasyonu

Yenipazar Formasyonu, grabenin güney sınırı boyunca yer alan Erken Pliyosen Göbekli Formasyonu boyunca, Erken - Orta Miyosen Acidere formasyonu ile fay teması olan bölgelerinde uyumsuz olarak uzanmaktadır (Oner ve Dilek, 2011; Çiftçi ve Bozkurt 2009a). Bu oluşum sarımsı kahverengi renktedir ve temel olarak zayıf konglomeralar, kumtaşları ve çamur taşlarından oluşur (Şekil 2.7).



Şekil 2.7: Yenipazar Formasyonu'ndan bir görünüm.

#### 2.2.5 Asartepe Formasyonu

Pliyosen-Pleistosen yaşlı Asartepe Formasyonu, kaba taneli Yenipazar Formasyonu'na uygun şekilde uzanır, masif ile zayıf tabakalı, sarımsı renkli konglomeralardan oluşur. Konglomera kumdan silttaş katmanlarına kadar değişmektedir. Asartepe formasyonu, ağırlıklı olarak Yenipazar Formasyonu'nda görüldüğü gibi, daha az ince taneli bir formasyondur (Şekil 2.8). Asartepe Formasyonu'nun kesin kalınlığı bilinmemekle birlikte asgari kalınlığın 500 m civarında olduğu düşünülmektedir (Oner ve Dilek 2011).



Şekil 2.8: Asartepesi Formasyonu'ndan bir görünüm.

### 2.2.6 Erendali Formasyonu

Pleistosen Erendali Formasyonu, Gediz Grabeninin'deki en genç formasyondur ve daha yaşlı Asartepesi Formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelir (Öner ve Dilek 2011; Çiftçi ve Bozkurt 2009). Bu formasyon açık kırmızı renktedir. Erendali Formasyonu'nun ince taneli katmanlarında çapraz tabakalı ve dereceli tabakalanmalar göze çarpmaktadır. Bu çökeltiler alüvyal fan ve fluvial sistemler için tipiktir. Erendali Formasyonu grabenin doğusunda 350 m, grabenin batı kısmında 250 m civarında bir kalınlığa sahiptir (Oner ve Dilek 2011).

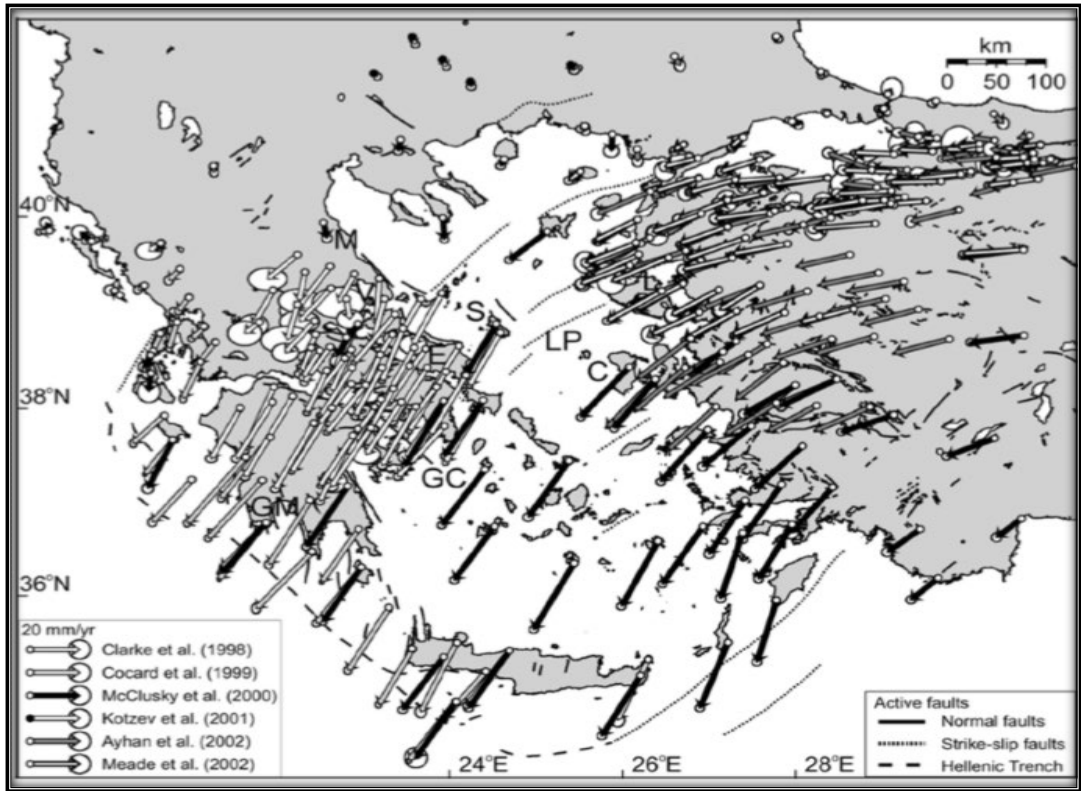
### 2.2.7 Alüvyon ve Kolüvyonlar

Çalışma alanımızı oluşturan alüvyon birimler kaotik (düzensiz), çapraz tabakalı konglomeralar, çapraz tabakalı kumlar ve ince taneli birikintilerin baskın olduğu birimlerdir. Gediz Nehri'nin kıvrımlı kanal sistemi, eksen boyunca nehir sistemini kontrol etmektedir. Alüvyal yelpaze sedimentleri ile birlikte, nehir sisteminin birikintileri, kum ve çamurların baskın olduğu Kuvaterner alüvyon

birimlerini oluşturmaktadır. Genel hattıyla Kuvaterner alüvyonlar Gediz Nehri'ne ait sedimentlerin hakim olduğu söylenebilmektedir. Yelpaze şekilli sedimanter örtü kayaçları grabenin güney kenarında grabeni sınırlayan fay tarafından kontrol edilmekte ve faya paralel olarak bulunmaktadırlar. Güney kenarında yelpaze bloklar şeklinde görülen sedimanter örtü kayaçlar normal faylarla sınırlandırılmışlardır. Alüvyal sistemler grabenin güney ve kuzey sınırları boyunca bir arada görülmektedir. Alaşehir grabenini örten birimler klastik kayaçlardan, yani başka kayaçların parçalarından oluşmuş kayaçlar şeklinde ya uyumsuz olarak uzanmakta ya da temel kayaç ile birlikte fayla temas halinde bulunmaktadır.

### 3. YAPISAL JEOLJİ

Bir bölgede meydana gelmiş olan son tektonik rejim değişikliğinden günümüze kadar geçmiş olan zaman içerisindeki tektonizmanın tümüne neo-tektonik denir (Şengör 1980). Türkiye’de Neotektonik dönem, Geç Miyosen sonu Pliyosen başında Doğu Anadolu’da kabuk hareketlerin neden olduğu kıtasal çarpışmayla başlar. Bu kıtasal çarpışma sonucu Anadolu bloğu Kuzey ve Doğu Anadolu fayları boyunca batıya doğru kaçar. Bu kaçış ile Ege bölgesindeki batıya kaçış Hellen dalma-batma zonunda durmuş ve doğu-batı yönlü sıkışmadan dolayı kuzey-güney yönlü genişleme meydana gelmiştir ( McKenzie 1972; Şengör ve Yılmaz 1981; Dewey ve diğ. 1986). (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Batı Anadolu GPS verileri (Nyst ve Thatcher 2004).

Ege bölgesindeki gerilmeli tektonik için Araştırmacılar Anatolidlerin evrimi ile ilgili şematik bir model önermişlerdir (Dora ve diğ. 2011).

Batı Anadolu Grabenlerin’de kuzey –güney genişlemeyi açıklayan tektonik modeller aşağıdaki gibidir.

- Tektonik Kaçma Modeli:

Kaçma tektoniği modelin’de göre Neotetis okyanusunun kapanmasının ardından Orta-Geç Miyosen’de gerçekleşen Arap Plakası ile Avrasya plakasının Bitlis-Zagros yitim zonu boyunca çarpışması sonucu sağ yönlü Kuzey Anadolu ve sol yönlü Doğu Anadolu fayları boyunca batıya doğru hareket etmeye başlamıştır (Şekil 3.2). Bu hareketin sonucu olarak da Batı Anadolu’da K-G yönlü bir gerilme başlamıştır (Dewey ve Şengör ve Kidd 1979; Şengör ve Yılmaz 1981; Şengör ve diğ. 1984 ).



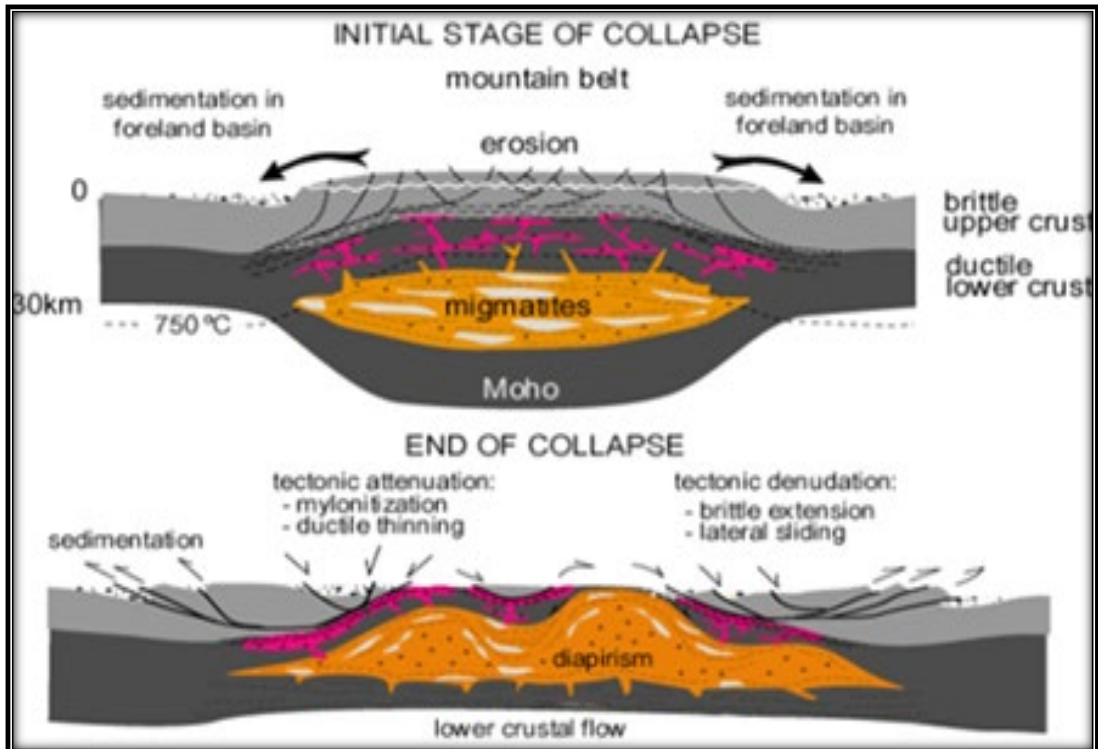
Şekil 3.2: Tektonik Kaçış Modeli (McClusky ve diğ. 2000; Bozkurt ve Sözbilir 2004).

### - Yay – Ardı Açılma Modeli

Afrika ile Avrasya plakalarının Hellenik yay boyunca çarpışma sonu oluşan dalma batma zonu üzerindeki hareketinde Ege Denizi ve çevresinde yaratmış olduğu çekme gerilmesi sonucunda, Batı Anadolu’da K-G yönünde gerilmeler oluşmuştur. Bu modeldeki olayların başlama yaşı halen tartışmalı olmakla birlikte Bu modeldeki olayların başlama yaşı halen tartışmalı olmakla birlikte farklı araştırmacılar 60 ila 5 milyon yıl arasında değişen farklı yaşlar ileri sürmektedirler (McKenzie 1978; Le Pichon ve Angelier 1979).

### - Orojenik Çökme Modeli

Bu model İzmir-Ankara-Erzincan suture zonunun aşırı kısalıp kalınlaşma ile birlikte kabuğun Geç Oligosen-Erken Miyosen’de kendi ağırlığına dayanamayarak normal faylarla çökmesi nedeniyle kuzey-güney genişlemeli tektonik rejimin başladığı belirtilmiştir( Seyitoğlu ve Scott 1991) (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Orojenik çökme modeli (Bozkurt 2006).

## - İki Safhalı Grabenleşme Modeli

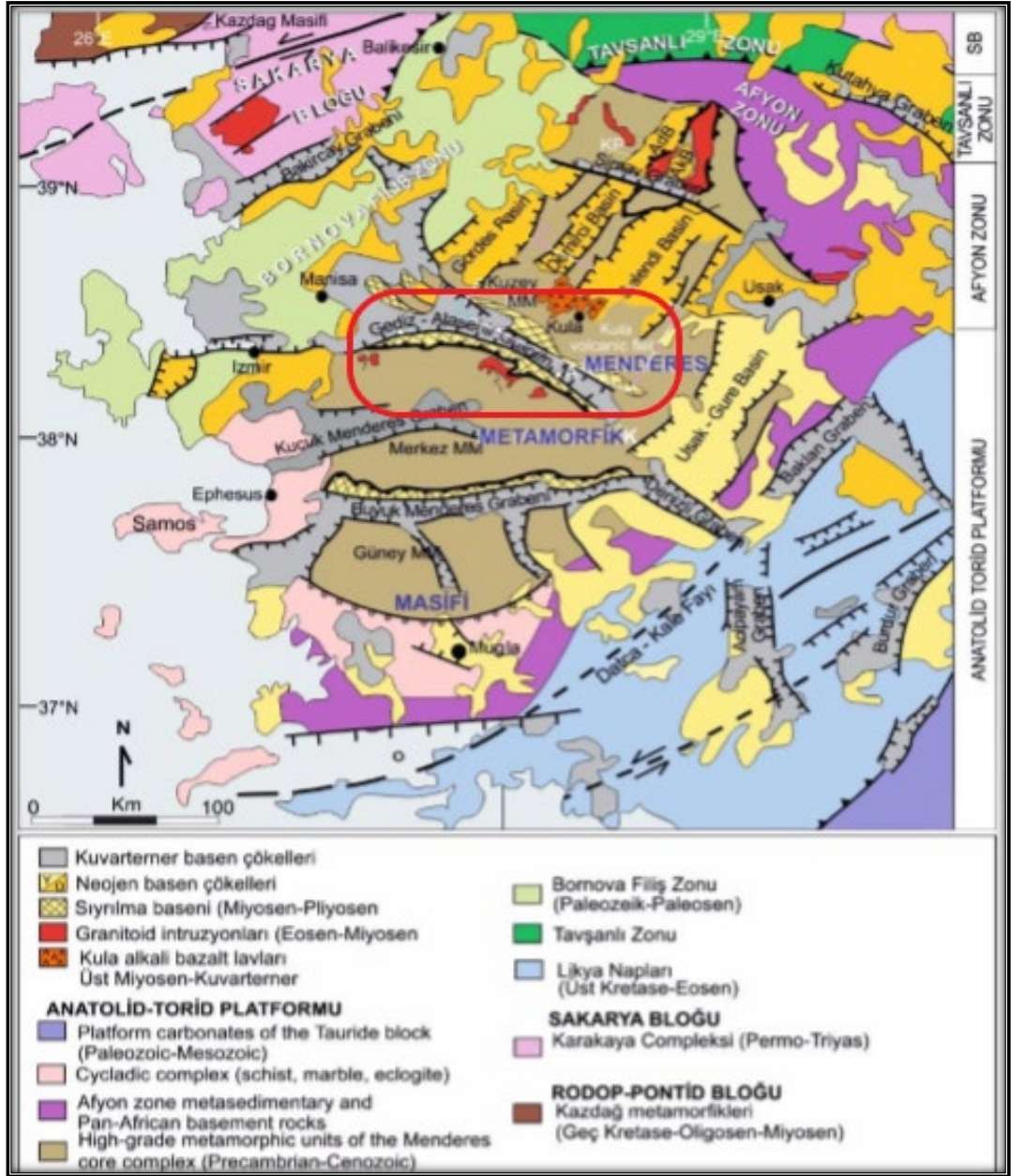
Son zamanlarda ise yaygın olarak kabul gören bir diğer model ise iki evreli olarak meydana geldiği graben modelidir. Bu modelde Batı Anadolu'nun gelişimi iki safha olarak ayırt edilmekte ve ilk olarak orojenik çökmenin gerçekleştiği ve ikinci olarak Anadolu'nun batıya kaçışı ile gelişen K-G yönlü gerilmelerin egemen olduğu düşünülmektedir (Koçyiğit ve diğ. 1999; Koçyiğit 2000).

