

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**GÖLPAZARI HAVZASI'NIN (KB Türkiye)
JEOLojİK EVRİMİ**

Esra ÖNDE

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2012**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Esra ÖNDE tarafından hazırlanan “**Gölpazarı Havzası’nın Jeolojik Evrimi (KB Türkiye)**” adlı tez çalışması 29/06/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile **Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Nizamettin KAZANCI

Eş-Danışman: Prof. Dr. Gürol SEYİTOĞLU

Jüri Üyeleri :

Başkan: Prof. Dr. Mustafa ERGİN

Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Nizamettin KAZANCI

Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Yrd. Doç Dr. Bülent KAYPAK

Ankara Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof.Dr. Özer KOLSARICI

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

GÖLPAZARI HAVZASI'NIN (KB Türkiye) JEOLJİK EVRİMİ

Esra ÖNDE

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nizamettin Kazancı

Eş Danışman: Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu

Gölpazarı Havzası, Türkiye'nin kuzeybatısında, Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde ideal geometrik özelliklerine göre bir çek-ayır havzadır. Tabanı 500 m kotunda bulunan havza DKD-BGB yönünde 12 km uzunluğa sahipken en geniş yeri 4.5 km'dir. Sağ yanal doğrultu atımlı Gölpazarı Fayı'na bağlı olarak meydana gelen Gölpazarı çek-ayır havzası, kuzey ve güneyinden havza tabanından 700 m'yi aşan Aktaş ve Dokuz platoları ile çevrelenmektedir. Bu yükseltilerin önlerinde yer alan dağ önü faylarından KB ve GD tarafındakiler doğrultu atım, KD ve GB kenarındakiler ise daha çok normal fay karakteri göstermektedir. 1963 yılına kadar havzanın batı kesiminin bir göl ile örtüldüğü bilinmektedir. Taban seviyesinin GB'ya doğru eğimlenmesi, söz konusu fayların göreceli aktivitelerinin sonucudur. Kuvaterner'in ilk yarılarında kapalı bir çöküntü durumunda olan havzanın güneyinde daha sonra Akçay tarafından bir boğaz açılmış ve havza dış drenaja açık hale gelmiştir. Havza kenarlarındaki fay sarplıklarının bir bölümünün halen daha taze olmasına karşın kalın havza dolgusunun varlığı, havzanın dış drenaja göreceli olarak yakın bir zamanda açılmış olması, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun havza evriminde esas rolü üstlendiğini göstermektedir.

Haziran 2012, 74 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kuzey Anadolu Fay Zonu, Gölpazarı Fayı, çek-ayır havza, aktif tektonik, morfotektonik.

ABSTRACT

MSc. Thesis

GEOLOGICAL EVOLUTION OF THE GÖLPAZARI BASIN (NW Turkey)

Esra ÖNDE

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Nizamettin Kazancı

Co-Supervisor: Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu

The Gölpazarı basin located on the North Anatolian Fault Zone in NW Turkey, is a pull-apart basin which has ideal geometric features. The basin floor is located at an altitude of 500 m with a size of 12 km in length and 4.5 km in width in ENE-WSW direction. The Gölpazarı pull-apart basin developed in related to the right lateral Gölpazarı fault, has surrounded by the Aktaş and Dokuz plateaus which are steeply rising over 700 m. While the mountain front faults along these plateaus represent strike-slip motion for the NW and SE margins, NE and SW edges are in normal-fault character. Due to the relative activities of these faults, the basin floor has tilted towards west and there was a shallow lake in the west of the depression until 1963. In the Early Quaternary, the Gölpazarı basin was a closed depression and then by the opening of a strait in the south of the basin by the Akçay stream, the basin was opened to external drainage.

Although some fault scarps along the basin borders are formed newly, the existence of a thick Quaternary sequence and the opening of the basin to the external drainage relatively in recent times show that the NAFZ play an important role in the basin revolution.

June 2012, 74 pages

Keywords: The North Anatolian Fault Zone, Gölpazarı Fault, pull-apart basin, active tectonics, morphotectonics

TEŞEKKÜR

‘Gölpazarı Havzası’nın Jeolojik Evrimi (KB Türkiye)’ isimli bu çalışma, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalında 2010-2012 yılları arasında Prof. Dr. Nizamettin KAZANCI’nın danışmanlığı ve Prof. Dr. Gürol SEYİTOĞLU’nun eş danışmanlığında (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı) YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmalarım sırasında sonsuz desteğini hissettiğim, mesleki bilgi ve birikimlerini, katkı ve yorumlarını benden esirgemeyerek değerli zamanını benimle paylaşan danışmanım Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden Sayın Prof. Dr. Nizamettin KAZANCI ve eş danışmanım Sayın Prof. Dr. Gürol SEYİTOĞLU’na teşekkürlerimi sunarım.

Tez jüri üyeleri olarak görüş ve eleştirileriyle tez çalışmasının şekillenmesine katkılarından dolayı Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Mustafa Ergin’e ve Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Bülent Kaypak’a

Tezin teknik kısımları için yardımlarını esirgemeyen Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nden Dr. Korhan ESAT’a, Aksaray Üniversitesi Araştırma Görevlileri Tuba DAĞ, Tulin SANDIKCI ve Emine BAŞTÜRK’e

Lisans ve yüksek lisans hayatım boyunca bildiklerini bana öğretmekten hiçbir zaman çekinmeyen, geleceğe dair doğru adımlar atmam konusunda beni yüreklendiren değerli hocam, arkadaşım Alper GÜRBÜZ’e

Doğduğu günden beri hayatıma renk ve telaş katan hayal gücü sınırsız yeğenim Alper ŞAHİN’e, hayatım boyunca maddi ve manevi destekleriyle yanımda olan, anlayış ve

fedakarlık gösteren, sabırlarını esirgemeyen aileme, okul ve hayata dair yaptığım herşeyi takip eden rahmetli büyük babam Ziraat Mühendisi Necati SERTÇELİK'e ve etrafta n'olup bittiğini artık hiç anlamayan ananem Kamerhan SERTÇELİK'e

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Esra ÖNDE

Ankara, Haziran 2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ.....	1
1. 1 Çalışma Yeri ve Konusu	2
1. 2 Problem ve Amaç.....	3
1. 3 Materyal ve Yöntem.....	3
1. 4 Önceki Çalışmalar	3
2. GENEL JEOLojİ.....	8
2.1 Stratigrafi	8
2.2 Tektonik	14
2.2.1 Kuzey Anadolu Fay Zonu.....	15
2.2.2 Eskişehir Fay Zonu	20
3. YAPISAL JEOLojİ	23
3.1 Faylar	23
3.1.2 Gölpazarı fayı	24
3.1.3 Kurşunlu-Dereli segmenti.....	24
3.1.4 Gölpazarı-Hüyük segmenti.....	27
3.1.5 Normal faylar.....	28
3.2 Kıvrımlar.....	32
4. MORFOTEKTONİK.....	34
4.1 Drenaj Ağı.....	34

4.2 Havza Kenar Morfolojisi	36
4.3 Havza Taban Morfolojisi	41
5. HAVZA DOLGUSU.....	44
5.1 Kenar Tortulları.....	44
5.2 Havza İçi Tortullar	46
6. DEPREMSELLİK.....	52
7. GÖLPAZARI HAVZASI'NIN JEOLJİK EVRİMİ	57
8. SONUÇLAR	62
KAYNAKLAR	63
ÖZGEÇMİŞ.....	73

KISALTMALAR DİZİNİ

B	Batı
D	Doğu
DEM	Digital Elevation Model (Sayısal yükseklik modeli)
EFZ	Eskişehir Fay Zonu
G	Güney
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
GGB	Güney güneybatı
K	Kuzey
KAF	Kuzey Anadolu Fayı
KAFZ	Kuzey Anadolu Fay Zonu
KB	Kuzeybatı
KD	Kuzeydoğu
KKD	Kuzey kuzeydoğu
MTA	Maden Arama ve Tetkik Genel Müdürlüğü

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1	A) Çalışma alanına ait yer bulduru haritası, B) Havza sınırları.....	1
Şekil 2.1	Şekil 2.1 Çalışma alanı ve çevresinin jeoloji haritası (MTA 2002’den değiştirilerek alınmıştır. Haritadaki kıvrım eksen ve eğimleri Tuncer 2004’ten alınmıştır).....	10
Şekil 2.2	Sipahi Dağı’ nı oluşturan Bilecik kireçtaşları	11
Şekil 2.3	Selvipınar (Tps) ve Yenipazar (Kye) formasyonları.....	12
Şekil 2.4	Selvipınar formasyonuna ait resifal kireçtaşları.....	12
Şekil 2.5	Kızılçay (Tpek) ve Çataltepe (Teça) formasyonları.....	13
Şekil 2.6	Çalışma alanı ve çevresindeki ana tektonik unsurlar	14
Şekil 2.7	Kuzey Anadolu Fay Zonu	15
Şekil 2.8	Ketin’in (1948) Kuzey Anadolu Fay Hattı haritası.....	16
Şekil 2.9	KAFZ içerisindeki Neojen ve Kuvaterner yaşlı havzaların konumları.....	18
Şekil 2.10	KAF boyunca oluşan depremlerin yüzey kırıkları ve atım dağılımları (Şengör vd. 1985).....	19
Şekil 2.11	Doğu Akdeniz ve Yakın Doğu için GPS vektörleri (A), ve tektonik model (B); CAU, Kafkas Bloku; AN, Anadolu Levhası; AE, Ege Levhası (Reilinger vd. 2006’dan alınmıştır)	20
Şekil 2.12	Eskişehir Fay Zonu ve segmentleri (Özsayın ve Dirik 2007, Ocakoğlu 2007’den sadeleştirilerek alınmıştır).....	22
Şekil 3.1	Gölpazarı Havzası ve havzayı oluşturan fayların konumlarını gösteren DEM görüntüsü (GF: Gölpazarı Fayı, S1. Kurşunlu-Dereli segmenti, S2. Gölpazarı-Hüyük Segmenti, F3 ve F4 normal faylar)	23
Şekil 3.2	A) Kurşunlu-Dereli segmentinin Kurşunlu mevki önündeki konumunu gösteren DEM görüntüsü. B) Aynı alanın arazi görüntüsü (Kuzey’den bakış)	25
Şekil 3.3	A) Kurşunlu-Dereli segmentinin sınırladığı Sipahi Dağı. B) Sipahi Dağı üzerindeki fay yüzeyi	25
Şekil 3.4	A) Sipahi Dağı üzerindeki kayma çizikleri. B) Fay kertikleri.....	26
Şekil 3.5	Sipahi Dağı’nda bulunan fay çizikleri ve bunlara ait stereonet diyagramı...	26

Şekil 3.6	A) Havza kuzeyini sınırlayan Gölpazarı-Höyük segmentine ait DEM görüntüsü. B) Aynı alanın arazi görüntüsü (Güney’den bakış)	27
Şekil 3.7	Gölpazarı-Höyük segmentinin Selvipınar formasyonu içerisinde gözlenen kayma yüzeyleri ve fay çiziklerine ait stereonet diyagramı	28
Şekil 3.8	Sağ yönlü doğrultu atımlı fayda Riedel kırıklarının ve eşlenik Riedel yırtılmalarının yönelimleri	29
Şekil 3.9	A) Havza kuzeydoğusunu sınırlayan normal fayın konumunu gösteren DEM görüntüsü. B) Aynı alanın Google Earth görüntüsü (GB’dan bakış).	30
Şekil 3.10	A) Havza güneybatısını sınırlayan normal fayın DEM görüntüsü. B) Aynı alanın arazi görüntüsü (D’den bakış)	31
Şekil 3.11	Havza kuzeydoğusunda yer alan senklinale ait jeoloji haritası ve DEM görüntüsü	32
Şekil 3.12	Havzadaki kıvrım eksenlerinin konumlarını gösteren gül diyagramı	33
Şekil 4.1	Gölpazarı Havzası ve yakın çevresinin drenaj haritası (DSİ 1974’ten değiştirilerek alınmıştır)	34
Şekil 4.2	Gölpazarı Havzası’nın kenarları boyunca hazırlanmış topografik profillerin yerlerini gösteren DEM görüntüsü.....	36
Şekil 4.3	Gölpazarı Havzası’nın kenarları boyunca hazırlanmış topografik profiller.....	36
Şekil 4.4	Gölpazarı-Höyük fayının havza kenar morfolojisindeki izleri, (GB’dan bakış)	37
Şekil 4.5	Havza batısında yer alan verrev faya ait fay sarplığı.....	38
Şekil 4.6	Sipahi Dağı morfolojisinde Kurşunlu-Dereli fayına ait sarplık	38
Şekil 4.7	Havza kuzeyindeki heyelan alanı (G’den bakış).....	39
Şekil 4.8	A) Selvipınar formasyonu B) Selvipınar formasyonu üzerindeki karstik yapılar.....	40
Şekil 4.9	Gölpazarı Havzası taban profillerinin yerlerini gösteren DEM görüntüsü ..	41
Şekil 4.10	Gölpazarı Havzası taban profilleri	41
Şekil 4.11	Gölovası Gölü’ne ait olası kıyı çizgilerini gösteren DEM görüntüsü ve grafik	42
Şekil 5.1	Kurşunlu mevkinde yamaç molozları	43

Şekil 5.2	Kurşunlu mevkinde yamaç molozlarının kapladığı alanı gösteren DEM görüntüsü.....	44
Şekil 5.3	Havzanın GB'sındaki yamaç molozları	44
Şekil 5.4	Şekil 5.4 Gölpazarı Havzası'nda yapılmış sondajların ve rezistivite ölçüm noktalarının yerleri (DSİ, 1974' ten değiştirilerek alınmıştır)	46
Şekil 5.5	Gölpazarı Havzası'nda yapılmış DSİ sondajlarının kestiği istiflerin genel durumu.....	47
Şekil 5.6	Gölpazarı Havzası'nda yapılmış sondajların Kuvaterner tortullarını gösteren loglar	47
Şekil 5.7	Havza kenar fasiyesine ait sondaj logları.....	48
Şekil 5.8	Gölpazarı Havzası'nın rezistivite verilerine göre hazırlanmış kesitleri (DSİ, 1974).....	49
Şekil 6.1	Kuzey Anadolu Fayı (KAF) hattı ve fay boyunca 1939 ve 2003 yılları arasında gerçekleşen ($M \geq 5$) 48 depremin odak mekanizması çözümleri (Şengör vd. 2005).....	52
Şekil 6.2	Gölpazarı Havzası ve yakın çevresinde, 1940- 2011 yılları arasında meydana gelmiş $2.5 < M < 5.0$ büyüklüğündeki depremlerin dağılımını gösteren harita	52
Şekil 6.3	Gölpazarı Havzası ve yakın çevresinde, 1940-2011 yılları arasında meydana gelmiş $2.5 < M < 5.0$ büyüklüğündeki depremlerin grafiksel dağılımı	55
Şekil 7.1	Türkiye'nin tektonik evrimi (Şengör ve Yılmaz 1983).....	57

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 6.1 Gölpaazarı Havzası ve yakın çevresinde, $2.5 < M < 5.0$ büyüklüğündeki depremlerin listesi (1940-2011).....	53
---	----

Bu çalışma, Gölpaazarı Havzası'nın olası tektonik özelliklerini ortaya koymak ve eğer çek-ayır havza ise KB Anadolu'nun neotektonik çerçevesi içindeki yerini belirlemek amacıyla yapılmış olup, bu kapsamda altı bölüm halinde hazırlanmıştır. Yöreyle ilişkin jeolojik sorunlar, amaç ve yöntemler ayrıca anlatılmıştır.

İlk bölümde, çalışma alanının yeri ve konusu, çalışmanın amacı ve bu çalışma sırasında kullanılan yöntemlerden kısaca bahsedilmiş, ikinci bölümde ise çalışma alanı ve yakın çevresinin genel jeolojisi (stratigrafi ve tektonik) hakkında bilgi verilmiştir.

Yapılan tez çalışmasında elde edilen ve derlenen veriler üçüncü, dördüncü ve beşinci bölümlerde anlatılmış, altıncı bölümde bölgenin depremselliği hakkında bilgi verildikten sonra, yedinci bölümde havzanın evrimine ait değerlendirmeler yapılmıştır.

Sonuçlar bölümünde ise bu bölüme kadar anlatılanların genel bir derlemesi yapılarak elde edilen sonuçlar maddelenmiştir.

Çalışmanın planlanması ve ilk aşamasında Gölpaazarı Havzası'nın tektonik/yapısal özellikleri öne çıkarılmışken, sonraki dönemde eş danışmanın, asıl danışmanlığı üstlenmesi gerekmiş bu da havza dolgusu ve sedimantoloji verilerinin daha çok incelenmesi durumunu doğurmuştur. Bunun bir sonucu olarak bu çalışma yapısal jeoloji ve sedimantoloji verilerinin değerlendirildiği bir inceleme halini almıştır.

1.1 Çalışma Yeri ve Konusu

Türkiye'nin kuzeybatısında 40°18'45"-40°11'15" kuzey enlemleri ve 30°07'30"-30°33'40" doğu boylamları arasında yer alan Gölpaazarı Havzası, Bilecik il sınırları içerisindedir (Şekil 1.1). Havza yaklaşık 54 km²'lik bir alan kaplar ve coğrafik olarak 'Doğu Marmara Bölgesi'nde bulunur.

Çalışma alanı 1/25000'lik H24 a3, b4, c1, d2 topoğrafik paftaları içerisinde bulunmaktadır. Çalışma alanında yer alan en önemli yerleşim yeri, havzaya adını veren Gölpazarı ilçesidir. Gölpazarı Havzası'nın üzerinde bulunduğu Bilecik yükseltisi, morfolojik olarak kuzeyde Göynük Çayı, güney ve batıdan ise Sakarya Nehri tarafından sınırlanmakta, ayrıca kuzey ve güneyinden havza tabanından 700 m yüksekliğe ulaşan Aktaş ve Dokuz Platolarınca çevrelenmektedir (Şekil 1.1).

1.2 Problem ve Amaç

Gölpazarı Havzası konumu itibarıyla Türkiye'nin tektonikçe en aktif bölgesinde yer alır (Şekil 1.1). Bu da birinci derece deprem bölgesi içinde yer alan Gölpazarı Havzası'nın oluşum ve gelişim süreçleriyle tanınması gerekliliğini doğurmaktadır. Buna karşın doğrudan havza ve/veya Gölpazarı ilçesine dönük çalışma oldukça azdır ve bunlar yapısal jeoloji konusunda değildir. Bu bilgi eksikliğinden hareketle, havzanın tektonik karakterini belirlemek ve KB Anadolu'nun neotektonik çerçevesindeki konumunu ortaya çıkarmak tezin temel amacıdır.

1.3 Materyal ve Yöntem

Bu çalışmanın başlıca materyali havzanın jeolojisi, havzada yapılmış sondajlar, sahadan toplanan kayaç örnekleri ve tarafımızdan yapılan gözlemlerdir. İnceleme alanının jeolojik özelliklerinin tespiti için 2010 ve 2011 yılları yaz ve güz dönemlerinde arazi çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalarda MTA Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanmış olan 1/100.000 ölçekli Adapazarı-H24 ve Adapazarı-H25 jeoloji haritaları temel alınmıştır. Arazi çalışmalarından elde edilen veriler, DSİ ve özel şirketlerin havzada önceden yapmış olduğu sondaj verileri, Harita Genel Komutanlığı'na yapılan 1/25.000'lik topoğrafik paftalardan oluşturulan Sayısal Yükseklik Modellerine (DEM) işlenmiştir.

1.4 Önceki Çalışmalar

Literatürde Gölpazarı Havzası'nın jeolojik evrimine ilişkin ayrıntılı bir inceleme olmamakla beraber, bölgeyi ve yakın çevresini kapsayan, özellikle bölgenin stratigrafik

niteliklerinin açıklandığı bazı çalışmalar bulunmaktadır. Bunlar havzanın hangi temel kayalar üzerinde geliştiğini göstermeleri bakımından önemlidir. Bu bölümde tarih sıralamasına göre kısaca bunlardan söz edilecektir.

Ürgün (1956), Geyve, Gölpazarı, Taraklı arasında kalan bölgenin stratigrafisini ortaya çıkarmıştır. Bölgenin temelinde yüzeyleyen granit, mermer, mikaşistlerin Karbonifer-Devoniyen yaşlı olabileceğini ifade etmiştir. Bu kayaçların Permo-Karbonifer yaşlı fosilli kireçtaşları tarafından örtüldüğünü ancak bölgede Triyas yaşlı çökellerin bulunmadığını belirtmiştir. Ayrıca, bölgedeki Kretase'yi katlarına ayırmıştır.

Abdüsselamoğlu (1958) Göynük, Gölpazarı bölgesinde denizel Miyosen'in varlığını araştırmış ve bölgede Oligosen ile denizel Miyosen'e ait malzeme bulunmadığını tespit etmiştir. Jura'dan Paleosen-Eosen'e kadar devam eden bir Jura-Üst Kretase denizinin mevcut olduğunu, bu denizin kısmen çekilmesinden sonra tekrar gelişen Paleosen-Eosen denizinde, Paleosen-Eosen'e ait filiş tabakalarının oluştuğunu ve son olarak denizin sığlaşması ile de lagüner fasiyesteki linyitli, bitümlü şist ile kırmızı renkli dentritik formasyonların meydana geldiğini ifade etmiştir.

Eroskay (1965) Paşalar Boğazı-Gölpazarı sahasının 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamıştır. Yazarın hazırladığı stratigrafik kesite göre; Paleozoyik, Derbent kireçtaşı ile; Mesozoyik, Bakırköy kumtaşı, Bilecik kireçtaşı, Vezirhan Formasyonu ve Gölpazarı Grubu ile Senozoyik ise; Selvipınar kireçtaşı, Kızılçay Formasyonu ve Gemiciköy formasyonu ile temsil edilir.

Ural ve Mumcu (1974) Gölpazarı ovasının hidrojeolojisi hakkındaki ilk çalışmadır. Çalışmaya göre Kuvaterner'in kil ve dentritik malzemesi ovada, dere yataklarında ve dağ eteklerinde bulunur. Saha Alpin orojenez fazlarından etkilenmiş olup bir çöküntü durumundadır. Kretase ve Paleosen formasyonlarından kaynaklar çıkar. Bununla beraber ovada yer altı suyunu taşıyan formasyon, Kuvaterner yaşlı alüvyondur. Alüvyonda serbest ve basınçlı akifer bulunur.

Saner (1977) Geyve-Osmaneli-Gölpazarı-Taraklı arasının jeolojisini incelemiştir. Sakarya-Bilecik illeri arasında kalan bölgenin stratigrafisini; Temel Karmaşığı, Permien Kayaçları, Tersiyer Çanağı Çökelleri, Neojen Çökelleri Örtüsü ve Kuvaterner Çökelleri başlıkları altında toplamıştır.

Yılmaz vd. (1981) Abant-Dokurcun arasında kalan Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun kuzey ve güneyindeki tektonik birliklerin jeolojik evrimini açıklamışlardır. Bu araştırmaya göre, bu kesimde Kuzey Anadolu Fay Zonu'na göre biri kuzeyde, diğeri de güneyde (Sakarya Kıtası) olmak üzere iki farklı kaya topluluğu yer alır. Komşu olmalarına rağmen istifler tabandan Üst Eosen'e kadarki kesimde, fayın yanal atımıyla açıklanamayacak kadar farklı zaman, ortam ve koşullarda gelişmiş topluluklar olarak görülmektedirler.

Bilgin (1984) Adapazarı Ovası ve Sapanca oluğunun alüvyal morfolojisi ile Kuvaterner'deki jeomorfolojik gelişimini açıkladığı çalışmasında Geyve, Mağara ve Akkum boğazlarının Sakarya Nehri tarafından kazılmış yarma vadiler olduğunu belirtmiştir. Çalışmada ayrıca Sakarya'nın orta ve güney kısımlarının Miyosen sonrası veya Üst Pliyosen topoğrafyasına yerleştiği ve Pliyosen'de şiddetlenen yükselmelerin akabinde biriken istifin çökmesi sonucu güneydeki Pamukova ve Adapazarı havzalarını birbirine bağlayan Geyve vadisinin büyük 'bir birleştirme boğazı' olduğuna değinilmektedir.

ArDOS (1985) 'Türkiye Ovalarının Jeomorfolojisi' adlı çalışmasında, Gölpazarı Ovası'nın Neojen sonları hatta Kuvaterner'e kadar kapalı bir depresyon durumunda olduğu, bu dönemden sonra Sakarya Nehri'nin bir kolu olan Akçay'ın (Kralbağı Deresi) geriye aşındırması nedeniyle dış drenaja açıldığı ifade edilmektedir.

Besbelli (1991) Adapazarı H25-b1-b4-c1 paftalarının jeoloji haritalarını yapmış ve bölgenin paleocoğrafyası hakkında görüş belirtmiştir. İnceleme alanında, Jura- Tersiyer zaman aralığında çökelmiş yaklaşık 5000m kalınlığında tortul bir istiften bahsedilmiş ve birimler tanıtılıp çökme ortamları hakkında yorum yapılmıştır. Yazar ayrıca inceleme

alanındaki D-B doğrultulu yapısal şekillerin, bölgedeki yaklaşık K-G yönlü sıkışma kuvvetinin sonucunda oluştuğunu söylemiştir.

Didik ve Tekin (1992) Taraklı Geyve kil hamamları ve sıcak su kaynakları üzerinde araştırma yapmışlar, inceleme alanının temelini oluşturduğunu söyledikleri Bilecik kireçtaşlarının yaşını, aldıkları fosil örneklerinde yaptıkları yaşlandırma sonucunda Orta Jura-Alt Kretase olarak belirlemişlerdir.

Gürer (1996) çalışmasında, daha önce İlkışık (1987) tarafından yapılmış manyetotellürik ölçümleri değerlendirmiştir. Bu kapsamda Kuzey Anadolu Fay Zonu'nu, İstanbul ve Sakarya Zonlarını kesen, güneyde Gölpazarı'ndan başlayıp kuzeyde Akçakoca'ya uzanan hattı iki boyutta modellemiştir. Modelde iki önemli sonuç elde edilmiştir. Bunlardan ilki Sakarya kıtasının güney kısmında 26 km derinlikte iletken bir zon (10 ohm-m) saptanmış olmasıdır. Bu; astenosferin bu alanda yükselmesini ya da kabuğun kısmi ergimesini işaret eder. İkinci önemli sonuç ise kuzeyde İstanbul zonunun yakınında, Üçgaziler ve Akçakoca arasındaki bölümde derin iletkenlik yapısı beş farklı iletkenlik katmanı olduğunu göstermektedir. Ayrıca çalışma sonucunda Gölpazarı civarında 25-30 km derinlikte oldukça iletken bir zon tespit edilmiş (10 ohm-m), ancak bunların gösterildiği kesitlerde Gölpazarı bir graben olarak ifade edilmiştir.

