

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**MYRA/ANDRİAKE ANTİK KENTİ'NİN YIKILMASINA NEDEN OLAN
TARİHSEL DEPREMLERİN VE İZLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Müh. Mustafa SOFTA

**HAZİRAN 2012
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**MYRA/ANDRİAKE ANTİK KENTİ'NİN YIKILMASINA NEDEN OLAN
TARİHSEL DEPREMLERİN VE İZLERİNİN İNCELENMESİ**

Jeoloji Mühendisi Mustafa SOFTA

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"JEOLOJİ YÜKSEK MÜHENDİSİ"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 21.05.2012
Tezin Savunma Tarihi: 12.06.2012**

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet TURAN

Trabzon 2012

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında
Mustafa SOFTA tarafından hazırlanan

MYRA/ANDRİAKE ANTİK KENTİ'NİN YIKILMASINA NEDEN OLAN
TARİHSEL DEPREMLERİN VE İZLERİNİN İNCELENMESİ

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 22 / 05 / 2012 gün ve 1457 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Mehmet TURAN

Üye : Prof. Dr. Osman BEKTAŞ

Üye : Doç. Dr. Aysel ŞEREN

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Anadolu'nun tümü tarihsel dönemlerde birçok medeniyete ev sahipliği yapmıştır. Bu yerleşim alanlarının çoğunun tarih boyunca yoğun bir şekilde deprem, tsunami vb. tektonik olaylardan etkilendiği bilinmektedir. GB Anadolu'da Demre Ovası'nın kuzeybatısında bulunan Myra antik kenti, diğer komşu antik kentler gibi tarihsel dönemde çok sayıda yıkıcı depremin etkisi altında kalmıştır. Demre Ovası ve yakın çevresinde, geçmiş dönemlerde yaşanmış deprem felaketleri ve bölgede yer alan aktif faylar ile ilgili yeterli sayıda ve ayrıntılı jeolojik çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile Myra/Andriake antik kenti ve yakın çevresini etkilemiş ve gelecekte bölgeyi tekrar etkileyebilecek nitelikteki fayların ortaya çıkarılması ve bunların bölgede yaşanmış depremlerle olan ilişkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Tarihsel dönem depremlerinin ve izlerinin araştırılmasının bir bakıma günümüzde antik kentin yakınlarında bulunan yerleşim alanlarının depremsellik riskine ve alınabilecek önlemlere ilişkin bilgilere ışık tutacağı düşünülmektedir.

Öncelikle bu çalışmayı bana öneren, çalışmanın her aşamasında beni yönlendiren, çok değerli vaktini bana ayıran, bilimsel düşünme ve problemleri çözme ufkumu açan, maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen saygıdeğer hocam ve danışmanım Sayın Prof. Dr. Mehmet TURAN'a ve değerli hocam Prof. Dr. M. Erkan KARAMAN'a (A.Ü. Jeoloji Müh. Böl. Antalya) içtenlikle teşekkür ederim.

Gerek arazi çalışmalarındaki destekleri gerekse arkeoloji konusundaki sorularımı yanıtlayarak yardımlarını esirgemeyen A.Ü. Edebiyat Fak. Arkeoloji Bölümü'ndeki başta Prof. Dr. Nevzat ÇEVİK, Araş. Gör. Onur TIBIKOĞLU, Araş. Gör. Afşin AYGÜN olmak üzere tüm kazı ekibine ve depremler ile ilgili tüm verileri bulmama çok yardımcı olan Mikail DUGGAN'a teşekkür ederim.

2010.112.005.11 nolu proje ile gerçekleştirilen bu çalışmanın finansal desteğini sağlayan K.T.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım.

Öğrenim hayatım boyunca beni sabır ile maddi manevi şekilde destekleyen aileme şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim.

Mustafa SOFTA

Trabzon 2012

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Myra/Andriake Antik Kenti’nin Yıkılmasına Neden Olan Tarihsel Depremlerin ve İzlerinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Mehmet TURAN ‘ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 21/05/2012

Mustafa SOFTA

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET.....	VII
SUMMARY.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	1
1.3. İnceleme Alanının Tanıtımı.....	2
1.4. Çalışma Yöntemleri.....	7
1.4.1. Ön Çalışmalar.....	7
1.4.2. Arazi Çalışmaları.....	7
1.4.3. Laboratuvar Çalışmaları.....	8
1.4.4. Büro Çalışmaları.....	8
1.5. İnceleme Alanı ve Çevresinde Yapılmış Olan Önceki Çalışmalar.....	9
1.6. Bölgesel Jeolojik Evrim.....	16
1.6.1. Alpin Dönemi.....	18
1.7. İnceleme Alanının Neotektonik Konumu.....	20
2. BULGULAR.....	23
2.1. İnceleme Alanının Genel Jeolojisi.....	23
2.1.1. Beydağları Otoktonu.....	23
2.1.1.1. Beydağları Formasyonu.....	28
2.1.1.2. Plaj Çökelleri.....	30
2.1.1.3. Yamaç Molozu ve Birikinti Konileri.....	31
2.1.1.4. Alüvyonlar.....	31
2.2. İnceleme Alanının Yapısal Jeolojisi.....	32
2.2.1. Tabakalanma.....	33
2.2.2. Eklemler.....	34

2.2.3.	Kıvrımlar.....	34
2.2.4.	Faylar.....	35
2.2.4.1.	Birincil Oluşumlu Faylar.....	36
2.2.4.1.1.	Karabucak Fayı.....	36
2.2.4.1.2.	Güvercinlik-Çamyanı Fayları.....	37
2.2.4.1.3.	Köşkerler Fayı.....	38
2.2.4.1.4.	Sazlık-Çolpan Fayları.....	39
2.2.4.2.	İkincil Oluşumlu Faylar.....	40
2.2.4.2.1.	Myra (Demre) Fayı.....	40
2.2.4.2.2.	Karaçamlık Fayı.....	43
2.2.4.2.3.	Akdam Fayı.....	46
2.3.	Demre Ovası'nın Oluşumu.....	46
2.3.1.	Demre Ovası'nın Jeomorfolojik Oluşumu.....	46
2.3.2.	Demre Ovası'nın Tektonik Oluşumu.....	48
2.4.	Depremsellik.....	51
2.4.1.	M.Ö. Meydana Gelen Depremler.....	51
2.4.2.	M.S. Meydana Gelen Depremler.....	51
2.4.3.	İnceleme Alanı ve Yakın Çevresindeki Önemli Tektonik Yapılar ve Depremsellik Riski.....	59
2.5.	Jeoarkeolojik Çalışmalar.....	64
2.5.1.	Myra/Andriake Antik Kenti.....	65
2.5.2.	Myra/Andriake Antik Kentine Depremlerin Etkisi.....	68
2.5.2.1.	Tiyatro.....	69
2.5.2.2.	Granarium (Tahıl Deposu).....	75
2.5.2.3.	Dükkan ve Depolar.....	77
2.5.2.4.	Kiliseler.....	78
2.5.2.5.	Onurlandırma Anıtları.....	79
2.5.2.6.	Sinagog.....	79
3.	TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	82
4.	KAYNAKLAR.....	87

ÖZGEÇMİŞ

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

MYRA/ANDRIAKE ANTİK KENTİ'NİN YIKILMASINA NEDEN OLAN TARİHSEL
DEPREMLERİN VE İZLERİNİN İNCELENMESİ

Mustafa SOFTA

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman; Prof. Dr. Mehmet TURAN
2012, 96 Sayfa

Bu çalışmada, Güneybatı Anadolu'da Antalya İli Demre ilçesinde M.Ö. 4. yy'da kurulmuş bir Orta Likya kenti olan Myra/Andriake antik kentinin, M.S. 60-68, 141, 529-530 ve 7. yy depremlerinden etkilendiği belirlenmiştir. Bölgede mostra veren kayaç gruplarının tamamıyla otokton kayalardan oluştuğu belirlenmiştir. Çalışma sahasının yapısal gelişiminin ortaya konabilmesi için inceleme alanındaki tüm yapısal veriler tespit edilerek ve bu verileri üzerinde bulunduran 1/100.000 ve 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası yapılmıştır. İnceleme alanındaki tabaka düzlemlerinin konumu ölçülerek π diyagramı yapılmış, yapılan diyagram değerlendirilerek bölgeye etkiyen egemen gerilme yönleri belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan coğrafi bilgi sistemi çalışmaları ve arazi gözlemleri ile Demre Ovası'nın jeolojik ve tektonik oluşumu yorumlanmıştır. Bölge 1. derece deprem bölgesinde bulunduğundan antik kent ve çevresinde çok sayıda deprem meydana gelmiştir. Jeoarkeolojik çalışmalar kapsamında Myra/Andriake antik kenti içindeki yapılarda bu depremlerin oluşturduğu hasarlar belirlenmiştir. Büyük işçilikler ve ustalıklarla yapılmış bu sağlam yapıların büyük bir kısmı çatlamış, yerlerinden oynayarak deforme olmuş; bazıları ise belli doğrultularda yıkılarak harabe haline dönüşmüştür. Antik kent içindeki yapı duvarlarındaki yıkılmalar, kırılarak bölünmeler, sütunların düşüş biçimi, duvarlardaki yamulma ve çökmeler, taş duvar parçalarındaki dönmeler ve itilmeler, yapılardaki sistematik çatlaklar tespit edilmiştir. Yapılardaki bu sismik hasarların belirlenmesi ve tarihlenmesiyle bölgenin jeoarkeolojik gelişimi ortaya konmaya çalışılmıştır. Tüm elde edilen verilerin ışığında Demre Ovası'nda yer alan ve Myra/Andriake antik kenti ile yakın çevresini kapsayan bölgenin aktif tektoniğine ilişkin saha çalışmaları yapılmış, tarihsel dönemlerde antik kenti etkilemiş olan ve gelecekte de bölgeye tekrar etkiyebilecek nitelikteki faylar ile bunların bölgede yaşanmış depremlerle olan ilişkileri belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Myra/Andriake, Jeoarkeoloji, Demre, Antik kent, Depremsellik.

Master Thesis

SUMMARY

INVESTIGATION OF HISTORICAL EARTHQUAKES AND TRACES THAT CAUSED THE
DESTRUCTION OF THE ANCIENT CITY OF MYRA/ANDRIAKE

Mustafa SOFTA

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Geology Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Mehmet TURAN
2012, 96 Pages

In this study, the ancient city of Myra/Andriake were affected by the earthquake of AD 60-68, 141, 529-530 and 7 century. The region is located in the Teke Peninsula, in southeast of the plain of Demre. Completely autochthonous rocks have been identified that groups of rocks outcrop in the region. The study area has an active geological background, incorporates many different tectonic events and structures. In the structural geology section, in order to identify structural development of the region all structural data at the working area are ascertained and plotted on the 1/100.000 and 1/25.000 scale map. The study area was the bedding planes by measuring. After drawing π diagram the main stress directions in the region were determined. The development of the Demre plain was interpreted with the help of geographic information system techniques. In the content of geoarchaeology, damages resulting from earthquake affects were identified on the structures located at ancient city of Myra/Andriake. Some of the very strong structures constructed with considerable amount of workmanship cracked, strongly deformed and some of them fell down in certain directions. In the ancient city, collapses in structure walls, pieces by cracking, column's trends of fall, warping and collapses on the walls, tilts and pushes on wall pieces, systematic cracks and their aperture and skeletons under the ruins were ascertained. It was tried to identify geoarchaeological development of the ancient city by identifying and dating all these damages on the structures. At the end of all off these studies, field works were conducted related active tectonics of the ancient city of Myra/Andriae and its close vicinity which located on Demre plain. Also, faults that affected the region in the past and have a probability to affect the region in the future were identified. The relationships between these faults and happened earthquakes were revealed.

Key Words: Myra/Andriake, Geoarchaeology, Demre, Ancient city, Seismicity.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.	İnceleme alanının konumunu gösteren yer bulduru haritası..... 3
Şekil 2.	İnceleme alanının genel görünümü ve morfolojik yapısı..... 4
Şekil 3.	İnceleme alanının genel görünümü..... 6
Şekil 4.	Türkiye ve çevresinin ana neotektonik rejim bölgelerini ve ilişkili yapıları gösteren harita (Koçyiğit ve Özacar, 2003; Wooside vd., 2002; Zitter vd., 2005; Çiftçi, 2007; Akıl, 2008)..... 21
Şekil 5.	İnceleme alanı ve çevresindeki aktif fayları gösteren Neotektonik harita (Karaman, 2010)..... 22
Şekil 6.	İnceleme alanının sadeleştirilmiş 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası ve ölçeksiz stratigrafik kesiti (Şenel, 1997'den değiştirilerek alınmıştır)..... 24
Şekil 7.	İnceleme alanının 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası (Bazı tektonik unsurlar Şenel 1997'den değiştirilerek alınmıştır)..... 26
Şekil 8.	İnceleme alanında A-A' ve B-B' jeolojik kesitlerin görünümü 27
Şekil 9.	Çalışma alanının genelleştirilmiş ölçeksiz stratigrafik kesiti (Fosiller Şenel (1997)'den alınmıştır)..... 28
Şekil 10.	Demre-Kaş karayolu üzerinde Aşağıskele Mahallesi'ndeki orta-kalın tabakalı kireçtaşlarından genel bir görünüm..... 29
Şekil 11.	İnceleme alanının kuzeydoğusunda Belören mevkiinde bulunan ince dokulu mikritlerin görünümü..... 30
Şekil 12.	Myra Çayı'ndan taşınan alüvyonların genel bir görünümü..... 32
Şekil 13.	Demre-Kaş Karayolu'ndaki yol yarmasında Beydağları Formasyonu'na ait (a) ve (b) masif yapıli kireçtaşlarının görünümü, (c) düzenli katmanların genel görünümü..... 33
Şekil 14.	İnceleme alanında Beydağları Formasyonu'ndan alınan tabaka ölçülerinin (30 adet) π diyagramında görünümü..... 34
Şekil 15.	Karaçamlık Deresi üzerinde Myra Fayı'na paralel olan normal fayların görünümü (b,c ve d şekilleri a şeklinin ayrıntılı açıklamasıdır)..... 36
Şekil 16.	Myra antik kenti tiyatrosuna yoğun hasar veren Myra Fayı'nın genel görünümü (a şeklindeki beyaz renkli kesikli çizgi ile b şeklindeki siyah renkli kesikli çizgi Myra Fayı'nı göstermektedir)..... 37
Şekil 17.	Akdam Fayı'nın uzanımı ve Andriake liman kentindeki normal fay setlerinin görünümü (a şeklindeki beyaz renkli kesikli çizgi Akdam Fayı'nı, b şeklindeki siyah renkli kesikli çizgiler ise Akdam Fayı'na paralellik arz eden normal fay setlerini göstermektedir)..... 38
Şekil 18.	İnceleme alanındaki dere yatağının yönünü değiştiren Karaçamlık Fayı'nın genel görünümü (a şeklindeki beyaz renkli kesikli çizgi ile b şeklindeki siyah renkli kesikli çizgi Karaçamlık Fayı'nı göstermektedir)..... 39
Şekil 19.	İnceleme alanında ova alüvyonları ile kireçtaşlarının sınırı konumunda olan Karabucak Fayı'nın genel görünümü..... 41
Şekil 20.	Çalışma sahasındaki Myra Vadisi'nin oluşumunu sağlayan Güvercinlik ve Çamyanı Fayları'nın genel görünümü..... 42

Şekil 21.	Birincil oluşumlu fay olan Köşkerler Fayı'nın genel görünümü	44
Şekil 22.	Demre-Kaş Karayolu'ndaki Eğridere mevkiinin güneybatısında yer alan yer alan Sazlık ve Çolpan Fayları'nın genel görünümü (Kırmızı renkli düzlemsel yapı duruşu Sazlık Fayı düzleminin duruşunu temsil etmektedir).....	45
Şekil 23.	Demre Ovası'nda yapılan alüvyon sondaj yerlerinin görünümü (Öner, 2000'den değiştirilerek).....	47
Şekil 24.	İnceleme alanındaki kırık hatlarını gösteren tektonik harita.....	49
Şekil 25.	Bölgenin ilgili programlarca oluşturulan üç boyutlu haritadan elde edilmiş yapısal kırık hatları.....	50
Şekil 26.	İnceleme alanı çevresinde yer alan önemli tektonik yapıları gösteren tektonik harita (Barka vd., 1995; McClusky vd., 2000; Yağmurlu, 2000).....	60
Şekil 27.	İnceleme alanı ve geniş çerçevesinde yer alan sismik boşluklar (Demirtaş, 2004).....	62
Şekil 28.	İnceleme alanı ve çevresindeki son bir yıl içerisindeki yoğun sismik hareketlerin harita üzerindeki görünümü (URL-3, 2012).....	63
Şekil 29.	İnceleme alanı ve çevresindeki deprem bölgeleri ve yoğun sismikhareketlerin harita üzerindeki görünümü (a;Tan ve Taymaz, 2005; b;Özmen ve diğ. 1997).....	64
Şekil 30.	İnceleme alanındaki antik yerleşimleri gösteren harita (a; URL-2, 2009, b; Çevik, 2010).....	66
Şekil 31.	a) Myra antik kenti'nin b) antik kentin limanı olan Andriake'nin ayrıntılı haritası (Çevik, 2010).....	67
Şekil 32.	Myra antik kenti'nin tiyatrosunda hasar gören orkestra kısmının ve cavea'nın bir bölümünün görünümü (Kırmızı renkli oklar tiyatronun ana kayaya oturmeyen bölümlerindeki hasarları göstermektedir ve bakış yönü KD'dur).....	70
Şekil 33.	Tiyatro sahne binasının arka duvarında depreme bağlı oluşan hasarlar (Beyaz renkli oklar duvarın GB'ya doğru eğimlendiğini, kırmızı renkli ok ise, taş duvarın saat yelkovanın tersi yönünde dönmeyi göstermektedir ve bakış yönü KB'dır).....	71
Şekil 34.	Tiyatronun giriş duvarlarındaki sistematik çatlaklar, dönmeler ve ayrılmalar (Kırmızı renkli oklar deprem nedeniyle oluşan çatlakları ve ayrılmaları, beyaz renkli oklar ise saat yelkovanı tersi yönünde dönmeyi göstermektedir ve sırasıyla bakış yönü KD ve GD'dur).....	72
Şekil 35.	Tiyatro giriş duvarlarındaki yıkılmalar ve sistematik çatlaklar (Kırmızı renkli oklar taş duvarlardaki ayrılmaları, yıkılmaları, çatlakları göstermektedir ve bakış yönü sırasıyla KB ve GB'dır)...	73
Şekil 36.	Tiyatronun sahne binasının sağ alt duvarındaki onarım (Taralı alan M.S. 141 depreminden sonraki onarımı göstermektedir ve bakış yönü KD'dur).....	74
Şekil 37.	Andriake limanının yapılarından olan Granarium'un duvarlarındaki yıkılmalar ve yamulmalar (Kırmızı renkli oklar taş duvardaki çökmeyi, siyah renkli asteriksler ise duvarlardaki deprem dalgası yönüne bağlı oluşan yamulmaları göstermektedir ve bakış yönü GD'dur).....	76

Şekil 38.	Andriake limanının yapılarından olan dükkan depolara ait limana bakan duvarlarında KB yönünde eğimlenme (Kırmızı oklar duvarın eğimlenme yönünü göstermektedir ve bakış yönü GB'dır).....	77
Şekil 39.	Andriake limanının yapılarından olan kiliseye ait duvarlardaki sistematik çatlaklar ve GD yönünde eğimlenme (Kırmızı oklar duvarın eğimlenme yönünü, siyah oklar ise taş duvardaki çatlakları göstermektedir ve bakış yönü KD'dur).....	78
Şekil 40.	Liman yapılarından biri olan onurlandırma anıtının, K-G istikametinde devrilmesi (Kırmızı renkli kesikli çizgiler belli bir yönde devrilmeyi, siyah renkli oklar ise birbirinden kopan küçük parçaları göstermektedir ve bakış yönü KB'dır).....	80
Şekil 41.	a; Liman yapılarından olan sinagog binasını etkileyen fayların görünümü (Siyah renkli kesikli çizgiler normal fayları, üzerlerindeki simgeler düşen ve yükselen blokları göstermektedir), b; Güneye bakan sinagog duvarındaki sistematik çatlamlar ve ayrılmalar (Kırmızı renkli oklar duvarın K-G yönlü hasar gördüğünü göstermektedir ve bakış yönü KD'dur)	81

SEMBOLLER DİZİNİ

A.Ü.	: Akdeniz Üniversitesi
FBFZ	: Fethiye-Burdur Fay Zonu
GB	: Güneybatı
GD	: Güneydoğu
GPS	: Küresel Yer Belirleme Sistemi
KB	: Kuzeybatı
KD	: Kuzeydoğu
K.T.Ü	: Karadeniz Teknik Üniversitesi
Mah.	: Mahalle
MÖ	: Milattan Önce
MS	: Milattan Sonra
sp.	: species
T.	: Tepe
UTM	: Evrensel Ters Merkator

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Anadolu'nun Batı Akdeniz kesimi geçmiş tarihsel dönemlerde birçok medeniyete ev sahipliği yapmıştır. Bunlar içinde Likya, tarihte iz bırakan en önemli medeniyetlerden birisi olmuştur. Bunun en önemli nedenlerinden birisi, gerek iklim ve gerekse tarım ve coğrafik açıdan yerleşime uygun bir bölge olmasıdır. Likya medeniyeti içinde önemli bir yeri olan Myra antik kenti, Akdeniz kıyısında bulunan Demre Ovası'nın kuzeybatısında, MÖ 4. yy'da kurulmuştur. Ancak geçmiş tarihlerde tüm Likya medeniyetinin başşehri olan bu antik kent, zaman içerisinde çeşitli nedenlerle yıkılmış, tahrip olmuş, yaşam cazibesini yitirmiş ve tamamen terk edilmiştir. Antik kentin bir kısmı arkeolojik kazılarla gün ışığına çıkarılmış, korunmaya alınmış ve ziyaret ortamına açılmıştır.

Eski antik kentlerin geneline bakıldığında bunların yerleşim alanları olarak seçilmesinde, paleotopoğrafya, zemin özellikleri, deniz kenarı olması gibi çeşitli faktörlerin önemli rol oynadığı görülmektedir. Diğer yandan geçen uzun tarihsel zamanlar içerisinde bu antik kentlerin yıkılması, tahrip olması ve tarih sahnesinden silinmesinde aktif tektonik yapı, yerleşim alanı yakınlarında aktif fayların bulunması ve bunların değişik aralıklarla deprem üretmesi gibi çeşitli jeolojik faktörler önemli rol oynamaktadır. Amerika ve Japonya gibi gelişmiş birçok ülkede arkeolojik kalıntıların jeolojik açıdan incelenmesi ve değerlendirilmesi (Jeoarkeoloji) vasıtasıyla, antik kentleri yıkan deprem odakları araştırılıp, ortaya çıkarılmakta ve bölge depremselliğinin öğrenilmesinde önemli katkılar sağlanmaktadır. Ülkemizde ise yeni yeni başlayan jeoarkeolojik çalışmaların eski medeniyetlerin bulunduğu bölgelerin depremselliğinin ortaya çıkarılmasına önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Bununla birlikte, Demre Ovası ve yakın çevresinde, tarihsel dönemde yaşanmış deprem felaketlerine kaynak olabilecek aktif faylara ilişkin yeterli sayıda jeolojik çalışma, maalesef bulunmamaktadır. Diğer taraftan, çok zayıf zemin özelliğindeki Demre Ovası'nda, yüksek binaların son yıllarda hızla yaygınlaşıyor olması, bölge insanının ve

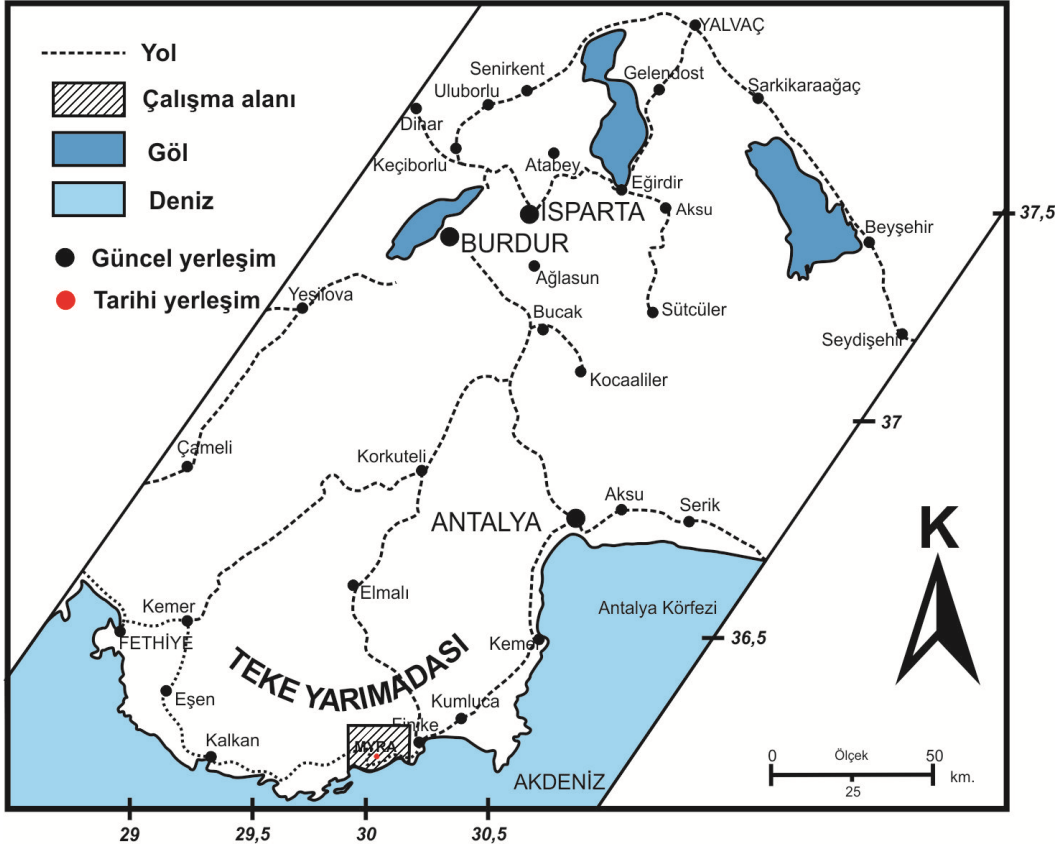
yerel yönetimlerin deprem, tsunami ve sel gibi olası doğal afetlere yönelik bilgi eksikliğini ve duyarsızlığının açık bir göstergesidir.

Bu çalışma kapsamında; Myra antik kenti ve yakın çevresindeki jeolojik bulgu ve gözlemler ile arkeolojik bulgu ve gözlemler birleştirilerek, antik kentin tarihsel dönemde geçirmiş olduğu depremlere kaynak olabilecek aktif fayların ve kinematik özelliklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Demre Ovası'nda yer alan ve Myra antik kenti ile yakın çevresini kapsayan bölgenin aktif tektoniğine ilişkin jeolojik incelemesi, antik kente etkimiş olabilecek ve gelecekte bölgeyi tekrar etkiyebilecek nitelikteki fayların ortaya çıkarılması ve bunların bölgede yaşanmış depremlerle olan ilişkilerinin belirlenmesi, çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, Myra antik kenti'nde meydana gelmiş olan kırık, çatlak ve diğer hasarlardan yararlanarak antik kentin ve yakın çevresinin jeoarkeolojik açıdan incelenmesi ve ayrıca antik kentin tarihi bilgisi ile elde edilen gözlem ve verilerin sentezlenerek kentin geçirmiş olduğu depremlerin yorumlanması düşünülmüştür. Disiplinler arası bir anlayışla yapılacak çalışmalarda jeoloji, aktif tektonik, jeoarkeoloji, arkeoloji, jeofizik, uzaktan algılama gibi disiplinlerin metodolojilerinden yararlanılarak bugünden geçmişe Myra yakın çevresinin jeolojisine ve tarihine katkı sağlamak mümkün olacaktır.

Nihai sonuçta ise, çalışmadan elde edilecek bilgiler ışığında, bu antik kentin hemen yanı başındaki günümüz yerleşim alanları olan Finike, Kumluca, Kaş vb. gibi yerleşimlerin depremselliğinin anlaşılmasına ne gibi katkısı olacağı ortaya konmaya çalışılacaktır. Böylece bölgede olası deprem tehlikelerine karşı alınabilecek tedbirleri öngörerek ilgili kurum ve kuruluşlar uyarılmaya çalışılacaktır.

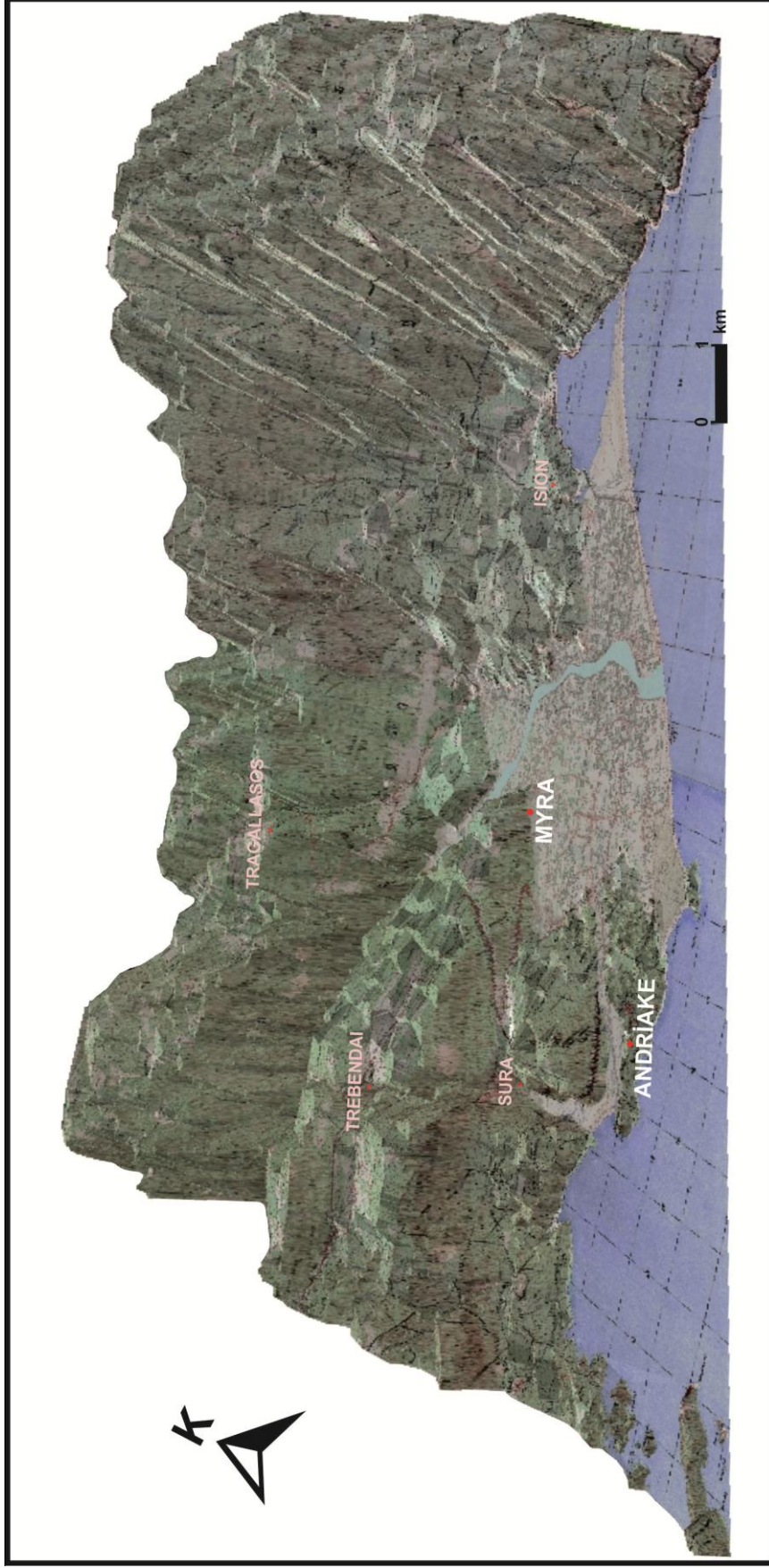
1.3. İnceleme Alanının Tanıtımı

Myra antik kenti ve çevresini içeren inceleme alanı, Akdeniz Bölgesi'nin Batı Akdeniz bölümünde, Teke Yarımadası'nın güneydoğusunda yer almaktadır. Bu bağlamda bölgenin güneyinde Akdeniz, yakın kuzeyinde Elmalı ilçesi, doğusunda Kumluca ve Finike ilçeleri, batısında Kaş ve Kalkan ilçeleri yer alır (Şekil 1).



Şekil 1. İnceleme alanının konumunu gösteren yer bulduru haritası.

İnceleme alanı, uluslararası 1/250.000 ölçekli pafta indeksi üzerinden NJ36-13 (Antalya) paftası içerisinde bulunmaktadır. Türkiye Topoğrafik Pafta İndeksi'ne göre tamamı 1/100.000 ölçekli P23 ve P24 paftasının içine düşen saha, 1/50.000 ölçekli P24a, P24d ve P23b, P23c paftaları kapsamında kalmaktadır. 1/25.000 ölçekli paftalar esas alındığında, P23b3, P23c2 ve P24a4, P24d1 alanlarının içerisinde kalmaktadır. İnceleme alanının çerçevesine giren P23b3, P23c2 ile P24a4, P24d1 paftaları göz önünde bulundurulduğunda, toplam 4 adet 1/25.000 ölçekli paftada çalışılması söz konusudur.



Şekil 2. İnceleme alanının genel görünümü ve morfolojik yapısı.

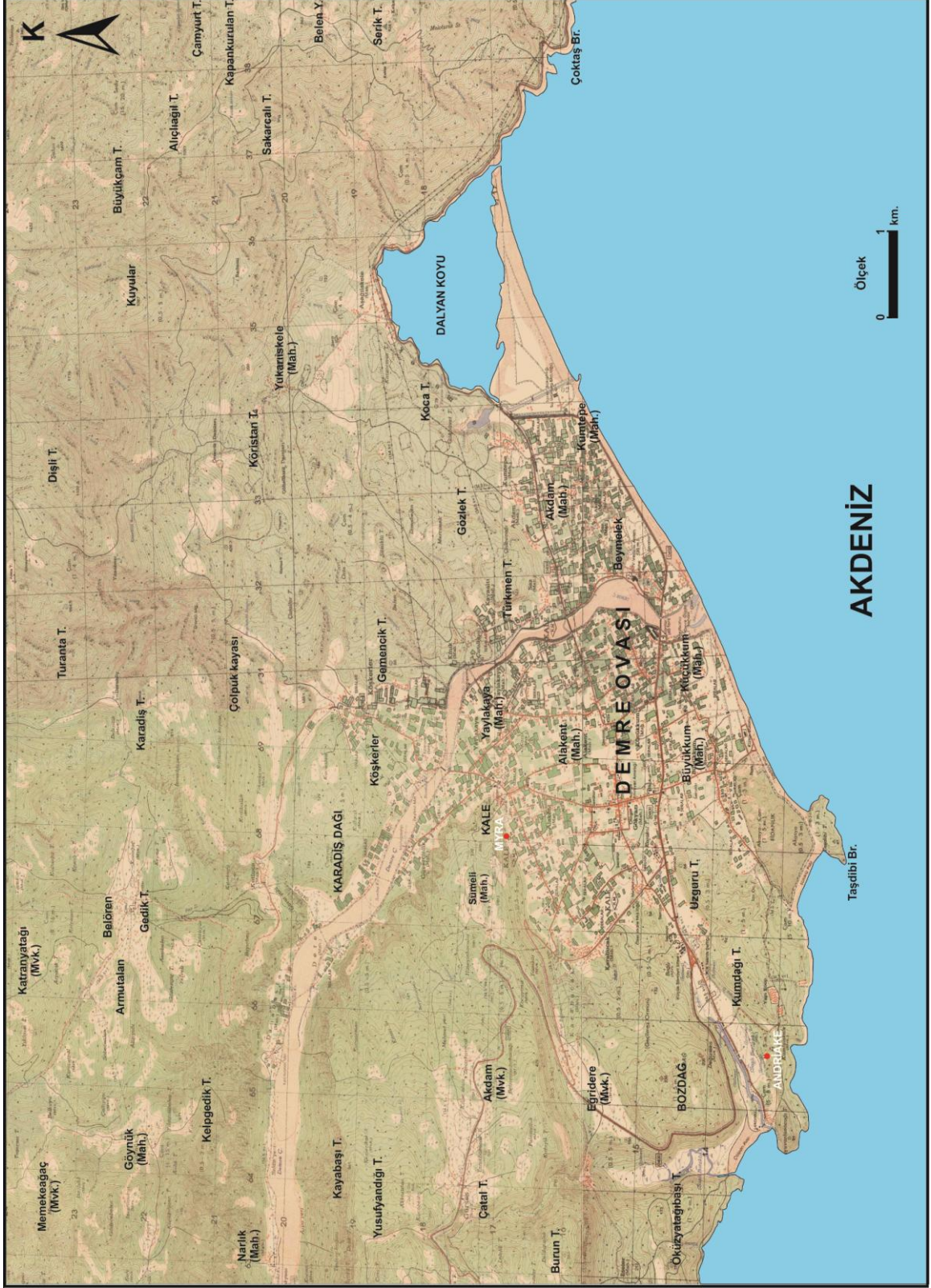
Ayrıca çalışma alanı sınırları içerisinde Myra/Andriake antik kenti yanında, İsion, Sura, Trebendai ve Tragalassos antik kentleri olmak üzere adları bilinen 5 antik kent daha yer almaktadır (Şekil 2).

Antik dönemlerde Antalya'dan Demre'ye ulaşım Çandır Vadisi üzerinden yapılmaktaydı. 1974 yılından beri Antalya ilinden Demre ilçesine ulaşım, D-400 karayolu üzerinden sağlanmaktadır. Bugün Antalya ilinden Demre ilçesine olan uzaklık 150 km'dir. Ulaşım her mevsimde mümkün olup, ilçeye giderken Beldibi, Göynük, Kemer, Çamyuva, Tekirova, Kumluca, Finike yol güzergahı izlenmektedir.