### 3.1 Çalışma Alanının Yapısal Jeolojik Özellikleri

Çalışma alanının temel birimleri ve İzmir–Ankara kenet kuşağı ile Likya napları arasında kalan KB-GD uzanımlı Menderes Masifi'nde çok yaşlı Erken Paleozoyik, yaşlı Geç Kretase, genç Eosen-Oligosen, ve çok genç Erken Miyosen birimlerden oluşmaktadır (Şengör ve diğ. 1984). Masifin çekirdeğinde Prekambriyen yaşlı yüksek derece metamorfizma geçirmiş gnays ve şistler bulunur. Üste doğru gidildikçe Paleozoik yaşlı mikaşistler, Permo-Karbonifer yaşlı metakuvarsit, kristalize kireç taşları ve Mesozoyik yaşlı kireçtaşları gelir (Bozkurt ve Park 1994; Hetzel ve diğ. 1995) (Şekil 3.4).

Çalışma alanının fay sarplıklarının en üst kotunun deniz seviyesinden yüksekliği Google Earth programı kullanarak 2120m, ova seviyesinin ise 180m ölçülmüştür. Graben dolgularının kalınlığı ortalama 300m olduğu dikkate alındığında düşey atım miktarının 2240m olabileceği tahmin edilmektedir.



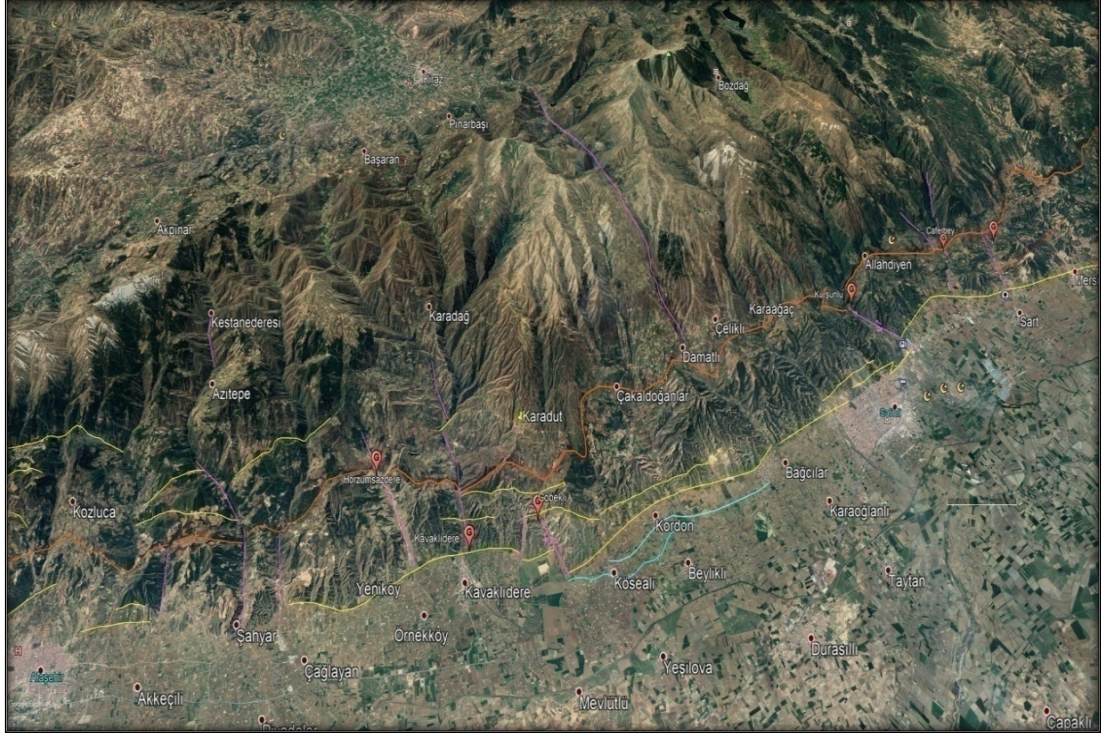


Şekil 3.4: Menderes Masifi'nin jeolojik haritası (Öner ve Dilek 2011, 2013).

Gediz grabeni, Erken Miyosen / Orta Miyosen yaşlı Karadut Fayı'nın kuzeye doğru gravitasyonel hareketinin başlıca belirleyici olduğu bir mekanizmanın sonucu meydana gelen yaklaşık D-B doğrultulu çöküntü alanının tamamını kapsamaktadır (Hetzl ve diğ. 1995; Seyitoğlu ve Scott 1996; Emre 1996).

Batı Anadolu'daki D-B gidişli Kemalpaşa ve Sarıgöl arasında uzanan yaklaşık olarak 150 km uzunluğunda 3- 40 km genişliğinde bir çöküntü havzasıdır. Gediz Grabeni güney kenarı aktif bir yarım graben olan kıta içi açılma tektoniğine bağlı olarak şekillenmiş bir rift havzasıdır (Koçyiğit 2000).

Hem grabenin hem de çalışma alanının ana fayı olan Karadut Sıyrılma Fayı grabenin güney kenarı boyunca uzanır. Gediz grabeninin Neojen çökellerini Menderes masifinden ayıran bu fay Seyitoğlu ve Scott (1996) tarafından “Ana Fay” olarak, Emre (1996) tarafından “Karadut Fayı” olarak adlandırılmaktadır (Şekil 3.5).



**Şekil 3.5:** Çalışma alanının Google Earth uydu görüntüsü. Kırmızı çizgiler sıyrılma fayını, sarı çizgiler yüksek açılı normal fayları, mor çizgiler çapraz fayları temsil etmektedir.

Gediz Grabeni'nin güneyden sınırlayan faylar batıdan Hamzababa köyü (Turgutlu) ile doğuda Avşar köyü ( Sarıgöl) arasında uzanır. Faylar metamorfitle, Üst Miyosen yaşlı kayaçları ve Pliyosen yaşlı aşınım yüzeyleri, Kuvaterner yaşlı çökel kayaçlar ile Holesen yaşlı alüvyal yelpazeleri keserler (Bircan ve diğ. 1983).

### 3.2 Alaşehir (Karadut) Sıyrılma (Detachment) Fayı

Kıtasal açılmaya uğramış bölgeler için karakteristik yapısal unsurlardan olan sıyrılma (Detachment faults) fayları, eğim açıları genellikle  $25^0 - 30^0$  den daha düşük olan, kilometrelerce uzunlukta genişliğe, yüzlerce metre atıma sahip düşük açılı normal faylar olarak tanımlanmaktadır (Davis 1977; Carr ve Dickey 1976; Davis ve diğ. 1979) tarafından Kolorado Whipple dağları bölgesinde tanımlanan Detachment (Ayrılma/Sıyrılma) fayı terimi, tanımı ve işlevi açısından daha kullanışlıdır.

Çalışma bölgesinde gözlenen Gediz Sıyrılma fayı üzerinde grabenin güney kenarı boyunca faya paralel / yarı paralel yüksek açılı normal faylar gelişmiş ve alttaki sıyrılma fayına birleşmişlerdir. Kabaca D-B doğrultulu Sıyrılma fayı düşük bir sapma ile  $15^0 - 28^0$  arasında değişen eğimlerle kuzeye doğru eğimlidir. Menderes Masifi'nin metamorfik temeli ile tortul graben dolgusu arasındaki sınırı oluşturur. Bu fay sistemi farklı isimlerle adlandırılmıştır. Karadut fayı (Emre 1996), Çamköy sıyrılma (Koçyiğit ve diğ. 1999), Güney Sınırı fayı (Seyitoğlu ve Scott 1996). Düşük açılı Gediz Sıyrılma Fayı Pliyosen öncesi döneme ait bir yapıdır ve günümüzde aktif değildir (Emre ve Sözbilir 1995) (Şekil 3.6).

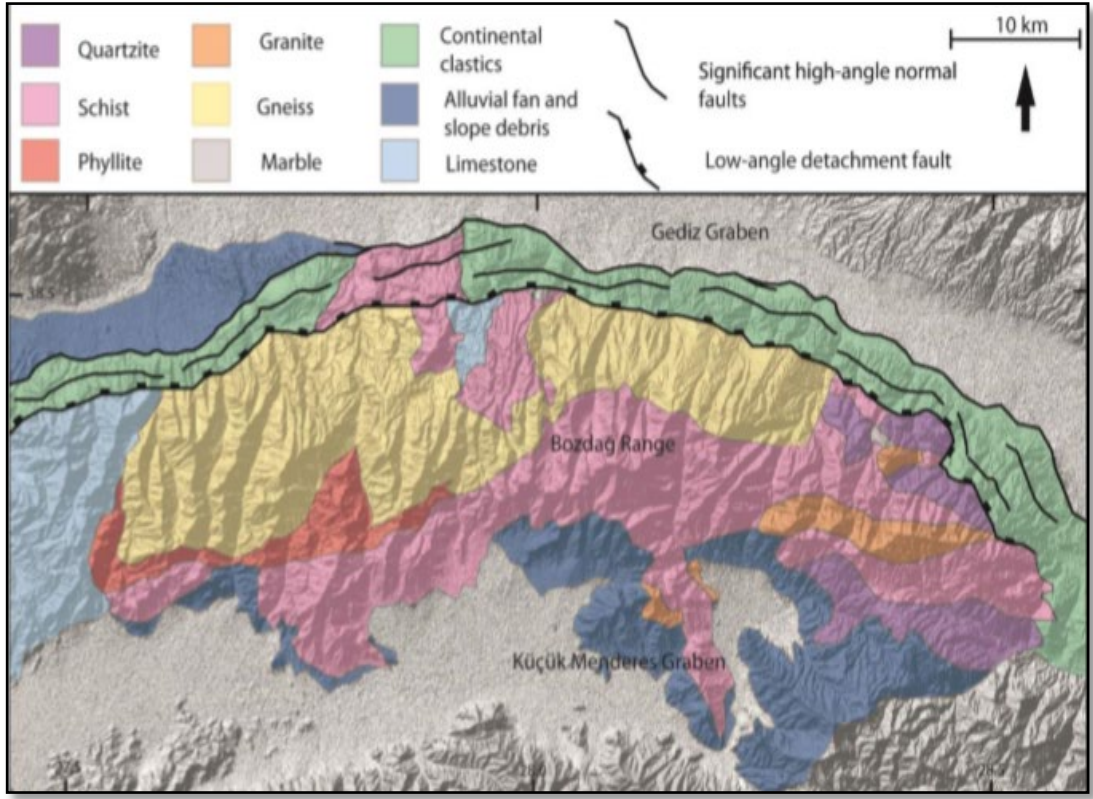


Şekil 3.6: Karadut Sıyrılma fayının Google Earth uydu görüntüsü.

### 3.3 Salihli-Alaşehir Arasındaki Yüksek Açılı Normal Faylar

İnceleme alanında Gediz Grabeni'ni güneyden sınırlayan yüksek açılı normal faylar genellikle BKB-DGD doğrultuludur. Normal faylar graben uzunluğu boyunca kuzeye dış bükey ve parçalı (segment) haldedirler. Grabenin güneyi sınırı boyunca iki ana normal fay hattı vardır (Şekil 3.7). Grabenin güneyinde en kuzeydeki fay hattı Neojen yaşlı çökelleri, Kuvaterner yaşlı alüvyonlardan ayıran fay hattıdır. Diğeri ise Karadut Sıyrılma Fayı ile Neojen birimleri birbirinden ayıran fay hattıdır. Neojen

birimlerin olduğu kısımlar eski graben dolguları iken, alüvyonların olduğu havza içi kesimler ise genç graben kesimidir.

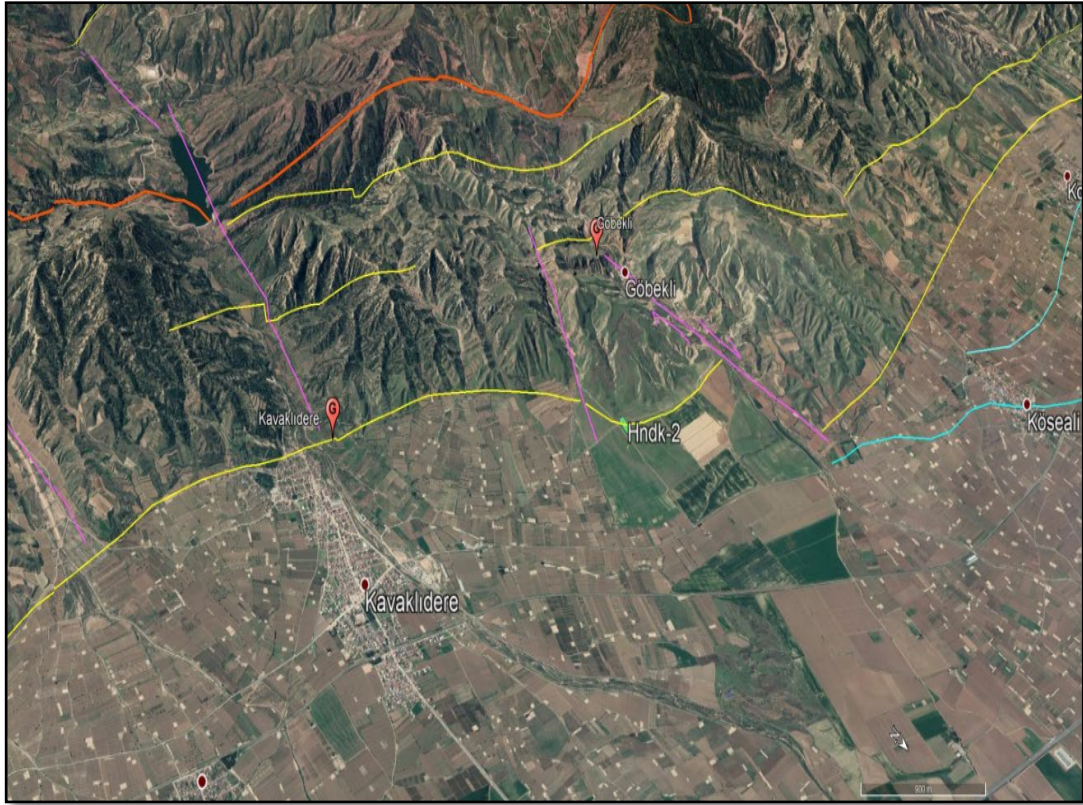


Şekil 3.7: Gediz Graben'in genelleştirilmiş jeolojik haritası (Çiftçi ve Bozkurt 2009a ve 2009b; Öner ve Dilek 2001).

