

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BÜYÜK MENDERES GRABENİ'NE AİT SİSMİK
KESİTLERİN YAPISAL YORUMU**

Fevzi Mert TÜRESİN

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2019**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Fevzi Mert TÜRESİN tarafından hazırlanan “**Büyük Menderes Grabeni’ne Ait Sismik Kesitlerin Yapısal Yorumu**” adlı tez çalışması 08/11/2019 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. Gürol SEYİTOĞLU

Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri:

Başkan

: Prof. Dr. Erdin BOZKURT

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye

: Prof. Dr. Veysel IŞIK

Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye

: Prof. Dr. Gürol SEYİTOĞLU

Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Özlem Yıldırım

Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

08/11/2019



Fevzi Mert Türesin

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BÜYÜK MENDERES GRABENİ'NE AİT SİSMİK KESİTLERİN YAPISAL YORUMU

Fevzi Mert TÜRESİN

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Gürol SEYİTOĞLU

Büyük Menderes Grabeni, günümüzde halen genişlemeli tektoniğin etkisinde kalan, Ege Bölgesi graben sisteminin en önemli unsurlarından biridir. Merkezi Menderes Metamorfik Çekirdek Kompleksinin güney sınırında yer alan havza, Miyosen başında gelişen D-B uzanımlı ve güneye eğimli bir normal fay kontrolünde evrimine başlamış, Pliyosen ve Kuvaterner dönemlerinde oluşan ve aynı yöndeki normal faylanmalar kontrolünde de bugünkü konumuna ulaşmıştır. Menderes Masifi metamorfiklerinin temelini oluşturduğu, yarı-graben şeklindeki Büyük Menderes havzasında, Erken-Orta Miyosen, Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı gösel, flüviyal-alüviyal çökeller havza dolgularını oluşturmaktadır.

Batı Anadolu genişleme tektoniğinin kinematiği, zamanlaması ve ilişkili yapısal unsurların gelişimi ile ilgili bir çok farklı model 1970'li yıllardan beri tartışıla gelmiştir. Bu tez çalışmasında da söz konusu görüşlere yer verilmiş ve Büyük Menderes Grabeni'nde (BMG) yer alan sismik veriler ve saha çalışmaları ile son dönemde yayınlanan termokronolojik yaş verileri yorumlanarak bölge jeolojisinin çözümlenmesine katkı koymaya çalışılmıştır.

Bu çalışma kapsamında ulaşılan sonuçlar, BMG'nin evrimini kontrol eden üç normal fayın yer altında birbirlerini kesmeden, hafifçe birleştiğini, ana sıyrılma fayının ondülasyonlu ve dallanıp tekrar birleşen (anastomosing) bir geometriye sahip olduğunu işaret etmektedir. Ayrıca, ortalama 30°'lik bir açı ile güneye doğru eğimli Büyük Menderes Sıyrılma Fayı'na (BMSF) yaşlı sedimanter birimlerde kuzeye doğru 60°'ye ulaşan tabaka eğimlerinin varlığı ve havza evriminde etkili olan diğer iki fayın da kendilerinden öncekine göre daha yüksek açılı olmaları ve güneye doğru gençleşmeleri ile birlikte, tez çalışması esnasında yayınlanan çalışma alanındaki termokronolojik veriler, bükülerek dönen ilk fayın aktif olduğunu savunan Alaşehir tipi bükülerek dönme modelinin Büyük Menderes grabeninde de çalıştığını göstermektedir.

Aralık, 2019, 64 sayfa

Anahtar Kelimeler: Genişlemeli Tektonik, Büyük Menderes Grabeni, Batı Anadolu, Sismik Kesit

ABSTRACT

Master Thesis

STRUCTURAL INTERPRETATION OF THE SEISMIC PROFILES IN THE BÜYÜK MENDERES GRABEN

Fevzi Mert TÜRESİN

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

Supervisor: Prof. Dr. Gürol SEYİTOĞLU

Büyük Menderes Graben, currently under the influence of extensional tectonics, is one of the most important elements of the Aegean Graben system. The graben, located on the southern margin of the Central Menderes Metamorphic Core Complex has started its evolution under the control of E-W trending and south dipping normal fault that occurred at the beginning of Miocene and has reached its recent position by the help of south dipping Pliocene and Quaternary normal faults. Lacustrine, alluvial and fluvial origin Early-Middle Miocene, Pliocene and Quaternary deposits are the basin fill of the Büyük Menderes Graben, in which Menderes Massif metamorphic rocks located at the basement.

Different models about the kinematic, timing and the processes of the related structural elements of extensional tectonics of western Anatolia has been under discussion since 1970s'. All these different views has been evaluated in this thesis and the existing seismic reflection data in the Büyük Menderes graben, the field observations and the reevaluation of the previously published thermochronologic age data let us to contribute to reveal the regional geology.

The results obtained from this study suggest that, all three normal faults which are responsible for the evolution of the BMG, are slightly merge at depth without intersecting each other, and the main detachment fault has a corrugated and anastomosing geometry. Furthermore, presence of the Büyük Menderes Detachment Fault, dipping averagely 30° towards the south, the tilted sedimentary units dipping up to 60° towards the north, other two faults controlling the evolution of the graben having higher dip values comparing to the previous ones and getting younger towards the South with the previously published thermochronologic age data indicates that Alaşehir type-rolling hinge model, significant with claiming that the first fault is active while bending and rolling, is valid for the Büyük Menderes graben too.

December, 2019, 64 pages

Key Words: Extensional Tectonics, Büyük Menderes Graben, Western Turkey, Seismic Sections

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında kullanılan sismik profiller, çalışmaya baőlandığı dönemde ki ismiyle “Petrol İőleri Genel MÜdÜrlüğü” (PİGEM), bugÜnkÜ ismiyle “Maden ve Petrol İőleri Genel MÜdÜrlüğü” (MAPEG)’nden alınan izin ile elde edilmiştir. Bu izni veren yetkililere teőekk¼rlerimi sunarım.

Tarafımdan kaynaklanan her t¼r gecikmeye rağmen benden vazgeçemeyen ve sabırla beni desteklemeye devam eden değerli hocam Prof. Dr. G¼rol SEYİTOğLU’na sonsuz teőekk¼rlerimi sunarım.

Beni her aşamada destekleyen ve iőleri benim için kolaylaőtırmak adına m¼cadele veren sayın m¼d¼r¼m ve sevgili arkadaőım Macide Zeynep Y¼CEL’e sonsuz teőekk¼rler.

Özellikle tez yazım aşamasında yaz tatilinden bile fedakarlık ederek beni destekleyen sevgili eőim Didem T¼RESİN’e teőekk¼r¼ bir borç bilirim.

Fevzi Mert T¼RESİN

Ankara, Kasım, 2019

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Problemin Tanıtımı	3
1.2 Çalışmanın Amacı.....	3
1.3 Materyal ve Yöntem	3
1.4 Çalışma Alanının Coğrafik Özellikleri	4
1.5 Çalışma Alanının Jeomorfolojik Özellikleri	5
1.6 Öncel Çalışmalar	6
2. JEOLojİ	14
2.1 Bölgesel Jeoloji.....	14
2.1.1 Batı Anadolu'yu etkileyen gerilme rejimi üzerine ortaya atılan modeller.....	14
2.2 Menderes Masifi'nin Stratigrafik Özellikleri	17
2.3 Menderes Masifi'nin Yüzeyleme Tarihi.....	19
2.4 Büyük Menderes ve Alaşehir Grabenlerinin Sedimanter Dolguları ve Çökelişi Denetleyen Unsurlar	21
3. BÜYÜK MENDERES GRABENİ'NİN TEKTONO-SEDİMANTER EVRİMİ.....	27
3.1 Giriş.....	27
3.2 Saha Çalışmaları.....	29
3.3 Sismik Profil Yorumları.....	41
3.4 Sismik Profil ve Enine Kesitlerin Birlikte Değerlendirilmesi.....	51
4. TARTIŞMA.....	52
5. SONUÇLAR.....	57
KAYNAKLAR.....	59
ÖZGEÇMİŞ	64

SİMGELER DİZİNİ

Km	Kilometre
m	Metre
ms	Milisaniye
My	Milyon yıl
°	Derece
°C	Santigrad derece
'	Dakika
%	Yüzde

Kısaltmalar

AG	Alaşehir Grabeni
ASF	Alaşehir Sıyrıлма Fayı
B	Batı
BMG	Büyük Menderes Grabeni
BMSF	Büyük Menderes Sıyrıлма Fayı
D	Doğu
DAFZ	Doğu Anadolu Fay Zonu
G	Güney
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
GGB	Güneygüneybatı
K	Kuzey
KAFZ	Kuzey Anadolu Fay Zonu
KB	Kuzeybatı
KD	Kuzeydoğu
KKD	Kuzeykuzeydoğu

