T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

ANTALYA KÖRFEZİ VE YAKIN ÇEVRESİNDE ALETSEL DÖNEMDE OLUŞMUŞ DEPREMLERİN TEKTONİZMA İLE İLİŞKİSİ

Emine BOZKURT

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARALIK 2020

ANTALYA

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

ANTALYA KÖRFEZİ VE YAKIN ÇEVRESİNDE ALETSEL DÖNEMDE OLUŞMUŞ DEPREMLERİN TEKTONİZMA İLE İLİŞKİSİ

Emine BOZKURT

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARALIK 2020

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA KÖRFEZİ VE YAKIN ÇEVRESİNDE ALETSEL DÖNEMDE OLUŞMUŞ DEPREMLERİN TEKTONİZMA İLE İLİŞKİSİ

Emine BOZKURT

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 04/12/2020 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Volkan ÖZAKSOY (Danışman)
Prof. Dr. Erdal KOŞUN
Prof. Dr. Mehmet Serkan AKKİRAZ

ÖZET

ANTALYA KÖRFEZİ VE YAKIN ÇEVRESİNDE ALETSEL DÖNEMDE OLUŞMUŞ DEPREMLERİN TEKTONİZMA İLE İLİŞKİSİ

Emine BOZKURT

Yüksek Lisans, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Volkan ÖZAKSOY

Aralık 2020; 30 sayfa

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yer alan 35º-37º K paralelleri ile 30º-31º D meridyenleri arasında sınırlandırılmış bölge için M.Ö. 141 – M.S. 2019 yıllarını kapsayan zaman diliminde oluşan deprem verileri Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) kullanılarak sayısallaştırılmıştır. Antalya Körfezi ve çevresinin sismik aktivitesi değerlendirilerek depremlerin yoğunluk oluşturduğu bölgeler belirlenmiştir. Meydana gelen depremlerin episantr değerleri ve büyüklüğü gibi parametreler incelenmiştir. Parametreler değerlendirilip, ilgili grafikler elde edilmiştir. Geçmiş çalışmalarda belirlenmiş olan faylar ve deprem kataloğundan elde edilen veriler arasındaki ilişki ortaya konmaya çalışılmıştır.

Antalya Körfezi ve çevresinde meydana gelen depremlerin yıllara, derinliklerine ve büyüklüklerine göre dağılımları incelenmiştir. 3704 deprem verisi değerlendirildiğinde Antalya Havzası'nda meydana gelen depremlerin dağılımları belirli bir düzen içinde olmayıp genel olarak dağınık şekilde olduğu gözlenmiştir. Bölgenin sismisitesi incelendiğinde bölgedeki meydana gelen depremlerin %84'ünün sığ odaklı depremler olduğu anlaşılmıştır.

Doğu Akdeniz tektonizmasının şekillenmesinde Nubia Levhası, Avrasya Levhası ve Arabistan Levhası'nın yerdeğiştirmesi etkili olmuştur. Antalya Körfezi nin güneyinde yer alan Helenik (Ege) ve Kıbrıs Yayları çevresinde sismik aktivite daha fazla olduğu belirlenmiştir. Antalya Körfezi ve çevresindeki batimetrik yükselti kıyıdan Anaximander Deniz Dağı ve Florence Yükselimi'ne doğru yükseldiği gözlemlenmiştir. Bölgede yer alan hâkim fay çeşidinin doğrultu atımlı faylanma olduğu görülmektedir Antalya Fay Zonu olarak adlandırılan bölgede ise normal fayların olduğu gözlenen diğer sonuçlar arasındadır.

ANAHTAR KELİMELER: Antalya, Antalya Körfezi, Depremsellik, Tektonizma

JÜRİ: Doç. Dr. Volkan ÖZAKSOY

Prof. Dr. Erdal KOŞUN

Prof. Dr. Mehmet Serkan AKKİRAZ

ABSTRACT

THE RELATIONSHIP BETWEEN TECTONISM AND EARTHQUAKES OCCURRED DURING INSTRUMENTAL PERIOD IN ANTALYA GULF (BASIN) AND ITS SURROUNDINGS

EMİNE BOZKURT

Master of Science, Department of Geological Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Volkan ÖZAKSOY

December 2020; 30 pages

The earthquake data, which belongs to earthquakes occurred between 141 BC and 2019 AD, have been digitized by using Geographical Information Systems (GIS) methods and its applications, for the region bounded between 35°- 37° N parallels and 30°- 31° E meridians in East Mediterranean region. Seismic activity of Antalya Gulf and its surroundings has been evaluated to determine the regions where earthquakes were intense. Parameters such as epicenter values and magnitude of earthquakes were analyzed and graphs were obtained from these parameters. The relationship between the faults determined in previous studies and the data obtained from the earthquake catalog has been tried to revealed.

The distribution of earthquakes that occurred in Antalya Gulf and its surroundings were examined by years depths and magnitudes. When 3704 earthquake data were evaluated, it was observed that the distribution of earthquakes in the Antalya Basin was not in a certain order, but was generally dispersed. Examinations on seismicity of the region states that 84% of the earthquakes occurred in the region were shallow-oriented earthquakes.

The displacement of the Nubia Plate, the Eurasian Plate and the Arabian Plate has been effective in shaping the Eastern Mediterranean tectonism. Higher seismic activity has been determined around the Hellenic – Cyprus Arcs which are located at southern side of Antalya Gulf. It has been observed that the bathymetric elevation of Antalya Gulf and its surroundings rises from the shore to the Anaximander Sea Mountain and Florence Rise. It is seen that dominant fault type in the area is strike slip. Normal faults in the region called Antalya Fault Zone are the other results during this study.

KEY WORDS: Antalya, Antalya Gulf, Seismicity, Tectonism

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Volkan ÖZAKSOY

Prof. Dr. Erdal KOŞUN

Prof. Dr. Mehmet Serkan AKKİRAZ

ÖNSÖZ

Doğu Akdeniz Havzası, içinde barındırdığı Kıbrıs ve Helenik yayları ile bu yapıların oluşturduğu faylar değerlendirildiğinde depremsellik araştırmaları için önemli bir inceleme alanıdır. Yüksek lisans tez çalışması kapsamında Antalya Körfezi ve çevresinin tektonik yapısı ve deprem verileri incelenmiştir. Bu veriler Coğrafı Bilgi Sistemleri kullanılarak sayısallaştırma işlemine tabi tutulmuş ve bu bilgiler ışığında bölge depremselliği hakkında yorumlamalar yapılmıştır.

Yüksek lisans sürecimde bilgi ve deneyimlerini aktaran danışman hocam Doç. Dr. Volkan ÖZAKSOY'a teşekkür ederim. Deprem verilerinin temininde yardımcı olan Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Ulusal Deprem İzleme Merkezi Müdürü Dr. Doğan KALAFAT'a ve yaşamım boyunca desteğini benden hiç esirgemeyen annem Mukaddes BOZKURT, babam Hasan BOZKURT'a teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT iii
AKADEMİK BEYAN vii
SİMGELER VE KISALTMALAR viii
ŞEKİLLER DİZİNİ xi
ÇİZELGELER DİZİNİ xiii
1. GİRİŞ 1
1.1.Çalışmanın Amacı 2
1.2. İnceleme Alanının Konumu 2
2. KAYNAK TARAMASI 3
3. MATERYAL VE METOD 6
3.1. Materyal 6
3.2. Metod 6
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 8
4.1. Bölgenin Genel Tektoniği 8
4.2. Sismisite 11
4.2.1. Tarihsel dönem 11
4.2.2. Aletsel dönem 15
5. SONUÇLAR 23
6. KAYNAKLAR 27
ÖZGEÇMİŞ

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum "Antalya Körfezi ve Yakın Çevresinde Aletsel Dönemde Oluşmuş Depremlerin Tektonizma ile İlişkisi" adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

04/12/2020

Emine BOZKURT

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

º	: Derece
=	: Eşittir
≥	: Büyük ve eşit
<	: Küçüktür
≤	: Küçük ve eşit
.	: Ondalık ayracı
%	: Yüzde

Kısaltmalar

AB	: Aksu Bindirmesi
AD	: Anaximander Deniz Dağı
AKMED	: Koç Üniversitesi – Suna & İnan Kıraç Akdeniz Medeniyetleri Araştırma Merkezi
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CMT	: Global Centroid-Moment-Tensor
DDA	: Directorate of Disaster Affairs
EDD	: Eratosthenes Deniz Dağı
EF	: Ecemiş Fayı
EMMA	: Earthquake Mechanisms for European Area.
EmodNet	: European Marine Observation and Data Network
FY	: Florence Yükselimi
GIS	: Geographic İnformation System
GPS	: Global Positioning System
HRV	: Harvard Seismology
HY	: Helenik Yayı
ISC-MT	: International Seismological Centre Focal Mechanism Catalog
KD-GB	: Kuzeydoğu- Güneybatı
KOERİ	: Kandilli Observatory and Earthquake Research İnstitute
KY	: Kıbrıs Yayı
Ms	: Milattan Sonra
MTA	: Maden Tetkik ve Arama
Mw	: Moment Büyüklüğü
PF	: Paphos Fayı
PST	: Pliny ve Strabo Trençleri

RCMT : Regional Centroid Moment Tensors

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası 2

Şekil 2. Doğu Akdeniz ve çevresinin sadeleştirilmiş tektonik haritası (Aksu vd. 2014)' den değiştirilerek alınmıştır 8

Şekil 3. Doğu Akdeniz'in deniz tabanı morfolojisi ve batimetrisi (Brosolo ve Mascle 2015)' den alınmıştır 10

Şekil 4. Doğu Akdeniz yer alan faylar (Şengör ve Yılmaz 1981) ' den değiştirilerek alınmıştır 11

Şekil 5. Doğu Akdeniz ve çevresindeki tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Duggan 2003) 'den değiştirilerek alınmıştır 12

Şekil 6. Çalışma alanı ve çevresinde tarihsel dönemde meydana gelmiş depremlerden etkilenen antik yapılar. Faylar (Duman vd. 2003) 'den alınarak sayısallaştırılmıştır 13

Şekil 7. Yivli Minareli Cami'nin 1911 depreminden önceki ve sonraki hali (AKMED fotoğraf arşivi) 14

Şekil 8. Antalya Körfezi'nde meydana gelen tarihsel depremler (Türkiye sismotektonik haritası veritabanından alınıp sayısallaştırılmıştır) 14

Şekil 9. Antalya Körfezi ve çevresinde aletsel dönemde meydana gelmiş depremlerin dağılım haritası (1914-2018 tarihleri arasında meydana gelen ve Mw≥2 olan depremler sayısallaştırılmıştır) 15

Şekil 10. Kekova Antik Kenti'nde su içinde kalan lahit görüntüsü 16

Şekil 11. Doğu Akdeniz'de meydana gelen Mw≤3 büyüklüğündeki depremler 17

Şekil 12. Antalya Körfezi ve çevresinde meydana gelen depremlerin **a)** yıllara göre dağılımı; **b)** büyüklüklerine göre dağılımı; **c)** odak derinliğine göre dağılımı; **d)** karasal alan ve açık denizde meydana gelen depremlerin dağılımı 17

Şekil 13. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde meydana gelen büyüklüğü Mw ≥ 5 olan depremlerin haritada gösterimi 18

Şekil 14. Doğu Akdeniz ve yakın çevresinde meydana gelen Mw <5 depremlerin odak mekanizması çözümleri 20

Şekil 15. Doğu Akdeniz ve yakın çevresinde meydana gelen Mw≥5 depremlerin odak mekanizması çözümleri. Faylar (Türkiye Sismotektonik haritasından alınıp sayısallaştırılmıştır) 20

Şekil 16. Doğu Akdeniz ve yakın çevresinde meydana gelen Mw≥ 6 depremlerin odak mekanizması çözümleri 21

Şekil 17. Doğu Akdeniz depremselliğinin genel görünümü. **a)** Avrasya ve Nubia levhaları arasındaki dalma zonu ayrışma yüzeyi üzerinde meydana gelen depremlerin mekanizmasının temsili dalga biçimli modellemesi(kırmızı), Dalan Nubia Plakası içindekiler(mavi), ters faylanma(pembe) ve Ege Denizi'nin bindiren ürünleri içerisinde normal faylanma sonucu oluşan depremler (siyah) gösterilmiştir (Shaw ve Jackson 2010; Howell vd. 2017)'den değiştirilerek alınmıştır; **b)** Şekil 18a'da belirtilen depremlerin merkez derinlikleri (km). Mekanizmalar (Jackson ve McKenzie 1984; Lyon-Caen vd. 1988; Taymaz vd. 1990; Parke 2001; Benetatos vd. 2004; Pilidou vd. 2004; Shaw ve Jackson 2010; Howell vd. 2017)'den değiştirilerek alınmıştır 24

Şekil 18. Güneybatı Türkiye ile Kıbrıs arasında kalan dalma zonunun depremselliği. **a)** Dalma zonu yüzeyi üzerindeki depremlerin odak mekanizmaları (kırmızı) ve bölgedeki dalan plaka kesikli çizgiler ile sınırlandırılmıştır; **b)** Şekil 18a'da görülen depremlerin derinlikleri. Veriler (Engdahl vd. 1998; International Seismological Centre 2016)'dan alınmıştır; **c)** Dalma zonuna doğru olan yorumlanmış kesişme bölgesi, W-W kesit üzerine düşen deprem mekanizmasını gösteren enine kesit (Howell vd. 2017)'den değiştirilerek alınmıştır 25

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. Antalya Körfezi ve çevresinde meydana gelen Mw ≥ 5 büyüklüğündeki depremlerin parametreleri (Kandilli Rasathanesi veritabanından alınmıştır) 19

Çizelge 2. Antalya Körfezi ve yakın çevresinde meydana gelen depremlerin odak mekanizması çözümlerinin parametreler (Kandilli Rasathanesi veritabanından alınmıştır) 22

1. GİRİŞ

Anadolu Levhası, içinde bulunduğu jeolojik ve tektonik konum sebebiyle geçmişten bu yana büyük can kayıplarına sebep olan depremlere maruz kalmıştır. Yıkıcı depremler seyrek tekrarlandıkları için sürekli gündemde olmayan ancak meydana geldiğinde insanları derinden etkileyen güçlü doğa olaylarıdır. Ülkemizde 1950-2008 yılları arasında meydana gelen tüm afetler Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucu elde edilen istatistik verileri baz alındığında ülkemizdeki 35741 yerleşim biriminden (il, ilçe, köy vb.) 3942'sinin depremlerden etkilendiği görülmüştür (Gökçe vd. 2008). Meydana gelen depremler sonrasında belirlenen toplam afetzede sayısı azımsanamayacak boyuttadır.

Ülkemiz, Alp - Himalaya orojenez kuşağı içerisinde yer almaktadır. İçinde barındırdığı faylar ve tektonik hareketler değerlendirildiğinde sismik aktivitesi bakımından dünyadaki en aktif kuşaklar arasında bulunmaktadır. Bölgenin en önemli tektonik unsurları, Helenik ve Kıbrıs yayları, Pliny -Strabo Çukurları, Florence Yükselimi ve Aksu bindirme fayıdır.