Yeniköy civarındaki inceleme alanının yaklaşık 1km güneyinden geçen KB-GD doğrultulu Acidere fayı alanın en uzun fayı olarak isimlendirilmiştir (Emre 1996; Koçyiğit ve diğ. 1999). Acidere Fayı yaklaşık 40m'lik bir düşey atıma sahiptir (Sarıkaya, 2000). Yeniköy hendeğinin üzerinde açıldığı ve Emre (1996) tarafından adlandırılan Dereköy Fayı ise grabenin güney sınırında Neojen birimler ile Kuvaterner alüvyonları birbirinden ayıran Gediz ovasını, güneydeki yükseltilerle sınırlandıran, ova sınırı niteliğindeki yüksek açılı bir normal faydır. Dereköy Fayı, Güncel alüvyon çökelleri ve örtü kayaları arasında sınır oluşturan fay, belirli bir hat boyunca graben ovasına paralel bir şekilde uzanmaktadır. Dereköy fayı, daha önce yapılmış çalışmalara göre (Emre ve Sözbilir 1995; Emre 1996; Koçyiğit ve diğ. 1999) Gediz grabeni vadisinin güney sınırı boyunca grabenin en genç fayıdır.

### 3.4 Yaklaşık K-G Doğrultulu Çapraz Faylar (Cross-Faults)

Çalışma bölgesinde, Göbekli deresi vadisinin kuzey ucu boyunca gözlemlenen Göbekli Fayı, Gediz Graben ovasına ve diğer normal faylara dik bir şekilde KKD-GGB yönünde uzanır ve Dereköy fayını keserek segmente ayırmıştır. Göbekli mahallesinden itibaren kuzeye doğru devam ederek graben ovasının genç alüvyon çökelleri altında kaybolan Göbekli fayı, uydu görüntülerinde izlenmektedir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8: Çalışma alanının Google Earth uydu görüntüsü. Mor çizgiler çapraz fayları göstermektedir.

Vadi kenarlarının çok dik olması ve sayısal arazi modellerinde ve uydu görüntülerinde belirgin olması bu fayın tanımlanmasındaki en önemli faktörlerdir. Bu faylar, normal faylar ile formasyonların sağ yanal ötelenmesinden dolayı bu fayların sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay olduğu anlaşılabilir.

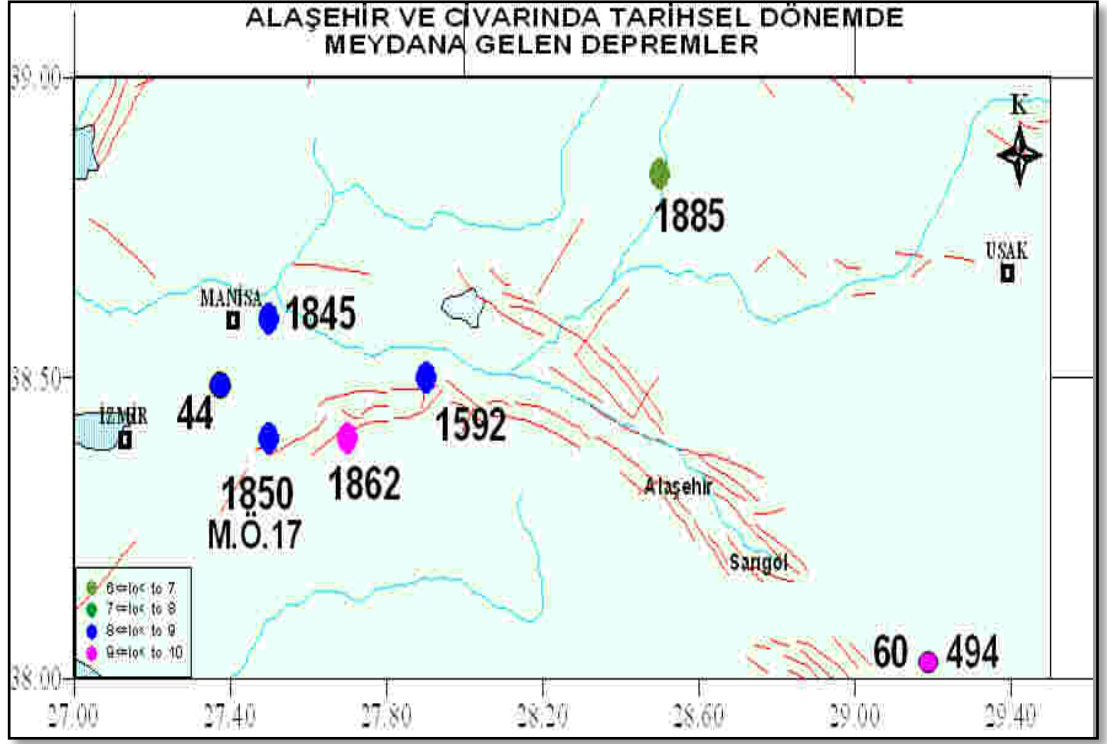
## 4. DEPREMSELLİK

### 4.1 Tarihsel Dönem Depremleri

Tarihsel ve aletsel dönem depremlerinin bilinmesi, Batı Anadolu'daki Paleosismoloji çalışmaları açısından çok önemlidir. Çalışma alanının ve çevresindeki tarihsel dönemde meydana gelen hasar verici depremlere ait bilgiler Ergin ve diğ. (1967), Pınar ve diğ. (1952), Ayhan ve diğ. (1980), Karnik (1971), Soysal ve diğ. (1981) yararlanarak aşağıdaki tablo oluşturulmuştur (Tablo 4.1). Buna göre Gediz Grabeni'nin de (1900 yılı öncesi) incelendiğinde grabenin batı kısmında MÖ. 17, 1595, 1850 ve 1862 yıllarında meydana gelmiştir. Grabenin doğu kısmında ise Büyük Menderes Grabeni ile kesişim noktasında Denizli bölgesinde 60, 494 yıllarında şiddeti 8'den büyük depremlerin olduğu belirtilmiştir.

**Tablo 4.1:** Salihli-Alaşehir ilçeleri civarında etkili olan tarihsel dönem deprem etkinliği (DAD verileri).

YIL	ENLEM	BOYLAM	YER	ŞİDDET
M.Ö. 65	37.75	29.25	Honaz - Denizli	VII
M.Ö 17	38.40	27.50	Manisa-Sart-Muradiye-Aydın	IX
60	37.90	29.2	Pamukkale-Honaz-Denizli	IX
494	37.90	29.2	Denizli	VIII-IX
44	38.50	27.40	Manisa-Efes	VIII
1595	38.50	27.90	Turgutlu-Salihli-Manisa	VIII
09.06.1651	37.80	29.30	Honaz - Denizli	VIII
1845	38.60	27.50	Manisa-İzmir	VIII
1845	39.30	26.30	Midilli-Manisa	VI
1850	38.40	27.50	İzmir,Kemalpaşa,Turgutlu	VIII
1850	38.42	27.45	İzmir-Manisa-Turgutlu-Ödemiş	VIII
1860	39.40	29.95	Kütahya-Manisa-İzmir	VI
1862	38.40	27.70	Turgutlu-Manisa	IX
1885	38.84	28.50	Alaşehir-Manisa	VI
?04.1886	37.80	29.1	Denizli	VI
?01.1887	37.8	29.1	Denizli ve geniş yöresi	VII

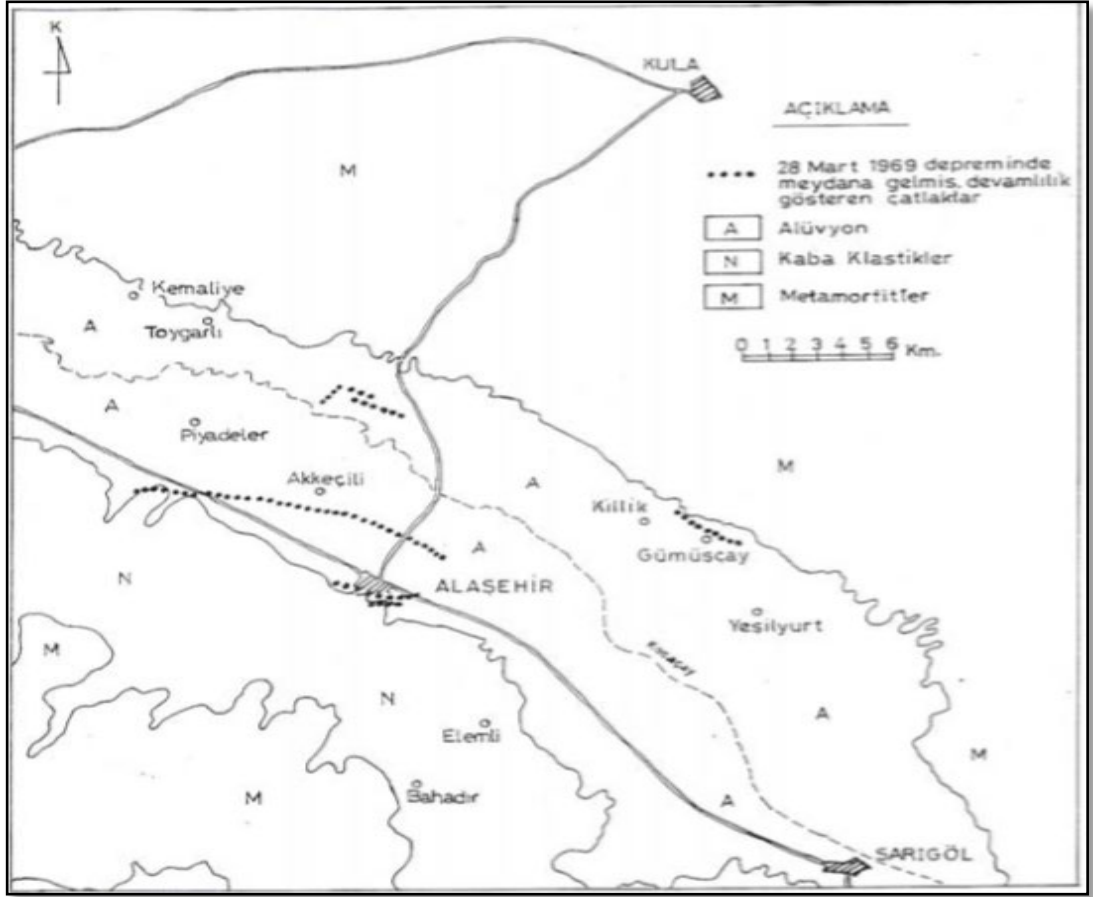


Şekil 4.1: Salihli-Alaşehir civarında meydana gelmiş olan tarihsel depremler (DAD katalog verileri).

Çeşitli araştırmacıların verilerinden elde edilerek hazırlanan tarihsel depremlerin tahmini yerleri (Şekil 4.1).

## 4.2 Aletsel Dönem Depremleri

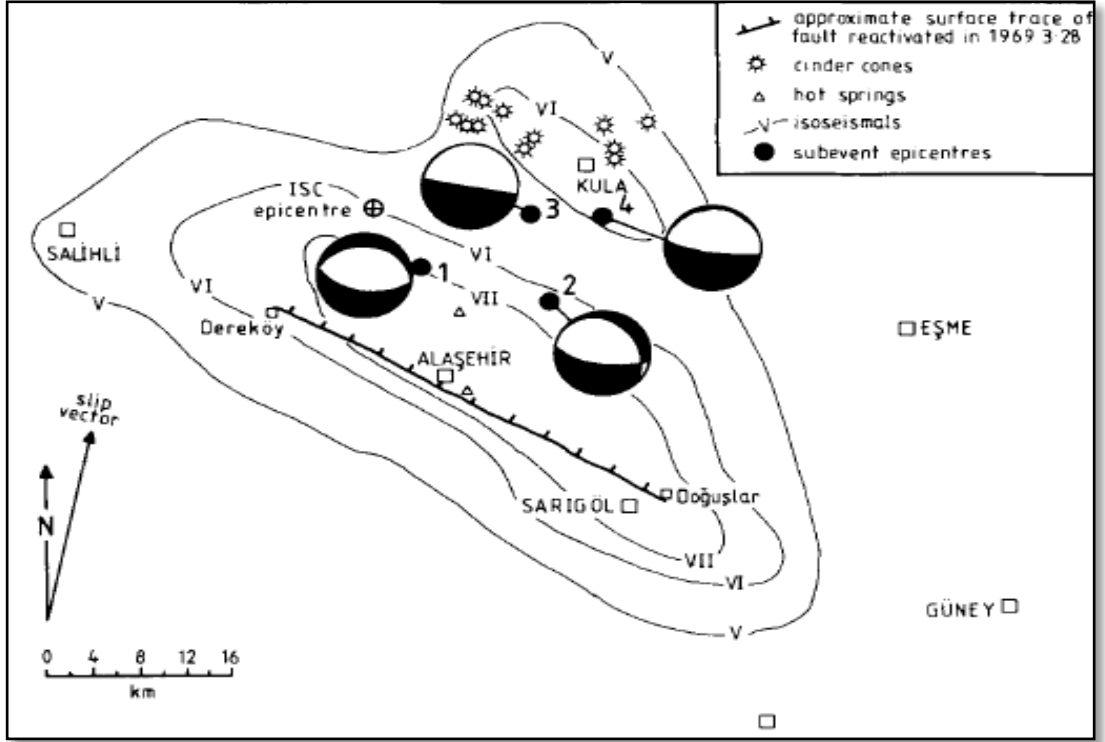
Gediz Grabeni'nde 1900-2019 yılları arasında yüzey kırığı oluşturan tek yıkıcı deprem 6.5 şiddetindeki 28 Mart 1969 Alaşehir Depremi'dir. Depremde 49 kişi ölmüş, 4651 konut yıkılmış veya hasarlar tespit edilmiştir. Bu depremde Alaşehir vadisinde en uzun 12 km'ye ulaşan ve devamlılık gösteren altı ayrı yüzey kırığı gelişmiştir (Arpat ve Bingöl 1969) (Şekil 4.2).



**Şekil 4.2:** Alasehir depreminde oluşan yüzey kırık hatlarını gösterir haritası ( Arpat ve Bingöl 1969).

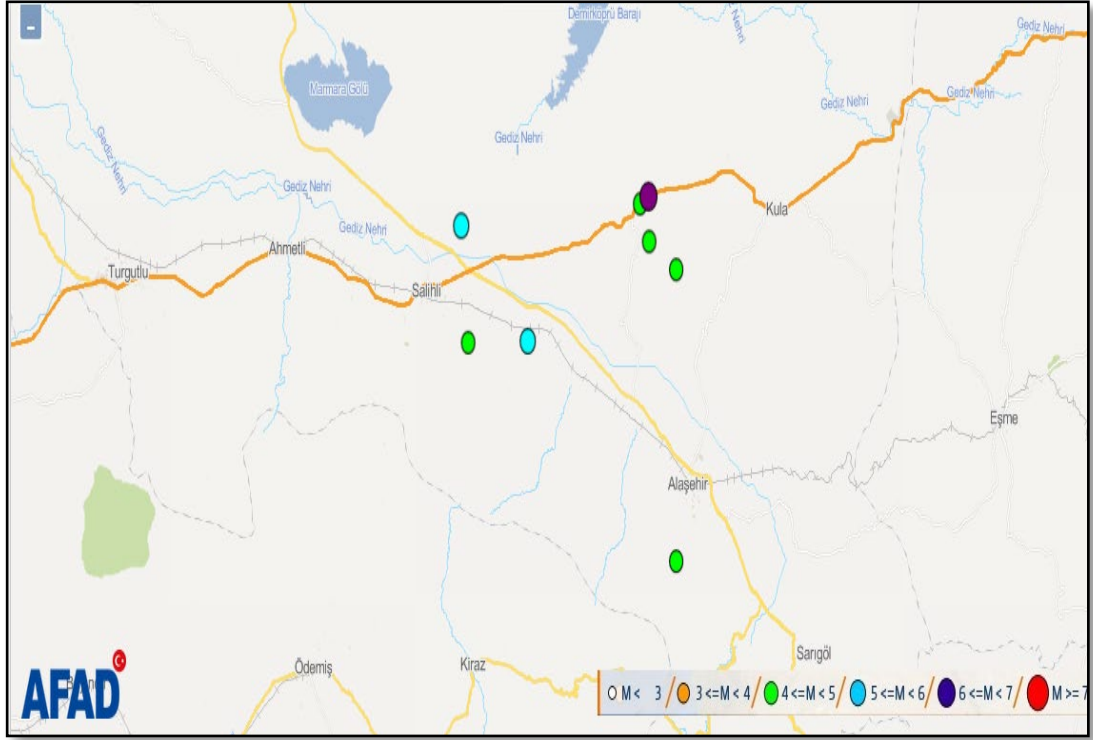
Bunlar açılmalı yapılar olup vadinin eğim yönünde çökmüş olduğunu gösterir şeklindedir. Deprem K 70-80 B doğrultulu yaklaşık toplam 36 km yüzey kırıkları oluşturmuştur. Kırıklar depremin hemen ardından 3-13 cm düşey atım ölçülmüştür (Arpat ve Bingöl 1969; Ergin ve diğ. 1971). Faylanma, eğim atımlı normal fay olup KD blok düşmüştür. Yüzey kırığı KB'da Yeniköy'den başlamış Doğuşlar'a kadar uzanmıştır. Yüzey kırıkları, vadiyi sınırlayan alçak tepelerin eteklerindeki alüvyonların çökmesi şeklinde gelişmiştir. Ana şok, kırıktan 35 km uzaklıklarda yer alan akarsu çökellerinde sıvılaşmalara neden olmuştur (Arpat ve Bingöl 1969; Ketin ve Abdüsselamoğlu 1969b; Ergin ve diğ. 1971; Allen 1975; Eyidoğan ve Jackson 1985; Ambraseys 1988) (Şekil 4.3).