ŞEKİLLER DİZİNİ

- Şekil 1.1 Menderes Masifi'nin kuzey ve güney sınırları ile Neojen yaşlı havzaların genelleştirilmiş jeoloji haritası (Seyitoğlu ve Scott, 1992'den alınmıştır) 2
- Şekil 1.2 Çalışma alanının lokasyonunu gösterir Google Earth görüntüsü..... 4
- Şekil 2.1 Anadolu Bloğu'nun KAF ve DAF boyunca batıya doğru itilmesi ve batıda engellenen blokta meydana gelen K-G yönlü gerilme rejiminin başlaması (Dewey ve Şengör 1979)..... 15
- Şekil 2.2 Batı Anadolu'daki gerilme rejimini yayardı açılması ile açıklayan model (Barka ve Reiliger, 1997). 16
- Şekil 2.3 Kabuk kalınlaşmasına bağlı olarak meydana gelen orojenik çökme ve yüzeyde gerilme yapılarının oluşması (Dewey 1988)..... 16
- Şekil 2.4 Batı Anadolu'nun tektonik evriminin 2 fazlı model ile açıklanması (Gürer ve diğ. 2009)..... 17
- Şekil 2.5 Menderes Masifi üzerinde radyometrik olarak yaşlandırılmış ortognaysların lokasyonunu gösterir jeoloji haritası (Koralay ve diğ. 2011'den alınmıştır).... 18
- Şekil 2.6 Merkezi Menderes Masifi'ne ait temel kayalarının (lower plate rocks) Bozdağ ve Aydın Dağları civarında dom şekilli olarak yüzeylenmesi (Demircioğlu ve diğ. 2010'dan alınmıştır)..... 19
- Şekil 2.7 Tipik bir metamorfik çekirdek kompleksi ve ilişkili yapılar (Seyitoğlu ve Işık 2015'den alınmıştır)..... 20
- Şekil 2.8 Merkezi Menderes Metamorfik Çekirdek Kompleksi'nin yüzeylenme tarihçesi (Seyitoğlu ve diğ. 2004'den alınmıştır) (Geç Eosen olayları Şengör ve diğ. 1984; Apatit-Fision-Track sonuçları Gessner ve diğ. 2001). 21
- Şekil 2.9 Farklı çalışmacıların Alaşehir Grabeni için oluşturdukları genelleştirilmiş stratigrafik kesitler (Şen ve Seyitoğlu 2009'dan alınmıştır.)..... 22

Şekil 2.10 Alaşehir ve Büyük Menderes grabenlerinde farklı çalışmacıların tariflediği istifler (Çiftçi ve diğ. 2010; Seyitoğlu ve diğ. 2002; Şen ve Seyitoğlu 2009'dan değiştirilerek alınmıştır).....	23
Şekil 2.11 Yarı graben depolanma merkezlerinde gelişen gösel koşullar ve alüvyal çökellerin göl ortamına ulaşmasını gösterir şematik şekil (Seyitoğlu ve diğ. 2002'den alınmıştır).....	24
Şekil 2.12 Alaşehir Grabeni'nin oluşumu ve gözlenen sedimentasyon tipleri (Çiftçi ve diğ. 2010'dan alınmıştır). Çalışmacılar havza evrimini ard arda gelişen iki fayla açıklamışlar, ancak yapılan saha gözlemleri ve Demircioğlu ve diğ. 2010 makalesinde, yer altı görüntüleme teknikleri kullanılarak havzanın üç fay kontrolünde evrimleştiği tespit edilmiştir.....	25
Şekil 2.13 BMG'de Nazilli civarı jeoloji haritası ve Z-Z' hattının enine kesiti (Şen ve Seyitoğlu 2009'dan alınmıştır). En kuzeyde yer alan havza sınırlayıcı düşük açılı normal fay ve gençleştikçe daha yüksek eğim açılına sahip önceki fayın tavan bloğunda gelişmiş sentetik normal faylar.....	26
Şekil 2.14 Alaşehir Grabeni tektonostratigrafik evrimi (Alaşehir tipi bükülerek dönme modeli) (Seyitoğlu ve Şen 1998; Seyitoğlu ve diğ. 2002; Seyitoğlu ve Işık 2015'den alınmıştır).....	26
Şekil 3.1 Alaşehir İlçesi kuzeyinden geçen KD-GB gidişli sismik profil; a. Yorumuz, b. Yorumlanmış sismik kesit (Demircioğlu ve diğ. 2010'dan alınmıştır).	27
Şekil 3.2 Çalışma alanını gösterir "Google Earth" görüntüsü.....	28
Şekil 3.3 Büyük Menderes Havzası'na Köşk ilçesi kuzeyinden bakış.....	28
Şekil 3.4 Büyük Menderes Grabeni Kuzey kenarında Köşk-Başçayır arasının jeoloji haritası. Emre ve Sözbilir (1995), Göğüş (2004) 'den yararlanılmış, haritanın doğusunda alt ve üst levha kayaları ayrımı Nilus ve diğ. (2019)'dan alınmıştır. Harita içindeki daireler arazide ölçülen fay düzlemleri ve üzerlerindeki kayma çiziklerinin alt yarıküre eşit alan küresel izdüşüm gösterimleridir. FaultKin	

(Marrett ve Allmendinger, 1990; Allmendinger ve diğ. 2012) yazılımıyla gerçekleştirilmiştir.	30
Şekil 3.5 a) Bükülerek dönen Büyük Menderes sıyrılma fayı (y:89266 x:99115, 203 m). 1. Sıyrılma düzlemi: K20D, 17 GD; 2. Sıyrılma düzlemi: K45D, 30GD; 3. Bükülmeye bağlı kırıklanma: K20D, 50KB. b) Sıyrılma düzleminin daha yakın görünüşü.	31
Şekil 3.6 Başçayır KB'sında Büyük Menderes Sıyrılma Fayı ile Hasköy Formasyonu ilişkisi. 1. Hasköy Formasyonu tabakaları K35B, 45 KD konumlu. Sıyrılma düzleminin genel pozisyonu için Şekil 3.4'e bakınız.	32
Şekil 3.7 a) Kızılcaköy batısında Büyük Menderes sıyrılma fayı ve Neojen çökellerinin genel görünümü. 1. KB'ya eğimli sıyrılma düzlemi; 2. Hasköy Formasyonu. b) Sıyrılma düzleminin yakından görünüşü.	32
Şekil 3.8 Karatepe güneyinde gözlenen, muhtemel Hasköy Formasyonu taban fasiyeslerine ait köşeli tanelerden oluşan konglomeralar.	33
Şekil 3.9 Salavatlı kuzeyinde Büyük Menderes Sıyrılma Fayı'nın güneye eğimli konumu.	33
Şekil 3.10 Salavatlı KB'sındaki yol yarmalarında sıyrılma düzleminin ondülasyonlu yapısını gösterir panoramik fotoğraf.	34
Şekil 3.11 Soğukçam tepe KD'sunda transfer fay (kırmızı kesikli çizgi) ile karşı karşıya gelmiş üst levha metamorfikleri ile Neojen sedimanları (Neojen sedimanlarına ait tabakalar sarı çizgiler ile gösterilmiştir.) (Lokasyon için şekil 3.4'e bakınız).	34
Şekil 3.12 Başçayır batısında Hasköy Formasyonu'na ait Konglomera, kumtaşı ve şeyl arılanması. K60B, 60KD konumlu tabakalar.	36
Şekil 3.13 Kızılcayer GD'sunda genç normal fay (Fay IV) kontrolünde yüzeylenmiş metamorfikler ve Hasköy Formasyonu arasındaki uyumsuzluk düzlemi; tabanda bloklu konglomera ve üzerine gelen kömür ara katkılı görsel şeyller.	36

- Şekil 3.14 Gökkıranıtepe Formasyonu kırmızı renkli, kaba taneli kumtaşı ve konglomeraları..... 37
- Şekil 3.15 Dikmentepe GB'sından GD istikametine bakış. Pliyosen yaşlı Asartepe Formasyonu ve birimin yaşlı konumda bulunduğu normal fay (lokasyon için Şekil 3.4'e bakınız)..... 37
- Şekil 3.16 A-A', B-B' ve C-C'-C'' hatları boyunca alınan enine kesitler (Lokasyon için Şekil 3.4'e bakınız). "I", ana sıyrılma düzlemini temsil ederken, "II" "III" yaşlıdan gence doğru havza evrimini kontrol eden diğer fayları göstermektedir. "IV" ile ifade edilen fay ise Seyitoğlu ve Şen 1998; Seyitoğlu ve diğ. 2002; Seyitoğlu ve Işık 2015 yayınlarında anlatılan Fay IV olması muhtemel gözükmektedir. 39
- Şekil 3.17 Baklaköy doğusunda, B-B' gösterilen genç normal fayların en güneyde olanı. Taban blokta görece yükselerek Gökkıranıtepe Formasyonu ile karşı karşıya gelen Hasköy Formasyonu. Arka planda, en güneydeki Miyosen çökellerini uyumsuz olarak üzerleyen Asartepe Formasyonu da görülmektedir..... 40
- Şekil 3.18 K-G yönlü HAT-216 no'lu sismik profil (Lokasyon için Şekil 3.4'e bakınız). a) Yorumuz, b) Yapısal unsurlar bakımından yorumlanmış kesit. Büyük Menderes Sıyrılma Fayı "Fay I", Kuvaterner çökellerini sınırlayan fay ise "Fay III" ile gösterilmiştir. (2000 ms: 2800 m)..... 43
- Şekil 3.19 K-G yönlü HAT-222 no'lu sismik profil (Lokasyon için Şekil 3.4'e bakınız). a) Yorumuz, b) Yapısal unsurlar bakımından yorumlanmış kesit. Büyük Menderes Sıyrılma Fayı "Fay I", Pliyosen ve Kuvaterner çökellerini sınırlayan faylar ise sırasıyla "Fay II" ve "Fay III" ile gösterilmiştir. (2000 ms: 2800 m)44
- Şekil 3.20 K-G yönlü HAT-224 no'lu sismik profil (Lokasyon için Şekil 3.4'e bakınız). a) Yorumuz, b) Yapısal unsurlar bakımından yorumlanmış kesit. Büyük Menderes Sıyrılma Fayı "FayI", Kuvaterner çökellerini sınırlayan fay ise "Fay III" ile gösterilmiştir. (2000 ms: 2800 m)..... 45
- Şekil 3.21 K-G yönlü HAT-216 no'lu sismik profil (Lokasyon için Şekil 3.4'e bakınız). a) Yorumuz, b) Yapısal unsurlar bakımından yorumlanmış kesit. Büyük