Nubia Levhası, Avrasya Levhası ve Arabistan Levhalarının aralarındaki bağımsız tektonik hareketleri sebebiyle Doğu Akdeniz Havzası'nda kompleks bir tektonizma görülmektedir. Anadolu Levhası, Avrasya ve Arabistan Levhası arasındaki kapanmadan dolayı Helenik- Kıbrıs Yayları'nın güneybatısına doğru hareket ederek kaçma hareketi oluşturmaktadır (Hempton, 1982; Jackson ve McKenzie 1984; Şengör vd.1985; Şengör ve Barka, 1993). Doğu Akdeniz'in aktif tektoniği, Afrika ve Arabistan Levhalarının Avrasya Levhası'na göre kuzeybatı yönlü hareketi ile açıklanabilir (McClusky vd. 2000; Reilinger vd. 2006).

Helenik - Kıbrıs Yayı, Antalya Körfezi, Girit adası ve Rodos adasının güney kesiminden ilerleyerek Fethiye Körfezi'ne doğru uzanır. Ayrıca Helenik-Kıbrıs Yayı Antalya Körfezi, Kıbrıs'ın kuzeyi ve İskenderun Körfezi arasında konkav bir kavis yapar. Bu yayın kuzeybatıya doğru devamını, Antalya Körfezi'nden başlayan ve kuzeybatı doğrultusunda devam eden ters fay niteliğinde olan Aksu bindirme fayı temsil eder. Bölgedeki diğer bir çukurluk ise Plini - Strabo çukurluklarından başlar ve Kıbrıs güney kesiminde dışa doğru bir yay yapar (Ergin vd. 1967). Bu yay sistemlerinde geçmişten günümüze önemli ölçüde sismik hareket artışı olduğu gözlenmiştir.

Ülkemizde meydana gelen depremler sonrasında yaşanan can ve mal kaybı göz önüne alındığında tektonizma ve depremsellik konuları önem kazanmıştır. Depremlerin oluşumu ve aktif tektonizma arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır. Tez kapsamında söz konusu bölgedeki fay zonları, batimetrik haritalar, aletsel ve tarihsel dönemde meydana gelmiş deprem verileri incelenerek bölgedeki deprem üreten faylar hakkında yorumlamalar yapılmıştır.

1.1.Çalışmanın Amacı

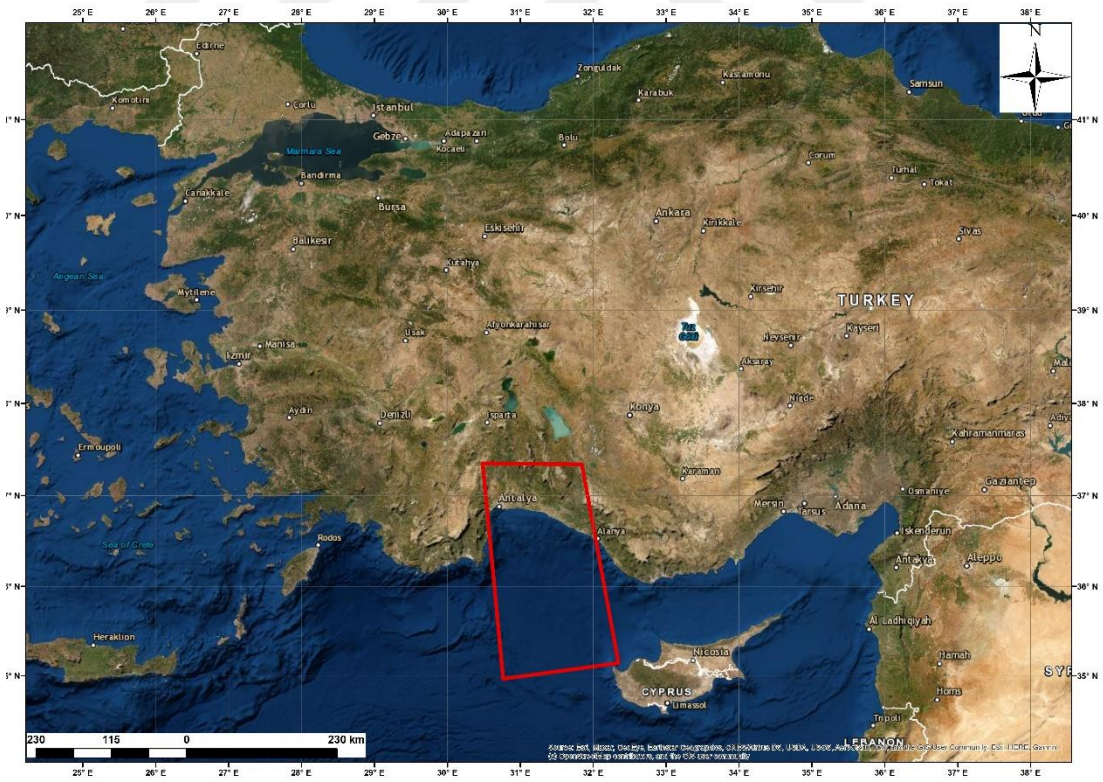
Doğu Akdeniz Havzası'nın jeolojik geçmişi ve tektonizması birçok araştırmacı tarafından merak edilen bir çalışma konusu olmuştur.

Literatür çalışması sırasında öncel çalışmalar incelenmiş ve bölgede meydana gelen depremlerin kayıtları (enlem, boylam, büyüklük vb.) Kandilli Rasathanesi veri tabanından temin edilerek mevcut veriler derlenmiştir. Antalya körfezi ve yakın kara alanında aletsel ve tarihsel dönemlerde meydana gelen depremlerin karada ve denizde yer alan faylarla olan ilişkisi yorumlanmaya çalışılmıştır.

Tez kapsamında geçmiş çalışmalarda belirlenmiş olan faylar ve deprem kataloğundan elde edilen veriler arasındaki ilişki ortaya konarak bölgede yapılacak çalışmalar için bir veri tabanı oluşturması amaçlanmaktadır.

1.2. İnceleme Alanının Konumu

Bu tez çalışmasının konusu olan bölge Doğu Akdeniz Havzası'nın içinde yer alan Antalya körfezi ve çevresini kapsamaktadır. Çalışma alanı 35º-37º K paralelleri ile 30º-31º D meridyenleri arasındaki 31.095 km²'lik denizel alan ve bu sınırlar içerisinde kalan kara alanını içermektedir (Şekil 1).



Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası

2. KAYNAK TARAMASI

Bölgede yer alan Florence Yükselimi, Anaximander Dağı, Helenik - Kıbrıs Yayı birçok araştırmacı için bölgenin jeolojisi ve depremselliğinin anlaşılması açısından önem arz etmiştir. Çalışma alanı ve yakın çevresinde geçmişte farklı araştırmacılar tarafından yapılmış çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde meydana gelen sismik aktivitelerin oluşumunda Helenik Yayı'nın önemli bir yeri vardır. Helenik Yayı boyunca sığ derinlikli depremler oluştuğu görülmektedir. Bu depremlerin mevcut bindirmelerden kaynaklandığı ileri sürülmüştür (Comninakis ve Papazachos (1972).

McKenzi (1972) makalesinde Afrika ve Avrasya Levhaları'nın hareketlerini ve bölgede meydana gelen büyük magnitüdlü depremlerin odak çözümlerini yorumlamıştır. Bu araştırma sonucu Helenik Yay boyunca meydana gelen fay mekanizmalarının KD-GB yönünde olduğunu ileri sürmüştür.

Doğu Akdeniz Bölgesi'nin serbest hava gravite verileri ilk olarak Woodside (1977) tarafından incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucu bölgede meydana gelmiş yay ve hendek sistemleri gözlenmiştir. Kıbrıs ve çevresindeki yapıların, Plini- Strabo hendekleri, Anaximander Dağı ve Florence Yükselimi bölgesine rahat bağlanamaması sebebiyle daima dalma batma zonu oluşturamadığını belirtmiştir.

Robertson ve Grasso (1995)'e göre Antalya'nın güney kesimi ve Kıbrıs'ın batısında bulunan Florence Yükselimi, mevcut bir morfolojik yapı özelliği göstermemektedir. Bu yükselim, dalma batma zonu özelliği göstermeyen tranpresyonel alandır. Florence Yükselimi, Miyosen dönemi sonrasında, Eratosthenes Denizdağı ile Kıbrıs'ın çarpışmasından sonra mevcut olsa bile günümüzde görülmediği ifade edilmiştir.

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Helenik- Kıbrıs yayı boyunca 3 tane sismik boşluk olduğu düşünülmektedir. Antalya Körfezi ve çevresinde mevcut 2 adet sismik boşluk olduğu belirlenmiştir. Bunlar; Antalya Körfezi ile Kıbrıs arasında kalan Antalya sismik boşluğu ve Aksu bindirme fayı olarak adlandırılan Aksu segmentidir. İncelemeler sonucu Kıbrıs Yayı'nın doğu bölümünün sismik aktivitesinin daha fazla olduğu bilinmektedir. Deprem olmayan bölgede ise sismik boşluk bulunduğu ileri sürülmüştür (Demirtaş ve Yılmaz 1996).

Reilinger vd. (1997), Doğu Akdeniz neotektonizmasının oluşmasında Avrasya, Arap ve Afrika Levhaları'nın ve bölgedeki mikroplakaların hareketlerinin önemli olduğunu belirtmiştir. Bu levha hareketleri sebebiyle dalma batma zonu, levha bindirmeleri gibi önemli jeolojik olaylar gerçekleşmiştir. Arap Levhası'nın yılda ortalama olarak 18 mm, Afrika Levhası'nın ise yılda 8 mm'lik hızla Avrasya Levhası'nın altına daldığını ileri sürmüşlerdir.

Woodside vd. (2002)'e göre, Florence Yükselimi çevresindeki fayların kendilerine özgü yüksek yoğunlukları vardır. Bu fayların sol yanal atımlı fay sisteminin

parçaları olduğu belirtilmiş ve mevcut alandaki bazı batimetrik yükselişlerin sebebinin ise çiçek yapılı tektonik unsurlar olduğu ifade edilmektedir. Bu çalışmaların ışığında Sellier vd. (2013) Florence Yükselimi'nin yapısallarının yerel sıkışma hareketi ile doğrudan ilgili olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Ergün (2006), Florence Yükselimi ile Anadolu ve Afrika Levhaları arasındaki hareketin sol yönlü hareket olduğunu belirtmiştir. Bölgeden elde edilen GPS ölçüm verilerinin sonucunda Florence yükselimin güneyinde görülen deformasyonun sol yanal faylanma karakterinde olduğunu ifade etmiştir.

Aksu vd. (2008)'e göre Isparta Açısının kuzey ucundan Anaximander Dağları'na doğru uzanan batı Antalya Havzası boyunca sağ yönlü yanal atımlı Antalya Fay Zonu gelişmiştir. Bu fay zonunun, Anaximander ve Anaximenes Dağları'ndan Anaxagoras Dağı'na ayrıldıktan sonra Anaximander Dağı'nı enlemesine kestiğini öne sürmüşlerdir.

DeMets vd. (2010) tarafından Afrika'nın Nubia Levhası' nın göreceli olarak kuzey yönlü hareket ettiği belirtilmiştir. Ayrıca, Nubia Levhası'nın Avrasya Levhasına yaklaşık olarak 1000 mm/yıl yaklaştığını ileri sürmüşlerdir.

Duggan (2004) 'de Antalya il sınırı içinde meydana gelmiş tarihsel ve aletsel dönem depremlerini araştırmıştır. Tarihsel dönem depremlerine ait bulguları arkeolojik kayıtlardan yola çıkarak oluşturmuştur. Bu bilgilere dayanarak Antalya ilinde tarihsel dönemde farklı medeniyetlerin yaşam sürdüğünü ifade etmiştir. Antik kentlerin sütunlarında meydana gelen çökmeler ve bazı antik kentlerin sular altında kaldığı görülmektedir. Tüm bu bulguların tarihsel dönemde, bölgede meydana gelen depremleri işaret ettiğini belirtmiştir.

Sellier vd. (2013)'e göre Florence Yükselimi'nin Kıbrıs ve Güney Batı Türkiye arasında önemli bir batimetrik yükseltiye sahip olduğu düşünülmektedir. Bu yükselimin, kuzeydoğusu ve güneybatısında bulunan mevcut sedimanların 300-800 metre üzerinde durmakta olduğunu ifade etmişlerdir.

Sellier vd. (2013) tarafından sismik yansıma ve çok ışınlı batimetri verileri değerlendirilerek, Florence Yükselimi'nin bulunduğu bölgede hareketin transpressiyonal olduğu sonucuna varılmaktadır. Ancak Pliyosen döneminden günümüze kadar geçen süreçte önemli bir kısalma olduğu ileri sürülmüştür.

Aksu vd. (2014)'a göre Doğu Akdeniz de yapılan sismik yansıma çalışmaları neticesinde varılan genel sonuç; Florence Yükselimi'nde gerçekleşen deformasyonun ya transformasyon ya da transpressiyonal hareketin sonucunda gerçekleştiği düşünülmektedir.

Duman vd. (2017)'de Kıbrıs Yay sisteminin, Neotetis Okyanusu'nun evriminden kalan Doğu Akdeniz'deki levha sınırı niteliğinde olduğunu ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra Kıbrıs adasının doğu bölümünde meydana gelen deformasyonun yay ve hendek

yapıları sebebiyle olmadığı belirtilmiştir. Bu deformasyonun sebebinin ters bileşenli doğrultu atımlı fay mekanizması olduğunu ileri sürmüşlerdir (Kempler ve Ben-Avraham 1987; Kempler ve Garfunkel 1994; Bozkurt 2001).

Howell vd. (2017) Doğu Akdeniz'de meydana gelen kapanmanın jeolojik özelliklerinin yeterince anlaşılamadığı kanısındadır. Bölgede yer aldığı düşünülen dalma batma zonu için en önemli ve açık kanıtın Girit'in batısı ile Rodos bölgesine kadar olan alan olduğunu belirtmişlerdir. Belirtilen bölge 'Helenik Batma Bölgesi' olarak adlandırılmaktadır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak yeni haritalar oluşturulmasında, MTA tarafından hazırlanan Antalya ili yerleşim alanı ve yakın çevresinin 1/500.000 ölçekli Türkiye Sismotektonik Haritası ve bölgede yapılmış olan önceki çalışmalardan yararlanılmıştır. Oluşturulan haritalarda, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü veritabanından alınan deprem verileri (enlem, boylam, deprem büyüklüğü vb.) ve EMODnet veritabanından alınan shapefile verileri kullanılmıştır.

3.2. Metod

Çalışma konusu gereğince araştırma yöntemleri, literatür temini sayesinde çalışılacak bölge hakkında yapılan çalışmaların incelemesi, kurumlardan elde edilen verilerin CBS ortamında sayısallaştırılması ve sonuçların yorumlanması olarak belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında ilk olarak Doğu Akdeniz Havzası'nı kapsayan önceki araştırmalar incelenmiş olup kapsamlı literatür çalışması yapılmıştır. Bölgenin jeolojik evrimi incelenerek bölgenin tektonizması ve jeolojisi hakkında yorumlamalar yapılmıştır.

Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi'nden, Akdeniz Bölgesi'nde meydana gelmiş depremlerin verileri temin edilmiştir. Bu veriler incelenerek çalışma alanı içerisinde kalan deprem parametreleri ayrı bir tablo düzenlenmiştir. Bölgede meydana gelen depremler büyüklüklerine göre sıralanmış ve renklendirilmiştir.