**Şekil 4.3:** 1969 Alaşehir Depremi'ne ait yüzey kırığı, ana ve artçıl şokların eş hasar dağılımlarını gösteren izosismik harita (Eyidoğan ve Jackson 1985).

Aşağıdaki şekillerde 1900-2019 yılları arasında Alaşehir ve Salihli arasındaki  $M \geq 4$  olan depremler görülmektedir (Şekil 4.4).



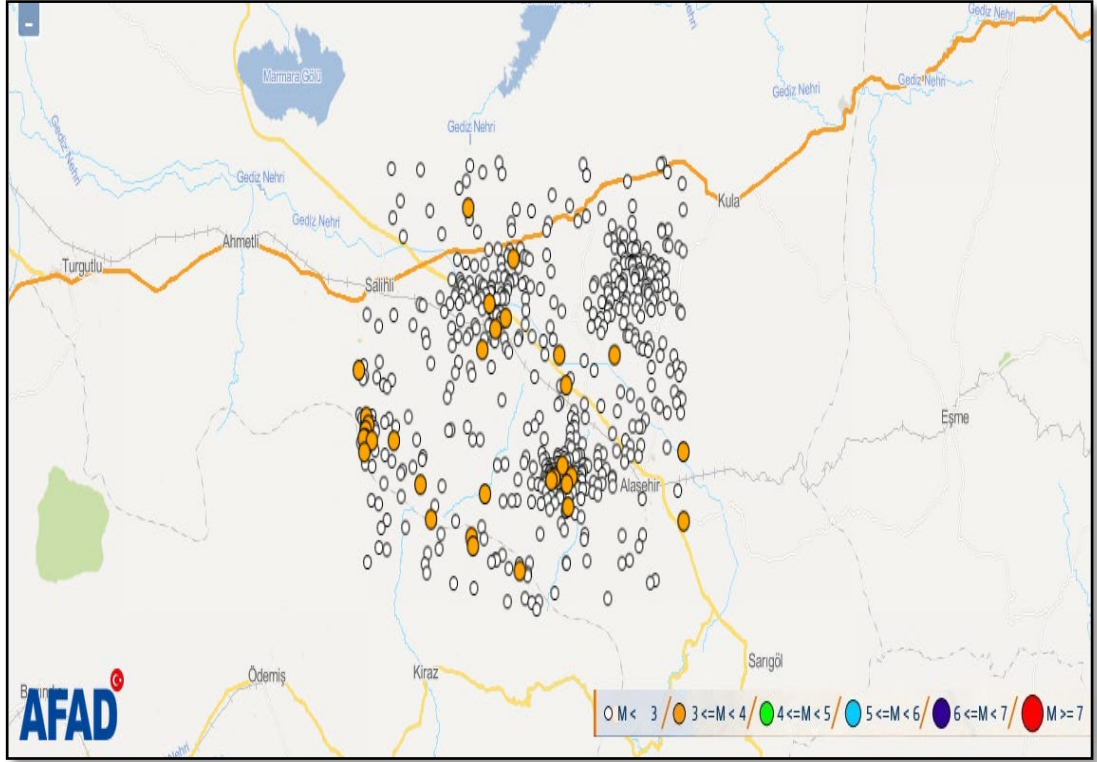
**Şekil 4.4:** 1900-2019 yılları arasında Alaşehir-Salihli çevresinde  $M \geq 4$  olan depremlerin AFAD DAD verileri.

1900-2019 yılları arasında Alaşehir ve Salihli arasındaki  $M \geq 4$  olan AFAD verilerine göre 8 adet deprem meydana gelmiştir ( Tablo 4.2).

**Tablo 4.2:** 1900-2019 yılları arasındaki  $M \geq 4$  olan depremlerin tablosu (AFAD verileri).

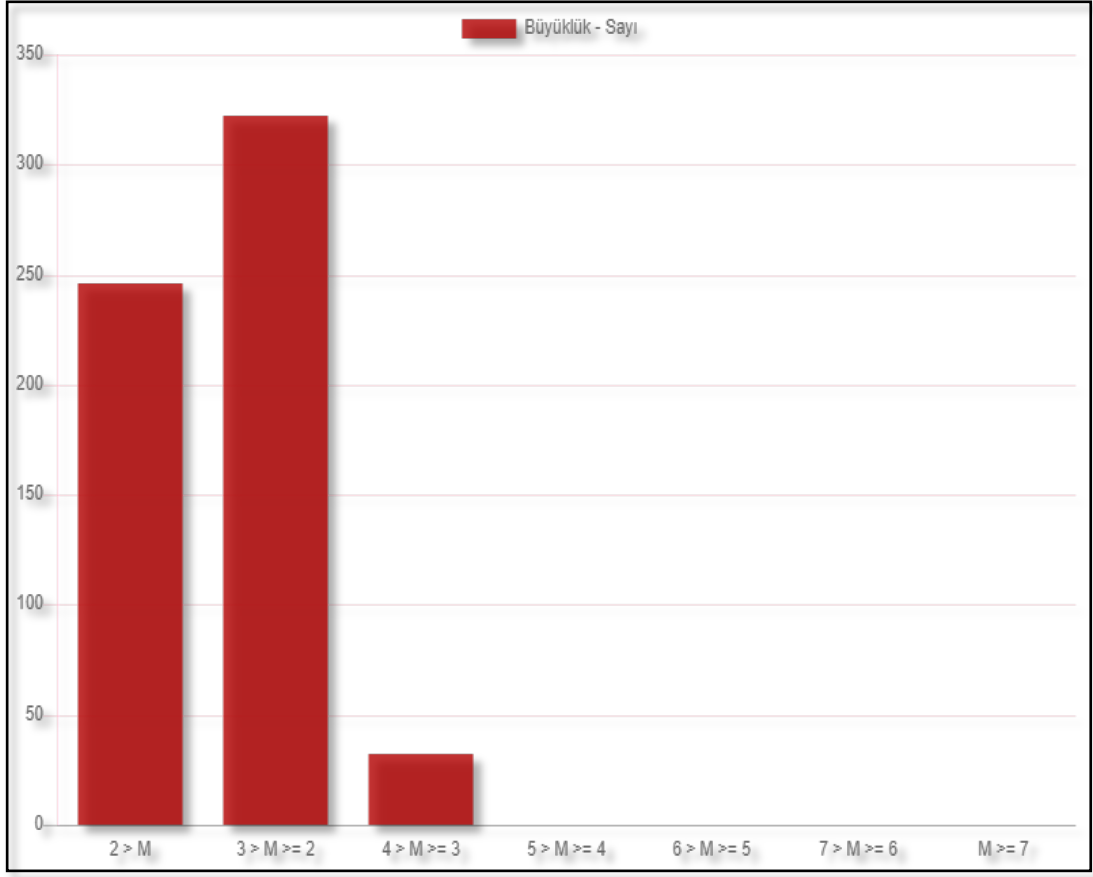
Nr	Tarih(UTC)	Ref1	Kaynak Açıklama			Derinlik	Sabit Der.	Kaynak No 2	Kaynak Açıklama		Büyükölç
			1	Enlem	Boylam				2	Tip	
8479	17/06/1999 04:24:11	0		38.5450	28.4480	7.70	-	5	ISC	mb	4.1
5146	02/11/1982 05:58:48	0		38.5192	28.4610	31.40	-	5	ISC	mb	4.6
2730	28/03/1969 01:48:30	0		38.5500	28.4600	4.00	-	1	Ayhan ve Diğ.1981	MS	6.5
2122	13/01/1966 01:44:14	0		38.3000	28.5000	22.00	-	5	ISC	mb	4.4
2007	02/03/1965 22:00:09	0		38.4510	28.2860	41.00	-	41	EHB	mb	5.0
710	13/01/1926 08:08:44	0		38.5300	28.1900	10.00	-	1	Ayhan ve Diğ.1981	MS	5.7
282	31/10/1907 03:50:00	2	Saniye bilgisi yok	38.5000	28.5000	10.00	*	2	Ambraseys-Finkel 1987	MS	4.5
111	13/01/1903 23:00:00	2	Saniye bilgisi yok	38.4500	28.2000	10.00	*	2	Ambraseys-Finkel 1987	MS	4.8

Aşağıdaki şekillerde 1900-2019 yılları arasında Alaşehir ve Salihli arasındaki  $M < 4$  olan depremler görülmektedir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5: 1900-2019 yılları arasında Alaşehir ve Salihli çevresinde  $M < 4$  olan depremlerin AFAD verileri.

Alaşehir-Salihli arasında 1900-2019 yılları arasında  $M < 4$  olan 601 adet deprem meydana gelmiştir AFAD verilerine göre (Şekil 4.6).



Şekil 4.6: 1900-2019 yılları arasında  $M < 4$  olan 601 adet deprem grafiği (AFAD).

## 5. PALEOSİSMOLOJİ

Paleosismoloji, aletsel dönem öncesi, başka bir deyişle tarihsel dönemlerde oluşmuş ve yüzey kırığı oluşturmuş depremlerin sayısını, büyüklüğünü, atım miktarını (düşey, yatay ya da her iki yönde), kayma hızını, tekrarlanma aralığını ortaya koymak için yapılan çalışmalardır (Solonenko 1973; Wallace 1981; McCalpin 1996). Bu çalışmaların yapılabilmesi için daha önce farklı nedenlerle oluşmuş paleosismolojik verilerin incelenmesi gerekmektedir.

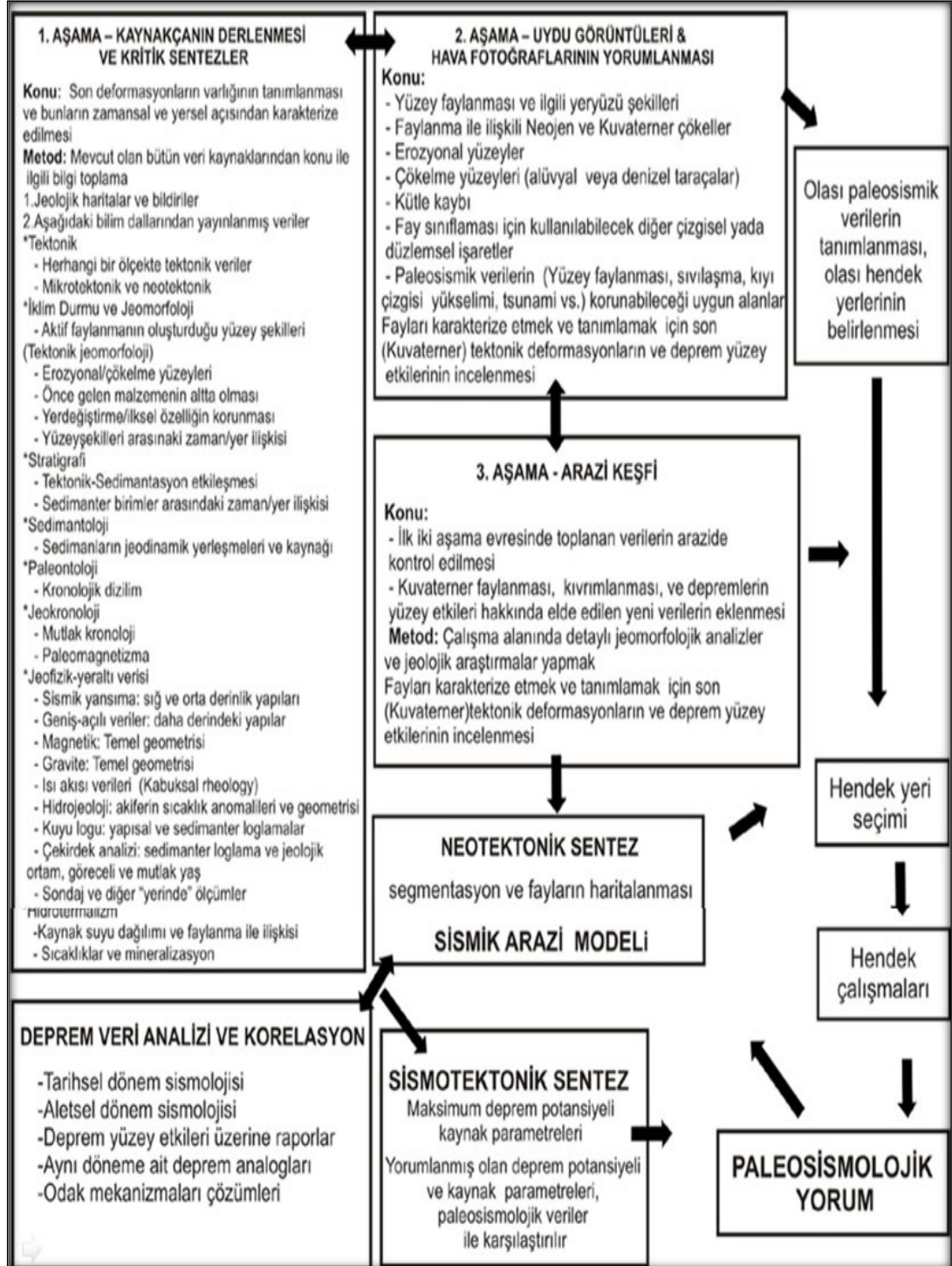
Paleosismik verilerin sınıflaması ilk ilk kez Solonenko (1973) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmalarda kullanılan sınıflama; sismodeformasyon (fay ile ilişkili), sismogravite (sarsıntı ile ilişkili), gravite ve sismik (fay ve sarsıntı ile ilişkili).

Bir diğer sınıflama ise McCalpin (1996) tarafından önerilmiştir. Bu sınıflama kapsamında paleosismik veriler önce iki ana başlığa daha sonrada 3 alt başlığa ayrılmıştır (Tablo 5.1).