İnceleme alanı ve yakın çevresindeki başlıca yükseltileri Kumdağı T. (110 m.), Uzguru T. (90 m.), Çatal T. (510 m.), Yusufyandığı T. (710 m.), Kayabaşı T. (861 m.), Kelpgedik T. (600 m.), Gedik T. (750 m.), Karadış T. (814 m.), Turanta T. (910 m.), Öküzyatağıbaşı T. (173 m.), Diřli T. (1109 m.), Türkmen T. (123 m.), Gözlek T. (110 m.), Koca T. (78 m.), Koristan T. (280 m.), Büyükçam T. (1190 m.), Alıçağıl T. (1150 m.), Çamyurt T.(1000 m.), Serik T. (825 m.), Burun T. (563 m.), Kapankurulan T. (1030 m.), Sakarcalı T. (906 m.), Bozdağ ve Karadış Dağı oluşturmaktadır (Şekil 3).

İnceleme alanındaki düzlük alanları ise; Küçükcum Mah., Büyükcum Mah., Alakent Mah., Yaylakaya Mah., Akdam Mah., Kumtepe Mah., Narlık Mah., Göynük Mah., Sümeli Mah., Eğridere Mevkii, Katranyatağı Mevkii, Memekeagaç Mevkii, Akdam Mevkii, Beymelek, Köşkerler, Belören, Armutalan dolaylarıdır.

Üç tarafı dağlarla çevrili olan inceleme alanının büyük bir bölümü Demre çayının getirmiş olduğu verimli alüvyonlu topraklardan oluşmaktadır. Akdeniz ikliminin tipik karakteristik özelliklerinin görüldüğü Demre'de yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağmurlu bir iklim hüküm sürer. Akdeniz iklim tipi yağış rejimine uyan akarsular kış ve ilkbahar mevsimlerinde bol miktarda su taşıırken, pek çok dere yazın kurur. İlçenin en önemli akarsuyu boyu kısa ve su toplama havzası küçük olan Demre çayıdır. Demre Çayı'nın kaynağını oluşturan başlıca akarsular batı yönünden katılan Felenk çayı ile doğudan gelen Tokluca çayıdır. Bu iki kol Dirgenler köyü güneyinde birleşerek, Demre çayını meydana getirir. Bu noktadan itibaren Çam dağının batı kesiminde izlenen çay, kuzeybatı yönünde ilerleyerek Demre'den Akdeniz'e dökülür.



Şekil 3. İnceleme alanının genel görünümü.

İnceleme alanı antik tarihi geçmişi ve coğrafik konumu itibari ile önemli bir turizm potansiyeline sahiptir. İlçe St. Nikolas Kilisesi, Myra/Andriake antik kenti, Sura antik kenti, İsion antik kenti gibi bir çok antik kent ve tarihi izleri barındıran kalıntılar, turizm için cazibe merkezi konumundadır.

Bölgede 2009 yılında yapılan genel nüfus sayımı verilerine göre, merkezde 15.574, köy ve bucaklarda 9.090 kişi olmak üzere ilçenin toplam nüfusu 24.664' dür. Demre ilçesine ait belde sayısı 1, köy sayısı 9 ve ilçede yaşayan çiftçi ailelerinin sayısı ise 7.600' dür (URL-1, 2010).

Demre ilçesinin ekonomisi büyük oranda tarıma dayanmaktadır. Tarımsal üretim içerisinde seracılık ve narenciye en önemli payı oluşturmaktadır. İlçe özellikle sivri biber üretimi açısından Türkiye'nin en önemli üretim merkezidir. İlçe turizmine katkısı olan diğer üretim alanları ise küçükbaş hayvancılık ve arıcılıktır. Demre'nin toplam yüz ölçümü 374.000 dekar olup, Antalya yüz ölçümünün % 1,8' ini oluşturmaktadır (Antalya Tarım İl Müdürlüğü Kayıtları, 2009).

1.4. Çalışma Yöntemleri

İnceleme alanındaki çalışmalar, Ön çalışmalar, Arazi çalışmaları, Laboratuvar çalışmaları ve Büro çalışmaları olmak üzere 4 ana grup altında ele alınmıştır.

1.4.1. Ön Çalışmalar

Tez sırasında yapılan ön çalışmalarda ilk olarak Myra antik kenti ve çevresini içine alan 1/25.000 ölçekli jeolojik harita ve uydu görüntülerinden yararlanılarak çalışma alanının sınırı net olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda inceleme alanı ve yakın çevresinde yapılmış daha önceki jeolojik ve arkeolojik çalışmalar incelenerek antik kent ve çevresinin jeolojisi ve jeoarkeolojisi hakkında bilgiler derlenmiştir.

1.4.2. Arazi Çalışmaları

İnceleme alanındaki arazi çalışmaları sırasında, 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar, jeolog pusulası, jeolog çekici, fotoğraf makinesi, arazi defteri, şerit metre gibi gerekli

malzemelerden yararlanılmıştır. İnceleme alanında daha önceden Şenel (1997) tarafından yapılmış olan 1/100.000 ölçekli jeolojik haritalardan da yararlanarak 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar üzerine bölgenin jeolojisi, tektoniği, jeomorfolojisi işlenmiştir. Haritalama sırasında en çok bölgedeki fay hatları üzerinde yoğunlaşmıştır.

Fayların arazide belirlenmesinde çizgisel bitki sıralanımı ve su kaynaklarının dizilimi, ani topoğrafik yükseklik değişimi, kaya birimlerindeki ayrılmalar ile kaya birimlerinde gözlenen fay aynalarından yararlanılmıştır. Bunun yanı sıra, çalışma alanı içerisinde aktif tektonizmaya işaret edebilecek dere ötelenmeleri gibi morfo-tektonik yapılar da ön çalışmalar ile belirlenip, arazi gözlemleri ile de yerinde saptanarak haritalanmıştır. Jeoarkeoloji araştırmaları kapsamında ise; Myra antik kenti ve çevresini etkilediği düşünülen fayların antik kent üzerinde oluşturduğu tahribatlar tespit edilmeye çalışılmış, önemli görülen noktalar fotoğraflanmıştır.

1.4.3. Laboratuvar Çalışmaları

Tez aşamasında yapılan laboratuvar çalışmalarında inceleme alanının daha önceden temin edilmiş 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritaları ArcGIS 9.3 programına aktarılmıştır. Aktarılan haritalar UTM Koordinat Sistemi'nde 36. boylam zonu ile S enlem dilimi içerisinde (UTM36S) koordinat noktaları üzerine entegre edilmiştir. Yapılan bu işlemler sonrasında haritalar sayısallaştırılıp, ilgili modüller yardımıyla sayısal yükseklik modeli elde edilerek, inceleme alanı ve çevresinin topoğrafik yapı analizi yapılmıştır. Araziden alınan veriler kullanılarak ilgili programlar yardımıyla inceleme alanını etkileyen gerilme-stress yönleri belirlenmiştir. Tüm bu veriler ışığında inceleme alanında bulunan olası faylar belirlenmiştir. Fayların belirlenmesi sırasında nehirlerin, yolların, vadilerin, derelerin ve kaya birimlerinin ötelenmesi, aniden dikleşen topoğrafya gibi özelliklerden yararlanılmıştır.

1.4.4. Büro Çalışmaları

Tezle ilgili çalışmaların son aşamasındaki büro çalışmalarında inceleme alanından derlenen veriler ışığında değerlendirmeler yapılmış, bölgesel jeoloji ve arazi verileri ile bağlantılı olarak bölgenin depremselliği ve jeoarkeolojik özellikleri belirlenmiştir.

Depremsellik çalışmalarında depremler, aletsel ve tarihsel dönem olmak üzere iki dönemde incelenmiştir. 1900 yılından günümüze kadar oluşmuş aletsel dönem depremleri, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi vb çeşitli deprem kataloglarından incelenmiştir. Yukarıda bahse konu çalışmalardan elde edilen veriler yorumlanarak yüksek lisans tez yazımı gerçekleştirilmiştir.

1.5. İnceleme Alanı ve Çevresinde Yapılmış Olan Önceki Çalışmalar

İnceleme alanının bulunduğu Antalya-Demre ve yakın çevresi ile Güneybatı Anadolu'da birçok araştırmacı tarafından değişik amaçlar için yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Ancak bunlar arasında Antalya-Demre ve yakın dolaylarındaki Likya dönemi antik kentlerinden Myra antik kenti ile ilgili jeoarkeolojik amaçlı herhangi bir çalışma ile karşılaşılmamıştır. Burada sadece çeşitli araştırmacılar tarafından Demre ve yakın çevresindeki bölgede daha önce yapılmış olan jeolojik ve arkeolojik çalışmalar aşağıda özetlenmektedir.

Lefevre (1967), Antalya Körfezi batısındaki allokton konumlu kaya birimleri için ilk kez "Antalya Napları" ifadesini kullanmıştır. Çalışmacı bu birimlerin Beydağları Otoktonu'nun üzerine uyumsuz olarak bindirdiğini belirtmiştir.

Pekman (1969) tarafından "Strabon Geographika Antik Anadolu Coğrafyası" adlı MÖ 1.yy'da yaşamış olan coğrafyacı gezgin Strabon'un antik dönem ansiklopedisi niteliğindeki coğrafya notları Türkçe'ye tercüme edilmiştir. Bugünkü Teke Yarımadası olan Likya'nın coğrafi özelliklerinin değerlendirildiği bu çalışmada Likya'nın doğu, batı ve kuzeydeki sınırlarından ve yaklaşık 320 km uzunluğundaki kıyı şeridinden söz edilmiştir.

Marcoux (1970, 1977, 1978), Antalya Körfezi batısında yaptığı çalışmalarda birbirinden farklı 8 adet birlikten söz etmiştir. Bu birlikler: Üst Kretase yaşlı neritik kireçtaşları ile Eosen yaşlı marnlardan oluşan otokton olarak kabul ettiği Beydağları birimi, alloktonlara dahil edilen Noriyen marnlar ve Jura-Kretase yaşlı radyolarit ve çörtlerden oluşan Dereköy birimi, yine allokton olarak kabul ettiği Triyas marn, bitkili kumtaşı, pelajik kireçtaşı, radyolarit ve çörtlerden oluşan Alakırçay birimi, Üst Triyas yastık lavlarından oluşan Karadere birimi, tektonit ve diyabaz dayklarından oluşan Ofiyolit

birimi, Bakırlıdağ birimi, Kemer birimi, Tahtalıdağ birimidir. Yazar bu birliklerin birbirleri ile tektonik olduğunu belirtmiştir.

Özgül (1976, 1984 a,b), Toros kuşağında yaptığı ayrıntılı jeolojik çalışmalarla bu kuşakta, Kıkkavak Fayı'nın batısındaki alana Batı Toroslar, Kıkkavak Fayı ile Ecemiş Fayı arasındaki alana Orta Toroslar ve Ecemiş Fayı'nın doğusundaki alana da Doğu Toroslar adını vermiştir. Araştırmacı Toroslar'da altı adet tektono-stratigrafik birlik tanımlamıştır. Bunlar; Bolkardağ, Aladağ, Geyikdağı, Alanya, Bozkır ve Antalya Birlikleri'dir. Antalya Birliği'nin Kambriyen-Geç Kretase yaş aralığında çökelmiş olan allokon konumlu kaya birimlerini kapsadığını ve bunların daha çok derin deniz çökelleri, ofiyolitleri ve bazik denizaltı volkanitlerini kapsadığını belirtir. Alanya Birliği'nin Senoniyen-Erken Tersiyer hareketleri ile güneyden kuzeye Antalya Birliği üzerine itildiğini, Lütésiyen hareketleri ile de Antalya Birliği'nin, Alanya Birliği ile birlikte güneyden kuzeye otokon konumlu Geyikdağı Birliği üzerine itildiğini ileri sürmüştür.

Brunn vd. (1977) tarafından Batı Toroslar'da yapılan jeolojik incelemelerde Beydağları ile Geyikdağları otokon kabul edilerek, bunların üzerine farklı zamanlarda üç napın yerleştiği belirtilmiştir. Çalışmada Antalya Napları'nın otokonlar üzerine yerleşimi sırasında geliş yönü ile ilgili çeşitli sorunların bulunduğu belirtilmiştir.

Poisson (1977), Batı Toroslar'da yapılan çalışmada Beydağları Otokonunun stratigrafisini belirlemeye çalışarak, çeşitli fasiyesler ayırtlamıştır. Likya (Elmalı) ve Antalya Napları'ndaki birimlerin stratigrafilerini ve yapısal konumlarını detaylı incelemiş ve jeolojik özelliklerine açıklık getirmiştir. Antalya Napları'nın sistemdeki ana parça olduğunu belirtmiştir.

Yılmaz (1981), Antalya Körfezi çalışmalarında Beydağları Zonu'nun otokon olduğunu ve üzerinde Kumluca Zonu'nun bulunduğunu, Gödene Zonu'nun büyük çapta kütleler içerdiğini, Tekirova ofiyolitlerinin ise okyanusal kabuğun bir parçası olduğunu belirtmiştir.

Hayward (1982), Beydağları ve Susuzdağ karbonat masifini stratigrafik yönden tanımlamıştır.

Koçyiğit (1984), Türkiye'nin güneybatısı ve dolaylarında yaptığı çalışmada levha içi yeni tektonik gelişim üzerinde durmuş ve bölgedeki tektonik olayları eski tektonik dönem, geçiş dönemi ve yeni tektonik dönem olmak üzere üç dönemde ele almıştır. Yeni tektonik dönemin, Ege Hendeği'ne bağlı olarak gelişen çekme tektoniği etkisine bağlı geliştiğini ve

bölge deprenselliğinin yüksek olduğunu belirtmiştir. Travertenler üzerindeki çizgisel yapıları da, blok faylanmalara bağlamıştır.

Şenel (1986), Antalya kuzeybatısında yaptığı çalışmalarda bölgenin Ordovisiyen ve Silüriyen’de platform özellikte olduğunu, Ardeniyen fazı ile karasallaştığını, Devoniyen’in ilk evrelerinde kapalı havza, sonraları geniş akarsu yatağı, daha sonra ise uzak delta durumuna geldiğini, Karbonifer-Permiyen’de delta konumunda kalarak son evrelerinde de gölcükler oluşturarak Alt Permiyen kömürlerinin oluştuğunu, Alt Triyas’ta kapalı havza ve sığ deniz özellikleri gösteren bölgenin Ladiniyen başlarında parçalanarak graben ve horstların oluştuğunu, parçalanmanın sonucunda da lavların deniz tabanına yayıldığını ve yine bu parçalanmanın Anadolu-Torid platformu ile Arap-Afrika kıtalarının ilk evresini oluşturduklarını belirtmiştir. Noriyen sonlarında bölgenin duraylı bir konuma geldiğini, Üst Kampaniyen-Maestrihyen’de dağ oluşumu gerçekleştiğini, Pliyosen’de doğu-batı doğrultulu çekme kuvvetleri etkisi ile düşey fayların oluştuğunu ve bu faylara bağlı olarak da horst ve grabenlerin geliştiğini, Pliyosen’de bölgenin son halini aldığını, Pleistosen’in aşınma dönemi ve traverten oluşan bir dönem olduğunu belirtmiştir.

Silahlı (1993), Döşemealtı ve çevresinde yaptığı çalışmalarında incelediği alandaki kaya birimlerini otokton ve allokton konumlu olarak iki gruba ayırmıştır. Otokton konumlu kayaların Beydağı kireçtaşları, Yeniköy Travertenleri ve alüvyon; allokton olanların da Antalya Napları’nın Alakırçay ve Çataltepe birimlerinden oluştuğunu, bölgedeki en önemli yapısal olayın Miyosen’de Beydağları kireçtaşlarının Antalya Napları’na bindirmesi olduğunu belirtmiştir.

Karaman (1996), Isparta, Burdur ve Antalya dolayının neotektoniği ve deprensellik özelliği ile ilgili yapmış olduğu çalışmada, deprensellik riski yönünden en fazla aktifliğin Burdur yakınlarında olduğunu, Antalya bölgesinin ise deprem riski yönünden Burdur ve Isparta çevresine göre daha sakin olduğunu belirtmiş, illerin zemin özellikleri ve bu özelliklerin deprem şiddetini etkilemesi üzerinde durmuştur. Isparta, Burdur ve Antalya’daki tarihsel depremlerden bahsederek depremlerin odakları ile ilgili bilgiler vermiştir.

Öner (1996), “Finike Ovası’nın alüvyal jeomorfolojisi ve antik Limyra kenti“ isimli araştırma kapsamında jeomorfolojik sondaj çalışmaları ile ovanın paleojeomorfolojisi belirlenmiştir. Sondajlarda Limyra’dan güneye doğru bugünkü deniz seviyesinin 400-450 cm kadar aşağısında turba katmanı ve bunun altında da açık su ortamını yansıtan kil çamuru saptanmıştır. Bu gözlem ışığında, M.Ö. 4000-3500 yılları arasında deniz

seviyesinin 4-5 m alçaldığı, günümüze doğru tekrar yükseldiği yorumu yapılmıştır. Limyra'nın, Toçakdağı güneyindeki alüvyon yelpazeleri arasındaki göl kenarlarında ve çevresinde kurulduğu belirlenmiştir. Bu göl ortamının güneyde akarsuların getirdiği alüvyal malzemeler ve deniz dalgaları etkisiyle oluşmuş bir kıyı kordonu ile sınırlandığı ortaya konulmuştur.

Öner (1999), inceleme alanının batısında Kalkan yakınlarındaki Letoon ve çevresinde (Esen Çayı Deltası) paleojeomorfolojik araştırmalar yapmıştır. Letoon'a ait en eski yapı kalıntılarının bugünkü deniz seviyesi ile bunun biraz altında bulunmasından bu antik kentin kurulduğu devirlerde deniz seviyesinin biraz alçak olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Letoon ve Patara çevresinde yapılan çalışmalar sonucunda, Esen Ovası'nın yer aldığı yapısal çukurluğun, Holosen başlarında gerçekleşen transgresyonla bir körfez haline geldiği yorumu yapılmıştır. Daha sonra, Esen çayının getirdiği alüvyonların körfezi doldurması sonucu ovanın doğu bölümünde bir lagünün oluştuğu, Letoon'un bulunduğu orta ve doğu bölümün ise bu dönemde karlaştığı sonucuna varılmıştır.

Koçak (2000), Kırkgöz kaynakları ve yakın çevresinde karst jeomorfolojisi üzerine yaptığı çalışmalarda görünür temelin Mesozoyik platform ve rift çökellerinden oluştuğunu, temelin Geç Paleosen-Erken Eosen döneminde transgresif bir seri tarafından örtüldüğünü, Beydağları formasyonu'na ait kireçtaşlarının da karstlaşma açısından en uygun birimi oluşturduğunu belirtmiştir. Bölgenin jeomorfolojik açıdan sekilenme sürecinin Oligosen ve sonlarında karasallaşması ile başladığını ve günümüze kadar devam etmiş olduğunu belirtmiştir.

Öner (2000), "Demre Çayının Jeomorfolojik Gelişimi ve Myra antik kenti, Liman ve St. Nikolas kilisesi" adlı çalışmasında bölgedeki ovayı oluşturan alüvyon birikintinin, Demre çayından gelen materyallerden oluştuğunu ve bu çayın antik dönemlerden günümüze kadar defalarca taşıdığını belirtmiştir. Araştırmacı yaptığı çalışmada sondajlardan elde edilen verilerden yararlanarak, bölgenin M.Ö 5000 yıl, M.Ö. 1000 yıllarında aldığı ve gelecekte alacağı jeomorfolojik biçimi temsili olarak şekillerle açıklamıştır.

Öner (2001), Güneybatı Anadolu'da, Teke Yarımadası'nın batı bölümünde, Fethiye Körfezi ile Kalkan yakınlarında yer alan Esen Çayı Delta Ovası'nı jeomorfolojik ve jeoarkeolojik açıdan araştırmıştır. Bu amaçla Esen Ovası ile Patara bataklığı ve yakın çevresinde alüvyon sondajları yapılarak yörenin paleocoğrafya özellikleri ortaya konulmuştur. Yapılan çalışmalar sonucunda, Esen Çayı'nın ağız bölümündeki kesimin

eskiden geniş bir körfez halindeyken, Esen Çayı'nın getirdiği alüvyonlarla dolarak bugünkü delta ovası haline geldiği tespit edilmiştir.

Arca (2001), "Antik Çağ'da Lykia ve Pamphylia Kentlerinde Euergesia" adlı çalışmasında Likya bölgesindeki kentlerde yer alan yazıtların çevirileri ve bu kentlere zengin kesimin yaptığı bağışlar ile diğer yardımlar (euergesialar) karşılığında kent halkının teşekkürleriyle onları onurlandırmalarından bahsetmiştir. Böylece Likya ve Pamfilya kentlerinde bağış gerektiren sosyal ve ekonomik şartlar saptanarak antik dönem kent yönetimine ilişkin sonuçlara varılmıştır.

Karaman (2002), Antalya dolayının (Batı Toroslar) jeolojik yapısı konulu derleme çalışmasında bölgede geniş alanlarda yüzeyleme veren tüm birimleri otokton ve allokton konumlu olarak ikiye ayırmakta, otokton birimleri başlıca Triyas-Jura yaşlı Beydağları çökelleri, Miyosen yaşlı Aksu formasyonu, Pliyosen yaşlı travertenler, Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ile kil, kum, çakıl birikintilerinin oluşturduğunu, allokton birimlerin ise Çataltepe birimi, Alakırçay birimi, Ofiyolitli melanj kayalarından oluştuğunu belirtmiştir.

Onur (2002), "Lykia'nın hidrografisi" adlı çalışmasında Likya bölgesinin (bugünkü Teke Yarımadası'nın) su coğrafyasını incelemiştir. Likya'nın antik su coğrafyasında hangi nehrin nerede ve hangi isimle yer aldığını araştırmıştır. Likya'nın üç ana nehrinden biri olan ve Doğu Likya'da yer alan Alakır Çayı'nın kıyıda Gagai-Finike arası sahile kadar uzanan geniş bir vadiyi suladığını belirtmiştir. Buradaki nehirlerin çoğunun antik dönemde balıkçılık, taşımacılık, ticaret gibi işlemleri yürütebilecek kapasitede suya sahip olduğunun ve günümüzde ise eskiye nazaran su miktarlarının önemli ölçüde azaldığının altını çizmiştir. Ayrıca Likya bölgesinde oldukça fazla olan nehir, göl ve kaynaklardan isimleri günümüze dek ulaşabilenlerin toplam sayısının 32'yi geçmediğini de belirtmiştir.

Takmer (2002), "Lykia'nın orografyası" adlı çalışmada Teke Yarımadası'ndaki dağları jeomorfolojik, coğrafi ve dağ isimleri açısından incelemiştir. Yapılan çalışmada, Likya'nın tarih boyunca kendine özgü politik ve kültürel gelişmesinde olduğu kadar manevi dünyasında da dağların önemli bir rol oynadığı belirtilmiştir. Likya dağları arasında oluşan ovaların bu dağlar sayesinde yıl boyu sulanarak tarım için verimli araziler sunması açısından, Likya'ya özgü kaya mezarları açısından ve ayrıca dağların oluşturduğu doğal kalkanlar sayesinde antik dönemlerde destanlara konu olacak savunmalar göstermeleri açısından dağların önemi vurgulanmıştır.

Poisson vd. (2003), Isparta Büklümü'nün tektonik gelişimi ile ilgili yaptıkları jeolojik yorumda; tabandan en üste doğru, önce Beydağları otoktonu'nun Çamlıdere

olistostomu tarafından üzerlendiği, sonra Geç Kretase-Paleosen'de Antalya Napı'nın (Isparta Çay formasyonu) bölgeye yerleştiği, Erken-Orta Miyosen'de denizel tortullaşmanın Antalya Napı ve Beydağları karbonat platformu üzerinde uyumsuz olarak geliştiği, Langiyen'de ise bölgeye Lisiyen Napları'nın yerleştiği ve son olarak da Aksu konglomeralarının Serravaliyen-Tortoniyen zamanında Beydağları ve Lisiyen Napları'nın üzerini kapladığını belirtmişlerdir.

Aydın (2005), bölgedeki depremlerin episantır, hiposantır ve zamana göre dağılımlarını irdeleyerek sismik aktiviteyle potansiyel alan verilerini birlikte değerlendirmiştir. Bu çalışmada 1900 ile 2005 yılları arasında Antalya ve çevresini (35°-39° K:28°-32° D) içeren bir sahada meydana gelen depremler ve bu depremlerle kabuk yapısının ortaya konulması hedeflenmiştir. Akdeniz depremlerinin derinlik dağılımları, Akdeniz bölgesinin gravite alanıyla karşılaştırılıp, kabuk yapısı, kristalin temel ve havza derinlikleri irdelenmiştir. Depremlerin çoğunlukla 0-20 km aralığındaki derinliklerde yoğunlaştığını ve dolayısıyla bu bölgenin en büyük sismik enerjiyi oluşturan bölge olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmalara göre; kabuk yapısı Akdeniz'den Anadolu plakasına giderken her kilometrede 30 metre artmaktadır. Kabukta gözlenen kalınlık değişimlerinde en yüksek gradyanlı bölgelerin deprem açısından en aktif bölgeler olduğu gözlenmiştir.

Çetinkaya vd. (2005), tarafından Antalya Bölgesi'nde yer alabilecek yapıların projelendirilmesinde deprem açısından göz önüne alınması gereken tahmini "Magnitüd" ve "Yer İvmesi" kriterleri yapılmış; analizlerde istatistik ve risk analizi metodlarından yararlanılmıştır. Belirlenen risklere ve olası deprem büyüklüğüne bağlı olarak mevcut yapılar değerlendirilmiştir. Saptanan değerlere göre olası bir deprem büyüklüğü 5-7 Magnitüd arasında, beklenen deprem ivmesinin ise 1.0 g civarında olabileceği sonucuna varılmıştır.

Deniz ve Yüccemen (2005) tarafından, Antalya yöresinin 250 km yakınlığında son yüzyıl içinde meydana gelen farklı magnitüd ölçeklerindeki depremler ortak bir ölçeğe çevrilerek Antalya yöresi için deprem tehlikesinin olasılıksal (stokastik) yöntemler ile tahmini yapılmaya çalışılmıştır. Mevcut Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası ile karşılaştırılması durumunda en olası kombinasyon için elde edilen en büyük yer ivmesi değerlerinin batı kesimlerde daha küçük, doğu kesimlerde ise daha büyük olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmada, azalım ilişkisi analizlerinin deprem dalgalarının fay yırtığına paralel ve dik yönlerde farklı özellikler göstererek yayıldığı ve izotropik olmadığı,

deprem tehlikesi sonuçlarının en çok azalım ilişkisi seçimine ve azalım ilişkisindeki belirsizliklere duyarlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Kara vd. (2005), Antalya ve dolaylarında 1900'den beri ölçülmüş olan deprem magnitüdlerinden yararlanarak 1924–2005 yılları arasında bu bölgede meydana gelmiş olan depremlere ait yıllık maksimum deprem magnitüdüleri seçmişlerdir. 82 yıllık sürede bu bölgede yapılan sismik gözlemlerden elde edilen kayıtlı yıllık maksimum deprem şiddetleri serilerine frekans analizi uygulamışlardır. Antalya yöresinin jeolojisi ve depremselliğini de içeren çalışmada, bölgenin zemin özelliklerinin ve yapı-zemin etkileşiminin depremlerde çok önemli rol oynadığını belirtmişlerdir.

Yağmurlu vd. (2005) tarafından, Fethiye-Burdur Fayı'nın güneyinde kalan GB Anadolu ve Isparta Açısı'nın güncel tektonik yapısını kontrol eden etmenler ve ortaya çıkan yapısal özellikler ile bunların neotektonik dönemdeki evrimi araştırılmıştır. Güneybatı Anadolu ve Isparta Açısı'nın bulunduğu bölgenin, özellikle Miyosen süresince gelişen rotasyon hareketlerinin etkisi altında kaldığı, Ege grabenlerinin K-G yönünde açılması, Isparta Açısının batı kanadının, saat yelkovanı dönüş hareketinin tersi yönünde, yaklaşık olarak 35-40 derecelik bir rotasyon geçirmesine neden olduğu belirtilmiştir. Diğer taraftan, benzer şekilde Anadolu levhasının Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Fayları'nın denetiminde batıya doğru hareketi, GB Anadolu bölgesinde, Isparta Açısı doğu kanadının saat yönünde yaklaşık olarak 45 derecelik bir rotasyon geçirmesine neden olduğu ve bu rotasyonun Geç Pliyosen'den sonra da devam ettiği sonucuna varılmıştır.

Çiner vd. (2008), Antalya Havzası Miyosen çökel dolgusunun stratigrafisi, fasiyes düzeni ve çökeltme ortamı konularında yaptıkları çalışmada Antalya Havzası'nın; Isparta Dirseği'nde Mesozoyik yaşlı paraotokton karbonat platformları ile allokton birimlerden (Likya ve Antalya Napları ile Antalya Metamorfik Masifi) oluşan bir temel üzerinde, genişleme-sıkışma tektonizması etkinliğinde uyumsuz olarak gelişmiş bir geç orojen sonrası havzası olduğunu ifade etmişlerdir. Antalya Havzası'nın Geç Miyosen sıkışma tektoniği deformasyonu nedeniyle parçalanarak üç alt havzadan (Aksu, Köprüçay ve Manavgat alt havzaları) oluşan günümüzdeki konumunu kazandığını belirtmişlerdir. Ayrıca, Antalya Havzası'nın Miyosen çökel dolgusunun kronostratigrafik ve litostratigrafik bulgularını daha önceki çalışmalar ile değerlendirerek 19 fasiyes tanımlamışlardır.

Koşun vd. (2009) tarafından, Güneybatı Türkiye'de Beydağları Masifi'nin güneyinde yer alan, Miyosen boyunca Kasaba ve Salur havzalarıyla bağlantılı olan ve Miyosen yaşlı

havzalardan birisi olan Çatallar Havzası stratigrafik ve sedimentolojik olarak araştırılmıştır. Kasaba Havzası'nın ilerisinde ve bu havzadan daha küçük olan kısmen eş yaşlı Çatallar Havzası, Salur Havzası ve Sidek Havzası'nın; Beydağları Platformu üzerinde yer aldığı ve bu havzaların Orta- Geç Miyosen boyunca inceden kaba taneliye doğru ofiyolitleri içeren allokton birimlerden ileri gelen kırıntılılarla doldurulduğu belirtilmiştir. Ayrıca bu çalışmada Salur ve Çatallar Havzası'ndaki ofiyolit kırıntılıların kökeni tartışılmıştır. Bu amaçla Çatallar Havzası'nın 1/25.000 ölçekli haritalaması yapılarak, fasiyes analizinin yeniden değerlendirilmesi ve planktik foraminiferlere dayanarak tam bir stratigrafi çalışması yapılmıştır.

Çevik (2010) tarafından "Myra ve Limanı Andriake/Kazılar Başlarken Ön Düşünceler" adlı Akdeniz Üniversitesi ve Kültür Bakanlığı'nın ortak olarak yürüttükleri proje kapsamındaki kazı çalışmalarında, kentin genel yüzey temizliği ile alt yapı çalışmaları, tespitte yönelik topoğrafik çalışmalar, Demre çayı ve St. Nikolas kilisesi çevresinde arkeojeofizik çalışmalar yapılmıştır. Antik kentte yer alan hamam, agora stoa, tiyatro ve cadde alanlarındaki araştırmalarda küçük buluntular ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca, uçak çekimleri ile de kentin bir kısmının planı yapılmıştır.

Çevik (2010) tarafından yapılan "Arkeolojisinden Doğasına Myra/Demre ve Çevresi" adlı T.C. Kültür Bakanlığı yayını olan çalışma kapsamında, Myra/Demre'nin yakın çevresinde bulunan alanların detaylı arkeolojisi, doğası, tarımı, jeolojisi vb. detaylı olarak çalışılmıştır.

1.6. Bölgesel Jeolojik Evrim

Demre ve yakın çevresini içine alan çalışma alanı, Türkiye'nin güneybatısında Batı Toroslar'da yer almaktadır. Türkiye'ninde içinde bulunduğu geniş bir alanın, geçmiş jeolojik dönemler boyunca Avrasya ve Afrika kıtaları arasındaki Tetis denizinin bir parçası olduğu bilinmektedir. Yaklaşık 200 milyon yıl önce, süper kıta Pangea'nın parçalanması sonucu kuzeyde Lavrasya ve güneyde ise Gondwana olmak üzere iki büyük dev kıta oluşmuştur. Bu iki kıtayı birbirinden Tetis okyanusu ayırıyordu. Daha sonraki dönemlerde bu iki kıta da parçalanmış ve bu parçalar yavaş yavaş birbirinden uzaklaşarak Lavrasya'dan bugünkü Kuzey Amerika ve Avrupa-Asya (Avrasya) kıtaları; Gondwana'dan da bugünkü Güney Amerika, Afrika, Avustralya, Hindistan ve Antartika kıtaları meydana gelmiştir. Jura sonunda, Güney Amerika Afrika'dan kopmuş, Güney Atlantik ortaya

çıkış, Kuzey Atlantik ve Hint Okyanusları büyümüş, Tetis denizi ise küçülmeye, kapanmaya devam etmiştir. Bu esnada Hindistan ise, kuzeye doğru ilerlemesini sürdürmüştür. Kretase sonlarına doğru, Güney Atlantik genişlemiş, Madagaskar Afrika'dan ayrılmış, Tetis küçülerek bir iç deniz (Akdeniz) durumuna gelmeye başlamıştır. Bunun sonucunda da, kıtalar ve okyanuslar bugünkü görünümünü almıştır. Son 65 milyon yıl süresince modern dünyamızdaki önemli jeolojik olaylar ve yapılar şekillenmeye başlamıştır.

Dünyanın jeolojik geçmişine bakıldığında, Prekambriyen'den beri büyük çapta 4 ayrı orojenez devresinin (Assintik Orojenezi, Kaledoniyen Orojenezi, Hersiniyen Orojenezi ve Alpin Orojenezi) ve bunlara ait alt safhaların hüküm sürdüğü bilinmektedir (Ketin, 1977).

Bu orojenez dönemlerinde dünyanın değişik bölgelerinde yeryüzünde on binlerce km. uzunluğunda sıradağlar yükselmiş bu orojenez devreleri sonunda onlarla aynı adları taşıyan birçok kıvrımlı dağ şeritleri meydana gelmiştir. Bunlardan bölgemizi de geniş ölçüde etkilediği bilinen ve 4. büyük orojenez devresi olan Alpin Orojenezi, Jura'dan başlayarak Tersiyer sonuna kadar devam etmiş ve kıvrılma hareketleri birçok safhada gerçekleşmiştir. Alpin Orojenezi, Ketin (1977) tarafından Erken Alpin, Orta Alpin, Geç Alpin olmak üzere 3 devreye ve Erken Kimmeriyen'den (Alt Jura) başlamak üzere Pasadeniyen'e (Pleistosen) kadar çeşitli safhalara ayrılmıştır. En görkemli ve yüksek dağ silsilesine sahip muhteşem Himalayala dağları, Alpin Orojenezi'nin en güzel örneklerindedir. Akdeniz Kuşağı ve Pasifik Okyanusu çevresindeki en genç sıradağlar olan Alpler, Apeninler, Pireneler, Atlaslar, Karpatlar, Helenitler, Toroslar, İran ve Pakistan sıradağları, Roki ve And silsileleri de Alpin Orojenezi sisteminin en tipik örnekleri olarak bilinmektedir.

Bölgenin jeolojik evriminde tektonik süreçlerin önemli bir rol oynadığı görülür. Çalışma alanı, Batı Toroslar'da yer aldığından, incelenen bölgenin yapısal evrimini de Toros kuşağı ve bu kuşağın jeodinamik gelişimi kapsamında düşünmek gerekmektedir. Çalışma alanı ve yakın dolaylarında geçmiş jeolojik zamanlarda başlayan tektonik hareketlilik, günümüzde de etkinliğini sürdürmektedir. Genel olarak Toros dağlarının doğu-batı uzanımlı olmasına karşılık; Antalya Körfezi kuzeyinde Göller Bölgesi dolaylarında ters V şekilli bir yapısal deformasyon (Isparta Büklümü) oluşturması ve aynı zamanda bölgede meydana gelen deprem etkinlikleri bu tektonik hareketliliğin halen devam ettiğinin en büyük göstergesidir. Demre ve yakın dolaylarını kapsayan inceleme

alanındaki kaya birimleri, Beydağları Otoktonuna ait olup, egemen olarak karbonatlı kayalardan oluşmaktadır.

1.6.1. Alpin Dönemi

İnceleme alanı, Alp-Himalaya dağ kuşağında yer almaktadır. Bu kuşağın oluşumu ve gelişiminde Alpin Orojenezi'nin etkisi çok büyük olmuştur. Alpin Orojenezi, Jura'dan başlayarak Tersiyer sonuna kadar devam etmiştir. Alpin Orojenezi, farklı dönemlerde kendi içerisinde birçok safhaya bölünmüştür.

Çalışma alanında Alpin Orojenezi'ne ait bu safhalardan; Laramiyen, Pireneen ve Lisiyen safhalarının önemli etkileri görülmektedir. Şenel vd. (1997) tarafından, bölgedeki naplı yapıların oluşumuna neden olan sürüklenimlerin Üst Senoniyen, Daniyen (Erken Alpin Orojenezi) ve Alt Langiyen'de (Geç Alpin Orojenezi'nde) gerçekleştiği belirtilmiştir. Aşağıdaki bölümlerde, Alpin Orojenezi'nde bölgede meydana gelmiş olan tüm yapısal olay ve yapılar Laramiyen, Pireneen ve Lisiyen safhalarının etkileri çerçevesinde açıklanmaya çalışılacaktır. İnceleme alanı en çok Laramiyen safhasından etkilenmiş olup, bu safha genişçe ele alınırken, diğer iki safhadan kısaca söz edilecektir.