Ekmekçi ve Nazik (2004), Gölpazarı havzasını karstik bir sistem olarak değerlendirdikleri çalışmalarında; Orta Sakarya Havzasında yer alan Gölpazarı-Hüyük Karst Sistemi olarak tanımladıkları bölgenin Miyosen sonrası epirojenik kıtasal yükselimle kontrol edildiğini belirtmişlerdir. Çalışma alanındaki tektonik aktivitenin önemli bir sonucu olarak bölgede drenaj değişmiş ve karbonat platformu niteliğindeki alanlar parçalanmıştır. Ayrıca güncel yerleşimi sırasında Sakarya Nehri ve civarında drenaj yeraltından yüzeye doğru değişmiştir. Yazarlar bölge için ortaya koydukları modelde yüzey morfolojisini üç ana safhaya ayırmışlardır. Bunlardan ilki Hüyük bölgesindeki Jura yaşlı ve Gölpazarı bölgesindeki Paleosen yaşlı kireçtaşlarının karstlaşmasıdır. Bu alanlardaki drenaj sistemine ve morfolojiye bakıldığında, karstlaşmanın Geç Miyosen ve Erken Pliyosen dönemlerindeki drenaj sisteminden

etkilendiği gör÷lmektedir. İkinci safhayı ise bölgenin yükselmesi ve pluvial dönemde drenaj sisteminin hızla gelişmesi oluşturmaktadır. Bu aşamada meydana gelen erozyona bağlı olarak karstlaşma taban seviyesi sığlaşmıştır. Bu safha Geç Pliyosen-Erken Pleyistosen'deki polyeleri drene eden düdenlerin tıkanması ve polyelerin göl konumuna gelmesine kadar devam etmiştir. Üçüncü ve son safhada ise Erken Pleyistosen boyunca jeomorfolojik süreçlerin gelişimi tamamen tektonizma kontrolü altındadır. Bunun sonucunda Gölpazarı drenaj sistemi yüzey drenajına dönüşmüş, Sakarya Nehri yatağını kırıklı karbonatlı kayalara doğru kazarak Hüyük depresyonunu kapmıştır.

Çağlar ve İşseven (2004) manyetotellürik ölçümlerle Göynük jeotermal sahasının detaylı incelemesini yapmış ve çalışma alanı ile çevresinin rezistivite yapısını ortaya koymuşlardır. Çalışmada bölge jeolojisi ve Aydın'ın (1986) yaptığı manyetik anomali haritaları korele edilmiş, geniş bir Kuvaterner deposuna sahip Gölpazarı Havzası'nın düşük yoğunluk değeri ($\leq 50\gamma$) sunduğu gör÷lmüştür. Doğru akım yer elektrik kesiti olan D6 ve D7 hatları DSİ'nin daha önce yüzey suyu araştırması için yapmış olduğu manyetotellürik hattına paralel bir uzanım göstermektedir. Yazarlar tüm bu verilerden elde ettikleri sonuçları yorumlayarak Gölpazarı Havzası'nı iki kenarında normal faylar bulunan bir graben olarak yorumlamıştır.

Tuncer (2004) bölgenin jeomorfolojik evrimini anlatan çalışmasında bölgedeki karstlaşmanın etkisinden bahsetmiş ve güncel yerşekillerinin oluşumunun buna bağlı olduğunu anlatmıştır. Bu çalışmada dikkat edilmesi gereken nokta, yapılan karst haritalarında Gölpazarı çöküntü alanının karstik olmayan alan olarak tanımlanmasıdır.

2. GENEL JEOLojİ

Gölpazarı ve yakın civarında tektonik çöküntüler, çöküntüleri dolduran göreceli genç çökeller, çöküntüleri oluşturan faylar ve fayların kestiği yaşlı kayalar en önemli jeolojik elemanlardır. Yaşlı kayalar bölgedeki bütün Neojen ve Kuvaterner havzaların temelini oluştururlar. Bunların bilinmesi havzanın jeolojik evriminin anlaşılması açısından önem teşkil eder.

2.1 Stratigrafi

Bu bölümde Gölpazarı Havzası'nın temel kayaları ile ve yakın çevresinde bulunan birimler yaşlıdan gence doğru açıklanmıştır. Bunlar aynı zamanda doğu Marmara bölgesindeki 'otokton' ve 'allokton' birimlerin stratigrafisidir.

Çalışma alanı ve yakın çevresinin en yaşlı kayaç topluluğu Sakarya Zonu'na ait Alt Paleozoyik yaşlı Söğüt metamorfikleridir. Birim hakkında yakın zamanda hazırlanan MTA Jeoloji Haritasında geniş bilgi verilmiştir (Duru vd. 2002). Söğüt (Bilecik) çevresinde yüzeyleyen mavi ve yeşilistler ile gnays, amfibolit ve granitlerden oluşan kayaçlar için bu adlandırma ilk kez Demirkol (1977) tarafından yapılmıştır. (Duru vd. 2002).

Söğüt metamorfikleri, granit ve granodiyorit kompleksinden oluşan Karbonifer yaşlı Sarıcakaya granitoyidi tarafından kesilmektedir (Duru vd. 2002). Bu temel kayaçlar, Pontidler ve Anatolid-Torid kuşakları arasında Sakarya Zonu'nun alt seviyelerinde yer alan, Permo-Triyas yaşlı Karakaya grubunu oluşturan Gökçekaya metamorfikleri ve Karatepe formasyonu ile tektonik dokanaklıdır (Gedik ve Aksay 2002) (Şekil 2.1).

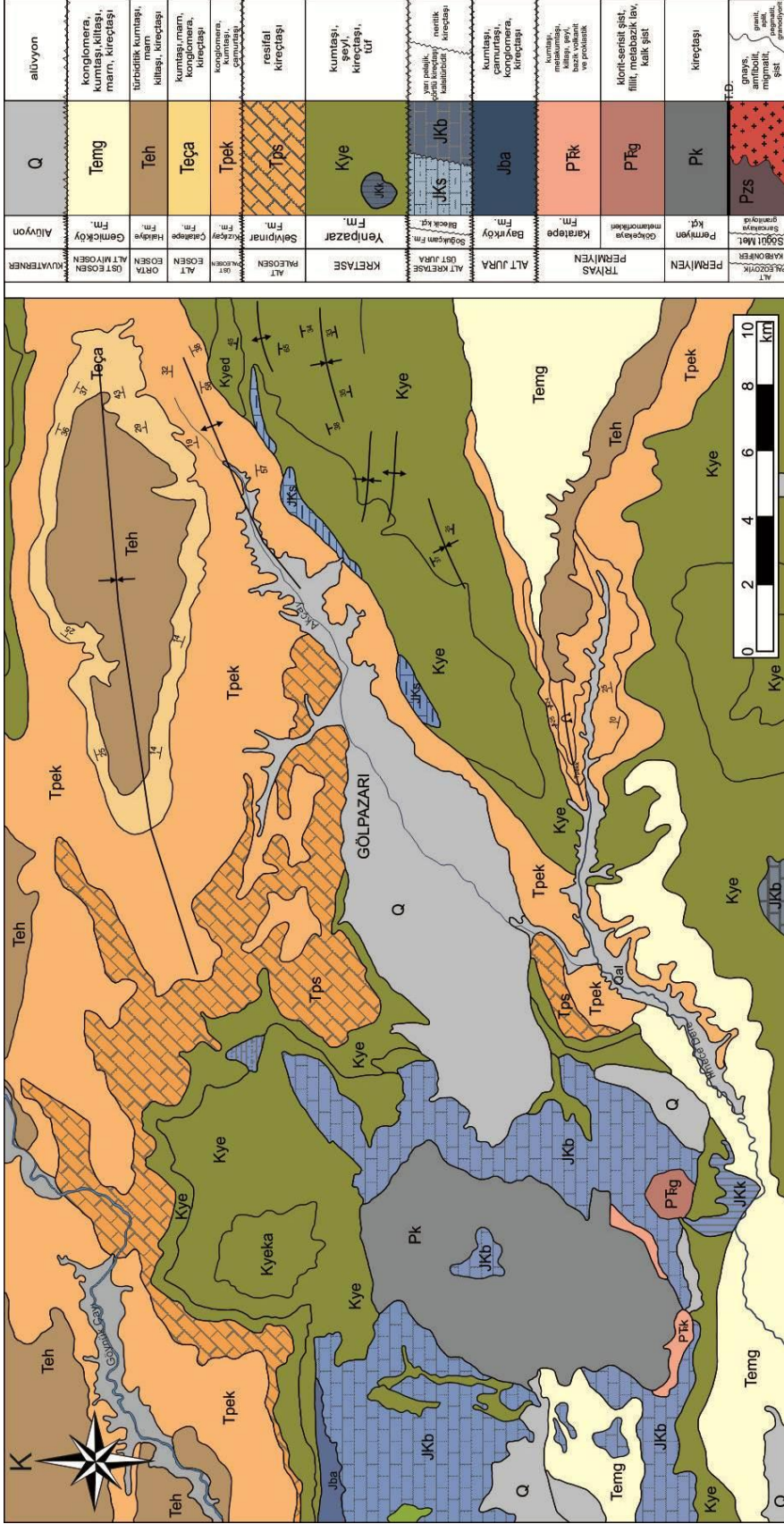
Karatepe formasyonunda farklı büyüklüklerde çeşitli kökene ait kireçtaşı blokları yer almaktadır. Bular farklı yazarlarca farklı şekillerde tanımlanmış olup, gri, bej, beyaz renkli, bol fosillidir (Duru vd. 2002). Kireçtaşları içerisinde Orta Karbonifer-Üst Permiyen yaş aralığında çok sayıda fosil saptanmış ve yaşları buna göre belirlenmiştir (Levent ve Okay 1996, Akyürek vd. 1984, 1996).

Gökçekaya metamorfizmaları Karakaya grubundaki düzenli istifli sahip ve yeşilist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş gri, boz, kahverenkli ince orta tabakalı bol kıvrımlı kesimleri ifade eder. Alt düzeylerinde bej, gri rekristalize kireçtaşı, mermer ve kalkıştıktan oluşan İnhisar mermer üyesi, üst seviyelerinde beyaz-bej renkli çoğunlukla masif görünümlü rekristalize kireçtaşları ve mermerden oluşan ~100 m kalınlığa sahip Eğriköy mermer üyesi bulunur. İlk kez Şentürk ve Karaköse (1979) tarafından Karatepe karışığı olarak tanımlanmış Karatepe formasyonu Karakaya grubunun üst seviyelerini oluşturur. Birim genel olarak boz alacalı kahverenkli kumtaşı, metakumtaşı, şeyl, çamurtaşı, metakonglomera, kireçtaşı, volkanit ve piroklastik malzeme ile Karbonifer ve Permian yaşlı kireçtaşı bloklarından oluşur ve 600-1000 m arasında değişen kalınlığa sahiptir (Duru vd. 2002).

Permian-Triyas yaşlı bu birimler üzerine Liyas (Alt Jura) yaşlı Bayırköy formasyonu uyumsuz olarak gelmektedir. Birim ilk defa Granit ve Tintant (1960) tarafından Bayırköy kumtaşı olarak adlandırılmıştır. Kalınlığı değişken olup, en fazla 700 m 'ye ulaşan istifler oluşturur. Kırmızı, alaca renkli ince-orta tabakalı ve/veya masif, bol çapraz tabakalı, bol fosil içeren (Ammonit, Belemnites, Brachiopoda, Pelecypoda, Gastropoda ve Crinoid) kumtaşları formasyonun egemen litolojisidir (Duru vd. 2002).

Bayırköy formasyonu üzerine, Alt Kretase-Üst Jura Soğukçam formasyonu ile Bilecik kireçtaşı paralel uyumsuzlukta gelmektedir (Duru vd. 2002).

Bilecik kireçtaşı ilk olarak Granit ve Tintant (1960) tarafından tanımlanmış olup beyaz, krem ve pembemsi renklerde orta-kalın katmanlı yer yer masif görünümlü kireçtaşından oluşur (Şekil 2.2). Bilecik kireçtaşı ile yanal ve dikeyde geçişli Soğukçam formasyonu ise beyaz, krem, pembemsi renkli, çörtlü, kil katkılı yarı pelajik kireçtaşı içerir. İstifin kalınlığı kuzey ve doğuda artarak 400-500 m' ye ulaşır (Gedik ve Aksay 2002).



Şekil 2.1 Çalışma alanı ve çevresinin jeoloji haritası (MTA 2002’den değiştirilerek alınmıştır. Haritadaki kıvrım eksen ve eğimleri

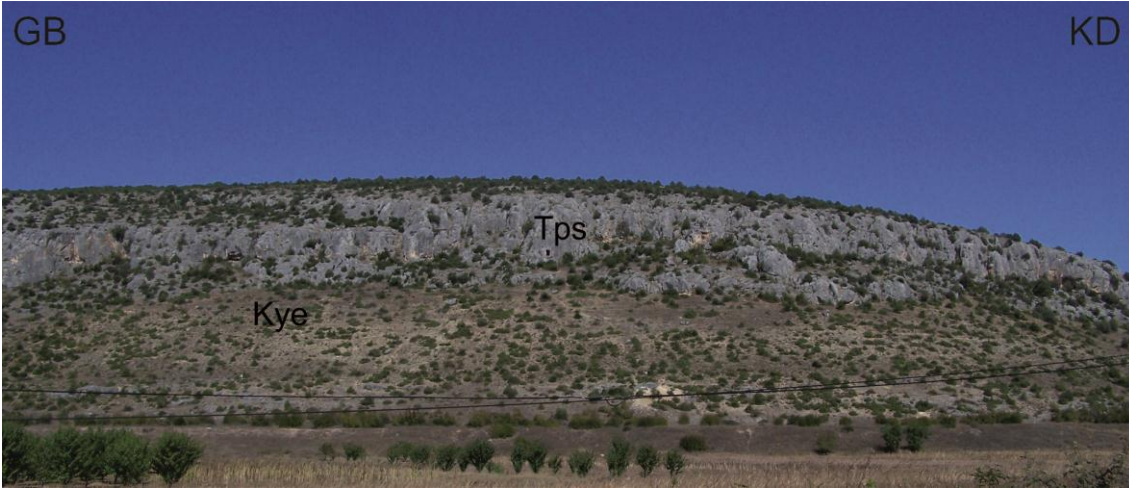
Tuncer 2004’ten alınmıştır).

Bu litolojiler üzerine Apsiyen (Üst Kretase)-Paleosen yaşlı yamaç-havza çökellerinden oluşan ve üste doğru sıkışan bir ortamı temsil eden Yenipazar formasyonu uyumlu olarak gelir (Duru vd. 2002). Birim genel olarak grimsi, yeşil renkli marn ve beyaz, bej, kırmızı, pembe renkli, ince tabakalı mikritik kireçtaşı ile az miktarda konglomeradan oluşmaktadır. Farklı litolojilerde olistostromlar da içeren ve yanal değişim gösteren formasyonun kalınlığının 1500-2000 m olabileceği düşünülmektedir (Gedik ve Aksay 2002).



Şekil 2.2 Sipahi Dağı' nı oluşturan Bilecik kireçtaşları

Yenipazar formasyonu üste doğru farklı lokasyonlarda resifal kireçtaşlarından oluşan Alt Paleosen yaşlı Selvipınar, daha üstte Paleosen yaşlı karasal Kızılçay ve sıkı denizel ortamda çökelmiş Alt Eosen yaşlı Çataltepe formasyonları ile geçişlidir (Şekil 2.3, 2.4). Kızılçay formasyonu üst seviyelerinde, beyaz renkli, ince-orta tabakalı killi kireçtaşı-şeyl aralanması ve bütümlü şeyl içermektedir (Duru vd. 2002).



Şekil 2.3 Selvipınar (Tps) ve Yenipazar (Kye) formasyonları



Şekil 2.4 Selvipınar formasyonuna ait resifal kireçtaşları

Birim Çataltepe formasyonu ile geçişlidir (Şekil 2.5). Çataltepe formasyonu üstte grimsi yeşil renkli, ince-orta tabakalı, kumtaşı, şeyl, kilitaşı, marn ardalanmasından oluşan Alt-Orta Eosen yaşlı Halidiye formasyonu ile dereceli geçişlidir ve yaklaşık 250 m kalınlık gösterir (Duru vd. 2002). İlk olarak Saner (1977) tarafından adlandırılan formasyon bol nümmlütlüdür.



Şekil 2.5 Kızılçay (Tpek) ve Çataltepe (Teça) formasyonları

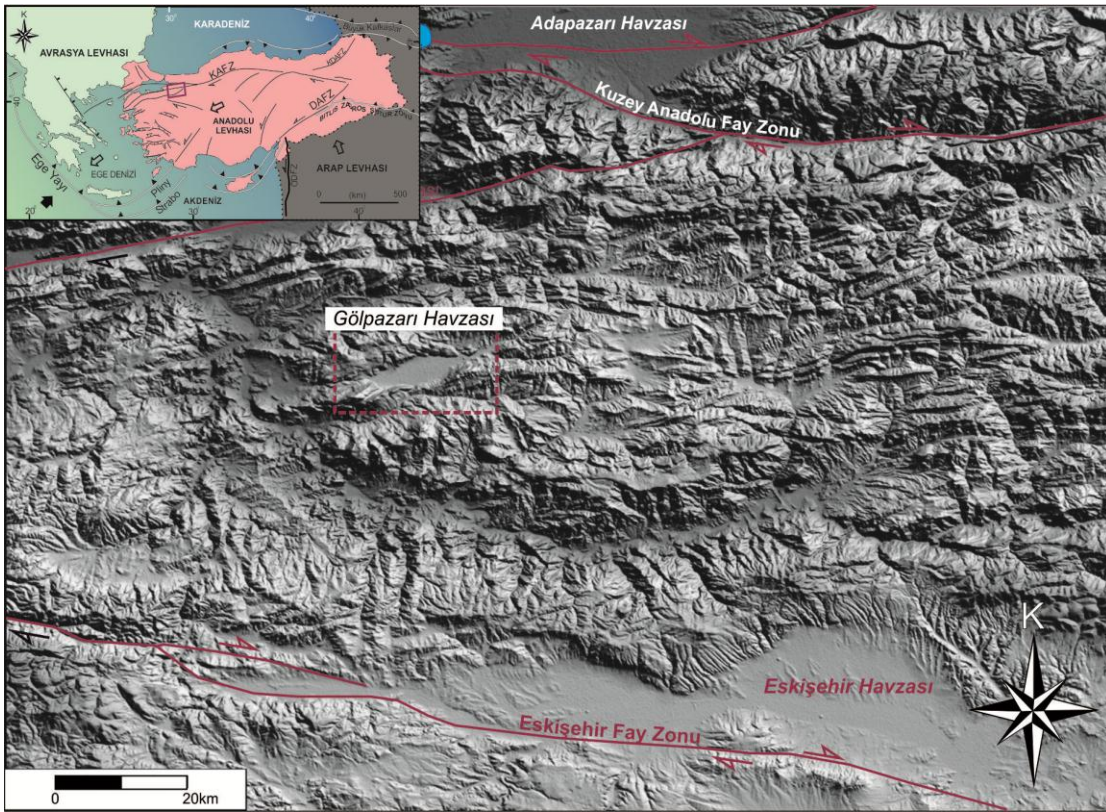
Orta Eosen yaşlı karbonat, kilitaşı, şeyl ve kumtaşı litotojisinden oluşan Halidiye formasyonu arazide bazı yerlerde Çataltepe formasyonu ile geçişli, bu formasyonun bulunmadığı alanlarda ise Kızılçay formasyonu üzerine paralel uyumsuzlukla gelmektedir (Duru vd. 2002). Birim üstte Gemiciköy formasyonu ile paralel uyumsuzdur ve 500 m kalınlık gösterir. İlk kez Eroskay (1965) tarafından adlandırılan Gemiciköy formasyonu konglomera, kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşından oluşur (Gedik ve Aksay 2002). Altta Halidiye formasyonu ile paralel uyumsuzluk gösteren birim üstte Kuvaterner yaşlı birimler tarafından aşılal uyumsuzlukla örtölür. Karasal ve gölsel

ortamda çökelmiş olan formasyonun yaşı Üst Eosen-Alt Miyosen olarak belirlenmiştir (Gedik ve Aksay 2002).

Gölpazarı Havzası içerisinde çalışmanın asıl konusunu oluşturan Kuvaterner yaşlı malzeme, yamaç molozu, akarsu ve göl çökellerinden oluşmaktadır. Bu birimlere ait detaylı bilgi havza dolgusu kısmında verilecektir.

2.2 Tektonik

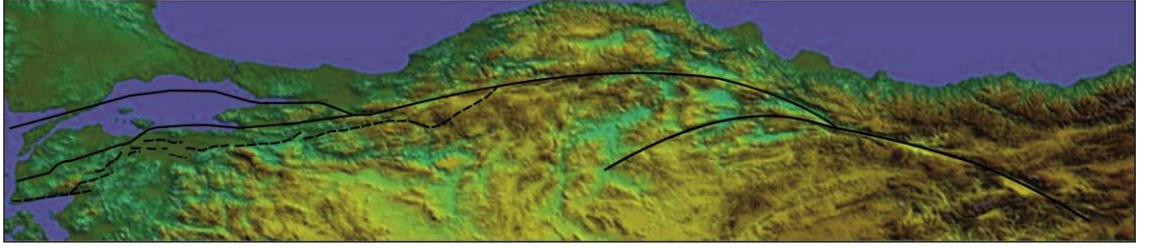
Çalışma alanı, Türkiye'nin önemli iki aktif fay zonu (Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Eskişehir Fay Zonu) arasında yer almaktadır (Şekil 2.6). Bu durum Gölpazarı Havzası'nın oluşumunda bu zonların etken olup olmadığının irdelenmesini gerektirmektedir. Bu kapsamda, bu bölüm dâhilinde Kuzey Anadolu ve Eskişehir Fay Zonları hakkında genel bilgiler verilecektir.



Şekil 2.6 Çalışma alanı ve çevresindeki ana tektonik unsurlar

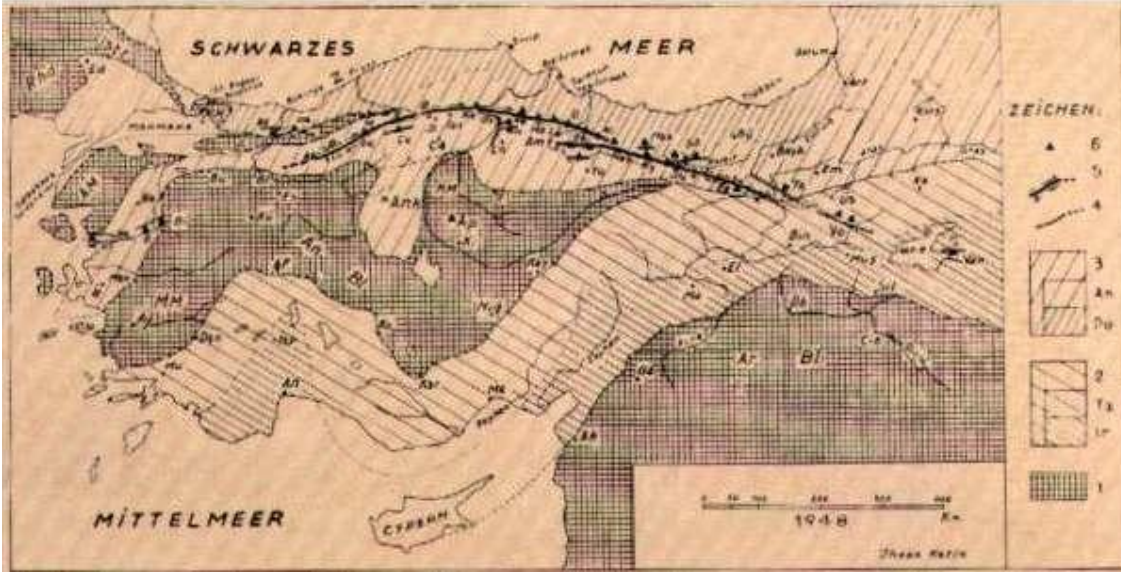
2.2.1 Kuzey Anadolu Fay Zonu

Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) yüksek sismik aktivitesi ve uzunluğu boyunca sebep olduğu morfolojik unsurlar nedeniyle dünyada en iyi bilinen aktif doğrultu atımlı fay zonlarından biridir. Yaklaşık olarak 1200 km uzunluğa sahip bu zon doğuda Karlıova'dan başlayarak batıda Yunanistan'a kadar devam eder (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 Kuzey Anadolu Fay Zonu

19. yüzyılın ortalarından itibaren, farklı çalışmacılar tarafından, çeşitli şekillerde ifade edilmiş bu fay, 1939 yılında Erzincan depremiyle (Ms: 7.8) haritalanmış ve 1948 yılında İhsan Ketin tarafından literatüre kazandırılmıştır (bkz, Ketin 1948, Şekil 2.8). Bu  alışma sonrasında KAFZ üzerinde yapılan yayınlar ile (Ketin 1969, 1976, Allen 1969, 1982, Ambrassey 1969, McKenzie 1972, Şengör 1979, Hancock ve Barka 1980, Şengör ve Canitez 1982, Barka ve Hancock 1984, Şaroğlu 1988, Barka 1992, 1996, Şengör vd. 1985, 2005) fay zonunun oluşumu, karakteri, geometrisi, yaşı, atımı ve hızı gibi özellikleri araştırılarak büyük oranda aydınlatılmıştır.



Şekil 2.8 Ketin'in (1948) Kuzey Anadolu Fay Hattı haritası

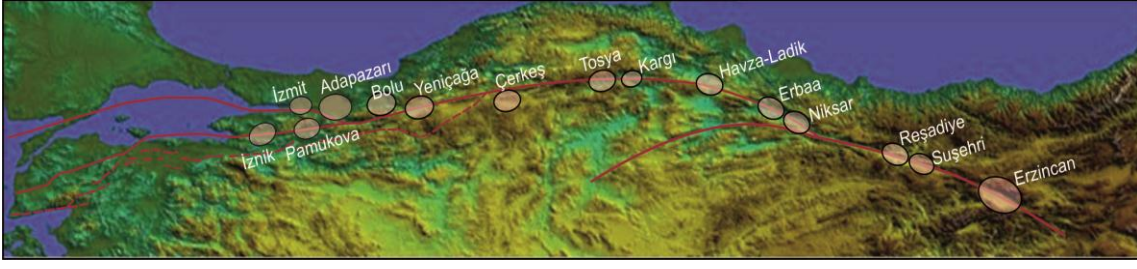
Kuzey Anadolu Fay Zonu, kuzeyde Avrasya Levhasıyla, güneyde Anadolu Levhası arasında bir sınır oluşturur. Karadeniz kıyılarına yaklaşık paralel bir gidiş gösteren, yay şeklindeki bu uzanım yer yer birbirine paralel, yarı paralel ya da örgülü faylar, yer yer de tek bir fay halini alır. Geniş bir yay şeklindeki zonun, ana kolu Kuzey Anadolu Fayı (KAF) olarak adlandırılır. Doğuda sıkışmalı bir yapıya sahip olan KAF, Batı Anadolu'nun güneybatıya doğru dönmesi nedeniyle orta ve batı kısmında gerilmeli bir nitelik kazanır. Bu nitelik fayın özellikle bu kesimlerde yan kollara ayrılmasına sebep olur (Şekil 2.7). Dikkate değer ilk çatallanma Niksar'dan Kırıkkale'ye doğru uzanırken, buna bağlı gelişen ikinci çatallanma Taşova, Suluova, Kızılırmak hattını takip eder (Erturaç 2009). Paleotektonik döneme ait zayıflık zonlarının yeniden hareketlenmesiyle gelişen bu kolların aktivitesi Anadolu içlerine doğru sönümlenmektedir (Erturaç 2009).