**Tablo 5.1:** Paleosismolojik verilerin sınıflandırması (McCalpin 1996).

PALEOSİSMİK VERİLERİN SINIFLAMASI				
Birincil: Tektonik Deformasyon sonucu oluşan veriler				
Seviye 1: Türü	Fay üzerinde	Faydan uzakta	Faylanma ile ilişkili	Faylanmadan sonra
Seviye 2: Lokasyon	Fay üzerinde	Faydan uzakta	Faylanma ile ilişkili	Faylanmadan sonra
Seviye 3: Zamanı	Faylanma ile ilişkili	Faylanmadan sonra	Faylanma ile ilişkili	Faylanmadan sonra
Jeomorfolojik veriler	1. Fay sarplığı Çatlaklar Kıvrımlar Fay çizikleri Basınç surları	2. Fay öni çökelleri	3. Eğimli seviyeler Yükselmiş deniz-kara çizgisi Çekilmiş deniz seviyesi	4. Tektonik taraça
Stratigrafik veriler	5. Faylanmış tabakalar Kıvrılmış tabakalar	6. Fay öni çökelleri Çatlak dolgusu Uyumsuzluk (olay seviyesinde)	7. Tsunami çökelleri	8. Erozyona bağlı uyumsuzluklar, yükselme, çökme ve eğimlenmeye bağlı depolanmalar
Sismik olmayan yapıların sayısındaki fazlalık	Nadiren	Nadiren	Bazen	genellikle
İkincil: Sismik sarsıntı sonucu oluşan veriler				
Seviye 1: Türü	Fay üzerinde	Faydan uzakta	Faylanma ile ilişkili	Faylanmadan sonra
Seviye 2: Lokasyon	Fay üzerinde	Faydan uzakta	Faylanma ile ilişkili	Faylanmadan sonra
Seviye 3: Zamanı	Faylanma ile ilişkili	Faylanmadan sonra	Faylanma ile ilişkili	Faylanmadan sonra
Jeomorfolojik veriler	9. Kum çökelleri Heyelanlar Zarar görmüş ağaçlar	10. İlerlemeli heyelanlar	11. Kum çökelleri Heyelanlar Çatlaklar Sedimanları çökmeye bağlı sıkışması	12. İlerlemeli heyelanlar
Stratigrafik veriler	13. Kum daykları	14. Hızlı depolanmış göl veya nehir ağızı çökelleri	15. Kum daykları Dolmuş kraterler Gevşek sediman deformasyonu Türbidit çökelleri	8. Erozyona bağlı uyumsuzluklar, yükselme, çökme ve eğimlenmeye bağlı depolanmalar
Sismik olmayan yapıların sayısındaki fazlalık	Bazen	Çok muhtemel	Bazen	Çok muhtemel

Tez çalışması kapsamında hendekler açılmıştır. Paleosismoloji çalışmaları Michetti ve diğ. (2005) tarafından önerilen ve paleosismoloji çalışmalarında uygun bir benzer çalışma şekli uygulanmıştır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1: Akış şeması (Audemard 1989; Michetti ve diğ. 2005).

## 5.1 Jeofizik Çalışmaları

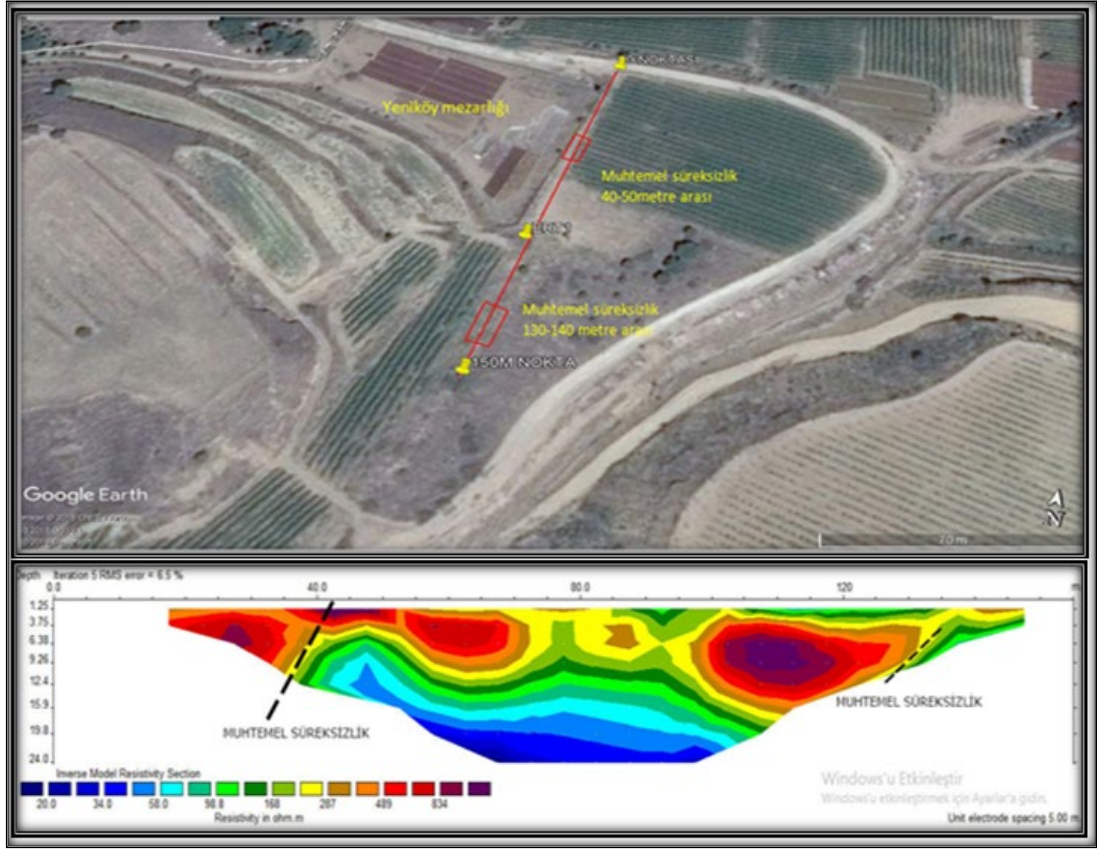
Hendek yerlerin belirlenmesi için jeofizik çalışmalarında çoklu-elektrot öz direnç yöntemi kullanılmıştır. Bu sayede hendek çalışmalarına başlamadan önce gömülü vaziyetteki yüzey kırıklarını önceden tespit etmek mümkün olabilmektedir.

Çalışma bölgemizde 2 adet rezistivite çalışması yapılmıştır. Birincisi Yeniköy mahallesinin GD'sunda yer alan mahalle mezarlığının yanında yer alan Kaynarca deresi boyunca K-G doğrultusunda 5 metre jeofon aralıklı ve 150 metre uzunluğunda rezistivite çalışması yapılmıştır (Şekil 5.2).



Şekil 5.2: Çoklu-elektrotlu rezistivite çalışması.

Yapılan ölçüm sonucu iki adet muhtemel yüzey kırığı verisi elde edilmiştir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3: Yeniköy mahallesinde yapılan çoklu-elektrot rezistivite çalışmasının sonucu.

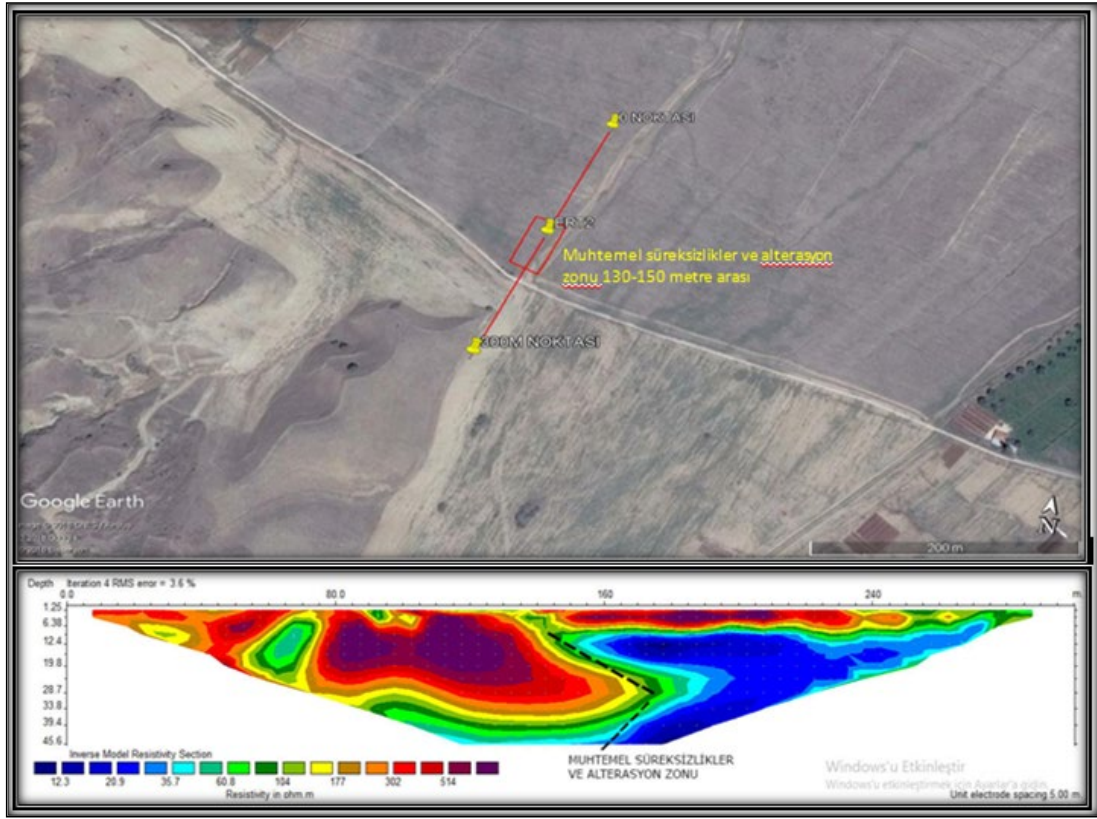
İkinci rezistivite çalışmamız Göbekli mahallesin yaklaşık 1.5 km KD'sunda yer alan K-G doğrultusunda 5 metre jeofon aralıklı 300 metre uzunluğunda rezistivite çalışması yapılmıştır (Şekil 5.4).



Şekil 5.4: Göbekli mahallesinde yapılan çoklu-elektrot rezistivite çalışması.



Yapılan ölçüm sonucu bir adet muhtemel süreksizlik ve alterasyon zonu verisi elde edilmiştir (Şekil 5.5).



Şekil 5.5: Göbekli mahallesinde yapılan çoklu-elektrotlu rezistivite çalışmasının sonucu.

Bu saha araştırmaları sonucunda jeofizik, uydu görüntüleri ve arazi şartlarının uygunluk durumuna göre elde edilen veriler sonucu hendek yerleri belirlenerek hendek çalışmaları yürütülmüştür.

## 5.2 Hendek Çalışmaları

Çalışma alanımızın içinde yer alan Yeniköy mahallesi ve Göbekli mahallesinde hendek yerleri belirlenerek hendek çalışmaları yapılmıştır (Şekil 5.6). Hendek çalışmaları Yeniköy hendeği ve Göbekli hendeği şeklindeki başlıklar altında incelenecektir.





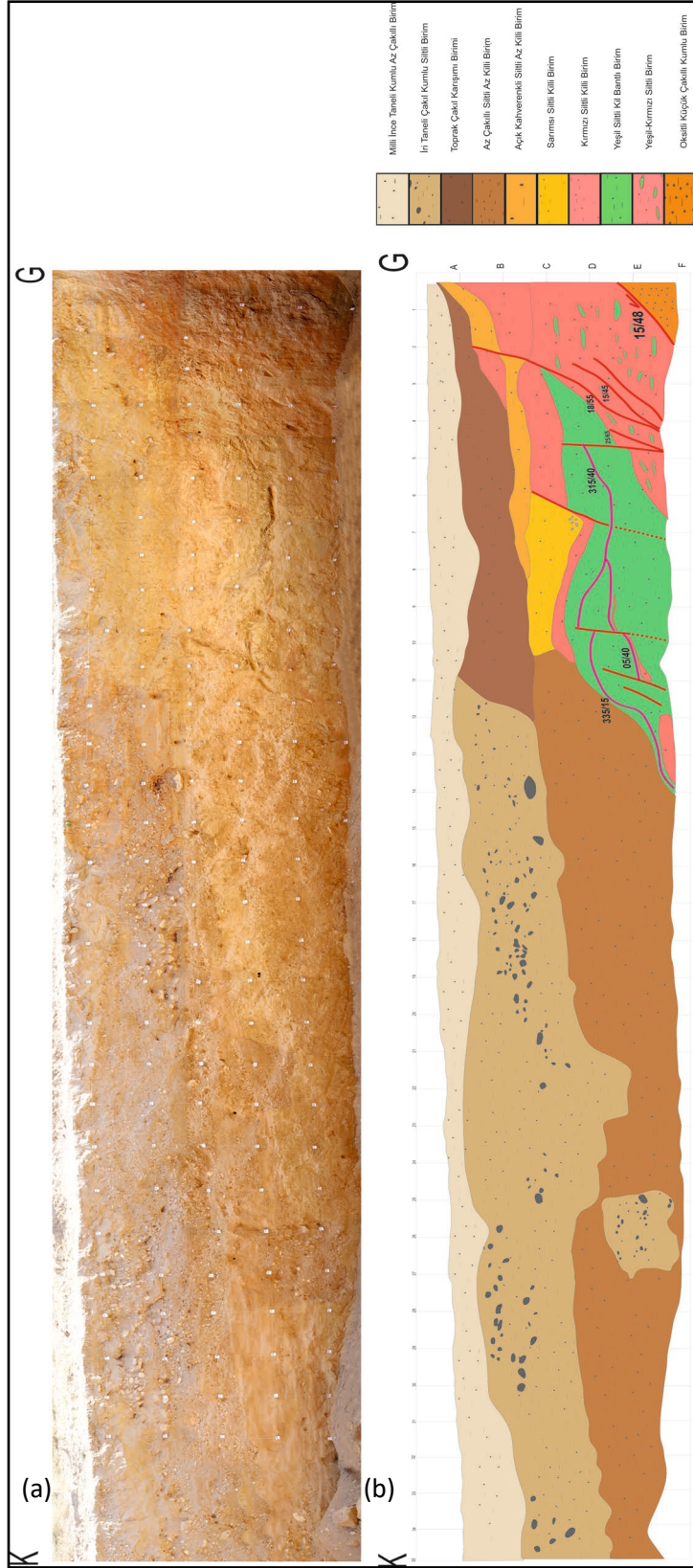
Şekil 5.7: Yeniköy hendegine ait fotoğraflar.

Hendeğin doğu duvarında 10 farklı birim ayrırt edilmiştir (Şekil 5.8).



Şekil 5.8: Hendeğin doğu duvarındaki birimler.

Bu birimler hendeğin en üst seviyesinden alta doğru; üstte siltli, milli, ince taneli kumlu, az çakıllı birim yer almaktadır. Kuzey ucunda dere yatağı malzemeleri iri taneli çakıl ardalamalı siltli-kumlu kısım yer almaktadır. Güneye doğru gidildikçe siltlerin arasında kum-çakıl dolgusu gözlenmektedir. Daha sonra tabandaki siltlerin yerini kahve renkli az killi çakıllı siltler almaktadır. Hendeğin güney kısmında ise tavandan tabana doğru toprak çakıl karışımı birimi, altında açık kahve renkli siltli az killi birim, onun altında sarımsı siltli killi deprem kolüvyon kaması yer almaktadır. Bu birimlerin tabanına doğru kırmızı siltli birim, yeşil siltli killi bantlı birim, yeşil-kırmızı siltli birim ve en yaşlı birim olan oksitlenmiş küçük çakıllı kumlu birim yer almaktadır (Şekil 5.9).



Şekil 5.9: a) Yeniköy hendek'in doğu duvarı fotomozaiik çekim, b) Hendek logu doğu duvarı.