MTA tarafından 2017 yılında hazırlanmış olan 'Türkiye Sismotektonik Veri Kataloğu' incelenerek ve eklerde mevcut olan 1/500.000 Türkiye Sismotektonik Haritası CBS ortamında sayısallaştırılma işlemi uygulanıp katalogdan alınan deprem verileri bu haritanın üzerine vektör veri halinde yerleştirilmiştir. Bu depremler Aletsel ve tarihsel depremler olarak ayrılmış olup hazırlanmış harita üzerinde numaralanmıştır. Tüm deprem verileri Excel dosyası haline getirilip ek halinde sunulmuştur.

MTA tarafından hazırlanmış olan 1/500.000 ölçekli Türkiye'nin aktif fay haritasında belirlenen faylar, shapefile verisi haline getirilip CBS ortamında yeniden hazırlanan harita üzerine sayısallaştırma işlemi yapılmıştır.

EMODnet veri tabanından alınan shapefile verileri kullanılarak Antalya Körfezi'nin jeolojisi belirlenmeye çalışılmıştır. Denizel alanda tahmin edilen faylar CBS ortamında vektör veri haline getirilmiştir.

MTA deprem kataloğundan elde edilen deprem verileri, CBS ortamında tablolaştırılmış ve bu veriler sonucunda deprem odak mekanizması çözümlemesi

yapılmıştır. Elde edilen deprem topları sayesinde bölgedeki faylarının hareket sistemi yorumlanmıştır.

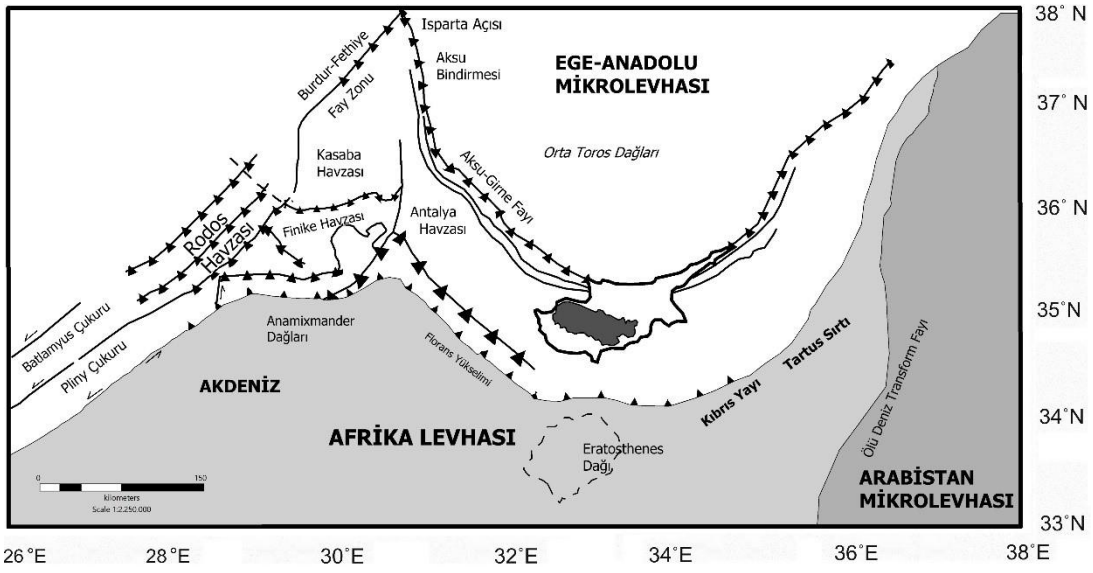
Tüm bu veriler Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak bir araya getirilip çalışma alanının tektonizması ve depremselliği ile ilişkilendirilmeye çalışılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bölgenin Genel Tektoniği

Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki güncel tektonik gelişim, Afrika – Arabistan Levhaları ve Anadolu Levhası arasında gerçekleşmiş olan çarpışma sonrasındaki kuzey-güney yakınlaşması sonucunda meydana gelmiştir (Gülen vd. 1987). Doğu Akdeniz bölgesi, Maraş Üçlü Kavşağı olarak adlandırılan bir tektonik havzada yer almaktadır. Bu bölge, Ölüdeniz Fayı ile Doğu Anadolu Fayı'nın kesiştiği ve Afrika, Arabistan ve Anadolu Levhaları birleştiği plaka sınırıdır (Harrison vd. 2004). Nubia Levhası'nın en uç kenarının Doğu Akdeniz'in deniz tabanı olduğunu ve muhtemelen Paleozoik yaşlı okyanus kabuğundan oluştuğunu belirtilmiştir. Ancak henüz durağan Avrasya Plakası ile herhangi bir bölgede kesişim göstermediği bilinmektedir (Granot 2016). Afrika Nubia Levhası, Arabistan ve Avrasya Levhaları'nın kesişim bölgesinin kompleks neotektonik gelişimi süresince kayıtlara geçen 100-150 kilometreye kadar derinliğe sahip bir çok deprem meydana gelmiştir (Howell 2017).

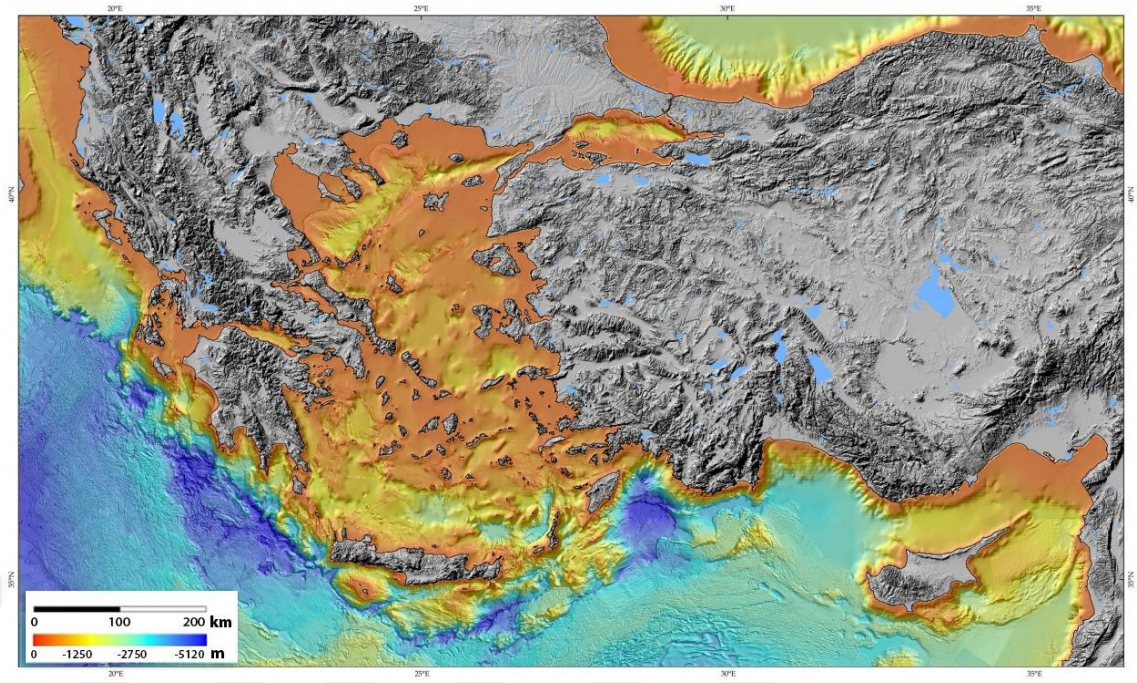
Çalışma alanının bütününü kapsayan Antalya Havzası'nın, Miyosen ve yakın zaman tektonik çökelmesine odaklanıldığında bu bölgede muhtemelen dalma-batmanın durduğu düşünülmektedir. (Papazachos ve Papaioannou 1999). Batı Antalya Havzası'nda ise bir benioff zonunun varlığı ileri sürülmüştür. Aynı zamanda dalan Afrika Levhası'nın ayrılıp kopmasıyla ilişkilendirilmiş olup kanıt olarak ise bölgenin doğusundaki mevcut olan sismisiteyi işaret etmişlerdir (Biryol vd. 2011).



Şekil 2. Doğu Akdeniz ve çevresinin sadeleştirilmiş tektonik haritası (Aksu vd. 2014)' den değiştirilerek alınmıştır

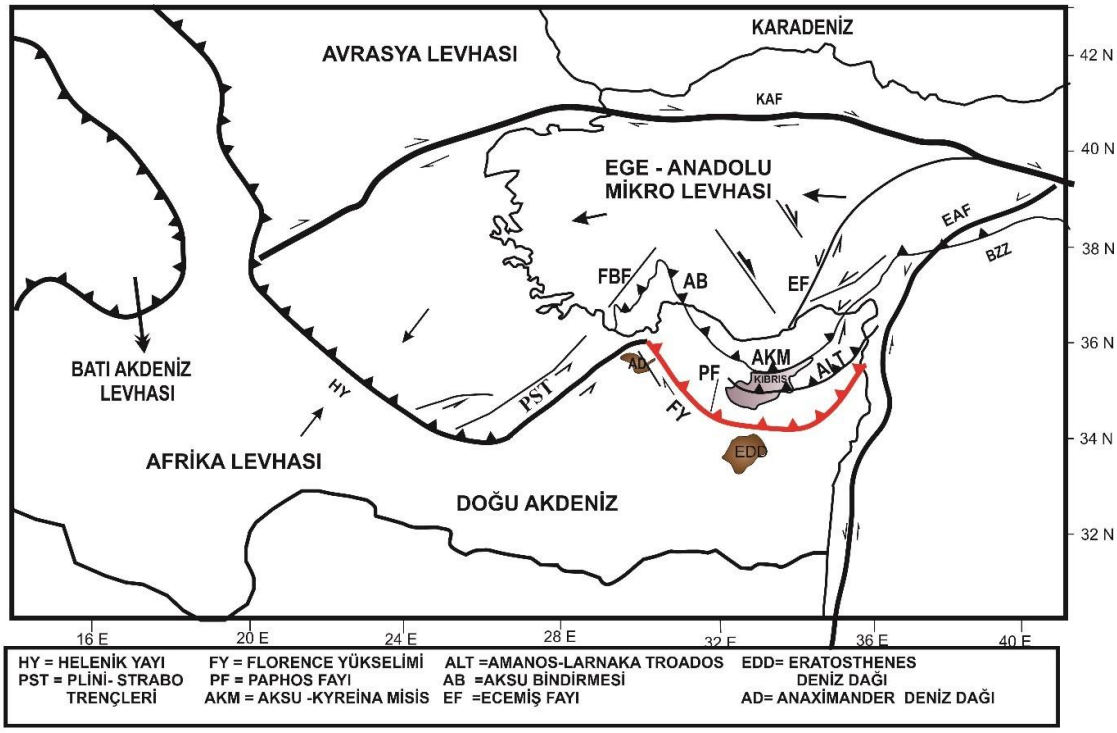
Antalya Havzası, kuzeyde Toros Dağları ve güneyde Florence Yükselimi ve Kıbrıs Yayı arasında oluşan bir ön yayda yerleşmiş ağırlıklı olarak deniz birikim alanı olarak tanımlanmaktadır. Bölgenin neotektonik gelişimi süresince dalan Nubia Levhası'nın kuzeydoğusundaki, Antalya'nın güney kesimi ve Kıbrıs'ın batısında bulunan Florence Yükselimi'nin geometrisi, deprem yerlerinin ve derinliklerinin belirlenmesini sağlamaktadır. Batimetrik yükselti muhtemelen Anadolu'nun yüzey izdüşümündeki sedimanların deformasyonu yüzünden olmaktadır (Howell 2017). Kıbrıs ve Güney Batı Türkiye arasında belirgin ve önemli batimetrik yükselti olan Florence Yükselimi kuzeydoğusu ve güneybatısındaki sedimanların 300-800 metre üzerinde durmaktadır. Florence Yükselimi, mevcut bir morfolojik yapı özelliği göstermemektedir. Bu yükselim, dalma batma zonu özelliği göstermeyen tranpresyonel alandır. Florence Yükselimi, Miyosen devri sonrasında, Eratosthenes Denizdağı ile Kıbrıs'ın çarpışmasından sonra mevcut olsa bile günümüzde görülmediği ifade edilmektedir (Robertson ve Grasso 1995). Sismik yansıma verileri Florence Yükselimi'nin yüzlerce metrelik altına uzanan ters fayların varlığını göstermektedir (Sage ve Letouzey 1990). Florence Yükselimi'ndeki fayların kendilerine ait mekânsal yüksek yoğunlukları vardır. Bu faylar sol yanal doğrultu atımlı fay sisteminin parçaları olarak yorumlanmıştır (Woodside vd. 2002).

Güneybatı Türkiye'de yer alan Antalya Havzası'nın hemen güneyinde belirgin bir batimetrik yükselti olan Anaximander Dağları, Kuzeybatı uzanımlı Florence Yükselimi'ni, Pliny ve Strabo çukurlarını bağlayan önemli bir noktada bulunmaktadır (Zitter vd. 2003) (Şekil 3). Pliny, Strabo Çukurları da genellikle doğrultu atımlı makaslama zonları olarak yorumlanır. Fakat neredeyse tüm sığ depremlerin ters ve normal fay odak mekanizmaları mevcuttur (Howell 2017). Antalya Havzası çevresi bölgesel tektoniğinin, Afrika Plakası ile Ege-Anadolu Mikroplakası'nın alt çöküntüsü tarafından karakterize edildiğini öne sürülmüştür (Woodside 1977). Ancak, bölgedeki sınırlı sismik aktivitenin, hem volkanizmanın hem de muhtemelen aktif batmanın geçen 5 my içinde sonlandığını gösteren Florence Yükselimi boyunca açıkça tanımlanmış çukurun yokluğunu Sage ve Letouzey (1990) tarafından tartışma konusu olmuştur.



Şekil 3. Doğu Akdeniz'in deniz tabanı morfolojisi ve batimetrisi (Brosolo ve Mascle 2015)' den alınmıştır

Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki fay hareketleri sebebiyle sırt ve çukurlar meydana gelmiştir. Bölgedeki sismolojik anlamda aktifliğini sürdürmesi, Helenik Yay ve hendeklerin kompleks yapısı ile ilişkilendirilmektedir. Helenik Yay'ın meydana getirdiği depremler, bölgenin aktif tektonizmasının incelenmesinde önem taşımaktadır. Antalya Körfezi ve çevresinde Kıbrıs Yayı'nın meydana getirdiği sismik aktivite oldukça fazladır. Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki tektonizmanın oluşumunda aktif rol oynayan Helenik Yayı (Şekil 3) boyunca sığ derinlikli depremlerin genellikle mevcut bindirmelerden kaynaklandığı öne sürülmüştür (Comninakis ve Papazachos 1972). Ancak deprem veri tabanı incelendiğinde; Helenik Yay boyunca meydana gelen depremlerin orta ve derin depremler olduğu sonucuna varılmıştır. Bu yay boyunca Afrika ve Avrasya Levhaları'nın hareketlerini ve bölgede meydana gelen büyük magnitüdlü depremlerin odak çözümlerini yorumlayarak fay mekanizmalarının KD-GB yönünde olduğu ileri sürülmüştür (McKenzi 1972).