- Menderes Sıyrılma Fayı “Fay I”, Kuvaterner çökellerini sınırlayan fay ise “Fay III” ile gösterilmiştir. (2000 ms: 2800 m)..... 46
- Şekil 3.22 D-B yönlü HAT-201 no’lu sismik profil (Lokasyon için Şekil 3.4’e bakınız). a) Yorumsuz, b) Yapısal unsurlar bakımından yorumlanmış kesit. Büyük Menderes Sıyrılma Fayı “Fay I”ve saha çalışmalarında belirlenmiş transfer fay (yanal atım bileşenli normal fay). (2000 ms: 2800 m) 47
- Şekil 3.23 D-B yönlü HAT-209 no’lu sismik profil (Lokasyon için Şekil 3.4’e bakınız). a) Yorumsuz, b) Yapısal unsurlar bakımından yorumlanmış kesit. Büyük Menderes Sıyrılma Fayı “Fay I” ve saha çalışmalarında belirlenmiş transfer fay(lar) (yanal atım bileşenli normal fay). Bu profilde Baklaköy-Hüseyinciler arasından (doğuda) ve saha çalışmalarında belirlenememiş ve Kuyucular doğusundan (batıda) geçen olası diğer transfer fay da görülmektedir. (2000 ms: 2800 m)..... 48
- Şekil 3.24 D-B yönlü HAT-212 no’lu sismik profil (Lokasyon için Şekil 3.4’e bakınız). a) Yorumsuz, b) Yapısal unsurlar bakımından yorumlanmış kesit. Büyük Menderes Sıyrılma Fayı “Fay I” ve saha çalışmalarında belirlenmiş transfer fay(lar) (yanal atım bileşenli normal fay). Bu profilde Baklaköy-Hüseyinciler arasından (doğuda) ve saha çalışmalarında belirlenememiş ve Kuyucular doğusundan (batıda) geçen olası diğer transfer fay da görülmektedir. (2000 ms: 2800 m)..... 49
- Şekil 3.25 D-B yönlü HAT-226 no’lu sismik profil (Lokasyon için Şekil 3.4’e bakınız). a) Yorumsuz, b) Yapısal unsurlar bakımından yorumlanmış kesit. Büyük Menderes Sıyrılma Fayı “Fay I”ve saha çalışmalarında belirlen(eme)miş transfer fay(lar) (yanal atım bileşenli normal fay). Bu profilde Baklaköy-Hüseyinciler arasından (doğuda) ve saha çalışmalarında belirlenememiş ve Kuyucular doğusundan (batıda) geçen olası diğer transfer fay da görülmektedir. (2000 ms: 2800 m)..... 50
- Şekil 3.26 A-A’ kesiti ile HAT-222 no’lu sismik profilin harita üzerindeki iz düşümleri üzerinde kaydırılarak yaklaşık K-G bir hat üzerinde yorumlanması 52

Şekil 3.27 B-B' kesiti ile HAT-224 no'lu sismik profilin harita üzerindeki iz düşümleri boyunca kaydırılarak yaklaşık K-G bir hat üzerinde yorumlanması.	52
Şekil 4.1 a) Tablo.1'de yer alan Büyük Menderes kuzeyine ait verilerin yaş- enlem grafiği. b) Büyük Menderes Sıyrılma düzlemi üzerinden alınmış örneklerin yaş-enlem grafiği.	55
Şekil 4.2 Çalışma alanında Büyük Menderes Garabeni'nin şekillenmesini sağlayan tüm önemli yapısal unsurların gösterildiği taslak model (açıklama için metne bakınız).	56



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Çalışma alanı içerisinde yer alan, Büyük Menderes graben kenarından yayınlanmış izotopik yaş verileri	54
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----



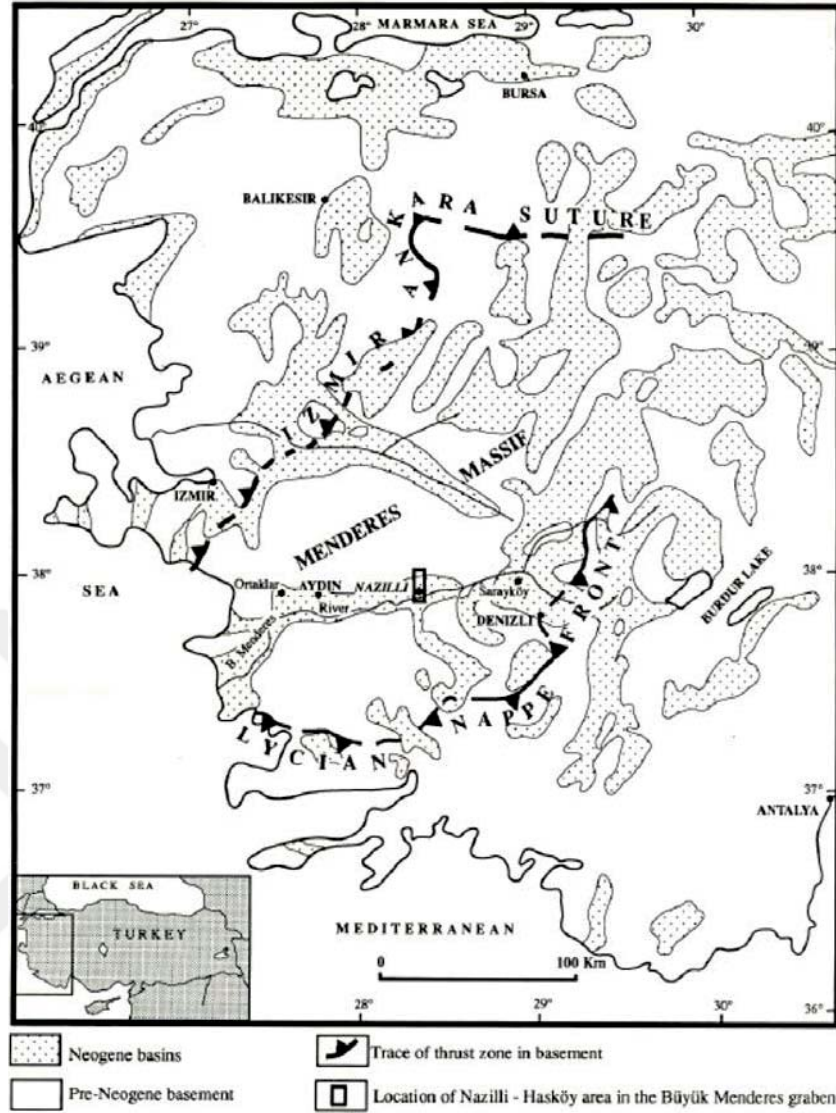
1. GİRİŞ

Batı Anadolu dünyada genişlemeli tektonik etkisi altında kalan en önemli alanlardan birisidir. K-G yönünde gelişen bu genişlemenin kinematığı, süreçleri, ürünleri ve başlangıç yaşı hakkında farklı çalışmacıların (McKenzie, 1978, Le Pichon ve Angelier, 1979, Dewey ve Şengör, 1979, Şengör ve diğ., 1985, Jackson ve Mc Kenzie, 1988, Dewey, 1988, Seyitoğlu ve Scott, 1991;1996b, Koçyiğit ve diğ.,1999, Bozkurt 2000, Gessner ve diğ., 2001, Seyitoğlu ve diğ., 2002; 2004, Bozkurt ve Sözbilir, 2004, Gürer ve diğ., 2009, Wölfler ve diğ., 2017, Nilius ve diğ., 2019) farklı önerileri bulunmaktadır ve konu hakkındaki bilimsel tartışmalar halen devam etmektedir.

Çalışma alanında yer alan Neojen yaşlı havzalar normal fayların kontrolünde gelişmiş graben alanlarından oluşmaktadır. Menderes Masifi'nin metamorfik kayaları da bu basenlerin temel kayalarını teşkil etmektedir. Havzaların sediman dolguları ise normal fayların kontrolündeki alüvyal, gölsel ve basen eksenine paralel yönde gelişmiş flüvyal sistemlerin çökellerinden ibarettir (Seyitoğlu ve diğ., 2002, Çiftçi ve diğ., 2010b).

Söz konusu Neojen havzalarının temel kayalarını oluşturan Menderes Masifi güneyde Likya napları kuzeyde ise İzmir-Ankara kenet zonu ile sınırlanmaktadır (Şekil 1.1). Yunanistan, Ege Denizi ve Batı Anadolu'yu kapsayan "Ege Genişleme Sistemi'nin" doğu kenarını temsil eden Menderes Masifi yaklaşık 30000 km²'lik bir yayılıma sahiptir.