Yeniköy hendeğinin doğu duvarından 10 adet OSL/TL yaşlandırması için numune alınmıştır ve en az 3 ayrı deprem olayıyla ilişkili veri gözlenmiştir (Şekil 5.10). Bunlar; B-KB / D-KD doğrultulu ve K-KD'ya 48 derecelik eğimi olan ana faya sintetik fayların oluşturduğu depremlerdir. Bunlardan en eski deprem olayı (Olay-1) C4-C5 çizgisinin 20 cm altındaki yaklaşık düşey fayın sebep olduğu depremdir. İkinci deprem olayı (Olay-2) ise D7-C7 çizgisinin güneyinden geçen yaklaşık D-B doğrultulu kuzeye  $60^{\circ}$ - $70^{\circ}$  eğimli fayın oluşturduğu depremdir. Bunun üzerinde yaklaşık 65 cm kalınlığında tabanında çakılların kumların olduğu bir kolüvyon kaması çökelmiştir. Bunlardan en geç olay (Olay-3) ise B-KB / D-GD doğrultulu ve  $55^{\circ}$  lik eğim ile ( $18^{\circ}/55^{\circ}$ ) K-KD ya eğimli fay üzerinde meydana gelen depremdir. Bu fay üzerinde de yaklaşık 70 cm kalınlığında bir kolüvyon kaması gelişmiş olup 70cm lik düşey atıma karşılık gelmektedir. Wells ve Coppersmith (1994)' in yer değiştirme-moment magnitüt ilişkisine göre  $M=6.6$  büyüklüğünde bir depreme karşılık geldiği tahmin edilmiştir. Bu bu fay segmentinin karakterinin ortalama 6.5 büyüklüğünde depremler ürettiğini ortaya koymuştur. Hendekten alınan OSL/TL ve C14 yaşlandırma numunelerinin analiz sonuçları geldiğinde eski depremlerinin oluş zamanları ve bu verilerden yola çıkarak deprem tekrarlanma periyotları tespit edilmiş olacaktır.



Hendeğin güney ucunun en tabanında kahve renkli oksitli kama Şeklinde akıllı kumlu bir gözlenmekte olup kuzeye doğru incelen, ezilmiŐ kum haline dönüŐmüŐtür. Bu seviyeyi üstten ise grimsi yeşil renkli yaklaşık 5cm kalınlıktaki fay kili sınırlamaktadır. Bu fay kili üzerinde çok belirgin bir Şekilde kayma çizikleri (Rake=85° ) gelişmiştir. Fay yaklaşık D-B doğrultulu ve 48° ile KKD'ya (15°/48° ) eğimlidir (Şekil 5.11).



Şekil 5.11: Yeniköy hendeğin doğu duvarındaki kayma çizikli normal fay ve fay kili.

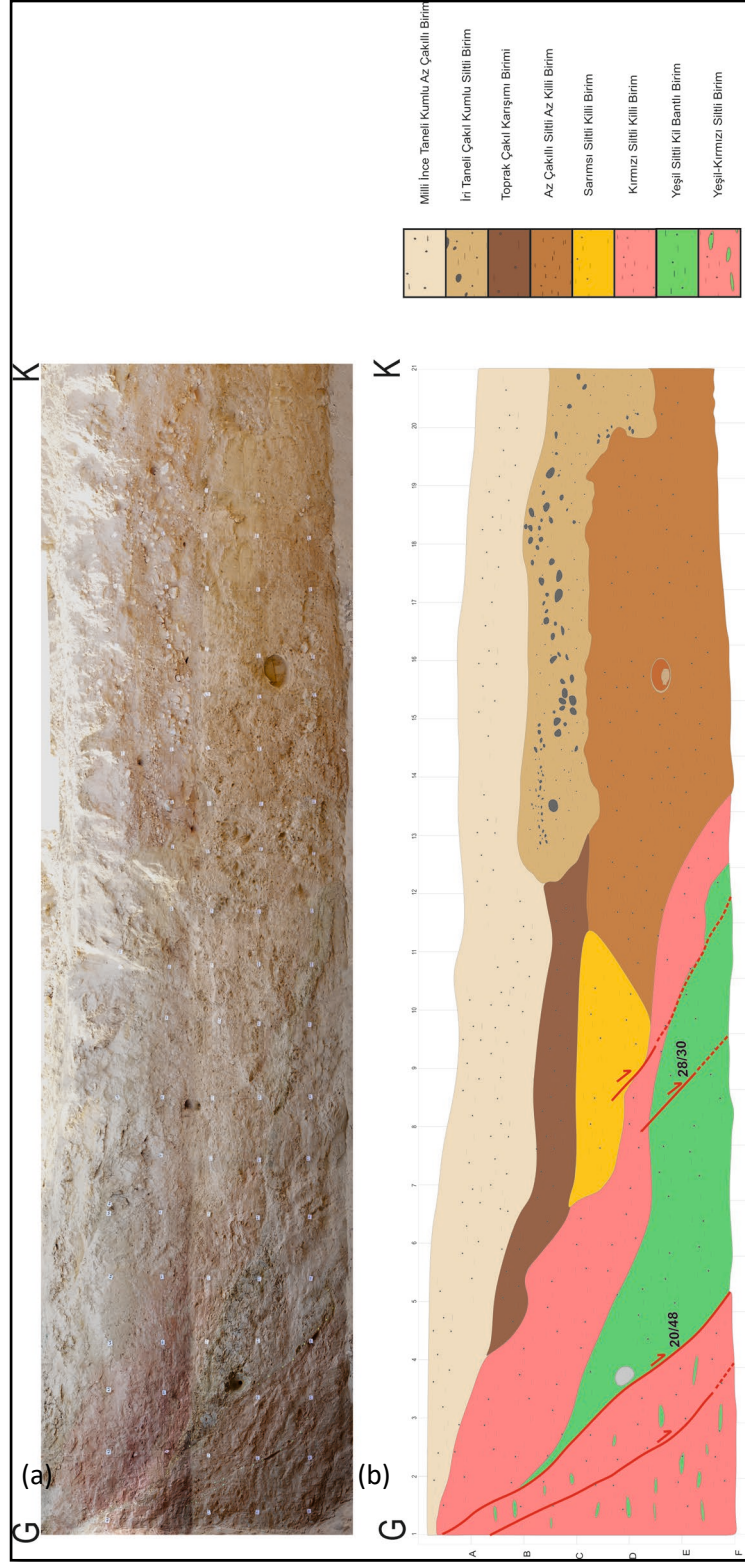
Hendeğin batı duvarında 10 farklı birim ayırt edilmiştir. Bu birimler tavandan tabana doğru aşağıdaki Şekilde sıralanmıŐtır (Şekil 5.12).





**Şekil 5.12:** Hendeğin batı duvarındaki birimler.

Bu birimler hendeğin en üst seviyesinden alta doğru; üstte siltli, milli, ince taneli kumlu, az çakıllı birim yer almaktadır. Güney ucunda dere yatağı malzemeleri iri taneli çakıl ardalamalı siltli-kumlu kısım yer almaktadır. Kuzeye doğru gidildikçe tabandaki siltlerin yerini kahve renkli az killi çakıllı siltler almaktadır. Hendeğin kuzey kısmında ise tavandan tabana doğru toprak çakıl karışımı birimi, altında altında sarımsı siltli killi deprem kolüvyon kaması yer almaktadır. Bu birimlerin tabanına doğru kırmızı siltli birim, yeşil siltli killi bantlı birim, yeşil-kırmızı siltli birim yer almaktadır (Şekil 5.13).



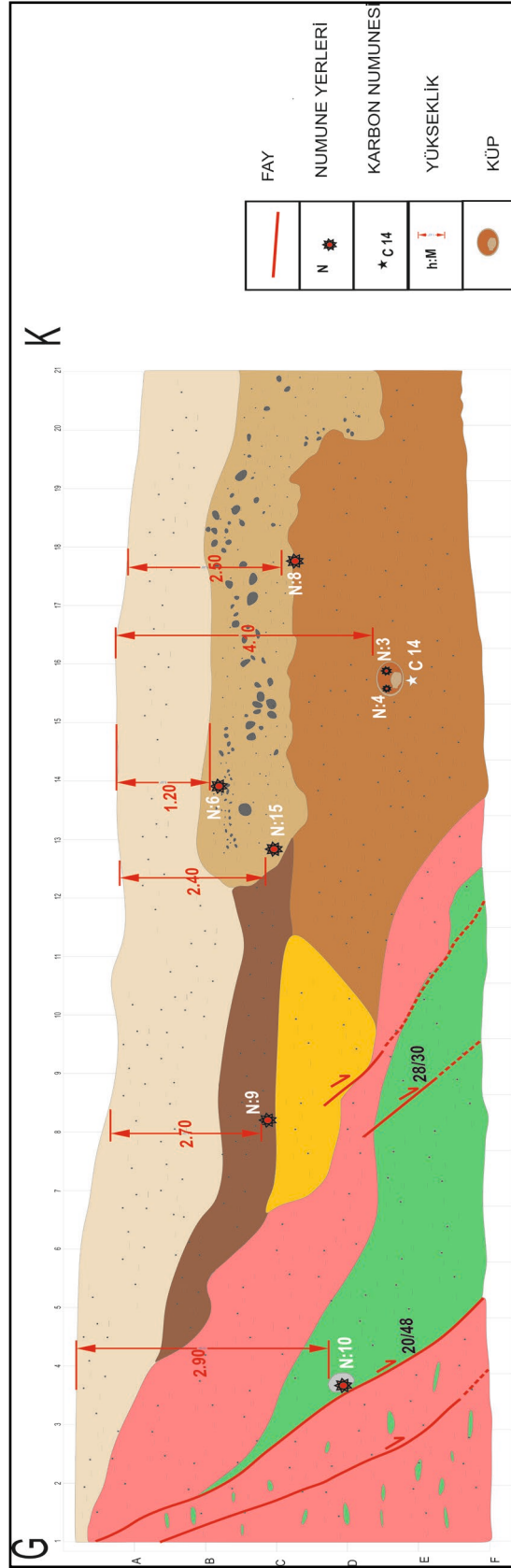
Şekil 5.13: a) Yeniköy hendeği batı duvarı fotomozaik çekim, b) Yeniköy hendeği batı duvarı logu.

Batı duvarında D15-D16 çizgisi ile E15-E16 çizgisi arasında yaklaşık 4m derinliğinde 60-65 cm çapında büyük bir küp ve bunun içinde de daha küçük 25-30cm yüksekliğinde bir küpe rastlanılmıştır. Büyük küp ile küçük küpün arasında da küçük kemik parçaları gözlenmiştir. Bu kemik parçalarından C14 yaşlandırma analizinde kullanılmak üzere çok küçük bir parçası alınmıştır (Şekil 5.14). Bu parçaların görülmesini müteakiben Sorumlu Jandarma komutanlığına haber verilmiş ve Manisa müze müdürlüğü tarafından inceleme yapılmıştır. İnceleme sonucuna göre küpün Geç Hellenistik-Erken Roma Dönemine ait küp mezar olduğu kanaatine varılmıştır.



**Şekil 5.14:** Yeniköy hendeğinin batı duvarındaki küp ve kemik parçaları.

Yeniköy hendeğinin batı duvarından 7 adet OSL/TL yaşlandırması ve 1 adet ise C14 yaşlandırması için numune alınmıştır. Batı duvarının güneyinde gözlenen faylar birbirine paralel sentetik normal faylardan oluşmaktadır. Fayların doğrultusu yaklaşık D-B doğrultulu ve kuzeye eğimlidirler (Şekil 5.15)



Şekil 5.15: Hendeğin batı duvarı OSL/TL/C14 yaşlandırma için alınan numune yerleri ve faylar.

### 5.2.2 Göbekli Hendeği

Alaşehir Göbekli mahallesinde paleosismolojik çalışması için açılan hendek Göbekli mahallesinin yaklaşık 2 km kuzey doğusunda açılmıştır. Açılan hendeğin güney ucu koordinatı 06154848D-4254994K rakım 188m. Kuzey ucu koordinatı 0615867D-4255054K rakım 187m olan yaklaşık K-G doğrultu 55metre uzunluğunda 2 metre derinliğinde ve 1,5 metre genişliğinde açılmıştır. Ancak açılan hendek yerinin çökme risklerinden ve herhangi bir fay izine rastlanmadığından dolayı hendekte paleosismolojik çalışma yapılamamıştır (şekil 5.16).



şekil 5.16: Göbekli hendeğine ait fotoğraflar.

### 5.3 Laboratuvar alışmaları

Işık geçirmez özellikteki yaklaşık 30-50 cm uzunluk ve ~5-6 cm çapındaki elik ve plastik silindir tüpler yardımıyla Yeniköy hendeğinden 17 adet kuvars ve feldspat tanecikleri içeren toprak numunesi alınmıştır. Ayrıca 1 adet de C14 yaşlandırması için küpten çıkan kemik parçası numunesi alınmıştır (şekil 5.17).

Taşıma sırasında numunelerin tüp içinde hareket ederek birbirine karışmaması için tüpün her iki ucu kağıtlarla sıkıştırılıp paketlenmiştir. Numuneler önce Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Kaya Mekaniği Mühendisliği Laboratuvarında hazırlanan karanlık oda ortamında, uygun filtrelerle şiddeti zayıflatılmış kırmızı ışık altında tüpler içinden çıkarılmıştır. Tüplerin uç kısımlarının ışık alma ihtimaline karşılık baş ve son kısımlarından yaklaşık 5-6'şar cm'lik kısımları atılmıştır.

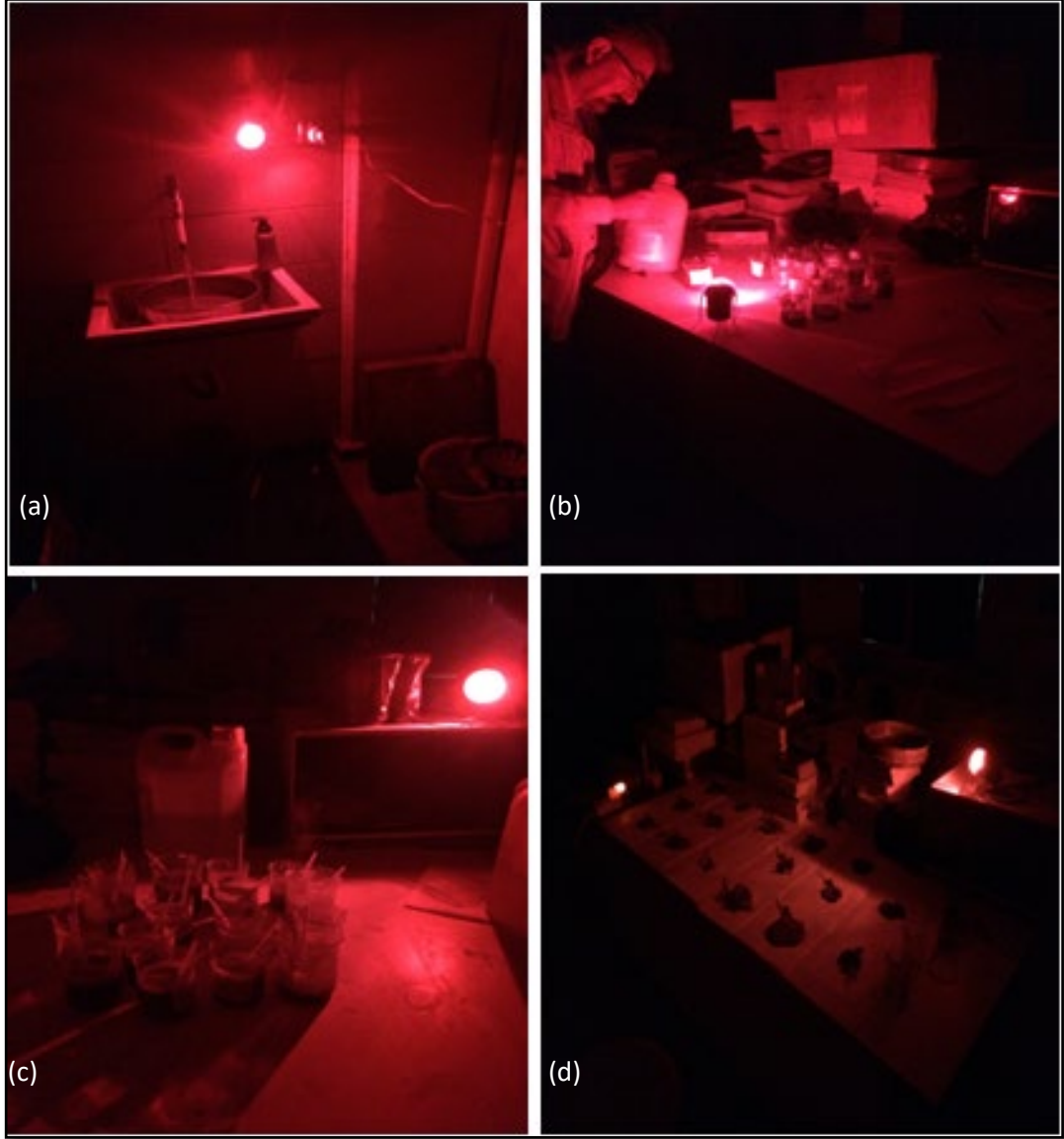


Şekil 5.17: Çelik tüple numune alma çalışması.