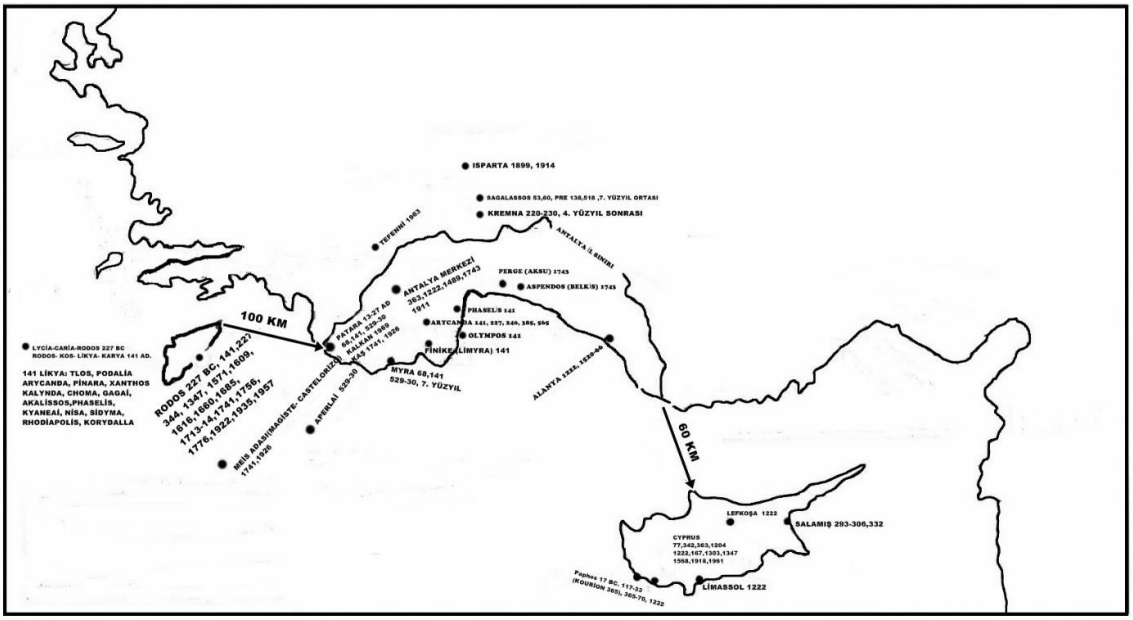
Şekil 4. Doğu Akdeniz yer alan faylar (Şengör ve Yılmaz 1981) ' den değiştirilerek alınmıştır

4.2. Sismisite

Doğu Akdeniz Bölgesi'nin depremselliği üzerine yapılan çalışmalar neticesinde tarihsel dönem boyunca deprem şiddeti bilinen 5 adet deprem meydana gelmiştir. Aletsel dönem boyunca (1914-2018 yılları) ise Mw ≥ 6 büyüklüğünde 4 adet deprem gerçekleşmiştir.

4.2.1. Tarihsel dönem

Doğu Akdeniz Bölgesi tarihsel dönemde birçok medeniyete ev sahipliği yapmış bir alandır. Bu sebeple tarihsel dönem deprem kayıtlarının en fazla bulunduğu bölgelerden biridir. Tarihsel dönemde meydana gelen depremlere ait izlere, antik kentlerin arkeolojik kayıtlardan ulaşabilmekteyiz. Antik kentlerin terkedilmesi, kent yapılarında meydana gelen hasarlar ve bazı kentlerin sular altında kalması bize depremleri işaret etmektedir (Şekil 5). Bu dönemde meydana gelen depremlerinin büyüklüklerine ulaşılamamaktadır. Ancak bazı depremlerin şiddetleri bu kayıtlarda mevcuttur.



Şekil 5. Doğu Akdeniz ve çevresindeki tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Duggan 2003) 'den değiştirilerek alınmıştır

141 depremi: Rodos, Kos ve Likya bölgelerinde hissedilen depremin kaydını, Lidyalı gezgin Pausanias gezi defterine not etmiştir. Pausanias, İmparator Antonius Pius'un depremden sonra antik kentlere yüklü miktarda para gönderdiğini yazmıştır. Kenti yeniden inşa etmek için ise insanlar getirdiğini dile getirmiştir. Olimpos, Patara ve Myra'daki antik tiyatroların bu depremden sonra tamamen yok olduğu ve yeniden inşaa edildiğini bu defterde belirtilmiştir (Şekil 6). Bölgenin yakın çevresinde bulunan Phaselis Antik Kenti'ninde bu depremden etkilendiği ve yardım aldığı kayıtlara geçmiştir (Wörrle 1975).

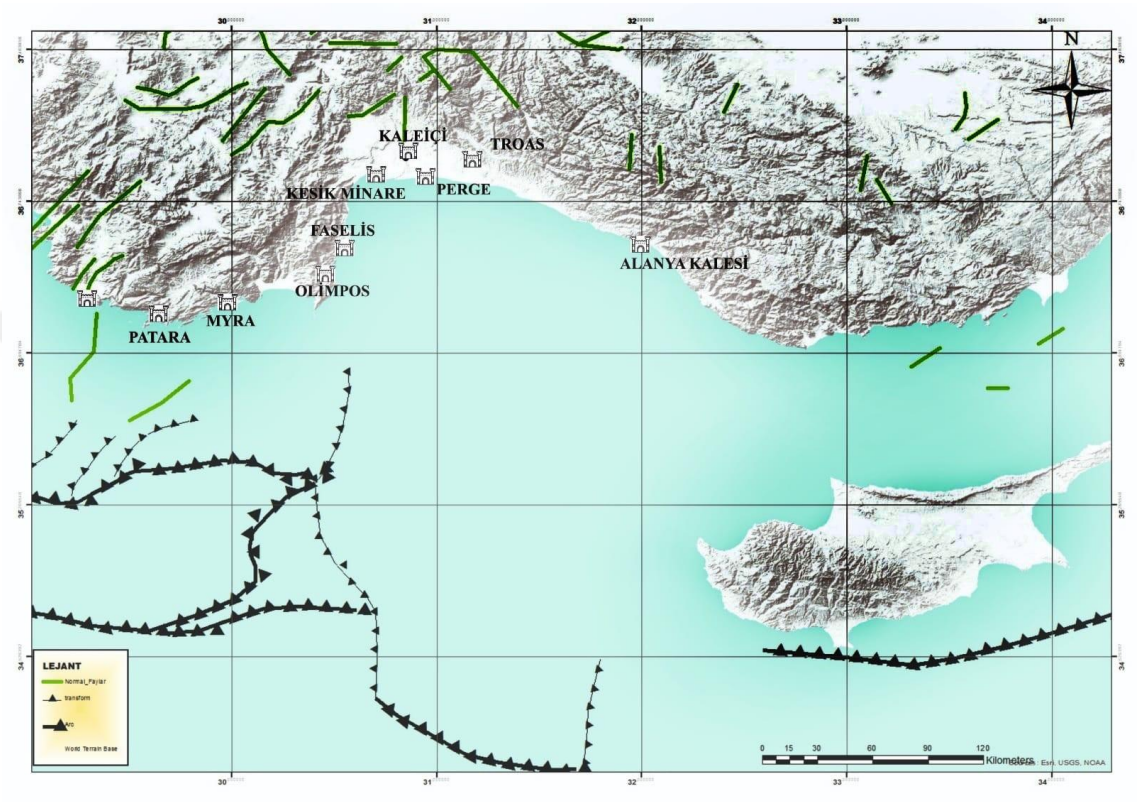
529- 530 depremi: Demre ilçesinin Myra bölgesinde deprem meydana gelmiştir. Bu depremin, sahile yakın kesimde yer alan birçok yerleşim yerine zarar verdiği tahmin edilmektedir (Pirazzoli 1996).

1222 depremi: Kıbrıs'ın batı kesiminde meydana gelen depremin, Antalya ve çevresinde de hissedildiği kayıtlarda mevcuttur. Antalya Kalesi'nin 8 surunun yıkılmasına sebep olduğu düşünülmektedir. Söz edilen surların 1226 yılında yeniden inşa edildiği belirtilmiştir (Yılmaz 2002).

1489 depremi: Bu depreme ait en kesin delil Kesik Minareli Cami olarak bilinen, Şehzade Dede Korkut Camii'sinin minaresinde meydana gelen tahribat olduğu belirtilmiştir (Da Vinci 1954).

6-20 Mart 1743 depremi: Marsilya Ticaret Odası ticaret arşivinden alınan bilgilere göre; bu tarihler arasında Antalya'da büyük bir deprem meydana geldiği bilinmektedir. Deprem anında bir süreliğine Antalya yat limanının kuruduğu dile getirilmiştir. Birçok evin hasar gördüğü depremde, kale surlarının Fransız Konsolosu'nun evinin üzerine yıkıldığı

kayıtlara geçmiştir. Akdeniz de bulunan Rachat adacığının batısında kalan bir dağın da yok olduğu rapor edilmiştir. Muhtemelen bu depremin Perge ve Aspendos Antik Kenti'nin 18. yüzyılın sonunda terkedilmesine neden olduğu düşünülmektedir (Ambraseys ve Finkel 1995).

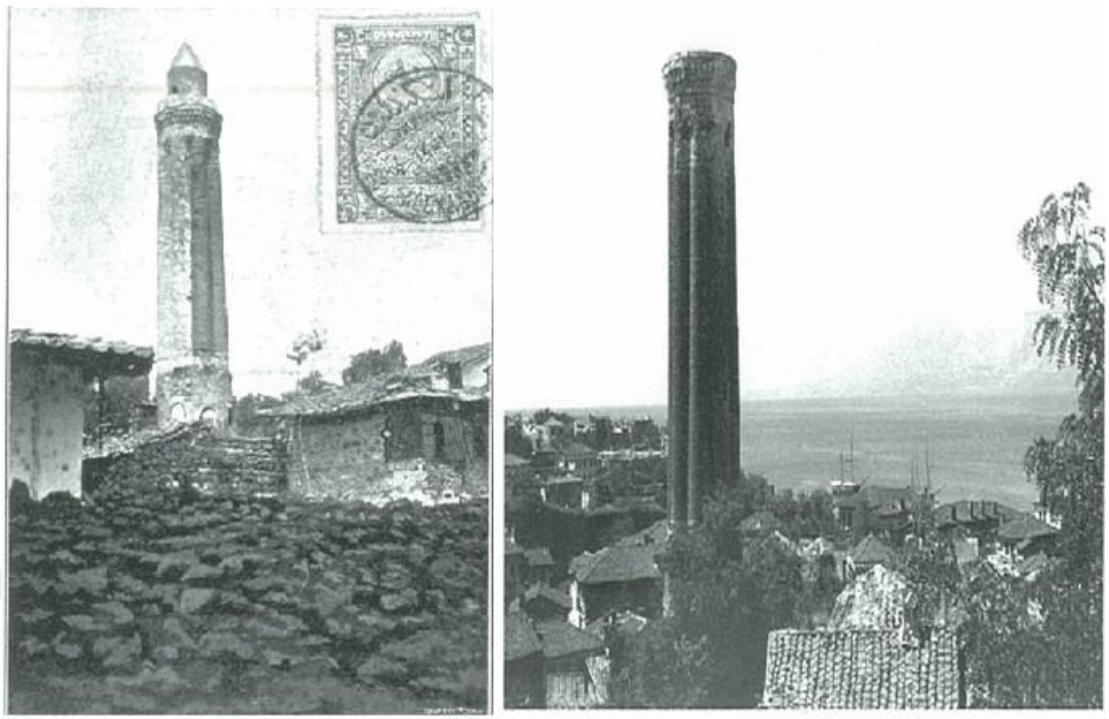


Şekil 6. Çalışma alanı ve çevresinde tarihsel dönemde meydana gelmiş depremlerden etkilenen antik yapılar. Faylar (Duman vd. 2003) 'den alınarak sayısallaştırılmıştır

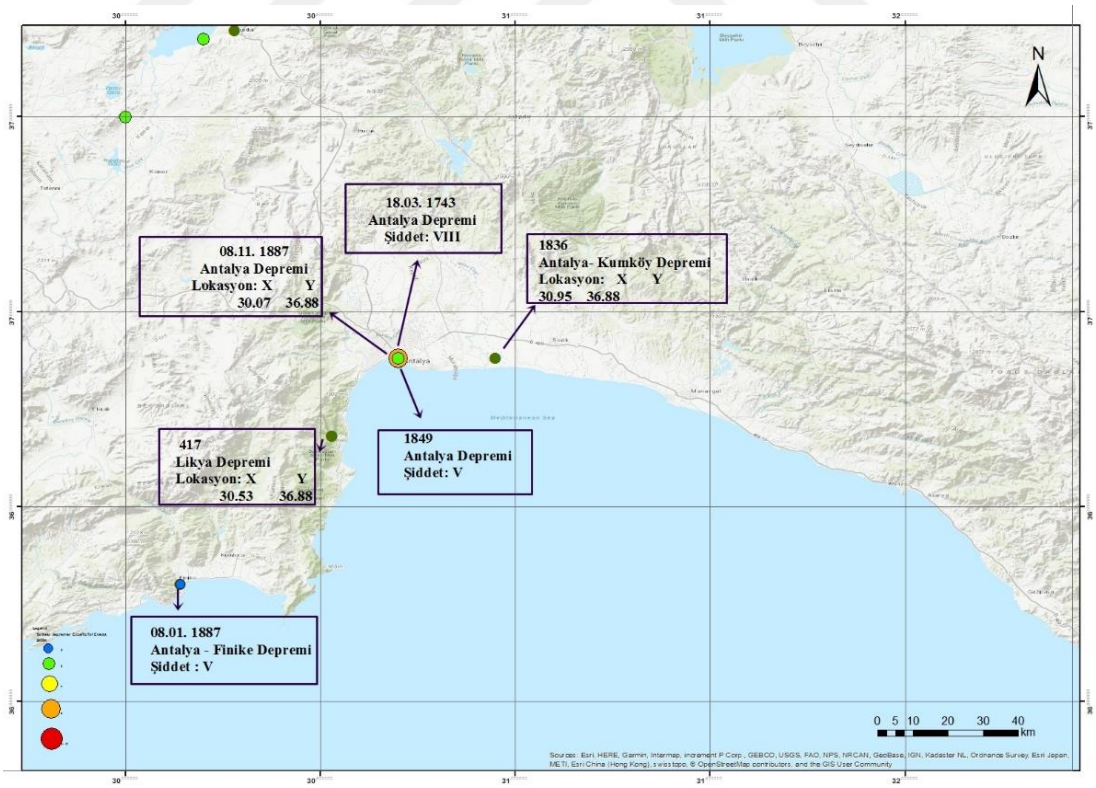
Nisan 1836 depremi: Antalya'nın Kumköy mevkisinde yer alan Dimitri (Troas) antik şehri yakınlarında birden çok sarsıntı meydana geldiği kayıtlara geçmiştir (TMMOB 1997) (Şekil 8).

08 Nisan 1887 depremi: Deprem, 6 gün boyunca kendini artçı şoklarla hissettirmiş ve 7 köyün yok olmasına sebep olmuştur. Bu depremden sonra yöre halkının daha güvenli bir alana taşındığı bilinmektedir (Duggan 2004).