KAF batı kesiminde (Bolu'nun batısı) bazı yazarlarca iki, bazı yazarlarca ise üç kola ayrılır (Şekil, 2.7). Yılmaz ve Koral (2007) bu kolları önceki çalışmalar ışığında şu şekilde değerlendirmiştir; kuzey kol Sapanca Gölü, İzmit Körfezi ile Kuzey Marmara çukurluklarını, Saros Körfezi'ndeki Kuzey Ege çukurluğuyla birleştirir (Şengör vd. 1985, Barka ve Kadinsky-Cade 1988, Barka 1992, Armijo vd. 1999, Herece ve Akay 2003), orta kol İznik Gölü, Gemlik Körfezi ile Bandırma Körfezi üzerinden Marmara Denizi'nin güney kıyısı boyunca batıya devam eder (Koçyiğit 1988, Barka 1997) ve son olarak güney kol, orta koldan Pamukova yakınlarında ayrılarak, Yenişehir ve Bursa havzaları ile, Uluabat ve Manyas Gölleri'nin güneyinden geçerek GB-KD yönünde Edremit Körfezi'ne uzanır (Herece 1990, Yaltırak 2002). Bu kollardan kuzey ve orta kol konusunda görüş birliğine varılmış olsa da güney kolun varlığı tartışmalıdır.

KAF'ın tanımlanan ilk doğrultu atımlı fay olması ve tektonik olarak aktif bir kuşak içerisinde önemli bir sismik etkinlik göstermesi, yapının hem yerli hem de yabancı pek çok araştırmacı tarafından çalışılmasına sebep olmuştur. Bunun doğal bir sonucu olarak da fayın özelliklerine (yaşı, uzanımı vb.) dair farklı görüşler ortaya atılmıştır.

KAFZ'nun tamamı ya da bazı kollarının yaşıyla ilgili değerlendirmeler Oligosen' den (Kopp vd. 1969, Okay vd. 1996), Orta-Geç Miyosen'e (Egeran ve Lahn 1944, Erinç vd. 1961, Ketin, 1976, Irrlitz 1972, Tokay 1973, Barka 1981, Şengör vd. 1985, Armijo vd. 1999) ve Pliyo-Kuvaterner'e (Şaroğlu 1988, Emre vd. 1998, Tüysüz vd. 1998, Yaltırak vd. 2000, Westaway ve Arger 2001, Gürbüz ve Gürer 2009) kadar değişiklik göstermektedir. Ayrıca kuzey kol için 200 bin yıla (İmren vd. 2001, Le Pichon vd. 2001, Şengör vd. 2005) varan yaşlar önerilmiştir.

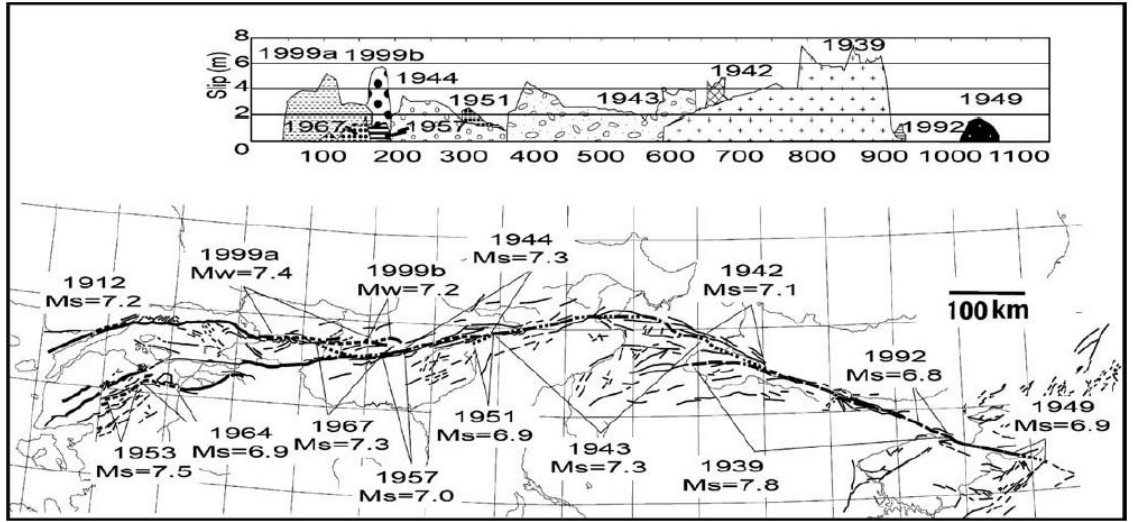
KAF'ın sıçramalar ve bükümler yapması sonucu çok sayıda Neojen ve Kuvaterner yaşlı havza oluşmuştur. Doğudan batıya doğru; Erzincan, Suşehri, Niksar, Taşova-Erbaa, Havza-Ladik, Bolu, Düzce, Adapazarı, Sapanca, İzmit Körfezi ve Marmara Denizi bu havzalardan birkaçıdır (Şengör vd. 2005, Gürbüz ve Gürer, 2009) (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 KAFZ içerisindeki Neojen ve Kuvaterner yaşlı havzaların konumları

KAFZ boyunca en yaşlı havzalar Orta-Geç Miyosen (~11 My) yaşında iken, en genç havzaların Pleyistosen'den (2,6 My) daha genç olduğu ileri sürülmektedir (Irritz 1972, 1972, Barka 1985, Kazancı 1993, Andrieux vd. 1995, Barka vd. 2000, Ünay ve De Brujin 1998, Ünay vd. 2001, Şengör vd. 2005, Tarı 2007).

Yalnızca son 100 yıl içinde KAF üzerinde büyüklüğü 6.6'dan büyük 23 önemli deprem gelişmiştir. 1939 yılından 1999 yılına kadar Kuzey Anadolu Fay Zonu'nda olan 7 büyük depremin (1939, M= 7.9; 1942, M=7.1; 1943, M=7.6; 1944, M=7.4, 1951; M=6.9, 1957; M=7.0; 1967; M=7.1) atım miktarları arasında en yüksek atım miktarı 7,5 m ile 1939 Erzincan depremine aittir (Barka 1996) (Şekil 2.10). Bu depremler Erzincan' dan İzmit Körfezi'ne kadar izlenebilen yüzey kırıkları geliştirmişlerdir.

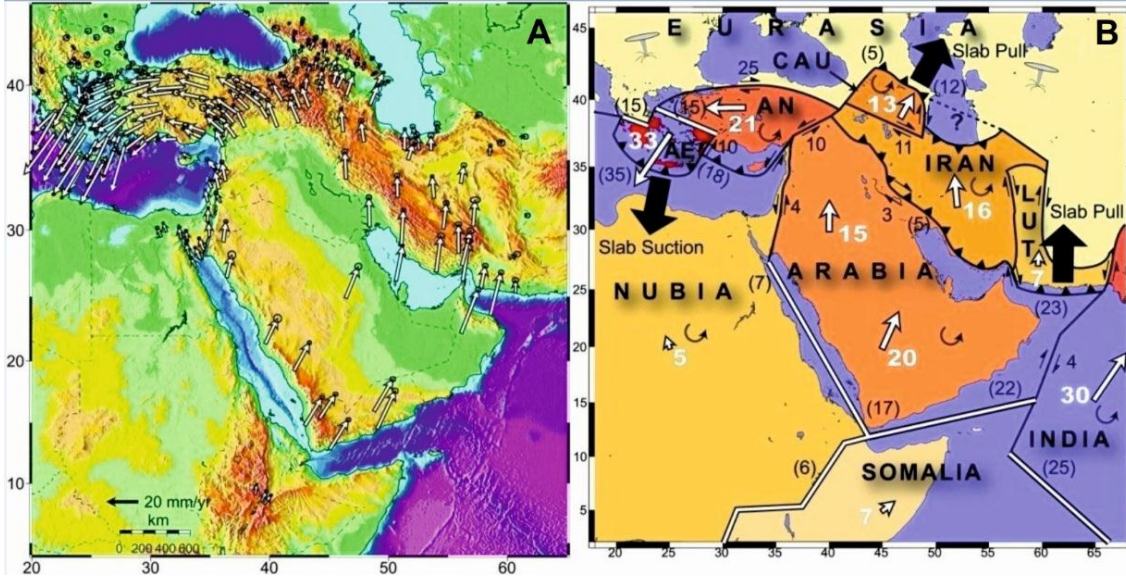


Şekil 2.10 KAF boyunca oluşan depremlerin yüzey kırıkları ve atım dağılımları
(Şengör vd. 1985)

KAFZ'nun üzerinde geliştiği makaslama alanının yüz kilometreye varan bir genişlikte oluşu, hat üzerinde meydana gelen atım değerlerinin ölçülmesini de zorlaştırmaktadır. Fay zonu boyunca verilen atım değerleri 25 km ile 85 km arasında değişmektedir (Seymen 1975, Bergougnan 1976, Şengör 1979, Barka 1981, Barka ve Hancock 1984, Şengör vd. 1985). Seymen (1975), Ankara Erzincan kenet kuşağında 85 ± 5 km'lik sağ yanal bir ötelenmeden bahsetmektedir. Şengör (1979) ise, toplam yer değiştirmenin, batıda doğuya göre daha az olduğunu ifade eder. Ayrıca Bergougnan (1976)'ın haritası da aynı bölgede Seymen'in verdiği değere yakın bir ötelenmeyi göstermektedir. KAF üzerindeki bir başka yer değiştirme miktarı da, doğuda 40 ± 5 km, batıda da 20 ± 5 km olarak verilmektedir (Barka ve Kadinsky-Cade 1988, Barka ve Gülen 1987, 1988 Barka 1992, İmren 2007).

Jackson (1994), Jestin vd. (1994)'nin kabuk hareket hızlarını kullanarak, KAF için kayma hızını yaklaşık 36 mm/yıl hesaplamıştır. Jackson ve McKenzie (1988), 1909-1981 yılları arasındaki depremselliğe dayanarak KAF için yaklaşık 39 mm/yıl (doğu ve orta kısım için) kayma hızı bulmuşlardır. Straub ve Kahle (1995), GPS ölçümlerine dayanarak KAF'ın batı kesiminde kayma hızını (slip rate) 15 ± 3 mm/yıl, Relinger vd. (1997)'de KAF için 30 ± 2 mm/yıl (doğu ve orta kısım için). McClusky vd. (2000) ise, kayma hızını, KAF için yaklaşık 23 ± 1 mm/yıl, DAF için de 9 ± 1 mm/yıl olarak

vermektedir. Kayma hızı tüm bu verilere göre doğudan batıya doğru azalmaktadır. McClusky vd. (2000) ve Meade vd. (2002) çalışmaları göz önüne alındığında fayın batı kesimindeki ortalama hareket hızı; yaklaşık 23-25 mm/yıl alınabilir (İmren 2007) (Şekil 2.11).



Şekil 2.11 Doğu Akdeniz ve Yakın Doğu için GPS vektörleri (A), ve tektonik model (B); CAU, Kafkas Bloku; AN, Anadolu Levhası; AE, Ege Levhası (Reilinger vd. 2006'dan alınmıştır)

Üzerinde ve civarında meydana gelen yeni ve büyük kısmı yıkıcı depremler, hala aktivitesini koruyan KAFZ'nun ve kollarının oluşturduğu yapıların anlaşılması, aktif tektonik bir unsur olması açısından hem Türkiye hem de dünyadaki örnekleriyle karşılaştırılması için önemlidir.

2.2.2 Eskişehir Fay Zonu

Türkiye'nin önemli aktif yapıları arasında yer alan BKB-DGD uzanımlı Eskişehir Fay Zonu hem batı Anadolu'yu orta Anadolu'dan ayıran bir sınır (Barka ve Reilinger,

1997), hem de kuzeyde doğrultu atımlı faylanma ile güneyde kıtasal genişleme sınırında oluşan büyük bir makaslama zonudur (Koçyiğit 2005).

Bu zon, Şengör vd. (1985) tarafından Eskişehir Fayı, Şaroğlu vd. (1987) tarafından Eskişehir-Bursa Fay Zonu, Dirik ve Erol (2003) tarafından Eskişehir-Sultanhanı Fay Sistemi, Koçyiğit (2003) tarafından İnönü-Eskişehir Fayı olarak tanımlanmıştır.

Genişleme bileşenli, sağ yönlü doğrultu atım karakteri gösteren fay Özsayın ve Dirik (2007) tarafından dört alt zonda incelenmiş olup, buna göre fayın Sülüklü- Cihanbeyli arasındaki kısmı, Cihanbeyli Fay Zonu (Çemen vd. 1999), batıda Günyüzü'nden başlayıp doğuda Yeniceoba'ya kadar uzanan KB-GD gidişli kısmı ise, Yeniceoba Fay Zonu (Çemen vd. 1999) olarak adlandırılmıştır (Şekil 2.12). KB-GD doğrultulu, birbirine paralel yarı paralel konumda gelişmiş bu zonlardan Cihanbeyli Fay Zonu normal fay, Yeniceoba Fay Zonu ise normal fay bileşenli sağ yanal doğrultu atımlı faylardan oluşur.

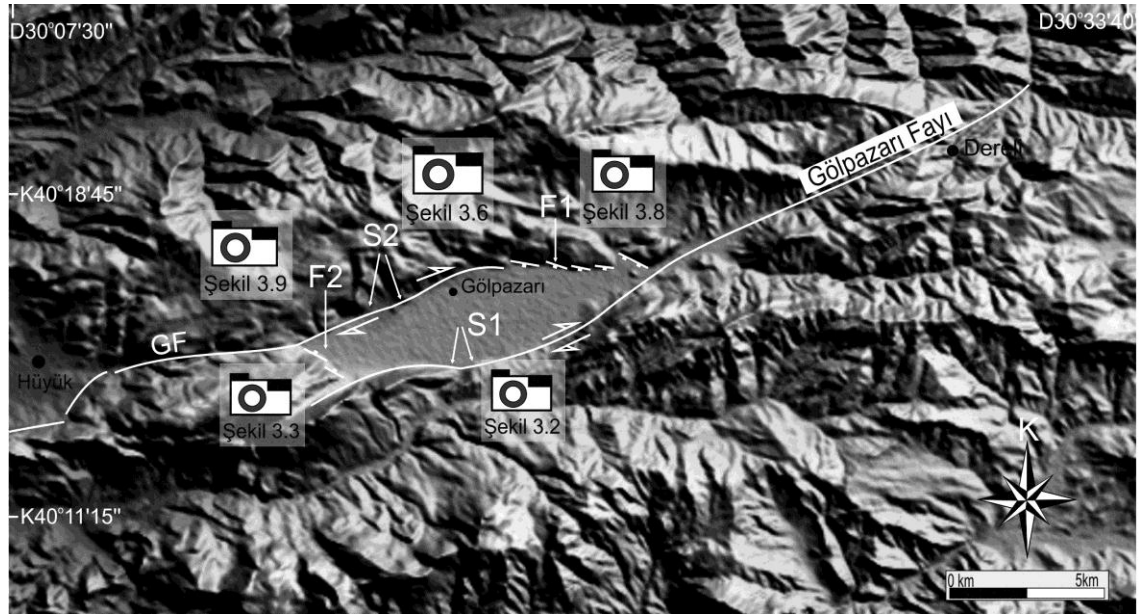
İlk olarak Koçyiğit (1991) tarafından adlandırılan Ilıca Fay Zonu ise Haymana'nın güneybatısında yer alır. Yaklaşık KB-GD doğrultulu fay zonu Yeniceoba Ovası'nın kuzey kenarına kadar takip edilebilmekte olup çizgisel Ilıcaözü Vadisi ve sıcak su kaynakları bu fay zonu boyunca gözlenen önemli özelliklerdir.

3. YAPISAL JEOLJİ

Bu bölümde havzanın oluşumuna sebep olan yapısal unsurlar ve havzanın tektonik karakteri hakkında bilgi verilecektir.

3.1 Faylar

Gölpazarı Havzası bulunduğu konum nedeniyle KAFZ ve EFZ gibi Türkiye'nin önemli doğrultu atımlı fay zonları arasında kalan dikkate değer bir alandır. Havza doğrultu atımlı sistemlerin doğal bir sonucu olarak oluşmuş olup, doğrultu atımlı faylar ve bunlara diyagonal şekilde gelişen normal faylarla sınırlanır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Gölpaşarı Havzası ve havzayı oluşturan fayların konumlarını gösteren DEM görüntüsü (GF: Gölpaşarı Fayı, S1. Kurşunlu-Dereli segmenti, S2. Gölpaşarı-Hüyük Segmenti, F3 ve F4 normal faylar)

3.1.2 Gölpaazarı fayı

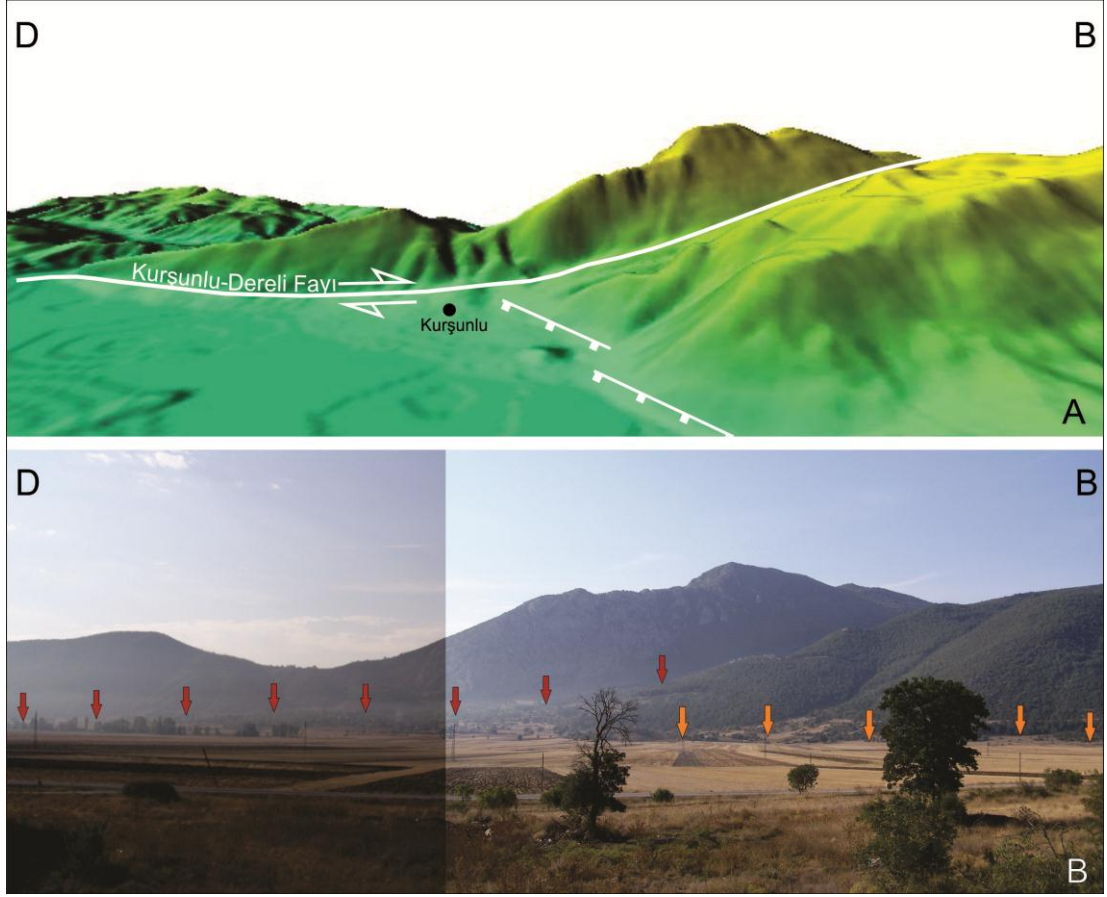
Gölpaazarı Havzası'nın oluşumuna sebep olan sağ yönlü doğrultu atımlı fay, tez çalışmasında *Gölpaazarı fayı* olarak adlandırılmıştır. Gölpaazarı fayı KD'da Dereli mevkinin ilerisinden başlayıp GB'da Hüyük yerleşkesine kadar ~35 km'lik bir uzanımına sahiptir. Fay havzaya girdiği KD kesiminden itibaren çalışma kapsamında iki segment olarak incelenmiş olup bunlardan havzanın güney kesimini sınırlayan *Kurşunlu-Dereli segmenti* (F1), kuzey kesimini sınırlayan ise *Gölpaazarı-Hüyük segmenti* (F2) olarak adlandırılmıştır (Şekil 3.1).

3.1.3 Kurşunlu-Dereli segmenti

Gölpaazarı fayının, DKD'dan (Dereli mevki) BGB' da Kurşunlu mevkiine kadar uzanan kısmı yapılan çalışmada Kurşunlu-Dereli segmenti olarak adlandırılmıştır (Şekil 3.1). Genel doğrultusu DKD-BGB ile D-B olan segment havza güneyinde belirgin sarplıklar sunar (Şekil 3.2). Söz konusu sarplıklar herhangi bir drenaj şebekesi tarafından henüz kesilmemiş durumdadır.

Kurşunlu-Dereli segmenti, Kurşunlu Köyü civarında Üst Kretase yaşlı birimleri kesmekte ve sağ yanal özellikteki kinematik karakterini açık bir şekilde sergilemektedir (Şekil 3.3, 3.4, 3.5).

Havza güneyinde yer alan Kurşunlu ve Çımışkı Köyü arasında, Üst Kretase kireçtaşlarına ait blok ve çakıllardan oluşan farklı büyüklüklerde birikinti konileri bulunmaktadır (Bunlara ilişkin açıklama 'Havza Kenar Tortulları' bölümünde detaylı olarak anlatılacaktır). Ayrıca fayın doğudaki uzanımı Çımışkı Köyü civarında üçgen yüzeyler oluşmasına sebep olmuştur.



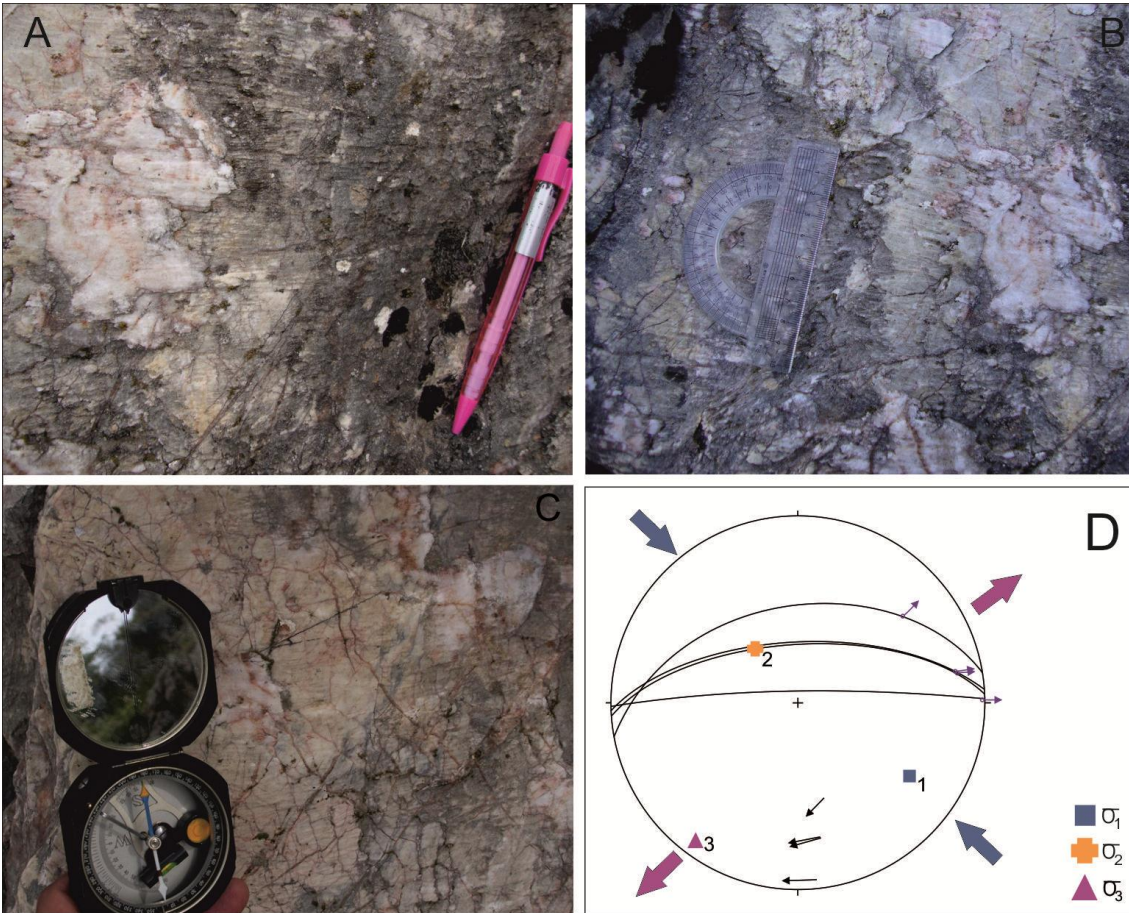
Şekil 3.2 A) Kurşunlu-Dereli segmentinin Kurşunlu mevki önündeki konumunu gösteren DEM görüntüsü. B) Aynı alanın arazi görüntüsü (Kuzey'den bakış)



Şekil 3.3 A) Kurşunlu-Dereli segmentinin sınırladığı Sipahi Dağı. B) Sipahi Dağı üzerindeki fay yüzeyi



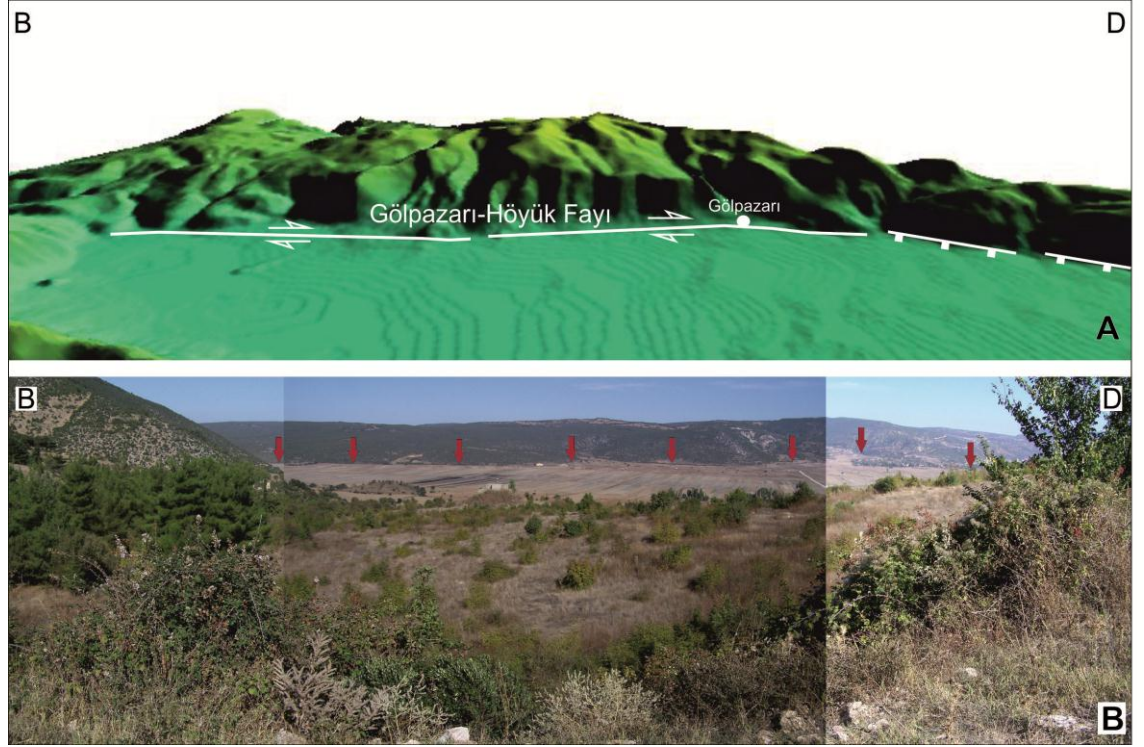
Şekil 3.4 A) Sipahi Dağı üzerindeki kayma çizikleri. B) Fay kertikleri



Şekil 3.5 Sipahi Dağı'nda bulunan fay çizikleri ve bunlara ait stereonet diyagramı

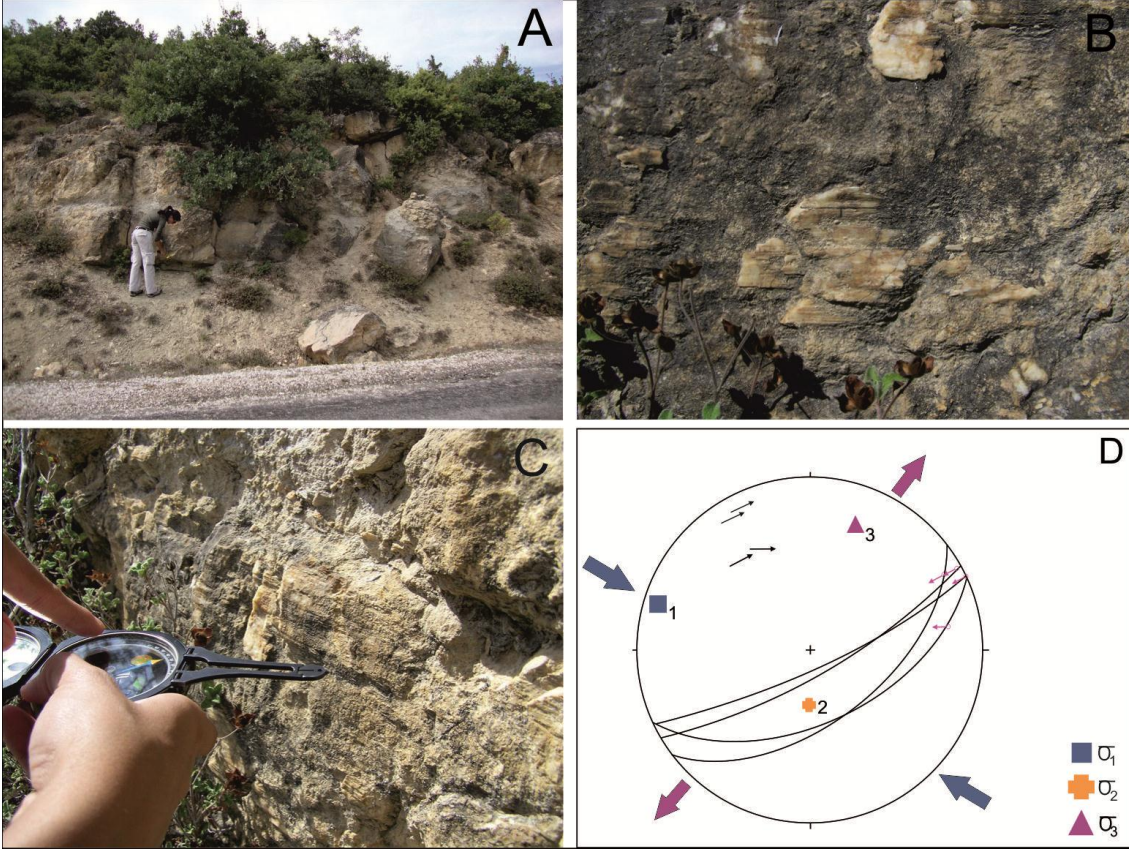
3.1.4 Gölpazarı-Hüyük segmenti

Gölpazarı fayının sağa sıçramasıyla oluşmuş fay Gölpazarı-Hüyük segmenti (F2) olarak adlandırılmıştır (Şekil 3.6). Gölpazarı-Hüyük segmenti, Kurşunlu-Taraklı segmentine yaklaşık paralel şekilde DKD-BGB ile D-B yönünde uzanım göstermektedir.