Laramiyen safhası: Alpin Orojenezi'nin ilk etkili dönemi, Erken Alpin devresine denk gelen Laramiyen safhasıdır. Egemen etkisi genel olarak Üst Kretase sonu ile Eosen başı arasındaki dönemlerde meydana gelen bu safhanın önemli tektonik hareketlerinden, Toroslar kadar İç Anadolu bölgesi de etkilenerek şiddetli deformasyona uğramıştır. Erken Alpin devresindeki Üst Kampaniyen-Maastrichtiyen'de, bölge duraylılığını yitirmiş ve inceleme alanının dışında kalan Antalya Napları sürüklenimlerle bir araya gelmiştir. Bu büyük sürüklenimler sonucunda Antalya Napları, Beydağları Otoktonu'nun güneydoğu kenarına yerleşerek bugünkü yerini almıştır. Bu bindirmeye neden olan sıkıştırma kuvvetleri bölgede kıvrımlanmalar, devrilmeler, kırılmalar ve ekaylanmalarla sürüklenimler meydana getirmiştir. Bu sıkıştırma tektoniğine bağlı olarak denizaltı topografyası da oldukça engebeli bir görünüm almış ve bu dönemde dağ oluşumu gerçekleşmiştir. Bu hareketlilik ve denizaltı topografyasına bağlı olarak da değişik yerlerde değişik dönemlerde çok çeşitli kaya türleri oluşmuştur. Bu sıkıştırma rejimi zaman zaman etkin olarak Miyosen sonlarına dek sürmüştür (Şenel, 1986). Bahsedilen Senoniyen-Daniyen sıkıştırma rejimi sonucunda Antalya Havzası tamamen kapanmıştır.

Pireneen safhası: Alpin Orojenezi'nin ikinci şiddetli orojenik dönemi Pireneen (Eosen-Oligosen) safhasıdır. Bu safha, Toroslar'da büyük deformasyonlara neden olmuştur. Orta Alpin devresindeki Lütəsiyen-Priaboniyen'de (Eosen); kuzeyden kaynaklanan Beyşehir-Hoyran-Hadim Napları, Anamas-Akseki Otoktonu'na yerleşmiş, doğuda bu otoktonu da alarak Antalya Napları üzerine yerleşmişlerdir (Özgül, 1984). Lütəsiyen-Priaboniyen'de gerçekleşen bu sıkışma sonucunda Antalya Napları'nda devrilmeler ve ekaylanmalar gerçekleşmiş, Antalya Napları'nın yapısal düzeni oluşmuştur (Şenel vd., 1992).

Lisiyen/Stiriyen safhası: İnceleme alanının dışında bölgenin batısında yer alan Likya (Lisiyen/Teke) Napları, Beydağları Otoktonu'nun kuzey ve kuzeybatısında yer almaktadır. Geç Alpin devresindeki Alt Langiyen'de, Likya Napları olarak bilinen tektonik birimler, Beydağları Otoktonu üzerine bindirmiştir. Likya Napları'nın bindirme yaşı Langiyen (Poisson, 1977) olup, bindirme yönü ise kuzeybatıdır. Alt Langiyen'de (Orta Miyosen) gerçekleşen tektonizma, Isparta doğusunda Antalya Napları'nın güneye yeniden sürüklenmesine neden olmuştur. Böylece Antalya Napları, Alt Langiyen'de Beydağları Otoktonu üzerine doğudan batıya doğru tekrar itilmişlerdir. Bu tektonik hareketlilik, Antalya Napları ile birlikte otoktonların da yer değiştirmesine neden olmuştur (Şenel ve diğ., 1992, 1997).

Pliyosen'de ise, bölgeyi etkileyen gerilme tektoniği ile, Antalya Körfezi batısında, normal ve düşey faylar oluşmuştur. Bu büyük kırıklar, bugünkü horst ve grabenleri oluşturarak, incelenen sahanın ve çevresinin bugünkü morfolojik görünümünün sağlanmasında esas rolü oynamıştır. Bu kırılmalar ve bölgenin yükselmesiyle Akdeniz kıyı çizgisi gerileyerek hemen hemen bugünkü yerini almıştır.

Kuvaterner başlarında (Pleyistosen'de) aşınmalarla birlikte yer yer travertenler, eski alüvyonlar ve yamaç molozları oluşmuştur. Günümüzde ise, tüm bu oluşuklar hızla aşınarak yeni alüvyonları, yamaç molozlarını ve sahil çökellerini meydana getirmektedir. İnceleme alanının çevresinde bulunan Phaselis, Olimpos, Kekova vd antik kent kalıntılarının deniz seviyesinin altına düşmesi (deniz içinde bulunuşu), günümüzde tektonik süreçler sonucunda oluşan alçalmaların söz konusu olduğunu düşündürmektedir (Şenel, 1986).

1.7. İnceleme Alanının Neotektonik Konumu

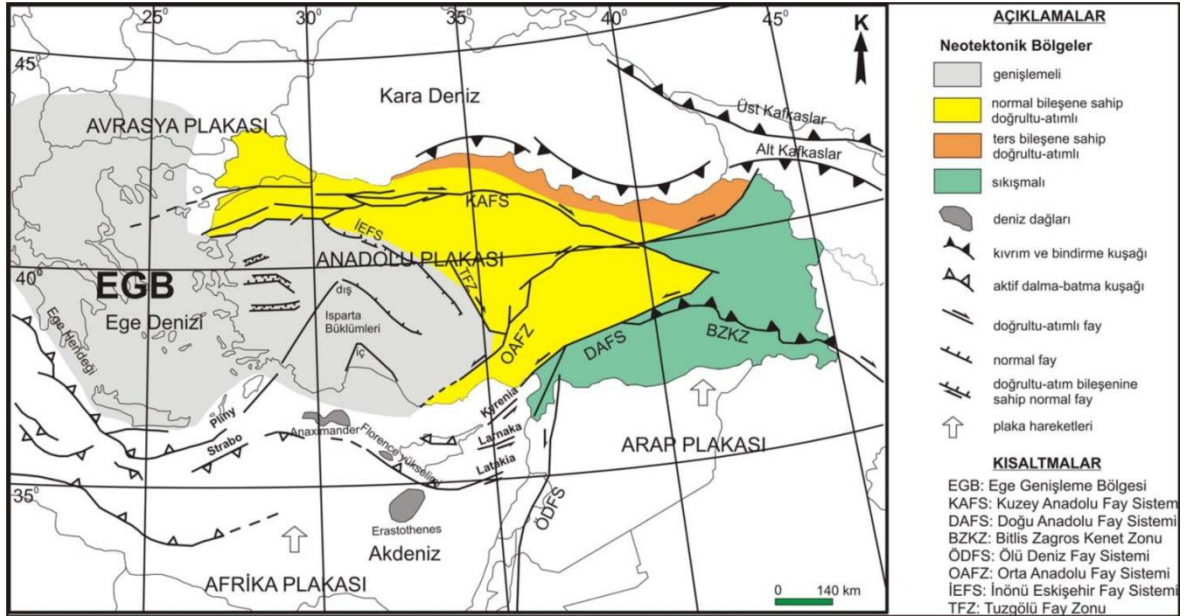
Bölgenin tektono morfolojisinin, yakın geçmişten günümüze kadar gelişiminde neotektonik dönem olay ve yapılarının büyük bir rolü bulunmaktadır. Bu nedenle neotektonik dönemdeki olay ve yapılar aşağıda kısaca açıklanacaktır.

Anatolid-Torid platformunu Arap-Afrika levhalarından ayıran Neotetis'in güney kolu Geç Kretase'de Afrika ve Avrasya Levhaları arasında kapanmaya başlamıştır (McKenzie, 1972; Şengör ve Yılmaz, 1981; Dewey ve diğ., 1986; Hempton, 1987; Le Pichon ve Gaulier, 1988). Bu kapanma ile Anadolu Levhası ve Arap Levhası'nın Miyosen'de Bitlis-Zagros dolaylarında çarpışması ile sonlanmıştır (Şengör ve Yılmaz 1981). Bitlis-Zagros kenet kuşağı boyunca gerçekleşen kapanma ile Anadolu Levhası sıkışarak kalınlaşmış ve kendi içinde yırtılarak bunun sonucunda oluşan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) boyunca Anadolu Levhası batıya doğru kaçmaya başlamıştır (McKenzie, 1972; Le Pichon ve Angelier, 1979; Şengör, 1980; Şengör ve diğ., 1985; Dewey ve diğ., 1986; Le Pichon ve Gaulier, 1988), (Şekil 5). DAFZ üzerinde yapılan çalışmalar faylanma hareketinin 4-5 My önce başladığını göstermektedir (Arpat ve Şaroğlu, 1972; Dewey ve diğ., 1986; Şaroğlu ve diğ., 1992; Westaway ve Arger, 1996). KAFZ üzerinde yapılan çalışmalarda ise bu zon boyunca hareketin Geç Miyosen-Erken Pliyosen (Barka ve diğ., 2000; Bozkurt, 2001) veya Orta Miyosen'de (McKenzie, 1970; Şengör ve diğ., 1979; Şengör ve diğ., 2005) başladığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte günümüze yakın zamanda yapılan çalışmalarda bu hareketin Neotetis'in kapanmaya başlamasıyla birlikte geç Paleosen-Erken Eosen döneminde başladığı, 26 My ve 8 My önce ise şiddetlenerek devam ettiğini ortaya koymuştur (Uysal ve diğ., 2006).

Ülkemizin depremsellik açısından en yüksek bölgelerinden biri olan Batı Anadolu, Anadolu Levhası'nın batıya doğru olan hareketinin kontrolü altındadır. Araştırmacılar bu hareketin Batı Anadolu da Erken Miyosen ile Pliyosen arasında bir zamanda başladığını ve bölgede hakim olan tektonik rejimin D-B ve KD-GB doğrultularında gelişmiş fay zonları ile bir genişleme bölgesi oluşturduğunu ileri sürmektedirler (Dumont ve diğ., 1979; Angelier ve diğ., 1981; Şengör, 1987; Seyitoğlu ve Scott, 1991, 1992; Cohen ve diğ., 1995; Koçyiğit ve diğ., 1999; Yılmaz ve diğ., 2000; Alçiçek ve diğ., 2005) (Şekil 4).

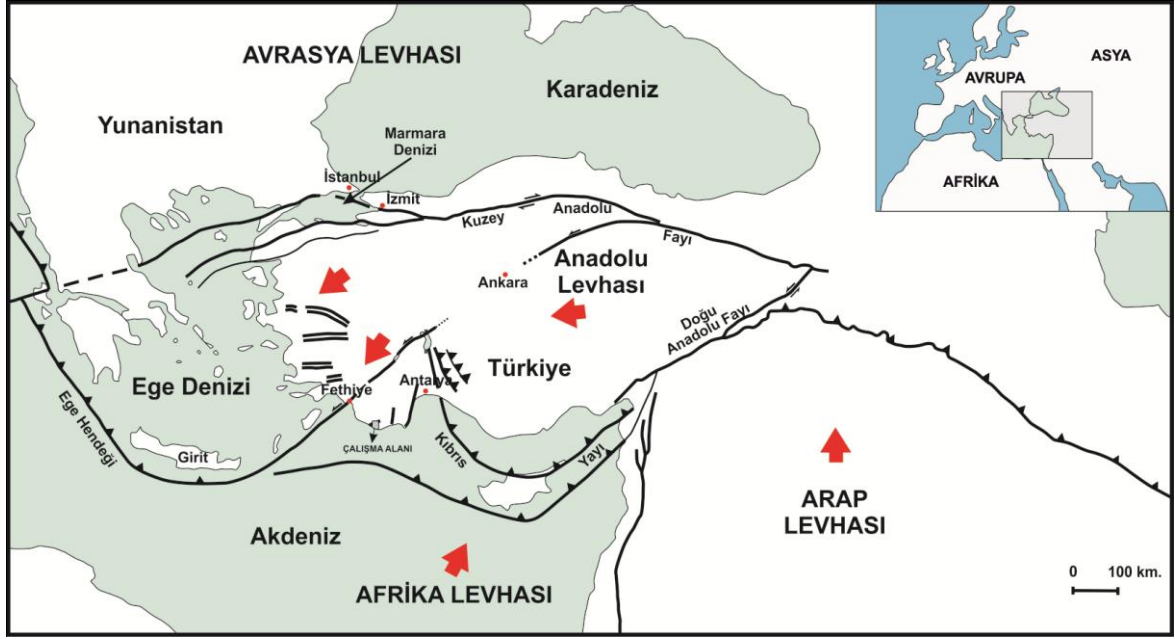
Türkiye'nin aktif tektoniği, Anadolu levhasının Erken Pliyosen'den beri olan tektonik kaçışıyla ilgili deformasyonunun bir sonucudur. Türkiye'nin neotektoniğinde 3 büyük tektonik yapı hakimdir: 1-) Sağ Yönlü KAFZ, 2-) Sol Yönlü DAFZ ve 3-) Ege

Hendeği-Kıbrıs Yayı. Ayrıca sol yönlü ÖDFZ' da önemli bir role sahiptir (Bozkurt, 2001). Arap Levhası ile Anadolu Levhası'nın çarpışması sonucu, Kuzey Anadolu Fayı boyunca sağ yönlü, Doğu Anadolu Fayı boyunca sol yönlü hareket, Anadolu Levhası'nı batıya doğru hareket ettirmektedir (Dewey, 1976).



Şekil 4. Türkiye ve yakın çevresinin ana neotektonik rejim bölgelerini ve ilişkili yapıları gösteren harita (Koçyiğit ve Özacar, 2003; Wooside vd., 2002; Zitter vd., 2005; Çiftçi, 2007; Akıl, 2008).

Kuzey Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu Fayı arasında kalan Anadolu Levhası, iki parmak arasında sıkıştırılan zeytinin fırlaması gibi batıya doğru hareket etmekte ve en batıda ise sola doğru kıvrılarak Fethiye-Burdur Fay Zonu (FBFZ) boyunca (Karaman ve Softa, 2009) Girit dalma-batma zonuna doğru ilerlemektedir (Şekil 5). Anadolu Levhası'nın batıya doğru hareketi, Yunanistan-Ege coğrafyasındaki yer kabuğu tarafından engellenmeye çalışılmaktadır. Bu engelleme Batı Anadolu'da "bir süpürgenin ucunun duvara sıkıştırılmasıyla tel aralarının açılarak oluşturduğu yelpaze gibi", genişlemelere yol açmakta ve bu bölgede graben ve horst adı verilen çöküntü ve yükselim alanları oluşmaktadır (Atabey, 2000). Gerçekte Anadolu, Avrupa'ya göre batıya hareket etmekte, fakat göreceli olarak Yunanistan'a göre hareket etmemektedir. Çünkü Yunanistan Anadolu'ya göre GB'ya doğru daha hızlı hareket etmektedir. Yunanistan'ın Afrika üzerine GB'ya doğru olan hareketi, Kıbrıs'ta Anadolu'nun Afrika üzerine doğru olan hareketinden daha hızlıdır (Eren, 2006).



Şekil 5. İnceleme alanının içinde yer aldığı Türkiye ve yakın çevresindeki aktif fayları gösteren neotektonik harita (Karaman, 2010).

İnceleme alanının içerisinde yer aldığı Güneybatı Anadolu'nun güncel tektonik yapısını biçimlendiren jeodinamik etkenler, Yağmurlu ve Şentürk (2005) tarafından dört grup içinde toplanmıştır: Bunlar; 1) Fethiye-Burdur Fay Zonu'nun kuzey bölümünde Ege-Peloponnisos Levhası'nın GB'ya doğru hareketi, 2) Isparta Büklümü'nün doğu kanadının saat yönünde, batı kanadının ise saatin tersi yönde rotasyonu, 3) Afrika Levhası'nın Ege ve Kıbrıs tektonik yayları boyunca Ege-Peloponnisos ve Anadolu Levhaları'nın altına dalması Anadolu Levhası'nın KAF ve DAF'ın kontrolünde güneybatıya doğru hareketidir (Şekil 5).

Güneybatı Anadolu ve Isparta Büklümü'nün bulunduğu bölge, özellikle Miyosen süresince gelişen rotasyon hareketlerinin etkisi altında kalmıştır. Ege grabenlerinin K-G yönünde açılması, Isparta Büklümü'nün batı kanadının, saat yelkovanı dönüş hareketinin tersi yönünde, yaklaşık olarak 35-40 derecelik bir rotasyon geçirmesine neden olmuştur. Anadolu Levhası'nın KAF ve DAF'ın denetiminde batıya doğru hareketi ise, GB-Anadolu bölgesinde, Isparta Büklümü doğu kanadının saat yönünde yaklaşık olarak 45 derecelik bir rotasyon geçirmesine neden olmuştur. Doğu kanat üzerindeki rotasyonun Geç Pliyosen'den sonra da devam etmesi, günümüzde halen aktifliğini koruyan Aksu Bindirmesi'nin oluşmasına yol açmıştır. Isparta Büklümü'nü oluşturan doğu ve batı kanatların birbirlerine ters yöndeki rotasyonları, günümüzde halen aktif olan ters fayların ve bunları vev kesen doğrultu atımlı fayların oluşumuna neden olmuştur (Yağmurlu ve Şentürk, 2005).

2. BULGULAR

2.1. İnceleme Alanının Genel Jeolojisi

İnceleme alanı, genelde temel kayaçların oluşturduğu topoğrafik yükseltilerle çevrelenmiş bir ova görünümündedir ve bu alanının ortasında materyallerini Demre Çayı'ndan alan Demre Ovası bulunmaktadır. Demre Çayı inceleme alanı içerisinde KB-GD uzanımındadır.

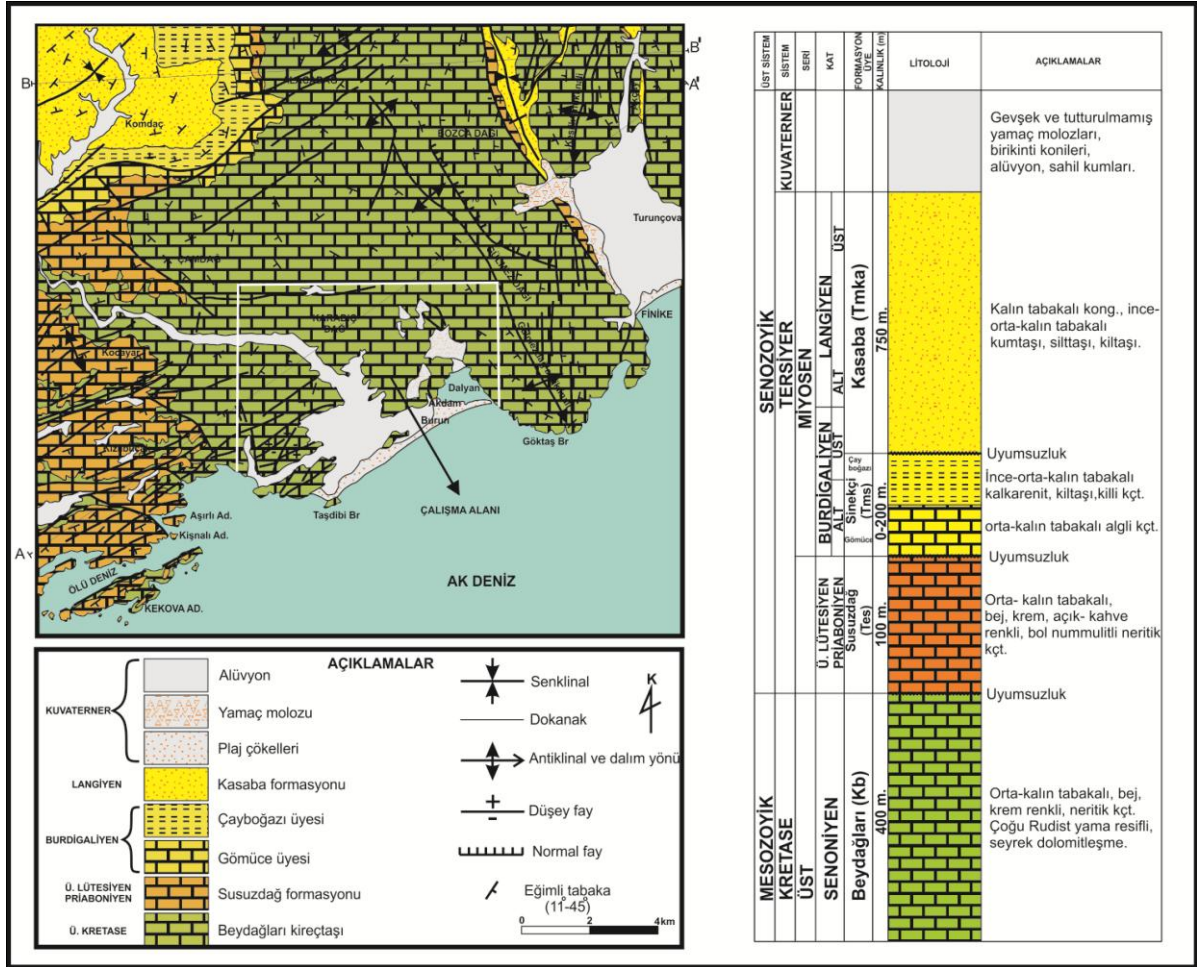
Myra/Demre ve çevresi karmaşık jeolojik konumu ve ilginç özellikleri ile Türkiye'nin jeoloji literatüründe önemli bir yere sahiptir. Bölgede başlıca Otokton kökenli kayaçlar yer almaktadır. Bölgede gözlenmiş olan kayaçlar Mesozoyik ve Senozoyik dönemlerini temsil ederler. Beydağları Otoktonu'na ait Jura-Kretase yaşlı platform tipi kireçtaşlarından oluşan Beydağları Formasyonu üzerinde uyumsuz olarak Üst Lütesiyen-Priaboniyen yaşlı nummulitli kireçtaşlarından oluşan Susuzdağ Formasyonu ile Burdigaliyen yaşlı algli kireçtaşı, killi kireçtaşı ve kilttaşlarından oluşan Sinekçi Formasyonu yer alır. İstif, üstte Üst Burdigaliyen-Langiyen yaşlı kırıntılı kayaçlardan oluşan Kasaba Formasyonu ile sonlanır (Şenel, 1997), (Şekil 6). Beydağları Otoktonu, inceleme alanında geniş bir yüzeyleme vermekte olup, egemen olarak platform tipli masif ve yer yer tabakalı karbonatlı kayaçlardan oluşmaktadır. İnceleme alanında yaygın olarak yüzeyleyen Beydağları Otoktonuna ait Beydağları Formasyonu aşağıda ayrıntılı olarak ele alınacak, buna karşın Allohton birimler ise inceleme alanında yüzeyleme vermediğinden kendileri bahse konu edilmeyeceklerdir.

2.1.1. Beydağları Otoktonu

İnceleme alanındaki Demre ovası ve daha geniş anlamda Antalya bölgesindeki düzlük alanları çevreleyen yüksek dağlık alanların önemli bir kısmı, karbonatlı kayaçlardan ibaret Beydağları Formasyonu'ndan oluşmaktadır. Bunlar, çevresindeki diğer kayaçlara nazaran nispeten daha sert yapılı, aşınma ve erozyona daha dayanıklı kaya birimlerinden oluşmakta, bu özellikleri dolayısıyla da yörede aşınmadan kalmış yüksek dağlık alanları teşkil etmektedirler. Yapılan bölgesel çalışmalarda otokton konumlu olarak

görülen ve genelde karbonatlı ve daha üste doğru yer yer kırıntılı birimlerden oluşan ve değişik jeolojik zaman dilimlerinde çökelen tüm kaya birimlerine “Beydağları Otoktonu” adı verilmektedir (Özgül, 1976).

Beydağları Otoktonu, Myra antik kenti çevresinde geniş bir alana yayılmış olarak yüzeyleme vermektedir. Beydağları Otoktonu inceleme alanı içerisinde Beydağları Formasyonu’nu içermektedir.



Şekil 6. Çalışma alanı ve geniş çevresinin sadeleştirilmiş jeoloji haritası ve ölçeksiz stratigrafik kesiti (Şenel, 1997’den değiştirilerek alınmıştır).

Beydağları Otoktonu’nu Özgül (1976) “Geyik Dağı Birliği”, Woodcock ve Robertson (1977) “Beydağları Zonu”, Yılmaz ve diğ. (1981) ise “Beydağları Masifi” olarak adlandırmıştır. Önceki araştırmacılardan Poisson (1984), Şenel (1984), Poisson ve diğ. (2003) tarafından Eğirdir-Kovada simetri ekseninin batısında yer alan Mesozoyik karbonat istifi, “Beydağları Otoktonu” olarak adlandırılmıştır. Hayward (1982) ise, Türkiye'nin güneybatısındaki Toros Otoktonu ’nu Beydağları ve Susuzdağ masifleri olarak

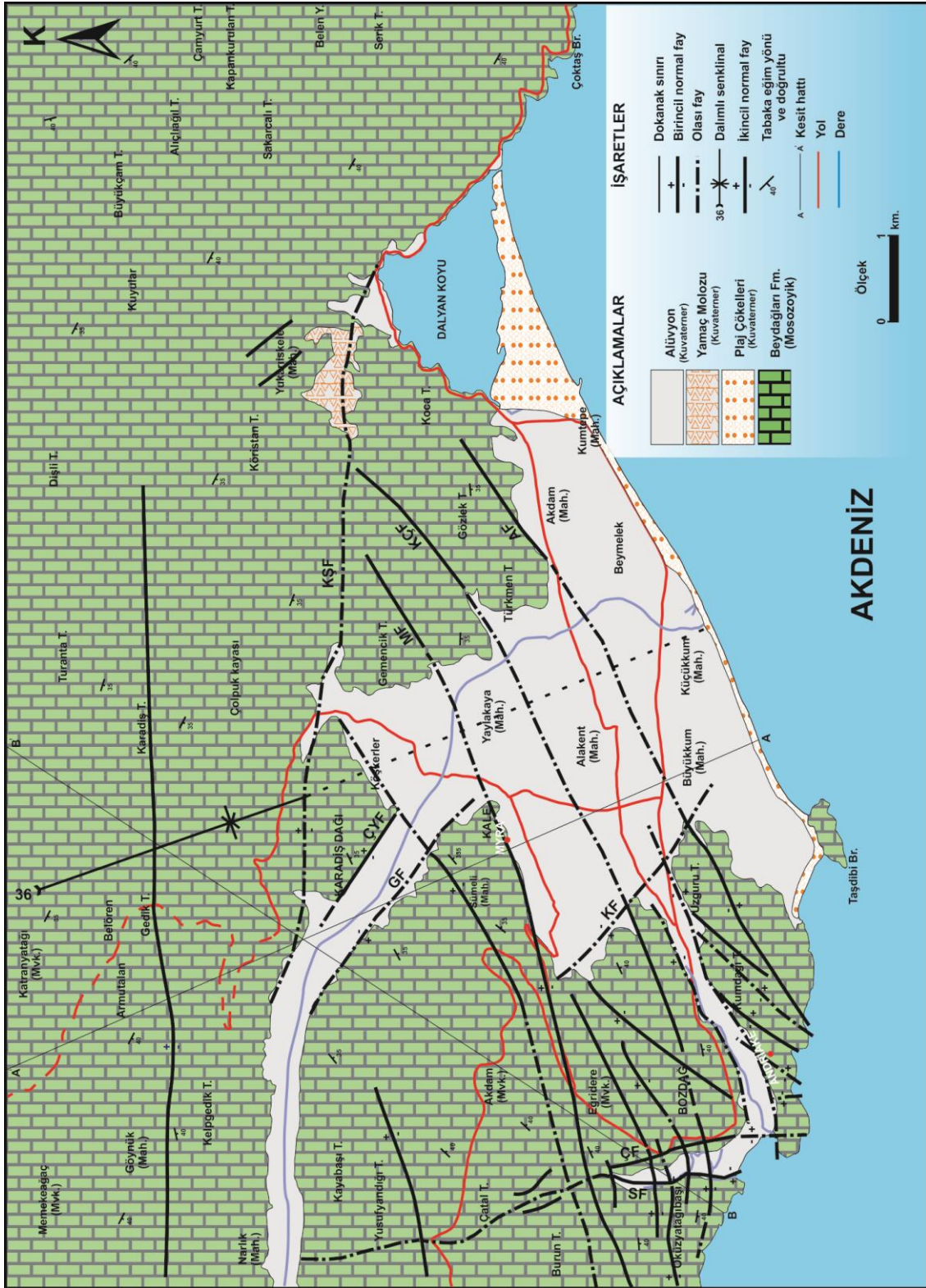
ikiye ayırmıştır. Ersoy (1990), Likya Napları'nın yapısal evrimi ile ilgili çalışmasında Beydağları Otoktonu'nu "Beydağları Otokton Kuşağı (Zonu)" olarak ele almıştır ve bu karbonat istifinin, Üst Kretase sonundaki, tektonik hareketler nedeniyle yanal yönde fasiyes değişiklikleri sunduğunu belirtmiştir.

Hayward (1982) tarafından Türkiye'nin güneybatısında yapılan incelemelere göre, Beydağları ve Susuzdağ masifleri, Alt Tersiyer'i çok kesikli olan (Poisson, 1977) Lias'tan Alt Miyosen'e (Akitaniyen) kadar uzanan bir karbonat platformunu oluşturmaktadır. Karbonat platformunun daha kuzeyde olduğu gibi (Dumont vd., 1972) kıta kabuğu üzerine oturduğu kabul edilmektedir (Robertson ve Woodcock, 1982). Miyosen kırıntılı çökelleri, karbonat platformu istifi üzerinde uyumsuzlukla yer almaktadır.

Bölgesel boyutlarda Toros Otoktonu'nun, Likya Napları ve Antalya Birliği gibi iki allokon ofiyolitli birim arasında kalmış bir paraotokon tektonik birlik oluşturduğu bilinmektedir (Hayward, 1982). Kissel ve Poisson (1986) ile Piper vd. (2002), paleomanyetik verilere dayanarak, Isparta Açısı'nın batı kanadını oluşturan Beydağları karbonat masifini Miyosen dönemi boyunca saat yelkovanı dönüşünün tersi yönünde yaklaşık 35-40 derecelik bir rotasyona uğramış olabileceğini belirtirler (Yağmurlu vd., 2005).

Çalışma alanında, Beydağları Otoktonu'na ait Jura-Kretase yaşlı platform tipi kireçtaşlarından oluşan Beydağları Formasyonu'nun Üst Kretase yaşlı karbonatları yüzeylemektedir (Şekil 7). Bu alandan alınan enine kesitlerde birimlerin birbirleriyle olan dokanakları ayrıntılı olarak görülmektedir (Şekil 8).

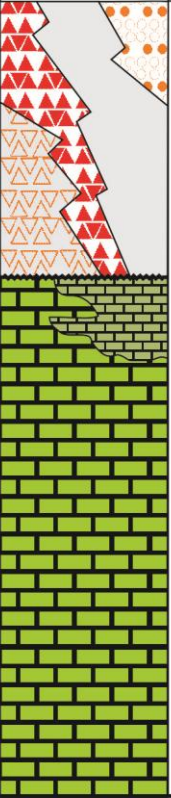
İnceleme alanının dışında kalan Üst Lütésiyen-Priaboniyen yaşlı nummulitli kireçtaşlarından oluşan Susuzdağ Formasyonu ile Burdigaliyen yaşlı algi kireçtaşı, killi kireçtaşı ve kilttaşlarından oluşan Sinekçi Formasyonu, Beydağları Formasyonu üzerinde uyumsuz olarak yer alır. İstif, üstte Üst Burdigaliyen-Langiyen yaşlı kırıntılı kayaçlardan oluşan Kasaba Formasyonu ile sonlanmaktadır (Şenel, 1997), (Şekil 6). Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 7. İnceleme alanının jeolojisi haritası (Bazı tektonik unsurlar (Şenel, 1997)'den değiştirilerek alınmıştır ve harita üzerinde gösterilen MF: Myra Fayı'nı, AF: Akdam Fayı'nı, KCF: Karaçamlık Fayı'nı, KF: Karabucak Fayı'nı, KŞF: Köşkerler Fayı'nı, GF: Güvercinlik Fayı'nı, ÇYF: Çamyanı Fayı'nı, ÇF: Çolpan Fayı'nı ve SF: Sazlık Fayı'nı simgelemektedir).



Şekil 8. İnceleme alanında A-A' ve B-B' jeolojik kesitlerin görünümü.

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON ÜYE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	FOSİLLER
MESOZOYİK	KRETASE	ÜST	SENONİYEN	Beydağları		<p>Gevşek ve tutturulmamış yamaç molozları, birikinti konileri, alüvyon, sahil kumları.</p> <p>Uyumsuzluk</p> <p>İnce-orta tabakalı mikritik kireçtaşı</p> <p>Orta-kalın tabakalı, bej, krem renkli yama resifli neritik kireçtaşları.</p>	<p><i>Globotruncana arca</i> <i>Globotruncana elevata</i> <i>Globotruncana stuarti</i> <i>Orbitoides medius</i> <i>Sederolites calcitropoides</i> <i>Incoramus</i> <i>Rudist</i> <i>Dicyclina pavonia</i> <i>Pseudolituonella raichell</i> <i>Salpingoporella sp.</i> <i>Thaumatoporella sp.</i></p>
SENZOZOYİK	KUVATERNER						

Şekil 9. Çalışma alanının genelleştirilmiş ölçeksiz stratigrafik kesiti (Fosiller Şenel (1997)'den alınmıştır).

2.1.1.1. Beydağları Formasyonu

Beydağları Formasyonu Liyas-Üst Kretase yaşlı neritik kireçtaşlarından oluşmaktadır (Günay ve diğ., 1982). İnceleme alanında Beydağları Formasyonu'nun Üst Kretase yaşlı karbonatları yüzeylenir.

Beydağları Formasyonu, Batı Toroslar'daki Mesozoyik Karbonat Platformu'nun bir parçası olup, platformun daha çok üst seviyelerini oluşturmaktadır. Batı Toroslar'da araştırma yapan araştırmacıların çoğu Mesozoyik dönemi boyunca karbonatların çökeldiğini belirtmişlerdir. Günay vd. (1982) tarafından yapılan araştırmada Üst Triyas-Jura-Kretase boyunca Mesozoyik karbonat istifinin çökeldiğini belirtilmektedir. Koçyiğit (1983) bu birimleri Senozoyik hariç Hoyran Grubu altında toplamıştır. Dumont ve Kerey (1975) ise Üst Triyas'tan itibaren çökelen karbonatları farklı birimlere ayırarak haritalamışlardır. Poisson (1977) Orta-Üst Jura'dan Kretase sonuna kadar çökelen karbonat

istifini Beydağları Otoktonu adı altında incelemiştir. Beydağları Formasyonu'nu Koçyiğit (1981) Liyas'dan başlayıp Alt Senoniyen boyunca Neritik Karbonat Platformu olarak çökeldiğini vurgumuş, Ersoy (1990) ise, Beydağları Otokton Kuşağı olarak adlandırmıştır.

İnceleme alanında Myra/Andriake antik kenti'nin büyük çoğunluğu Beydağları Otoktonu'na ait neritik kireçtaşlarıdır.

Formasyon, orta-kalın tabakalı, aşınma yüzeyi gri- açık gri, kırılma yüzeyi bej-krem- açık gri-açık kahverengi yer yer rudist kavrıkları içeren resifal kireçtaşlarından oluşur. Yörede yüzeyleyen bu karbonatlar sert ve sık çatlaklı, çatlaklar ikincil kalsit dolguludur. Bazı geniş çatlaklarda aragonit oluşumu söz konusudur. Ayrışma yüzeylerinde gri-bej renkler göze çarpar. Bazı düzeylerinde dolomitik özellik gösteren birim içinde yer yer ayrışma sonucu kırmızı renkli toprak oluşumları gözlenir. İnceleme alanında yüzeyleyen kireçtaşlarının birçok kesimde tabakalanma gözlenmez. Tabaka kalınlıkları 10 cm. ile 1 m. arasında değişirler. Neo-tektonik dönemde etkin olan yoğun faylanmadan dolayı birim, kırıklı ve ezilmiş olup, içerisinde yer yer breşik kesimler göze çarpar. Bölgedeki kireçtaşlarında yer yer erime boşlukları gözlenmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. Demre-Kaş karayolu üzerinde Aşağıiskele Mahallesi'ndeki orta-kalın tabakalı kireçtaşlarından genel bir görünüm.

Beydağları Formasyonu mikro fosil bakımından zengin sayılır. Bazı düzeyleri bol miliolitli olup, yer yer gastropod, mercan, alg vb. makro fosilleri kapsar. Güneybatı Türkiye’de Liyas’tan Alt Senoniyen’e kadar çökelen karbonatlar, neritik ortamı karakterize etmekte ve yer yerde milioidler içermesinden dolayı lagüner ortamı simgelemektedir (Koçyiğit 1981). Çalışma alanının kuzeydoğusunda Beydağları Formasyonu’nun üst kesimlerinde Üst Senoniyen yaşlı globotruncana’lı mikritler bulunur (Şenel vd., 1989), (Şekil 11).



Şekil 11. İnceleme alanının kuzeydoğusunda Belören mevkiinde bulunan ince dokulu mikritik kireçtaşlarının yakından görünümü.

2.1.1.2. Plaj Çökelleri

Bölgede kıyı boyunca dalga işlevi ile oluşan kum ve çakıllı çökellerdir. Plaj Çökelleri inceleme alanında Dalyan koyu, Çolpan Plajı, Sülüklü Plajı ve Taşdibi Plajı’nda gözlenmiştir. Bu çökeller sedimanter, magmatik ve metamorfik kökenli olabilmektedir. Ancak dalgaların bölgedeki kireçtaşlarını kolay aşındırması nedeniyle çökellerin çoğu kireçtaşı parçalarından meydana gelmiştir.

2.1.1.3. Yamaç Molozu ve Birikinti Konileri

Genellikle dağların yamaç ve eteklerinde bulunurlar. Yer yer tutturulmuş, yer yer ise tutturulmamış ve gevşektirler. Bazı alanlarda birikinti konileri de kapsar. İnceleme alanında Yukarıiskele Mahallesi'nin güney kesiminde gözlenmiştir.

2.1.1.4. Alüvyonlar

Demre ovası, kuzeyden güneye doğru ovayı kateden büyük debili Demre Çayı'nın taşıdığı alüvyonlarla örtülüdür. Alüvyon kalınlıkları sondaj ve jeofizik verilere göre 180 m.'yi bulur (Öner, 2000). İnceleme alanında alüvyonlar, akarsu yataklarında ve Demre Ovası'nın akarsu yatağı dışında kalan ve güneye doğru genişleyen düzlük bir alanda görülür. Alüvyonlar; son derece gevşek, çakıltaşı, kumtaşı, kıltaşı ve az miktarda da kireçtaşı parçalarından oluşmaktadır. Tane boyutu denize yakın alanlarda daha küçük olmak üzere değişmektedir.