İyi gelişmiş bir Metamorfik Çekirdek Kompleksi (Metamorphic Core Complex) sunan Menderes Masifi üzerinde normal faylar ile sınırlanmış yaklaşık D-B ve KD-GB uzanımlı Neojen Havzaları yer almaktadır. Menderes Masifi'nin merkezinde yer alan D-B uzanımlı havzalar, güneyden kuzeye doğru; Büyük Menderes, Küçük Menderes ve Alaşehir (Gediz), masif merkezinin kuzeyinde yer alan KD-GB uzanımlı havzalar ise güneybatıdan kuzeybatıya doğru; Uşak-Güre, Selendi, Demirci, Gördes ve Soma havzalarıdır. Ayrıca masifin Likya napları ile olan güney sınırı boyunca oluşmuş Oligosen yaşlı sedimanter birimleri barındıran Kale-Tavas ve kuzeyinde gelişmiş D-B uzanımlı ve kuzeye eğimli normal fay kontrolünde oluşmuş Simav havzaları bulunmaktadır.



Şekil 1.1 Menderes Masifi'nin kuzey ve güney sınırları ile Neojen yaşlı havzaların genelleştirilmiş jeoloji haritası (Seyitoğlu ve Scott, 1992'den alınmıştır)

Menderes Masifini oluşturan kayalar 2 gruba ayrılarak incelenmektedir; Paragnays, ortognays ve mika şistlerden oluşan “Çekirdek” (Core) masifin alt seviyelerini oluşturmakta ve Pan-Afrikan ve geç Alpin metamorfizmasından etkilenmiş olduğu yorumlanmaktadır (Candan ve Dora, 1998). Seyitoğlu ve diğ. 2004 ve sonrasındaki çalışmalarında bu istifi “Alt Levha Kayaları” (Lower plate rocks) olarak tariflemişlerdir. Şist, fillit, mermer, kuvarsit ve meta-olistostromlardan meydana gelen “Örtü” (Cover) masifin üst seviyelerini oluşturmakta ve Paleozoyik-Alt Tersiyer dönem ürünleri olarak değerlendirilmektedir (Dora ve diğ., 1990). Seyitoğlu ve diğ. 2004 ve sonrasındaki çalışmalarında bu istifi “Üst Levha Kayaları” (Upper plate rocks) olarak tariflemişlerdir.

1.1 Problemin Tanıtımı

Batı Anadolu'daki K-G yönlü genişleme rejimi, ilişkili yapısal unsurlar ve bölgedeki havza evrimi, 60'lı yıllardan beri birçok çalışmacının ilgisini çekmiştir. Özellikle 90'lı yılların başlarından itibaren bu çalışmalar daha da hız kazanmış ve yeni saha gözlemleri, havza dolgularından yapılan palinolojik analizler ve termokronolojik yaşlandırma teknikleri kullanılarak konu ile ilgili birçok farklı model ortaya atılmıştır. Tüm bu modeller Menderes Masifi'nin yüzeyleme tarihçesini, mekanizmasını ve ilişkili havza evrimini farklı şekillerde açıklamaktadır. Günümüze değin süre gelen bu bilimsel tartışmalar kapsamında ortaya atılan modellerin hangisi veya hangilerinin daha geçerli olduğunun anlaşılması da yeni verilerin bilim dünyasına kazandırılması ile doğrudan ilişkilidir. Bu kapsamda, yer altı görüntüleme tekniklerinin kullanıldığı çalışma sayısının son derece sınırlı olduğu (Çiftçi ve diğ., 2010a;b, Demircioğlu ve diğ., 2010) Batı Anadolu'daki, en önemli havzalardan biri olan Büyük Menderes Grabeni'nde yer alan sismik profillerin söz konusu bilimsel tartışmalara katkı sağlayacağı muhakkaktır.

1.2 Çalışmanın Amacı

Merkezi Menderes Masifi üzerindeki en önemli D-B uzanımlı grabenlerden biri olan Büyük Menderes Grabeni'nin oluşumunu kontrol eden temel yapısal unsurların yüzey jeolojisindeki konumu, geometrisi, sedimanter birimler ile olan ilişkisi bölgenin tektono-sedimanter evrimini anlatan önemli veriler içermektedir. Bu nedenle, graben oluşturan fayların yüzeydeki konumlarını, sedimanter birimler ile ilişkilerini yüzey çalışmaları ile belirleyip, aynı alanda mevcut K-G yönlü sismik kesitler ile de söz konusu fayların yer altındaki devamlarını ve birbirleri ile olan ilişkilerini ortaya koymak çalışmanın temel amacıdır. Böylece, Batı Anadolu K-G yönlü genişlemeli tektonik stilinin çözümlenmesine katkı sağlamak hedeflenmektedir.

1.3 Materyal ve Yöntem

Tez çalışması 4 aşamada gerçekleştirilmiştir.

İlk aşama, literatür çalışmalarını ve mevcut sismik profillerin öncel incelemelerini kapsamaktadır.

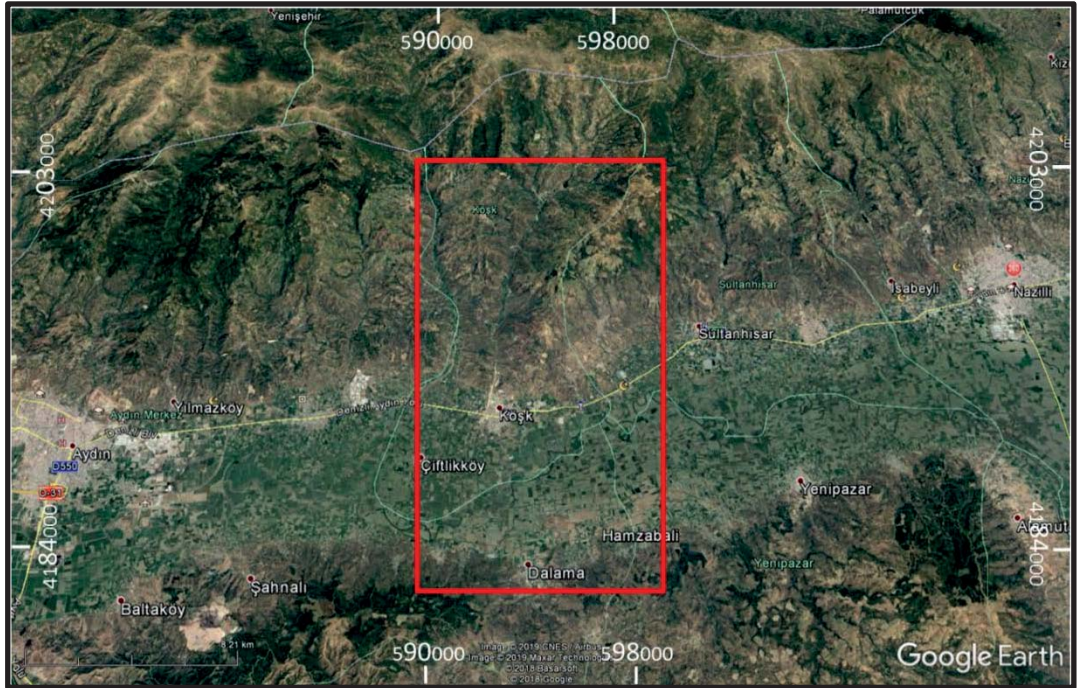
İkinci aşama saha gözlemleri ve jeolojik haritalama çalışmalarıdır. Yayınlanmış ve TPAO arşivinde yer alan jeoloji haritaları ile tarafımızca yapılan gözlemlerin kıyaslanması ve tüm mevcut veriler ile bir jeoloji haritası hazırlanmasını kapsamaktadır.

Üçüncü aşamada, hazırlanan jeoloji haritasından uygun görülen K-G hatlar boyunca 2 adet enine kesit hazırlanması ve bu enine kesitlerin güneyinde yer alan K-G yönlü sismik hatların yorumlanması gerçekleştirilmiştir.

Dördüncü ve son aşamada ise saha kesitleri ve yorumlanmış sismik profillerin ilişkilendirilmesi ile Büyük Menderes Grabeni'ni oluşturan fayların geometrileri ortaya konmuş ve bu veriler ışığında havzanın tektono-sedimenter evrimi yorumlanmaya çalışılmıştır.

1.4 Çalışma Alanının Coğrafik Özellikleri

Çalışma alanı, Batı Anadolu'da, Aydın ili sınırları içerisinde, Nazilli İlçe merkezinin 24,5 km batısında, Aydın İl merkezinin yaklaşık 18 km doğusunda yer alan Köşk İlçesi civarını kapsamaktadır (Şekil 1.2). Aydın M20 1/100000'lik topografik harita içerisinde konumlanmaktadır.



Şekil 1.2 Çalışma alanının lokasyonunu gösterir Google Earth görüntüsü.

37°30''-38°00'' kuzey enlemleri ve 27°20''-28°60'' doğu boylamları arasında bulunan Aydın, 8007 km²'lik bir yüz ölçüme sahiptir. Yenipazar Sultanhisar, Söke, Nazilli, Kuyucak, Kuşadası, Köşk, Koçarlı, Karpuzlu, Karacasu, İncirliova, Germencik, Didim, Çine, Buharkent, Bozdoğan, Aydın İli'nin ilçeleridir. Güneyinde Muğla, kuzeyinde İzmir ve Manisa, doğusunda Denizli ve batısında Ege Denizi ile çevrili olan Aydın ilinin ortalama rakımı, 50 metredir (<https://aydin.csb.gov.tr/>).

Ulaşım. Denizli-Aydın (E87) karayolu kullanılarak kolayca ulaşım sağlanabilmektedir.