Şekil 3.6 A) Havza kuzeyini sınırlayan Gölpazarı-Hüyük segmentine ait DEM görüntüsü. B) Aynı alanın arazi görüntüsü (Güney'den bakış)

Gölpazarı ilçesi bu segmentin önünde kurulmuş olup, segment kuzeyden gelen ikincil akarsular tarafından kesilmiştir. Özellikle resifal kireçtaşlarından oluşan Selvipınar formasyonu içerisinde fay yüzeyi ile kayma çizgileri açıkça görülmektedir (Şekil 3.7). Faylara ait düzlemlerin havzanın batı kesiminde deforme olmamış olması, bu alanda Gölpazarı fayının daha aktif olarak çalıştığının göstergesidir.

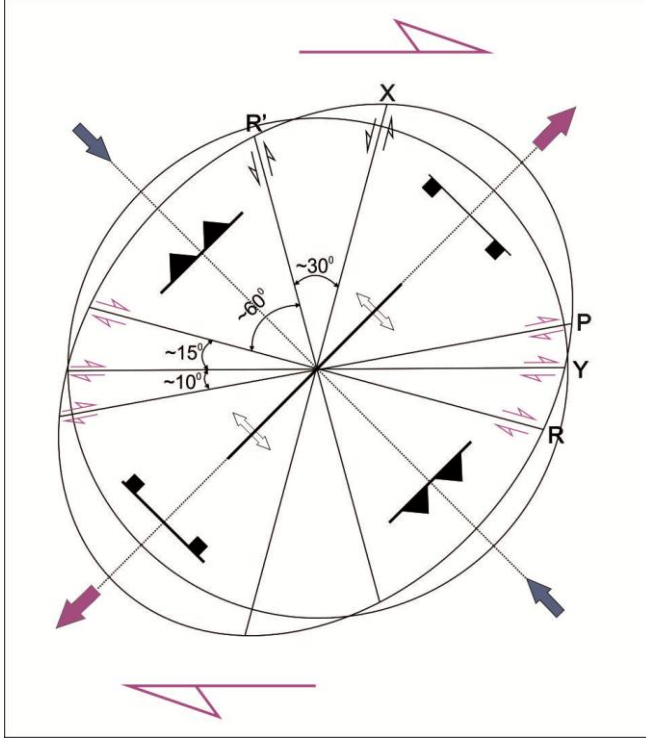


Şekil 3.7 Gölpazarı-Höyük segmentinin Selvipınar formasyonu içerisinde gözlenen kayma yüzeyleri ve fay çiziklerine ait stereonet diyagramı

3.1.5 Normal faylar

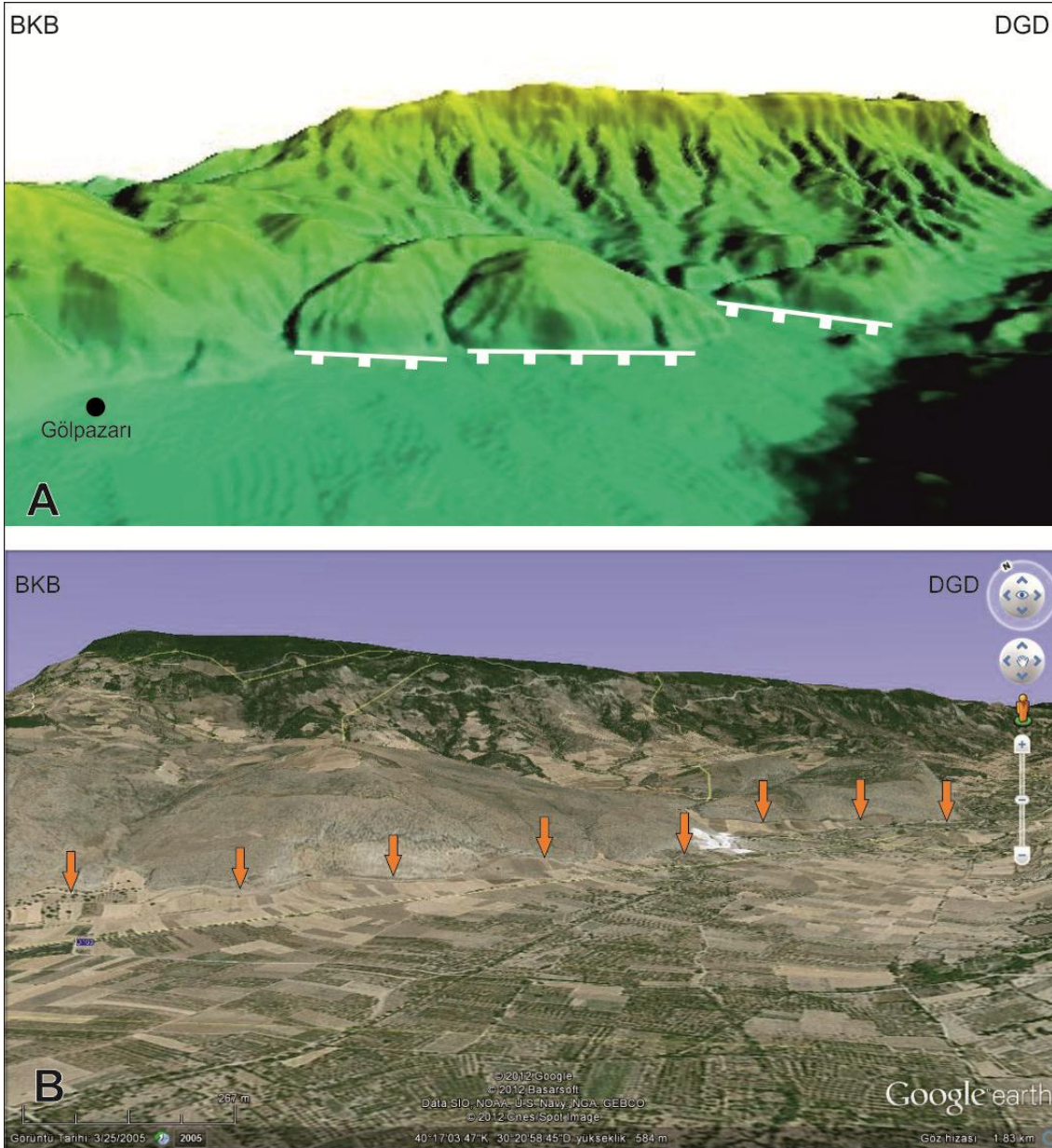
Çek-ayır havzalarda doğrultu atımlı faylar arasında kalan bloğun uçlarında meydana gelen zıt yönlü hareket bu hareket yönlerine yaklaşık diyagonal fayların gelişmesine sebep olur (Şekil 3.8). Havzanın DKD ve BGB'sını sınırlayan faylar bu nitelikteki normal faylar olup Şekil 3.1'de F1 ve F2 olarak gösterilmiştir.

Havzanın DKD' sunu sınırlayan F1, BKB-DKD yönünde bir uzanıma sahiptir (Şekil 3.9). Üzerinde gelişmiş akarsu kollarında yanal bir ötelenmenin görülmediği faylı alanlar, yine Selvipınar formasyonu üzerinde bulunmaktadır. Üzerinde bulunan toprak örtüsü nedeniyle fay boyunca kayma çizğine rastlanmamış olup, karakteri ve sebep olduğu düşünüm 'Havza Kenar Morfolojisi' bölümünde, havza genelinden alınan topografik profillerle yorumlanmıştır.

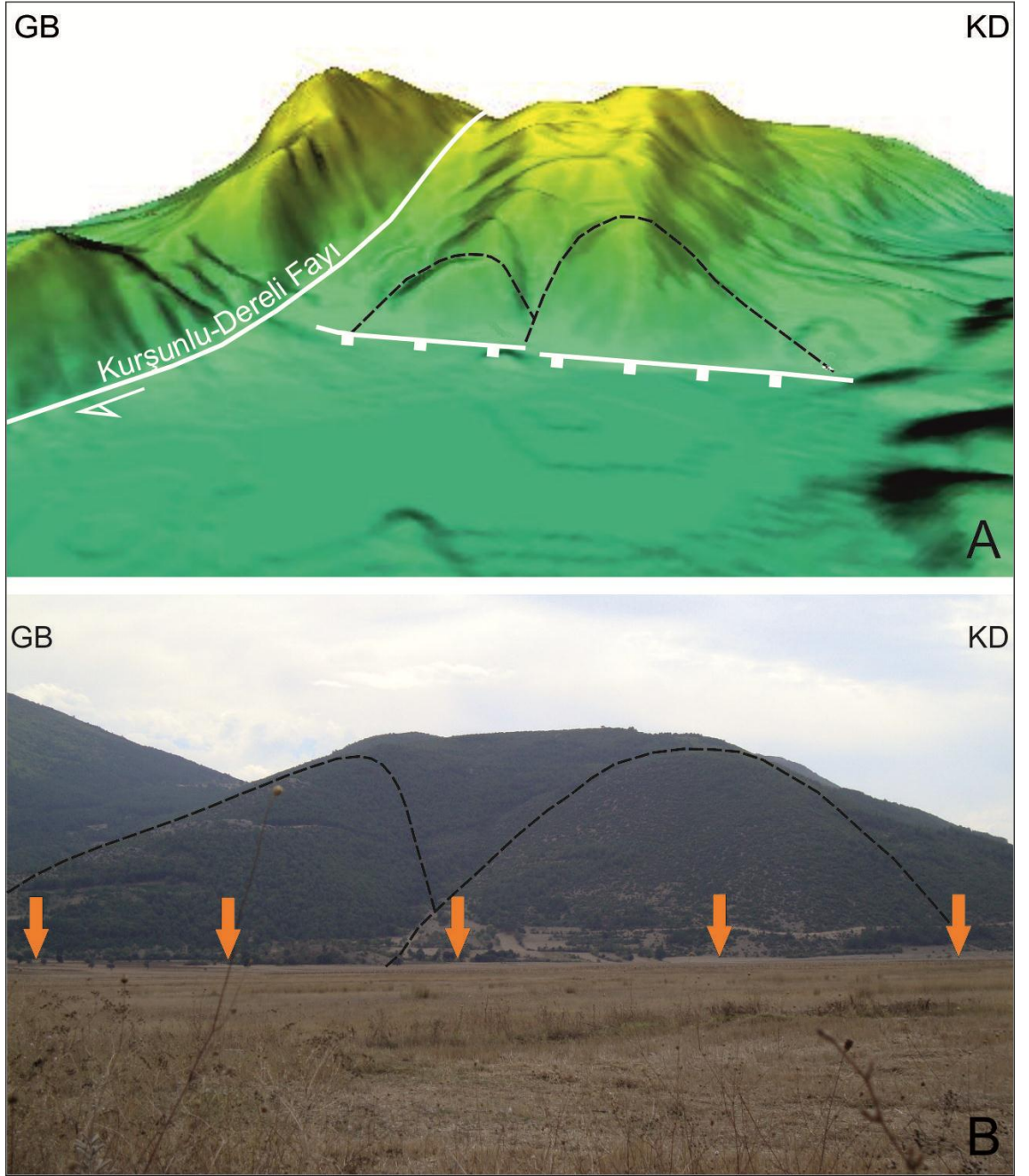


Şekil 3.8 Sağ yönlü doğrultu atımlı fayda Riedel kırıklarının ve eşlenik Riedel yırtılmalarının yönelimleri

F1'e yarı paralel konumlu olarak (GB-KD) havzanın BGB'sını sınırlayan fay Şekil 3.1'de F2 olarak gösterilmiştir. Fayın bulunduğu alanda belirgin üçgen yüzeyler dikkati çekmektedir (Şekil 3.10). Bununla beraber havzanın DKD'sunu sınırlayan normal fayda olduğu gibi F2'ün bulunduğu alanda da yoğun toprak örtüsü hakimdir ve bu da kayma çiziklerinin gözlenmesini engellemiştir.



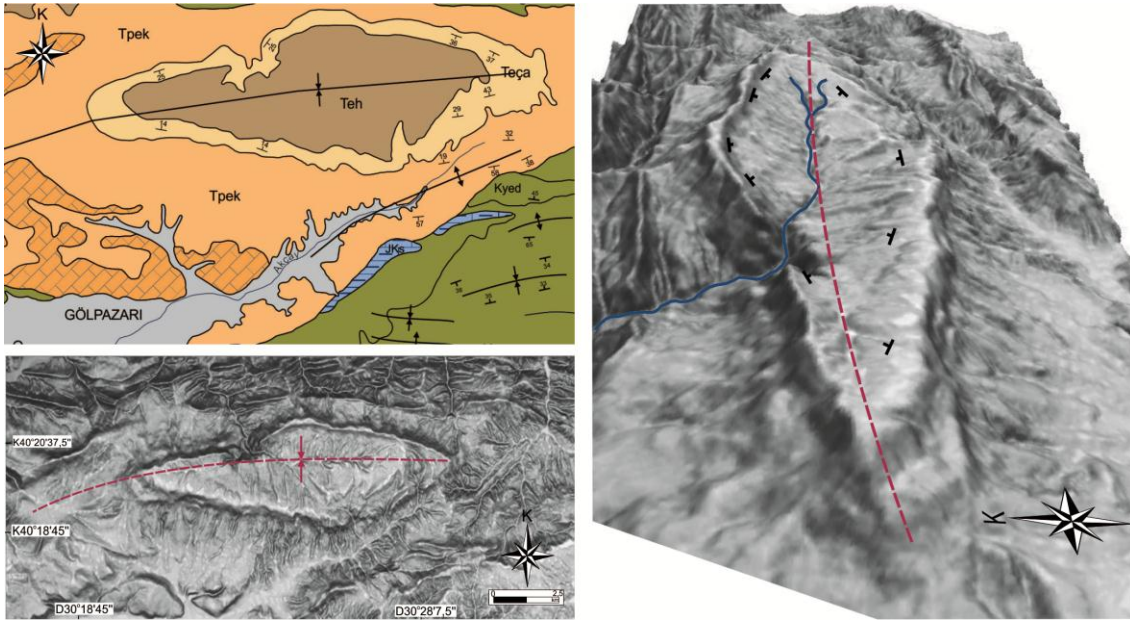
Şekil 3.9 A) Havza kuzeydoğusunu sınırlayan normal fayın konumunu gösteren DEM görüntüsü. B) Aynı alanın Google Earth görüntüsü (GB'dan bakış)



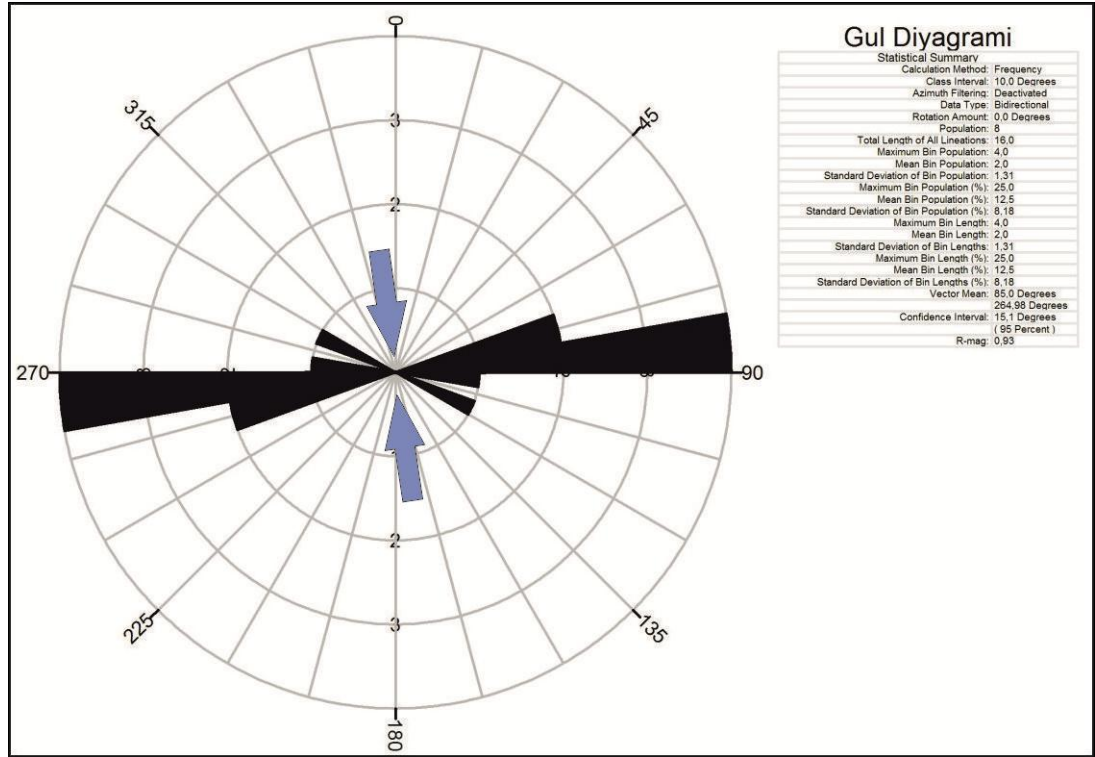
Şekil 3.10 A) Havza güneybatısını sınırlayan normal fayın DEM görüntüsü. B) Aynı alanın arazi görüntüsü (D'dan bakış)

3.2 Kıvrımlar

Çalışma alanının özellikle kuzeydoğusu ve doğusunda paleotektonik döneme ait çok sayıda kıvrım eksenleri gözlenmiştir. Bu kıvrımlara ait eksenlerin bir kısmı BKB-DGD doğrultulu, bir kısmı ise DKD-BGB doğrultulu olup önemli bir bölümü Kretase yaşlı Yenipazar Formasyonu içerisinde bulunmaktadır (Tuncer, 2004). Kıvrımlardan en büyüğü ise Gölpazarı Havzası'nın KD'sunda Erken Eosen yaşlı Çataltepe Formasyonu ve Orta Eosen yaşlı Halidiye Formasyonları boyunca gelişen senklinaldir (Şekil 3.11). Kıvrımların gelişim gösterdiği alanlar, kıvrım eksenleri dikkate alındığında bölgede Paleotektonik dönemde (muhtemelen Oligosen), yaklaşık K-G yönlü bir sıkışma fazı olduğu görülmektedir (Şekil 3.12).



Şekil 3.11 Havza kuzeydoğusunda yer alan senklinale ait jeoloji haritası ve DEM görüntüsü



Şekil 3.12 Havzadaki kıvrım eksenlerinin konumlarını gösteren gül diyagramı

4. MORFOTEKTONİK

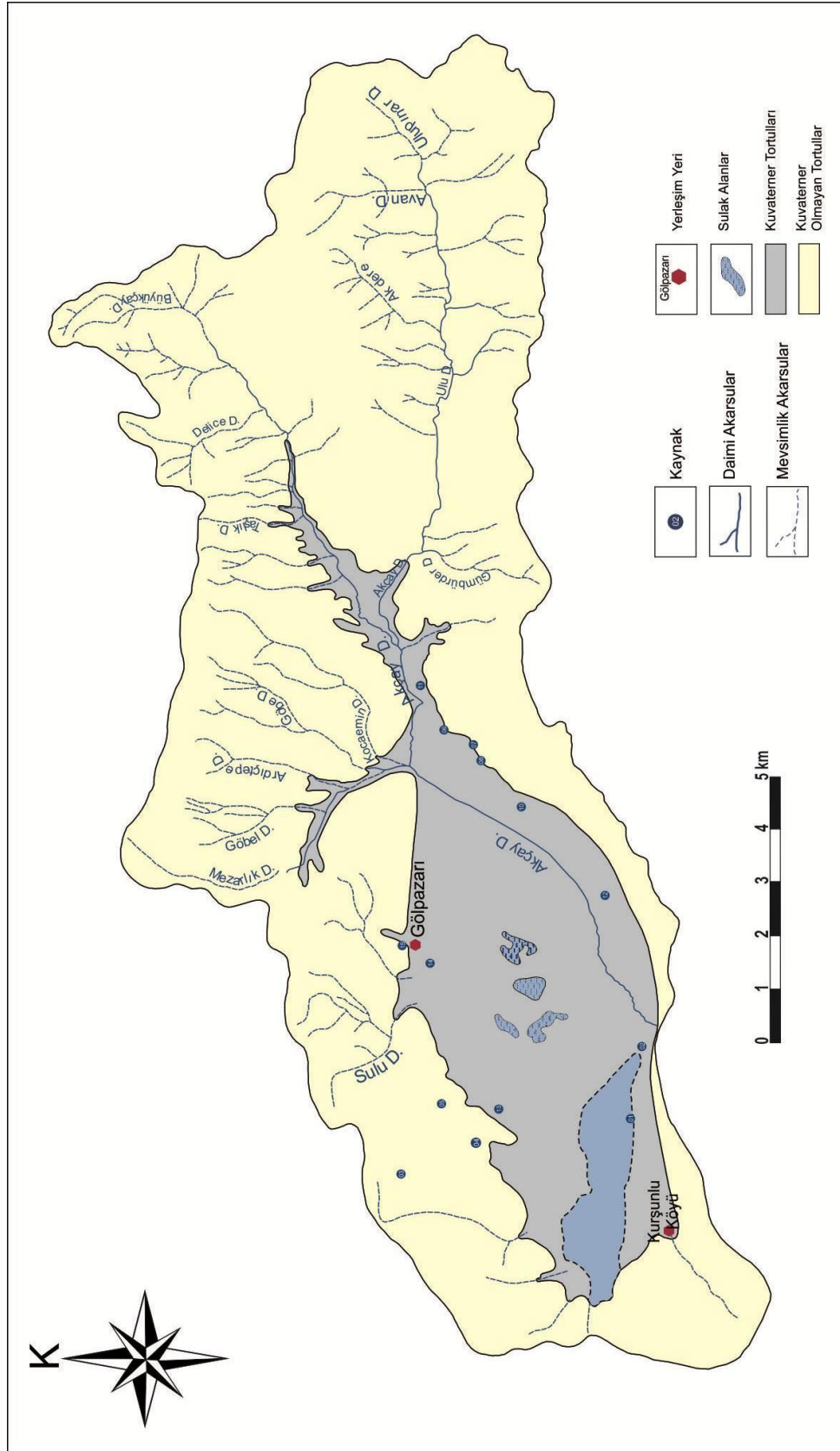
4.1 Drenaj Ağı

Yüz ölçümü $\sim 170 \text{ km}^2$ olan havza drenaj sistemi içerisindeki ana akarsu, havza KD'sundan başlayıp GB'sına doğru uzanan Akçay' dır. Çalışma alanında gelişen drenaj sistemi, dentritik tip drenaj olup, akaçlama ağı havzanın doğu ve kuzeydoğusunda iyi gelişmiştir (Şekil 4.1).

Doğrultu atımlı sistemlerde faylanma mekanizmasından dolayı havzaların iç kesimlerinde bloklar birbirlerine zıt yönlü hareket ederler. Bu da özellikle havza içini kateden akarsularda atımlara sebep olur. Özellikle havzanın KD kesiminde ana kol ve bazı ikincil kollar üzerinde atım görülmektedir (Şekil 4.1).