Örneklerden ölçümlerde kullanılabilir mineralleri ayırtmak amacıyla Aitken'in ve Wintle'in önerdiği bazı fiziksel ve kimyasal laboratuvar zayıflatılmış kırmızı ışık altında uygulanmıştır (Aitken 1985; Wintle 1997). Bu amaçla, önce örnekler nazikçe ezilmiştir. Daha sonra 90-140µm aralığındaki elekler yardımıyla yıkanarak elenmiştir.

Öncelikle bütün örneklerin içerdiği/içerebileceği kalsitlerden arındırılmak için %10 luk HCl asit içerisinde içersinde yaklaşık 5-6 saat tepkime sona erinceye kadar bekletilmiştir. Tepkime sona erdikten sonra kimyasal kalıntıları gidene kadar safsu ile yıkama işlemi yapılmıştır. Sonrasında organik bileşenlerin temizlenmesi için %35'lik Hidrojen peroksitte (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) tepkime sona erinceye kadar 1 gün bekletilmiştir. Tepkime sone erdikten sonra tekrardan saf su ile 3 defa yıkama işlemi yapılmıştır. Feldspatları yok etmek için plastik kaplarda hazırlanan %40 lık Hidroflorik asitte (HF) yaklaşık 70dk tepkimeye sokulmuştur. Bu şekilde hem feldispatlardan arındırılmıştır hem de daha iyi sonuç vermesi için kuvarsların yüzeyi

aşındırılmıştır. Sonrasında tekrardan saf su ile yıkama işlemi yapıldıktan sonra yaklaşık 1 saat %10 luk HCl asitte bekletilmiş ardından tekrar safsu ile yıkanmıştır. Numuneler 40°C'deki etüvde kurutulup analize hazır hale getirilmiştir. Kurutulan numunelerimiz paketlenerek ışık almayacak plastik kutulara yerleştirilerek yaşlandırılmak (OSL/TL) için Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü Tarihlendirme Laboratuvarı'na yollanmıştır (Şekil 5.18).



**Şekil 5.18:** a) Numuneleri yıkama işlemi, b) %10 HCl kimyasal çözelti ile kalsitlerden arındırma, c) %30 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> kimyasal çözelti içerisinde organik bileşenlerden temizlenmesi, d) Numuneleri etüvde kurutma işlemi.

#### 5.4 Yaşlandırma (TL/OSL Tarihlendirme) Çalışmaları

Tarih kayıtları, eski kültürleri ve toplulukları, çoğunlukla yazılı kaynaklara sahip olmadıkları için, yazılı olarak takip edebilmek imkansızdır. Günümüzde ise ancak kullandıkları aletleri ve bıraktıkları işaretleri incelemek yardımıyla mümkün olmaktadır. İnsanların dışında dünyamızın tarihi tektonik hareketler, volkanik aktivite değişimleri ve benzeri doğa olaylarının geçmişten günümüze hareketinin takip edilmesi de son derece önemlidir. Bu tarz incelemeleri yapabilmek için günümüzde arkeoloji, jeoloji, antropoloji, paleosismoloji gibi birçok bilim dalı araştırmalar yapmaktadır.

OSL (Optik Uyarımlı Lüminesans) /TL (Termo Lüminesans) yöntemleri, alınan numunelerin en son gün ışığı gördüğü tarihi tespit etmeye yönelik bir yöntemdir. Güneş ışığını iyonize eden optik lüminesans özelliği gösteren kuvars ve feldspat gibi mineraller incelenerek yapılan analizde optik lüminesans yaşı, laboratuvarında optik lüminesans özelliği sıfır oluncaya kadar numunenin ışığa maruz bırakılması veya ısıtılmasıyla ölçülür ve yaşlandırma hassas mineral tanelerinin gömülme zamanından başlayarak yapılır. Sedimentlerin lüminesans ile tarihlendirilmeleri iki temel büyüklüğün ölçülmesine dayanır:

1-Paleodoz (Eşdeğer doz=P) 2-Yıllık Doz.

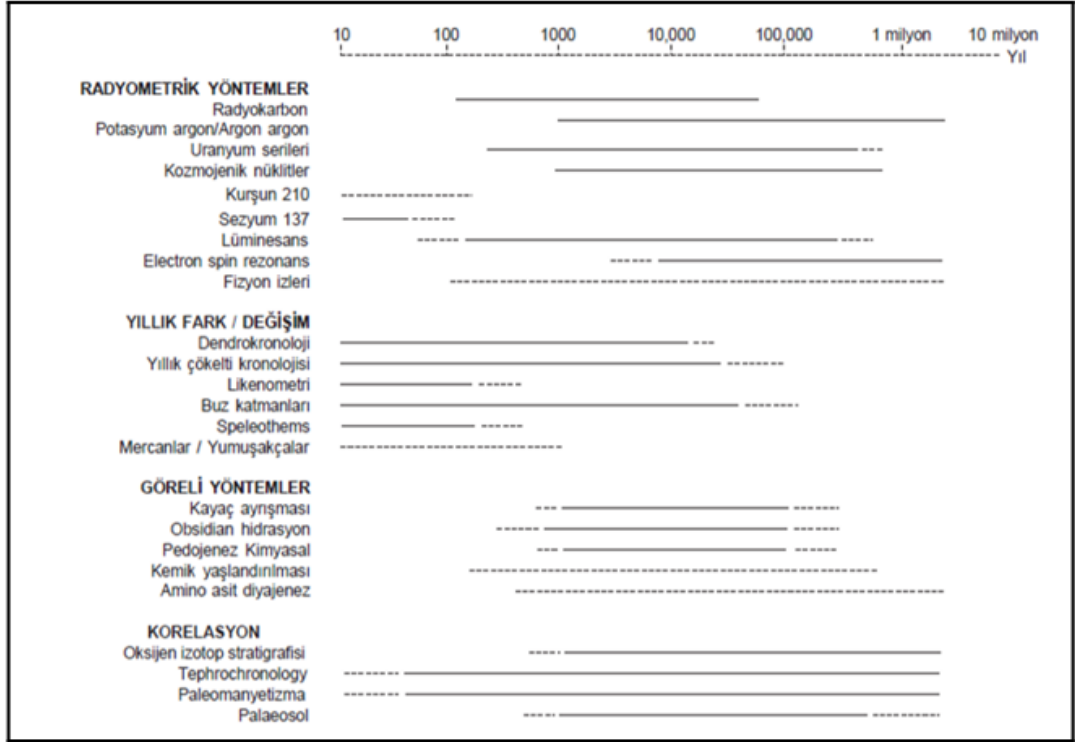
Eşdeğer doz, örneğin son güneş ışığına maruz kaldığı günden bu yana aldığı toplam nükleer radyasyon dozunu ve yıllık doz, bir yılda maruz kalabileceği dozu tanımlar.

Çevresinden enerji alan bir maddenin atom veya molekülleri kararsız hale geçer. Bu atom ve moleküller uyarılma sonucu temel hale dönerler. Temel hale geçiş esnasında atomdan dışarı ışık yayılır. Bu olaya lüminesans denir.

Laboratuvarında lüminesans olayını gözlemlemek için madde bir etkenle uyarılmalıdır. Uyarıcı kaynağa göre lüminesansa farklı adlar verilebilir. Malzemeyi uyarma amacıyla ısı kullanılırsa Termolüminesans (TL), ışık kullanılırsa Optik Uyarımlı Lüminesans (Optically Stimulated Luminescence - OSL) olarak adlandırılır (Wintle 1997; Aitken 1998).



Bilimsel tarihlendirme yöntemleri, radyometrik tarihlendirme yöntemleri, yıllık fark/değişime dayalı yöntemler, görelî tarihlendirme yöntemleri ve korelasyon yöntemleri ana başlıkları altında toplanabilir (Walker 2005) (Şekil 5.19). Her yöntem ancak belirli bir yaş aralığında çalışmaktadır ve örneğin tipi tarihlendirmede kullanılacak yöntemin belirlenmesi açısından oldukça önemlidir.



Şekil 5.19: Tarihlendirme yöntemleri ve yaş sınırları (Walker 2005).

Bu tez çalışması kapsamında alınan numuneler OSL-TL tarihlendirme yöntemine göre alınmıştır.

## 6. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

28 Mart 1969 Alaşehir depreminde (M=6.5) oluşan yüzey kırıklarının izleri arazideki jeolojik ve jeomorfolojik özellikleriyle tespit edilmeye çalışılmış ve ayrıca yörede yaşayan yaşlı kişilerle görüşülerek yerleri teyit edilmiştir. Daha sonra paleosismolojik veriler için uygun ortam olan alüvyon yelpazelerinin ince taneli kesimlerine denk gelecek şekilde, bu yüzey kırıklarının geçtiği yerleri dik kesen jeofizik hatlar belirlenip ölçümler yapılmıştır. Elde edilen veriler neticesinde biri Kavaklıdere köyünün 2.5 km batısında, diğeri ise Yeniköy'ün hemen doğusundaki vadi ağzında olmak üzere 2 hendek yeri tespit edilmiştir.

Yeniköy hendeğinde en az 3 ayrı deprem olayıyla ilişkili veri gözlenmiştir. Bunlar, B-KB / D-KD doğrultulu ve K-KD ya 48 derecelik eğimi olan ana faya sentetik fayların oluşturduğu depremlerdir. Bunlardan en eski deprem olayı (Olay-1) C4-C5 çizgisinin 20 cm altındaki yaklaşık düşey fayın sebep olduğu depremdir. Bu depremdeki düşey atım 25cm olup, bu değer Wells ve Coppersmith (1994)' e göre M=6,3 büyüklüğünde bir depreme karşılık gelmektedir. İkinci deprem olayı (Olay-2) ise D7-C7 çizgisinin güneyinden geçen yaklaşık D-B doğrultulu kuzeye 60-70 eğimli fayın oluşturduğu depremdir. Bunun üzerinde yaklaşık 65 cm kalınlığında tabanında çakılların kumların olduğu bir kolüvyon kaması çökelmiştir. Bu depremde 65 cm lik bir düşey atım meydana gelmiş olup Wells ve Coppersmith (1994)' in yer değiştirme-moment magnitüt ilişkisine göre M=6.5 olduğu tahmin edilmiştir. Bunlardan en geç olay (Olay-3) ise B-KB / D-GD doğrultu ve 55° lik eğim ile (18/55) K-KD ya eğimli fay üzerinde meydana gelen depremdir. Bu fay üzerinde de yaklaşık 70 cm kalınlığında bir kolüvyon kaması gelişmiş olup 70cm lik düşey atıma karşılık gelmektedir. Yine Wells ve Coppersmith (1994)' in yer değiştirme-moment magnitüt ilişkisine göre M=6.6 büyüklüğünde bir depreme karşılık geldiği tahmin edilmiştir. Bu sonuçlar bu fay segmentinin karakterinin ortalama 6.5 büyüklüğünde depremler ürettiğini ortaya koymuştur. Hendekten alınan OSL/TL ve C14 yaşlandırma numunelerinin analiz sonuçları geldiğinde eski depremlerinin oluş zamanları ve bu verilerden yola çıkarak deprem tekrarlanma periyotları tespit edilmiş olacaktır. Bu fay üzerinde en son depremin 28 Mart 1969 (6.5) olduğu bilinmektedir. Buna göre bu fay segmenti üzerinde tekrarlanma periyodu ortaya çıkarıldığında 1969

yılından itibaren gelecekte olması muhtemel depremin zamanı istatistiki olarak tahmin edilebilecektir.

Yeniköy hendeğinde ilaveten batı duvarında yaklaşık 4m derinliğinde 60-65 cm çapında büyük bir küp ve bunun içinde de daha küçük 25-30cm yüksekliğinde bir küpe rastlanılmıştır. Büyük küp ile küçük küpün arasında da küçük kemik parçaları gözlenmiştir. Bu kemik parçalarından C14 yaşlandırma analizinde kullanılmak üzere çok küçük bir parçası alınmıştır. Bu parçaların görülmesini müteakiben Sorumlu Jandarma komutanlığına haber verilmiş ve Manisa müze müdürlüğü tarafından inceleme yapılmıştır. İnceleme sonucuna göre küpün Geç Hellenistik-Erken Roma Dönemine ait küp mezar olduğu kanaatine varılmıştır.

Kavaklıdere ile Göbekli mahallesinin arasında kalan hendek çalışmasında göçme tehlikesinden dolayı herhangi bir veri ve çalışma yapılamamıştır.

## 7. KAYNAKLAR

Aitken, M. J., *Thermoluminescence Dating*, Academic Press., 359. London, (1985).

Allen, C.R., “Geological criteria for evaluating seismicity”, *Geological Society of America Bulletin*, 86, 1041-1057, ( 1975).

Ambraseys, N.N., *Engineering seismology, Earthquake*, Engin, Struct. Dyn., 17, 1-105, (1988).

Arpat, E., Bingöl, E., “Ege Graben sistemleri ve Batı Anadolu’nun genel tektoniği üzerinde düşünceler”, *MTA Yayını derleme* 4172, 41, (1969).

Audemard, F. A., “Neotectonique du Languedoc Mediterrane ´en: examen critique et synthe`se des donne´es existantes”, *D.E.A. Memoir, Universite´ Montpellier II (U.S.T.L.)*, 60, (1989).

Ayhan, E., Alsan, E., Sancaklı, N. ve Üçer, S.B., “Türkiye ve dolaylarının deprem kataloğu” 1881-1980, *Boğaziçi Üniversitesi*, (2000).

Bircan, A., Bozbay, E., Gökdeniz, S., Kozal, A.T ve Öğdüm, F., “Gediz Graben Sisteminin jeomorfolojisi ve genç tektoniği”, *MTA Derl. Rap.*, 7386, Ankara, (1983).

Bozkurt, E., and Park, R.G., “Southern Menderes Massif: an incipient metamorphic core complex in Western Anatolia, Turkey”, *J. Geol. Soc.*, London, 151, 213 – 216, (1994).

Bozkurt, E., Sözbilir, H., “Tectonic evolution of the Gediz Graben: field evidence for an episodic, two stage extension in western Turkey”, *Geol. Mag.*, 141 (1), 63-79, (2004).

Bozkurt, E., “Büyük ölçekli normal fayların oluşumu ve evrimi”, Prof. Dr. A. Aykut Barkayı anma toplantısı, *İTU/AYBE.*, Şubat, (2006).

Carr, W.J and Dickey, D. D., “Cenozoic tectonics of eastern Mojave Desert”, *U.S.*, Geolical Survey Profesional Paper, 1000,75, (1976).

Çiftçi, N.B. and Bozkurt, E., “Folding of the Gediz Graben fill, SW Turkey: extensional and/or contractional origin”, *Geodinamica Acta*, 21 (3), 145-167, (2008).

Çiftçi, N.B. and Bozkurt, E., “Pattern of normal faulting in the Gediz Graben, SW Turkey”, *Tectonophysics*, 473 (1), 234-260, (2009a).