1911 depremi: Merkez üssü Antalya olarak belirlenen ve 6.1 büyüklüğünde meydana gelen depremde, Antalya'nın en yüksek yapısı olarak bilinen Yivli Minareli Cami'nin minaresi şerefesine kadar yıkılmıştır (Şekil 7). Depremde Antalya'nın merkezinde birçok yapının zarar gördüğü bilinmektedir (Yılmaz 2002).



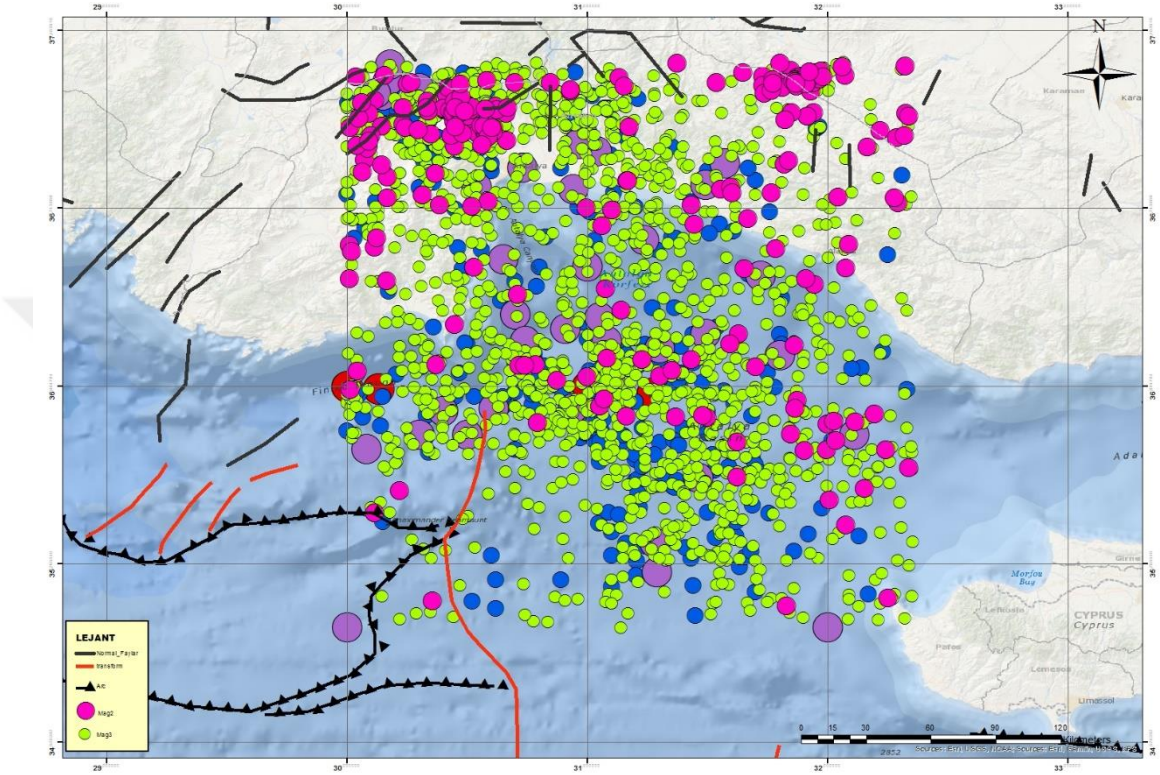
Şekil 7. Yivli Minareli Cami'nin 1911 depreminden önceki ve sonraki hali (AKMED fotoğraf arşivi)



Şekil 8. Antalya Körfezi'nde meydana gelen tarihsel depremler (Türkiye sismotektonik haritası veritabanından alınıp sayısallaştırılmıştır)

4.2.2. Aletsel dönem

Aletsel dönem, 1900'lü yıllardan günümüze kadar olan süreci kapsamaktadır. Antalya Körfezi ve yakın çevresini kapsayan 31.095 km²'lik alanda yaklaşık olarak 3708 deprem meydana gelmiştir. Yapılan araştırmada Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Ulusal Deprem İzleme Merkezi'ne ait deprem katalogları incelenmiştir.



Şekil 9. Antalya Körfezi ve çevresinde aletsel dönemde meydana gelmiş depremlerin dağılım haritası (1914-2018 tarihleri arasında meydana gelen ve Mw≥2 olan depremler sayısallaştırılmıştır)

Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Ulusal Deprem İzleme Merkezi veritabanına göre, son yüzyılda çalışma alanı ve çevresindeki en etkili deprem 1929 yılında meydana gelmiştir. Depremin büyüklüğü ise M=6 olarak belirlenmiştir. İnceleme alanı içerisinde belirli aralıklarla orta şiddetli depremler görülmüştür. Özellikle Antalya Havzası olarak belirlenen kısımda deprem potansiyelinin yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 9).

Bölgede meydana gelen çoğu deprem Plini – Strabo hendekleri ve Anaximander Deniz Dağı arasında kalan kısımda gerçekleştiği görülmektedir. Bununla birlikte bölgedeki en yoğun sismik aktivitenin Helenik ve Kıbrıs yay etkisinde gerçekleştiği düşünülmektedir. Arkeolojik kayıtlarda Ms.7'de Aperlea, Kekova ve Simena antik

kentlerinin olduğu bölgede tsunami meydana geldiği ve kentin bu şekilde sular altında kaldığı ileri sürülmüştür (Duggan 2004) (Şekil 10).

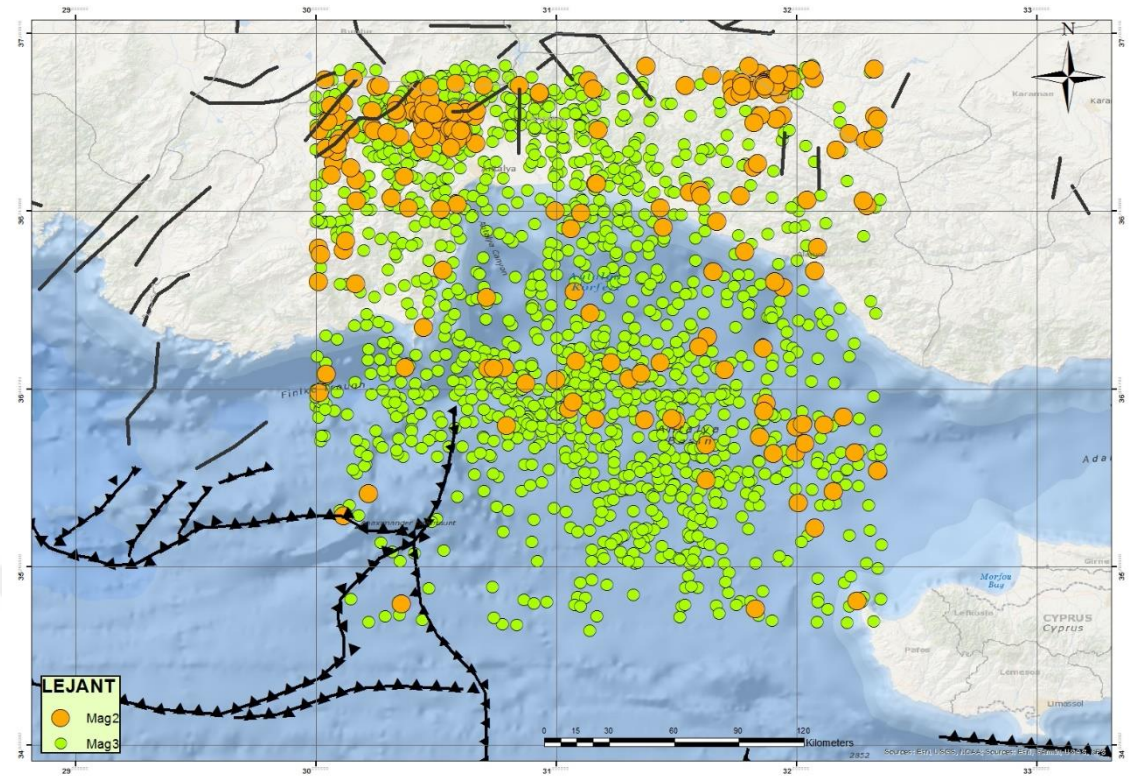


Şekil 10. Kekova Antik Kenti'nde su içinde kalan lahit görüntüsü

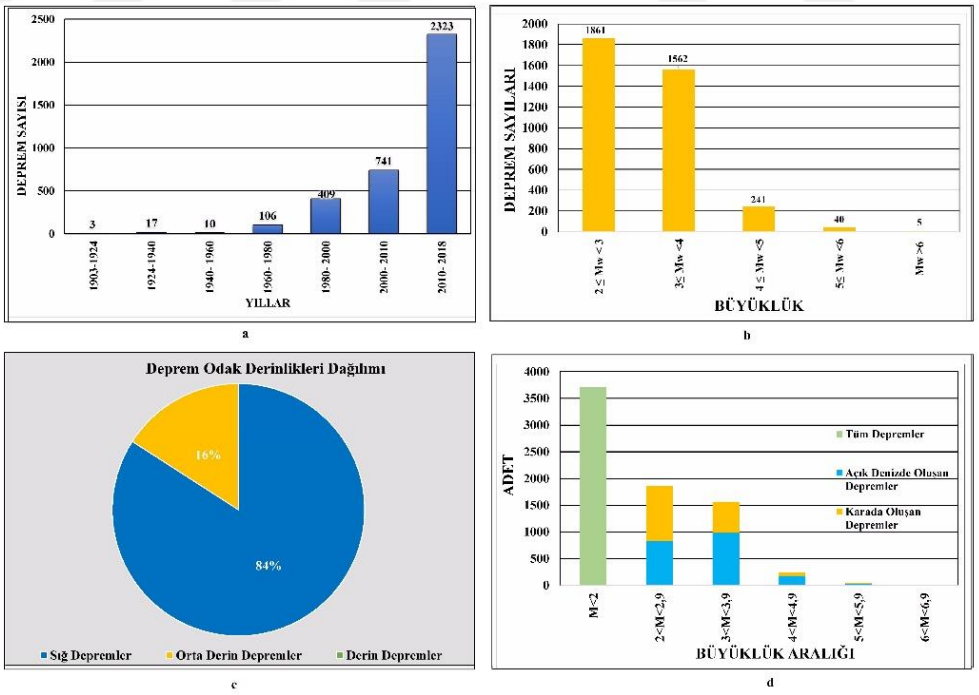
Geçmiş çalışmalardan elde edilen veriler neticesinde derin depremlerin genellikle dalma batma bölgelerinde meydana geldiği düşünülmektedir. Bu depremlerin derinliklerinin 300 km'den yaklaşık olarak 600 km'ye kadar ulaşabildiği anlaşılmıştır (Isacks vd. 1968). Birçok dalma batma bölgesinin benzer karakteristik özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir.

Ruff (1980) tarafından dalma batma zonlarında meydana gelen depremlerin, derinliklerinin ve büyüklüklerinin bu kıtaların yaşlarıyla ilişkisi olabileceğini ileri sürülmüştür. Büyük depremlerin daha genç ve hızlı yakınsama oranına sahip kıtalar arasında meydana geldiğini diğer yaşlı kıtalarda ise meydana gelen depremlerin nispeten asismik olduğu düşüncesini dile getirmiştir.

Öte yandan Antalya Körfezi'nde ise sık sık mikrodeprem ($1.0 < Mw < 3.0$) ve küçük depremlerin ($3.0 < Mw < 5.0$) meydana geldiği görülmektedir (Şekil 11). Antalya Körfezin'de 1911- 2018 yılları arasında $Mw \geq 6$ olan 4 adet ve $5 > Mw > 6$ büyüklüğünde olan toplam 40 adet deprem meydana gelmiştir (Şekil 13).

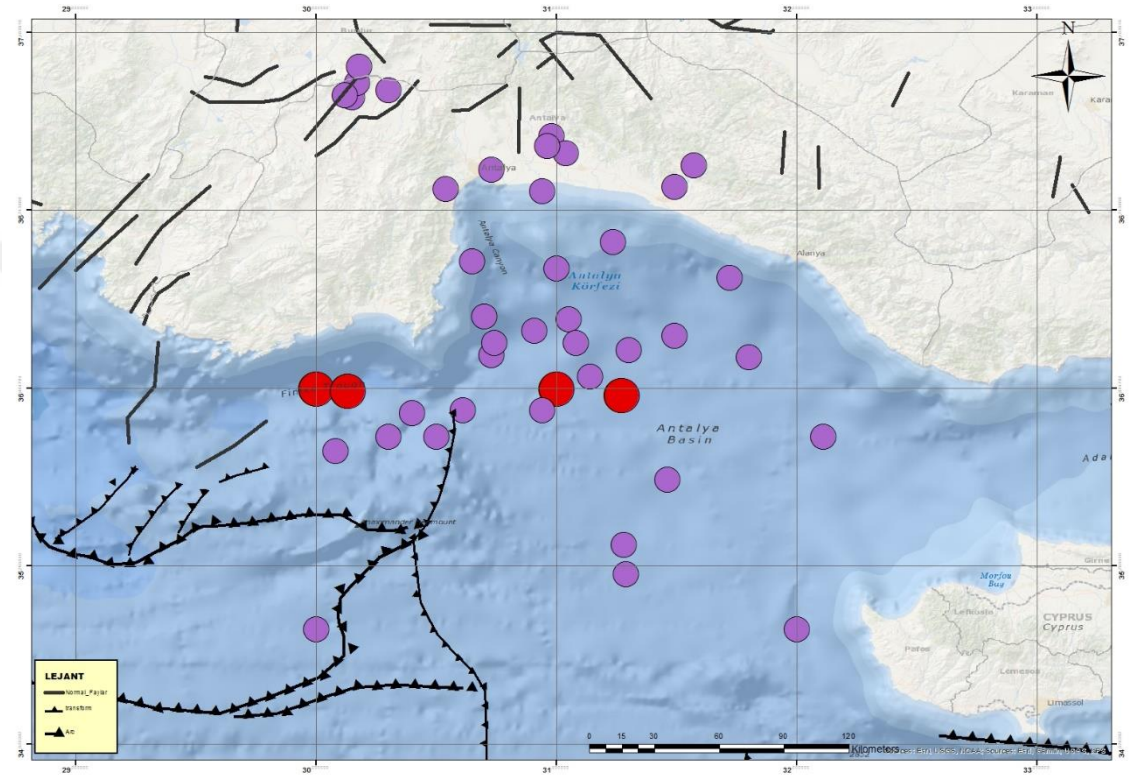


Şekil 11. Doğu Akdeniz'de meydana gelen Mw≤3 büyüklüğündeki depremler



Şekil 12. Antalya Körfezi ve çevresinde meydana gelen depremlerin **a)** yıllara göre dağılımı; **b)** büyüklüklerine göre dağılımı; **c)** odak derinliğine göre dağılımı; **d)** karasal alan ve açık denizde meydana gelen depremlerin dağılımı