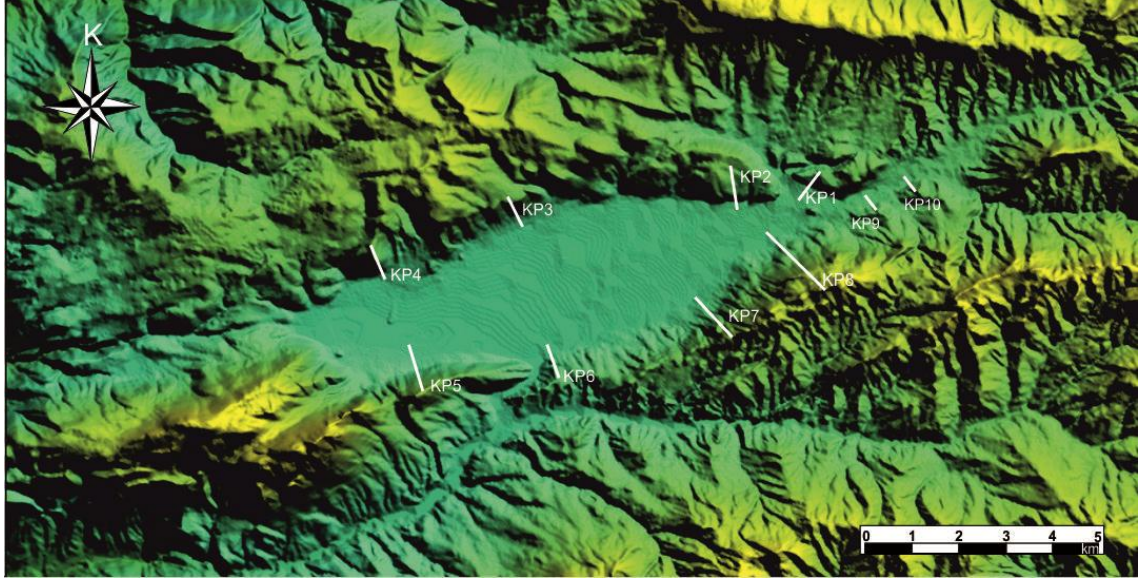
Pleyistosen'de kapalı bir havza durumunda olan Gölpazarı Havzası daha sonra Sakarya Nehri'nin havza güneyindeki boğazı geriye doğru aşındırmasıyla dış drenaja açılmış, Akçay Sakarya Nehri tarafından kapılmıştır. Bunun sonucunda havzanın batısında bulunan eski Gölovası gölü drene olmaya başlamış ve havza tabanındaki alüvyonlar yarılmıştır.

Havzada gözlenen fay sarplıklarının yeni bir drenaj sistemiyle kesilmemiş olması, mevcut drenaj sisteminin henüz havza içlerine ilerlememiş olması, havzanın oluşumunda etken olan fayların aktif olduğunu ve gölün yakın bir zamanda dış drenaja açılması nedeniyle bu alanda yeni bir drenaj sistemi gelişecek kadar vakit geçmemiş olduğunu gösterir.

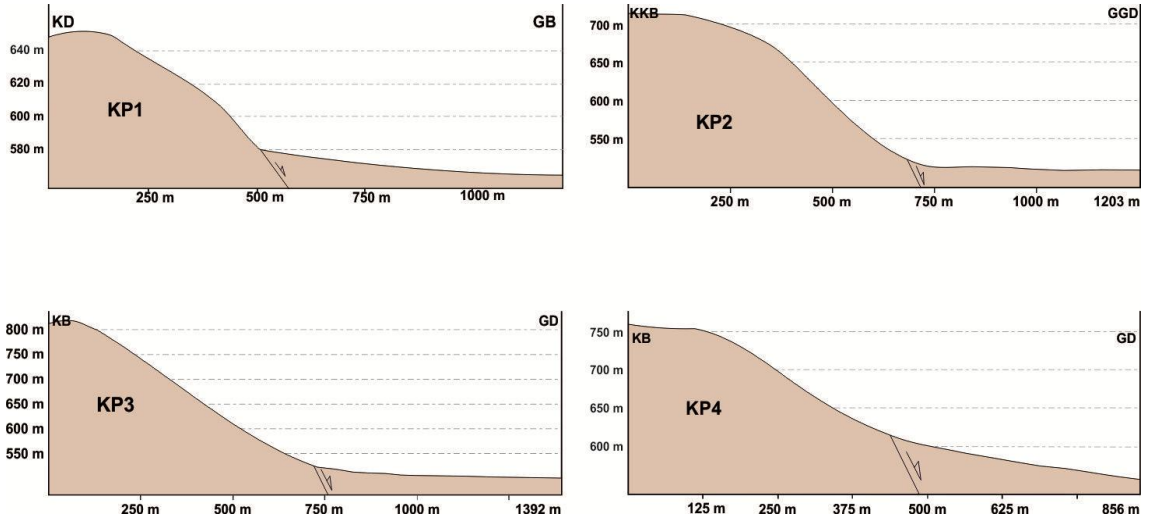


4.2 Havza Kenar Morfolojisi

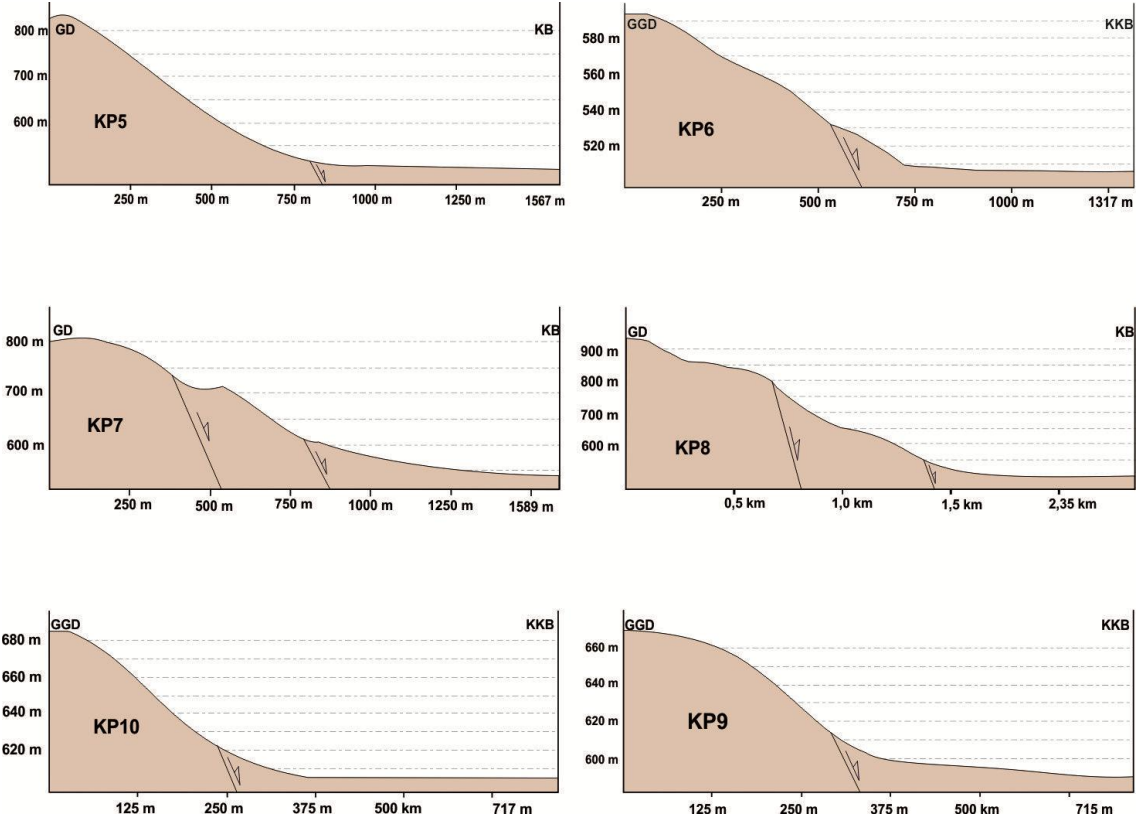
Çek-ayır havzalar derin, çoğunlukla romboidal şekilli çöküntüler olup, iki yanlarından yarı paralel doğrultu atımlı faylar tarafından sınırlanırlar (Crowell 1974). Faylanma mekanizmasından dolayı havzaların uç kesimlerinde, yani doğrultu atımlı fayları kesen kenarlarda deformasyonun ilerleyen aşamasında normal faylar gelişir. Diğer taraftan kazanılan bu eğim atım bileşeni sayesinde sıçrama yapan doğrultu atımlı fayların havza içerisine bakan yüzeyleri boyunca eğim atım bileşeni de etkili olmaya başlar. Bu da ana karakteri doğrultu atım olan faylar arasında kalan alanın çökmesine sebep olur. Çalışma alanında bu çökmenin gözlenebilmesi için havzayı sınırlayan fayları keser şekilde topografik profiller alınmıştır (Şekil 4.2). Hazırlanan DEM görüntüsü ve alınan kesitlerde dikkat çeken en önemli husus havza kenarları ile havza tabanının yüksek açılarla birleşmesidir. Bunlardan KP3 ve KP4 Hüyük-Gölpazarı fayına, KP5, KP6, KP7, KP8, KP9, KP10 Kurşunlu-Dereli fayına, KP1 ve KP2 ise havzanın KD'sunu sınırlayan normal fayın doğrultusuna dik olarak alınmıştır (Şekil 4.3). Alınan profiller arazi verilerini destekler niteliktedir ve havzadaki çökmeyi net olarak göstermektedir (Şekil 4.4, 4.5, 4.6). Diğer kenar profillerinden farklı olarak KP4 profilinde, düzlük olarak gözükmesi beklenen alan, eğimli ve diğer profillerin alt seviyelerinden yüksek kotta görülmektedir. Bunun nedeni bu alanda meydana gelen heyelan sonucu taşınan malzemenin eğimin azaldığı alanda birikmiş olmasıdır (Şekil 4.7). Buna ek olarak KP7 ve KP8 profillerindeki kademeli faylanma bu bölümdeki eski fay yüzeylerini ortaya koymaktadır. KP9 ve KP10 profillerinin alındığı yüzeyler ise belirgin üçgen yüzeyler olup, KP7 ve KP8' de gözlenen genç fayın bu hat boyunca devam ettiğini göstermektedir.



Şekil 4.2 Gölpaazarı Havzası'nın kenarları boyunca hazırlanmış topografik profillerin yerlerini gösteren DEM görüntüsü



Şekil 4.3 Gölpaazarı Havzası'nın kenarları boyunca hazırlanmış topografik profiller



Şekil 4.3 devamı



Şekil 4.4 Gölpaazarı-Höyük fayının havza kenar morfolojisindeki izleri, (GB'dan bakış)



Şekil 4.5 Havza batısında yer alan verrev faya ait fay sarplığı



Şekil 4.6 Sipahi Dağı morfolojisinde Kurşunlu-Dereli fayına ait sarplık



Şekil 4.7 Havza kuzeyindeki heyelan alanı (G'den bakış)

Yüksek açılı havza kenar morfolojisi ile çalışma alanı ve yakın çevresinde hâkim litolojinin kireçtaşı olması bu alanda karstlaşma etkisini düşündürmektedir. Önceki bir çalışmada bölgede karstlaşmaya bağlı çökme olduğundan bahsedilirken (Ekmekçi ve Nazik 2004), başka bir çalışmada Gölpazarı Havzası karstik olmayan alan olarak haritalanmıştır (Tuncer 2004).

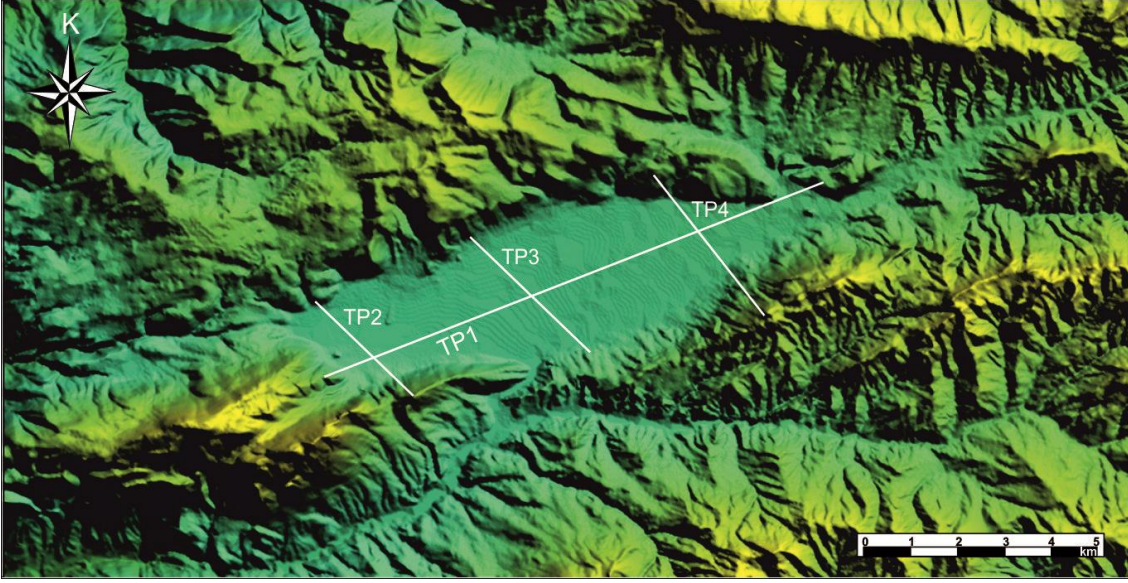
Yapılan tez çalışmasında karstlaşmanın sadece havza kenarındaki bazı birimlerde gözleendiği ve bunun havza gelişiminde etken olmadığı yönündedir. En önemli karstlaşma izi ilki Jura-Alt Kretase yaşlı Bilecik kireçtaşlarıdır. Birimin özellikle havzanın batısında kalan Hüyük bölümünde karstik yapılar oluşturduğu görülmüştür. Bununla beraber havzanın KB sınırını oluşturan ve Bilecik kireçtaşlarından oluşan Sipahi Dağı'nda topoğrafyanın da etkisiyle karstik etki azalmış, dağın havzaya bakan kısımlarında faylanmanın etkisiyle sarp yamaçlar oluşmuştur. Çalışma alanında karstik etkinin görüldüğü bir diğer birim resifal kireçtaşlarından oluşan Selvipınar formasyonudur (Şekil 4.8). Özellikle havza KD sınırının ardında kalan bölümde birim içinde yatay yönde gelişim göstermiş karstik boşluklar mevcuttur. Boşlukların yatay yönde gelişmesi, bu alanda karst taban düzeyinin morfolojik taban düzeyinden yüksekte olmasıyla açıklanabilir.



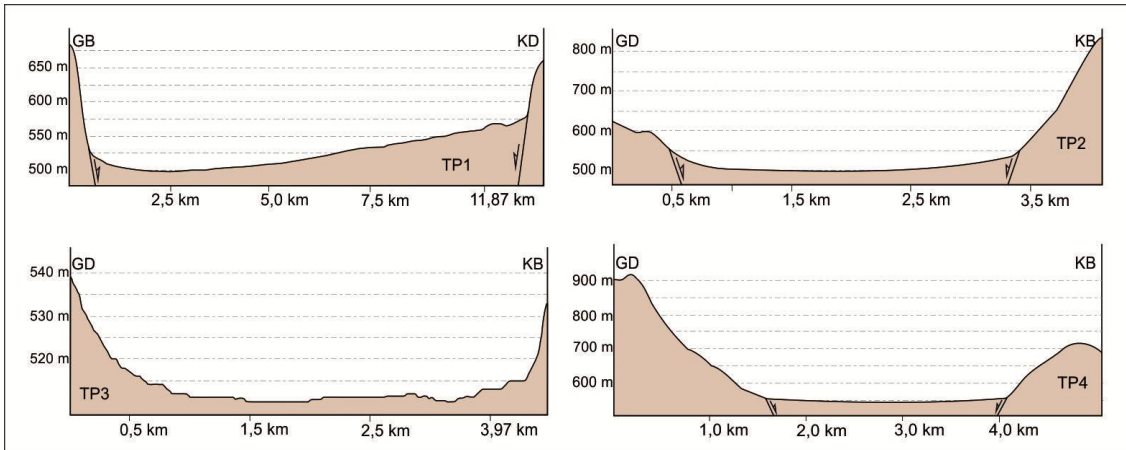
Şekil 4.8 A) Selvipınar formasyonu B) Selvipınar formasyonu üzerindeki karstik yapılar

4.3 Havza Taban Morfolojisi

Havzada aktif tektoniğin etkisinin anlaşılması için uzun eksen ve bunu kesen kısa eksenler boyunca dört adet taban profili alınmıştır (Şekil 4.9, 4.10). Bunlardan TP1 havzanın uzun eksenine paralel, diğer üç profil ise buna dik konumdadır. TP2, TP3 ve TP4 profillerine bakıldığında havza kenarları ile tabanı arasındaki ilişki belirgin şekilde görülmektedir. Havza kenarları faylarla sınırlanmış oldukları için, bunların arasında kalan kısım yani havza tabanı çökmüştür. Havzanın güney kenarı morfolojik olarak daha yüksek olmasına rağmen, uzun eksene dik alınan profillerde, tabanda ciddi bir eğimlenme görülmediği için güneydeki Kurşunlu-Dereli fayının bu kesimde daha fazla çökmeye sebep olduğu söylenebilir.



Şekil 4.9 Gölpazarı Havzası taban profillerinin yerlerini gösteren DEM görüntüsü

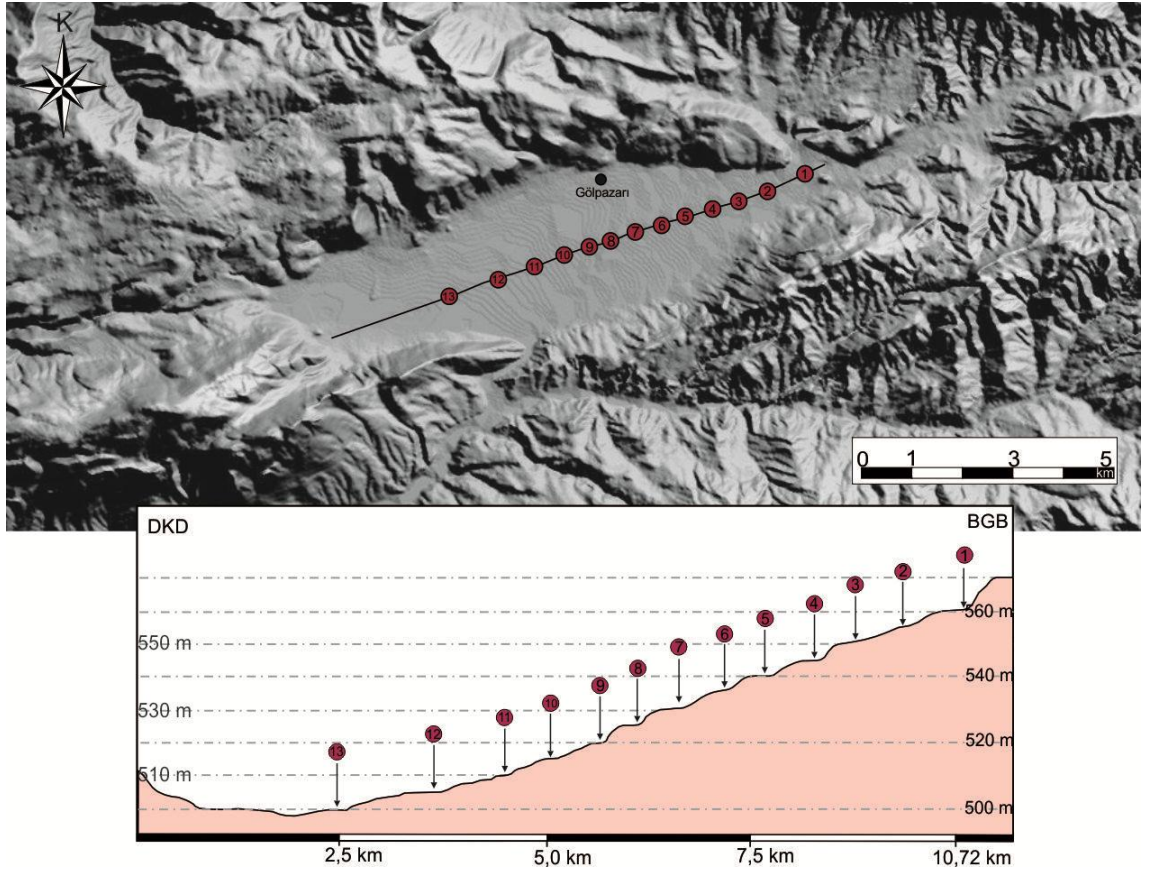


Şekil 4.10 Gölpazarı Havzası taban profilleri

TP1 profilinde, ortalama yükseltisi 500-550m kadar olan havza tabanının genel eğiminin GB doğrultusunda olduğu açıkça görülmektedir (Şekil 4.10). 1963 yılına kadar sığ bir göl (Gölovası Gölü) bulunduran bu alanda eğim oldukça azdır (%0,1).

Gölpazarı Havzası'nın kuzeydoğusunda yer alan Gölpazarı ilçesi, adını havzanın batısını bir zamanlar işgal eden Gölovası Gölü ile bu gölün kenarında kurulan bir

pazardan alır (Özgür 1990). Ancak eldeki sondaj loglarının değerlendirilmesi sonucunda gölün daha önceki zamanlarda havzada daha geniş bir alan işgal ettiği zamanla çekilerek 1963 yılında DSİ tarafından kurutulmadan önceki konumunu aldığı anlaşılmıştır. Ayrıca bu veri 1/25.000’lik topografik haritaların sayısallaştırılmasıyla elde edilen sayısal yükseklik modeli ile denştirilmiş ve buna göre havza tabanındaki kot değişimlerinin gölün eski kıyı çizgileri olabileceği sonucuna varılmıştır (Şekil 4.11).



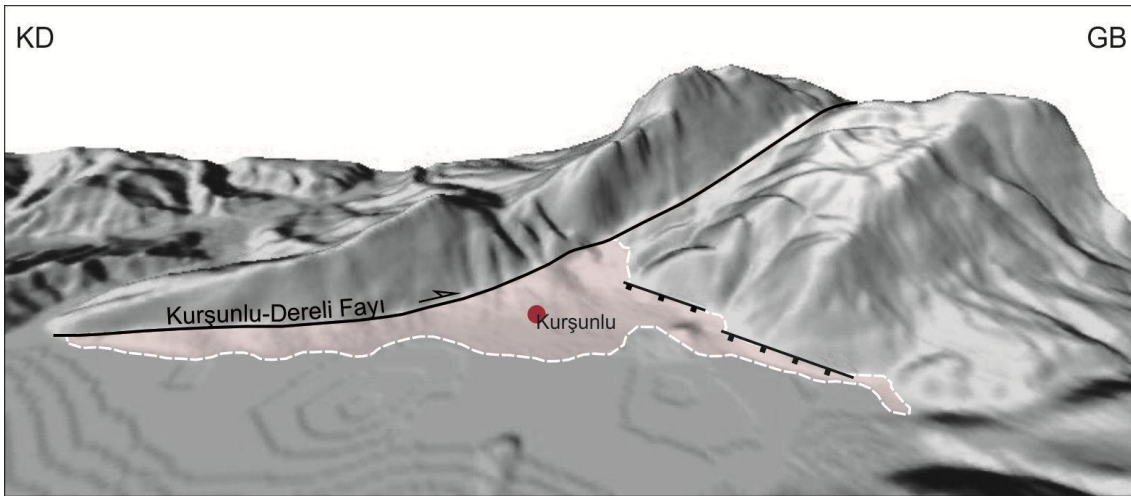
Şekil 4.11 Gölvası Gölü’ne ait olası kıyı çizgilerini gösteren DEM görüntüsü ve grafik

5. HAVZA DOLGUSU

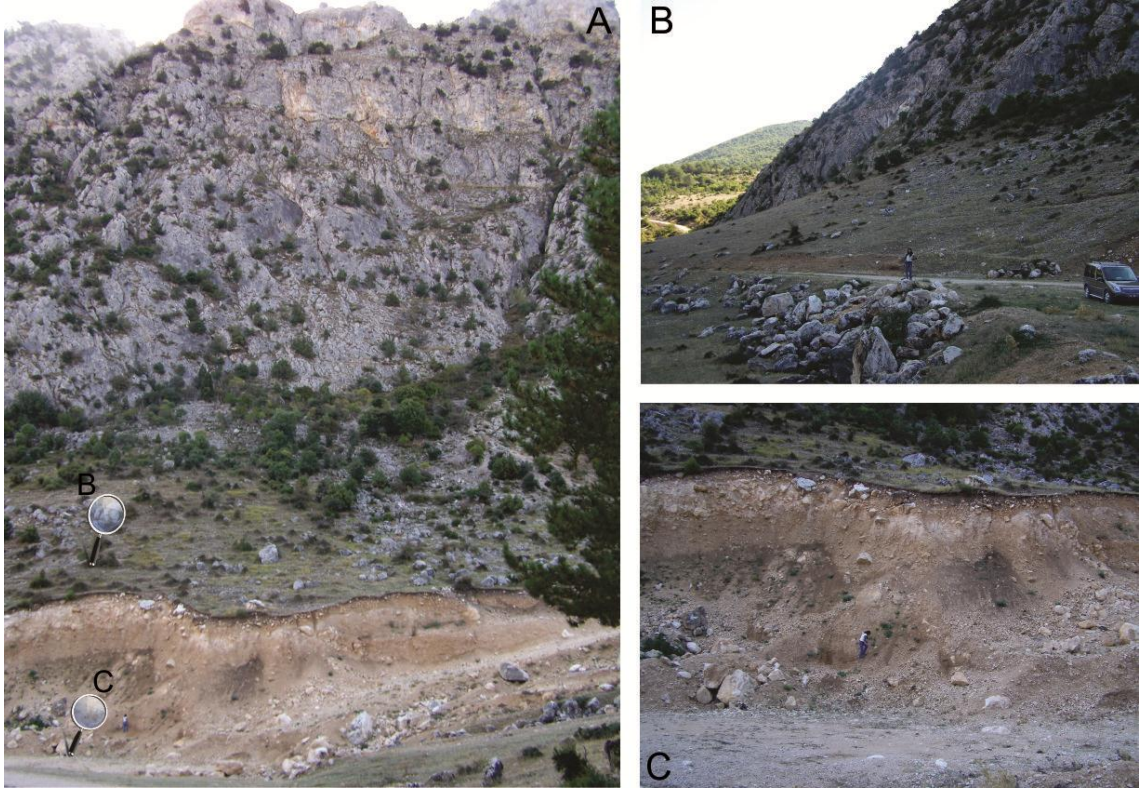
5.1 Kenar Tortulları

Yapısal jeoloji ve morfotektonik bölümlerinde belirtildiği üzere Gölpazarı Havzası K ve G' den doğrultu atımlı faylarla sınırlı bir çöküntü alanıdır. Literatürdeki pek çok çek-ayır havza gibi Gölpazarı Havzası da belirli kenar morfolojisine ve buna bağlı olarak gelişen kenar tortullarına sahiptir (Şekil 5.1, 5.2). Arazi çalışmalarında gözlenen yamaç molozu, birikinti konileri gibi depolanma alanları fayların aktivitesini belirgin şekilde ortaya koymaktadır.