İklim. Aydın İli'nde, Akdeniz'in uzantısı olan Ege Denizi'nin etkisi ile Akdeniz iklim tipi egemendir ve kışları ılık ve yağışlı, yazları kurak ve sıcak yaşanmaktadır. İl'de yağışın büyük bölümü yağmur şeklinde olup, mevsimlere göre dağılışı; yaz aylarında 58.9 mm, ilkbahar aylarında 161.4 mm, kış aylarında ise 299.1 mm ve sonbahar aylarında 153.3 mm'dir. Yıllık ortalama yağış miktarı ise 672.7 mm'dir. Aydın ilinde yıllık ortalama sıcaklık 17.1°C'dir. Ölçülen en yüksek ortalama sıcaklık 34.8°C ile temmuz ayında ve en düşük ortalama sıcaklık ise 4.1°C ile Ocak ayında tespit edilmiştir. Mevsimlere göre sıcaklık ortalamaları; yaz aylarında 26.3°C, ilkbahar aylarında 15.5°C, kış aylarında 8.7°C ve Sonbahar aylarında 17.7°C'dir. Yılda ortalama 13.1 gün don olayı yaşanır. Yılın genellikle 9 ayında ortalama sıcaklık 10°C'nin üzerindedir. Yıllık ortalama yağışlı geçen gün sayısı 99.6, karlı geçen gün sayısı 0.13'dür. Ölçülen en yüksek kar kalınlığı 12 cm olarak kayıtlara geçmiştir. Kış periyodunda toplam yağışın yaklaşık % 70'i, bahar aylarında ise %30'u yaşanır. Egemen rüzgar, batı yönlüdür (<https://aydin.csb.gov.tr/>).

1.5 Çalışma Alanının Jeomorfolojik Özellikleri

Aydın, Ege Bölgesinin orta kesimlerinde yer alan ve Ege Denizine kıyısı olan illerimizden biridir. Doğu-batı doğrultulu Aydın Dağları ilin kuzeyinde yer alır. Aydın Dağlarının en yüksek zirveleri; Cevizli Dağ (1819 m) ilin kuzeydoğusunda ve Beydağı (1067 m) doğusunda bulunur. Menderes Masifi'nin metamorfik kayalarından oluşan Aydın Dağları'nın, Nazilli kuzeyindeki kesiminde yüksek yaylalar yer alır. Karıncah Dağ (1.703 m), Madranbaba Dağı (1.618 m), Gökbel Dağı (2.308 m), Bafa Gölü'ün kuzeydoğusunda Beşparmak Dağı (1.350 m) ve Babadağ kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanırlar ve ilin güneyinde ve doğusunda yer alan dağlık alanları oluştururlar. D-B yönünde uzanan ve doğudan batıya doğru genişleyen Büyük Menderes Ovası da güneydeki bu dağlık alan ve

Aydın Dağları arasında yer alır. Nazilli Ovası İncirliova, Söke Ovası, gibi adlarla anılan ovalar, üzerinde kurulu yerleşim merkezinden isimlerini almışlardır. Ancak, tüm bu ovalar, Büyük Menderes havzası'nın bölümleridir.

Büyük Menderes, Ege Bölgesi'nin en önemli nehirlerinden biridir. Yaklaşık 584 km uzunluğundaki nehir ili doğu-batı doğrultusunda kıvrımlar çizerek boydan boya kat eder ve Ege Denizi'ne dökülür. İl doğusundaki dağlık alandan kaynaklanarak, Sarayköy ilçesi batısından il sınırlarına girerek batı yönünde akar. Kuyucak yakınlarında Dandalas Çayı'nın, kuzey yönünden ise Ortakçı, Feslek, Horsunlu derelerinin katıldığı nehir, Atça civarında, üzerinde Kemer Barajı'nın kurulu olduğu ve öteki kollarına göre suyu en fazla olan, 157 km uzunluğundaki Akçay ile birleşir. Batıya doğru Çine Çayı'nın da katıldığı ırmak, Aydın Dağları'ndan inen Ilıca, Yalkı, Tabakhane, Morali dereleri ile de beslenerek, Söke'nin doğusunda güneye istikametine döner. Bafa Gölü'nün de kuzeybatısından geçen Büyük Menderes Akköy doğusunda Ege Denizi'ne ulaşır. Büyük Menderes nehri ve drenaj alanındaki diğer kollarında yer alan çeşitli barajlardan elektrik enerjisi sağlanmakta ve tarımsal sulamada yararlanılmaktadır. 99 km uzunluğundaki Akçay'ın Kemer ve Çine Çayı üzerindeki Çine Barajı (Karpuzlu Barajı) ilin önemli barajlarından bir diğeridir. İlin güneyinde bulunan Beşparmak Dağları'nın güneybatısındaki 60 km² genişliğindeki Bafa Gölü, Muğla-Aydın il sınırında yer alır. Türkiye'deki jeotermal kaynakların önemli bölümü de Aydın ili sınırları içerisinde yer almaktadır. Bölgede, çoğunlukla seracılık ve ısıtma amaçlı kullanılan jeotermal enerji ülke ekonomisine de önemli katkılar sağlamaktadır. (<https://www.nkfu.com/aydin-ili-hakkinda-bilgi/>).

1.6 Öncel Çalışmalar

Batı Anadolu'daki genişleme tektoniği ve ilişkili havza evrimi birçok jeolojik çalışmaya konu olmuştur. Bu çalışmalar, Menderes Masifi Metamorfikleri'nin incelenmesini, graben dolgusu kırıntılı kayalarının sedimantolojisi-stratigrafisini, graben oluşturan fayların kinematiği, oluşum zamanını, metamorfik kayaların yüzeyleme tarihçesini ve tüm bu verilerin yorumlanması ile bölgedeki K-G yönlü gerilmenin oluşum mekanizmasının ve zamanlamasının yorumlanmasını kapsamaktadır. Tüm bu çalışmalar ile üretilen önemli sonuçlar bu bölümde özetlenmeye çalışılmıştır.

McKenzie (1972), Dewey ve Şengör (1979), Şengör ve diğ. (1985) çalışmaları, Batı Anadolu'daki genişlemeli yapıyı Arap Plakasının, Avrasya Plakasına Bitlis kenet zonu boyunca çarpması ile ilişkilendirmiş ve bu modele Tektonik Kaçma (Tectonic Escape) adı verilmiştir. Söz konusu model, Arap plakası ve kuzeyindeki yığışım prizmasının çarpışması ile Anadolu plakasının Kuzey ve Doğu Anadolu fay hatları boyunca batı yönünde itilmesi esasına dayandırılmaktadır. Bu süreç, Anadolu plakasının batıda engellenmesini ve D-B yönlü bir sıkışmaya, bunun sonucu olarak da K-G yönlü bir gerilme etkisinin oluşmasına neden olması ile açıklanmaktadır. Dewey ve Şengör (1979)'a göre Ege denizi ve Batı Anadolu'daki genişlemenin başlangıcı Tortoniyen'dir (~10 Ma).

Batı Anadolu gerilme rejimi hakkındaki bir diğer model de Le Pichon ve Angelier (1979); (1981) çalışmalarında yayınlanmıştır. Yay-ardı açılma sistemini (Back-arc spreading) Batı Anadolu'daki rejime uyarlamaya çalışan araştırmacılar konuyu, Afrika Plakası öneyindeki okyanusal kabuğunun Helenik yayı boyunca kuzeye doğru düşük açıyla dalması ve oluşan kıta kabarması sonucu üstteki levhada riftleşmenin başlaması ile açıklamışlardır. Çalışmacılara göre gerilmenin başlangıç yaşı Geç Serravaliyen-Tortoniyen'dir (13-12 Ma).

Şengör (1987) çalışmasında Batı Anadolu'da yer alan D-B ve KD-GB gidişli grabenlerin farklı zamanlarda, farklı tektonik olaylar kontrolünde oluştuğunu ve birbirlerini keser vaziyette bulduklarını belirtmiş ve bu model birçok farklı çalışmacı tarafından da benimsenmiştir.

Dewey (1988), çalışmasında orojenik kuşaklarda oluşan kabuk kısılması ve kalınlaşması sonucu kaya dayanımının aşıldığı derinliklerde meydana gelen akma ve yanal gerilme ile yüzeyde oluşan gerilme yapılarından bahsetmiştir. Bu çalışmadan faydalanan Seyitoğlu ve Scott 1991 tarihli çalışmalarında Batı Anadolu'daki gerilme sistemini, İzmir-Ankara kenet zonu boyunca meydana gelen kabuk kalınlaşması ve kendi ağırlığına dayanamayarak orojenik olarak çökmesi ile açıklamışlardır. Çalışmacılar gerilmenin başlangıcını Geç Oligosen-Erken Miyosen olarak belirtmişlerdir.

Aydın İli, Sultanhisar ve Kuyucak ilçeleri arasının Neojen stratigrafisi ve sedimanter birimler ile yapısal unsurların ilişkisinin irdelendiği Sözbilir ve Emre (1990) makalesinde Senozoyik yaşlı sedimanter birimlerin, basamak benzeri bir topografya sunan listrik normal faylar kontrolünde çökeldiği belirtilmiştir. Miyosen, Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı çökellerin, sırasıyla, kuzeyden güneye doğru sıralanan 3 farklı fay kontrolünde oluştuğu

ifade edilmiş, istifin en altında yer alan Hasköy Formasyonu'nun çökelim yaşı, palinoloji analizleri ışığında Orta-Geç Miyosen olarak belirlenmiştir.