İnceleme alanındaki alüvyonlar, Myra Çayı yatağında ince şeritler halinde bulunur. Bu alüvyonlar yer yer geniş alanlara yayılır. Demre Ovasına yayılan bu alüvyonlar, değişik boyutta çakıl, blok, kum vb. tanelerden oluşur. Myra Çayı'nın denize yakın alanlarında alüvyon dolguları genişler ve Demre Ovası'nın bugünkü durumunu oluşturur (Şekil 12).



Şekil 12. Myra Çayı'ndan taşınan alüvyonların genel görünümü.

2.2. İnceleme Alanının Yapısal Jeolojisi

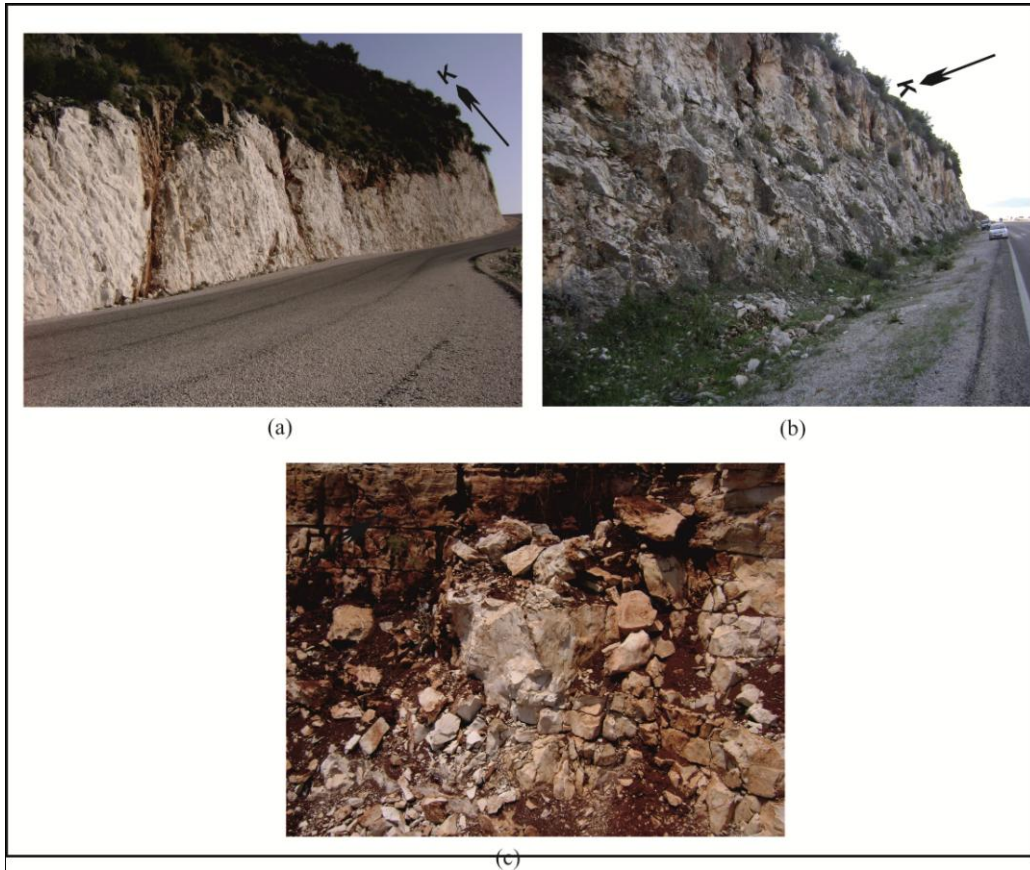
Teke Torosları'nın güneydoğusunda, Demre Ovası'nda yer alan inceleme alanında Üst Kretase'den günümüze kadar değişik yaşlarda çeşitli birimler gözlenmektedir. Güneybatı Toroslarda çeşitli dönemlerde gelişen yapısal deformasyonların farklı litolojiye sahip kaya birimlerini etkilemesi, bölgede oldukça karmaşık bir jeolojik yapının oluşumuna neden olmuştur. Çalışma alanının en çok Alpin Orojenezi etkisinde kaldığı bilinmektedir. Paleotektonik ve Neotektonik dönemler boyunca çok yoğun deformasyona uğramış olan inceleme alanında dikkat çeken önemli yapısal unsurlar; tabakalar, eklemler ve normal faylardır. Arazide gözlemlenen bu yapıların tanımı ve arazi çalışmalarıyla elde edilen verilerin yapısal açıdan değerlendirilmesi bu bölümün ana konusunu oluşturmaktadır. Bölgenin yapısal gelişiminin ortaya konabilmesi için çalışma alanında çok sayıda arazi verileri toplanmış ve bu veriler yapılan çizgisellik analizi ile korele edilmiştir. Bu yapısal unsurlardan önemli görülenleri arazide yapılan ölçümler, diyagramlar ve gerekli görülen yerlerden çekilmiş olan fotoğraflar ile birlikte ilişkilendirilerek anlatılacaktır.

2.2.1. Tabakalanma

İnceleme alanı ve yakın çevresinde egemen olarak sedimanter kayalar yüzeylemektedir. Beydağları Formasyonu'na ait gri, açık gri, bej renkli neritik kireçtaşları inceleme alanında genellikle masif yapıdadır. Ancak bazı düzeylerde az da olsa düzenli tabakalanma gözlenmiştir. Gözlenen bu tabakalanmalar hem arazide ölçülerek hem de hava fotoğrafları üzerinden jeolojik haritaya işlenmiştir (Şekil 13).

İnceleme alanındaki otokton birimlerden Kretase yaşlı Beydağları Formasyonu'nun kireçtaşlarına ait tabaka doğrultuları genel olarak KB-GD ve KD-GB doğrultuludur. Eğim yönleri ise genel olarak GD'ya doğrudur.

Düzenli tabakalanma gösteren yer yer karstik yapılı, bol çatlaklı ve kırılğan kireçtaşları, Göynük Mahallesi'nde $K38^0B/40^0GB$, Eğridere mevki'nde $K30^0D/40^0GD$, Sümeli Mahallesi'nde $K36^0D/40^0GD$ duruşlu olarak ölçülmüştür.



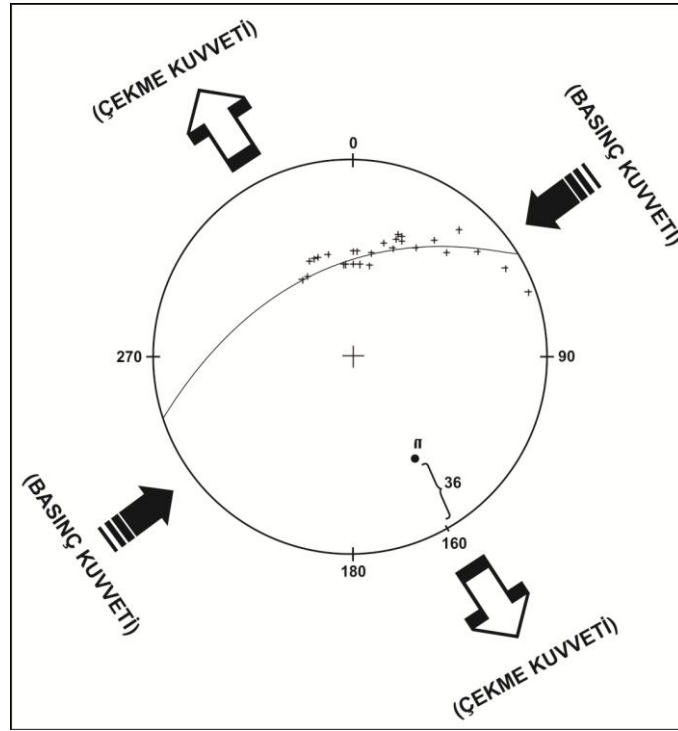
Şekil 13. Demre-Kaş Karayolu'ndaki yol yarmasında Beydağları Formasyonu'na ait masif yapılı (a) ve (b), düzenli katmanlı (c) kireçtaşlarından genel görünümler.

2.2.2. Eklemler

İnceleme alanının jeolojik dönemlerde tektonik olaylardan oldukça fazla etkilenmiş olmasının göstergelerinden biri de arazideki kayalarda sıkça gözlenen kırıklı çatlaklı yapılardır. Bunlar kireçtaşı gibi nispeten gevrek kayalarda daha belirgin olarak gözlenmektedir. Beydağları Formasyonu'na ait kireçtaşlarındaki çatlak sistemlerine daha yakından bakıldığında, önemli bir kısmının kayalarda ayrılma açılma şeklinde geliştiği ve bunların aralarının ikincil oluşumlu kalsit ve yer yer de aragonit mineralleriyle doldurulduğu görülmüş olup, dolayısıyla bunların tansiyon çatlakları olabileceği sonucuna varılmıştır. Eklemler çalışma sahasında Demre-Eğridere mevkiî arasındaki yol yarmasında, Gürses ve Akdam mevkiî'nde ve Bozdağında gözlenmiştir.

2.2.3. Kıvrımlar

İnceleme alanının yer aldığı bölgenin genel yapısı Alp Orojenezi ile fazlaca etkilenmiş ve kıvrımlanmıştır. Ancak çalışma alanının çoğu alüvyon birimleri ile kaplı olduğundan kıvrım eksenini takip edilememektedir.



Şekil 14. İnceleme alanında Beydağları Formasyonu'ndan alınan (30) adet tabaka ölçüsünün π diyagramında görünümü.

İnceleme alanındaki Beydağları Formasyonu'ndan alınan tabaka düzlemlerinden elde edilen π diyagramına göre, kıvrım ekseninin K20⁰B gidişinde ve güneydoğuya doğru dalımlı olan bir senklinal olduğu belirlenmiştir. Myra/Andriake antik kentinin KB'sında yer alan güneydoğuya dalımlı senklinal, kireçtaşı birimlerini etkilediği için Üst Kretase'den daha yaşlıdır. Şekil 14' göre kıvrımı oluşturan sıkıştırma kuvveti KD-GB, gerilme kuvveti ise KB-GD doğrultulu olduğu görülmüştür.

2.2.4. Faylar

Tektonik aktivitesi devam eden fayların bulunduğu bölgelerde, bu fayların türüne bağlı olarak değişik topoğrafik özellikler görülür. Tektonik olarak hareketli olan bölgelerde fayların hareket yönü ya ötelenmiş klavuz vadiler, sırtlar vb. veriler yardımıyla, ya da fay çizikleri, riedeller vb. gibi kinematik göstergeler aracılığı ile belirlenebilmektedir. İnceleme alanındaki faylar salt arazi çalışmalarının yanında yapılan çizgisellik analizi çalışmasıyla da belirlenmiştir (Şekil 25). Arazinin egemen olarak masif yapılı kireçtaşlarından oluşması ve topoğrafyanın, alüvyon sınırından itibaren hemen aniden dikleşmesi gibi zor arazi şartlarından dolayı, fayların atımları ve kinematik özellikler net olarak saptanamamıştır.

Alpin Orojenezi'nden etkilenen inceleme alanı, geçirdiği tektonik deформasyonların etkisiyle irili ufaklı birçok fayın oluşumuna sahne olmuştur. Bu fayların türü egemen olarak normal faydır. Bazılarında ise doğrultu atım bileşeni de görülmektedir. Bölgede görülen faylara ve bu fayların ayrıntılı özelliklerine ilk kez bu çalışmada değinilecektir. İnceleme alanındaki fayların genel uzanımı KD-GB, KB-GD ve D-B şeklindedir. Sahada izlenebilen fayların, klavuz verilerin ötelenmesi ve bölgedeki ani jeomorfoloji değişimi, gibi özelliklerden yararlanılarak birbirlerine göre bağıl yaş tayini yapılmıştır. Buna göre; KB-GD ve D-B uzanımlı fayların birincil oluşumlu fay (daha yaşlı), KD-GB uzanımlı fayların ise ikincil oluşumlu fay (daha genç) olup 2 ayrı grup altında toplanmıştır. Arazi çalışmaları sırasında inceleme alanında belirlenmiş olan faylar aşağıda ayrıntılı şekilde açıklanacaktır.

2.2.4.1. Birincil Oluşumlu Faylar

2.2.4.1.1. Karabucak Fayı

İnceleme alanı içerisinde Karabucak mevkiinde bulunan kırık hattı, egemen olarak K30⁰B doğrultusundadır. Bölgede kireçtaşları ile Demre ovası alüvyonlarının tektonik sınırını oluşturmakta ve Demre ovasını batıdan sınırlamaktadır (Şekil 15). İnceleme alanda izlenilebilen uzunluğu yaklaşık 4 km kadardır. Karabucak Fayı, arazi gözlemleri ve laboratuvar çalışmaları sonucundaki kırık analizi değerlendirmelerinden yararlanılarak 1/25.000 ölçekli harita üzerine işlenmiştir. Karabucak Fayı, saha çalışmalarına dayalı gözlemler ışığında, KD bloğu çökmüş normal bir faylanmaya işaret etmektedir.



Şekil 15. İnceleme alanında ova alüvyonları ile kireçtaşlarının tektonik sınırını oluşturan Karabucak Fayı'nın genel görünümü.

Bu fayın da Demre Ovası'nın oluşumunda rol oynayan aktif faylardan biri olduğu düşünülmektedir. Fay hattı ovanın alüvyonları içerisinde geçtiği ve detaylı veri bulunamadığı için kırık hattıyla ilgili net bilgiler elde edilememiştir. Bu nedenle,

Karabucak Fayı'nın izi Şekil 15'deki jeolojik harita üzerine olasılı olarak işlenmiştir. Fayın GD'ya doğru olan uzanımının deniz içine devam edebileceği düşünülmektedir. Paleosismoloji çalışmaları ile fayın diriliği, devamı, atımı, periyotları hakkında daha net yaklaşımlara gidilebilir.

2.2.4.1.2. Güvercinlik-Çamyanı Fayları

İnceleme alanında Demre Vadisi'nin oluşumu sağlayan tektonik unsurların birincil oluşumlu faylar olduğu düşünülmektedir. Güvercinlik-Çamyanı Fayları'nın inceleme alanında izlenebilen doğrultuları $K30^0B$ 'dir. Hem Güvercinlik Fayı hem de Çamyanı Fayı Demre Çayı'nın alüvyonları ile kireçtaşlarını ayıran tektonik sınır durumundadır (Şekil 16). Güvercinlik-Çamyanı Fayları arazi gözlemleri ve çizgisellik çalışmalarının ortak sonucunda belirlenebilmiştir.



Şekil 16. Çalışma sahasındaki Myra Vadisi'nin oluşumunu sağlayan Güvercinlik ve Çamyanı Fayları'nın genel görünümü.

Arazi gözlemlerinde Güvercinlik Fayı'nın KD bloğu, Çamyanı Fayı'nında GB bloğu çökmüş olup, bu haliyle her iki fay türü de normal faylanmaya işaret etmektedir. Arazi çalışmalarında uzanımları Demre Ovası'ndan geçen kırık hatları kireçtaşları üzerinde herhangi bir lineasyon, fay çiziziği, fay kertiği ve riedeller bırakmadığı için fayların ayrıntılı özellikleri belirlenememiştir.

2.2.4.1.3. Köşkerler Fayı

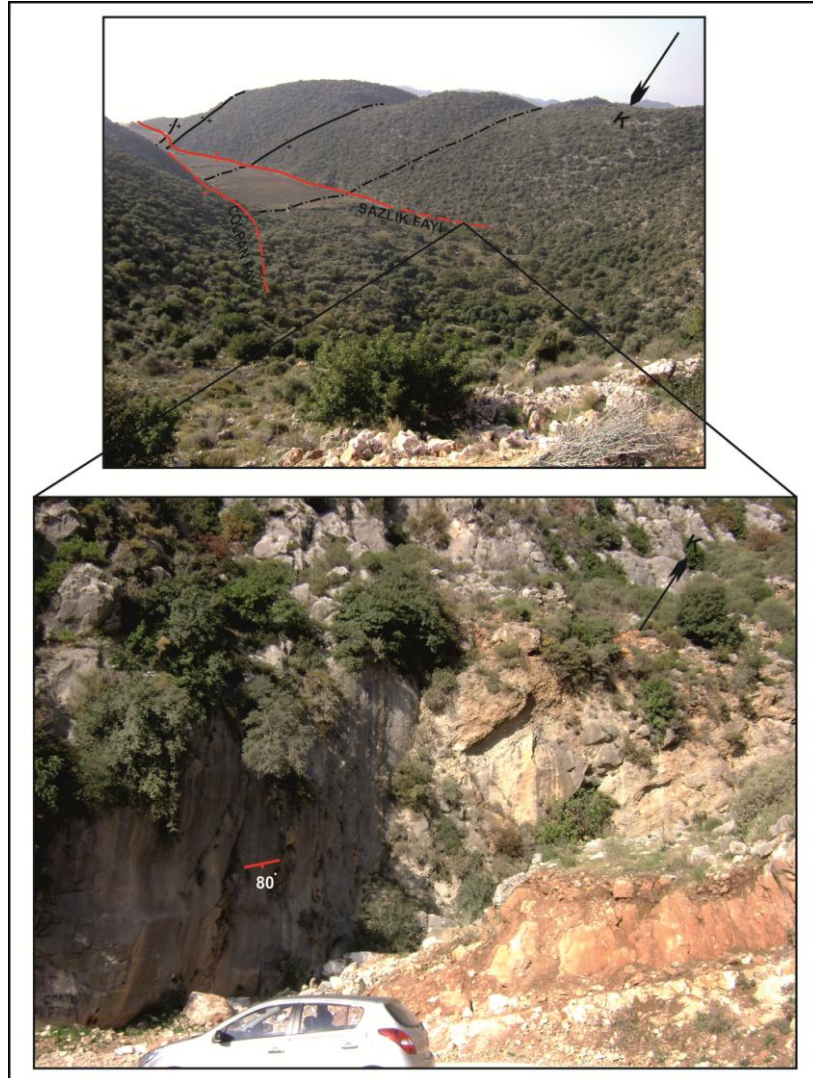
Köşkerler Fayı, inceleme alanında Aşağıiskele Mahallesi ile Danabaşlar Mahallesi arasında K50⁰B doğrultusunda uzanmaktadır. Yaklaşık 10 km. uzunluğunda, GB bloğu düşmüş olan normal bir faya işaret etmektedir (Şekil 17). Arazi çalışmaları ve çizgisellik analizi çalışmaları sonucunda yeri olası fay olarak belirtilmiştir. Köşkerler Fayı, kireçtaşları ve alüvyonlar içerisinde geçmekte olup, özellikle alüvyonlar içerisinde çok net izlenememektedir. Köşkerler Fayı, bulunduğu jeomorfolojik yapının oluşumunda rol oynayan birincil oluşumlu kırık hattı olup, halen aktifliğini sürdürdüğü düşünülmektedir.



Şekil 17. Birincil oluşumlu fay olan Köşkerler Fayı'nın arazideki genel görünümü.

2.2.4.1.4. Sazlık-Çolpan Fayları

Sazlık ve Çolpan Fayları'nın inceleme alanında Demre Ovası'nın oluşumu sağlayan birincil oluşumlu faylar olduğu düşünülmektedir. Söz konusu fayların inceleme alanında izlenebilen doğrultuları $K20^0D$ ve $K25^0B$ 'dir. Hem Sazlık Fayı hem de Çolpan Fayı alüvyonlar ile kireçtaşlarını ayıran sınır durumundadır. Sazlık-Çolpan Fayları arazi çalışmaları ve çizgisellik çalışmalarının ortak sonucunda belirlenebilmiştir. Arazi çalışmalarında Demre-Kaş karayolu yarmasında ölçülen Sazlık Fayı'nın duruşu $K20^0D/80^0GD$ 'dir (Şekil 18).



Şekil 18. Demre-Kaş Karayolu'ndaki Eğridere mevkiinin güneybatısında yer alan Sazlık ve Çolpan Fayları'nın genel görünümü (Fay aynasının üzerinde bulunan düzlemsel yapı duruşu Sazlık Fayı'nın duruşunu temsil etmektedir).

Arazi çalışmalarında Sazlık Fayı'nın KD bloğu, Çolpan Fayı'nda GB bloğu çökmüş olup, her iki fay da normal faylanmaya işaret etmektedir. Arazi çalışmalarında alüvyon birimlerinin içerisinden geçen kırık hattı kireçtaşları üzerinde herhangi bir lineasyon, fay çiziziği, fay kertiği ve riedeller bırakmadığı için fayların ayrıntılı özellikleri belirlenememiştir.

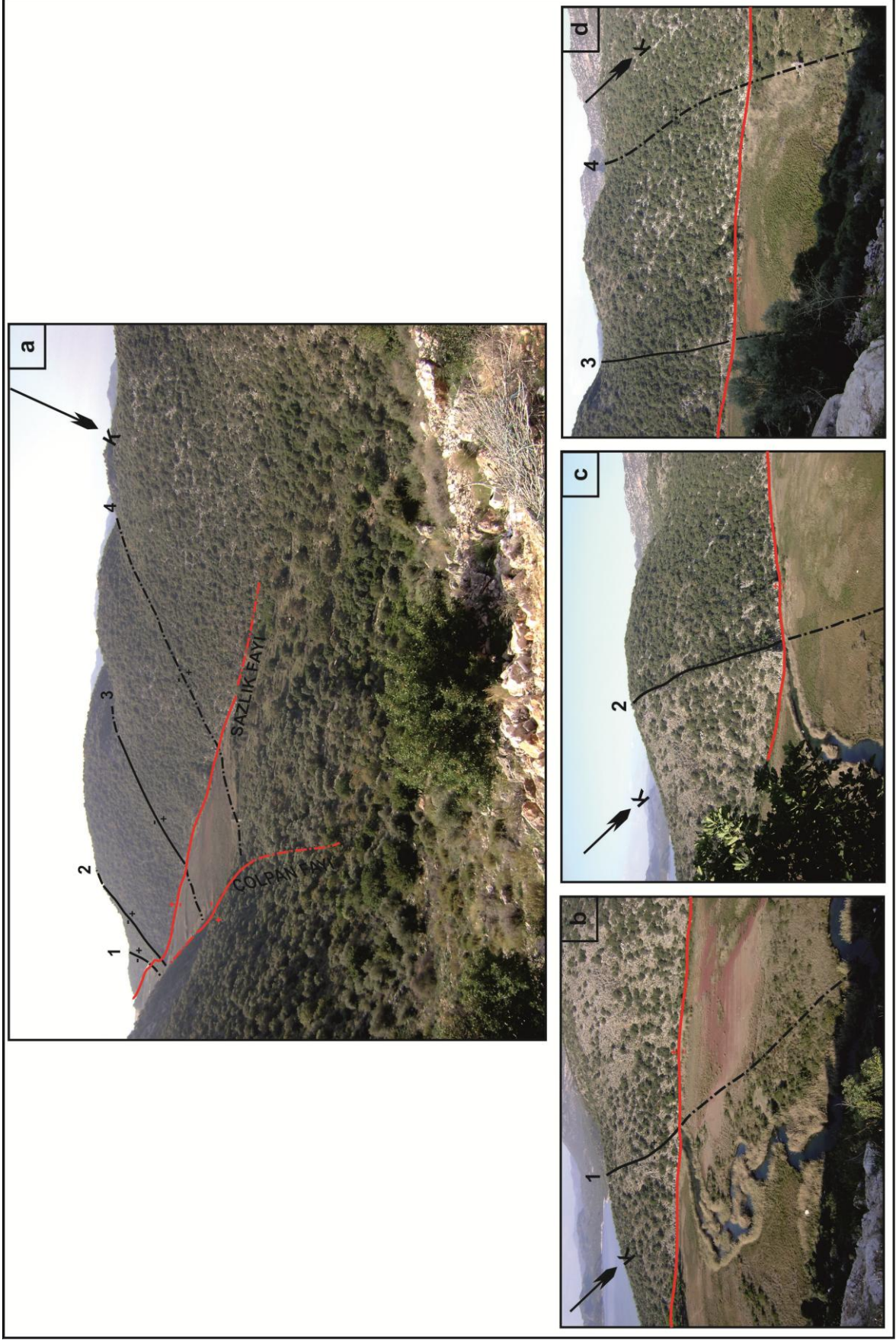
2.2.4.2. İkincil Oluşumlu Faylar

2.2.4.2.1. Myra (Demre) Fayı

Myra Fayı, yaklaşık K65⁰D doğrultusunda olup, Kale yakınlarında alüvyon ile kireçtaşları sınırını oluşturur. (Şekil 20). Kireçtaşları içerisinde çok net gözlenemeyen kırık hattı, uzanımındaki ötelenmelerden, içerisinden geçtiği antik kentin tiyatro ve birçok kesimlerine verdiği hasarlar göz önüne alınarak harita üzerine konumlandırılmıştır. Myra Fayı, inceleme alanında Eseler Mahallesi'nden başlar ve Myra antik kentinin tiyatrosundan geçerek, Belen T. istikametine devam eder. Yaklaşık 11 km. uzunluğundadır. Myra Fayı, egemen olarak kireçtaşları içerisinde gözlenebilmekte olup fayın aynası görülemediğinden kinematik veriler elde edilememiştir. Myra Fayı'nın güney bloğu düşmüş olduğundan arazide normal bir fay olarak saptanmıştır. İnceleme alanında kırık hattı boyunca derelerin ötelenmesi, bölgenin jeomorfolojik oluşumunda ikincil fay olarak rol oynaması Myra Fayı'nın günümüzde de diri olduğunu düşündürmektedir.

Myra Fayı'nın güney kesimlerinde bu faya paralel birçok fay seti de bulunmaktadır. Bu fay setlerinin, arda arda yer alması, güney bloklarının düşmüş olması, Myra Fayı'na paralellik arz etmeleri ve bölge jeomorfolojisinin şekillenmesinde önemli rol oynamaları inceleme alanının oluşumunda rol oynayan ikincil oluşumlu faylar olarak nitelendirilmesinde önemli bir etkidir.

İnceleme alanında Karaçamlık Deresi'nin üzerinde Myra Fayı'na paralel ve kinematik özellikleri aynı olan beş adet fay seti saptanmıştır (Şekil 19). Bu faylarında normal fay olduğu arazide gözlenmiş olup fayların güney blokları düşmüştür. Ayrıca Myra Fayı olarak isimlendirilen kırık hattı, Myra antik kentinden geçerek, bölgeye olduğu kadar antik kentin Nekropol kısmına da büyük zarar vermiştir. Duvarların devrilmesi, dönmüş bloklar, paralel yıkılmış sütunlar ve birçok kırık bölgedeki antik kentin Myra Fayı'ndan önemli oranda etkilendiğinin göstergesi sayılabilir.



Şekil 19. Karacamlık Deresi üzerinde Myra Fayı'na paralel olan normal fayların görünümü (b, c ve d şekilleri a şeklinin ayrıntılı görüntüsüdür).



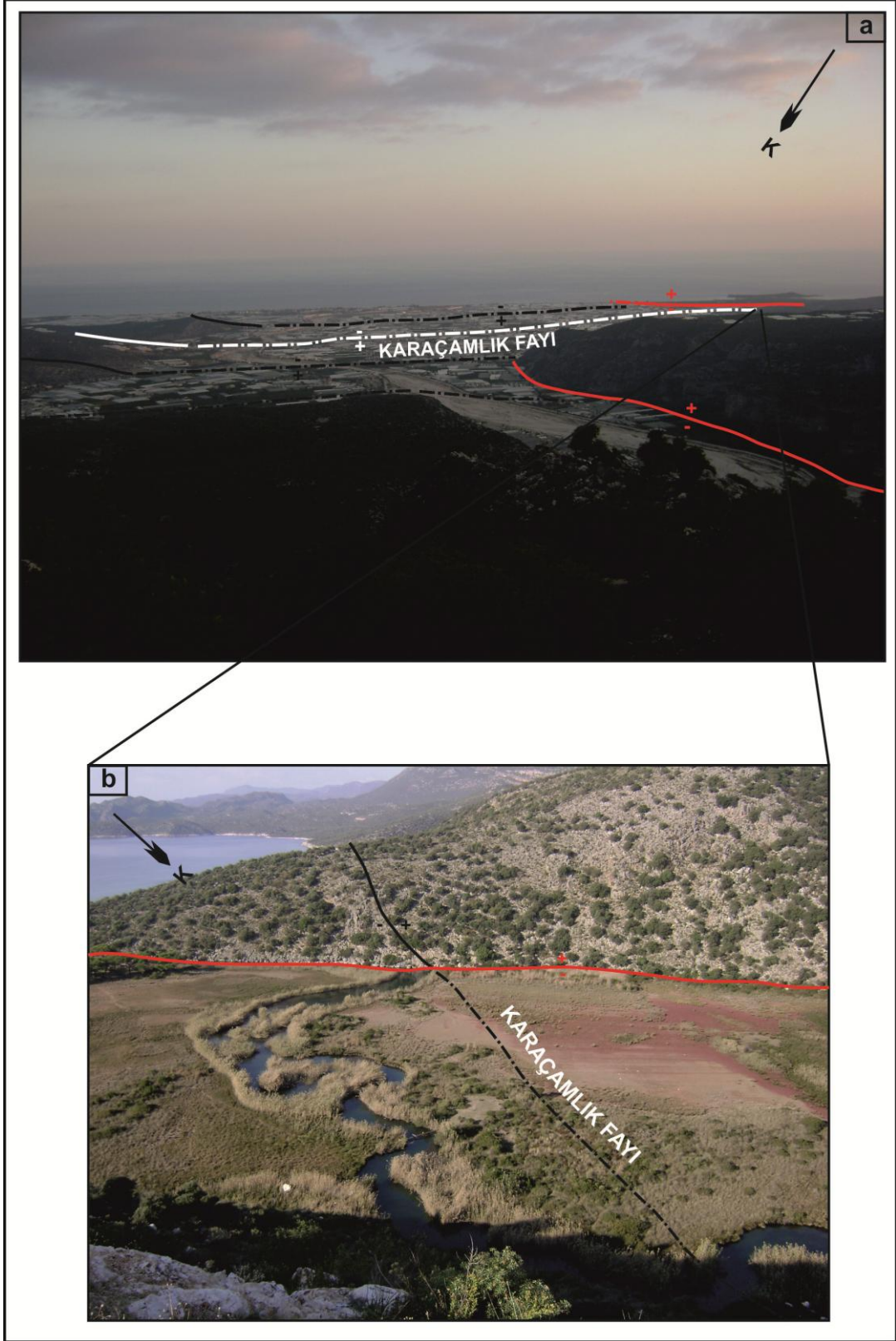
Şekil 20. Myra antik kenti tiyatrosuna yoğun hasar veren Myra Fayı'nın genel görünümü

İnceleme alanı yoğun biçimde Alp Orojenizi'nden etkilenmiştir. Anadolu Bloğu'nun GB'ya hareketi sırasında Fethiye Burdur Fay Zonu'ndaki (FBFZ) gerilmeler ve buna bağlı olarak Ege Hendeği Kıbrıs Yayı'ndaki sismik faaliyetler bölgenin jeo-tektoniğinde oldukça önemli rol oynamaktadır. Bölge Koçyiğit ve Özacar, (2003)'a göre genişlemeli tektonik rejim etkisi altında bulunmaktadır. Bölgede hakim olan faylar egemen olarak $K60^0D$ doğrultuludur. İnceleme alanındaki fayların kinematik analizleri yapıldığında, çekme kuvvetinin $K30^0B-G30^0D$ doğrultusunda, sıkıştırma kuvvetinin ise $K40^0D-G40^0B$ doğrultusunda etki ettiği görülmektedir (Şekil 24). Myra Fayı, güncel, aktif bir faydır. Paleosismoloji çalışmaları ile fayın diriliği, atımı, periyotları için daha net yaklaşımlara gidilebilir.

2.2.4.2.2. Karaçamlık Fayı

Karaçamlık Fayı, Myra Fayı'na paralel konumda bulunan yaklaşık $K50^0D$ doğrultusunda uzanan bir faydır. Fay Öküzyatağıbaşı T. dolaylarında inceleme alanına girer ve Bozdağ istikametine devam eder. Uzanımları aynı yönlü olan ve birbirlerini tamamlayan Karaçamlık Fayı ile Kayaaltı mah. dolaylarından geçen kırık hattının, aynı kırığa ait olabileceği düşünülmüştür. Kayaaltı mah. dolaylarından geçen kırık hattının alüvyon içersinden geçtiği tahmin edilmektedir. Söz konusu olan fay, Karaçamlık Deresi'nin kollarını ötelemesi ve yatak değiştirtmesi, sahanın morfo-tekttonik yapısının kırık hattı gelişimine uygun olması vb. gibi arazi üzerinde izlenebilen veriler sunmaktadır (Şekil 21).

Karaçamlık Fayı'nın güney bloğunda düşme gözlenmiş olup, inceleme alanında kireçtaşları içersinden geçen kırık hattının kinematik verileri arazi üzerinde net olarak saptanamamıştır. Arazi gözlemlerine göre, fay bloklarındaki hareket normal faylanma'ya işaret etmektedir. İnceleme alanında kırık hattı boyunca derelerin ötelenmesi, bölgenin jeomorfolojik oluşumunda fayın ikincil oluşumlu (daha genç) olması Karaçamlık Fayı'nın günümüzde de diri olduğunu düşündürmektedir.



Şekil 21. İnceleme alanındaki Karaçamlık deresinin yönünü değiştiren Karaçamlık Fayı'nın genel görünümü (a şeklindeki beyaz renkli kesikli çizgi ile b şeklindeki siyah renkli kesikli çizgi Karaçamlık Fayı'nı göstermektedir)



Şekil 22. Akdam Fayı'nın uzanımı ve Andriake liman kentindeki normal fay setlerinin görünümü (a şeklindeki beyaz renkli kesikli çizgi Akdam Fayı'nı, b şeklindeki siyah renkli kesikli çizgiler ise Akdam Fayı'na paralellik arz eden normal fay setlerini göstermektedir).

2.2.4.2.3. Akdam Fayı

Akdam Fayı, inceleme alanına Kumdağı T. Dolaylarından girer ve yaklaşık K55⁰D doğrultusunda Akdam mevki istikametine doğru devam eder. Söz konusu fay bölgedeki diğer ikincil oluşumlu faylar gibi ovanın oluşumunu kontrol eden faylardandır. Akdam Fayı'nın kuzey bloğunda düşme gözlenmiş olup, çalışma alanında kireçtaşları içerisinde geçen kırık hattının kinematik verileri arazi üzerinde net olarak saptanamamıştır. Fayın arazi çalışmalarında normal faylanma'ya işaret ettiği belirlenmiştir (Şekil 22).

Bu faya paralel olan ve Myra antik kenti'nin limanı olan Andriake'den geçen bir dizi fay seti arazi çalışmaları ve yapılan çizgisellik çalışmaları sonucunda tespit edilmiştir. Andriake Limanı'nda ve dolaylarında tespit edilen fay setleri genel olarak K20⁰D doğrultusundadır ve fayların kuzey blokları düşmüştür (Şekil 22).

2.3. Demre Ovası'nın Oluşumu

Demre Ovası'nın geçmiş jeolojik zamanlardan günümüze kadar geçirdiği jeolojik-tektonik ve jeomorfolojik evrimini açıklayabilmek için GB Toroslar'ın jeomorfolojik yapısını incelemek gereklidir.

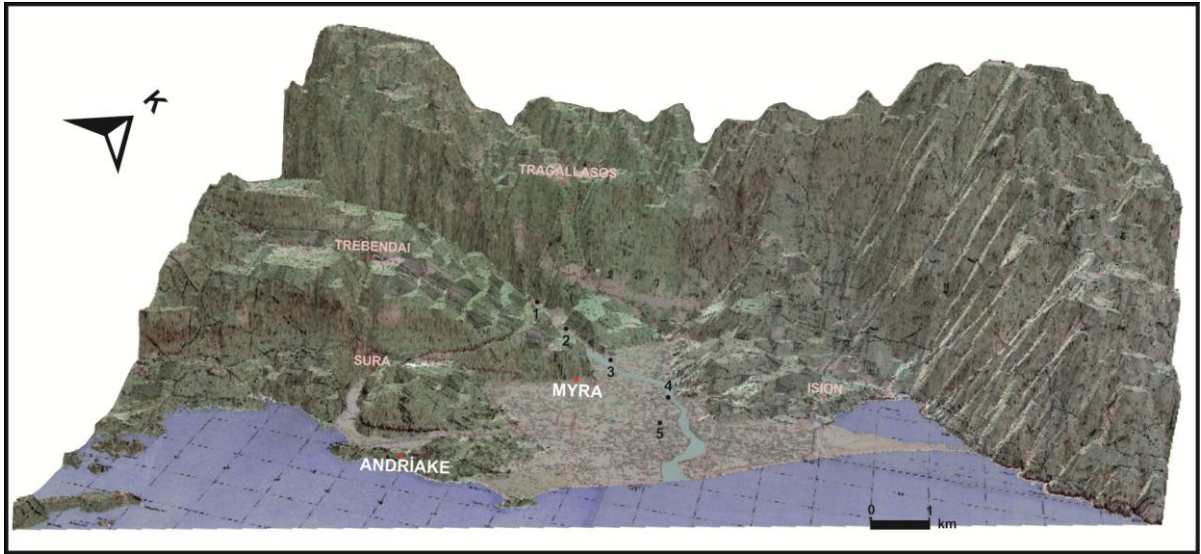
2.3.1. Demre Ovası'nın Jeomorfolojik Oluşumu

Demre Ovası'nın jeomorfolojik gelişmesinde temel etken Demre Vadisi'dir. Vadinin içinden akan Demre Çayı, Felenk ve Tokluca akarsularının birleşmesinden oluşmuştur. Demre Vadisi, normal faylarla sınırlanan tektonik bir hatta yerleşmiştir. Bu bölgede tektonik kırık hatları genellikle kuzeydoğu-güneybatı doğrultuludur. Anadolu Levhası'nın Fethiye Burdur Fay Zonu boyunca GB'ya doğru hareketi ile gerilen yer kabuğu kuzeybatı-güneydoğu yönlü açılmalara da neden olmuştur. Söz konusu hareketin yöredeki Burdigaliyen yaşlı kayaçları da etkilemesi, bu hareketlerin Miyosen'den itibaren sürdüğünü göstermektedir (Öner, 2000). Bu yer kabuğu hareketleri yakın jeolojik dönemlere kadar da etkisini sürdürmüştür.