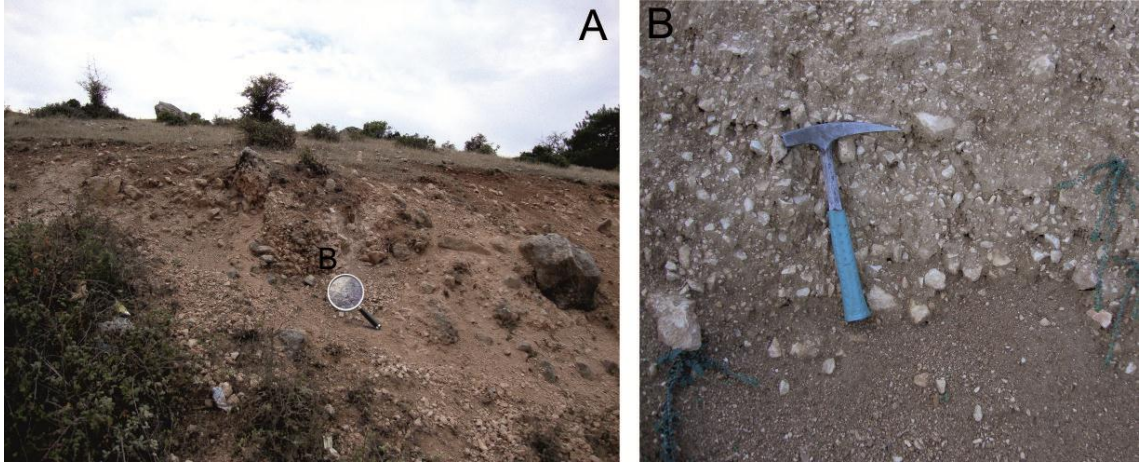
Havzanın güneyini sınırlayan yükseltilerin önlerinde yamaç molozlarından oluşan irili ufaklı birikinti konileri bulunmaktadır (Şekil 5.1). Özellikle Kurşunlu ve Çımışkı Köyleri arasında Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşı blokları ile Paleosen yaşlı konglomera, kumtaşı ve çamurtaşı içeren yamaç molozları gözlenmiştir (Şekil 5.2, 5.3).



Şekil 5.1 Kurşunlu mevkinde yamaç molozlarının kapladığı alanı gösteren DEM görüntüsü



Şekil 5.2 Kurşunlu mevkinde yamaç molozları



Şekil 5.3 Havzanın GB'sındaki yamaç molozları

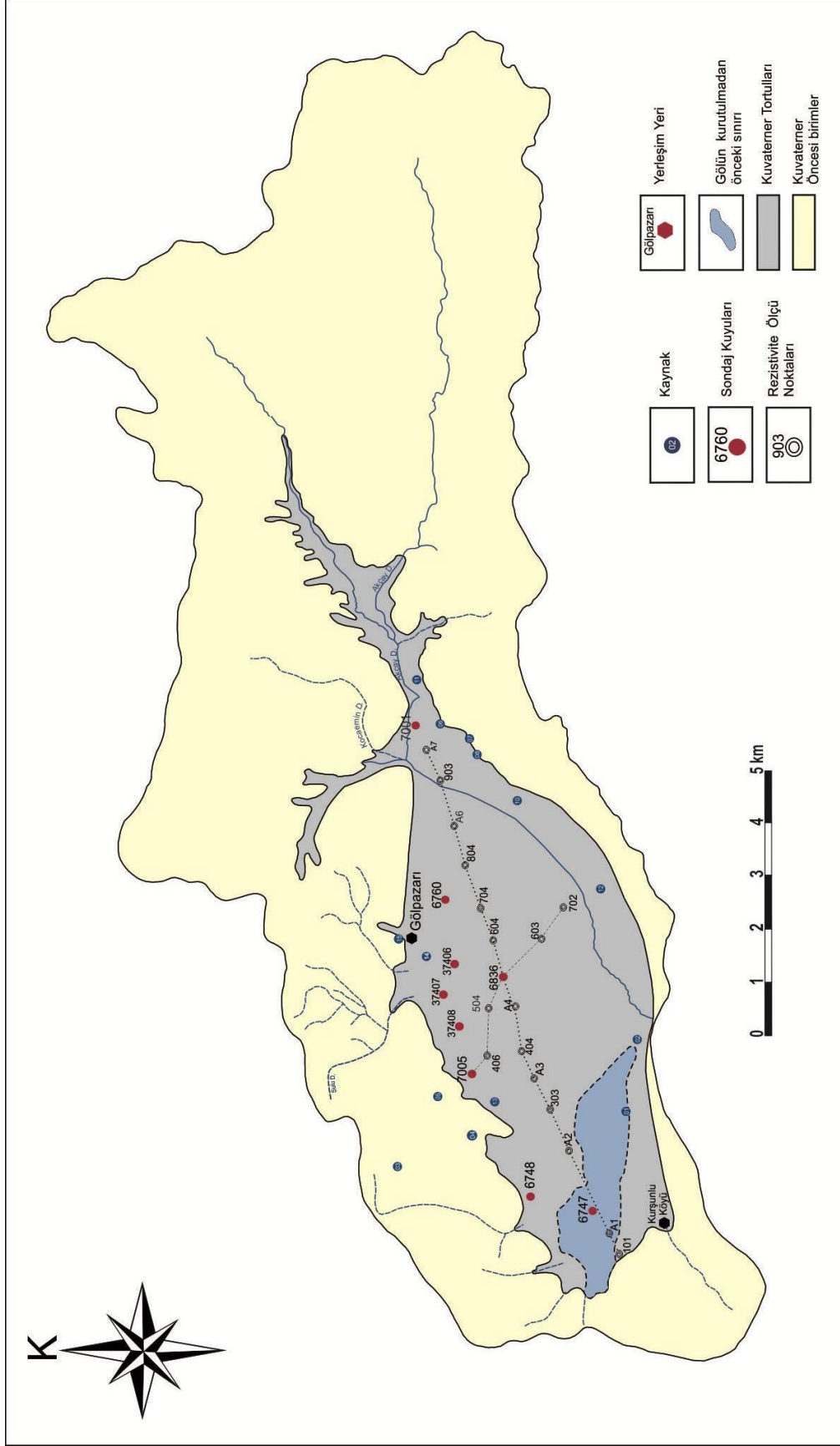
5.2 Havza İçi Tortullar

Bu bölümde Gölpazarı Havzası içerisinde DSİ tarafından değişik yıllarda yapılan 9 adet sondaja ait loglar ve 1974 yılında yine aynı kurum tarafından gerçekleştirilen rezistivite çalışmasına göre havza içi tortullar yorumlanmıştır (Şekil 5.4).

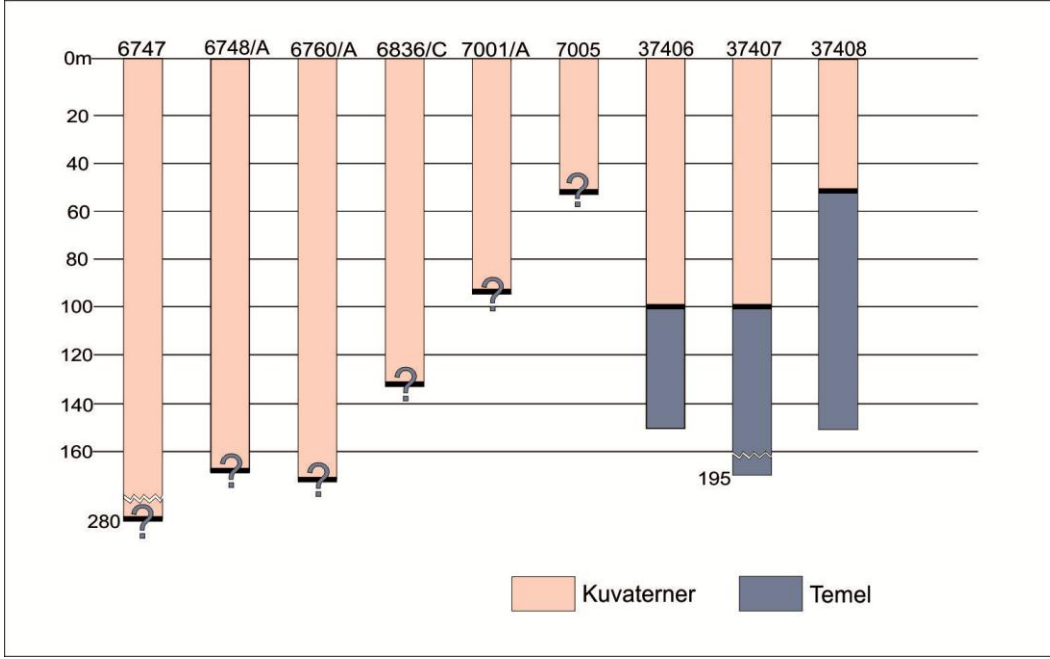
Bölgede yapılan sondajlar, 50-280 m arasında olup, bunlardan, havzanın kuzey kenarında yer alan üç tanesi (37406, 37407, 37408) temel birimleri 50 ve 100 m’lerde kesmiştir. Havzanın güney yarısında kalan ve havzada yapılmış en derin sondajda ise 280 m’de dahi temele girilmemiştir (Şekil 5.5).

Havza içerisindeki istif tamamen Kuvaterner yaşlı alüvyonlardan oluşsa da havza doğusu ve batısı arasında bir takım hidrografik farklılıklar görülmektedir. Gölpazarı yerleşkesi ile Akçay’ın havzayı terkettiği boğaz referans alınarak çizilen yaklaşık K-G doğrultulu bir hattın doğusundaki çökeller kumlu, killi ve çakıllı bir yapıdadır buna bağlı olarak da önemli miktarda yeraltı suyu içerirler. Ancak bunun aksine hattın batısında killi malzeme hakimdir ve yer altı suyu bulundurmaz (DSİ, 1974).

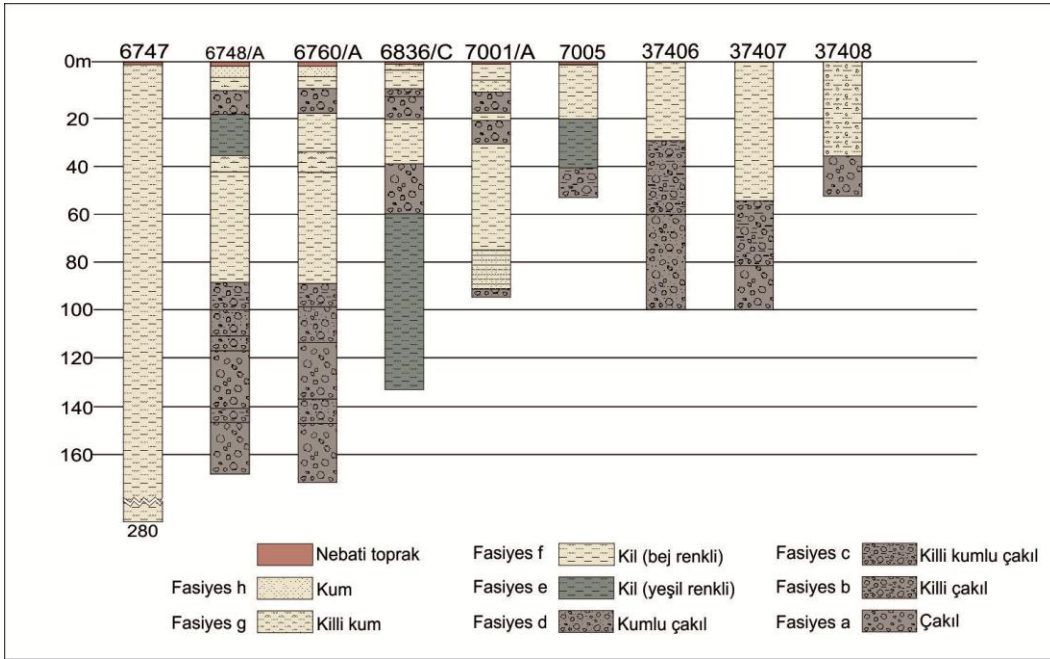
Loglarda verilen litolojiler dikkate alınarak başlıca a) çakıl, b) killi çakıl, c) killi kumlu çakıl, d) kumlu çakıl, e) yeşil kil, f) bej renkli kil, g) killi kum, h) kum fasiyesleri ayrılmıştır. Bu fasiyeslerin loglardaki dağılımı belirli gruplanmalar göstermektedir (Şekil 5.7). Genellikle fasiyes a, b, c, d kendi arasında bir fasiyes birliği oluşturmuştur. Birinci fasiyes birliği kum-çakıl egemen, kaba taneli malzemeden oluşur ve havza kenarı tortullarını teşkil eder. Bunlar büyük olasılıkla küçük alüvyon yelpazeleri ve bunların gerisindeki birikinti konileridir.



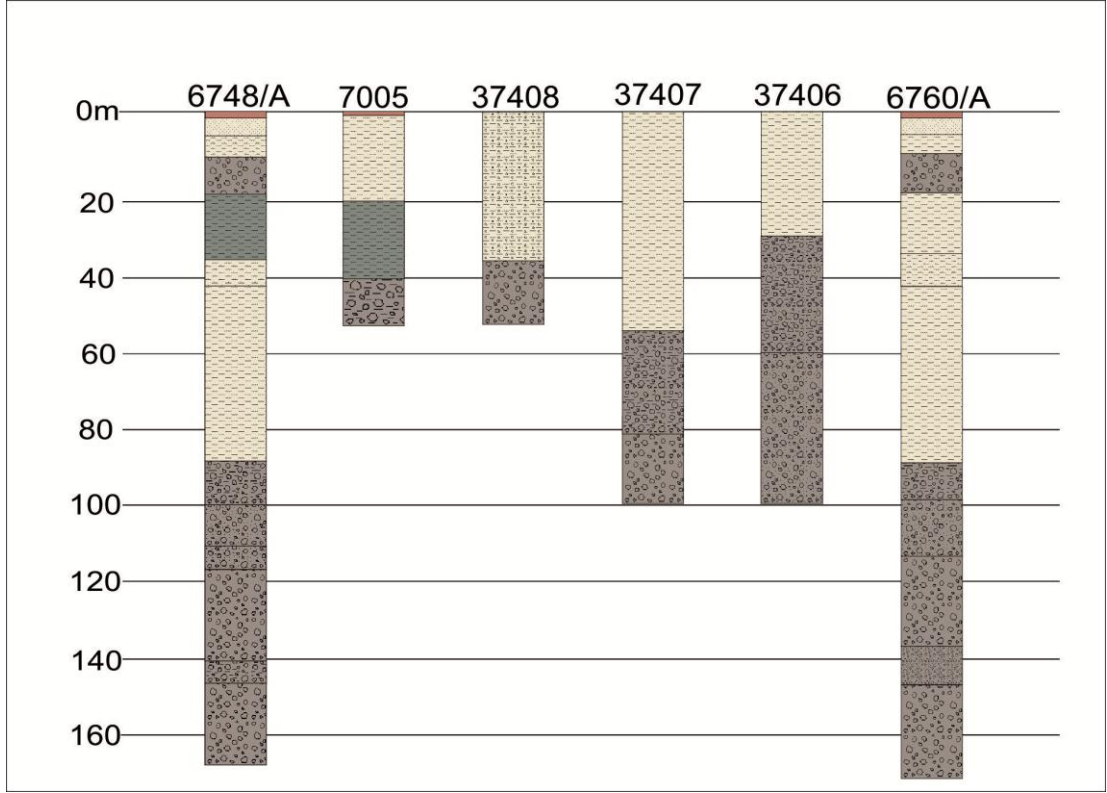
Şekil 5.4 Gölpaazarı Havzası'nda yapılmış sondajların ve rezistivite ölçüm noktalarının yerleri (DSİ, 1974' ten değiştirilerek alınmıştır)



Şekil 5.5 Gölpezarı Havzası'nda yapılmış sondajların kestiği istiflerin genel durumu (DSİ 1974, 1988)



Şekil 5.6 Gölpezarı Havzası'nda yapılmış sondajların Kuvaterner tortullarını gösteren loglar (DSİ 1974, 1988)



Şekil 5.7 Havza kenar fasiyesine ait sondaj logları (DSİ 1974, 1988)

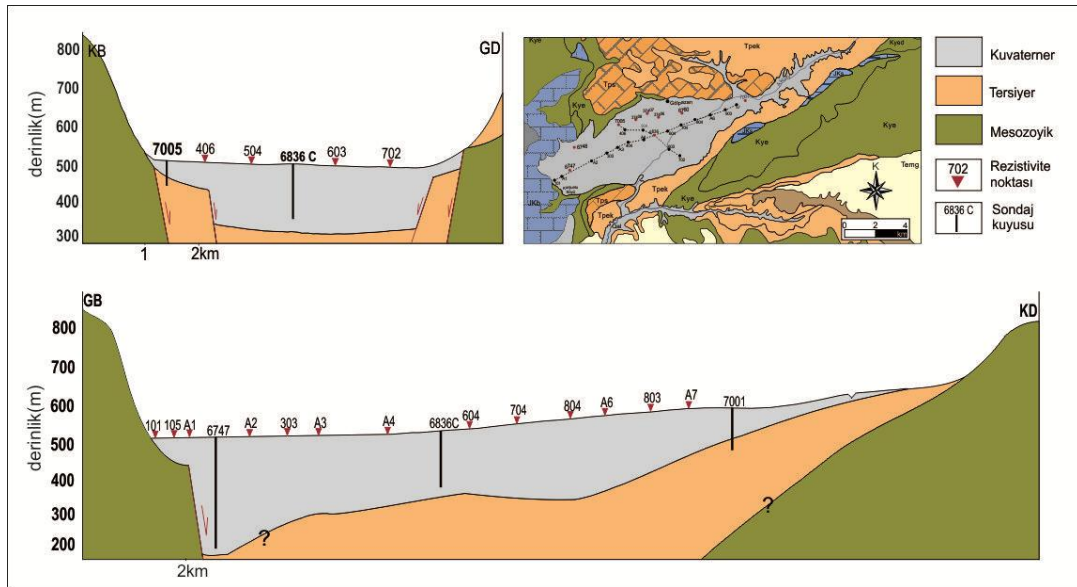
Fasiyes e ve f ikinci bir fasiyes topluluğudur. Bu topluluğun en önemli özelliği çok ince taneli tortullardan yani killerden oluşmuş olmasıdır. Killerin açık ve koyu renkli oluşları dikkat çeker. Bu fasiyes birliği su içinde çökmeyi dolayısıyla göl ortamını temsil eder. Koyu renk (yeşil) genellikle organik maddeden ve/ veya kil içindeki demirin oksitlenmesinden ileri gelir. Her iki durumda da durgun, hızlı, yenilenmeyen göreceli olarak derin su ortamlarını işaret eder (Cohen, 2003).

İkinci fasiyes topluluğunun açık renkli (bej renkli killeri) büyük olasılıkla göl ortamının dış drenaja açıldığı, tatlı sulu göl olduğu dönemleri temsil eder (Cohen, 2003). Buna göre jeolojik zaman içerisinde eski Gölovası gölünün derinleştiği ve sığlaştığı veya açık ve kapalı hale geldiği göl konumları olmuştur (Şekil 5.6).

Sondajlarda belirlenen göl istifinin üçüncü bölümü fasiyes g ve h' nin oluşturduğu 'kumlu fasiyes topluluğu'dur. Bunlar çoğunlukla istifin en üst düzeylerinde bulunurlar (Şekil 5.6). Bu üçüncü fasiyes topluluğu, büyük olasılıkla gölün ortadan kalktığı ve akarsu ortamının olduğu dönemi temsil etmektedir.

Genel olarak bakıldığında 1. fasiyes topluluğu, 2. ve 3. fasiyes topluluklarıyla yanıl geçişlidir. Havza kenarı ve havza ortası alanı işaret eder. 2. fasiyes topluluğu ise 3. fasiyes topluluğu tarafından örtülmektedir. Yani önce derin olan göl zamanla sığlaşmış, ardından göl ortadan kalkarak, yerine akarsuların hakim olduğu 'ova' durumu egemen hale gelmiştir. Bu durum giderek sığlaşan ve kapanan bir göl havzasını göstermektedir.

DSİ tarafından 1974'te Gölpazarı havzası içerisinde yapılan jeofizik rezistivite etüdünde nokta aralıkları 500-1000 m olacak şekilde ve 300-500 m derinliğe inebilen 90 noktadan ölçüm alınmıştır. Formasyonların rezistivite özellikleri ve sondaj kuyularından alınan loglardaki malzeme karşılaştırılarak havzanın kesitleri çıkarılmıştır (Şekil 5.8).



Şekil 5.8 Gölpazarı Havzası'nın rezistivite verilerine göre hazırlanmış kesitleri (DSİ, 1974)

Gürbüz (2010) çek-ayır havzalarda birikmesi beklenen tortul miktarını havzaların uzunluk ve genişliklerine bağlı olduğunu belirtmekte ve bunun için aşağıdaki formülü önermektedir.

$$d = 0.1104l - (8.7550 \times 10^{-2})w.$$

Bu formülde ' l ' havzanın uzun eksenini, ' w ' kısa eksenini, ' d ' ise havza içinde birikmesi gereken tortul miktarını ifade eder.

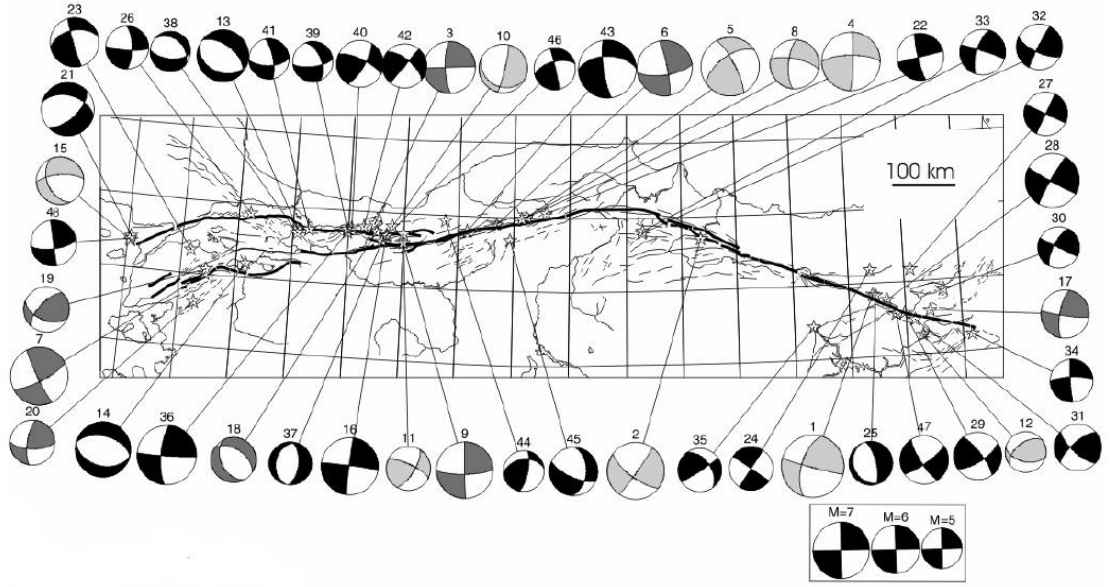
Gölpazarı Havzası için ilgili değerler bu formüle konduğunda, havzada olması beklenen tortul kalınlığı ~950 m' dir. DSİ tarafından yapılan, ancak çoğu kesimde temele kadar inmeyen sondajlarda Kuvaterner yaşlı birimlerin kalınlığı havzanın batısında 300 m olarak tespit edilmiştir. Bununla beraber havza kenarlarında 900-950 m yüksekliğe sahip alanlar bulunması, havzanın açılmasına da sebep olan tektonik aktivitenin ilerleyen dönemlerinde, kapalı durumdaki drenaj sisteminin dışa açılması ve Sakarya Nehri'nin bölgeye yerleşerek bu alandaki drenaj şebekesini kontrol altına almasıyla havza içerisinde biriken tortulların taşınmış olması kuvvetle muhtemeldir.

6. DEPREMSELLİK

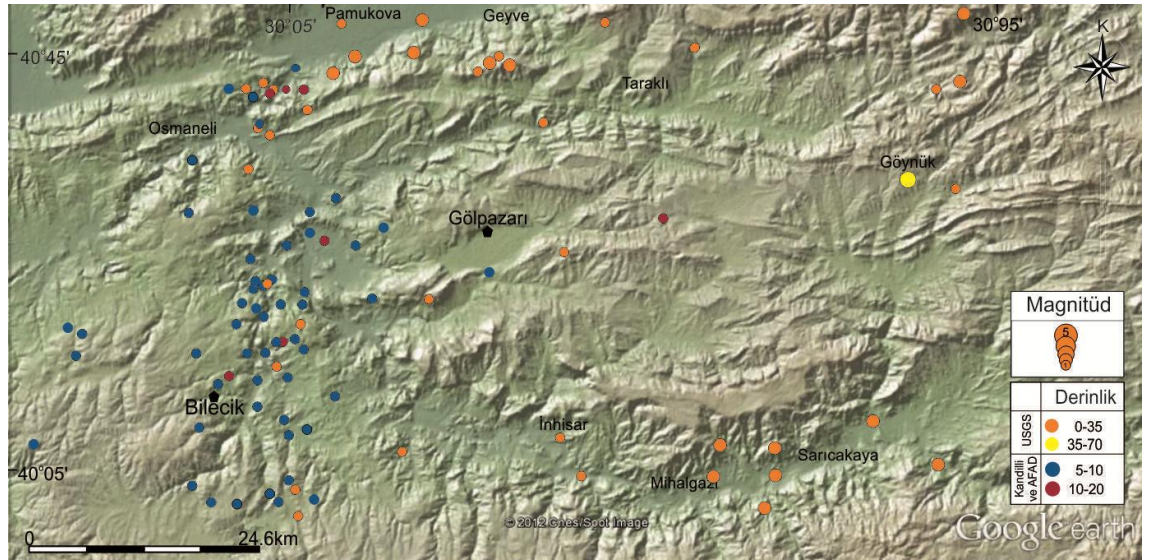
Arap Levhası'nın Geç Miyosen-Pliyosen'de Anadolu Levhasına çarpmasıyla Anadolu Levhası içinde büyük sıkışma ve gerilmeler oluşmaya başlamıştır. Bu sıkışma ve gerilmeler ülkemizde KAF ve DAF gibi önemli fayların oluşmasına sebep olmuştur. Anadolu Levhası K-G yönde maruz kaldığı sıkışma sonucu, bu iki yırtılma zonu boyunca batıya kaymaktadır (Şengör ve Yılmaz, 1983).

Kuzey Anadolu Fayı yoğun sismik aktivitesi nedeniyle dünyada en iyi bilinen doğrultu atımlı fay sistemlerinden biridir. Tüm fay sistemleri gibi bu sistemde de fay, uzanımı boyunca bazı bölümlerinde bükülmüş, bazı bölümlerinde sıçramalar yapmış bazı bölümlerinde ise tek bir hat şeklinde devam etmiştir. Yalnızca son yüzyıl içinde üzerinde 23 tane büyük ($M > 6.6$) deprem olan KAF, tezin 3.bölümünde bahsedildiği gibi batı kesimlerinde bazı yazarlarca iki, bazı yazarlarca üç kola ayrılır (Şekil 6.1). Bu kollardan 2 tanesinin (kuzey ve orta kol) varlığı kesinleşmişken, 3. kolun varlığı daha doğrusu güzergâhı konusunda henüz bir görüş birliğine varılmamıştır. Bunun sebebi kuzey ve orta kol üzerinde sismik aktivitenin daha fazla olması ve bu aktivite sonucu oluşan depremlere ait odak mekanizması çözümlerinin yapılmış olmasıdır (örn. McKenzie 1972, Gürbüz vd., 2000, Şengör vd. 2005). Ancak üçüncü, yani güney kola bakıldığında böyle bir durum söz konusu değildir. Gölpazarı Havzası'nın da diğer kollara göre daha az aktif bu olası üçüncü kol üzerinde bulunduğu düşünülmektedir.

Son yüzyıl içerisinde çalışma alanı ve yakın çevresinde çok büyük bir deprem olmamış olmasına rağmen bölgeye ait aletsel kayıtlar büyüklüğü 3 ile 5 arasında değişen depremlerin varlığını sergilemektedir (Şekil 6.2, 6.3, Çizelge 6.1).