Zanchi ve diğ. (1993) çalışması 750 adet fay düzleminin incelenmesini içeren bir saha çalışması ve yorumlarından oluşmaktadır. Yapılan analizler ışığında çalışmacılar, Batı Anadolu'nun birbirini takip eden 2 farklı yöndeki gerilme tektoniğinden etkilendiğini savunmuş ve bu gerilme olaylarının muhtemelen Ege Denizi'nin açılması ile ilgili olduğunu vurgulamışlardır. Birinci faz, Orta-geç Miyosen döneminde gerçekleşmiş ve KD-GB gidişli grabenlerin oluşumunu sağlamış, ikinci fazda ise K-G yönlü gerilme Pliyosen-Kuvaterner döneminde gelişmiştir. Ayrıca çalışma alanının kuzeyinde yer alan Edremit fayı boyunca gözlenen KB-GD yönlü sıkışma rejiminden bahsedilmiş ve ikinci fazdaki gerilmeyi sağlayan bu sıkışmanın Anadolu levhasının KAFZ boyunca hareketi ile ilişkilendirilmiştir.

Seyitoğlu ve diğ., (1994), Seyitoğlu ve Scott (1994); (1996b), Seyitoğlu (1997) ve Seyitoğlu ve Benda (1998) çalışmalarında, yaptıkları palinolojik, termokronolojik ve izotopik yaşlandırmalar ile KD-GB gidişli havzaların da D-B havzalar gibi Erken Miyosen döneminde ve aynı K-G yönlü gerilme rejimi ile oluştuklarını belirtmişlerdir. Özellikle çalışmacıların Gördes havzasında yaptıkları incelemeler ile havzanın güney kesiminin değil kuzey kesiminin görece derin olduğunu ve bu şartlar altında Şengör ve diğerlerinin "Cross Graben" modelinin doğru olamayacağı görüşünü ileri sürmüşlerdir.

Bölgedeki sedimanter birimlerin, yarı graben oluşturan genişleme faylarının tavan blokları üzerinde, Gediz ve Büyük Menderes grabenleri boyunca Erken Miyosen-Kuvaterner zaman aralığında çökeldiği düşüncesinin belirtildiği Emre ve Sözbilir (1995) makalesinde Büyük Menderes Grabeni'nin Alaşehir Grabeni'nden önce oluştuğu ve buna uygun olarak da Menderes metamorfik çekirdek kompleksinin asimetric bir makaslama zonu boyunca yüzeylendiği ifade edilmiştir. Ayrıca, Gediz Grabeni, Dağahmetli köyü yakınlarında ana sıyrıma düzlemi üzerinde yer alan alt levha gnayslarının klipler şeklinde bulunduğunu iddia eden çalışmaların doğru olmadığı, ana sıyrıma fayının tavan bloğuna ait kayalar olduğu belirtilmiştir.

Gediz Grabeninin tektonik evrimini bir model ile açıklamaya çalışan Emre (1996) çalışmasında, Gediz Grabeni'ni oluşturan Karadut sıyrıma Fayı'nın, Erken Miyosen yaşlı granitoidleri de kestiğinden Erken Miyosen sonrasında; muhtemelen Orta Miyosen de

oluştugu görüşü savunulmuştur. Ayrıca, BMG'nin GG'den önce oluştuğu ve bu nedenle bu iki grabenin simetrik olarak ve aynı zamanda oluştuğunu iddia eden çalışmaların doğru olamayacağı ifade edilmiştir.

Seyitoğlu ve Şen (1998) çalışmasında, Axen ve Bartley (1997)'de tanımlanan "Rolling Hinge" modeli ilk kez Batı Anadolu'daki D-B gidişli grabenler için uygulanmıştır. Bu model, yüksek açılı olarak oluşan, graben sınırlayıcı listrik normal fayın tavan bloğunda gelişen genç fayın, ilk fayın yatay eksen boyunca dönmesine ve daha düşük açılı bir faya dönüşmesine neden olması esasına dayanmaktadır.

Batı Anadolu'da yer alan KD-GB gidişli Gördes, Demirci, Emet ve Edremit havza dolgularında gerçekleştirilen Koçyiğit ve diğ. (1999) çalışması, söz konusu havza dolgularında gözlenen kıvrımlanmaların bölgedeki K-G yönlü sıkışma rejimi ile ilişkili olduğunu belirtmiş ve bu verilerin 2 fazlı tektonik modeli destekler nitelikte olduğunu vurgulamıştır. Seyitoğlu (1999) çalışmasında ise Uşak-Güre ve Selendi havzalarında izlenen erken-orta Miyosen yaşlı İnay Grubu sedimanlarının yaklaşık yatay konumda olduklarını ve bölgede gelişen bir sıkışma evresi yaşanması halinde bu havzalarda da kıvrımlanma olaylarının gelişmesi gerektiği belirtilmiştir. Alaşehir Grabenin'deki kıvrımların yeniden incelendiği ve haritalandığı Seyitoğlu ve diğ. 2000 çalışmasında da, bölgedeki kıvrımlanmaların K-G yönlü gerilme ile ilişkili olduğu ve Erken Miyosende başlayan bu gerilmenin hiçbir dönemde kesintiye uğramadığı belirtilmiştir.

Aydın İli civarında yapılan saha çalışmaları ve sonuçlarını içeren Bozkurt (2000) makalesinde, yapısal ve stratigrafik veriler ışığında, görsel-fluviyal kökenli, kömür içeren kırmızı renkli klastik birimin neotektonik genişleme döneminde çökeldiği ile ilgili bir kanıtın olmadığı ve gelişmiş öncel normal fayların yerlerini daha yüksek açılı faylara bıraktıkları ifade edilmiştir. Bu kabuller doğrultusunda BMG'nin iki aşamalı bir genişlemeye maruz kaldığını belirten çalışmacı, birinci aşamanın Geç Oligosen-Erken Miyosen döneminde gelişen normal faylar kontrolünde Miyosen çökellerinin oluştuğunu, asıl D-B gidişli ana havza sınırlayıcı fayın ise Pliyosen döneminde oluşarak önceki fazda gelişmiş Miyosen çökellerini ve faylarını kestiğini iddia etmiştir. Ayrıca, çalışmada birinci fazın orojenik çökme modeli ile ilişkili olduğu, ancak Pliyosen genişlemesinin ise tektonik kaçma modelinin geometrik sonucu olarak meydana geldiği vurgulanmıştır.

Gessner ve diğ 2001 makalesi termokronolojik çalışmalar ile Merkezi Menderes Metamorfik Çekirdek kompleksinin yüzeyleme/soğuma tarihçesini orta Miyosen döneminde başlatmış ve kuzeye eğimli Alaşehir ve güneye eğimli Büyük Menderes sıyrılma faylarının kompleks için ikincil bir yüzeyleme/soğumaya neden olduğunu belirtmiştir. İlk oluştukları dönemde yüksek açılı olan bu fayların tavan bloklarında gelişen daha genç fayların etkisi ile Lavier ve diğ (1999) makalesinde tanımlanan “Rolling Hinge” modeline uygun şekilde sonradan düşük açılı hale gelmelerinin pek mümkün görünmediğini ifade eden çalışmacılar bölgedeki merkezi metamorfik çekirdek kompleksinin ikincil soğuma zamanını 5 Ma olarak belirlemişlerdir.

Alaşehir grabeninin tektonik evriminin açıklandığı Seyitoğlu ve diğ (2002) çalışmasında havzayı ilk olarak açan sıyrılma fayının kontrolünde çökelen erken-orta Miyosen yaşlı Alaşehir ve Kurşunlu formasyonlarına ait sedimanların güneye (fay düzlemine doğru) 60°'ye varan eğimler ile düşük açılı bir fay düzlemine yaslanmış vaziyette bulunmasını en iyi açıklayan modelin “Rolling Hinge” modeli olduğu belirtilmiştir. Söz konusu modelde, havzanın 3 farklı fay ve bu faylarla ilişkili sedimanter birimler tarafından silsile (birbirlerini takip eder şekilde) halinde şekillendirildiği anlatılmakta ve Sözbilir ve Emre (1996) çalışmasında anlatılan “Supradetachment ve rift havzaları” modeli ile Bozkurt (2000) makalesindeki “Neotektonik graben oluşumu” modellerinin ve 2. ve/veya 3. sedimanter birimlerin çökleme yaşını kullanarak graben oluşum zamanlamasını yorumlayan diğer çalışmaların da doğru olamayacağı vurgulanmaktadır.

Işık ve diğ. (2003) çalışması, Alaşehir Grabeni taban bloğunda yer alan Salihli Granitoidleri ile Simav sıyrılma fayının taban bloğundaki granitoidlerin önceki çalışmalarda yayınlanan radyometrik yaşlandırma verilerinin değerlendirilmesini ve bu sokulum kayaçlarındaki deformasyon tiplerinin incelenmesini içermektedir. Bu çalışmada ilk defa Alaşehir sıyrılma fayının, alınan sistematik örnekler ile sünümlü ortamdan kırılğan ortama geçişi gösterilmiş olup, hareket yönü üst K-KD olarak saptanmıştır. Ayrıca, Alaşehir sıyrılma fayı'nın Simav sıyrılma fayından daha genç olduğu ve Simav sıyrılma fayının Menderes Masifi Kuzey'indeki en yaşlı (24-20 My) gerilme tektoniği ürünlerinden biri olduğu belirtilmiştir.

Termokronolojik yaşlandırma teknikleri kullanılarak Menderes Masifi'nin yüzeylemesi ve soğuması hakkındaki tarihçenin yorumlandığı bir başka çalışmada Ring ve diğ (2003)

makalesidir. Merkezi Menderes Metamorfik Çekirdek Kompleksi kuzeyindeki Gördes ve güneyindeki Çine alt masiflerinin Oligosen-Erken Miyosen döneminde yüzeylendiklerini ve kuzeye doğru soğumanın gençleştiğini vurgulayan çalışmacılar, Çekirdek kompleksinin ise Pliyosende başlayan ve günümüzde de devam eden gerilme sonucu oluşmuş D-B gidişli grabenlerin oluşumundan sorumlu faylar kontrolünde yüzeylendiği belirtilmiştir.