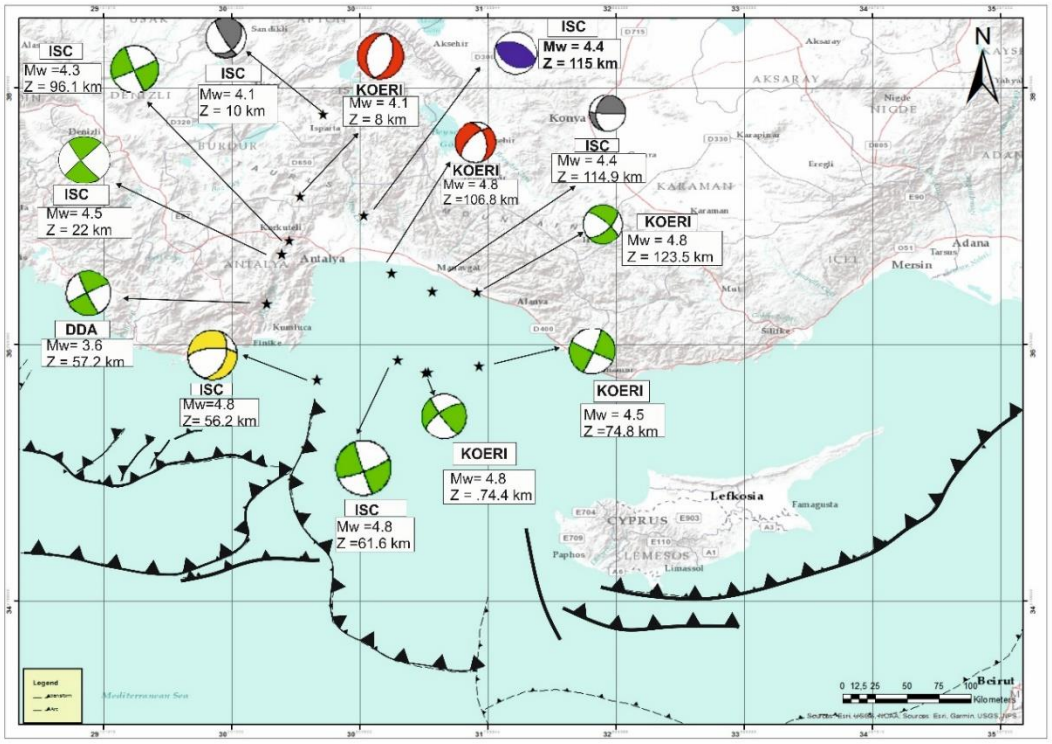
Bölgedeki deprem yoğunluğunu belirlemek amacıyla, yıllara göre meydana gelen deprem dağılımı tablosu oluşturulmuştur. Çalışma alanı ve çevresinde 1980 yılı sonrasında deprem yoğunluğunun yükselmeye başladığı görülmektedir (Şekil 12a). Şekil 12c'de bölgede meydana gelen depremler odak derinliğine göre sınıflandırılmıştır. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde meydana gelen depremlerin çoğunun sığ odaklı (Z≤70 km) depremler olduğu gözlenmiştir. Antalya'da meydana gelen depremlerin büyük bölümünün açık denizde meydana geldiği çıkarılan sonuçlar arasındadır (Şekil 12d).



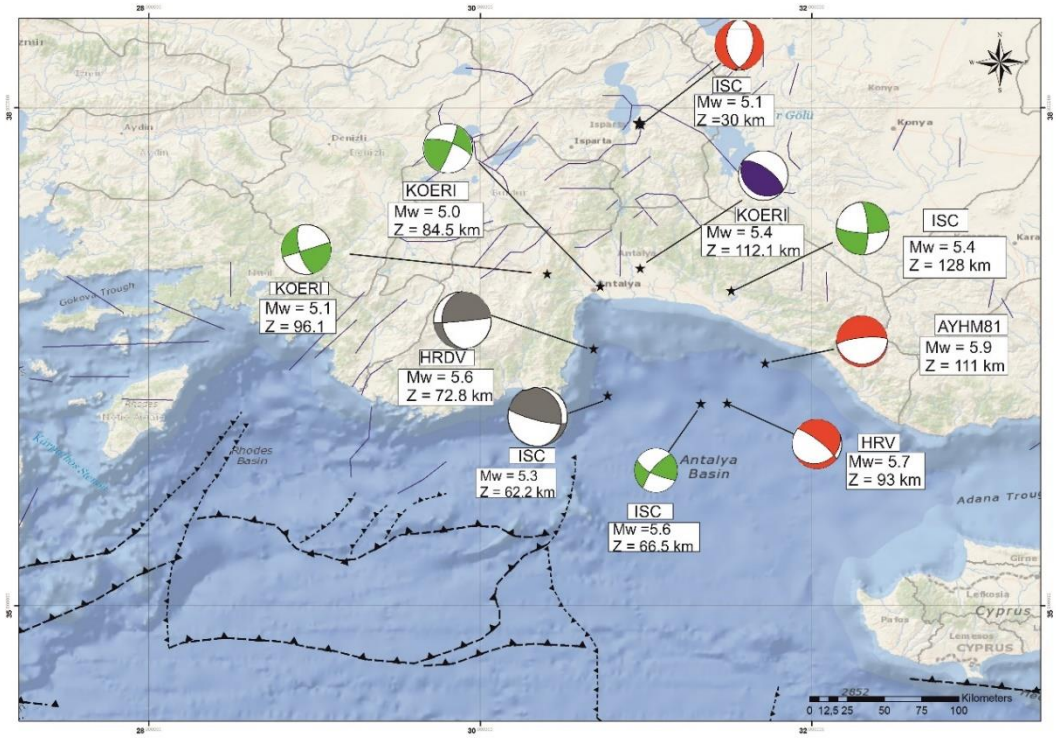
Şekil 13. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde meydana gelen büyüklüğü Mw ≥ 5 olan depremlerin haritada gösterimi

Çizelge 1. Antalya Körfezi ve çevresinde meydana gelen Mw ≥ 5 büyüklüğündeki depremlerin parametreleri (Kandilli Rasathanesi veritabanından alınmıştır)

Zaman	Enlem(⁰)	Boylam (⁰)	Derinlik(km)	Mw	Bölge
1971.09.28	37,210	30,150	32	5.0	GUMUSLU-KORKUTELI (ANTALYA)
1975.09.20	36,140	30,730	40	5.0	AKDENİZ
1977.04.11	36,910	30,730	90	5.0	MURATPASA (ANTALYA)
1987.09.03	35,910	30,610	52	5.0	AKDENİZ
2013.12.08	36,611	31,236	89	5.0	ANTALYA KORFEZI (AKDENIZ)
1966.05.09	37,050	30,980	132	5.1	TONGUCLU-SERIK (ANTALYA)
1970.07.01	35,230	31,290	53	5.1	AKDENİZ
21.09.1971	37,270	30,170	42	5.1	YESILYAYLA-KORKUTELI (ANTALYA
04.08.1929	36,500	31,000	15	5.2	ANTALYA KÖRFEZİ (AKDENİZ)
1930.06.05	35,800	30,300	15	5.2	AKDENİZ
1930.07.25	35,000	32,000	30	5.2	AKDENİZ
1965.03.26	36,820	30,940	111	5.2	OZLU-AKSU (ANTALYA)
1969.03.04	36,980	31,040	109	5.2	CANDIR-SERIK (ANTALYA)
1971.09.08	37,220	30,120	6	5.2	TASKESIGI-KORKUTELI (ANTALYA)
1991.03.11	37,010	30,960	113	5.2	TEKKEKOY-SERIK (ANTALYA)
1991.12.05	36,130	31,800	115	5.2	ANTALYA KÖRFEZİ (AKDENİZ)
1924.09.10	36,840	31,490	30	5.3	BUCAKSEYHLER-MANAVGAT
1936.01.20	35,800	32,110	140	5.3	AKDENİZ
1937.04.28	35,910	30,940	100	5.3	AKDENİZ
1937.05.29	36,290	31,050	100	5.3	ANTALYA KÖRFEZİ (AKDENİZ)
1959.09.28	35,740	30,080	100	5.3	AKDENİZ
1969.12.11	35,350	31,280	30	5.3	AKDENİZ
1971.02.22	37,240	30,300	47	5.3	BOZOVA-KORKUTELI (ANTALYA)
1979.12.31	36,220	31,490	93	5.3	ANTALYA KÖRFEZİ (AKDENİZ)
1981.04.26	36,530	30,650	76	5.3	CAMYUVA-KEMER (ANTALYA)
2014.09.04	36,240	30,907	82	5.3	ANTALYA KORFEZI (AKDENIZ)
1940.08.16	35,900	30,400	10	5.4	AKDENİZ
1951.02.02	36,830	30,540	120	5.4	HACISEKILILER (ANTALYA)
2009.12.22	35,623	31,460	33	5.4	AKDENİZ
1939.01.02	36,300	30,700	33	5.5	ANTALYA KÖRFEZİ (AKDENİZ)
1971.09.09	37,340	30,180	49	5.5	AKCAOREN-KEMER (BURDUR)
2003.05.03	36,930	31,570	11	5.5	SEVINCKOY-MANAVGAT (ANTALY
1927.06.05	36,190	31,080	10	5.6	ANTALYA KÖRFEZİ (AKDENİZ)
1940.08.16	35,800	30,500	40	5.6	AKDENİZ
1975.04.30	36,190	30,740	61	5.6	ANTALYA KÖRFEZİ (AKDENİZ)
1977.06.01	36,160	31,300	68	5.6	AKDENİZ
1903.07.19	35,000	30,000	20	5.8	AKDENİZ
1948.04.30	36,050	31,140	80	5.8	AKDENİZ
1979.05.28	36,460	31,720	111	5.8	ANTALYA KÖRFEZİ (AKDENİZ)
2013.12.28	35.9722	31.271	71	6.0	AKDENIZ
1911.04.30	36.000	30.000	180	6.1	KALE AÇIKLARI-ANTALYA (AKDENİ
1927.06.05	36.000	31.000	5	6.2	AKDENİZ
1926.03.18	35.99	30.130	10	6.8	AKDENİZ



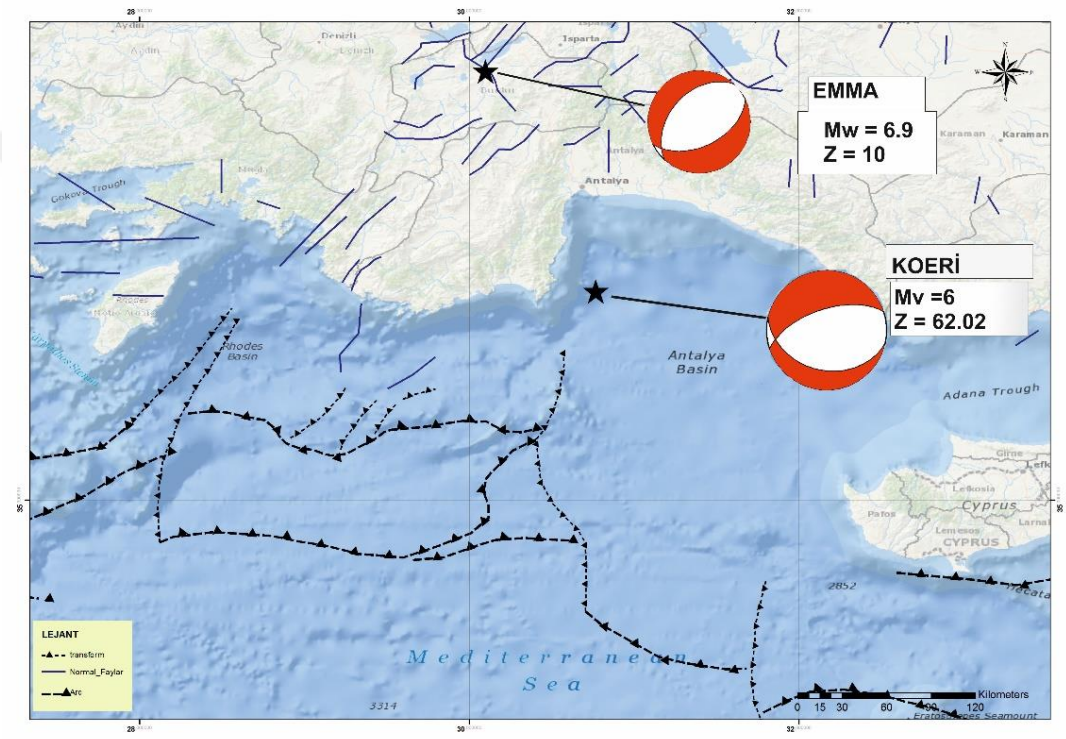
Şekil 14. Doğu Akdeniz ve yakın çevresinde meydana gelen Mw <5 depremlerin odak mekanizması çözümleri



Şekil 15. Doğu Akdeniz ve yakın çevresinde meydana gelen Mw≥5 depremlerin odak mekanizması çözümleri. Faylar (Türkiye Sismotektonik haritasından alınıp sayısallaştırılmıştır)

Antalya Fay zonu olarak adlandırılan Isparta Açısı'nın kuzeyinden Anaximander Dağına doğru uzanan sağ yönlü yanal atımlı fay zonu geliştiği ileri sürülmüştür (Aksu vd. 2009) (Şekil 14). Helenik Yay'ı çevresinde ise ters fay bileşenli sol yönlü doğrultu atımlı faylanmalar mevcuttur (Şekil 15). Genel olarak K-G gidişli Antalya fayı boyunca normal faylanmalar görülmektedir (Şekil 16).

Kıbrıs yayı boyunca D-B yönlü doğrultu atımlı faylanmalar mevcuttur. Mevcut deprem verilerinden elde edilen odak mekanizmaları sonucunda bölgedeki fay karakterleri genel olarak sağ ve sol yönlü doğrultu atımlı faylanmalardan meydana geldiği görülmüştür.