Şekil 6.1 Kuzey Anadolu Fayı (KAF) hattı ve fay boyunca 1939 ve 2003 yılları arasında gerçekleşen ($M \geq 5$) 48 depremin odak mekanizması çözümleri (Şengör vd. 2005)

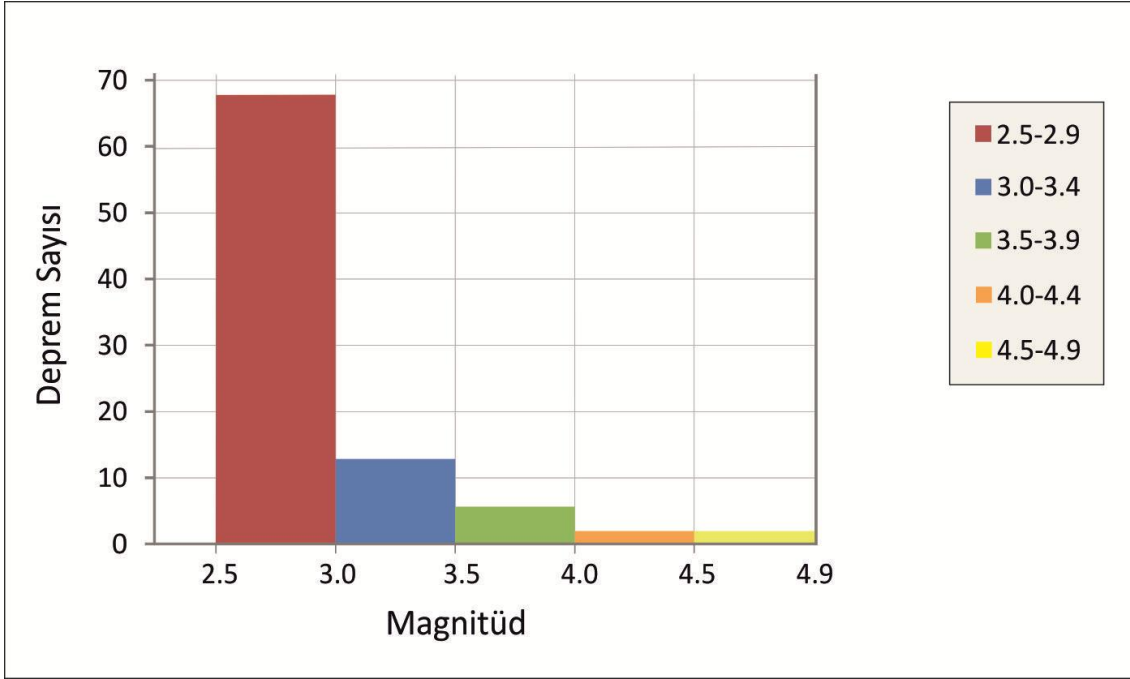


Şekil 6.2 Gölpaşarı Havzası ve yakın çevresinde, 1940-2011 yılları arasında meydana gelmiş $2.5 < M < 5.0$ büyüklüğündeki depremlerin dağılımını gösteren harita

Çizelge 6.1 Gölpazarı Havzası ve yakın çevresinde, 1940-2011 yılları arasında meydana gelmiş $2.5 < M < 5.0$ büyüklüğündeki depremlerin listesi

No	YIL	AY	GÜN	SAAT	ENLEM	BOYLAM	DERİNLİK	MAGNİTÜD
1	1940	08	19	20:43	40.13	30.09	40	4.5
2	1979	08	13	14:36	40.17	30.10	0	3.1
3	1986	03	29	13:12	40.14	29.99	11	3.1
4	1991	07	15	12:0050.30	40.48	30.11	10	3.4
5	1992	05	23	11:5246.63	40.19	30.06	10	2.8
6	1992	05	28	15:0203.53	40.41	30.86	10	3.0
7	1992	06	10	18:4504.99	40.08	30.39	19	3.2
8	1992	09	10	12:2917.14	40.06	30.86	10	2.7
9	1992	09	21	03:4452.68	40.45	30.13	10	3.7
10	1992	11	20	18:5027.49	40.40	30.07	10	2.8
11	1993	02	13	17:5136.71	40.42	30.01	10	2.6
12	1993	06	25	06:0235.07	40.38	30.00	10	2.8
13	1993	08	27	17:4201.70	40.38	30.37	10	2.8
14	1993	09	09	06:0004.30	40.15	30.03	5	2.7
15	1993	10	14	14:1409.70	40.34	29.99	10	2.7
16	1994	03	18	04:3450.40	40.45	30.56	5	2.6
17	1994	03	28	17:0201.18	40.42	30.02	10	3.1
18	1994	04	10	14:2117.15	40.37	30.02	10	2.7
19	1994	04	23	04:4606.12	40.42	29.99	10	2.6
20	1994	06	12	08:5132.60	40.26	30.39	5	2.7
21	1994	06	16	11:4752.30	40.22	30.22	10	2.8
22	1994	08	22	20:3040.94	40.48	30.44	5	2.9
23	1994	09	04	19:2828.45	40.32	30.88	10	2.7
24	1995	01	18	12:0058.51	40.08	30.59	10	3.0
25	1995	01	18	12:3634.17	40.02	30.64	10	3.6
26	1995	01	18	14:2833.97	40.10	30.78	10	3.2
27	1995	01	19	04:3152.64	40.07	30.66	10	2.8
28	1995	01	19	06:1725.55	40.43	30.29	10	2.7
29	1995	01	22	23:5244.58	40.05	30.66	10	3.4
30	1995	12	02	21:4710.71	40.43	30.10	10	2.6
31	1997	03	01	10:0517.30	40.05	30.41	5	3.1
32	1999	03	22	15:1448.60	40.07	30.19	10	3.1
33	1999	06	23	07:4128.50	40.23	30.02	8	2.8
34	1999	09	09	20:2143.83	40.44	30.33	10	3.8
35	1999	09	16	17:5845.53	40.48	30.21	7	3.5
36	1999	09	26	11:1253.05	40.03	30.06	10	3.8
37	2000	02	24	07:2054.92	40.45	30.20	8	3.0
38	2002	09	14	11:3844.50	40.01	30.06	10	2.7
39	2003	03	08	11:1807.41	40.44	30.30	33	3.8
40	2003	03	09	19:0128.32	40.42	30.89	10	4.0
41	2003	07	25	07:2127.07	40.49	30.89	10	4.3
42	2006	12	28	07:0404.90	40.45	30.31	7	2.8
43	2008	02	17	13:02:42	40.16	29.78	7.16	2.5
44	2007	03	27	02:11:01	40.12	30.10	6.96	2.9
45	2007	04	29	18:52:18	40.29	30.52	5	2.7

46	2007	06	26	04:39:48	40.24	30.30	7.01	2.8
47	2007	08	31	11:21:41	40.07	29.73	7.12	2.7
48	2008	10	10	14:34:33	40.42	30.04	4.09	2.8
49	2008	10	13	12:00:09	40.02	30.03	6.98	2.6
50	2008	10	16	06:32:23	40.03	30.02	7.03	2.6
51	2008	11	19	14:35:44	40.38	30.00	6.93	2.5
52	2008	11	20	14:34:48	40.27	30.04	7.12	2.6
53	2008	11	24	11:58:38	40.26	30.13	6.56	2.7
54	2008	12	03	15:42:01	40:41	30:02	4	2.7
55	2008	12	03	14:34:24	40.18	30.05	7	2.5
56	2008	12	19	14:35:55	40.17	30.03	6.86	2.6
57	2008	12	24	15:14:06	40.17	30.06	7.13	2.6
58	2009	01	01	14:38:05	40.20	30.03	6.82	2.6
59	2009	01	02	15:00:39	40.13	30.00	6.88	2.8
60	2009	01	10	12:25:41	40.21	29.98	7.38	2.5
61	2009	01	22	12:05:41	40.14	30.04	6.99	2.8
62	2009	02	10	12:03:10	40.21	30.00	6.48	2.9
63	2009	02	19	14:27:42	40.21	30.06	6.91	2.9
64	2009	02	24	13:40:47	40.20	30,01	6.87	2.6
65	2009	03	02	13:13:04	40.13	29.95	7.17	2.6
66	2009	03	03	09:24:18	40.23	30.00	6.97	2.7
67	2009	03	04	11:30:42	40.09	30.04	6.96	2.6
68	2009	03	07	14:52:09	40.22	30.06	7.11	2.6
69	2009	03	23	14:30:21	40.09	29.93	7.07	2.7
70	2009	03	26	10:31:26	40.35	29.92	6.96	2.6
71	2009	04	03	15:07:08	40.29	30.07	6.19	2.7
72	2009	04	10	08:08:21	40.16	29.93	7.01	2.7
73	2009	04	19	15:47:21	40.42	30.06	1.84	2.8
74	2009	04	27	16:03:12	40.23	30.02	6.82	2.7
75	2009	05	01	22:25:03	40.18	29.78	7.03	2.8
76	2009	06	16	22:30:27	40.40	29.99	7	2.8
77	2009	06	23	14:08:09	40.01	29.98	7	2.5
78	2009	07	09	10:40:29	40.03	29.93	6.99	2.8
80	2009	08	24	13:52:46	40.25	29.99	6.77	2.7
81	2009	09	05	12:18:42	40.27	30.09	15.6	2.9
82	2009	09	28	13:57:06	40.29	29.92	6.81	2.5
83	2009	09	30	12:19:53	40.19	29.98	7.06	2.6
84	2009	10	27	13:33:50	40.23	30.00	7.01	3
85	2009	11	23	13:57:53	40.31	30.10	5.49	2.7
86	2009	12	03	13:10:22	40.16	29.99	7	2.6
87	2009	12	27	14:22:01	40.16	30.02	6.87	2.7
89	2010	01	05	22:43:50	40.19	29.77	6.9	2.5
90	2010	01	07	12:40:07	40.17	30.03	16.13	2.9
91	2010	01	08	15:07:43	40.08	30.07	5.08	2.8
92	2011	01	16	12:51:01	40.27	30.07	5.08	2.8
93	2011	07	11	16:09	40.18	29.96	6	4.7



Şekil 6.3 Gölpazarı Havzası ve yakın çevresinde, $2.5 < M < 5.0$ büyüklüğündeki depremlerin grafiksel dağılımı (1940-2011)

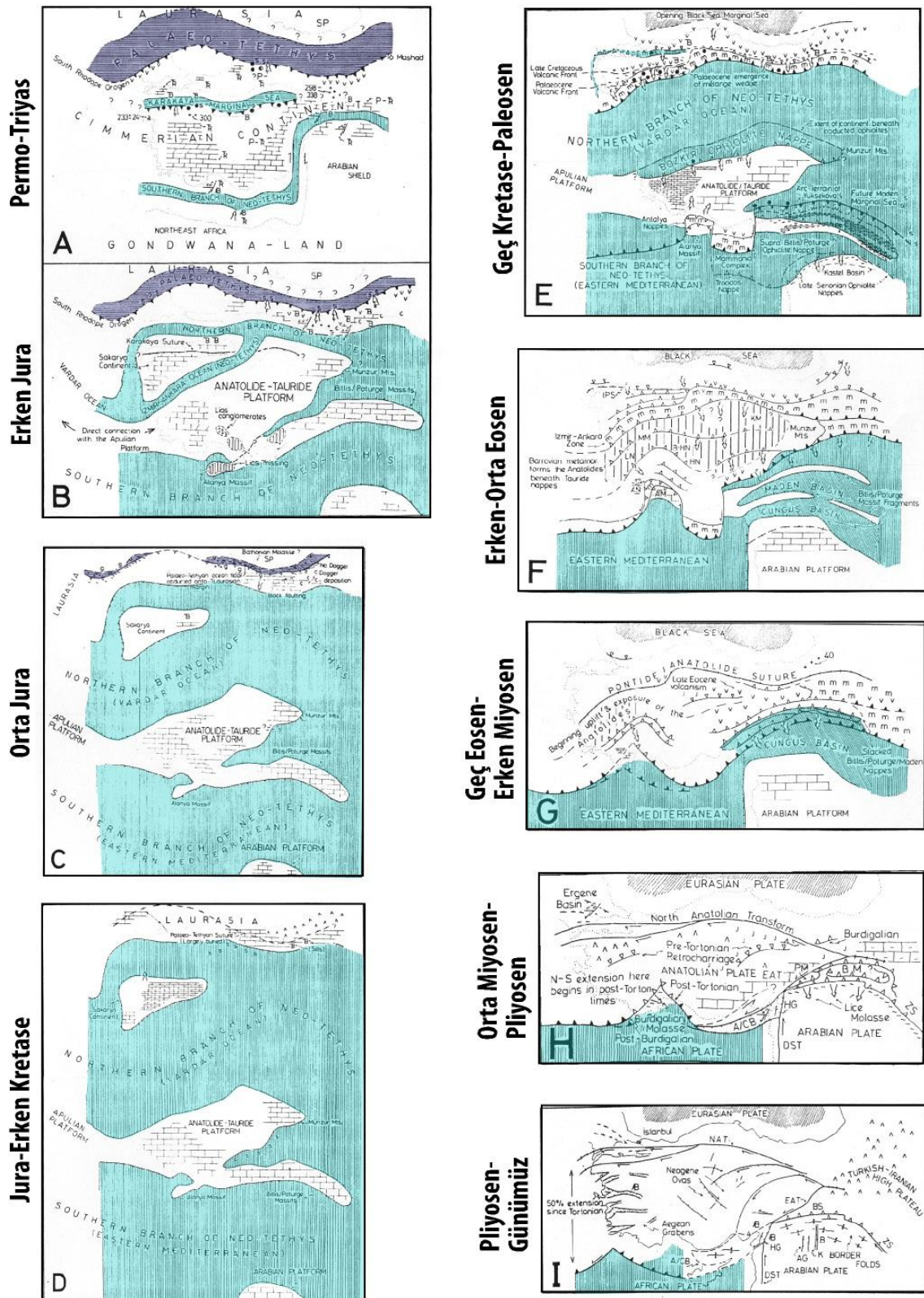
7. GÖLPAZARI HAVZASI'NIN JEOLJİK EVRİMİ

Bu bölümde Gölpazarı Havzası'nın oluşum ve gelişiminde Kuvaterner'de etkili olan süreçler eldeki veriler dâhilinde açıklanmaya çalışılacaktır. Ancak öncelikle, konu bütünlüğünün sağlanması açısından çalışma alanı ve çevresinin önceki çalışmalar doğrultusunda Paleotektonik ve Neotektonik dönemde geçirdiği tektonizmadan kısaca bahsedilecektir.

Alpin orojenik sistemi içinde yer alan Türkiye, Tetis okyanusunun kapanması sırasında çarpışan Gondwana ve Lavrasya kıtalarına ait farklı kıtasal parçalar içerir.

Türkiye'nin paleotektonik evrimi genel olarak Permo-Triyas'ta Pangea kıtasının parçalanmasıyla başlar. Permo-Triyas'ın ülkemiz tektoniğindeki en önemli olayı Paleotetis okyanusu tabanının güneye eğimli bir dalma-batma zonu boyunca Türkiye'nin alta doğru dalmasıdır (Şengör ve Yılmaz 1983) (Şekil 7.1). Triyas'ta Türkiye'nin bulunduğu platformun iki ayrı yerinde iki ayrı zamanda parçalanmalar meydana gelmiş ve bunun sonucu gerilme nitelikli alanlar oluşmuştur (Bingöl 1976, Şengör ve Yılmaz 1983). Bu alanlardan ilki ve konu ile ilgili olanı Erken Triyas'ta Biga Yarımadası'ndan başlayarak Bursa kuzeyine doğru Bilecik ve Ankara'dan geçerek Tokat masifine ulaşan açılımdır. Bu açılma Karakaya Kenar Denizi'nin oluşumuna sebep olmuştur. Bu alana dair malzeme (spilitik bazalt, çamurtaşı ve radyolarit ile bunlara girik halde kumtaşı, silttaşı, konglomera ve ofiyolit topluluğu) Karakaya formasyonu olarak adlandırılmıştır (Bingöl vd. 1973, Bingöl 1976, Tekeli 1981, Şengör ve Yılmaz 1983). Karakaya kenar denizi çok kısa bir süre sonra (Geç Triyas'ta) kapanmıştır (Yılmaz 1981, Şengör ve Yılmaz 1983).

Geç Triyas'ta Doğu Akdeniz açılmaya başlamıştır. Doğuya doğru Zagros okyanusundan Himalaya'ya kadar devam eden Neotetis'in bu açılmasıyla Gondwana kıtasının kuzeyinden Kimmer kıtası (Şengör 1979) ayrılmıştır (Şengör ve Yılmaz 1983). Erken Jura Türkiye'de Kimmer kıtasının sürekli parçalanarak Anatolid-Torid platformu gibi önemli kıta parçalarını oluşturduğu bir dönemdir. Bu olay Neotetis'in güney kolunun büyümesine sebep olmuştur.



Şekil 7.1 Türkiye'nin tektonik evrimi (Şengör ve Yılmaz 1983)

Orta Jura'da Kimmer kıtası ve Skitiyen platformunun çarpışmasıyla Paleotetis okyanusu kapanmıştır. Üst Jura-Alt Kretase'de karbonat şelf tortulları birikmiş kara yükselmesi hızlanmış resifler arası alanlarda filiş çökelişi meydana gelmiştir (Seymen 1975). Çalışma alanını da içinde bulunduran Sakarya kıtası Geç Jura'da bir neritik karbonat alanıdır. Bu alana ait karakteristik ürün Bilecik kireçtaşlarıdır (Altınlı 1973, Saner 1977, Yılmaz 1981, Şengör ve Yılmaz, 1983). Erken Kretase ortam koşulları hızlı sayılabilecek bir değişimle pelajijçe dönüşmüş ve çörtlü kireçtaşlarının çökeline yol açmıştır. Bu alana ait karakteristik ürün ise Soğukçam kireçtaşlarıdır (Altınlı 1973, Şengör ve Yılmaz 1983).

Geç Kretase tüm Alpidler' de olduğu gibi Türkiye'de de Neotetis tektonizmasının devrim niteliğinde sonuçlar yarattığı bir dönemdir (Şengör ve Yılmaz 1983). Hemen hemen bütün levhalarda bir yakınlaşma rejiminin başladığı bu dönem, çok büyük ofiyolitik napların yerleştiği bir dönem olarak kabul edilebilir.

Türkiye açısından değerlendirildiğinde, Geç Kretase'de bütün Pontid kuşağı boyunca bir dalma-batma olayı başlamış buna bağlı olarak da Rodop-Pontid ada yayının arkasında Karadeniz açılmaya başlamıştır (Letouzey vd. 1977, Şengör ve Yılmaz 1983). Paleosen ve Eosen'de bu açılma devam etmiştir.

Geç Paleosen(?)-Erken Eosen'de Anatolid-Torid platformu Pontidlerle çarpışmış ve ardından Anatolid-Torid platformunda büyük ölçüde deformasyon başlamıştır (Şengör ve Yılmaz 1983). Şengör ve Yılmaz (1983), Türkiye'de Tetis'in evrimini anlattıkları çalışmalarında Parejas'ın (1943) Torid-Anatolid platformunun kendi içinde dilimlenmeğe başladığına dair verileri gösterdiğini belirtmişlerdir.

Geç Eosen-Erken Miyosen'de Türkiye K-G yönde sıkıştırılmaya devam etmiştir. Geç Eosen'de Orta Anadolu'nun doğusu ile Güneydoğu Anadolu'da yer alan iç Toros okyanusu ile Maden havzası kapanmıştır. Bu kapanma döneminden sonra Afrika'nın Avrasya'ya yaklaşması Türkiye'nin güneyine doğru tümüyle kuzey yönünde gelişen bir dalma batmayla sonuçlanmıştır (Şengör ve Yılmaz 1983).

Orta-Geç Miyosen’de Bitlis-Zagros kenet kuşağı boyunca Arabistan-Avrasya çarpışması başlamış ve bu çarpışmayla beraber Türkiye bütününde önemli tektonik gelişmeler meydana gelmiştir. Buna en önemli örnek hiç kuşkusuz Doğu Anadolu bölümünün kuzey güney yönlü sıkışma ve buna bağlı kısalma sonrasında Türkiye’nin önemli bir bölümünün batıya doğru itilmesidir. Bu gelişme Kuzey ve Doğu Anadolu fay zonlarının oluşumunda temel etken olmuştur.

Hiç kuşkusuz KB Anadolu’da en etkin tektonik yapıyı Kuzey Anadolu Fayı ve kolları oluşturmaktadır. Kuzey Anadolu Fayı Bolu yakınlarında kollara ayrılır, çok sayıda Neojen ve Kuvaterner yaşlı havza oluşturur. Bu bağlamda Gölpazarı Havzası’nın Bolu tarafında üç kola ayrılan KAFZ’ın güney kolu üzerinde yer aldığı önerilmektedir (Seyitoğlu vd. değerlendirmede).

KAFZ doğudan batıya doğru önce geniş daha sonra gittikçe daralan bir makaslama zonu olarak gelişmiştir. KAFZ’nun oluşumunu tetikleyen olay Arap Levhası’nın Avrasya ile çarpışması ve bunun sonucu olarak Anadolu Levhası’nın itilmesidir (Şengör vd. 1985). Doğu’dan batıya doğru genişleyen bir makaslama alanı oluşturan Kuzey Anadolu Fay Zonu’nun tamamı ya da bazı kollarının ve bu büyük makaslama alanındaki havzaların yaşlarıyla ilgili değerlendirmeler Genel Jeoloji bölümünde detaylı olarak verilmiştir.

Bu değerlendirmelerde dikkate alınması gereken önemli çalışmalardan biri olan Şengör vd 1985 ve 2005’ te söz konusu makaslama alanı içindeki en yaşlı havzaların (orta ile Geç Miyosen) fayın en doğu ucunda ve en gencinin (Pleyistosen’den daha yaşlı) kuzeybatı ucunda bulunduğu ifade edilmektedir. Bu batıya doğru KAF’ın ve üzerinde bulunan havzaların gençleştiğini gösterir.

Gölpazarı Havzası’nda ve kenar kesimlerinde Neojen olarak yaşlandırılmış herhangi bir tektonik kontrollü çökel birimi gözlenememiştir. Bölgeye Geç Pliyosen’de yerleşen Sakarya Nehri’nin (Emre vd. 1998) Gölpazarı Havzası drenaj şebekesini yani Akçay’ı kapabilmesi ancak bu dönemden sonra olmuş olmalıdır.

Bu da havzanın oluşum yaşının Sakarya Nehri'nin bölgeye yerleşiminden sonra, ancak Akçay'ın dış drenajı kapılmasından önce olmasını gerektirir.

leksel olarak ele alındığında Gölpazarı Havzası bölgedeki diğer ek-ayır havzalara göre daha küçüktür, rneğin Yenişehir Havzası 186 km², Pamukova Havzası 102 km² yüzey alanına sahiptir. Söz konusu havzaların oluşum yaşları için Geç Pliyosen nerilmiştir (Koçyiğit 1988, Gürbüz 2010). ek-ayır havzalarla ilgili literatürdeki çalışmalar, bu ve benzeri havzaların evrimlerinin ilerleyen aşamalarında, havza kesen faylarca biildikleri zamana dek büyüdüklerini göstermektedir (bkz. Gürbüz, 2010). Bölgede Gölpazarı havzasına boyutca en yakın olan havza Sapanca Gölü ek-ayır havzasıdır ve bu havza da Orta Pleyistosen' de açılmıştır (Gürbüz ve Gürer 2008, 2009).

Tüm bunlar dikkate alındığında Gölpazarı Havzası'nın oluşumu için önerilebilecek en uygun yaş Erken-Orta Pleyistosen'dir.

Gölpazarı Havzası, açılımı ile birlikte giderek derinleşen bir gl ortamı haline gelmiş ve bu süre boyunca özelikle kuzey kenarında çok hızlı ve fazla tortul almıştır. Gl Geç Pliyosen'de hızlı tortul alımıyla beraber, tatlı sulu ve dış drenaja açık hale gelmiştir. Göreceli olarak küçük bir havzada oldukça hızlı gelişen tortul alımı ve biriken kalın istif tektonik faaliyeti işaret etmektedir. Büyük olasılıkla Orta-Geç Holosen'de havzanın gl niteliği ortadan kalmış ve akarsu- ova rejimi halini almıştır.

8. SONUÇLAR

Gölpazarı Havzası'nın Jeolojik Evrimi adlı bu tez çalışmasıyla, Gölpazarı Havzası'nın kökeni ve karakteri ortaya konmuş ve bölge tektoniğindeki önemi anlaşılmasına çalışılmıştır. Hazırlanan tez sonucunda ulaşılan sonuçlar şu şekildedir;

Araziden derlenen veriler havzanın kuzey ve güney kesimlerinde saf sağ yanal ve sağ yanal bileşenli normal fayların varlığını göstermektedir. Havzanın gelişiminde etken rol oynayan fay Gölpazarı Fayı, Gölpazarı Fayı'nın havzanın güney kenarını sınırlayan yaklaşık KD-GB gidiş gösteren sağ yanal doğrultu atımlı kısmı Kurşunlu-Dereli segmenti; havzanın kuzey kenarını sınırlayan segment Gölpazarı-Hüyük segmenti olarak adlandırılmıştır. Fayların karakterleri ve ortaya konan model Gölpazarı Havzası'nın bir çek-ayır havza olarak açıldığını göstermektedir. Bu tez çalışmasının önemli sonuçlarından biridir

Aydın ve Nur (1982) çek-ayır havzaların harita görünümünde uzun eksen ve kısa eksenleri arasında 3:1 oranı olduğunu belirtmiştir. Buna dair benzer bir çalışma yapmış olan Basile ve Brun (1999) havzanın kısa kenarı ve uzun kenarı arasındaki oranın 2 ile 3 arasında olması gerektiğini söylemiştir. Ancak bu oranlar havzanın yapısal ve fizyografik özelliklerine göre değişiklik gösterebileceği için bu değerlere yakın değerler de ideal olarak kabul edilmiştir. Yaklaşık olarak 54 km²'lik bir alan kaplayan Gölpazarı Havzası DKD-BGB yönünde 12 km'lik uzunluğa sahipken en geniş yeri 4,25 km.dir ve bu oran çalışma alanı için 2.83:1' dir. Yani Gölpazarı Havzası ideal geometriye sahip bir çek-ayır havzadır.

Havzada karstlaşma etkisi KD kesimlerde (özellikle Selvipınar formasyonu içerisinde) yerel olarak görülmüştür. Bölgedeki karstlaşmanın havzanın gelişiminde ve evriminde önemli bir etkisi yoktur.

Havza morfolojisi, havza kenar kesimlerinin aktif tektonik unsurlarla şekillendirildiğini göstermektedir.

Bu tektonik hareketlerin sonucunda, bölgedeki deformasyon zonlarını izleyerek bölgeye Geç Pliyosen’de yerleşen Sakarya Nehri bölgenin drenaj şebekesinin bugünkü halini almasını sağlamıştır.

Havza dolgusu sondajlarla kesilebilmektedir. Ancak dolgu içerisinde fosil ve yaş verisi elde edilememiştir. Tortulların henüz diyajeneze uğramamış olması, jeolojik deneştirmeler, ve morfolojik veriler ışığında Gölpazarı Havzası’nın açılması için Erken-Orta Pleyistosen yaşı önerilmektedir.

Çalışma alanındaki Kuvaterner tortulları, havzanın açılışından itibaren bu alanda uzun süreli bir göl ortamının var olduğunu göstermektedir. Göreceli olarak yakın zamanda, olasılıkla Holosen’de tektonik aktiviteye bağlı olarak yeni drenaj sistemi gelişmiş, ve Akçay bölgeye yerleşmiştir.