Demre Çayı kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı dar ve derin vadisinde yaklaşık 20 km kadar akışını sürdürdükten sonra Demre Ovası'na açılır. Demre Çayı'nın taşıdığı alüvyonların doldurmasıyla oluşan bu ova taşkın-delta ovası karakterindedir. Ovadaki

alüvyon malzemesi oldukça ince kırıntılardan oluşur. Akarsu yatağında silt boyutundan çakıl boyutuna kadar değişen tanelerin oluşturduğu sedimanlar yer alır. Alüvyal birikimler genç tortullardır ve aşınıp katman kesiti vermezler. Bu nedenle onları inceleyebilmek için yüzeyden derine doğru alüvyon sondajları yapmak gerekir. Bu sondajlardan elde edilen verilerle Demre Ovası'nın jeomorfolojik oluşumu belirlenebilmektedir (Şekil 23).

Yapılan sondaj çalışmalarında (Öner, 2000), sondaj derinliklerinin 160 m. ye kadar erişebildiği gözlenmiştir. Öner (2000)'in Demre Vadisi içinde yaptığı çalışmada ilk sondaj (sondaj No. 1) yüzeyden 17 metrelere kadar Demre Çayı'nın alüvyonları içinde devam etmekte, bu seviyede kireçtaşına girilmektedir. Ovaya doğru olan ikinci sondaj (sondaj No. 2) yüzeyden 53 metre derinde ana kayaya (kireçtaşı) ulaşılmıştır. Ovanın güneydoğusunda yapılan sondajda (sondaj No. 3) yüzeyden 100 m. aşağıya inilmiş olmasına rağmen, ana kayaya girilememiştir. Ovanın güneydoğusuna doğru iki sondajda 155 m. (sondaj No. 4) ve 160 m. (sondaj No. 5) derinliklere inilmiştir. Her iki sondajda da bu derinliklerde kireçtaşı kesilmiştir.



Şekil 23. Demre Ovası'nda alüvyonlar içinde açılan sondaj yerlerinin görünümü (Öner, 2000'den değiştirilerek).

Bu sondaj sonuçlarına göre, Demre Vadisi'nin iç kesimlerinde ana kayanın yüzeye daha yakın olduğu görülmekte ve Demre Vadisi'nden ovaya doğru gelindiğinde, ana kaya derinliği giderek artmaktadır. Güneye doğru ana kaya derinliği 155-160 m.lere ulaşmaktadır. Böylece Demre Ovası'nın bulunduğu alanda derin ve geniş bir depresyonun var olduğu anlaşılmaktadır. Bu çukurluk Demre Çayı'nın taşıdığı alüvyonlarla dolmuştur.

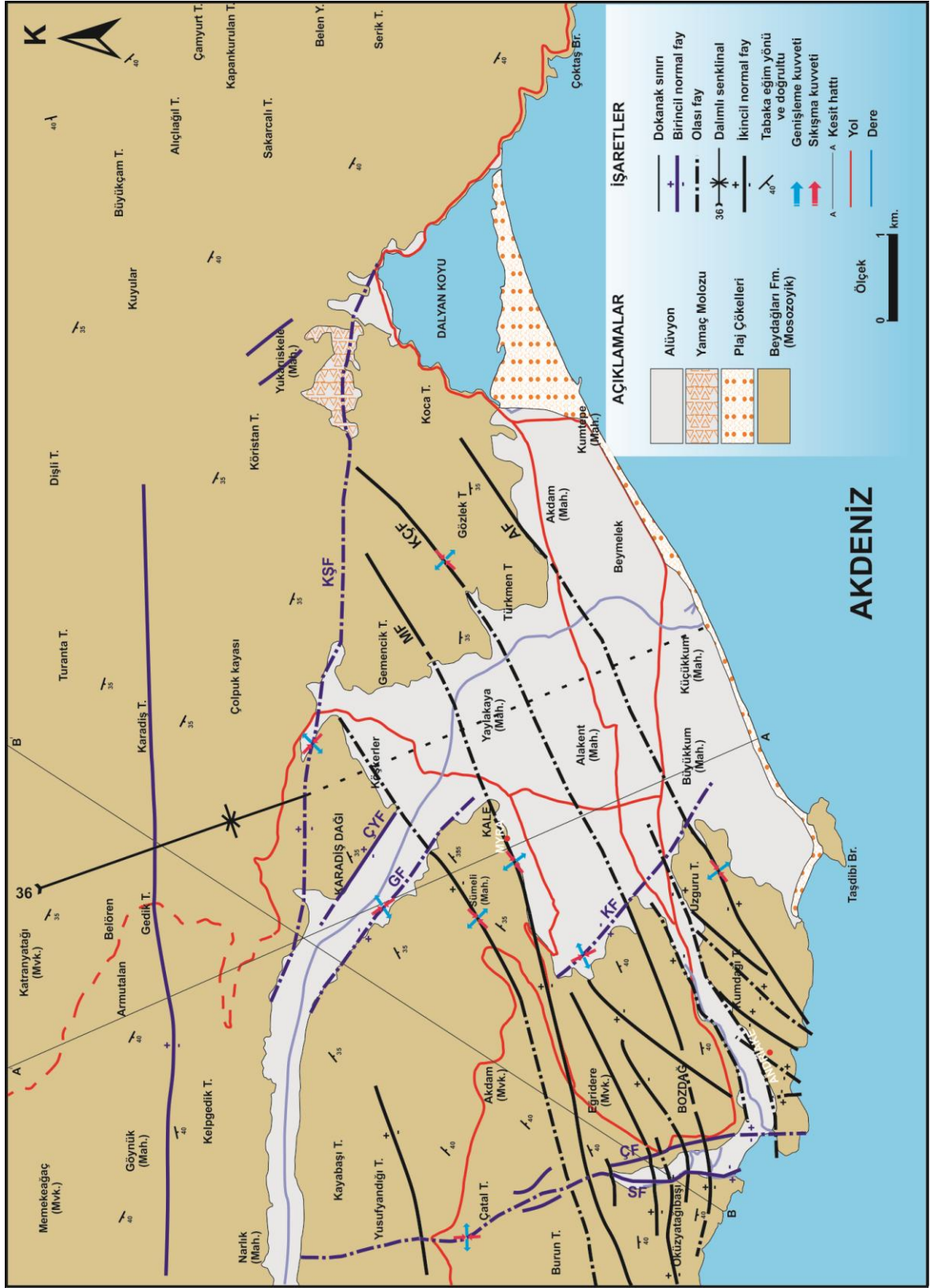
Yapılan sondajlar ve ovanın bugünkü yüzeyi üzerinde bulunan sırt ve tepe şeklindeki kireçtaşı ana kaya yükseltilerinden anlaşıldığı üzere, bu depresyonun tabanı her yerde düzgün ve aynı topoğrafik yükseltide değildir. Bugün Demre Ovası'ndaki mevcut alüvyon birikimini ortadan kaldırmak mümkün olsa, bu yörenin hemen güneybatısında yer alan ve kıyıya paralel uzanan depresyonlarla ada ve yarımadaların oluşturduğu Dalmaçya tipi kıyı şeklinin burada da devam ettiği görülebilecektir. Öner (2000)'in alüvyon sondajları çalışmasının sonucuna göre, Demre Ovası ve çevresindeki jeomorfolojik gelişim Kuvaterner'deki regresyon ile Holosen'deki transgresyonun bir sonucudur.

2.3.2. Demre Ovası'nın Tektonik Oluşumu

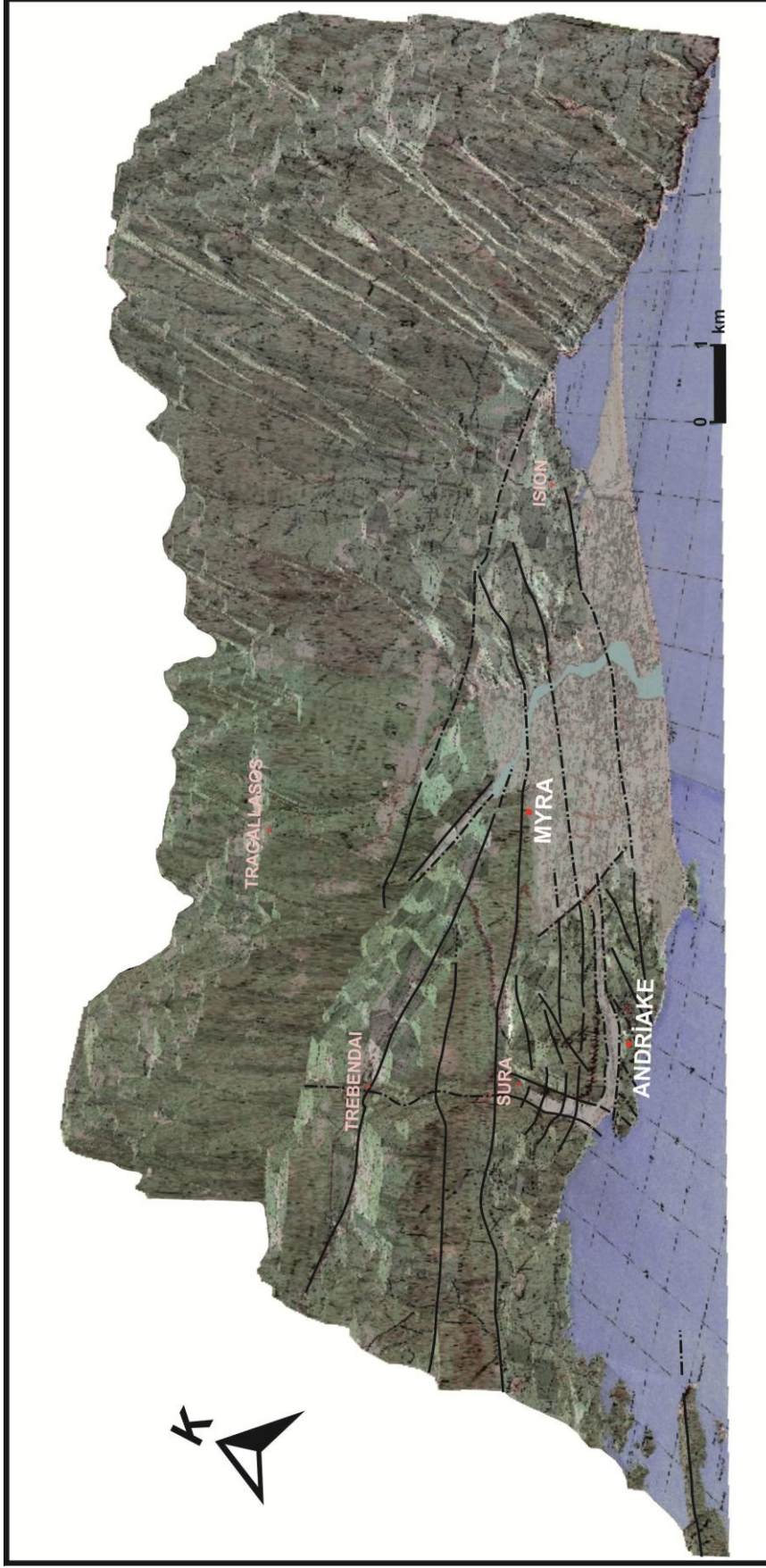
Bilindiği gibi, inceleme alanı ve yakın güneyi Afrika-Avrasya levhaları arasında bulunan yakınlaşan bir levha sınırına karşılık gelmektedir. Ege Hendeği-Kıbrıs Yayı boyunca Afrika Levhası kuzeye doğru Avrasya Levhası'nın altına doğru itilmektedir. Aynı zamanda Anadolu Levhası Fethiye Burdur Fay Zonu (FBFZ) boyunca GB'ya doğru sürüklenmektedir. Dolayısıyla bölgede itilmenin başlangıcından günümüze kadar aktif bir şekilde egemen olarak KB-GD istikametinde bir genişleme (depresyon) hüküm sürmektedir. Buna bağlı olarak da inceleme alanı içerisinde, egemen olarak KD-GB istikametinde doğrultu atım bileşenli normal fay setleri meydana gelmiştir.

İnceleme alanının jeolojik haritasındaki tektonik unsurlara (Şekil 7) bakıldığında Demre Ovası'nı birincil ve ikincil oluşumlu fayların denetlediği görülmektedir. Haritada mor renkli faylar birincil oluşumlu fayları, siyah renkli faylar ise ikincil oluşumlu fayları simgelemektedir. Birincil oluşumlu fayların egemen doğrultuları KB-GD, İkincil oluşumlu fayların egemen doğrultuları ise KD-GB'dir (Şekil 24 ve 25).

Demre Ovası'nın oluşumunda büyük ölçekli fayların etkisi olduğu kadar, bu yerel fayların etkisi de çok büyüktür. Kademeli olarak sıralanmış bu faylardan KD-GB uzanımlı olanlar KB-GD uzanımlı olanlara göre daha gençtir. Bölgede birincil oluşumlu fayların egemen sıkışma yönü KB-GD, genişleme yönü KD-GB olup ikincil oluşumlu fayların egemen sıkışma yönü KD-GB, depresyon (genişleme) yönü ise KB-GD'dur. Sıkışma ve genişleme yönleri belirtilen bu faylar, oluşumundan itibaren günümüze kadar farklı zamanlarda aktivite göstererek Demre Ovası'nın oluşumuna büyük katkı sağlamışlardır.



Şekil 24. İnceleme alanındaki kırık hatlarını gösteren tektonik harita.



Şekil 25. Bölgenin ArcGIS programıyla oluşturulan üç boyutlu haritadan elde edilmiş yapısal kırık hatları.

2.4. Depremsellik

Geçmişte olan depremler günümüz depremselliğine de ışık tutacağından, bölgenin depremselliği kapsamında tarihsel depremlere de göz atmak gerekir. Bu yüzden aşağıda Myra antik kenti ve Antalya'nın yakınındaki diğer Likya kentlerini etkileyen depremlerin kronolojisi ayrıntılı şekilde sunulmuştur.

2.4.1. M.Ö. Meydana Gelen Depremler

M.Ö 227'de Likya, Karya ve Rodos'ta şiddetli bir deprem olmuştur. Bu deprem ile Rodos'ta duvarlar ve tersaneler şiddetli şekilde hasar görmüştür. Ayrıca yazıtlardaki kayıtlara göre bu deprem, Karya ve Likya'da evleri, duvarları ve kuleleri harap etmiştir (Guidoboni, 1994).

M.Ö 198-199'da Rodos'ta ve birçok şehirde 7 büyüklüğünde bir deprem hissedilmiştir. Kayıtlara göre; bu depremin büyük zararlara sebep olduğu ve dahası bazı şehirleri yok ettiği bilinmektedir (Guidoboni vd., 1994).

2.4.2. M.S. Meydana Gelen Depremler

M.S 13-37'deki bir depremden sonra, Patara'daki tiyatrodaki rastlanan kayıtlara göre, Patara antik kenti onarılmıştır (Bean, 1989; Duggan, 2004).

M.S 23'de Cibyra antik kenti'nde bir deprem meydana gelmiştir. Bu kent Fethiye Burdur Fay Zonu üzerinde yer aldığından oldukça ağır hasar görmüştür. Kayıtlara göre bu depremden sonra kent yeniden inşa edilmiştir (Bean, 1989; Duggan, 2004; Karabacak vd., 2009).

M.S 60-68'de Likya'nın büyük bir bölümünde hissedilen bir sarsıntı kaydedilmiştir. Myra ve Patara'da tsunami meydana gelmiştir (Guidoboni vd., 1994; Öner, 1998).

M.S 141'de Rodos, Likya ve Karya'da ciddi zararlar yaratan 8 büyüklüğünde bir deprem olmuştur. Bu depremden, Myra, Trebendai, Sura, Ision antik kentleri de etkilenmiştir. Bu depremden sonra buralarda ve daha birçok yerde (Xanthos, Olympos, Pinara, Tlos, Letoon, Choma, Podalia, Arycanda, Oinoanda, Calynda, Cyaneae, Aperlae, Nysa, Sidyma, Acalissos, Patara, Perge, Termessos) hayırsever Opramoas tarafından taş

tiyatrolar, hamam, tapınak vb. yapılar onarılarak restore edilmiştir (Bayburtluoğlu, 2003; Bean, 1989; Duggan, 2004).

M.S. 5 Ağustos 240'ta Arycanda'da büyük bir deprem olmuştur. Bu deprem stadyumda, tiyatro sahne binasında, yazıtlı ev hamamında ve muhtemelen Hermaios'un anıt mezarında, ayrıca Phaselis'te de hasara neden olan çok büyük bir sismik olaydır (Bayburtluoğlu, 2004; Akan, 2009).

M.S. 385'de (21 Haziran) Arycanda'da büyük bir deprem olmuştur (Bayburtluoğlu, 2003; Akan, 2009).

M.S. 529-530'da Myra-Demre'de bir deprem olmuştur. Bu sarsıntıdan kırık hattı boyunca oluşan yatay yer değiştirmenin Kekova yakınlarında 7 metre olduğu saptanmıştır. Aparlae'de fay hattı üstüne inşa edilmiş olan iskele hasar görmüştür. Aparlae'de 7 m yanal, 6.25 m düşey yer değiştirme olmuştur. Bu deprem ayrıca Patara ve kıyı boyunca başka yerlerde de hasara yol açmıştır. Bu depremden sonra İmparator 1. Justinian Myra'daki St. Nicholas kilisesinin yeniden inşa edilmesi için sponsor olmuştur. Bu olay M.S. 68 yılında Likya sahillerindeki Patara, Xanthos, Myra vb. gibi aynı alanları etkileyen depremin ve tsunaminin tekrar ettiğini gösterir (Guidoboni, 1994; Ötüken, 1996; Duggan, 2004).

M.S. 565'te Arycanda'nın terk edilmesine neden olan büyük bir deprem olmuştur (Bayburtluoğlu, 2003).

7. yüzyılda Myra'da iki büyük sarsıntı olmuştur. Bu deprem; Aparlea, Kekova ve Simena'nın denizin içine batarak Antalya'nın batık kentlerinin şekillenmesine neden olmuştur. Simena'da şehir planı, iskele yanı ve lahit bu gün sular altında görünür. Asar Körfezi içinde Kekova'da şehrin 1500 metrekaresi sular altındadır. Teimiussa'da kiliseler, caddeler, evler, mezarlar sular altındadır. Merdivenler, dalgaların alçalıp kayaların çökmesi ile parçalara bölünmüştür. 7. yüzyıl sonunda Aparlae terk edilmiş ve Limra'daki büyük Basilical Kilisesi yıkılmıştır. Patara'da bu sarsıntıdan etkilenmiştir. Xanthos şehrindeki büyük bazilika 610-641 yıllarında yanmıştır ve Letoon bu depremlerin sonucunda terk edilmiştir. Bu zamandan sonra Phaselis'te de kimse kalmamıştır. Bu depremden Termessos'un su sistemi de etkilenmiştir (Verstraten ve Paulissen, 2000; Duggan, 2004).

7. yüzyılın ortalarında Sagalassos'ta büyük bir deprem olmuştur. Bu deprem muhtemelen Antalya'yı da etkilemiştir. Bu depremle Sagalassos terk edilmiş olabilir (Waelkens ve Sintubin, 2000; Duggan, 2004).

1141'de büyük bir deprem Anadolu'nun Akdeniz kıyılarına yoğun hasar vermiştir (Kesik, 2002).

1143'te Kilikya, Suriye ve Kıbrıs'ı vuran depremin sonuçları, muhtemelen Antalya'nın doğu kıyılarında da hissedilmiştir (Kesik, 2002).

1169-1170'de Antakya ve Doğu Akdeniz'de hissedilen ve Antalya'yı da etkilemiş olabileceği düşünülen büyük bir deprem meydana gelmiştir (Arık, 1994; Duggan, 2004).

1212'de Şam'dan Antakya'ya kadar binaları yıkan ve Antalya'daki binaları da etkilemiş olan şiddetli bir deprem meydana gelmiştir. 1220'de Üç Kapılar'ın sağ kulesinin büyük bir bölümünün yeniden inşa edilmesi bu depremden dolayı olmuş olabilir. Bu kalenin geç Osmanlı restorasyonları, büyük bir kısmı yıkılan Selçuklu duvarlarının onarımında deprem sarsıntılarını soğuran hatıl ve ardıç içerirler. Bu da, bu onarımın deprem hasarından dolayı olduğunu açıkça belirtir (Boase, 1978; Duggan, 2004).

1222'de gece Kıbrıs'ta büyük bir deprem olmuş ve Paphos antik şehrinin batı kıyılarını tamamen yıkmıştır. Bu deprem Antalya ve Alanya'yı da etkilemiştir. Antalya'nın şehir duvarlarının (8 kuleyi içeren) yeniden inşa edilmesine neden olmuştur (Arık, 1994; Duggan, 2004).

1344'de Mısır, Suriye, İstanbul'da hissedilen depremin Antalya'yı da etkilemiş olması muhtemeldir (Boase, 1978; Duggan, 2004).

1347'de Kıbrıs ve Rodos'ta olan büyük depremi bir tsunami izlemiştir. Benzer tsunami olayları M.S. 554-558'de ve 14 Şubat 1672'de Bodrum'da (Guidoboni vd., 1994; Ambraseys ve Finkel, 1995) ve 1302'de Akko'da, 1489'da ve 1743'te Antalya'da, 1741'de Finike'de olmuştur (Duggan, 2004).

1402'de Antalya ilinin batı kısmını etkilemiş olan büyük bir Ege depremi olmuştur (Boase, 1978; Duggan, 2004).

1489'da Antalya'da Rhodos yakınlarında bir deprem olmuştur. Bu depremle oluşan tsunamide önce deniz açılmış ve 3 saatten fazla sular sel gibi bu açıklığın içine dökülmüş, sonra önceki seviyesine geri dönmüştür (Duggan, 2004).

1492'de İstanköy'de (Cos) büyük bir deprem olmuş ve bu tarihten sonra şehir tekrar kurulmuştur. 1492 depremi 1481, 1489 ve 1491' deki depremlere benzer olarak Afrika-Anadolu levhaları arasındaki tektonik sınır ile ilgilidir. Bu sınır ilk kez İrlandalı mühendis Maller (1862) tarafından haritalanarak Londra Kraliyet kurumuna çığır açan bir rapor olarak sunulmuştur (Soysal vd., 1981).

31 Ocak 1741 saat 01.45'de Rodos'ta büyük bir deprem olmuştur. Kasabadaki ve köylerdeki evlerin tümü, hasar görmüş, büyük çoğunluğu yıkılmıştır. Kasabada 100 evden fazlası tamamen çökmüş, duvarlar ve temeller hasar görmüş, liman kalesi çökmüştür.

Hasar, adanın içlerine ve kuzeydoğusuna kadar uzanmıştır. Bu deprem, 1609 depremine benzer biçimde tsunamiye neden olmuştur. Tsunami, Anadolu kıyı şeridini 12 kez vurmuş ve Anadolu kıyısında karadan 1 km iç kesimde yer alan 5-6 köyü yutmuştur. Meis adasındaki kale çok şiddetli hasar görmüştür. Ayrıca Finike bölgesindeki Kumburnu kalesi yıkılmıştır. Lefkoşa'da (Kıbrıs) bir manastır hasar görmüş ve Sofya'da bir cami minaresi devrilmiş, bir kilise kısmen hasar görmüştür. Artçı depremler Şubat ayının başlarına kadar devam etmiştir (Ambraseys ve Finkel, 1995).

8-20 Mart 1743'te Antalya'da büyük bir deprem olmuştur. Antalya limanı, 1489 tsunami'sindeki gibi, bir süre çekilmiş, limanda kurumalar meydana gelmiştir. Birçok ev ve farklı yerlerdeki şehir duvarlarının bazı bölümleri çökmüştür. Şehir duvarlarının parçaları Fransız Konsoloslugu'nun üzerine düşmüş ve onu yıkmıştır. Bu depremde birçok ev kaybolmuş ve Reşat Adacığının (bugün Antalya körfezi içinde Sıçan Adası olarak bilinen) batısında uzanan dağ tamamen suya gömülmüştür. Kellelat ve Schellman (2002) tarafından Kıbrıs'ta M.S. 1700-1750 tarihli olarak detaylı olarak kaydedilen tsunami hasarının, büyük bir olasılıkla bu büyük Antalya depreminin sonucu olduğu ve episantrının da Reşat Adasının batısında Toros dağlarının eteği boyunca ilerleyen 4 paralel fay karmaşığında olduğu açıktır. 1409 depremi ya da bu deprem, Termessos'un aşağısındaki Yukarı Karaman köyünden kıyıya kadar ilerleyen Güver Uçurumu Vadisi'nin oluşumu ile sonuçlanmıştır. Bu depreme ait şok dalgaları Burdur Ulu Cami'yi (1300'de yapılan ve 1749'da tekrar inşa edilen) yıkmıştır. Bu deprem Perge ve Aspendos'ta büyük hasara neden olmuş ve 18. yy'da terk edilmelerine neden olmuştur. Ayrıca Antalya'daki Muratpaşa Camisi'nin üst seviyesi ve kubbesi, 1743 depreminden sonra yeniden inşa edilmiştir (Ambraseys ve Finkel, 1995; Özhan, 2004; Duggan, 2004; 2005; Akan, 2009).

1759'da Antalya'da büyük bir deprem olmuştur (Soysal vd., 1981).

1849'da Antalya ve Rodos'ta deprem olmuştur (Soysal vd., 1981). 1850'de Antalya'daki Tekeli Mehmet Paşa Camisi'nin restorasyon nedeni bu deprem olabilir (Yılmaz, 2000). Antalya Balbey Camisi de 1849'daki depremin hasarı sonucu 1950'de restore edilmiştir (Yılmaz, 2002).

1858'de Antalya'da deprem olmuştur (Duggan, 2005).

1887'de Muğla, Köyceğiz, Cine ve Denizli'de büyük bir deprem olmuştur ve bu Antalya'nın batı kısımlarını da etkilemiş, hasar vermiştir (Soysal vd., 1981).

30 Nisan 1911'de merkez üssü Antalya olan 6.1 büyüklüğünde bir deprem olmuştur. Bu deprem, Antalya'da en uzun bina olan Yivli Minare'nin üst kısmındaki şerefenin

üstünü parçalamıştır. Muratpaşa Camisi'nin minaresinin (1570-1571'de yapılan), 1911 depremiyle yıkıldığı ve 1913-1914'de ilave bir şerefe ile tekrar inşa edildiği bilinmektedir (Yılmaz, 2002; Akan, 2009).

3 Ekim 1914'de Burdur Gölü içinde, 7 büyüklüğünde yıkıcı bir deprem meydana gelmiştir. Depremde 4000 den fazla kişi yaşamını yitirmiş, depremi takiben çıkan yangında oldukça büyük hasar meydana gelmiştir. Depremde Burdur'daki evlerin %90'ı hasar görmüştür. Dinar, Eğridir, Denizli, Bolvadin ve Antalya da bu depremden etkilenmiştir. Depremde Burdur Gölü'nün güneydoğu kıyısının 23 km.lik bir bölümü çökmüştür. Deprem dış merkezinde en büyük şiddet MSK IX olarak belirlenmiştir (Ambraseys, 1988).

13 Ağustos 1922'de Karpathos Adası yakınında iç merkezi kıyıdan uzakta olan 7 büyüklüğünde bir deprem olmuştur. Deprem Santarini, Naxos Candia, Rodos ve Bodrum'da hissedilmiştir. Deprem dış merkezinde en büyük şiddet MSK VII olarak belirlenmiştir (Ambraseys, 1988).

18 Mart 1926'da iç merkezi Kaş'ın karşısındaki Meis adası olan ve Finike'de de hissedilen bir deprem olmuştur. 6.9 büyüklüğündeki depremde 27 kişi ölmüş ve 190 bina hasar görmüştür. Bu deprem Dinar, Konya, Santorini adası ve Girit'te (Eyidoğan vd., 1991) de hissedilmiştir. Ayrıca Antalya ilindeki yapılara da önemli derecede hasara neden olmuştur. Oniki adalarda ve Finike ile Fethiye arasındaki kıyı bölgesinde geniş ölçekte hasar ve can kaybı meydana gelmiştir. Deprem dış merkezinde en büyük şiddet MSK VIII olarak belirlenmiştir (Critikos, 1926; Galanopoulos, 1955; Pınar ve Lahn, 1952; Ambraseys, 1988). Bunu 24 Mart'ta 5.5 büyüklüğünde bir sarsıntı izlemiştir. Her iki sarsıntı da Antalya'da hissedilmiştir. Depremin artçı şokları Haziran'a kadar sürmüştür (Duggan, 2004).

26 Haziran 1926'da Rodos'ta 7.7 büyüklüğünde bir deprem olmuştur. Odak derinliği yaklaşık 100 km'dir. Deprem Kahire, Libya ve İtalya'da da hissedilmiştir (Ayhan vd., 1983). Episantrı Meis- Kaş olan bu büyük deprem Antalya'da da önemli hasara neden olmuştur. Kaş, Fethiye, Köyceğiz, Marmaris ve Datça'da 3000 ev hasara uğramış ve önemli can kayıpları ile sonuçlanmıştır. Depremden, Kastellerizo, Karphathan, Titaş gibi yakın adaları ve Anadolu kıyılarında Fethiye Karaman-Horzumlu, Köyceğiz, Marmaris ve Datça'yı etkilenmiştir (Ambraseys, 1988; Demirtaş, 2004).

1931'de merkez üssü Antalya olan 6.2 büyüklüğündeki bir depremin odak derinliği yaklaşık 200 km idi. Muratpaşa Cami bu depremden dolayı 1932'de restore edilmiştir (Yılmaz, 2002).

20 Ocak 1941'de Kıbrıs ile Suriye kıyısı arasında, denizde, 5.9 büyüklüğünde bir deprem olmuştur. Deprem, muhtemelen Kıbrıs'ın güneydoğusunda olmuştur. Deprem Ayia Napa ve Paralimniyi tamamen yıkmış ve birkaç kişinin yaşamını yitirmesine neden olmuştur (Ambraseys, 1988).

9 Şubat 1948'de Dış merkezi Girit ile Rodos adaları arasında yer alan 7.2 büyüklüğünde yıkıcı bir deprem meydana gelmiştir. Deprem, özellikle Karpathos Adası'nda ağır hasara neden olmuştur. ve aynı zamanda tsunami meydana getirmiştir. Deprem dış merkezinde en büyük şiddet MSK VIII olarak belirlenmiştir (Ambraseys, 1988).

23 Nisan 1948'de Antalya Körfezinde (Antalya'dan 100 km. uzakta ve Side'nin 60 km güneyinde) 5.8 büyüklüğünde bir deprem olmuştur (Ayhan vd., 1983).

10 Eylül 1953'de Kıbrıs'ın GB'sında, Papos açıklarında, 6.1 büyüklüğünde hasar yapıcı bir deprem olmuştur. 160 köydeki hasar depremle harekete geçen blok kaymasından ileri gelmiştir. Deprem dış merkezinde en büyük şiddet MSK VII olarak belirlenmiştir (Ambraseys, 1988).

24 Nisan 1957 günü saat 19:10 ve 25 Nisan 1957 günü saat 02:25'de dış merkezleri, Rodos adası ile güneybatı Türkiye arasında, yedi saat içinde iki deprem olmuştur. İlk depremin dış merkez koordinatları 36,3K-29,1D (BCIS), 36,0K- 28,5D (USGS); İkinci depremin dış merkez koordinatları ise 36.5K-28.9D (BCIS), 36,5K-29,0D (USGS) olarak saptanmıştır. Depremin dış merkezi Fethiye'den 20 km uzaklıkta olup, odağının ise yaklaşık 50 km derinde olduğu tahmin edilmiştir. Deprem odak derinliğinin fazla olması nedeniyle artçı depremler çok az sayıda meydana gelmiştir. Depremler, güneybatı Türkiye ve Onikiadalar'da büyük hasara ve can kaybına neden olmuştur. Bu depremlerden küçük magnitüdü ilk deprem, 550 km. yarıçaplı geniş bir alanda hissedilmiştir. Bu şok, kuzeyde Çanakkale ve Bolu'da; Güneyde Tel-Aviv ve İskenderiye ve Yunanistan'da hissedilmiştir. Büyük magnitüdü ikinci şok oldukça büyük hasar meydana getirmesine rağmen, çok daha küçük bir alanda hissedilmiştir. Hissedilen bu yoğun depremler nedeniyle halk arasında büyük korku ve heyecan oluşmuş ve ilk depremin korkusuyla evlerini terk etmişlerdir. Bu nedenle depremde ölü sayısı çok az olmuştur. Depremler Fethiye, Köyceğiz, Marmaris, Milas, Datça, Yatağan, Uluada, Finike, Muğla, Çameli, Acıpayam, Gölhisar ve Tefenni'de ağır hasarlara neden olmuştur. Oluşan depremlerde 4.606 konut tamamen yıkılmış ya da ağır hasar görmüş, 715 konut kısmen hasara uğramıştır. Fethiye'de depremde en fazla hasar körfeze yakın bataklık üzerine kurulmuş olan Yenişehir'de olmuştur. Rıhtımın 5-6

metrelik kısmı çökerek denize kaymıştır. Bu civardaki yollarda yarılmalar olmuş ve yarıklardan su ve kum fıskırmıştır. Deprem dışmerkezinde en büyük şiddet MSK IX olarak belirlenmiştir. Fethiye’de depremin en büyük ivmesi 0.1g olarak hesaplanmıştır (Öcal, 1958; Ergin vd., 1967; Shebalin vd., 1974; Ambraseys, 1988).

25 Mayıs 1957’de Fethiye-Rodos’ta 7.1 büyüklüğündeki bir deprem, antik Likya kenti Telmessos’ta klasik tiyatronun bir kaya düşmesi ile gömülmesine neden olmuş ve aynı zamanda önemli bir çökme ile 67 kişiyi öldürmüş, 3100 binayı hasara uğratmıştır (Ayhan vd., 1983; Duggan 2004).

25 Nisan 1959 günü Köyceğiz yakınlarında 5.7 büyüklüğünde hasar yapıcı bir deprem olmuştur. En fazla hasar, Köyceğiz Gölü yakınlarında yoğunlaşmıştır. Deprem, Kerme Körfezi’nden Köyceğiz Gölü’ne doğru uzanan bir kırık hattı ile ilgilidir. Deprem dış merkezinde en büyük şiddet MSK VIII olarak belirlenmiştir (Ambraseys, 1988).

22 Kasım 1963 günü Tefenni dolayında bir saat aralıkla 4.6 büyüklüğünde iki deprem olmuştur. Depremde hasar Tefenni ve Burdur Gölü güneybatısında yoğunlaşmıştır. Deprem dış merkezinde en büyük şiddet MSK VII olarak belirlenmiştir (Ambraseys, 1988).

1969’da Kalkan- Fethiye’de 6.2 büyüklüğündeki depremde ölen olmamış ama yaklaşık 1000 bina hasar görmüştür. Kalkan bölgesindeki camiler ve okullarda çok hasar olmuştur. Bezirgan ve Yayla köylerinde 14 ev yaşanmaz hale gelirken, Kalkan’daki evlerin % 50’i yaşanmaz hale gelmiş ve yakın bölgelerdeki 8 ev tamamen ve 26 ev kısmen yıkılmıştır. Bu depremin sarsıntıları güçlü bir şekilde Finike, Kaş ve Fethiye’den hissedilmiştir (Eyidoğan vd., 1991). 1969’da olan depremden sonra sel ve depremden zarar gören okullar için talep edilen ödenek 1.238.742 TL.’dir (Duggan, 2005).

1972’de tsunami benzeri 5 m yüksekliğindeki bir dalga Antalya Körfezi Konyaaltı ve Konyaaltı sahili batısındaki ana limanın kolunu süpürmüştür (Duggan, 2005). 30 Nisan 1975’te Kumluca Rhodiapolis’te 5.9 büyüklüğünde bir deprem olmuştur (Ayhan vd., 1983; Duggan, 2004).

1 Ocak 1977’de Antalya Körfezi’nde, Antalya’nın 100 km G/GD’sunda, Side-Alanya’dan 60 km uzakta 5.9 büyüklüğünde bir deprem olmuştur. Bu depreme bağlı olarak Kaş’taki liman kolu ve liman ışığı zarar görmüş ve liman ışığı 45° açıyla bükülmüştür (Duggan, 2004).

1995’de Dinar’da meydana gelen 5.9 büyüklüğündeki deprem bir çok kişinin ölümüne neden olmuştur. Antalya’da da hissedilen bu depremden sonra, Antalya’nın

deprem tehlikesi 1996 yılında resmi olarak yeniden düzenlenmiştir. Bugün, aşağıdaki gibi bölgelendirilmiştir (Duggan, 2004). (1: maksimum risk; 5: önemsiz, ihmal edilebilir risk). Antalya Bölgesi: Antalya şehir merkezi 2, Aksu 2, Çakırlar 2, Dağ 2, Döşemealtı 2, Akseki 3, Cevizli 3, Geris 3, Güzelsu 3, Alanya 4, Avçalar Bel.3, Konaklı Bel.3, Okurçalar Bel. 3, Payallar Bel.3, Türkler Bel.3, Elmalı 2, Akçay 2, Gökova 2, Finike 1, Gazipasa 4, Gündoğmuş 4, Güzelbağ 3, Köprülü 4, İbradi 3, Kale 1, Kaş 1, Kalkan 1, Kemer 1, Korkuteli 2, Bozova 1, Kızılcadağ 1, Kumluca 1, Altınyaka 2, Manavgat 2, Beşkonak 2, Taşağı 2, Serik 2.

9 Ekim 1996 tarihinde saat 16:11'de Kıbrıs'ın hemen güneybatısında Ege Hendeği-Kıbrıs Yayı üzerinde orta büyüklükte bir deprem meydana gelmiştir. Depremin büyüklüğü CSEM tarafından 6.2 ve odak derinliği 33 km. olarak saptanmıştır. Deprem Türkiye'nin güney kıyılarında, Levant Sahili ve Afrika'nın kuzey kıyıları boyunca şiddetli bir şekilde hissedilmiştir. Depremde biri Güney Kıbrıs'da, diğeri Mısır'da olmak üzere iki kişi hayatını kaybetmiştir. Deprem Kıbrıs'ın güneybatısında oldukça şiddetli olarak hissedilmiş ve bir çok evde çatlaklar meydana gelmiştir. Depremin dış merkezi 34.80 K ve 32.15 D (CSEM) olarak bulunmuştur. Fay düzlemi yaklaşık olarak D-B doğrultusunda olup, 80 derece kuzeye eğimlidir (Demirtaş, 2004).