Şekil 16. Doğu Akdeniz ve yakın çevresinde meydana gelen Mw≥ 6 depremlerin odak mekanizması çözümleri

Çizelge 2. Antalya Körfezi ve yakın çevresinde meydana gelen depremlerin odak mekanizması çözümlerinin parametreler (Kandilli Rasathanesi veritabanından alınmıştır)

Tarih	Enlem (⁰)	Boylam (⁰)	Derinlik (km)	Mw	Doğrultu (⁰)	Egim(⁰)	yatım(⁰)	Kaynakça
03.10.1914	37,60	30,10	10	6,9	222,0	42,0	-107,0	EMMA
26.03.1965	36,82	30,94	111	5,3	46,0	62,0	-80,0	KOERI
09.05.1966	37,05	30,98	132	5,5	132,0	46,0	110,0	EMMA
09.05.1966	37,05	30,98	132	5,1	40,0	46,0	80,0	KOERI
09.05.1966	34,464	26,46	16	5,8	295,0	40,0	90,0	EMMA
07.02.1968	36,65	26,74	153	5,3	238,0	24,0	101,0	KOERI
04.03.1969	36,98	31,04	109	5,1	70,0	50,0	-11,0	KOERI
21.09.1971	37,287	30,158	48	5,1	21,0	69,0	-152,0	KOERI
28.07.1973	36,07	31,36	74	4,8	28,0	52,0	12,0	KOERI
30.04.1975	36,266	30,769	62	5,3	72,0	60,0	74,0	EMMA
30.04.1975	36,266	30,769	62	6,0	103,0	33,0	-63,0	KOERI
30.04.1975	36,266	30,769	62	5,4	104,0	80,0	70,0	EMMA
11.04.1977	36,924	30,725	85	5,0	289,0	69,0	172,0	KOERI
01.06.1977	36,217	31,332	67	5,6	132,0	64,0	155,0	ISC_MT
28.05.1979	36,46	31,72	111	5,9	264,0	78,0	-91,0	EMMA
3.12.1979	36,22	31,49	93	5,7	67,0	23,0	-149,0	ISC_MT
30.11.1980	36,074	31,379	77	4,6	236,0	70,0	9,0	EMMA
26.04.1981	36,547	30,685	73	5,6	178,0	30,0	4,0	ISC_MT
06.05.1984	38,841	25,627	13	5,4	243,0	86,0	-179,0	ISC_MT
07.05.1984	38,841	25,627	13	5,4	237,0	89,0	-161,0	EMMA
05.09.1986	36,116	31,739	75	4,5	24,0	85,0	-2,0	KOERI
08.12.1986	36,637	31,723	124	4,8	309,0	74,0	-31,0	KOERI
08.12.1986	43,2956	25,9936	24	4,2	92,0	50,0	-30,0	EMMA
14.09.1987	36,772	31,122	107	4,8	345,0	45,0	-142,0	KOERI
11.03.1991	37,032	30,966	112	5,4	306,0	66,0	90,0	KOERI
30.06.1997	36,641	31,411	115	4,4	188,0	37,0	6,0	RCMT
23.04.1999	36,162	31,168	62	4,8	70,0	79,0	-4,0	RCMT
08.07.2002	37,176	30,928	116	4,4	117,0	38,0	94,0	RCMT
03.05.2013	36,897	31,516	129	5,4	350,0	47,0	135,0	RCMT
03.05.2013	36,897	31,516	129	5,3	91,8	76,0	-164,0	KOERI
25.02.2014	36,024	30,6	56	4,8	104,0	88,0	70,0	SC-MT
25.02.2015	36,024	30,6	56	4,7	21,0	45,0	-147,0	RCMT
18.12.2006	36,905	30,351	22	4,5	78,7	84,0	85,4	KOERI
18.12.2006	36,905	30,351	22	4,0	233,0	81,0	-169,0	KOERI
18.01.2007	37,886	30,642	10	4,1	146,9	80,0	54,7	KOERI
30.03.2007	37,963	30,9167	11	4,0	175,8	84,0	69,7	KOERI
30.03.2007	37,897	30,972	30	5,1	195,0	39,0	-56,0	RCMT
30.03.2007	37,897	30,972	30	4,4	45,8	86,0	-24,8	KOERI
30.03.2007	37,897	30,972	30	4,2	127,0	86,0	127,0	DDA
30.03.2007	37,94	30,957	14	4,9	158,0	45,0	-129,0	ISC_MT
30.03.2007	37,94	30,957	14	4,4	350,0	75,0	-127,0	DDA
30.03.2007	37,94	30,957	14	4,8	141,0	54,0	-123,0	KOERI
30.03.2007	37,94	30,957	14	4,9	159,0	47,0	-116,0	RCMT
30.03.2007	37,967	30,907	6	3,8	149,0	81,0	125,0	DDA
30.03.2007	37,967	30,907	6	3,9	9,1	54,0	-93,7	KOERI

5. SONUÇLAR

Bu tez çalışması kapsamında Antalya ve yakın çevresindeki tarihsel ve aletsel dönemde meydana gelen depremler incelenmiştir.

104 yıllık deprem verileri araştırıldığında, 90'lı yıllardan sonra deprem kayıt istasyonların artışı da baz alınarak son 20 yıllık süreçte meydana gelen depremlerin sayısında gözle görünür bir artış olduğu belirlenmiştir. Bölgede meydana gelen depremlerin %84'ünün sığ odaklı depremler, %16'sının ise orta derinlikteki depremler olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca çalışma alanı ve çevresinde meydana gelen depremlerin ise düzensiz dağılım gösterdiği görülmektedir.

Bölgede meydana gelen depremlerin %54'ünün denizel alanda, %46'sının ise karasal alanda meydana geldiğini gözlemlenmiştir. Tüm deprem verileri değerlendirildiğinde depremlerin %92'sinin $2 \leq Mw < 4$ büyüklüğünde olduğu belirlenmiştir.

Akdeniz Bölgesi'nin tarihsel dönemde 6 adet yıkıcı depreme maruz kaldığı ve bu depremler sonucunda birçok yerleşim yerinin terkedildiği bilgisine ulaşılmıştır. Bu depremlerin en çok Antalya Körfezi ve sahil bandı yakınlarındaki antik kentleri etkilediği görülmektedir. Arkeolojik kayıtlarda bazı antik kentlerin depremler sebebiyle sular altında kaldığı ifade edilmektedir.

Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki aktif tektonizmayı şekillendiren önemli jeolojik unsurların; Antalya Fay Zonu, Helenik- Kıbrıs Yayı, güneybatı da Florence Yükselimi ve kuzeyde ise Isparta Açısı olduğunu söyleyebiliriz. Meydana gelen sismik aktivitenin daha çok Helenik – Kıbrıs Yay ve Florence Yükselimi ile Antalya Havzası arasında kalan bölümünde gerçekleştiği görülmektedir.

Doğu Akdeniz Bölgesi'nin batimetrik haritaları incelendiğinde yükseltinin Anaximander Dağı ve Florence Yükselimi'ne doğru artış gösterdiği görülmüştür. Yükseltinin yaklaşık olarak 2000 metreye kadar ulaştığı belirlenmiştir.

Bölgenin genelinde sığ odaklı depremler hâkim olmasına rağmen Kıbrıs Yayı'nın güney kısmında Antalya Havzası olarak adlandırılan bölgede derin depremlerin meydana geldiği görülmüştür. Bu bilgi bize dalma batma zonunun varlığını işaret ettiği düşündürmektedir.

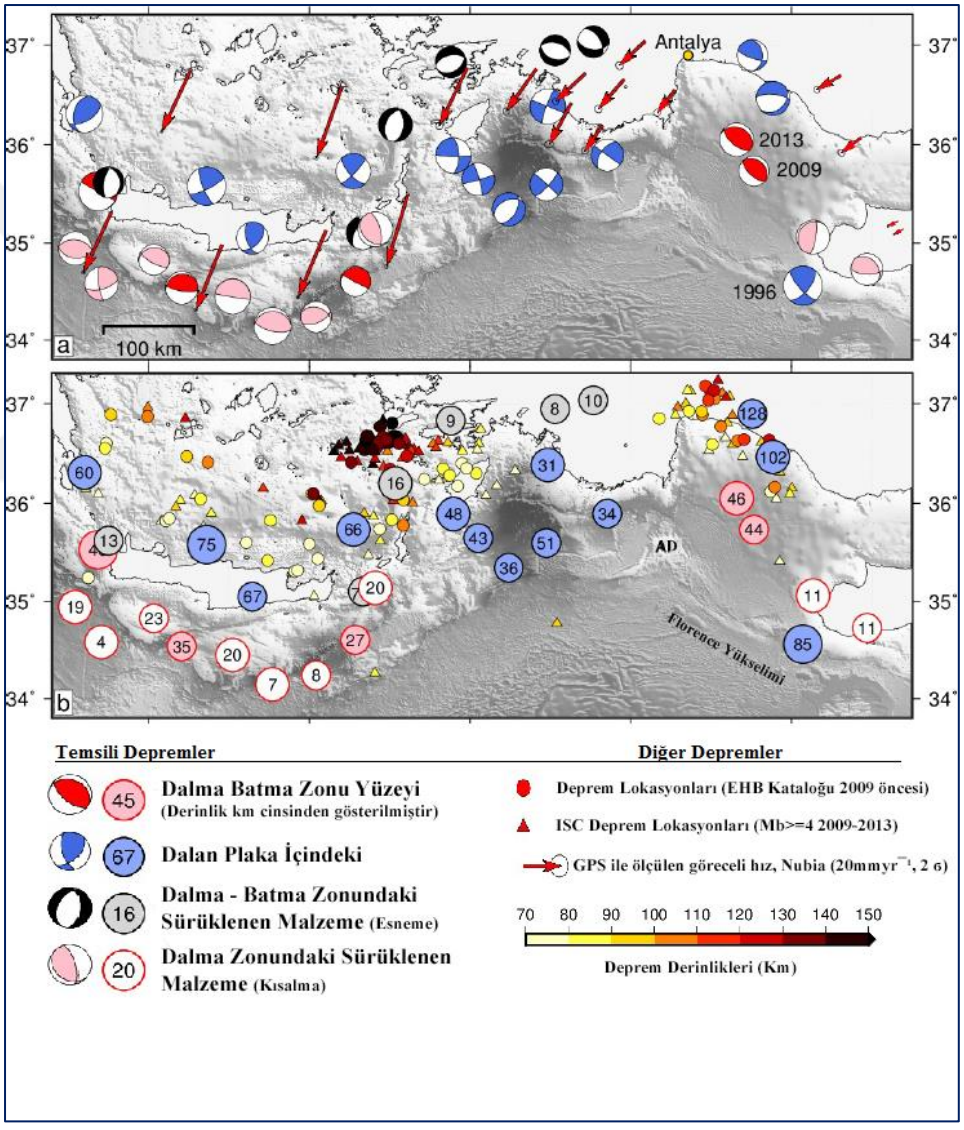
Meydana gelen depremlerin odak mekanizması çözümleri sonucunda bölgedeki genel faylanma türünün doğrultu atımlı fay olduğu görülmektedir. K-G gidişli Antalya Fay zonu boyunca ise normal faylanmalar mevcuttur. Mevcut veriler ışığında bölgedeki ana fay karakterini sağ ve sol yönlü doğrultu atımlı faylanma olarak değerlendirebiliriz.

Bilindiği üzere kara alanında bilinen bölgedeki en önemli fay Aksu Fayı'dır. Bu fay güneyde Akdeniz'e girerek Aksu-Kyrenia-Misis Fayı'nı oluşturmaktadır. Kara alanında yüzey kırığı oluşturacak büyüklükte bir deprem oluşturmadığı için aktivitesi tartışmalı olmakla birlikte bazı orta ve küçük depremlerin bu fay ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Aksu Fayı ile ilişkilendirilebilecek deprem verisi Şekil 14'de

görülmektedir. Fayın denizde kalan kısmında, Manavgat'ın güneyde yer alan Mw= 4.4 ve 4.8 büyüklüklerinde iki depremin bu fay ile alakalı olabileceği düşünülmektedir.

En güneyinde 4.8'lik depremin sol yanal bileşeninin baskın, Manavgat'a yakın olan depremin de yine sol yanal bileşenli bir fay ile ilişkili olduğu görülmektedir. Bununla birlikte karada yine bu fay ile alakalı olabilecek KG doğrultulu Mw=5.4 büyüklüğünde bir deprem görülmektedir (Şekil 15).

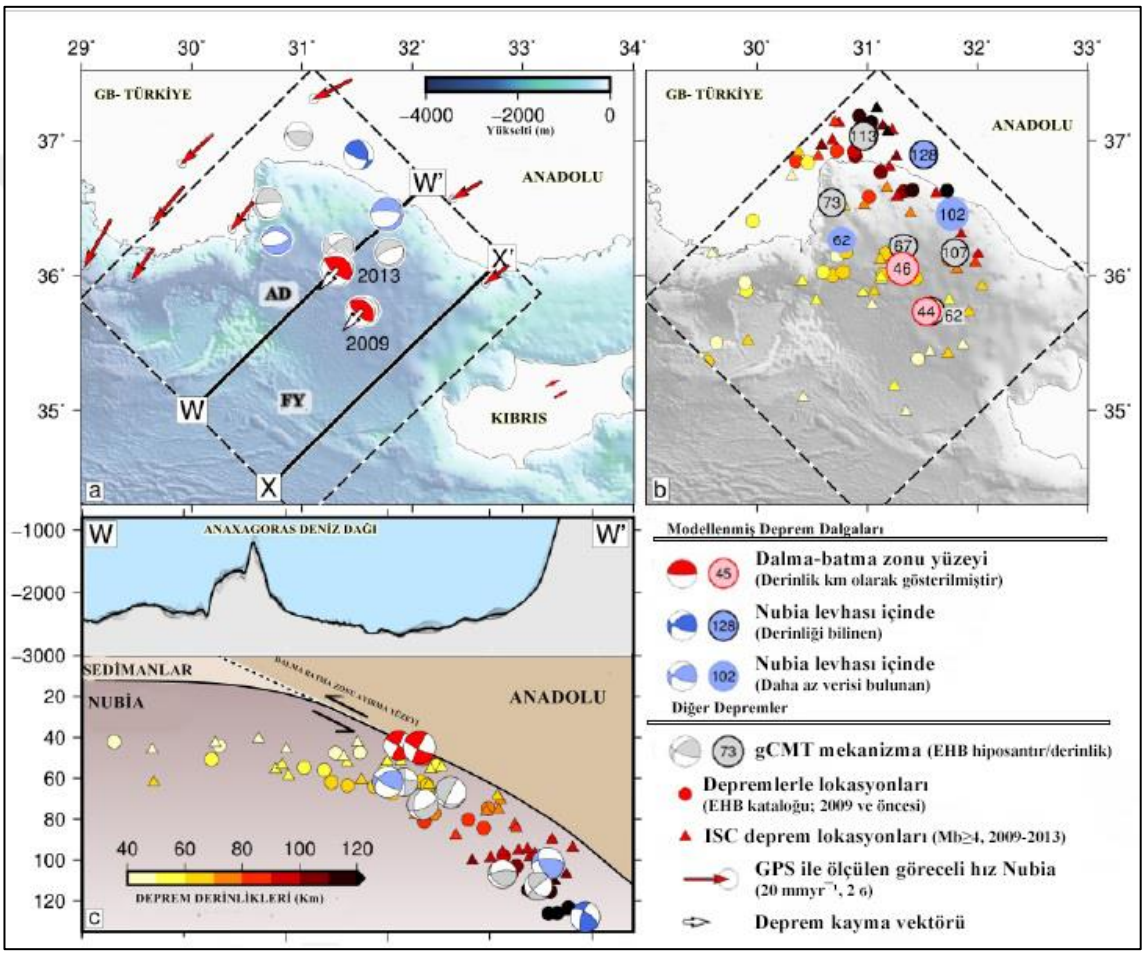
Kara alanında bilinen ve diri fay haritasında da yer alan diğer önemli bir fay ise Kovada Grabeni'ni oluşturan KG doğrultulu normal faydır. Bu fay ile ilgili olabilecek en önemli deprem Şekil 15'de Eğirdir Gölü'nün hemen güneyinde görülen Mw=5.1'lik depremdir.



Şekil 17. Doğu Akdeniz depremselliğinin genel görünümü. **a)** Avrasya ve Nubia levhaları arasındaki dalma zonu ayrışma yüzeyi üzerinde meydana gelen depremlerin mekanizmasının temsili dalga biçimli modellemesi(kırmızı), Dalan Nubia Plakası içindekiler(mavi), ters faylanma(pembe) ve Ege Denizi'nin bindiren ürünleri içerisinde

normal faylanma sonucu oluşan depremler (siyah) gösterilmiştir (Shaw ve Jackson 2010; Howell vd. 2017)'den değiştirilerek alınmıştır; **b)** Şekil 18a'da belirtilen depremlerin merkez derinlikleri (km). Mekanizmalar (Jackson ve McKenzie 1984; Lyon-Caen vd. 1988; Taymaz vd. 1990; Parke 2001; Benetatos vd. 2004; Pilidou vd. 2004; Shaw ve Jackson 2010; Howell vd. 2017)'den değiştirilerek alınmıştır

Howell vd. (2017), yaptıkları çalışmada Doğu Akdeniz'de, Ege ve Kıbrıs yayları ile alakalı depremleri irdelemiş ve bu depremlerin odak derinliklerine göre dalan levha içi, altı ve dalma arayüzeyine göre sınıflandırmışlardır (Şekil 17 ve 18).