Havzanın batısına kadar çekilen son göl kalıntısı 1963 yılında DSİ tarafından kurutulmuştur.

Son yüzyıl içerisinde büyük bir deprem olmamış olmasına rağmen bölgeye ait aletsel dönem kayıtları, büyüklüğü 3 ile 5 arasında değişen depremlerin varlığını sergilemektedir.

Havzanın KAFZ’nun olası üçüncü kolu üzerinde bulunduğu ve dolayısıyla bu alanda önemli bir tektonik unsur olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdülseleamoğlu, M.Ş. 1958. Göynük-Gölpazarı bölgesinde denizel Miyosen var mı?, MTA Raporu, No: 2674.
- Akyürek, B., Bilginer, E., Akbaş, B., Hepşen, N., Pehlivan, Ş., Şunu, O., Soysal, Y., Dağ, Z., Çatal, E., Sözeri, B., Yıldırım H. ve Hakyemez Y. 1984. Ankara-Elmadağ-Kalecik dolayının temel jeoloji özellikleri . Jeoloji Mühendisliği, sayı: 20, s.31-46.
- Akyürek, B., Duru, M., Sütçü, Y.F., Papak, İ., Şaroğlu, F., Pehlivan, N., Gönenç, O., Granit, S. ve Yaşar, T. 1996. Ankara ilinin çevre jeolojisi ve doğal kaynaklar projesi (1994 yılı Jeoloji grubu çalışmaları). MTA Rap. No. 9961 (yayımlanmamış).
- Allen, C.R. 1969. Active faulting in northern Turkey. Contrib. No. 1577, Div. Geol. Sci., Calif. Inst. Technol. 32 pp.
- Allen, C.R. 1982. Comparisons between the North Anatolian Fault of Turkey and the San Andreas Fault of California. Işıkara and Vogel, p. 67–85. Allmendinger, R. W. FaultKinWin Version 1.1. Cornell Uni. 29 p.
- Altınlı, İ.E. 1973. Orta Sakaryanın Jeolojisi. 50. Yıl Yerbilimleri kongresi, Tebliğler Dergisi, MTA Yay., s. 159-187.
- Ambraseys, N. N. 1969. Some characteristic features of the North Anatolian Fault Zone. Tectonophysics 9:143–65.
- Ardos, M. 1985. Türkiye ovalarının Jeomorfolojisi. Edebiyat Fakültesi Yayınları, No: 3215, Cilt:II, s. 92-95.
- Andrieux, J., Over, S., Poisson, A. and Bellier, O. 1995. The North Anatolian Fault Zone: distributed Neogene deformation in its northward convex part. Tectonophysics, 243, 135–154.
- Armijo, R., Meyer, B., Hubert, A. and Barka, A. 1999. Westward Propagation of the North Anatolian Fault into the Northern Aegean: Timing and Kinematics, Geology, 27, 267-270.
- Aydın, A. and Nur, A. 1982. Evolution of pull-apart basins and their scale independence: Tectonics, v. 1, p. 91–105.
- Aydın, I. 1986. Magnetic map of northwest Anatolia and its interpretation. Internal Rep. Miner. Res. Explor. Inst. Turk. (MTA) Rep. 8310.
- Crowell, J.C. 1974. Origin of late Cenozoic basins in southern California, in Dickinson, W.R., ed., Tectonics and Sedimentation: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists (SEPM) Special Publication 22, p. 190–204.

- Barka, A. 1981. Seismo-tectonic aspects of the North Anatolian Fault. PhD thesis. Univ. Bristol. [XX]+335 pp.
- Barka, A. and Hancock, P.L. 1984. Neotectonic deformation patterns in the convex-northwards arc of the North Anatolian Fault zone. In: Dixon, J.F., Robertson, A.M.F. (Editors), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. Geol. Soc. London Spec. Publ., 17, pp. 763–774.
- Barka, A. 1985. Kuzey Anadolu Fay Zonundaki bazı Neojen-Kuaterner havzalarının jeolojisi ve tektonik evrimi. Ketin Simpozyumu Kitabı, Türkiye. Jeoloji Kurumu, Ankara, 209–227.
- Barka, A.A. and Gülen, L. 1987. Age and total displacement of the North Anatolian Fault Zone and its significance for the better understanding of tectonic history and present day Dynamics of the Eastern Mediterranean region, Melih Tokay Geolo. Symp., 87, pp.57-58.
- Barka, A.A. ve Gülen, L. 1988. New constraints on age and total offset of the North Anatolian Fault Zone: Implications for tectonic of the eastern Mediterranean region, in 1987 Melih Tokay Symposium, Spec. Publ. Middle East TECh. Univ., pp. 663-684.
- Barka, A.A. and Gülen L. 1989. Complex evolution of the Erzincan Basin (eastern Turkey). J. Struct. Geol. No.11, p. 275–83
- Barka, A. and Kadinsky-Cade, K. 1988. Strikeslip Fault Geometry in Turkey and its Influence on Earthquake Activity, Tectonics, 7, 663-684.
- Barka, A. 1992. The North Anatolian Fault zone. Ann. Tecton. 6:164–95.
- Barka, A. 1996. Slip distribution along the North Anatolian Fault associated with the large earthquakes of the period 1939 to 1967. Bull. Seismol. Soc. Am. 86:1238–54.
- Barka, A. 1997. Neotectonics of the Marmara Region. See Schindler & Pfister 1997, pp. 55-87.
- Barka, A. and Reilinger, R. 1997. Active tectonics of the Eastern Mediterranean region: deduced from GPS, neotectonic and seismicity data. Annali di Geofisica 40, 587-610.

- Barka, A., Akyüz, S. H., Cohen, H. A. and Watchorn, F. 2000. Tectonic Evolution of the Niksar and Tasova-Erbaa pull-apart basins, North Anatolian Fault Zone: their significance for the motion of the Anatolian block. *Tectonophysics*, 322, 243-264.
- Basile, C. and Brun, J.P. 1999. Ransensional faulting patterns ranging from pull-apart basins to transform continental margins: An experimental investigation: *Journal of Structural Geology*, v. 21, p. 23-37, doi: 10.1016/S0191-8141(98)00094-7.
- Bergougnan, H. 1976. Structure de la Chaîne pontique dans le Haut-Kelkit (Nord-Est de l'Anatolie). *Bull. Soc. G'col. Fr.* 18:675-86.
- Besbelli, B. 1991. Adapazarı H25 bl, b4, c1 paftalarının jeolojisi ve petrol olanakları. MTA Raporu, No: 9237.
- Bilgin, T. 1984. Adapazarı Ovası ve Sapanca oluşunun alüvyal morfolojisi ve Kuvaterner'deki jeomorfolojik tekamülü. İstanbul üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, No: 2572.
- Bingöl, E., Akyürek, B. ve Korkmazer, B. 1973. Biga Yarımadasının jeolojisi ve Karakaya Formasyonunun bazı özellikleri: Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongr. Tebliğler: Maden Tetkik Arama, Ankara, S. 70-77.
- Bingöl, E. 1976. Evolution géotectonique de l'Quest: *Bull. Soc. Géol. Fr., Ser.*, 7, 18, 235-254.
- Cohen, A.S. 2003. *Paleolimnology : The History And Evolution Of Lake Systems/Andrew S. Cohen* Oxford ; New York : Oxford University Press, c2003.
- Crowell, J.C. 1974. Origin of late Cenozoic basins in southern California, in Dickinson, W.R., ed., *Tectonics and Sedimentation: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists (SEPM) Special Publication 22*, p. 190-204.
- Çağlar, İ. and İşseven T. 2004. Two-dimensional geoelectrical structure of the Göynük geothermal area, northwest Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 134, 183- 197.
- Çemen, İ., Göncüoğlu, M. C. and Dirik, K. 1999. Structural evolution of the Tuzgölü basin in Central Anatolia, Turkey. *Journal of Geology*, 107, 693-706.
- Çoğulu, E., Delaloye, E. et Chessex, R. 1965. Sur l'age de quelques roches intrusives acides de la region Eskişehir (Turquie). *Arch. Sci. Soc. Phys. Et Hist. Nat. Geneve*, 18, 66929.
- Delaloye, M. and Bingöl, E. 2000. Granitoyids from western and Northwestern anatolia; Geochemistry and Modeling of Geodynamic Evolution. *International Geology. Rewiev* vol.42, p. 241-263.

- Demirkol, C. 1973. Üzümlü- Tuzaklı (Bilecik ili) dolayının jeolojisi. İ.Ü. Fen Fak. Doktora Tezi Tatbiki Jeoloji Kürsüsü.
- Demirkol, C. 1977. Üzümlü- Tuzaklı (Bilecik ili) dolayının jeolojisi. TJK Bült., 20/1, 9-16.
- Didik, S. ve Tekin Z. 1992. Sakarya- Taraklı kil hamamları jeolojisi ve hidrojeoloji etüt raporu. MTA Raporu, No: 9405.
- Dirik, K. and Erol, O. 2003. Tectonomorphologic evolution of Tuzgolu and surrounding area, central Anatolia-Turkey, Turkish Association of Petroleum Geologists. Special Publications S. 27--46 (in Turkish with English abstract).
- DSİ (Devlet Su İşleri) 1974. Gölpazarı Ovası Hidrojeolojik Etüt Raporu. Ankara, s.18
- Duru, M., Gedik, İ. ve Aksay, A. 2002. MTA Genel Müdürlüğü, 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Adapazarı-H24 Paftası, No:37, MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Egeran N. and Lahn E. 1944. Note sur la carte sismique de la Turquie au 1:2.400.000. Maden Tetk. Arama Enst. Mecmuası, year 9, No. 2/32, pp. 279–89 one foldout map.
- Ekmekçi, M. and Nazik, L. 2004. Evolution of Gölpazarı-Huyuk karst system (Bilecik-Turkey): Indications of morpho-tectonic controls. Int. J. Speleol., 33 (1/4), 49-64.
- Emre, Ö., Erkal, T., Tchepalyga, A., Kazancı, N., Keçer, M. ve Ünay, E. 1998. Doğu Marmara bölgesinin Neojen-Kuaternerdeki evrimi. Maden Tetk. Arama Derg., No. 120, pp. 289-314.
- Erinç, S., Bilgin, T. ve Bener, M. 1961. Gerede civarında akarsu şebekesi. İstanbul Üniv. Coğraf. Enst. Derg. 6, s.90–99.
- Eroskay, S.O. 1965. Paşalar Boğazı–Gölpazarı Sahasının jeolojisi. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası, Seri: B, Cilt: XXX, Sayı:3-4, s. 135-170.
- Erturaç, K. 2009. Amasya ve çevresinin morfotektonik evrimi. Doktora Tezi (basılmamış). İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 347 s., İstanbul.
- Gedik, İ. ve Aksay, A. 2002. MTA Genel Müdürlüğü, 1:100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Adapazarı-H25 Paftası, No: 38, MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara
- Granit, Y. and Tintant, H. 1960, Observation preliminaires sur le Jurasic de la region de Bilecik (Turquie): Comptes Rendus Acad, Science, Paris, v. 251, p.1801-1803.

- Gürbüz, C., Aktar, M., Eyidogan, H., Cisternas, A., Haessler, H, Barka, A., Yoruk, A. , Ergin, M., Türkeli, N., Polat, O., Üçer, S.B., Kuleli, S., Barış, S., Kaybak, B., Bekler, T., Zor, E., Bicmen, F. And Yoruk, A. 2000. "The seismotectonics of the Marmara region (Turkey): results from a microseismic experiment." *Tectonophysics* 316, p.1-17.
- Gürbüz, A and Gürer, F.Ö. 2008. Anthropogenic affects on lake sedimentation process: a case study from Lake Sapanca, NW Turkey. *Environmental Geology* 56(2), p.299-307.
- Gürbüz, A. and Gürer, F.Ö. 2009. Middle Pleistocene extinction process of pull-apart basins along the North Anatolian Fault Zone. *Physics Of The Earth And Planetary Interiors*, 173, p.177-180.
- Gürbüz, A. 2010. Geometric characteristics of pull-apart basins. *Lithosphere*, 2010/2, p.199-206.
- Gürer, A. 1996. Deep Conductivity Structure of the North Anatolian Fault Zone and the Istanbul and Sakarya Zones Along the Golpazari-Akcaova Profile, Northwest Anatolia. *International Geology Review*, 38(8), 727.
- Hancock, P.L. and Barka., A.A. 1980. Plio–Pleistocene reversal of displacement on the North Anatolian fault zone. *J. Struct. Geol.* 3, pp. 383–392.
- Herece, E. 1990. The Yenice-Gönen earthquakes of 1953 and some examples of recent tectonic events in the Biga peninsula of Northwestern Turkey, *Bull. Min. Res. And Expl. Inst. of Turkey*, 11, 1-15.
- Herece, E., Akay, E. 2003. Kuzey Anadolu Fayı (KAF) Atlası/Atlas of North Anatolian Fault (NAF). Maden Tetk. Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın. Ser. 2, Ankara, [IV]+61 pp.+13 appendices as separate maps.
- Irritz, W. 1972. Lithostratigraphie und tektonische Entwicklung des Neogens in Nordostanatolien (Kanozoikum und Braunkohlen in der Türkei. 6.). *Beih. Geol. Jahrb.*, No. 120, 111 pp.
- İlkisik, O.M., 1987, Bati Toroslar Manyetotelik Ölçme ve Değerlendirme Projesi: Istanbul, Istanbul Technical Univ., Maden fakültesi Yerbilimleri ve Yeraltı Kaynakları Uygulama merkezi.
- İmren., C., Le Pichon, X., Rangin, C., Demirbağ, E., Ecevitoglu, B. and Görür, N. 2001. The North Anatolian Fault within the Sea of Marmara: a new evaluation based on multichannel seismic and multibeam data, *Earth and Planetary Science Letters*, 186/2, 143-158.
- İmren, C. 2007. Marmara Denizi aktif tektonizmasının sismik yansima ve derinlik verileri ile incelenmesi. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Monografi Serisi No:3.

- Jackson, J. and McKenzie, D. 1988. The relationship between plate motions and seismic moment tensors, and the rates of active deformation in the Mediterranean and the Middle East. *Geophys. J.R. Astron. Soc.* 93, pp. 45–73.
- Jackson, J. 1994. Active tectonics of the Mediterranean region. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*: 239–271.
- Jestin, F., Huchon, P. and Gaulier, J., 1994. The Somali plate and the East African Rift system: present-day kinematics. *Geophys. J. Int.* 116, pp. 637–654.
- Kazancı, N. 1993. Kuzey Anadolu Fayı üzerinde tektonik kontrollü depolanma örneği: Suşehri Havzası (Alt Pliyosen-Holosen), Türkiye. *Doğa-Türk Yerbilim. Derg.*, 2, 89–102.
- Ketin, İ. 1948. Über die tektonisch-mechanischen Folgerungen aus den grossen anatolischen Erdbeben des letzten Dezenniums. *Geol. Rund.* 36:77–83.
- Ketin, İ. 1969. Über die nordanatolische Horizontalverschiebung. *Bull. Miner. Res. Explor. Inst. Turk.* 72:1–28.
- Ketin, İ. 1976. San Andreas ve Kuzey Anadolu Fayları arasında bir karşılaştırma. *Türk. Jeol. Kurumu Bül.* 19:149–54.
- Koçyiğit, A. 1988. Tectonic setting of the Geyve basin: age and total displacement of Geyve fault zone, *METU Pure Appl. Sci.*, 21, pp. 81-104
- Koçyiğit, A. 1991. An example of an accretionary forearc basin from northern central Anatolia and its implications for the history of subduction of Neo-Tethys in Turkey. *Geol. Soc. Am. Bull.* 103:22–36.
- Koçyiğit, A. 2003. General neotectonic characteristics and seismicity of central Anatolia. *Turkish Association of Petroleum Geologist Special Publication* 5, 1-26 (in Turkish with English abstract).
- Koçyiğit, A. 2005. The Denizli graben-horst system and the eastern limit of western Anatolian continental extension: basin fill, structure, deformational mode, throw amount and episodic evolutionary history, SW Turkey. *Geodinamica Acta* 18/3–4, 167–208.
- Kopp, K.O. 1969. *Geologie Thrakiens II: Die Inseln und der Chersones.* *Neues Jahr. Geol. Palaontol. Abh.* 119:172–214.
- Levent, E.J.A. and Okay, Aİ. 1996, Foraminifera from the exotic Permo-Carboniferous limestone blocks in the Karakaya Complex, northwestern Turkey. *Rivista Italiana di Palaeont. E Strat.* Vol.102, p.139-174
- Le Pichon, X., Şengör, A. M. C., Demirbağ, E., Rangin, C., İmren, C., Armijo, R., Görür, N., Çağatay, N., Mercier de Lepinay, B., Meyer, B., Saatçılar, R. and Tok, B. 2001. The Active Main Marmara Fault, *Earth and Planetary Science Letters*, 192, 595-616.

- Letouzey, J., Bijou-Duval, B., Dorkel, A., Gonnard, R., Kristchev, K., Montadert, L. and Sungurlu, O., 1977. The Black Sea: a marginal basin. Geophysical and geological data: Bijou-Duval, B. and Montadert, L. Ed. Structural History of the Mediterranean Basins de: Editions Technip, Paris, s. 363-376.
- McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., et al. 2000. Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus. *J. Geophys. Res.* 105:5695–719.
- McKenzie, D.P. 1972. Active tectonics of the Mediterranean region. *Geophys. J. R. Astron. Soc.* 30:109–85.
- Meade, B.J., Hager, B.H., McClusky, S.C., Reilinger, R.E., Ergintav, S., et al. 2002. Estimates of seismic potential in the Marmara Sea region from block models of secular deformation constrained by Global Positioning System measurements *Bull. Seismol. Soc. Am.* 92:208 15.
- Ocakoğlu, F. 2007. A re-evaluation of the Eskişehir Fault Zone as a recent extensional structure in NW Turkey. *Journal Of Asian Earth Sciences*, 3191-103.
- Okay, A.I., Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R. and Akyüz S., 1996. Paleo- and Neo-Tethyan events in northwest Turkey: geological and geochronological constraints. in *Tectonics of Asia* (ed. A. Yin & M. Harrison), Cambridge University Press, 420-441.
- Özgür, E.M. 1990. Gölpaazarı Ovası ve Çevresinde Coğrafi Gözlemler. *Ankara Üniversitesi Dil Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi*. Cilt XXXIII, Sayı:2, s.397.
- Özsayın, E. and Dirik, K. 2007. Quaternary activity of the Cihanbeyli and Yeniceoba fault zones: İnönü-Eskişehir fault system, Central Anatolia. *Turkish Journal Of Earth Sciences*, 16(4), 471.
- Parejas, E. 1943. Une phase orogénique d'âge Yprésien en Anatolie: *C.R., Soc., Sic., Phys., Hist., Nat., Geneve*, 60,89-92.
- Reilinger, R.E., McClusky, S.C., Oral, M.B., King, R.W., Toksoz, M.N. 1997. Global Positioning System measurements of present-day crustal movements in the Arabia-Africa- Eurasia plate collision zone. *J. Geophys. Res.* 102:9983–99.
- Reilinger, R., McClusky, S., Vernant, P., Lawrence, S., Ergintav, S., Çakmak, R., Ozener, H., Kadirov, F., Guliev, İ., Stepanyan, R., Nadariya, M., Hahubia, G., Mahmoud, S., Sakr, K., ArRajehi, A., Paradissis, D., Al- Aydrus, A., Prilepin, M., Guseva, T., Evren, E., Dmitrova, A., Filikov, S.V., Gomez, F., Al-Ghazzi, R., Karam, G., 2006. GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions, *J. Geophys. Res.*, 111, B05411.
- Saner, S. 1977, Geyve-Osmaneli-Gölpaazarı-Taraklı alanının jeolojisi; Eski çökeltme alanları ve çökeltmenin evrimi. MTA Raporu, No: 6306 (İstanbul Üniversitesi Tatb. Jeo. Kürsüsü, Doktora Tezi).

- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Boray, A. 1987. Türkiye'nin Diri Fayları ve Depremsellikleri (Seismicity and Active Faults of Turkey). MTA Rapor no. 8174.
- Şaroğlu, F. 1988. Age and the offset of the North Anatolian Fault. METU J. Pure Appl. Sci.,
- Seymen, İ. 1975. Kelkit Vadisi Kesiminde Kuzey Anadolu Fay Zonunun Tektonik Özelliği: Dr. Eng., İstanbul Tek. Üniv., Maden Fak., XIX+192 pp.+2 foldout maps.
- Straub, C.C. and Kahle, H.G. 1995. Active crustal deformation in the Marmara Sea region, NW Anatolia, inferred from GPS measurements. Geophysical Research Letters, 22(18), 2533.
- Seyitoglu, G., Kaypak, B., Aktuğ, B., Onde, E., Esat, K., Gürbüz, A. An alternative route for the southern branch of North Anatolian Fault Zone, NW Turkey. Değerlendirmede.
- Şentürk, K ve Karaköse, C. 1979, Orta Sakarya dolayının temel jeolojisi. MTA Enst. Rap. No: 6642 (yayımlanmamış).
- Şengör, A.M.C. 1979. The North Anatolian Transform Fault: its age, offset and tectonic significance. J. Geol. Soc. London 136: 269–82.
- Şengör, A.M.C. and Canitez, N. 1982. The North Anatolian Fault. In Alpine-Mediterranean Geodynamics, Geodynamics, ed. H Berekhemer, K Hsü, Ser. 7, pp. 205–16. Boulder, CO: Geol. Soc./Washington, DC: Am. Geophys. Union.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y. 1983. Türkiye’de Tetis’in evrimi: Levha tektoniği açısından bir yaklaşım, Türkiye Jeoloji Kurumu, Yerbilimleri özel dizisi,1, s.1-75.
- Şengör, A.M.C., Görür, N. and Şaroğlu, F. 1985. Strike-slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey as a Case Study, in Strike-slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation, 37, 227-264, Eds. Biddle, K.T. and Christie-Blick, N., Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication.
- Sengör, A.M.C., Tuysuz, O., Imren, C., Sakinc, M., Eyidogan, H., Gorur, N., Le Pichon, X. and Rangin, C. 2005. The North Anatolian fault: a new look, Annu. Rev. Earth Planet. Sci. 3337–1112.
- Şengör, A.M.C. 1979. The North Anatolian Transform Fault: its age, offset and tectonic significance. J. Geol. Soc. London 136: 269–82.
- Tarı, U. 2007. İzmit Körfezi ve Çevresinin Morfotektoniği, İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 284 sf.
- Tekeli, O. 1978. Aladağlarda ofiyolit yerleşmesi: Türkiye Jeoloji Kurumu, 32. Bilimsel ve Teknik Kurultay, Bildiri Özetleri, s. 12.

- Tekeli O. 1981. Subduction complex of pre- Jurassicage, northern Anatolia, Turkey. *Geology*, 68-72.
- Tokay, M. 1973. Kuzey Anadolu Fay Zonunun Gerede ile Ilgaz arasındaki kısmında jeolojik gözlemler. In *Kuzey Anadolu Fayı ve Deprem Kuşağı Simp.*, 29–31 Mart 1972, Ankara, pp. 12–29. Tebliğler: M. T. A. Enst., Ankara.
- Tuncer, K. 2004. Sakarya Nehri-Göynük Çayı Çatak Çayı Arasındaki Sahanın Karst Jeomorfolojisi, 258 s., İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Tüysüz, O., Barka, A.A., and Yiğitbaş, E., 1998. Geology of the Saros Graben and its implications for the evolution of the North Anatolian fault in the Ganos-Saros region, northwestern Turkey. *Tectonophysics*, No. 293, s. 103-126.
- Westaway, R. and Arger, J. 2001. Kinematics of the Malatya-Ovacık fault zone. *Geodin. Acta* 14:103–31.
- Ünay E. and De Bruijn H., 1998. Plio-Pleistocene rodents and lagomorphs from Anatolia. *Meded. Ned. Inst. Toegepaste Geowetenschappen TNO*, 60, 431–66.
- Ünay, E., Emre Ö., Erkal T. and Keçer M., 2001. The Rodent fauna from the Adapazarı pull-apart basin (NW Anatolia): its bearing on the age of the North Anatolian Fault. *Geodin. Acta*, 14, 169–75.
- Ural, R. ve Mumcu, N. 1974. Gölpazarı ovası hidrojeolojik etüt raporu. DSİ Raporu, No: 1205 / 29- HJ.
- Ürgün, S. 1956 Gölpazarı-Geyve-Taraklı-Göynük civarının jeolojisi. MTA Raporu, No: 2711.
- Yaltırak, C., Sakıncı, M., Oktay and F., Y. 2000. Westward propagation of North Anatolian Fault into the northern Aegean: Timing and kinematics. *Comment. Geology* 28:187– 89.
- Yaltırak, C. 2002, Tectonic evolution of the Marmara Sea and its surroundings, *Mar. Geol.* 190, S0025-3227.
- Yılmaz, Y. 1981. Atlantik tip bir kıta kenarının Pasifik tip bir kıta kenarına dönüşümüne Türkiye’den örnek: Türkiye Jeoloji Kurultayı Konf. Ser., 27.
- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E.J., Tüysüz, O. and Gözübol, A.M. 1981. Abant (Bolu)-Dokurcun (Sakarya) arasında kalan KAF zonunun kuzey ve güneyinde kalan tektonik birliklerin jeolojik evrimi. MTA Raporu, No.7085.
- Yılmaz, M. ve Koral, H. 2007. Yenişehir havzasının (Bursa) neotektonik özellikleri ve jeolojik gelişimi. *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi*, Sayı.20(1), s.21.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler:

Adı : Esra

Soyadı : Önde

Doğum Tarihi : 04.10.1986

Eğitim Durumu :

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği

Anabilimdalı - 2010 – devam ediyor

Lisans : Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü -
2005-2010

Lise: Çankaya Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi - 2001-2005

Yayınlar:

- Önde, E. 2012. Konya havzasında Kuvaterner yaşlı alüvyal yelpazelerin zamansal ve mekansal özellikleri: Tektonik ve İklimsel çıkarımlar. 65. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı, sayfa. 580.
- Önde, E., Seyitoğlu, G., Kazancı, N. 2012. Kuvaterner yaşlı Gölpazarı çek-ayır havzasının jeolojik evrimi. 65. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı, sayfa. 44.
- Önde, E. and Gürbüz, A., 2010 Morphotectonic setting of the Gölpazarı pull-apart basin: Implications on the region between the North Anatolian and Eskişehir fault zones, NW Turkey. Geophysical Research Abstracts Vol. 12, EGU2010-944-2.
- Önde, E., Ergun, Z., Gürbüz, A., 2010. Güneybatı Anadolu Göllerindeki Alan ve Seviye Değişimleri. 63. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı, sayfa. 354.
- Önde, E ve Gürbüz, A., 2010 Gölpazarı Çek-Ayır Havzası'nın Tektonik Jeomorfolojisi (GD Marmara). Atag 14 Bildiri Özleri Kitabı, sayfa. 40.

Projeler:

- Beyşehir Gölünün (Konya) Dip Çamurlarının İncelenmesi ve Jeolojik Evrimin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri 12B4343002. 2012- devam ediyor.
- Edremit Grabenini Oluşturan Fayların Kinematığı ve Batı Anadolu Gerilmeli Sistemi İçindeki Yeri. TÜBİTAK Araştırma Destek Programları Başkanlığı Bilimsel Ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı. Proje No: 111Y258. 2012-devam ediyor.