Seyitoğlu ve diğ. (2004) çalışması, Menderes Masifinin yüzeylenmesi ile ilgili alternatif bir model sunmaktadır. Bu modele göre, metamorfik çekirdek kompleksinin yüzeylenmesi kuzeye eğimli Datça-Kale ana ayrılma fayı (Main Breakaway Fault) ve aynı fayın kuzeydeki devamı olarak tanımlanan güneye eğimli Simav sıyrılma fayı tarafından kontrol edilmektedir. Oligosen yaşlı sedimanter birimleri barındıran Kale havzası bu ana ayrılma düzlemi tarafından sınırlandırılmakta ve Batı Anadolu'daki kuzey-güney yönlü gerilmenin Oligosen sonunda başladığını göstermektedir. Datça-Kale ana ayrılma fayının yukarıya doğru bükülmesi ile yüzeylenen Menderes Masifi'nin merkezinde, Erken Miyosen'de meydana gelen birbirine zıt yönlü ve yaklaşık D-B doğrultulu 2 yeni fay da Büyük Menderes ve Alaşehir grabenlerini oluşturmuştur. Özet olarak, ana ayrılma fayı boyunca asimetric olarak yüzeylenen çekirdek kompleksi, 2. aşamada ASF ve BMSF boyunca simetric olarak yüzeylenmiştir. Ayrıca çalışmada, Ege gerilme sisteminin batı kesimini oluşturan Cycladic Masifinin de Menderes Masifi ile ortak bir yüzeylenme tarihçesine sahip olması gerektiği belirtilmiştir.

Gediz (Alaşehir) grabenindeki normal fay karakteristiklerinin incelendiği Çiftçi ve Bozkurt (2008a) çalışmasında, en güneyde yer alan Erken Miyosen çökelleri göz ardı edilerek bu çökellerin daha kuzeyinde yer alan (2. fay sistemi) fayın graben oluşturan ana fay olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca, bölgedeki gerilmenin 2 fazlı olduğu belirtilerek, 1. fazda düşük açılı normal faylanma sonucu hem Menderes Masifi alt levha kayalarının yüzeylenmesi hem de Miyosen yaşlı sedimanter birimlerin tavan bloktaki üst levha kayalarının üzerine çökmesi anlatılmaktadır ve bu olayın orojenik çökme ve yay-ardı gerilmesi modellerinin bileşkesi olarak gelişmiş olabileceği vurgulanmıştır. Pliyo-Kuvaterner dönemindeki normal faylanma ve modern graben gelişimi ile ifade edilen 2. faz ise, Ege-Kıbrıs hendek sistemi boyunca meydana gelen levha çekimi ve Anadolu Plakasının KAF ve DAF boyunca batıya kaçmasının ortak sonucu olarak yorumlanmıştır. Miyosen ve Pliyo-Kuvaterner çökelleri arasındaki belirgin uyumsuzluk da bölgede gelişen kısa süreli bir sıkışma rejimi ile ilişkilendirilmiştir.

Alaşehir ve Büyük Menderes grabenindeki en yaşlı birimlerden (Alaşehir ve Kurşunlu - Hasköy ve Gökkıran-tepe formasyonları) derlenen örnekler üzerinde yapılan magnetostratigrafi çalışmalarını içeren Şen ve Seyitoğlu (2009) makalesinde söz konusu birimlerin geçişinin her iki havzada da yaklaşık 14.2 Ma (Orta Miyosen) olduğu ve bu durumun önceki izotopik yaşlandırma çalışmaları ile uyumlu olduğu belirtilmiştir. 2 birimin geçişi Orta Miyosen döneminde olduğuna göre her iki istifin başlangıç yaşı da Orta Miyosen'den önce olmalıdır. Bu nedenle, daha genç birimlerin çökme yaşlarını kullanarak graben oluşumunu yorumlayan çalışmaların doğru olamayacağı vurgulanmıştır.

Gürer ve diğ (2009), çalışması BMG de yapılan saha çalışmalarını kapsamaktadır ve bu saha gözlemleri sonucunda, Batı Anadolu'daki graben gelişimlerini 2 ardışık ve bağımsız tektonik olayla açıklanmıştır. Birinci fazda K-G yönlü sıkışma etkisini KD-GB gidişli normal fayların gelişimi ve Erken-Orta Miyosen çökellerinin oluşumunun sebebi olarak gösterilmiştir. Miyosen ve Pliyo-kuvaterner çökelleri arasındaki uyumsuzluğun da bu K-G yönlü sıkışmadan kaynaklanan yükselme, kıvrımlanma ve aşınma olaylarının kontrolü altında geliştiği ifade edilmiştir. İkinci faz ise D-B sıkışma sonucu gelişen K-G yönlü genişleme sistemini içermekte ve Pliyosen döneminde D-B gidişli BMG'nin oluşumunu kontrol etmektedir.

Demircioğlu ve diğ (2010), bölgedeki yapısal unsurların geometrisini ve sedimanter birimler ile olan ilişkisini sismik profiller kullanarak ortaya koyan çalışmalardan biri olarak göze çarpmaktadır. Alaşehir yakınlarında yapılan saha gözlemleri, graben dolgusu üzerinde alınmış K-G ve D-B yönlü sismik profiller ile bölgede açılmış petrol kuyusundan gelen "check shot" verileri kullanılarak yapılan çalışma ile, düşük açılı graben sınırlayıcı normal fay ile kendisinden sonra oluşmuş ve daha genç sedimanların oluşumunu kontrol eden fayların kesişmediği, derinde birleştiği ortaya konmuştur. Sismik kesitlerden yapılan bu gözlemler, bölgede "Rolling Hinge" modelinin çalıştığı şeklinde yorumlanmıştır. Ayrıca "check shot" kontrollü olarak yapılan Alaşehir ve Kurşunlu formasyonlarının sismik kesit görüntülerinde bir kama geometrisinin olduğu ve bu birimlerin D-B gidişli düşük açılı faya doğru kalınlaştığı tespit edilmiş ve sintektonik olarak çökelen birimler için büyüme fayı gibi davranan bu fayın graben oluşturan ana fay olarak değerlendirilmesi gerektiği bir kez daha vurgulanmıştır.

Merkezi Menderes masifi üzerindeki D-B gidişli grabenlerin petrol potansiyelinin tartışıldığı Çiftçi ve diğ. (2010b) makalesinde, bölgede mevcut sismik çalışmaların ve petrol arama kuyularının ışığı altında özellikle Alaşehir Grabeni'nde izlenen Erken-orta Miyosen gölssel çökellerinin kaynak kaya ve üzerinde yer alan alüvyal ve fluvyal çökellerin rezervuar ve örtü kaya özellikleri değerlendirilmiştir. Bölgede çalışan bir petrol sisteminin olup olmadığının sorgulandığı çalışmada, Erken Miyosen döneminde gelişen graben oluşturan fayların öneyinde gelişen çukurluklarda oluşmuş söz konusu göl ortamlarının petrol ve gaz türümüne uygun kaynak kaya fasiyesleri geliştirdiğinden ve toplam organik karbon miktarının %10'a kadar çıktığından bahsedilmiştir. TOK ve HI (hidrojen indeksi) değerlerinin yeterli olduğu bu kaynak kaya fasiyeslerinde temel problemin gömülmeye bağlı olgunlaşmanın yeterli olmaması şeklinde belirtilmiş ve özellikle deniz alanlarında yer alması muhtemel grabenlerin batı kesimlerinde yeterli gömülmeye ulaşmış olabileceği vurgulanmıştır.

Büyük Menderes sıyrılma fayı boyunca derlenen örnekler üzerinde termokronolojik ve radyometrik yaşlandırma tekniklerini kullanarak Menderes Masifi Metamorfikleri'nin soğuma ve yüzeylenme zamanlarının değerlendirildiği Wölfler ve diğ (2017) çalışmasında, masifin 2 aşamalı olarak yüzeylendiği belirtilmiştir. Merkezi Menderes Masifi'nin ilk olarak Orta Miyosen'de, ikinci olarak da Geç Miyosen-Pliyosen döneminde yüzeylendiğini iddia eden çalışmacılar, sıyrılma fayının taban bloğunun aksine tavan bloğunun daha önce; yani Erken-Orta Miyosen döneminde soğumaya başladığını da belirtmişlerdir.

Nilius ve diğ (2019) çalışması, Büyük Menderes Sıyrılma Fay'ının iyi gözlenebildiği Köşk ve Nazilli ilçeleri arasındaki alanda gerçekleştirilmiştir. Saha gözlemleri, jeolojik haritalama ve termokronolojik çalışmaları içeren makalede, Aydın genişleme alanının, gerilme tarihçesinin tek bir sıyrılma düzlemi ile gerçekleşmediği, Demirhan köyü kuzeyinden geçen ve Menderes Masifi örtü ve çekirdek kayaları arasında gelişmiş bir başka sıyrılma düzleminin daha etkili olduğu anlatılmaktadır. Bu sıyrılma, Seyitoğlu ve diğ. (2004)'te belirtilen Menderes Masifi'nin asimetrik çekirdek kompleksi olarak ilk yüzeylenmesine ait olduğu şeklinde yorumlanabilir. Çalışmacılar, yaptıkları termokronolojik çalışmalar sonucunda Büyük Menderes Fayı'nın Erken Miyosen, Demirhan Sıyrılma Fayı'nın ise Geç Miyosen'den beri aktif olduğu görüşünü savunmuşlardır.