Şekil 18. Güneybatı Türkiye ile Kıbrıs arasında kalan dalma zonunun depremselliği. **a)** Dalma zonu yüzeyi üzerindeki depremlerin odak mekanizmaları (kırmızı) ve bölgedeki dalan plaka kesikli çizgiler ile sınırlandırılmıştır; **b)** Şekil 18a'da görülen depremlerin derinlikleri. Veriler (Engdahl vd. 1998; International Seismological Centre 2016)'dan alınmıştır; **c)** Dalma zonuna doğru olan yorumlanmış kesişme bölgesi, W-W kesit üzerine düşen deprem mekanizmasını gösteren enine kesit (Howell vd. 2017)'den değiştirilerek alınmıştır

Şekil 18'de Kıbrıs ve GB Anadolu arasında meydana gelmiş depremlerin derinlik ve odak mekanizması çözümleri görülmektedir (Howell vd. 2017). Şekil 17 ve 18a'da görülen depremler yaklaşık 130km'lik odak derinliğine kadar ulaşmakta olup, açıkça KD'ya doğru dalan levhayı işaret etmektedirler. Şekil 18-a'da kırmızı ile belirtilmiş 2009 ve 2013 depremleri ~ 45 km derinlikte meydana gelmiş ters faylanmadan kaynaklanmakta olup, dalma zonu arayüzeyinde oluşmuşlardır (Şekil 18c). Bu fayların odak çözümlerinde KD'ya doğru eğilimli olmaları, dalma zonunun eğim yönüyle örtüşmektedirler. Bu durum depremlerin hiposantrının dalan levhanın üst yüzeyine yakın bir yerde meydana geldiğini ifade etmektedir (Howell 2017). Bu depremlerle elde edilen diğer önemli bir sonuç ise, fayların kayma vektörleri ile, Nubia ve Anadolu Levhaları arasındaki göreceli hareketi temsil eden GPS vektörlerinin uyumluluğudur (Şekil 18a).

Antalya Körfezi ve yakın çevresi dalma zonundan dolayı çeşitli bir faylanma ve dolayısıyla deprem üretme potansiyeline sahiptir. Deniz tabanında bilinen ve bilinmeyen pek çok aktif faylanmanın olduğu şüphesizdir. Deniz alanlarında aktif fayların belirlenmesi için şüphesiz ki deniz araştırmalarına ihtiyaç vardır. Özellikle deniz tabanı topoğrafyasının ve haritasının çok ışınlı iskandil (multibeam) yöntemleri belirlenip, gerekli ya da şüpheli yerlerden de sığ sismik kesitlerin alınması, yine bu alanlardan gravite karot alımlarının gerçekleştirilmesiyle, su altı paleosismoloji çalışmalarının yapılması bu alanlardaki geçmiş depremlerin belirlenmesine yardımcı olacaktır. Deniz tabanı aktif fay haritalarının ortaya çıkarılması ile deprem tehlike risk analizlerinin yapılması ve tsunami üretme potansiyeline sahip fayların belirlenmesi gibi önemli konuların aydınlatılmasında önemli rol oynayacağı açıktır.

6. KAYNAKLAR

Aksu, A. E., Hall, J., Yaltırak, C. 2009. Miocene–Recent evolution of Anaximander Mountains and Finike Basin at the junction of Hellenic and Cyprus Arcs, eastern Mediterranean. *Marine Geology*, 258: 24-47.

Aksu, A.E., Hall, J., Yaltırak, C., Çınar, E., Küçük, M., Çiftçi, G. 2014. Late Miocene–Recent evolution of the Finike Basin and its linkages with the Beydağlari complex and the Anaximander Mountains, eastern Mediterranean. *Tectonophysics,* 21.

Ambraseys, N. N., Finkel, C.F. 1995. The seismicity of Turkey and Adjacent areas. A Historical review 1500-1800. Eren Yayıncılık. İstanbul, 240 s.

Benetatos, C., Kiratzi, A., Papazachos, C. and Karakaisis, G. 2004. Focal mechanisms of shallow and intermediate depth earthquakes along the Hellenic Arc. *Journal of Geodynamics*, 37(2): 253-296.

Biryol, C.B., Beck, S.L., Zandt, G., Özacar, A.A., 2011. Segmented African lithosphere beneath the Anatolian region inferred from teleseismic P-wave tomography. *Geophysical Journal International*, 184: 1037–1057.

Bozkurt, E. 2001. Neotectonics of Turkey a synthesis. *Geodin Acta*, 14: 3–30.

Comninakis, M. G., Papazachos, B. C. 1972. Seismicity and some tectonic features of the Mediterranean ridge. *Geological Society Bulletin*, 83: 1093-1102.

DeMets, C., Gordon, R.G.R. ve Argus, D.D.F. 2010. Geologically current plate motions. *Geophysical Journal International,* 181:1.

Demirtaş, R. ve Yılmaz, R. 1996. Türkiye'nin Sismotektoniği. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Yayınları, Ankara, 915 s.

Duggan, P.M.T., 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,* 7: 123-170.

Duman, T. Y., Çan, T., Emre, Ö., Kadirioğlu, F.T., Başarır Baştürk, N., Kılıç, T., Arslan, S., Özalp, S., Kartal, R.F., Kalafat, D., Karakaya, F., Eroğlu Azak, T., Özel, N. M., Engintav, S., Akkar, S. vd. 2017. Türkiye Sismotektonik Haritası ve Kitabı. MTA Genel Müdürlüğü Yayınları. Özel Yayın Serisi: 34, Ankara.

Engdahl, E., Van der Hilst, R. and Buland, R. 1998. Global teleseismic earthquake relocation with improved travel times and procedures for depth determination. *Bulletin of the Seismological Society of America.* 88: 722-743.

Ergin, K., Güçlü, U. ve Uz, Z. 1967. Türkiye ve Civarının Deprem Kataloğu (Milattan sonraki yıllardan 1964 sonuna kadar). İst. Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Arz Fiziği Enstitüsü Yayınları. 28, İstanbul.

Ergün, M. 2006. Doğu Akdeniz'in güncel tektoniği ve irdelemeler. Aktif Tektonik Araştırma Grubu Toplantısı, s. 29, 2-4 Kasım, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Garfunkel, Z., Ben-Avraham, Z. ve Kağan, E. 2014. Dead sea transform fault system reviews, *Springer,* 6: 109-150. Berlin.

Gökçe, O., Demir, A. ve Özden, Ş. 2008. Türkiye'de afetlerin mekansal ve istatiksel dağılımı afet bilgileri envanteri. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Afet Etüt ve Hasar Tespit Daire Başkanlığı, Ankara, s. 9-11.

Granot, R., 2016. Palaeozoic oceanic crust preserved beneath the eastern Mediterranean. *Nature Geoscience*, 9 (9) : 701-705.

Gülen, L., Barka, A., Toksöz, M.N. 1987. Continental collision and related complex deformation: Maraş Triple Junction and surrounding structures, southeastern Turkey. *Yerbilimleri Bullettin. Earth Science. Application. and Research. Center*, Hacettepe Üniversitesi, 14: 319-336.

Hempton M.R. 1982. The North Anatolian fault and complexities of continental escape, *J. Struc. Geol*. 4 502-504.

Harrison, R. W., Newell, W.L., Batıhanlı, H., Panayides I., Mcgeehin, J.P., Mahan S.A., Özhür, A., Tsiolakis, E.,Necdet M. 2004. Tectonic framework and Late Cenozoic tectonic history of the northern part of Cyprus: implications for earthquake hazards and regional tectonics. *Journal of Asian Earth Sciences, 23: 191-210.*

Howell, A., Jakson, J., Copley, A., McKenzie, D. Ve Nissen, Ed. 2017. Subduction and vertical coastal motions in the eastern Mediterranean. *Oxford University Press*, 211: 593-629.

Jackson, J.A. & McKenzie, D. 1984. Active tectonics of the Alpine- Himalayan Belt between western Turkey and Pakistan, *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, 77: 185–264.

Kempler, D. and Ben-Avraham Z. 1987. The tectonic evolution of the Cyprean Arc. *Ann Tecton*, 1: 58–71.

Kempler, D. and Garfunkel, Z. 1994. Structures and kinematics in the northeastern Mediterranean: a study of an irregular plate boundary. *Tectonophysics*, 234:19–32.

Lyon-Caen, H., vd. 1986. Kalamata (South Peloponnesus) Earthquake: Detailed study of a normal fault, evidences for east-west extension in the Hellenic Arc. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth.* 93: (B12), 14,967-15,000.

McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., Gürkan, O., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H. vd. (2000). GPS constraints on plate kinematics and dynamics in the Eastern Mediterrenean and Caucasus. *Journal of Geophysical Research*, 105: 5695-5719.

McKenzie, Dan. 1972. Active Tectonics of the Mediterranean Region. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society,* 30 : 109-185.

Papazachos, B.C. and Papaioannou, Ch.A., 1999. Lithospheric boundaries and plate motions in the Cyprus area. *Tectonophysics*, 308: 193–204.

Parke, J. R. 2001. Active Tectonic and Sedimentary Processes in Western Turkey, PhD thesis, University of Cambridge, England.

Pilidou, S., Priestley, K., Jackson, J. and Maggi, A. 2004. The 1996 Cyprus earthquake: a large, deep event in the Cyprean Arc. *Geophysical Journal International*, 158(1): 85-97.

Pirazzaoli, P. A. 1996. Uplift of ancient Greek Coastal sites. İn: Stiros, S. – Jones, R.E. (Ed.), Archaeoseismology. *Britisth School of Archaeology at Athnes, Fitch Occasional*, 7 :253-257.

Reilinger RE,. McClusky, S. C , Oral, M. B, King, R. W., Toksoz, M. N., Barka, A. A., Kinik, I., Lenk, O. ve Sanli, I. 1997. Global positioning system measurements of present-day crustal movements in the Arabia-Africa-Eurasia plate collision zone. *Journal of Geophysical Research*, 102: 9983–9999.

Reilinger, R., McClusky, S., Vernant, P., Lawrence, S., Ergintav, S., Cakmak, R., Ozener, H., Kadirov, F., Guliev, I., Stepanyan, R.. vd. 2006. GPS Constraints on Continental Deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions. *Journal of Geophysical Research*, 111.

Robertson, A.H.F. and Grasso, M. 1995. Overview of the late Tertiary; recent tectonic and palaeo-environmental development of the Mediterranean region, Later Tertiary-Quaternary Mediterranean tectonics and paleoenvironments. *Terra Nova*, 7: 114-127.

Ruff, L. and Kanamori, H. 1980. Seismicity and the subduction process. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 23: 240-252.

Sage, L. and Letouzey, J. 1990. Convergence of the African and Eurasian plate in the eastern Mediterranean. Petroleum and Tectonics in Mobile Belts. *4th IFP Explor. Prod. Res. Conf. November, 14-18, 1988,* Bordeaux.

Shaw, B. and Jackson, J. 2010. Earthquake mechanisms and active tectonics of the Hellenic subduction zone. *Geophysical Journal International,* 181: 966-984.

Sellier, N., Loncke, L., Vendeville, B., Mascle, J., Zitter, T., Woodside, J. Ve Loubrieu, B. 2013. Post-Messinian evolution of the Florence Ridge area (Western Cyprus Arc), Part I: Morphostructural analysis, *Tectonophysics*, 591: 131-142.

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

Şengör A.M.C., Görür .N, Şaroglu F., 1985. Strike-slip faulting and related basi n formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, in: Biddle K.T., Christie-Slick N. (Eds.), Strike-slip Faulting and Basin Formation, Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Sp. Pub., 37, , pp. 227-264.

Şengör A.M.C., Barka A.A., 1992. Evolution of escape-related Strike-slip systems: implications for distribution of collisional orogens, 29th International Geological Congress, Kyoto, Japan, Abstracts I, p. 232.

Taymaz, T., Jackson, J. and Westawy, R. 1990. Earthquake mechanisms in the Hellenic Trench near Crete. *Geophysical Journal International*. 102: (3), 695-731.

TMMOB. 1997. Antalya şubesi adına İnşaat Mühendisleri Odası, Ağustos- Eylül , s:16

Woodside, J. M. and Bowin, C. 1970. Gravity anomalies and inferred crustal structures in eastern Mediterranean Sea. *Geological Society of America Bulletin*, 81: 1107.

Woodside, J. M. 1977. Tectonic elements and crust of the eastern Mediterranean. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Societ,* 47: 439-514.

Woodside, J. M. and Williams, S. A. 1977. Geophysical data report of eastern Mediterranean sea: RRS Shackleton cruises 3/72, 5/72 and 1/74, report of department of geodesy and geophysics, Cambridge University, (unpublished) p.225.

Woodside, J. M., Mascle, J., Zitter, T., Limonov, A., Ergün, M. and Volkonskaia, A. 2002. The Florence Rise, the Western Bend of the Cyprus Arc. *Marine Geology*, 1850: 3-4, 177-194.

Wörrle, M. 1975. Zum Wiederaufbau von Myra mit Hilfe des Lykiarchen Opramoas nach dem erdbaben von 141. Chr. J. Borchhardt. Myra. *Eine lykische Metropole in antiker und byzantinischer Zeit.* Berlin.

Yılmaz, L. 2002. Antalya (16. Yüzyılın Sonuna Kadar). Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara, 403 s.

Zitter, T., Woodside, J. and Mascle, J. 2003. The Anaximander Mountains: a clue to the tectonics of southwest Anatolia. *Geological Journal,* 38: 375–394.

Anonim 1: Türkiye ve Çevresindeki Son Depremler. http://www.koeri.boun.edu.tr/ [Son erişim tarihi: 03.10.2020].

Anonymous 2: International Seismological Centre. http://www.isc.ac.uk/ [Son erişim tarihi: 03.10.2020].

Anonymous 3: Central Portal. https://www.emodnet.eu/en/ [Son erişim tarihi: 03.10.2020].

Anonymous 4: Brosolo, L. C. and Mascle, J. 2015. Commission for The Geological Map of The World. https://ccgm.org/en/home/174-carte-morpho-bathymetrique-de-la-mediterranee-orientale-9782917310298.html [Son erişim tarihi: 03.10.2020].

ÖZGEÇMİŞ



EMİNE BOZKURT

Emine.bozkurt@windowslive.com

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2015-2020	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya
Lisans 2010-2014	Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya

ESERLER

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

1- Kabaklı, S. G., Bozkurt, E., Bölük, H. ve Karaman, M. E. (2016). Antik Yapı ve Kayıtlarda Aksu Fayının Depremselliği Üzerine Bir Araştırma. 69. Türkiye Jeoloji Kurultayı. 102-103. (Özet Bildiri)