11 Nisan 2004'te 1978'de Antalya'da inşa edilen 13 katlı il özel idare binası, Kadıncı vadisi içindeki fayın yoğun sismik hareketlerin neticesinde kolonları patladığı için boşaltılmıştır. Bunun gibi Akdeniz Üniversitesi Sağlık Meslek Yüksek Okulu beton yapı kolonları parçalanmış ve zayıflayan bu yapılar boşaltılarak yıkılmıştır. Aralık 2004'te beton kolon desteği patlayan Antalya Devlet Hastanesi de buna benzer şekilde hasar görmüştür. Bölgedeki son 20 yıllık sismik gerilmeden dolayı Antalya Devlet Hastanesi'ne çürük raporu verilmiştir. 1996 yılında Nisan ayındaki yeniden yapılan deprem bölgelendirmesine göre Antalya 4. dereceden 2. derece deprem risk bölgesi olarak listelenmiştir (Duggan, 2004).

24 Ocak 2005'de Kaş açıklarında 5.5 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Depremin dış merkezine en yakın yerleşim yeri Kaş ilçesi olup, merkez ilçenin yaklaşık 40 km. güneyinde Akdeniz içindedir. Depremin odak derinliği yaklaşık 34 km olup, karada olan depremlere nazaran derin odaklı bir depremdir.

2.4.3. İnceleme Alanı ve Yakın Çevresindeki Önemli Tektonik Yapılar ve Depremsellik Riski

Dünyanın önemli ve aktif olan Alp-Himalaya dağ kuşağı üzerinde yer alan ülkemiz, geçmiş jeolojik zamanlardan beri farklı tektonik gerilmelerin etkisi altında kalmıştır. İnceleme alanı GB Anadolu'da Toros kuşağı içerisinde yer almaktadır.

Toroslar'ın genel gidişi D-B doğrultulu olmakla birlikte, bu gidişin Antalya kuzeyinde kuzeye doğru tektonik karakterli dışbükey bir büküm yapması (Isparta Bükümü) bölgenin jeolojik geçmişinde önemli tektonik faaliyetler geçirdiğinin açık bir belirtisidir. Demre Ovası ve yakın çevresi Isparta Bükümü'nün batı kanadı içerisinde yer almakta olup, tektonik açıdan doğuda Aksu Bindirmesi batıda ise Fethiye-Burdur Fay Zonu'nun etkisinde kalmaktadır. İnceleme alanı ve çevresinde etkisi bulunan bölgesel öneme sahip bazı tektonik yapıların (Isparta Açısı, Fethiye-Burdur Fayı, Aksu Bindirmesi, Ege Hendeği Kıbrıs Yayı ve Phaselis-Termessos Fayı) özellikleri kısaca aşağıdaki gibi özetlenebilir:

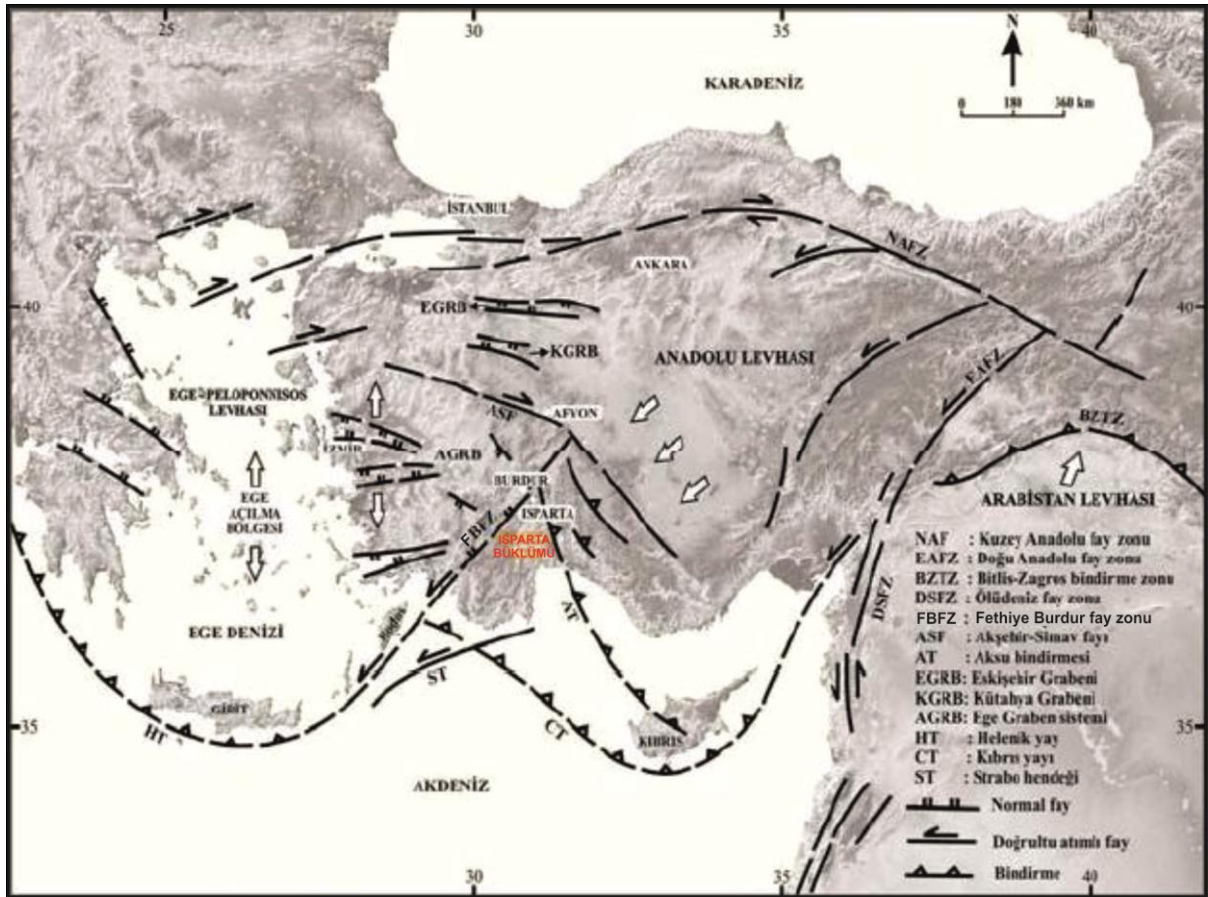
Isparta Bükümü (Blumenthal, 1963), Ege ve Kıbrıs tektonik yaylarının güneye doğru bakan konveksinin kesişiminde yer alır (Glover ve Robertson, 1998) (Şekil 26). Yağmurlu vd., (2007)'ye göre Isparta Bükümü Mesozoyik yaşlı karbonat ekseninin Antalya Körfezi'nin kuzeyinde bükülmesi ile oluşmuş bir yapıdır. Isparta Bükümü ve Antalya Körfezi yakınındaki alanlar, Doğu Akdeniz bölgesinin önemli bir segmentini oluşturur. Beydağları Mesozoyik karbonat masifinin doğu kenarını sınırlayan ve neotektonik dönemde gerilme tektoniği denetiminde oluşan normal faylanmanın, Antalya Körfezi'nin batısındaki alanın tümünü etkilediği görülmüştür (Glover ve Robertson, 1998), (Şekil 26).

Fethiye-Burdur Fay Zonu'nun oluşumu, Isparta Bükümü'nün batı kanadının saatini tersi yönündeki dönme hareketinin sona ermesine neden olmuştur. Buna karşın, doğu kanadı oluşturan Akseki-Anamas bloğunun dönmesi, Geç Pliyosen'den sonra günümüzde de devam etmektedir. Kalafat (1988) ile Demirtaş ve Yılmaz (1996) 'ın çalışmalarında doğu kanattaki dönmenin sürmesi nedeniyle, Aksu Bindirmesi ile buna eşlik eden ters faylar oluşmuştur (Şekil 26).

Fethiye-Burdur Fayı, GB Anadolu'da kuzeyde Eğirdir-Hoyran Gölü'nden başlayarak, Burdur Gölü'nün GD kıyısını takiben, Tefenni, Çameli ve daha güneyde Fethiye Körfezi'nden Akdeniz içlerine kadar uzanır (Şekil 26). Yaklaşık 300 km

uzunluğunda ve egemen olarak sol yanal doğrultu atımlı bir faydır. Bu fay, KB-GD doğrultulu çekme gerilmeleri etkisi sonucu oluşmuş olup, meydana getirdiği deformasyon blok faylanma karakterindedir (Yağmurlu ve Şentürk, 2005). Bu fay bölgede yakın geçmişte birçok deprem oluşturmuş önemli kırık hatlarından birisidir.

Önemli yapılardan biri de Antalya Körfezi'nden başlayan Isparta ile Serik arasında KB yönünde yaklaşık olarak 150 km. uzanım gösteren Aksu Bindirmesi (Poisson ve diğ., 2003) olarak bilinen ters fay sistemidir (Şekil 26). Aksu Fayı, GB Anadolu'da deprenselliği yüksek olan riskli bir alanı belirtir (Yağmurlu ve Şentürk, 2005). Son yüzyıl içinde Aksu bindirmesi üzerinde büyüklüğü 5,0 ile 5,8 olan iki önemli deprem meydana gelmiştir (Kalafat, 1988; Barka ve diğ., 1995; Demirtaş ve Yılmaz, 1996). Bu durum Aksu bindirmesinin günümüzde de aktivitesini sürdürdüğünü göstermesi bakımından önemlidir (Yağmurlu ve Şentürk, 2005).



Şekil 26. İnceleme alanı çevresinde yer alan önemli bölgesel tektonik yapıları gösteren tektonik harita (Barka vd., 1995; McClusky vd., 2000; Yağmurlu, 2000).

Phaselis antik kenti'nin yaklaşık 5 km batısından geçen Phaselis-Termessos Fayı, bölgesel ölçekte önemli yapılardan birisidir. Bu fay Şenel vd (1981) tarafından Teke Toroslari'nin güneydoğu bölümünde 12 km uzanım gösteren "Kerimdağı Fayı" olarak tanımlanan faya karşılık gelmektedir. Ayrıca Isparta-Antalya arasında yer alan ve Eğirdir-Kovada Grabeni'ne paralel gelişmiş K-G doğrultulu fay sistemleri, Yağmurlu ve diğ. (1997) tarafından "Antalya Fay Zonu" olarak, Glover ve Robertson (1998) tarafından ise, "Kemer Çizgiselliği" olarak tanımlanmıştır. Antalya körfezi batı kıyılarını sınırlayan ve Kemer-Antalya karayoluna paralel olarak uzanan yaklaşık $K20^0D$ gidişli bu kırık hattı "Phaselis-Termessos Fayı" olarak adlandırılmıştır (Akan ve Karaman, 2007). Bu fay, kuzeyde Termessos, daha güneye doğru Tekirova-Kemer-Phaselis ve Gelidonya yakınlarından geçerek Akdeniz içlerine doğru uzanır. Egemen olarak eğim atımlı normal bir fay olan bu kırık hattı, geçmiş tarihsel dönemlerde, Phaselis ve çevresinde yıkıcı önemli depremlere neden olmuştur.

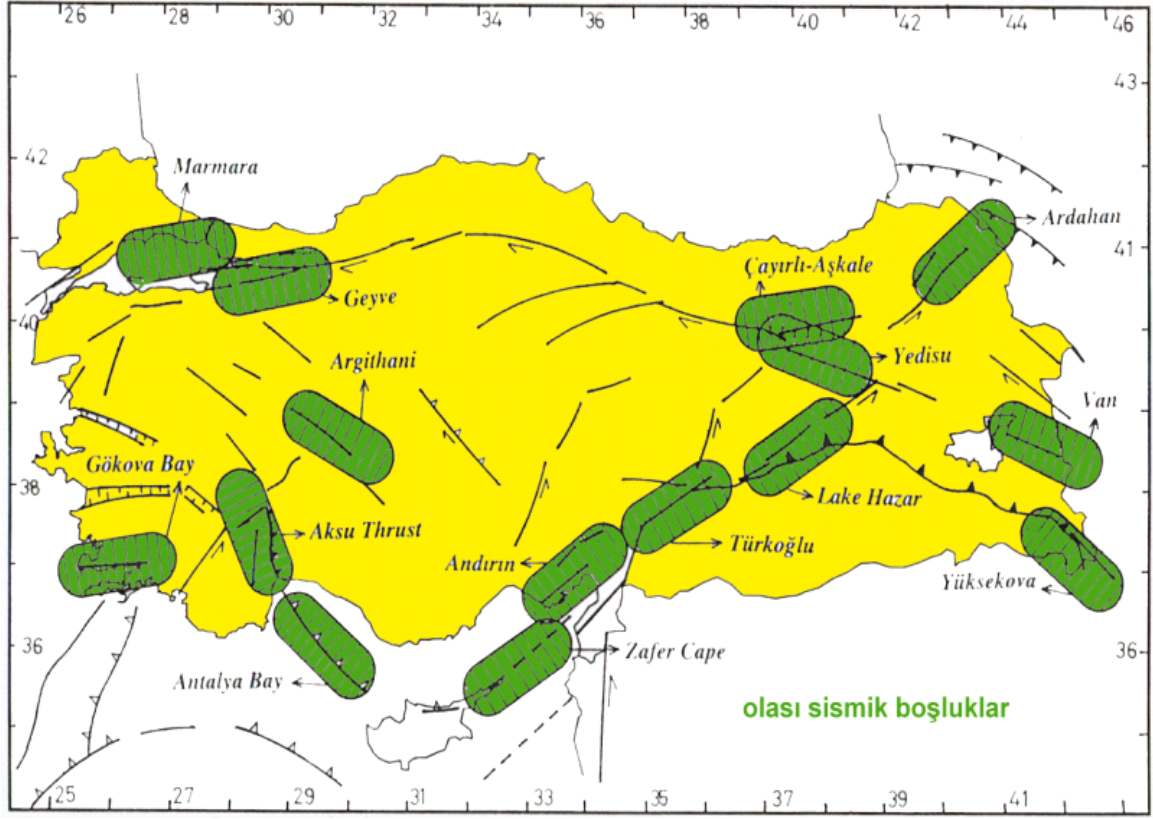
Helenik Kıbrıs Yayı, Girit Adası'nın güneyini takiben Rodos Adası'nın güneyinden Fethiye Körfezi'ne doğru uzanır. Helenik Kıbrıs Yayı, Pliny ve Strabo çukurlukları boyunca ters fay bileşenli sol yönlü doğrultu atımlı fay karakterindedir (Barka vd., 1995). Diğer yandan, Helenik Kıbrıs Yayı, Antalya Körfezi, Kıbrıs'ın kuzeyi ve İskenderun Körfezi arasında iç bükey bir kavis yapar. Bu yayın kuzeybatıya doğru devamı, Antalya Körfezi'nden başlayan ve kuzeybatı yönünde devam eden ters fay karakterli Aksu Fayı'na karşılık gelir (Şekil 26).

Helenik Kıbrıs Yayı'nın Türkiye'nin güneyine uzanan bölümü boyunca, 1900-1995 yılları arasında ortalama 5.5 büyüklüğünde toplam 13 hasar yapıcı deprem meydana gelmiştir (Demirtaş ve Yılmaz, 1996). Bu hasar yapıcı depremlerden 11 tanesi oldukça yoğun sismik etkinlik gösteren sol yönlü doğrultu atımlı Pliny ve Strabo faylarında meydana gelmiştir. Bununla birlikte, son yüzyıl içerisinde Ege Hendeği Kıbrıs Yayı'nın, Antalya Körfezi ile İskenderun Körfezi arasında kalan bölümü boyunca herhangi bir yıkıcı deprem meydana gelmemiştir. Ergin vd. (1987)'nin yaptığı çalışmada Kıbrıs'ın güneyinde 5.5 büyüklüğünde iki deprem olduğu saptanmıştır.

Helenik Kıbrıs Yayı boyunca 3 ve Güneybatı Türkiye'de 1 olmak üzere farklı 4 yer sismik boşluk olarak değerlendirilmiştir (Demirtaş, 2004) (Şekil 27). Bunlar;

1. Zafer Sismik Boşluğu [İskenderun Körfezi ile Zafer Burnu (Kıbrıs) arasında]
2. Antalya Sismik Boşluğu [Arnavut Burnu (Kıbrıs) ile Antalya Körfezi arasında]
3. Aksu Segmenti [Antalya Körfezinin kuzey kısmı, Aksu bindirme fayı]

4. Gökova Segmenti [Gökova Körfezi boyunca]



Şekil 27. İnceleme alanı ve geniş çerçevesinde yer alan sismik boşluklar (Demirtaş, 2004).

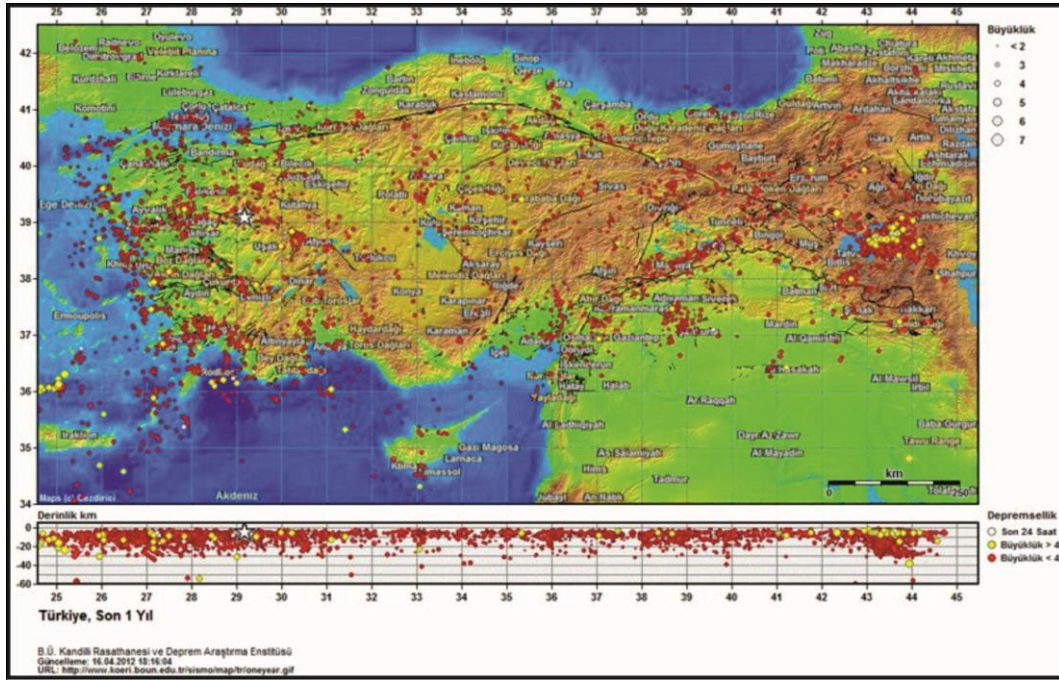
Helenik Kıbrıs Yayı'nın batısında kalan bölüm doğusuna göre sismik açıdan daha yoğundur. Dolayısıyla, bu diyagramda belirgin bir farklılık dikkati çekmekte ve depremlerin olmadığı doğu kısımda sismik boşluk olarak yorumlanabilecek 3 yer gözlenmektedir. Bu boşlukları içeren kısım, Helenik Kıbrıs Yayı'nın Antalya Körfezi ile İskenderun Körfezi arasında kalan kesimini oluşturmaktadır.

1989-1995 arasında meydana gelen büyüklükleri 4.0 olan depremler Türkiye'nin güneyinde uzanan Helenik Kıbrıs Yayı bölgesi içerisinde ve son yüzyıl içerisinde meydana gelen çok sayıda yıkıcı depremler Pliny ve Strabo fayları boyunca yoğunlaşmıştır (Demirtaş ve Yılmaz, 1996). Bununla birlikte, bu her iki fayın kuzeyinde yani Türkiye'nin güneybatısında ve Gökova Körfezi boyunca da belirgin bir sismik etkinlik görülmektedir. Diğer taraftan, son yüzyıl içerisinde herhangi bir hasar yapıcı deprem olmamış olan Helenik Kıbrıs Yayı'nın Antalya Körfezi ile Arnavut Burnu arasında kalan segmenti ile Aksu Fayı boyunca önemli sayılabilecek bir sismik etkinlik artışı gözlenmektedir. Ancak,

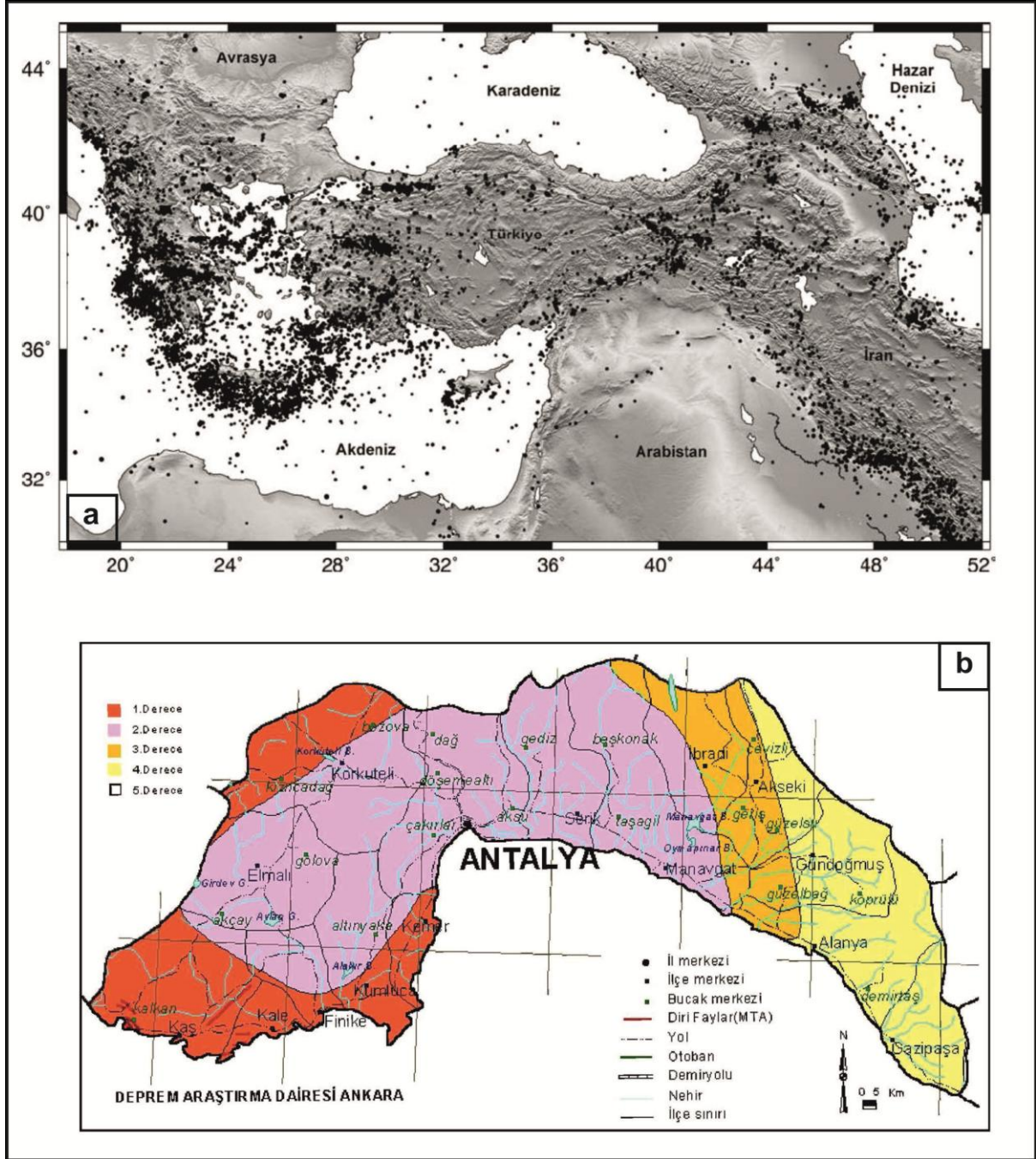
yayın İskenderun Körfezi ile Zafer Burnu arasında kalan segmenti, günümüzde oldukça suskun bir görünüm sunmaktadır

Helenik Kıbrıs Yayını'nın 1900-1995 yılları arasında herhangi bir büyük yıkıcı depreme maruz kalmaması ve günümüzde kümülatif olarak sismisite artışları göstermesi, Helenik Kıbrıs Yayını'nın Antalya Körfezi ile İskenderun Körfezi arasında yer alan bölümü boyunca yüksek deprem oluşturma potansiyeline sahip olduğuna işaret etmektedir.

Myra antik kenti'nin de içinde yer aldığı Demre ilçesi, Bakanlar Kurulu'nun 18.04.1996 gün ve 96/ 8109 sayılı kararı ile kabul edilen Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'nda sismik etkinliğin yoğun olduğu 1. derece deprem bölgesi içerisinde yer almaktadır (Şekil 29). Bu nedenlerden dolayı bu bölge önemli oranda deprem oluşturma potansiyeline sahiptir (Şekil 28). Bu nedenle, bu sismik boşlukların yeteri derecede gözlem altında bulundurulması, deprem tehlike belirleme ve zararlarının azaltılması açısından oldukça büyük önem taşımaktadır.



Şekil 28. İnceleme alanı ve çevresinde son bir yıl içerisinde yoğun sismik hareketliliğin harita üzerindeki görünümü (URL-3, 2012).



Şekil 29. İnceleme alanı ve yakın çevresindeki yoğun sismik hareketlerin ve çalışma alanında üzerinde yer aldığı Antalya ilinin deprem bölgelerinin harita üzerindeki görünümü (a; Tan ve Taymaz, 2005), (b; Özmen ve diğ., 1997).

2.5. Jeoarkeolojik Çalışmalar

Tarihsel dönemlerde meydana gelmiş depremler insan yapımı kültürel yapıları etkileyerek bunlarda yıkımlara, ötelenmelere neden olmuş ve antik kentlerin tarihlerinde

önemli izler bırakmıştır. Tarihsel depremlerin bu arkeolojik delilleri ile ilgilenen bilim dalına jeoarkeoloji denilmektedir (Stewart ve Hancock, 1994). Jeoarkeolojik çalışmalar özellikle yerleşik insan yaşamının ortaya çıkışından (M.Ö 8000 sıralarında) (Akurgal, 1997) günümüze uzanan zaman aralığında etkin olarak kullanılabilir.

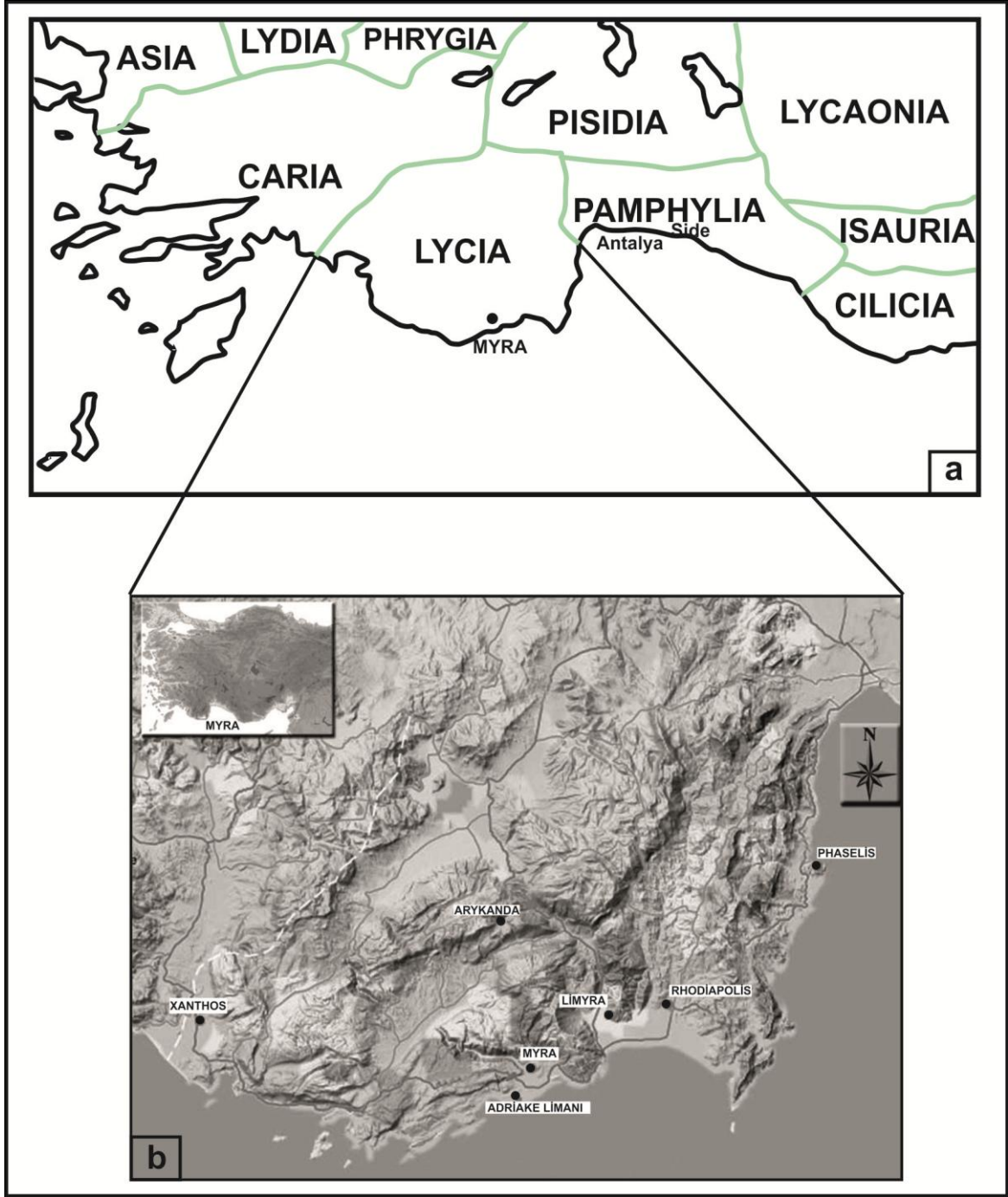
Özellikle fay zonları üzerinde veya yakın çevresinde bulunan antik yerleşimler veya diğer kültürel yapılar (yol, duvar, su kanalı vb.), fayların yerleri ve geçmişteki hareketleri hakkında önemli bilgiler vermektedir. Ayrıca antik yerleşim yerlerindeki yapıların yeniden inşası ve restorasyonu gibi değişikliklerinin tarihsel depremlerle karşılaştırılması önemli sonuçlara ulaşmaya katkı sağlamaktadır.

Bu çalışmada önemli bir tarihsel arka plana sahip ve çağının başkenti olmuş Myra antik kenti'ndeki yapılar incelenmiş ve tarihsel depremlerin bu yapılar üzerinde bırakmış oldukları hasarlar ve izler ortaya konulmaya çalışılmış, böylece fayların yerlerinin ve eski depremlerin tarihlerinin belirlenmesinde arkeolojik kalıntılardan yararlanılmıştır.

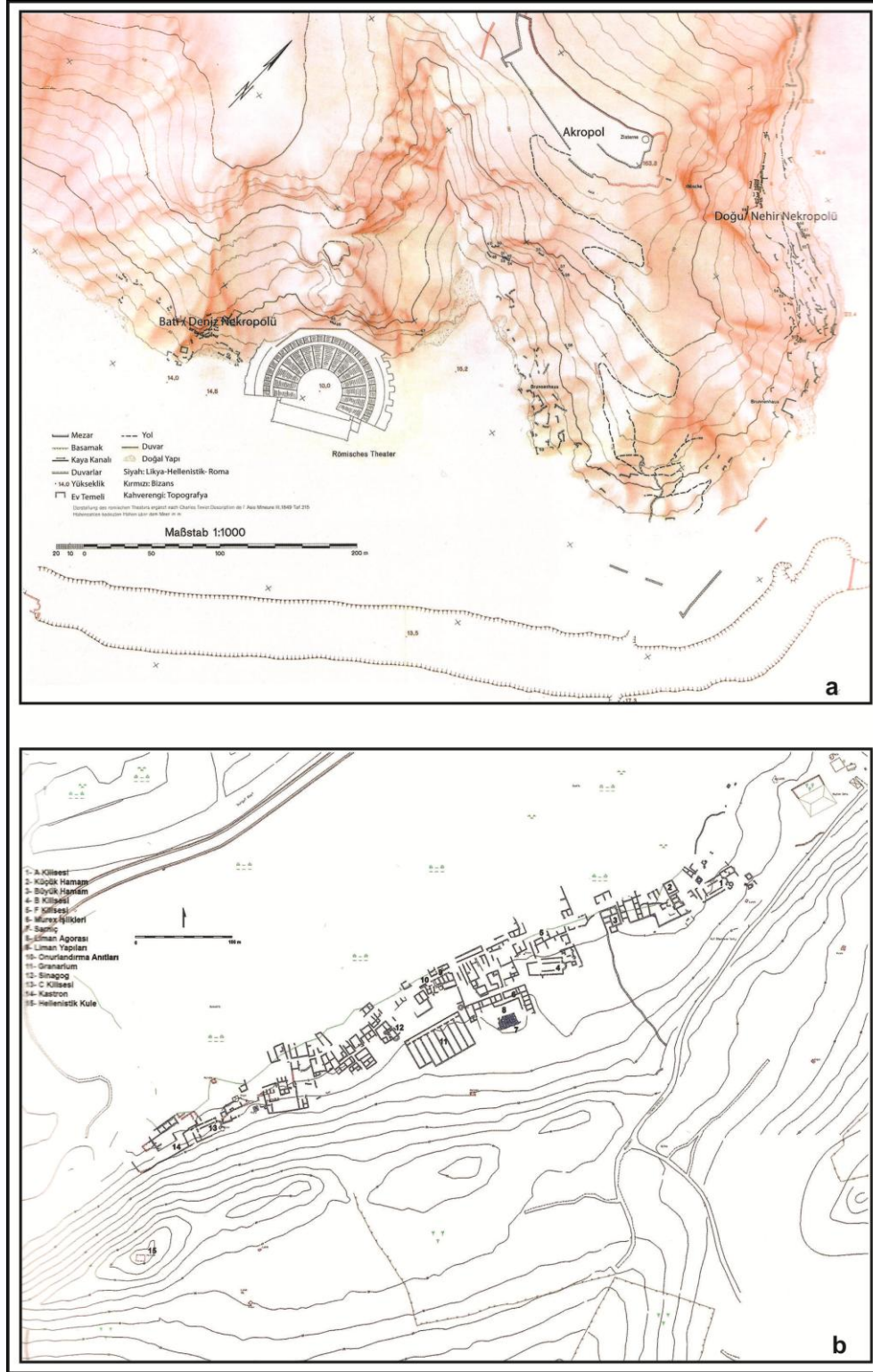
2.5.1. Myra/Andriake Antik Kenti

Doğuda Antalya Körfezi ile batıda Fethiye Körfezi arasında kalan ve güneyde Akdeniz'e doğru uzanan bugünkü Teke Yarımadası, antik dönem'de Likya olarak adlandırılmıştır. Tarihsel olarak bakıldığında; Likya'nın doğusunda Pamfilya, kuzeyinde Pisidya ve batısında ise Karya yer almaktadır. Antalya Körfezi, Antik Dönem'de "Pamfilya Denizi" olarak bilinmektedir. Teke Yarımadası, doğal coğrafi donanımı göz önüne alındığında, farklı topoğrafik özelliklerine göre 4 farklı bölgeye ayrılabilir: Bu bölgeler; Doğu Likya, Orta Likya, Kuzey Likya ve Batı Likya'dır (Tüner, 2002). İnceleme alanı antik dönemdeki isimlere göre Orta Likya'da yer almaktadır (Şekil 30).

Myra antik kenti, Orta Likya da Antalya ili Demre ilçesi, Alakent mahallesi kuzeyinde kısmen kireçtaşları kısmen de Demre Ovası'nı oluşturan alüvyon birimleri sınırına kurulmuştur. Günümüzde kentin %90'ndan fazlası toprak altındadır. Myra antik kenti'ndeki jeoarkeolojik çalışmalar halihazırda yüzeyde bulunan ve arkeologlarca yüzeye çıkarılan yapılar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kentin, kazılarda bulunan sikkelerden yola çıkılarak en erken M.Ö. 4. yüzyılda kurulduğu söylenebilir. Antik kent faal yaşam sürdürüldüğü dönemde tüm Likya'nın başşehri olmuş ve tümüyle Roma dönemi yapılarını yansıtmaktadır.



Şekil 30. İnceleme alanındaki antik yerleşimleri gösteren harita (a; URL-2, 2009), (b; Çevik, 2010).



Şekil 31. Myra antik kenti'nin (a) ve antik kentin limanı olan Andriake'nin (b) yerleşim planını içeren ayrıntılı haritası (Çevik, 2010).

Antik kent çoğunlukla Demre Ovası'na kurulduğu için günümüzde büyük bölümü halen toprak altındadır. Myra antik kentinin 4.7 km güneybatısında yer alan Andriake antik

kentin limanıdır. Myra antik kenti'nin II. Theodosius döneminde Likya'nın başkenti ilan edilmesini takiben, liman yerleşimi Andriake, bölge metropolü'nün ana limanı konumuna gelmiştir. Liman, Mısır ve doğu arasındaki ana deniz yolları üzerindeki konumundan dolayı oldukça gelişmiştir.

Myra antik kentindeki önemli yapılar; Akropol (Merkezi antik kent), Nekropol (Toplu mezar), Kaya Mezarları, Lahitler (Özel mezar), Tiyatro, Hamam, St. Nikolas Kilisesi, Su Yolları, Nymphaiondur (Antik çeşme). Antik kentin limanı olan Andriake'deki önemli yapılar ise; Güney Yerleşimi, Savunma Yapıları, Gözetleme Kulesi, Ayırma Duvarı, Ticari Agora (Pazar yeri), Murex İşlikleri, Granarium (Tahıl deposu), Dükkan ve Depolar, Onurlandırma Anıtları, Hamamlar, Nekropoller (Toplu mezarlar), Sinagog ve Kiliseler'dir (Şekil 31).