Çiftçi, NB., Bozkurt, E., “Evolution of the Miocene sedimentary fill of the Gediz Graben, SW Turkey”, *Sedimentary Geology*, 216, 49–79, (2009b).

DAD Verileri, Web sitesi. <http://sismo.deprem.gov.tr/Veritabanı/turknetkatalog.php>, (05 Aralık 2005), (2006).

Davis, G. A., Anderson, J. L., Frost, E. G. and Shackelford, T. L., “Geological excursions in the southern California area” San Diego State University, 75-108, (1979).

Davis, G.H., “Characteristics of metamorphic core complexes, Southern Arizona”, *Geological Society of America Abstract with program*, 9, 944, (1977)

Demircioğlu, D., Ecevitöğlü, B. and Seyitoğlu, G. “Evidence of a rolling hinge mechanism in the seismic records of the hydrocarbon-bearing Alaşehir graben, western Turkey”, *Petroleum Geoscience*, 16, 155–160, (2010).

Dewey, J.F. and Şengör, A. M. C., “Aegean and surrounding regions; complex multi plate and continuum tectonics in a convergent zone”, *Geol. Soc. America Bull.* Part 1.90., 84 – 92, (1979).

Dewey, J.F., Hempton, M.R., Kidd, W.S.F., Şaroğlu, F., Şengör, A.M.C., “Shortening of continental lithosphere: The neotectonic of eastern Anatolia young collision zone, In: Coward, M.P., Ries, A.C. (Eds), *Collision Tectonics*”, *Geol. Soc. London, Spec. Publ.*, 29, 2-36, (1986).

Emre, Ö, Özalp, S., Duman, T.Y., “1/250.000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası”, *MTA Genel Müdürlüğü, Ankara- Türkiye*, serisi, İzmir (NJ35-7) ,paftası, seri no 6, (2011).

Emre, T., “Gediz Grabeni’nin Jeolojisi ve Tektoniği”, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 5, 171-185, (1996).

Emre, T. and Sözbilir, H., “Field evidence for metamorphic core complex, detachment faulting and accommodation faults in the Gediz and Büyük Menderes grabens (western Turkey)”, *International Earth Sciences Colloquium on the Aegean Region Proceedings*, 1, 73-94, (1995).

Ergin, K., Güçlü, U., Aksay, G., “A Catalog of earthquakes of Turkey and Surrounding Area 1965–1970”, Technical Report, *Istanbul Technical University, Faculty of Mines, Institute of Physics of the Earth*, 28, (1971).

Ergin, K., Güçlü, U. ve Uz, Z., “Türkiye ve civarının deprem kataloğu (Milattan sonra 11 yılından 1964 sonuna kadar)”, *İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Arz Fiziği Enstitüsü Yayınları*, 24, (1967).

Eyidoğan ve Jackson., “a seismological study of normal faulting in the Demirci, Alaşehir and Gediz earthquakes of 1969-70 in western Turkey: implications for the nature and geometry of deformation in the continental crust, geophysics”, *J.R.*, 81, 569-607, (1985)

Hetzl, R., Ring, U., Akal, C. ve Troesch, M., “Miocene NNE-directed extensional unroofing in the Menderes Massif, southwestern Turkey”, *Journal of the Geological Society of London*, 152, 639–654, (1995).

<http://deprem.afad.gov.tr/depremkatalogu#>

<http://www.mta.gov.tr/hizmetler/yenilenmis-diri-fay-haritalari>

İztan, H, Yazman M., “Geology and hydrocarbon potential of the Alaşehir (Manisa) area, western Turkey”, *Proceedings of the International Earth Sciences Congress on Aegean Regions*, 327–338, (1991).

Karnik, V., *Seismicity of the European, Area Part 2*. D.Reidel publishing company Dordrecht-Holland, (1971).

Ketin, İ. ve Abdüsselamoğlu, Ş., “23 Mart 1969 Alaşehir-Sarıgöl depremleri hakkında makro-sismik gözlemler”, *İstanbul Üniversitesi, Jeoloji Bölümü, Maden Mecmuası*, 4, 21-26, (1969).

Koçyiğit, A., “Güneybatı Türkiye'nin depremselliği, Batı Anadolu'nun depremselliği”, *Sempozyumu*, 30-38, (2000).

Koçyiğit, A., Yusufoglu, H. ve Bozkurt, E., “Evidence from the Gediz Graben for episodic two-stage extension in western Turkey”, *Journal of the Geological Society*, London, (1999).

LePichon, X. ve Angelier, J., ‘The Hellenic arc and trench system: a key to the neotectonics evolution of the Eastern Mediterranean area’, *Tectonophysics*, 60, 1-42, (1979).

McKenzie, D., “Active tectonics of the Alpine – Himalayan belt: The Aegean sea and surrounding regions”, *Geophys. J.R. Ast.*, 217 – 254, (1978).

McKenzie, D.P., “Active tectonic of the Mediterranean regions, Geophysical”, *Journal of the Royal Astronomical Society*, 30, 109-185, (1972).

McCalpin, J., *Paleoseismology*, San Diego, California, Academic Press, (1996).

McClusky S, Balassanian S., Barka A., Demir C., Gergiev I., Hamburger M., Kahle H., Kastens K., Kekelidse G., King R., Kotzev V., Lenk O., Mahmoud S., Mishin A., Nadaria M., Ouzounus A., Paradisissis D., Peter Y., Prilepin M., Reilinger R., Sanlı I., Seeger H., Tealeb A., Toksöz N., Veis G., “*GPS constraints on crustal movements and deformations for plate dynamics*”, *J. Geophys. Res.* 105, 5695–5720, (2000).

Michetti, A.M., Audemard, F.A. ve Marco, S., “Future trends in paleoseismology: Integrated study of the seismic landscape as a vital tool in seismic hazard analyses”, *Tectonophysics*, 408, 3-21, (2005).

Nyst, M. ve Thatcher, W., “New constraints on the active tectonic deformation of the Aegean”, *Journal of Geophysical Research*, 109 (11), 406-430, (2004).

Öner, Z., Dilek, Y., “Supradetachment basin evolution during continental extension: The Aegean province of western Anatolia, Turkey”, *Geological Society of America Bulletin*, 123 (11-12), 2115-2141, (2011).

Öner, Z., Dilek, Y., “Fault Kinematics in Supradetachment Basin Formation, Menderes Core Complex of Western Turkey”, *Tectonophysics* 608, 1394-1412, (2013).

Pınar, N. ve Lahn E., “Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu”, *T.C. Bayındırlık Bakanlığı Yapı ve İmar İşleri Reisliği Yayınlarından*, 6, 36, 151, Ankara, (1952).

Sarıkaya, N., “The Plio-Pleistocene age of Buyuk Menderes and Gediz Grabens and their tectonic significance on N–S extensional tectonics in West Anatolia: mammalian evidence from the continental deposits”, *Geological Journal*, 35, 1–24, (2000).

Seyitoğlu, G., ve Scott, B. C., “The age of Alaşehir graben (west Turkey) ve its tectonic implications”, *Geological Journal*, 31, 1–11, (1996).

Seyitoğlu, G., Tekeli, O., Çemen, İ., Şen, Ş., Işık, V., “The role of the flexural rotation/Rolling hinge model in the tectonic evolution of the Alaşehir Graben, Western Turkey”, *Geological Magazine*, 139, 15-26, (2002).

Solonenko, V. P., “Paleoseismogeology. Izvestiya, Academy of Sciences”, *USSR Physics of the solid earth*, 9, 3–16 (Rusça), (1973).

Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D. ve Altınok, Y., “Türkiye ve çevresinin tarihsel kataloğu (M.Ö. 2100-M.S. 1900)”, (1981).

Şengör, A. M. C. and Yılmaz, Y., “Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach”, *Tectonophysics*, 75, 181 – 241, (1981).

Şengör, A. M. C., Satır, M., ve Akkök, R., “Timing of tectonic events in the Menderes Massif, Western Turkey: implications for tectonic evolution and evidence for Pan – African basement in Turkey”, *Tectonics*, 3, 693 – 707, (1984).

Şengör, A.M.C., “Türkiye'nin neotektoniğinin esasları”, *TJK Konf.*, 2, 40, (1980).

Walker, M., “*Quaternary Dating Methods*”, John Wiley and Sons, (2005).

Wallace, R. E., “Active faults, paleoseismology, earthquake hazards in the western United States, In *Earthquake Prediction: An International Review* (D.W. Simpson and P. G. Richards, Eds.)”, Maurice Ewing Series, 4, 209–216. *American Geophysical Union*, Washington, DC, (1981).

Wintle, A.G. “Luminescence dating: laboratory procedures and protocols”, *Radiation Measurements*, 27 (5-6), 769-817, (1997).

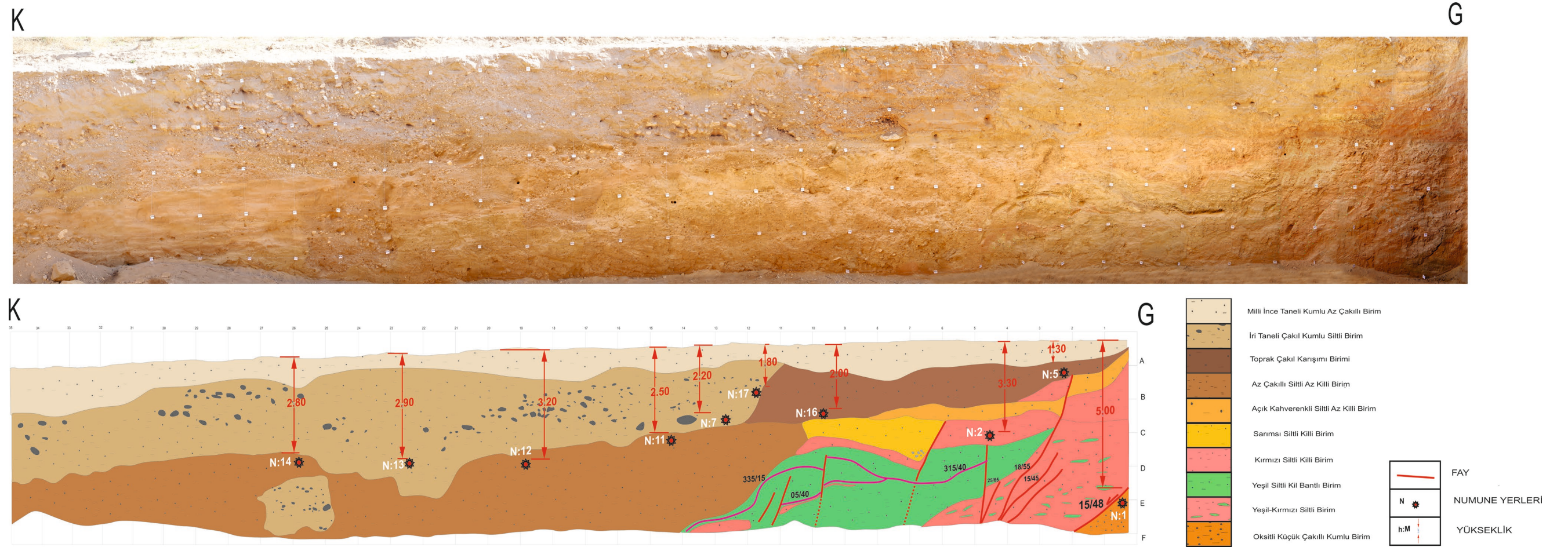
Yazman, MK, İztan, H., “Alaşehir'in (Manisa) Jeolojisi ve Petrol Olanakları”, *TPAO Exploration Group*, unpublished technical report, 18, (1990).



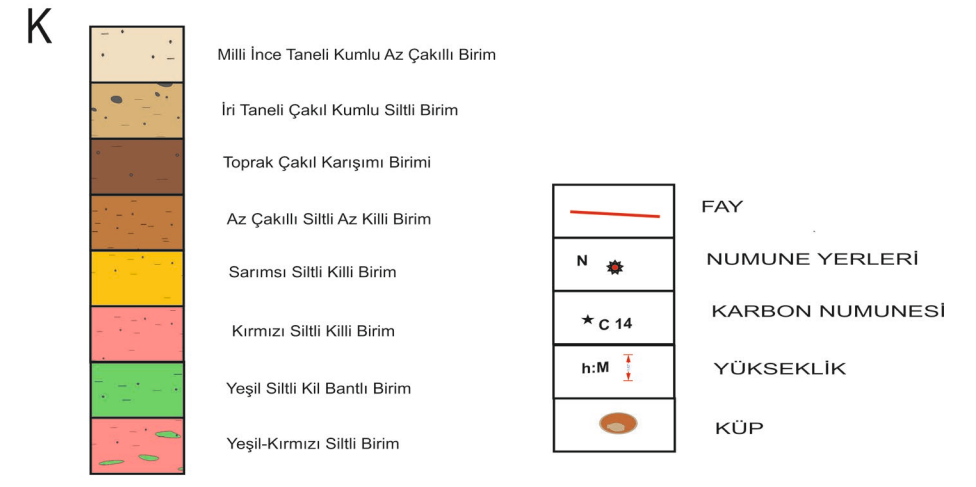
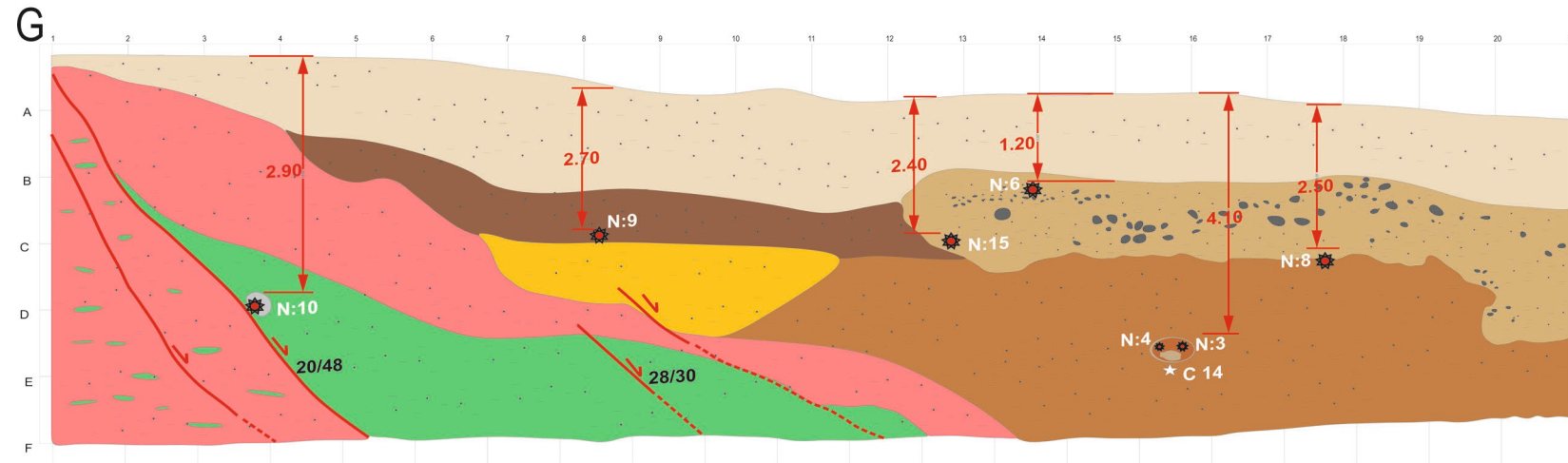
# **EKLER**

## 8. EKLER

EK A Şekil A.1 Yeniköy Hendeği Doğu Duvarı



EK A Şekil A.2 Yeniköy Hendeği Batı Duvarı



## 9. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hakan ALIŞIK  
Doğum Yeri ve Tarihi : Kurtalan, 10.06.1988  
Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi  
Elektronik Posta : hkn\_alsk@hotmail.com  
İletişim Adresi : Kuvvetli mah. Çamlıyer Sk. No:3 Kat:2 İzmir  
Medeni Hali : Evli