Bu çalışma kapsamında, geçmişte ve günümüzde de bölgesel açıdan bu denli önemli olan Myra antik kenti'ndeki Tiyatro, kentin limanı olan Andriake'de ise; Granarium (Tahıl deposu), Dükkan ve Depolar, Kiliseler, Onurlandırma Anıtları ve Sinagog incelenmiş ve tarihsel depremlerin bu yapılar üzerinde bırakmış oldukları hasarlar ve izler ortaya konulmaya çalışılmış, böylece fayların yeryüzündeki izlerinin ve eski depremlerin tarihlerinin belirlenmesinde arkeolojik kalıntılardan yararlanılmıştır.

2.5.2. Myra/Andriake Antik Kentine Depremlerin Etkisi

İnceleme alanı günümüzde olduğu gibi tarihsel dönemlerde de Güneybatı Anadolu kıyılarında yer alan kentler ile bir köprü görevi görmüştür. Dolayısıyla bölgenin çevresinde zaman içersinde önemli kentler kurulmuş ve bu kentleri bağlayan yollar gelişmiştir. Bu antik kentler ya fay zonu içerisinde ya da fay zonunun çok yakınlarında yer almaktadır. Dolayısıyla büyük depremlerin oluşturduğu yüzey kırıkları veya hasarlar depremin olduğu dönemlerde büyük izler bırakmış olmalıdır. Bölgedeki en önemli antik kent Myra antik kentidir. Myra antik kenti diğer kentler gibi tarihsel dönem depremlerinden oldukça fazlaca etkilenmiş ve zaman zaman yeniden restore edilmiştir. Ancak depremlerin ve doğal afetlerin şiddetli ve sürekli olmasından dolayı antik kentin zamanla terk edilmiş olduğu düşünülmektedir. Gerek Myra antik kenti ve gerekse onun limanı olan Andriake'de hasar gören ve incelenebilecek düzeyde olan yapılar aşağıda detaylı olarak anlatılmıştır.

2.5.2.1. Tiyatro

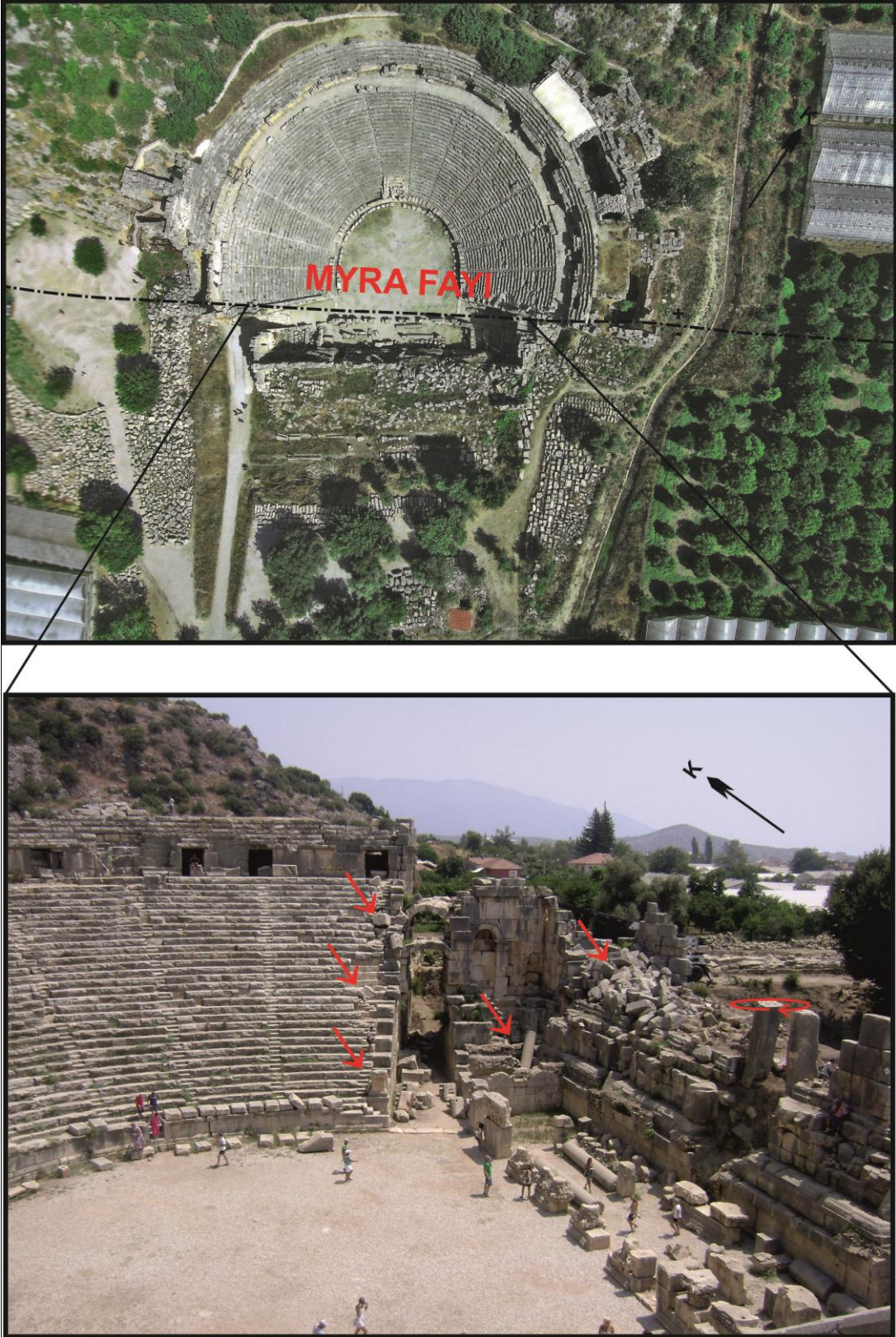
At nalı biçimindeki cavea (Tiyatrodaki izleyicilerin oturduğu kısım), altta 29, üstte ise 9 oturma sırasına sahiptir. Tiyatro Helenistik-Roma tipindedir. Likya'nın en büyük tiyatrosu olarak 11.500 kişi kapasitelidir. Tiyatro kentin kuzeyinde yamaca dayalı olarak inşa edilmiştir. Tiyatronun genel görünümü yer yer tahrip olmasına rağmen, günümüzde çoğunlukla korunmuş bir görünüm sergilemektedir. Tiyatronun güney kesimi tamamıyla hasar görmüş olup, orkestranın güneyi toprak altındadır. Tiyatronun KD kesimindeki yapılar ise ağır hasar altındadır. Tiyatro muhtemelen orkestra kesiminden geçen K65⁰D doğrultulu Myra Fayı tarafından hasara uğratılmıştır ve bu fayın M.S. 68, 141 ve 240 depremlerini ürettiği ve antik kente yoğun hasar verdiği düşünülmektedir.(Şekil 32, 33, 34, 35).

Antik dönem tiyatrolarında, genelde oturma kısımlarının bittiği yerlerde büyük blokların yer aldığı bilinmektedir (Çevik, 2010). Tiyatro bu büyük bloklar ve sütunlar ile desteklenmektedir. Bu blokların alt tarafı boşluklu olduğu için, depremde yıkımlar en fazla bu bölgelerde olmaktadır. Antik kentin yamaca yaslanmış olan oturma kısımlarında ise sadece oynamalar meydana geldiği bilinmektedir.

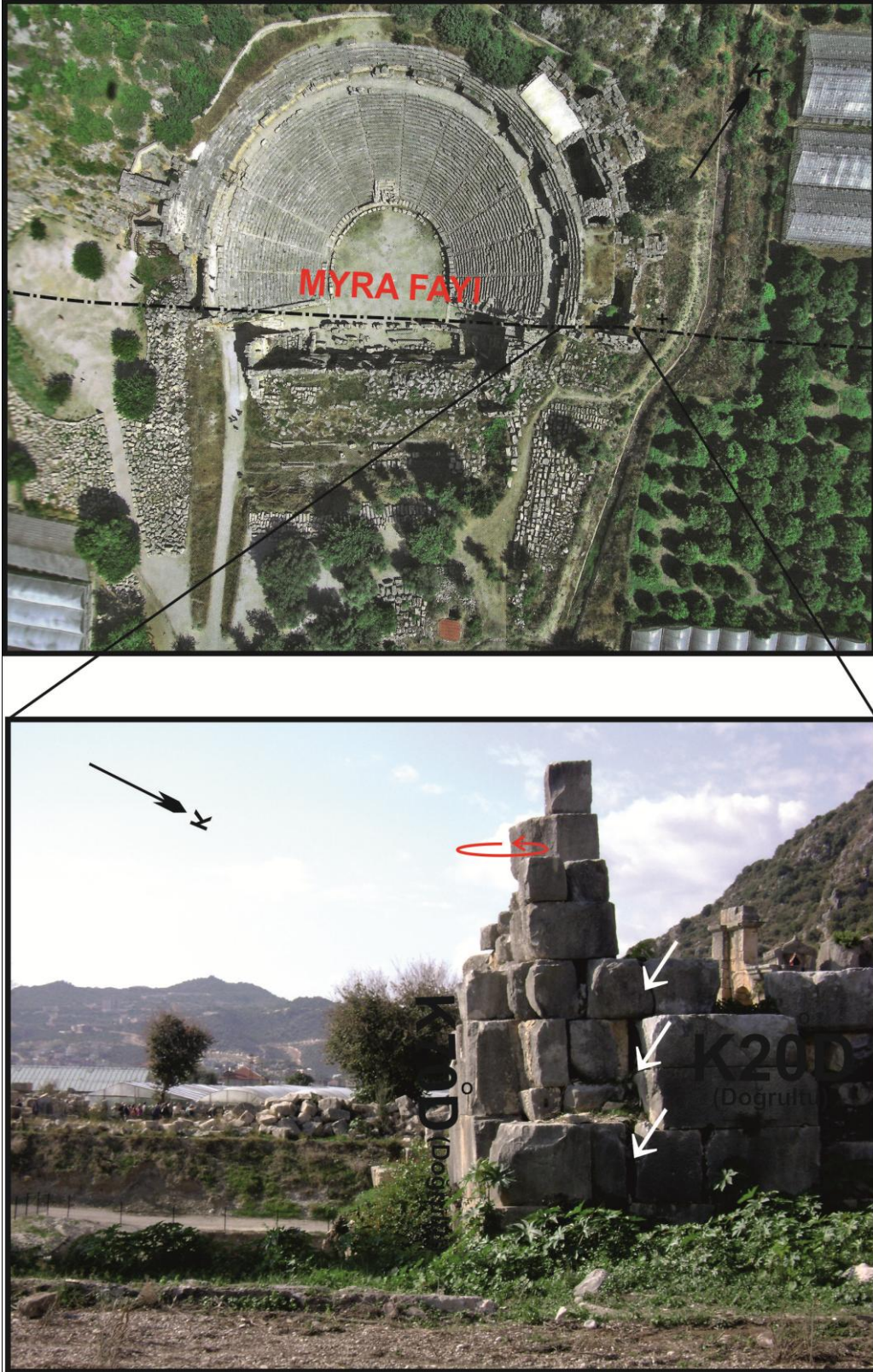
Myra antik kenti'ndeki tiyatroda görülen yıkılmaların ilk bakışta, Myra halkı tarafından antik kentteki blokların kireç elde etmek için sökülmiş olabileceği; ya da dinamit patlatılmış olabileceği düşünülebilmektedir. Ancak Hellenistik Dönem ve Roma Dönemi mimarileri göz önüne alındığında, yapılardaki ağır hasarların deprem etkisiyle meydana gelmiş olma olasılığı çok daha yüksektir. Tiyatronun üst kısmında yer alan oturma basamaklarının bir kısmının, deprem etkisi ile sahne binasına doğru yuvarlandığı düşünülmektedir (Şekil 32).

Antik dönem tiyatroların özellikle analemma duvarlarında (izleyicilerin oturduğu kısmı destekleyen duvar), sağlam olması amacıyla kuleler ile destekleme yapıldığı ve açık olan tiyatrolarda yıkımların genelde bu kısımlardan olduğu bilinmektedir.

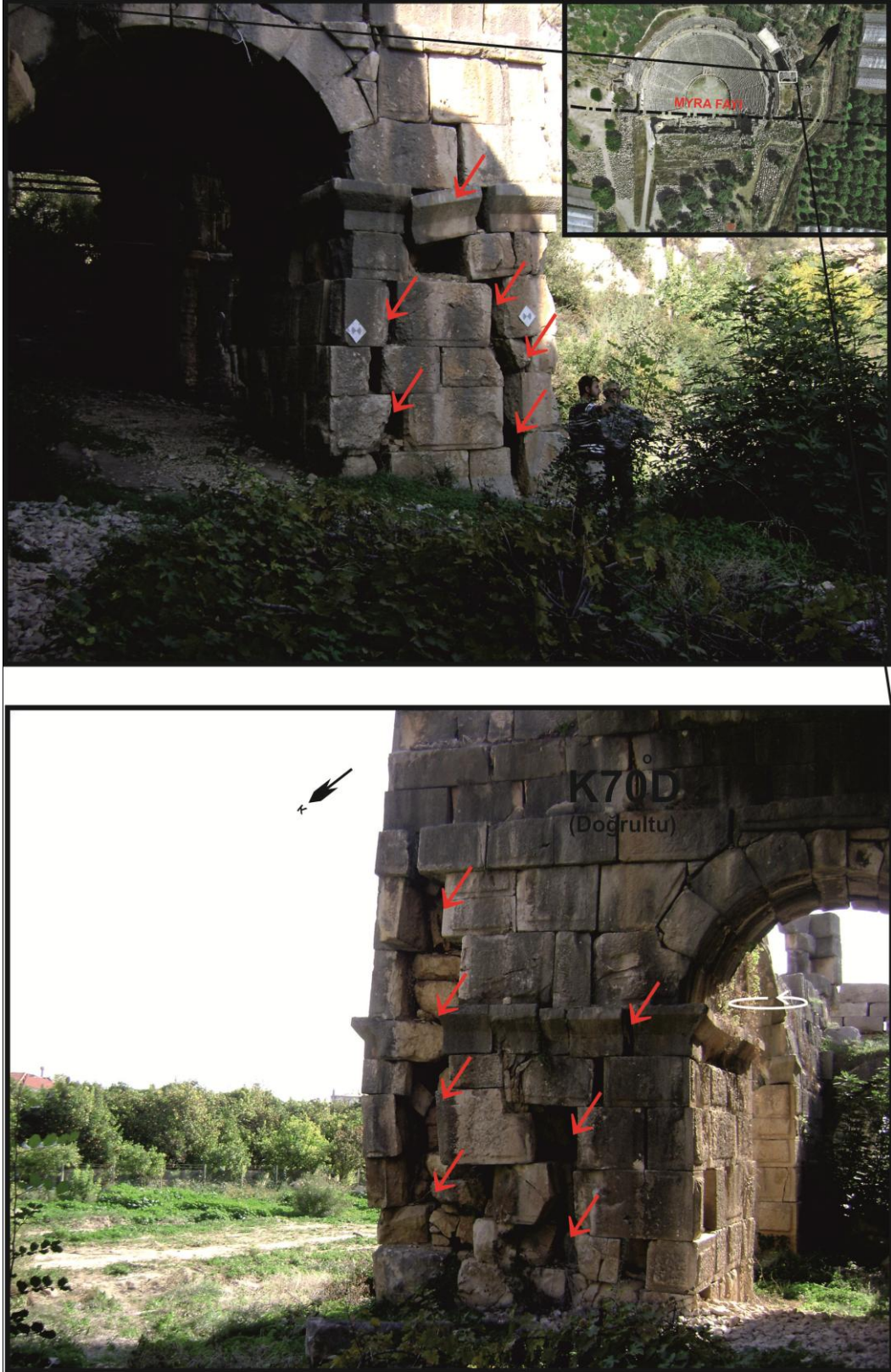
Büyük depremler ve bu depremlerle birlikte oluşan önemli derecedeki zemin salınımları yapılara ait duvar parçalarının düşey eksen etrafında dönmelerine neden olabilmektedir. Yapıları oluşturan taş bloklardaki belli yönlerde meydana gelen dönmeler, ancak yatay sıkıştırma kuvvetleri etkisi gibi dinamik yüklerden kaynaklanmış olmalıdır. (Şekil 32, 33, 34)



Şekil 32. Myra antik kenti'nin tiyatrosunda hasar gören orkestra kısmının ve cavea'nın bir bölümünün görünümü (Kırmızı renkli oklar tiyatronun ana kayaya oturmayan bölümlerindeki hasarları göstermektedir). Bakış yönü KD'dur).



Şekil 33. Tiyatro sahne binasının arka duvarında depreme bağlı oluşan hasarlar (Beyaz renkli oklar duvarın GB'ya doğru eğimlendiğini, kırmızı renkli ok ise taş duvarın saat yelkovanın tersi yönündeki dönmeyi göstermektedir). Bakış yönü KB'dır.



Şekil 34. Tiyatronun giriş duvarlarındaki sistematik çatlaklar, dönmeler ve ayrılmalar (Kırmızı renkli oklar deprem nedeniyle oluşan çatlakları ve ayrılmaları, beyaz renkli oklar ise saat yelkovanı tersi yönündeki dönmeyi göstermektedir). Bakış yönü sırasıyla KD ve GD'dur.



Şekil 35. Tiyatro giriş duvarlarındaki yıkılmalar ve sistematik çatlaklar (Kırmızı renkli oklar taş duvarlardaki ayrılmaları, yıkılmaları, çatlamları göstermektedir). Bakış yönü sırasıyla KB ve GB'dır.

Bu kuvvetler duvarların K70⁰D doğrultuları boyunca belli açılarda etki ederek duvar parçalarının saat yelkovanı yönünde ya da saat yelkovanı yönünün tersi yönünde dönmesine neden olmaktadır. Myra antik kenti içerisindeki tiyatronun caveasının (izleyicilerin oturduğu kısım) büyük bir çoğunluğu yamaca yaşlanmış olup, ana kaya üzerinde yer aldığından sağlam kalmıştır. Tiyatronun girişinde bulunan ve tiyatronun iskeletini oluşturan bloklar, aynı zamanda orkestra Demre Çayı'nın getirdiği alüvyonlar üzerinde yer aldığından, oluşan deprem dalgası etkisiyle blokların birbirinden ayrılarak koptuğu ve sahne binasının önündeki blokların saat yelkovanı tersi yönünde dönerek günümüzdeki halini aldığı düşünülmektedir (Şekil 33, 34).



Şekil 36. Tiyatronun sahne binasının sağ alt duvarındaki onarım (Taralı alan M.S. 141 depreminden sonraki onarımı göstermektedir). Bakış yönü KD'dur.

M.S. 141 depremi sonrasında hasar gören tiyatronun onarımı için Rhodiapolisli Opramoas tarafından bağış yapılmıştır. Opramoas bu değerli yardımlarından dolayı Myra vatandaşı olarak onurlandırılmıştır (Çevik, 2008). Myra tiyatrosu bölgenin en görkemli ve en nitelikli dekorasyonuna sahiptir. Mimarisiyle gerçek bir Roma Çağı tiyatrosudur. Tiyatronun ilk yapım yılıyla ilgili belge olmamakla birlikte onarım tarihleri bilinmektedir. Çevik (2010)'e göre M.S. 141 depreminden sonra depreme dayanıklı olması için tiyatro

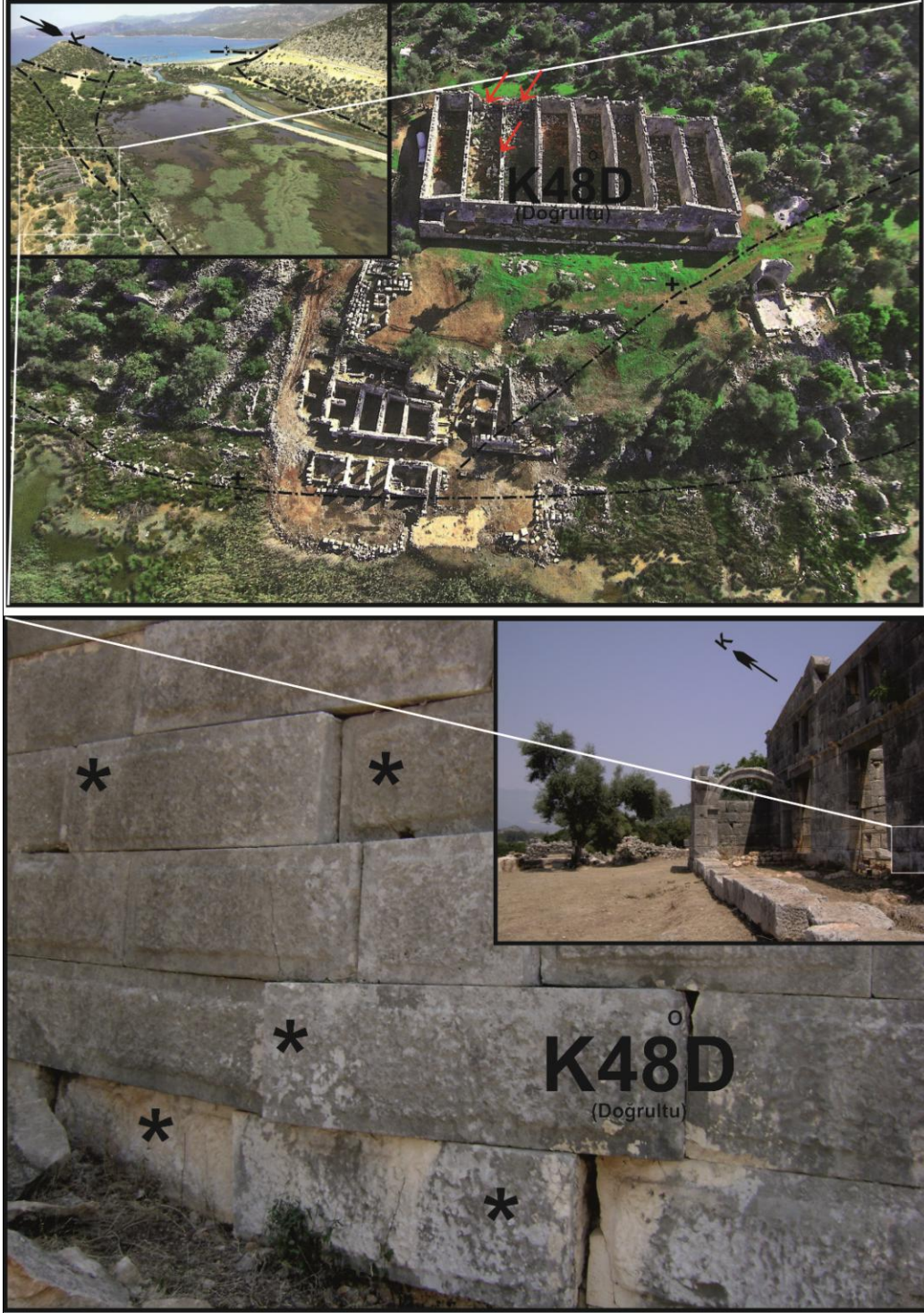
sahne binası zemininin K60⁰D doğrultulu sağ duvarı basınç azalmasını engellemek amacıyla kapatılmıştır (Şekil 36). İkinci onarım tarihi ise kayıtlarda M.S. 240 depreminden sonraki onarımdır.

2.5.2.2. Granarium (Tahıl Deposu)

Myra antik kenti'nin liman yapılarından olan Granarium (Tahıl deposu), Andriake liman yerleşiminin en görkemli yapısıdır. Cephesi kuzeye/limana bakmaktadır. 8 bölümden oluşan liman yapısı çok iyi korunmuş olup, 64,24*38,65 m ölçülerindedir. Duvar yükseklikleri 6,40 m, kalınlıkları ortalama 0,80 m'dir. Granarium kuzeye doğru eğimi olan kireçtaşından oluşan Kumdağı Tepe'nin yamaçlarının üzerine inşa edilmiştir. Yapı içinde ana kayanın genellikle doğal haliyle bırakıldığı ve ana kaya boşluklarının kireç harcı ve moloz taş ile doldurulduğu görülmüştür. Granarium'un M.S. 119-138 yılları arasında inşa edildiği bilinmektedir (Çevik, 2010).

Kültürel yapı duvarların belli yönlerde korunarak diğer bazı yönlerde deformasyona uğramaları, yapılardaki bozulmaların ve bunu izleyen yıkılmaların deprem sarsıntılarının etkisiyle oluştuğuna bir kanıttır. Ayrıca bazı yapıların deprem dalgalarından çok fazla etkilenmesi, bazılarının ise daha az etkilenmesi ya da hiç etkilenmemesi duvar doğrultularının sismik sarsıntı yönlerine göre farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte sismik hareketlerin yeterince güçlü olduğu durumlarda, sismik hareketin yönü ve yapıların uzanımları hangi yönde olursa olsun tüm yapılarda yıkılmalar gözlenmektedir (Şekil 37).

Granarium'un (Tahıl deposu) kuzey yamacındaki K48⁰D doğrultusundaki duvarda, saat yelkovanı yönünde dönmeler, yamulmalar ve yıkılmalar söz konusudur. Ayrıca Granarium yapısının duvarları kuzeye doğru eğimlenme göstermektedir. Duvarlar muhtemelen Sinagog ile arasındaki sınırdan geçen faydan etkilenerek yamulmalar geçirmiştir. Granarium'un duvarlarında gözlenen bu hasar, Roma döneminde su terazisi kullanıldığı bilindiğinden insan yapımı bir hata değildir. Bölgeyi Akdam Fayı'nın yanında Andriake liman koyunun oluşumunda etki olan faylar da antik kenti ve limanını hasara uğratmıştır ve bu fayların M.S. 529, 530 ve 7. yy. depremlerini üretmiş olabilecekleri düşünülmektedir (Şekil 37, 41a).



Şekil 37. Andriake limanının yapılarından olan Granarium'un duvarlarındaki yıkılmalar ve yamulmalar (Kırmızı renkli oklar taş duvardaki çökmeyi, siyah renkli asteriksler ise duvarlardaki deprem dalgası yönüne bağlı oluşan yamulmaları göstermektedir). Bakış yönü GD'dur.

Andriake'de inşa edilen Granarium Roma'nın Doğu Akdeniz'de limanlara ve aynı zamanda söz konusu kente önem verdiğinin göstergesidir. Bu bağlamda Mısır'dan

Roma'ya tahıl taşıyan yük gemileri kötü hava koşulları ve zorunluluk gerektiren durumlarda stratejik öneme sahip Andriake limanına sığmıyorlardı. Burada inşa edilen dev silolarla tahıl geçici olarak korunuyordu. Arkeolojik kazılardan elde edilen bilgilere göre Granarium M.S. 8 yy'a kadar kullanılmış olmalıdır (Çevik, 2010).

2.5.2.3. Dükkân ve Depolar

Andriake limanının kuzeydoğusunda yer alan dükkân ve depoların, bölgedeki limanın tersanesine ait olduğu düşünülmektedir. Dükkân ve depoların cepheleri güneye dönüktür ve her biri eşit ölçülere sahip değildir. Ortalama 3.65*7.30 m ölçülerindedirler. Duvarlar moloztaş yada harç kullanılarak örülmüştür. Yer yer duvar boyunca uzanan tuğla hatıllar depreme yönelik yapılan önlemlerdendir.



Şekil 38. Andriake limanının yapılarından olan dükkân depolarına ait limana bakan duvarlarında KB yönünde eğimlenme (Kırmızı oklar duvarın eğimlenme yönünü göstermektedir). Bakış yönü GB'dir.

Antik kentlerdeki yapıları oluşturan taş blok, tuğla vb. malzemelerin yerlerinden oynaması, itilmesi ve duvarların yamulması, deformasyonun deprem kaynaklı olduğunu işaret etmektedir. Andriake'de dükkânlarda yapılan gözlemlerde, dükkân ve depoların K46⁰D doğrultulu dış duvarının kuzeybatıya doğru eğimlendiği görülmektedir. Gözlenen

bu hasarın, Akdam Fayı ve bu faya paralel yersel kırıkların aktivitesiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir (Şekil 38).

Yapılar M.S. 3 yy da inşa edilmiştir. Bölgedeki dükkân ve depo yapıları M.S. 529 depreminden etkilenip hasar görmüş olmalıdır. Çünkü yapılardaki hasarlar kullanılmış devşirme malzemelerle onarılmıştır.

2.5.2.4. Kiliseler

Andriake limanının kuzeyinde yer alan kilise liman yerleşiminin zamanla alüvyon birimleri ile dolmasıyla kazanılan alan üzerine inşa edilmiştir. Ortalama 8.50*11.60 m ölçülerindedirler. Duvarlar moloztaş ya da harç kullanılarak örülmüştür. Yapı M.S. 5 yüzyılın sonları ile 6 yüzyılın başlarında inşa edilmiştir (Çevik, 2010).



Şekil 39. Andriake limanının yapılarından olan kiliseye ait duvarlardaki sistematik çatlaklar ve GD yönünde eğimlenme (Kırmızı oklar duvarın eğimlenme yönünü, siyah oklar ise taş duvardaki çatlakları göstermektedir). Bakış yönü KD'dur.

Daha öncede söz edildiği üzere, antik kentlerdeki yapıları oluşturan taş blok, tuğla vb. malzemelerin yerlerinden oynaması, itilmesi ve duvarların belirli yönlerde sistematik yamulması, çatlama deformasyonunun deprem kaynaklı olduğunu işaret etmektedir.

Andarake'de kiliselerde yapılan gözlemlerde, yapının K18⁰D doğrultulu dış duvarının güneydoğuya doğru eğimlendiği ve sistematik çatlamalara maruz kaldığı belirlenmiştir (Şekil 39). İnceleme alanındaki kiliselerin Akdam Fayı'ndan etkilendiği ve bu fayın ürettiği M.S. 5 yy'dan sonraki depremlerden etkilendiği düşünülmektedir.

2.5.2.5. Onurlandırma Anıtları

Dükkan ve depoların batı bitişiğindeki dar sokaktan sonra yer alan iki adet anıt kuzeye/limana bakar. Anıta ait bloklar geç dönemde kuzeyde yer alan yapıda örgü malzemesi olarak kullanılmıştır. Anıtın yüksekliği 5.30 m ye ulaşır. Anıtların M.S. 4 yy sonlarına kadar ayakta kaldığı arkeologlarca yapılan kazılardan bilinmektedir (Çevik, 2010).

Yeterli derecede sağlam yapılmamış olan yapılarda, yatay ve düşey kuvvetlerin etkisiyle yer yer çökmeler ya da şiddetli çatlamaların sonucunda devrilme ve yıkılmalar meydana gelebilmektedir. Anıt, kolon vb. gibi ince ve uzun yapılara etki eden kuvvetler nedeniyle yapılarda düşey eksen etrafındaki salınımlar sonucunda kalıcı deformasyonlar oluşabilmektedir. Antik kentlerdeki sütunlu yapıların sütun çemberlerindeki çatlama ve ayrılmalar, sütunların bir şerit halinde sıralı bir şekilde yıkılması, bu kentlerin geçmişte bir ya da birden fazla depremden etkilenmiş olabileceğini düşündürmektedir (Şekil 40).

Andriake liman yapılarından olan onurlandırma anıtları, K-G istikametinde devrilmiş ve küçük parçalara ayrılmıştır. Anıtlardaki bu deformasyonlar kentte eskiden meydana gelen depremler hakkında ipucu oluşturmaktadır. Muhtemelen anıtlar Akdam Fayı'nın ürettiği M.S. 4 yy'dan sonra meydana gelmiş bir veya birden fazla depremden hasar görmüş olmalıdırlar.

2.5.2.6. Sinagog

Andriake liman yapılarından olan sinagog, Granarium'un (Tahıl deposu) batı köşesi önünde, limana bakar biçimde konumlandırılmıştır. Arkeologlarca yapılan kazı sonuçlarına göre sinagog binasının antik kente sonradan eklendiği anlaşılmıştır. Yapıda bulunan sikkeler en erken M.S. 4 yy'a dayanmaktadır (Çevik, 2010). Sinagog binasının sadece apsisi günümüze kadar ulaşmaktadır. Diğer bina yapıları ise yıkılmış ve bazıları da depremlerin etkisiyle bölgenin jeomorfolojik değişimleri sonucunda alüvyon altındadır.

Antik kentin sinagog duvarlarında aynı istikametli çok sayıda çatlaklara rastlanmıştır. Bu çatlakların yan yana birkaç tuğlayı kesen boylu boyunca uzanan çatlaklar olduğu ve heyelan ya da statik yüklerin etkisinden çok sismik sarsıntıların etkisi ile meydana gelmiş olabileceği düşünülmektedir (Şekil 41b). Bölgenin Akdam Fayı'nın yanında Andriake liman koyunun oluşumunda etki olan faylar da antik kenti ve limanını hasara uğratmıştır (Şekil 41a).



Şekil 40. Liman yapılarından biri olan onurlandırma anıtının, K-G istikametinde devrilmesi (Kırmızı renkli kesikli çizgiler belli bir yönde devrilmeyi, siyah renkli oklar ise birbirinden kopan küçük parçaları göstermektedir). Bakış yönü KB'dır.

Sinagog yapısının güneye bakan $K42^{\circ}D$ doğrultulu apsis binasında yaklaşık K-G doğrultulu sistematik çatlamlar ve ayrılmalar gözlenmiştir. Bunların büyük bir çoğunluğu arkeologlarca restore edilmiştir. Yapının, kuzeyinden ve güneyinden hem kazı öncesinde hem de sonrasında çekilen fotoğraflardan yararlanarak yapıyı etkileyen tarihsel depremlerin duvarı yıkma yönü aşağıda yorumlanmıştır. Duvarların belli yönde deforme olmadan aynen korunmaları, belli yönlerde ise deformasyon sonucu düşme, çatlama, ayrılma göstermeleri depremler tarafından hasara uğratıldığının kanıtıdır. Sinagog M.S. 4 yy'dan sonra meydana gelmiş depremlerden oldukça hasar görmüştür (Şekil 41b).



Şekil 41. a; Liman yapılarından olan sinagog binasını etkileyen fayların görünümü (Siyah renkli kesikli çizgiler normal fayları, üzerlerindeki simgeler düşen ve yükselen blokları göstermektedir), b; Güneye bakan sinagog duvarındaki sistematik çatlamlar ve ayrılmalar (Kırmızı renkli oklar duvarın K-G doğrultusunda hasar gördüğünü göstermektedir). Bakış yönü KD'dur.

3. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Myra antik kenti ve onun limanı olan Andriake'ye hasar veren depremlerin, bölgenin jeotektonik/jeomorfolojik oluşumunun, bölgenin deprenselliğinin araştırıldığı bu çalışmada elde edilen yorumlar ve sonuçlar şu şekildedir.

- 1- İnceleme alanı, Teke Yarımadası'nın güneydoğusundaki Demre Ovası'nda yer almakta olup, öncelikle bu bölgenin temel jeolojik özellikleri anlatılmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda, inceleme alanında yer alan tüm kaya birimleri stratigrafi kuralları çerçevesinde ayırt edilmiş ve buna göre bölgede mostra veren tamamıyla otokton kayalar ayrıntılı olarak tanıtılmıştır.
- 2- İnceleme alanında yer alan otokton konumlu kaya birimleri platform tipi kireçtaşı çökellerinden oluşan Beydağları Formasyonu'dur. Sahadaki diğer litolojik birimler, yamaç molozu, birikinti konileri, alüvyonlar ve plaj kırıntılılarından oluşmaktadır.
- 3- İnceleme alanındaki tüm kaya birimlerinin yatay ve düşey konumdaki dağılımlarını göstermek için 1/100.000 ve 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası ve enine kesitleri ile tüm kaya birimlerinin birbirleriyle olan ilişkilerini gösteren stratigrafik dikme kesiti hazırlanmıştır.
- 4- İnceleme alanı etkin bir jeolojik geçmişe sahip olup, birçok farklı tektonik olay ve yapıları bünyesinde barındırmaktadır. Bölge yoğun biçimde Alpin Orojenezi'nin etkisinde kalmıştır.
- 5- Bölgede belirgin olarak izlenen kireçtaşlarındaki çatlak sistemlerinin, açılma şeklinde görüldüğü ve bunların aralarında ikincil oluşumlu killi, kireçli maddelerle doldurulduğu görülmüş olup bunların tansiyon çatlakları olabileceği sonucuna varılmıştır.
- 6- Araziden alınan tabaka düzlemi ölçülerinden yararlanarak oluşturulan π diyagramı sonucunda bölgeyi etkileyen K20⁰B gidişinde güneydoğuya doğru dalımı olan bir senklinal tespit edilmiştir. Bu sistemi kontrol eden sıkıştırma yönü KD-GB, gerilme yönü ise KB-GD doğrultulu olarak bulunmuştur.
- 6- İnceleme alanında yapılan arazi gözlemlerinde basamaklı topoğrafik yükseklik değişimi, kaya birimlerindeki, çizgisel bitki sıralanımı ve su kaynaklarının dizilimi, kaya birimlerinde gözlenen fay düzlemleri, fay çizikleri ve Myra/Andriake antik

kentindeki yapıtlarındaki kayma, dönme, devrilme gibi belirgin özelliklerden yararlanılarak bölgedeki faylar 1/25.000 ölçekli haritaya işlenmiştir.

- 7- Uydu görüntülerinden ve ArcGIS programından faydalanarak hazırlanan bölgenin üç boyutlu blok diyagramından, fayları yorumlamada kullanılan temel kriterlerden biri olan topoğrafya kullanılarak, bölgedeki fayların belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca bölgenin röliyef görüntüsü oluşturularak inceleme alanının morfolojik yapısı ortaya konulmuştur.
- 8- Bölgenin tektonik açıdan oldukça aktif bir geçmişe olması nedeniyle inceleme alanında yer alan birimler birçok ana fayın etkisi ile deforme olmuşlardır. İnceleme alanındaki aktif fayların belirlenmesi sırasında coğrafi veriler (gerek uydu görüntüleri gerekse arazi çalışmalarıyla saptanan akarsu, tepe, yol ötelenmeleri), jeolojik veriler (kayaçların ötelenmesi) ve jeoarkeolojik verilerden (antik kent içerisindeki duvar ötelenmeleri, yapı kalıntılarındaki çatlaklar, yapı bloklarındaki düşmeler vb) yararlanılmıştır.
- 9- İnceleme alanı içerisinde uzun mesafeler boyunca uzanan normal faylar genel olarak KD-GB, KB-GD ve D-B doğrultusunda uzandığı ve azda olsa doğrultu atım bileşeni sundukları belirlenmiştir. Sahada bu fayların uzanımına paralel olan pek çok fay sistemlerinin olduğu gözlenmiştir.
- 10- Bölgede Demre Ovası'nın jeolojik-tektonik gelişiminde büyük rol oynadığı düşünülen faylar oluşumlarına göre ikiye ayrılmıştır. Bunlardan KD-GB konumlu faylar ikincil oluşumlu fay olup, bu faylar; Myra (Demre) Fayı, Karaçamlık Fayı, Akdam Fayı'dır. Birincil faylar ise KB-GD konumunda olup, bu faylar da; Karabucak Fayı, Güvercinlik-Çamyanı Fayları, Köşkerler Fayı, Sazlık ve Çolpan Fayları'dır. Bölgede bu aktif faylar ve bunların ürettiği deprem sarsıntılarının değişik dönemlerde Myra antik kentini etkilediği belirlenmiştir. Elde edilen bulgular sonucunda Myra antik kenti tiyatrosuna ağır hasar veren fayın Myra Fayı olabileceği, antik kentin limanı olan Andriake'yi hasara uğratan fayın ise tek bir faydan ibaret olmayıp, Akdam Fayı'na bağlı oluşan bir dizi fay setinden oluştuğu söylenilebilir. Jeofizik ve Paleosismoloji çalışmaları ile fayların uzanımı, üretebileceği depremler, periyotları hakkında daha detaylı verilerin tespit edilmesi önerilmektedir.
- 11- İnceleme alanı içerisinde gerek arazi çalışmaları gerekse uzaktan algılama çalışmalarıyla belirlenen faylar ve bunları oluşturan gerilme yönleri ile normal faylardaki gerilme bileşenlerinin Demre Ovası'nın jeolojik-tektonik gelişimini

etkilediği saptanmıştır. Uzanımı KB-GD olarak gelişmiş olan Demre Ovası'nda, günümüzde aktif bir biçimde yaklaşık K30⁰B yönünde genişlemenin sürdüğü belirlenmiştir. Bölgedeki genişleme yönünün doğrudan pi diyagramından elde edilen sonuç ile benzerlik göstermesi yapılan çalışmanın doğruluğunu kanıtlamaktadır.

- 12- İnceleme alanında yer alan Myra antik kenti MÖ 4. yy'da kurulmuştur ve Orta Likya bölgesinde yer almaktadır. Antik kentin tiyatro, granarium, kiliseler, onurlandırma anıtları, sinagog, dükkan ve depolar gibi bölümleri günümüzde gün ışığına çıkarılmış olan ve jeoarkeolojik çalışmaların yapılabildiği bölümleridir.
- 13- Yapılan jeoarkeolojik çalışma kapsamında, öncelikle Myra antik kenti yapıları ile yerleşimin üzerine kurulduğu jeolojik birimler arasındaki ilişkiler saptanmaya çalışılmıştır. Buna göre, Myra antik kenti yerleşiminin büyük çoğunluğu Beydağları Formasyonu'nun üzerinde yer almaktadır. Antik kentte bulunan yapıların malzemesinin büyük bir kısmı kireçtaşlarından sağlanmıştır. Özellikle antik kentteki tiyatro basamakları kireçtaşı, içeren bloklardan yapılmıştır. Gerek tiyatro basamaklarının gerekse kentteki diğer yapıların oluşturulduğu kireçtaşı bloklarının inceleme alanı içerisinde ve kentin yakın batısındaki tepelerden Beydağları Otoktonu'na (Jura-Kretase) ait Beydağları Formasyonu'ndan alınarak kullanıldığı düşünülmektedir. Yakın tepelerden alınan bu kireçtaşlarının kireç ocaklarında öğütülerek depremlerde hasar görüp yıkılan yerlerin tamirinde kullanıldığı belirlenmiştir. Yine antik dönemde kiremit, tuğla, harç hammaddesi olarak kullanılmak üzere bölgedeki genç birimlerden malzeme alımı yoluna gidilmiştir.
- 15- Antik kent yerleşiminin önemli bir kısmı Demre Ovası'nın eğimli kuzey yamacında olup, kireçtaşları ile alüvyonal birimin dokanağındadır. Kentin üzerine kurulduğu birimlerin bir kısmının Demre Çayı'nın taşıyıp getirdiği alüvyonal birimler olması nedeniyle özellikle deprem sarsıntılarının antik kent duvar yapılarını etkileyerek çökmeler, yamulmalar, dönmeler meydana getirdiği düşünülmektedir.
- 16- Myra antik kenti içerisindeki yapıların büyük bir kısmı çatlamış, yerlerinden oynayarak deforme olmuş, bazıları ise belli doğrultularda yıkılarak harabe haline dönüşmüştür. Kentte bu derece önemli tahribatların gözlenmesi, günümüzde zaman zaman hissedilen depremlerin geçmişte de meydana gelmiş olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca bazı yapı duvarlarındaki taş bloklarda yer alan çatlaklarda gözlenen eski harçlar önceden de aynı duvarlarda çatlamaların, ayrılmaların meydana geldiğini ve eski dönemde çatlakların doldurularak onarıldığını göstermektedir. Bu

da kentin farklı dönemlerde birçok kez deprem geçirmiş olabileceğine işaret etmektedir. Jeoarkeoloji kapsamında, antik kent içerisindeki yapılarda gözlenen sismik hasarlar yorumlanarak antik kent ve yakın çevresinde geçmişte büyük depremler üretmiş fayların karakterleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

- 17- İnceleme alanı 1. derece deprem bölgesi kapsamında bulunduğundan bölge ve antik kent yapıları tarihsel dönemlerde meydana gelmiş çok sayıda depremin yıkıcı etkileri altında kalmıştır. Günümüzde meydana gelen büyük depremlerin yerleşim yerlerindeki yapıları ya doğrudan ya da dolaylı olarak etkiledikleri görülmektedir. Büyük depremler sonucunda oluşan yüzey kırıklarının üzerinde bulunan yapılar bu kırıklar boyunca doğrudan kesilerek ötelenme gösterebilirken, yüzey kırıklarının üzerinde olmayıp da yakınında bulunan yapılar ise yüzey kırığına yakınlığına, depremin büyüklüğüne ve buldukları zemin özelliklerine göre deprem sarsıntılarında hasar görmüşlerdir. Arkeolojik alanlarda, deprem vb gibi doğal afetler söz konusu olduğunda, mimari yapılar üzerindeki izler meydana gelen olaylar hakkında bilgi sağlar. Depremlerin izleri; depremlerin oluş dönemlerini tarihleme, yerleşim alanının depremden nasıl etkilendiği ve depremler sırasında oluşan faylar konusunda bilgiler verir. Son yıllarda gelişen jeoarkeoloji bilim dalı ile ilgili yapılan çalışmalarda saptanan sismik hasarlar ile Myra antik kenti'ndeki yapılarda meydana gelmiş olan hasarlar karşılaştırıldığında bunların birbirleriyle benzerlik gösterdiği görülmüştür.
- 18- Tarihsel kayıtlara bakıldığında, bu kentin M.S. 60-68, M.S. 141, M.S. 529-530, M.S. 7.yy depremlerinden etkilenmiş olduğu belirlenmiştir. Bu depremlerin çoğunlukla Myra Fayı aynı zamanda Akdam Fayı ve buna bağlı normal fay setlerinin ürettiği söylenebilir. Antik kentteki dönme yönlerine bakılarak Myra Fayı'nın M.S. 60-68, 141 depremlerini ürettiği, aynı şekilde Andriake liman koyunda bulunan yapıların devrilme, dönme yönlerinden yararlanarak M.S. 529-530 ve 7.yy depremlerini de Akdam Fayı ve setlerinin ürettiği sonucuna varılmıştır. Diğer komşu antik kentlerde olduğu gibi, Myra antik kenti'nin de bu depremle yıkılan ve hasar gören yapılarının depremden kısa bir süre sonra Rhodiapolisli Opramoas tarafından parası verilerek onarıldığı bilinmektedir. Ayrıca MS 7. yy'da Likya'daki tüm antik kentleri etkileyen bir depremin olduğu bilinmektedir. Myra antik kenti yerleşimi de bu tarihten itibaren terk edilmeye başlanmıştır. Deprem kataloglarından araştırılan diğer depremlerin merkezleri Myra'ya uzak olsa da, depremlerin magnitüdüleri büyük olduğundan

deprem dalgalarıyla meydana gelen sarsıntıların şiddeti de büyüktür ve kentte bu sarsıntıların şiddetli olarak hissedilmesi antik kent yapılarında hasarlara neden olmuşlardır.

- 19- Myra antik kenti, tarihsel dönemlerde birçok deprem geçirmiştir. Kentin yapılarında ve inceleme alanı içerisindeki kaya birimlerinde bu depremlerin izleri gözlenmiş olup, tarihsel bilgiler ile birleştirilerek depremleri oluşturan faylar yorumlanmaya çalışılmıştır. Bu tür çalışmaların, faylar üzerinde veya yakınında yer alan ülkemizdeki diğer antik kentlere de uygulanmasının sadece antik kentin bulunduğu alanın değil, diğer antik kentlerin bulunduğu yakın bölgelerin ve dolayısıyla da Türkiye'nin GB'sının depremselliğini anlamaya yönelik çalışmalar açısından faydalı olacağı açıktır.
- 20- İnceleme alanına etki eden fayların birbiriyle kesiştiği, kilitletiği ve enerji birikiminin fazla olduğu yerlerde her bir fayın kesişim noktasına fazladan gerilim yüklenecektir. Buna göre kırılma noktasının başlangıç yeri, bu fayların kesiştiği noktalar ve yakın çevrelerinde olabilir. Diğer yandan deprem riskini arttıran en önemli özelliklerden biri de zemin karakteridir. Demre Ovası'nın büyük ölçüde kuzeyden gelen dere malzemeleriyle ve deniz etkisiyle oluşturulan kum, kil, çakıl gibi gevşek özellikteki alüvyonal malzemelerle dolduğu bilinmektedir. Bu gevşek özellikteki malzemeler üzerinde bulunan yerleşim alanlarının, gerek harita alanındaki faylar gerekse yakın çevredeki fayların deprem sarsıntılarında etkilenme ihtimali yüksektir. Özellikle de Demre Ovası'nın yeraltısuyu seviyesinin yüksek olması zemin dayanımını olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle bölgede deprem yönetmeliklerine uygun yapılaşmaya gidilmesi, çok yüksek katlı yapılar yerine daha düşük katlı ve temel takviyesi iyi yapılmış inşaat ve mühendislik yapılarının yapılması, olası bir depremden minimum derecede hasar görmesini sağlayacaktır.

4. KAYNAKLAR

- Akan, G., 2009. Rhodiapolis Antik Kenti ve Dolayının Jeoarkeolojisi ve Depremselliği. Y.L. Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bil. Ens., Antalya, 275.
- Akıl, B., 2008. İnönü–Eskişehir Fay Sistemi’nin Günyüzü (Eskişehir)–Yeniceoba (Konya-Türkiye) Arasındaki Bölümünün Yapısal Evrimi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bil. Ens., Ankara, 126.
- Akurgal, E., 1997. Anadolu Kültür Tarihi. Tübitak Yayınları, 414.
- Alçıçek, M.C., Kazancı N. ve Özkul, M., 2005. Multiple Rifting Pulses and Sedimentation Pattern in the Çameli Basin, Southwestern Anatolia, Turkey, Sedimentary Geology, 173, 409-431.
- Ambraseys, N.N., 1988. Engineering Seismology. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 17,1 -105.
- Ambraseys, N. N. and Finkel C. F., 1995. Türkiye ve Komşu Bölgelerde Sismik Etkinlikler Bir Tarihsel İnceleme, 1500-1800. Tubitak Yayınları, 178.
- Angelier, J., Dumont, J.F., Karamaderesi, H., Poisson, A., Şimşek, S. ve Uysal, Ş., 1981. Analyses of Fault Mechanisms and Expansions of Southwestern Anatolia since the Late Miocene, Tectonophysics, 75, 1-9.
- Anonim, 2009. Antalya Tarım İl Müdürlüğü Kayıtları, Antalya.
- Arca, E. N. 2001. Lykia ve Pamphylia Kentlerinde Eueresia. Y. L. Tezi, A.Ü. Sosyal Bil. Enst., Antalya, 304.
- Arık, F.S., 1994. Selçuklular Zamanında Anadolu’da Meydana Gelen Depremler. Tarih Araştırmaları Dergisi, XVI, 27,13-32.
- Arpat, E. ve Şaroğlu, F., 1972. Doğu Anadolu Fayı ile İlgili Bazı Gözlem ve Düşünceler, MTA Dergisi, 78, 33-39.
- Aydın, A., 2005. Akdeniz Bölgesinin Depremselliğinin, Kabuk Yapısı Ve Potansiyel Alan Verileriyle İrdelenmesi. Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, Nisan, Antalya, Bildiriler Kitabı: 560-569.
- Ayhan, E., Aslan, E., Sancaklı, N. ve Üçer, S.B., 1983. Türkiye ve Dolayları Deprem Kataloğu 1881-1980. Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, 126, İstanbul.
- Barka, A., Akyuz, H.S., Cohen, H.A. ve Watchorn, F., 2000. Tectonic Evolution of The Nixsar and Tasova-Erbaa Pull-Apart Basins, North Anatolian Fault Zone: Their Significance for the Motion of the Anatolian Block, Tectonophysics, 322, 243-264.

- Barka, A., Reilinger, R., Şaroğlu, F. and Şengör, A.M.C., 1995. The Isparta Angle: Its Evolution and Importance in the Tectonics of the Eastern Mediterranean Region. Int. Earth Sci. Colloq. Aegean Region, Abs., 6.
- Bayburtluoğlu C., 2003. Yüksek Kayalığın Yanındaki Yer Arykanda, Homer Kitabevi, S. 204, İstanbul.
- Bayburtluoğlu C., 2004. Lykia, Suna-İnan Kıraç Akdeniz Medeniyetleri Araştırma Enstitüsü, Antalya.
- Bean G.E., 1989. Lycian Turkey.132.
- Blumental, M., 1963. Le Systeme Structural du Taurus Sud-Anatolien: In Livre À la Memoire du Professeur P. Fallot. Mem. Hs. Ser. Soc. Geol. France, T. II, 611-622, Paris.
- Boase, T.S.R., 1978. The Cilician Kingdom of Armenia. 45-47.
- Bozkurt, E., 2001. Neotectonics of Turkey. A Synthesis. Geodinam. Acta, 14, 3–30.
- Brunn, J. H., Dumont, J. F., Graciansky, P.C., Gutnic, M., Juteau, Th., Marcoux, J., Monod, O. and Poisson, A., 1977. Melanges Olistostromes, Wild Flyschs, et Orogenese D'apres les Exemples Tauriques. VI. Ege Bölgesi Jeoloji Kollokyumu Bildiri Özetleri, İzmir.
- Cohen, N.A., Dart, C.J., Akyüz, H.S. ve Barka, A., 1995. Syn-Rift Sedimentation and Structural Development of Gediz and Büyük Menderes Grabens, Western Turkey. Journal of the Geological Society, London 152, 629-638.
- Critikos, N., 1926. Sur la Sismicite des Cyclades de la Crete, Annales Observ. Natl. Athenes, 9, 1-37.
- Çetinkaya, N., Koçak, A. ve Tonaroğlu M., 2005. Antalya Bölgesi Deprem Riski Analizi ve Mevcut Yapıların Değerlendirilmesi. Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, Mayıs, Antalya, Bildiriler Kitabı: 38-45.
- Çevik, N., 2008. Kumluca, Rhodiapolis, Arkeolojisi, Tarihi, Doğası ve Tarımıyla, Kumluca Belediyesi Yayını, 13-72.
- Çevik, N., 2010. Arkeolojisinden Doğasına Myra/Demre ve Çevresi. T.C. Kültür ve Turizm bakanlığı Yayını, 400, Antalya.
- Çiftçi, B., 2007. Geological Evolution of the Gediz Graben, SW Turkey: Temporal and Spatial Variation of the Graben, Doktora Tezi, ODTU Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 290.
- Çiner, A., Karabıyıkoglu, M., Monod, O., Deynoux, M. and Tuzcu, S., 2008. Late Cenozoic Sedimentary Evolution of the Antalya Basin, Southern Turkey. Turkish J. of Earth Sciences, 17, 1–41.

- Demirtaş, R. ve Yılmaz, R., 1996. Türkiye' nin Sismotektoniği. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Demirtaş, R., 2004. Antalya'nın Depremselliği. Antalya'nın Jeolojisi ve Doğal Afet Konferansları TMMOB Jeoloji Müh. Odası Yayınları, Antalya, 87, 20-26,
- Deniz, A. ve Yüçemen, M. S., 2005. Antalya Yöresi için Deprem Tehlikesinin Stokastik Yöntemler ile Tahmini. Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, Mayıs, Antalya, Bildiriler Kitabı: 1-12.
- Dewey, J.F., 1976. Seismicity of Northern Anatolia. Bull. Seismol Soc. Am., 66, 843- 868.
- Dewey, J.F., Hempton, M.R., Kidd, W.S.F., Şaroğlu, F. ve Şengör, A.M.C., 1986. Shortening of Continental Lithosphere; The Neotectonics Eastern Anatolia-A Young Collision Zone. In; Coward, M.P., and Ries, A.C., (Eds.), Collisions Tectonics. Geol. Soc. London Spec. Publ. 19, 3-36.
- Dumont, J.F., Uysal, S., Şimşek, S., Karamaderesi, I.H. ve Letouzczy, F., 1979. Güneybatı Anadolu'daki Grabenlerin Oluşumu. Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA) Bulletin, 92, 7-17.
- Duggan, T.M.P., 2004. A Short Account of Recorded Calamities (Earthquakes And Plagues) in Antalya Province and Adjacent and Related Areas over the Past 2,300 Years an Incomplete List, Comments and Observations, ADALYA VII, 123- 164.
- Duggan, T.M.P., 2005. Supplementary Data to be Added to the Chronology of Plague and Earthquakes in Antalya Province and in Adjacent and Related Areas, 357-398.
- Dumont, J.F., Gutnic, M., Marcoux, M., Monod, O. ve Poisson, A., 1972. Le Trias des Taurides Occidentales (Turquie). Definition du Bassin Pamphylien; Unniveau Domaine A Ophiolite A la Marge Externe Dela Chaine Taurique: Z. Dt. Geol. Ges., 123, 385-409.
- Dumont, J.F. ve Kerey, E., 1975a. Eğirdir Gölü Güneyinin Temel Jeolojik Etüdü: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 18, 2, 169-174.
- Ergin, K., Güçlü, U. ve Uz, Z., 1967. Türkiye ve Civarının Deprem Kataloğu (Ms 11-1964), İTÜ Maden Fakültesi Arz Fiziği Enstitüsü Yayınları, No:24, İstanbul.
- Ersoy, S., 1990. Batı Toros (Likya) Napları'nın Yapısal Ögelerinin ve Evriminin Analizi. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 37, 5-16.
- Eyidoğan, H., Utku, Z., Güçlü, U. ve Değirmenci, E., 1991. Türkiye Büyük Depremleri Makro-Sismik Rehberi (1900-1988).
- Galanopoulos, A., 1955. Seismiki Geographia tis Hellados, Annales Geologiques Pays Helleniques G, 83-20.

- Glover, C. and Robertson, A., 1998. Neotectonic Intersection of the Aegean and Cyprus Tectonic Arcs: Ext. and Strike-Slip Faulting in the Isparta Angle, SW Turkey. Tectonophysics, 298, 103-132.
- Guidoboni, E., 1994. Catalogue of Ancient Earthquakes in the Mediterranean Area upto the 10th Century, 211-326.
- Günay, Y., Bölükbaşı, S. ve Yoldemir, O., 1982. Beydağlarının Stratigrafisi ve Yapısı. Türkiye Altıncı Petrol Kongresi, Nisan, Ankara, Bildiriler Kitabı: 91-101.
- Hayward, A. B., 1982. Türkiye' nin Güneybatısındaki Beydağları ve Susuzdağ Masiflerinde Kıvrımlı Tortulların Stratigrafisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 2, 81-89.
- Hempton, M.R., 1987. Constraints on Arabian Plate Motion and Extensional History of The Red Sea. Tectonics, 6, 687-705.
- Kalafat, D., 1988. Güneybatı Anadolu ve Yakın Çevresinin Depremselliği, Aktif Tektoniği. Deprem Araştırma Bülteni, 63, 5-98.
- Kara, H.B., Elcuman, H., Haktanır, T. ve Özel, Ö., 2005. Antalya ve Çevresinin Depremselliğinin İstatistiksel Olarak İncelenmesi. Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, Mayıs, Antalya, Bildiriler Kitabı: 1-8.
- Karabacak, V., Yönlü, Ö., Altunel, E., Özüdoğru, Ş., Dökü, E., Kıyak, N.G. and Altınok, S., 2009. Geological, Geomorphological and Archaeoseismological Observations along the Cibyra Fault (SW Turkey) and Their Implications for the Regional Tectonic. Geophysical Research Abstracts, 11.
- Karaman, M.E., 1996. Isparta, Burdur ve Antalya Dolayının Neotektoniği ve Depremsellik Özelliği. A.Ü. Rap. No: 85. 01. 0102. 03 (Yayınlanmamış), Antalya.
- Karaman, M.E., .2002. Antalya Dolayının (Batı Toroslar) Jeolojik Yapısı. Batı Toroslar Ulusal Sempozyumu, Kasım, Antalya, Bildiriler Kitabı: 45.
- Karaman, M.E., Akan, G., 2007. Faselis Antik Kenti ve Dolayının Jeoarkeolojisi ve Depremselliği. (SOMA) XI. International Symposium on Mediterranean Archaeology, Nisan, İstanbul, Bildiriler Kitabı: 67.
- Karaman, M.E. ve Softa, M., 2009. Güneybatı Anadolu Fayı'nın Fethiye körfezi ve dolayının depremselliğine etkisi. Uluslararası Deprem Simpozyumu, Ağustos, Kocaeli, Bildiriler Kitabı: 77.
- Karaman, M.E., 2010. The tectonic evolution of Lake Eğirdir, West Turkey. Geologos, 16, 4, 223-234.
- Kellelat, D. and Schellman, G., 2002. Tsunamis on Cyprus: Field Evidences and C14 Dating Results. In Geomorph., 46, 19-34.

- Kesik, M., 2002. XII. Yüzyılım İlk Yarısında Anadolu'da Meydana Gelen Doğal Afetler ve Depremler. İ.Ü. Tarih Araştırmaları Merkezi. Tarih Boyunca Anadolu'da Doğal Afetler ve Deprem Semineri, 29-40, İstanbul.
- Ketin, İ., 1977. Genel Jeoloji. Cilt I. İ.T.Ü. Vakfı, No 22, s. 564, İstanbul.
- Kissel, C. ve Poisson, A., 1986. Etude Paléomagnétique Préliminaire des Formations Néogènes du Bassin D'antalya (Taurides Occidentales, Turquie). Comptes Rendus de l'académie Des Sciences de Paris, 302, 711-716.
- Koçak, İ., 2000. Kırkgöz Kaynakları (Antalya) ve Yakın Çevresinin Karst Jeomorfolojisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Koçyiğit, A., 1981, Hoyran Gölü Yöresinin (Afyon-Isparta) Stratigrafik ve Tektonik Özellikleri: Ankara Üniv. Fen Fak., 1-30.
- Koçyiğit, A., 1983. Hoyran gölü (Isparta bükümü) dolayının tektoniği. TJK. Bült., 26, 1, 1-10.
- Koçyiğit, A., 1984. Güneybatı Türkiye ve Yakın Dolayında Levha İçi Yeni Tektonik Gelisim. TJK Bülteni, 27, 1, 1-15.
- Koçyiğit, A., Yusufoglu, H. and Bozkurt, E., 1999. Evidence From the Gediz Graben for Episodic Two-Stage Extension in Western Turkey. J. Geol. Soc. London, 156, 605-616.
- Koçyiğit, A. ve Özacar, A., 2003. Extensional neotectonic regime through the NE edge of the Outer Isparta Angle, SW Turkey: New Field an Seismic Data. Turkish Journal of Earth Sciences, 12, 67-90.
- Koşun, E., Poisson, A., Çiner, A., Wernli, R. ve Monod, O., 2009. Syn-Tectonic Sedimentary Evolution of the Miocene Çatallar Basin, Southwestern Turkey. J. of Asian Earth Sciences, 34, 466-479.
- Lefevre, R., 1967. Nouvel Element De La Geologie Du Taurus Lycien: Les Nappes D'antalya (Turquie). Gr. A. S. 263, 1365-1368.
- Le Pichon, X. ve Angelier, J., 1979. The Hellenic Arc and Trench System: A Key to The Neotectonicevolution of The Eastern Mediterranean Area, Tectonophysics, 60, 1-42.
- Le Pichon, X. ve Gauer, J.M., 1988. The Rotation of Arabia And The Levant Fault System, Tectonophysics, 153, 271-294.
- Maller, R., 1862. The Great Napolitan Earthquake of 1857.
- Marcoux, J., 1970. Age Carnien de Termes Effusifs du Cortege Ophiolitique des Nappes D'antalya. C.R.Ac. Sci., 271, 285-287, Paris.

- Marcoux, J., 1977. Geological Sections of the Antalya Region: (Eds.) Güvenç, T. and Others. Western Taurus Excursion Geological Guidebook, VI. Cologium on the Geology of Aegean Regions, Izmir.
- Marcoux, J., 1978. A Scenario For the Both of A New Oceanic Realm: The Alpine Neo-Tethys, 10th Int. Congr, of Sedim, Abstract, II, 419-420.
- Mc Kenzie, D., 1970. Plate Tectonics of the Mediterranean Region, Nature, 220, 239-343.
- Mc Kenzie, D., 1972. Active Tectonics of Mediterranean Region. Geophys. J. R. Astro. Soc., 30, 109-185.
- Onur, F., 2002. Lykia Hidrografisi, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya, 177.
- Öcal, N., 1958b. 25 Nisan 1957 Fethiye Zلزelesi. Maarif Vekaleti, Kandilli Rasathanesi Sismoloji Yayınları, No: 3, İstanbul.
- Öner E., 1996. Finike Ovası'nın Alüvyal Jeomorfolojisi ve Antik Limyra Kenti. Ege Coğrafya Dergisi, 9, 131-158, İzmir.
- Öner, E., 1998. Zur Geomorphologie der Eşen Deltaebene und des Antiken Hafens von Patara in der Südwesttürkei. Adalya III, 207-220, Istanbul.
- Öner, E., 1999. Letoon ve Çevresinde (Esen Çayı Deltası) Paleo-Jeomorfolojik Araştırmalar. Ege Coğrafya Dergisi, 10, 51-82, İzmir.
- Öner, E., 2000. Demre Çayı Deltasının Jeomorfolojik Gelişimi ve Myra Antik Kenti, Liman ve St. Nicholas Kilisesi. 16. Arkeometri Toplantısı Sonuçları, 1-18, İzmir.
- Öner, E., 2001. Eşen Çayı Delta Ovasının Alüvyal Jeomorfolojisi ve Jeoarkeolojik Değerlendirmeler. Türkiye Kuvaterner Sempozyumu, Şubat, İstanbul, III Bildiriler Kitabı; 103-123.
- Ötüken, S.Y., 1996. Ortaçağ Araştırmaları ve Aziz Nicolas Klisesi Kazısı. Adalya1, 73-87.
- Özgül, N., 1976. Toroslar'ın Bazı Temel Jeoloji Özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 19, 65-78, Ankara.
- Özgül, N., 1984. Stratigraphy and Tectonic Evolution of the Central Taurides. in O. Tekeli and M.C. Göncüoğlu (eds), International Symposium on the Geology of the Taurus Belt, Proceedings:77-90.
- Özhan, G., 2004. Antalya Körfezi Jeolojik ve Tektonik Özellikleri. Antalya'nın Jeolojisi ve Doğal Afet Konferansları TMMOB Jeoloji Müh. Odası Yayınları, 87, 27-36, Antalya.
- Özmen, B., Nurlu, M. ve Güler, H., 1997. Coğrafi Bilgi Sistemi ile Deprem Bölgelerinin İncelenmesi. T.C. Bayındırlık Ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, 89.

- Pekman, A., 1969. Strabon Geographika Antik Anadolu Coğrafyası. Kitap XII. Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul.
- Pınar, N. ve Lahn, E., 1952. Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu. Bayındırlık Bakanlığı, Yapı ve İmar İşleri Reisliği, No:6, 36, Ankara.
- Piper, J. D. A., Gürsoy, H. ve Tatar, O., 2002. Palaeomagnetic Evidence for the Gondwanian Origin of the Taurides and Rotation of the Isparta Angle, Southern Turkey. Geol J., 37, 4, 317-336.
- Poisson, A., 1977. Recherches Geologiques Dans Les Taurides Occidentales (Turquie). These, Univ. Paris- Sud, Orsay, 795.
- Poisson, A., 1984. The Extension of the Ionian Trough into SW Turkey. In: J. F.Dixon G A. H. Robertson Eds., The Geologic Evolution of the Eastern Mediterranean.Geol. Soc. London Spec. Pub., 17, 241-250.
- Poisson, A., Yağmurlu, F., Bozcu, M. and Şentürk, M., 2003. New Insights on the Tectonic Setting and Evolution Around the Apex of the Isparta Angle (Sw Turkey). Geol. J., 38, 257-282.
- Seyitoğlu, G. ve Scott BC., 1991. Late Cenozoic Extension and Basin Formation in West Turkey. Geological Magazine, 128, 155-166.
- Seyitoğlu, G. ve Scott BC., 1992. The Age of Btytik Menderes Graben (West Turkey) Its Tectonics İmplications. Geological Magazine, 129, 239-242.
- Shebalin, N., Karnik V. and Hadzievski, D., 1974. Survey of the Seismicity of the Balkan Region: Catalogue of Earthquakes 1901-1970. Uni. Kiril&Metodij, Skopje1.
- Silahlı, S. 1993. Dösemaltı (Antalya Kuzeyi) Dolayının Jeolojisi ve Travertenlerin Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 108
- Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D. ve Altınok, Y., 1981. Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu (MÖ 200-MS 1900).Tübitak Yayınları,No:563, 85.
- Stewart, L.S. and Hancock, P.L., 1994. Neotectonics :İn Continental Deformation (Ed. By P. L. Hancock), Pergamon Press, 370-409, Oxford.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Boray, A., 1992. 1/1000.000 Türkiye Diri Fay Haritası, MTA, Ankara.
- Şenel, M., Serdaroğlu, M., Kengil, Ünverdi, M. ve Gözler, M. Z., 1981. Teke Torosları Güneybatısı'nın Jeolojisi. MTA Derg., 95, 96, 13-43.
- Şenel, M., 1984. Discussion on the Antalya Nappes, Geology of the Taurus Belt, Proc. Int. Sym., 41-51.

- Şenel, M. 1986b. Tahtalıdağ Antalya ve Dolayının Jeolojisi, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bil. Ens., İstanbul, 232.
- Şenel, M., Selçuk, H., Bilgin, Z. R., Şen, A. M., Karaman, T., Dinçer, M. A., Durukan, E., Arbaş, A., Örcen, S. ve Bilgi, C., 1989. Çameli (Denizli)-Yeşilova (Burdur)-Elmalı (Antalya) ve Dolayının Jeolojisi; MTA Rap., 9429, 334, Ankara.
- Şenel, M., Dalkılıç, H., Gedik, İ., Serdaroğlu, M., Bölükbaşı, S., Metin, S., Esentürk, K., Bilgin, A., Z., Uğuz, M. F., Korucu, M., ve Özgül, N. 1992. Eğirdir-Yenişarbademli-Gebiz ve Gerisi- Köprülü (Isparta- Antalya) Arasında Kalan Alanların Jeolojisi, M.T.A.- T.P.A.O. Raporu, No: 3132 (Yayınlanmamış), Ankara.
- Şenel, M. 1997. 1:100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Antalya M10-M11 Paftası. MTA, No:6, Ankara.
- Şengör, A. M. C., 1980. Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları. Türk. Jeol. Kur. Konf. Serisi, 2, 40.
- Şengör, A.M.C., Görür, N. ve Şaroğlu, F., 1985. Strike Slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey as A Case Study, In Strike Slip Faulting and Basin Formation, Edited By Biddke, K.T. and Christie-Blick, N., Society of Econ. Paleont. Min. Sp. Publ., 227-264.
- Şengör, A.M.C., Tüysüz, O., İmren, C., Sakınç, S., Eyidoğan, H., Görür, G., Le Pichon, X. ve Rangin, C., 2005. The North Anatolian Fault: A New Look, Annual Review of Earth and Planetary Science Letters. 33, 37-112.
- Şengör, A.M.C., White, G. ve Dewey, J.F., 1979. Tectonic Evolution of the Bitlis Suture, Southeastern Turkey: Implications for the Tectonics of the Eastern Mediterranean, Rapp. Comm. Int. Mer. Médit., 25, 95-97.
- Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. Tectonophysics, 75, 181-241.
- Şengör, A.M.C., 1987. Cross-Faults and Differential Stretching of Hangingwalls in Regions of Low-Angle Normal Faulting: Examples From Western Turkey. In Continental Extensional Tectonics, Geol. Soc. Spec. Publ., 28, 575-589.
- Tan, O. and Taymaz, T., 2005. Source scaling properties and self-similarity of the earthquakes occurred in the Eurasia-Arabia collision zone. International Symposium on the Geodynamics of Eastern Mediterranean: Active Tectonics of the Aegean Region, P.136, Kadir Has University, June, Istanbul, Bildiriler Kitabı: 96.
- Takmer, B., 2002. Lykia Oroğrafyası, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya, 232.
- URL-1, www.tuik.gov.tr, Türkiye İstatistik İnternet Sitesi, 16.06.2009.

- URL-2, <http://antiikki.taiwaansusi.net>, Arkeoloji Kùltürleri, 21.09.2009.
- URL-3, www.koeri.boun.edu.tr, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 15.05.2012.
- Tüner, N., 2002. Lykia Yerleşim Coğrafyasında Yeni Lokalizasyonlar, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antaya, 249.
- Uysal, I.T., Mutlu H., Altunel E., Karabacak, V. ve Golding, S.D., 2006. Clay Mineralogical and İsotopic Constrains on the Evolutions of the North Anatolian Fault Zone, Turkey, Earth and Planetary Science Letters, 243, 181-194.
- Verstraten, G. and Paulissen, E., 2000. Limestone Platforms around Sagalassos Result from Giant Mass Movements. *Acta Archaeologica Lovaniensia Monographiae II/B Sagalassos V*.
- Waelkens, M. and Sintubin, M., 2000. Archaeological and Geological Evidence for a Major Earthquake at Sagalassos (SW Turkey) around the Middle of the 7th Century Ad. in W. J. Meguire Et All, The Archaeology of Geological Catastrophes, 373-383.
- Westaway, R. ve Arger, J., 1996. The Gölbaşı Basin Southeastern Turkey: A Complex Discontinuity in A Major Strike Slip Fault Zone, J. Geol. Soc., London, 153, 729-743.
- Woodcock, N. A. and Robertson, A. H. F., 1977. Imbricate Thrust Belt Tectonics and Sedimentation as A Guide to Emplacement of Part of the Antalya Complex, SW Turkey. In Sixth Coloquium on the Geology of the Aegean Region (Eds. Izdar, E. And Nekoman, E.) Piri Reis International Contribution Series Pulb., 2, 661-670.
- Woodcock, N. A. and Robertson, A. H. F., 1982. Wrench and Thrust Tectonics along A Mesozoic-Cenozoic Continental Margin: Antalya Complex, SW Turkey. J. Geol. Soc. Lond., 139, 147-163.
- Woodside, J.M., Mascle, J., Zitter, T.A.C., Limonov, A.F., Ergün, M. ve Volkonskaia, A., 2002. shipboard scientists of the Prised II Expedition,. The Florence Rise, the western bend of the Cyprus arc: *Marine Geology*, 185, 177-194.
- Yağmurlu, F. ve Şentürk, M. 2005. Güneybatı Anadolu'nun Güncel Tektonik Yapısı. Türkiye Kuvaterner Sempozyumu İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 55-61, İstanbul.
- Yağmurlu, F., Poisson, A., Bozcu, A. ve Şentürk, M., 2007. Isparta Açısının Tektonostratigrafik Özellikleri ve Petrol Jeolojisi Açısından İrdelenmesi.
- Yılmaz, P.O., 1981. Geology of the Antalya Complex, SW Turkey, (Ph. D. Dissertation). Austin, the University of Texas, University Mikroflims İnter., 268.

- Yılmaz, P.O., Maxwell, J.C. ve Muehlberger, W.R. 1981. Antalya Kompleksinin Yapısal Evrimi ve Doğu Akdeniz'deki Yeri. Yerbilimleri, Hacettepe Üniv. Yerb. Enst. Bült., 7, 119-127.
- Yılmaz Y., Genç, S.C., Gürer, F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z., Altunkaynak, S. ve Elmas, A., 2000. When Did The Anatolian Grabens Begin to Develop, Geological Society, London, 173, 353-384.
- Yılmaz, L., 2000. Antalya Tekeli Mehmet Paşa Camii ve Tarihlendirilmesi. Adalya V, 301-317.
- Yılmaz, L., 2002. 16. Yüzyılın Sonuna Kadar Antalya, 4, 27-131.
- Zitter, T.A.C., Huguen, C. ve Woodside, J.M., 2005. Geology of mud volcanoes in the eastern Mediterranean from combined sidescan sonar and submersible surveys. Deep-Sea Research I, 52, 457-475.

ÖZGEÇMİŞ

Mustafa SOFTA, 11.10.1987 tarihinde İstanbul' da doğdu. İlk ve orta öğrenimini İstanbul' da çeşitli okullarda tamamladıktan sonra, 2005 yılında Akdeniz Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'ne kayıt oldu. 2009 yılının Bahar yarıyılında dört yıllık Lisans eğitimini Mühendislik Fakültesi birinciliği ile tamamladı. 2009 yılının Güz yarıyılında Akdeniz Üniversitesi'nde Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2010 yılı Kasım ayında Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Genel Jeoloji Kürsüsü'ne Araştırma Görevlisi olarak atandı. Yüksek Lisans eğitimine devam etmek için aynı dönem Karadeniz Teknik Üniversitesi'ne geçiş yaptı. Araştırmacı halen Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmakta olup, iyi derecede İngilizce bilmektedir.