2. JEOLojİ

2.1 Bölgesel Jeoloji

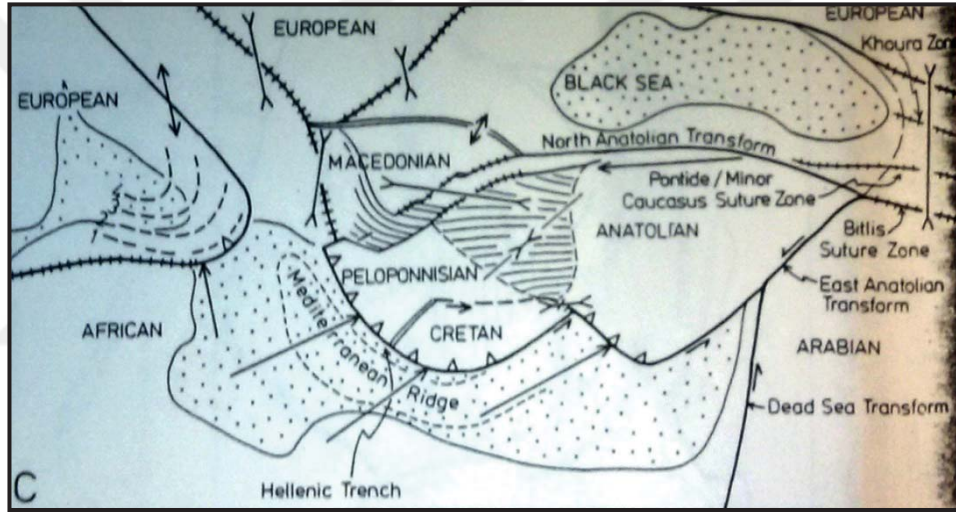
Menderes-Toros bloğu ile Sakarya kıtası İzmir-Ankara kenet zonu boyunca Geç Paleosen-Erken Eosen döneminde çarpışmıştır. Bu olayı takiben, Toros sistemine ait karbonatların (Likya Napları) Menderes Masifi üzerine itilmesi de Menderes Masifi'nin Geç Eosende metamorfizmaya uğramasını kontrol etmiştir (Şengör ve diğ. 1984). Bu sistem içerisinde kuzeyde İzmir-Ankara kenet zonu, güneyde ise Likya napları ile sınırlanmış Menderes Masifi, Yunanistan, Ege Denizi ve Batı Anadolu'yu kapsayan Ege Genişleme sisteminin doğu kesimini temsil etmektedir.

1960'lı yıllardan beri Batı Anadolu'daki K-G yönlü genişleme sistemi birçok farklı çalışmacının ilgisini çekmiştir. Tüm bu çalışmacılar genişleme başlangıç zamanı ve nedeni ile ilgili farklı görüşler ileri sürmüşlerdir. Başlangıç zamanını Geç Paleojen-Neojen (Akartuna 1965, Ketin 1968) olarak yorumlayanlar olduğu gibi; Pliyosen-Güncel (Arpat ve Bingöl 1969) olarak da yorumlayanlar vardır. Ancak çalışmacıların çoğunluğu Miyosen döneminin Batı Anadolu'daki K-G yönlü genişlemenin başlangıcı olduğunu belirtmişlerdir.

2.1.1 Batı Anadolu'yu etkileyen gerilme rejimi üzerine ortaya atılan modeller

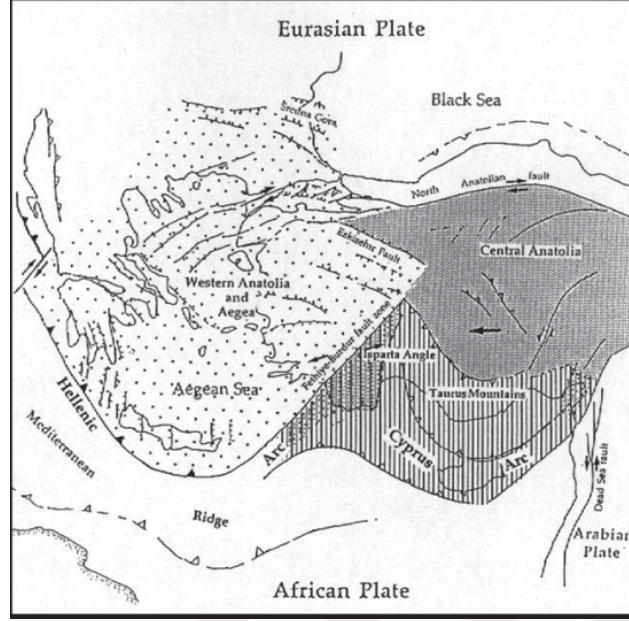
Genişlemenin nedeni üzerine eğilen çalışmacılar çoğunlukla 4 farklı model etrafında toplanmışlardır. Birinci grup; Anadolu Bloğu'nun KAF ve DAF zonları boyunca batıya doğru itilmesinin Batı Anadolu'daki K-G gerilmesine neden olduğunu belirtmişlerdir (Şengör 1979, Dewey ve Şengör 1979, Şengör 1985). Çalışmacılar, Anadolu Bloğu'nun batıya doğru itilmesinin D-B yönlü bir sıkışmaya neden olmasını ve bu sıkışmanın batıda engellenmesi ile bölgede K-G yönlü bir gerilmeye neden olması ile açıklamaktadırlar (Şekil 2.1). Dewey ve Şengör (1979)'a göre Ege Denizi ve Batı Anadolu'daki gerilmenin başlangıcı Tortoniyen (~10 My)'dir. İkinci grup; Afrika kıtasının öneyindeki okyanusal litosferin Helenik yayı boyunca Anatolid-Torid plakasının altına dalması ile oluşan volkanik yay gelişiminin ve yayın kuzeyinde (yay ardı) meydana gelen riftleşme ile bölgedeki K-G gerilmenin başladığı tezini savunur (Mc Kenzie, 1978, Le Pichon ve

Angelier, 1979, Barka ve Reiliger, 1997 (Şekil 2.2); Jackson ve Mc Kenzie, 1988, , Le Pichon ve Angelier, 1981'e göre bölgedeki gerilme başlangıcı Geç Serravaliyen-Tortoniyen (~13-12 My) dönemidir. Üçüncü grup; İzmir-Ankara kenet zonu boyunca meydana gelen kıta-kıta çarpışması ve bunun sonucu olarak gelişen kabuk kalınlaşmasına bağlı orojenik olarak çökmesi ve bölgedeki gerilme rejimine neden olması görüşünü savunur. Model kabuk kalınlaşmasının sonucu olarak kaya dayanımının aşıldığı derinliklerde meydana gelen akma ve yanal gerilmenin yüzeyde gerilme yapılarının oluşmasına neden olduğu tezine dayanır (Dewey 1988, Seyitoğlu ve Scott ,1991; 1996b) (Şekil 2.3). Dewey (1988)'e göre Batı Anadolu'daki K-G yönlü genişlemenin başlangıcı Tortoniyen, Seyitoğlu ve Scott 1991 ve 1996b'ya göre ise Geç Oligosen-Erken Miyosen (~23-20 My) dönemidir.

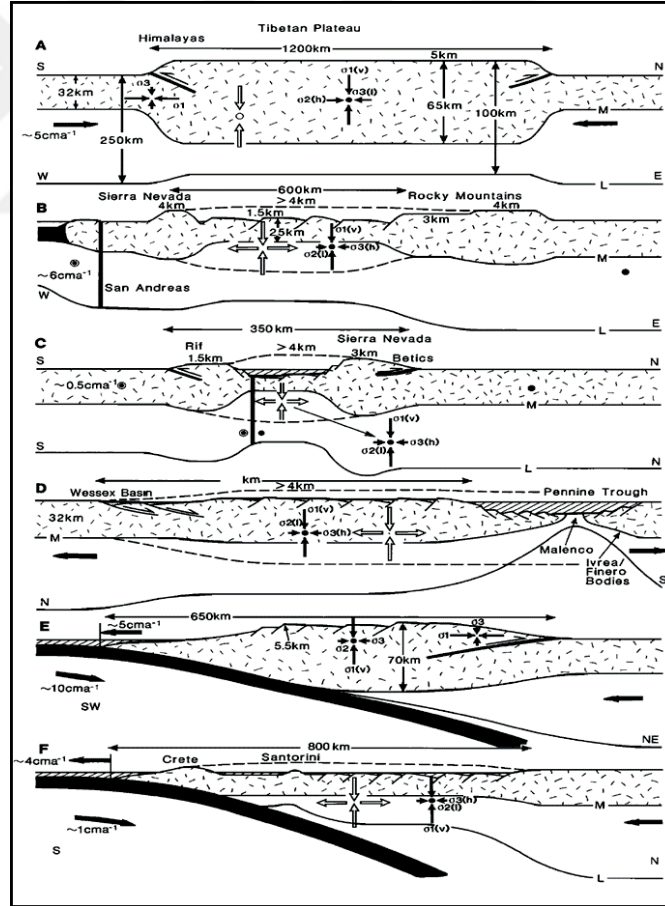


Şekil 2.1 Anadolu Bloğu'nun KAF ve DAF boyunca batıya doğru itilmesi ve batıda engellenen blokta meydana gelen K-G yönlü gerilme rejiminin başlaması (Dewey ve Şengör 1979)

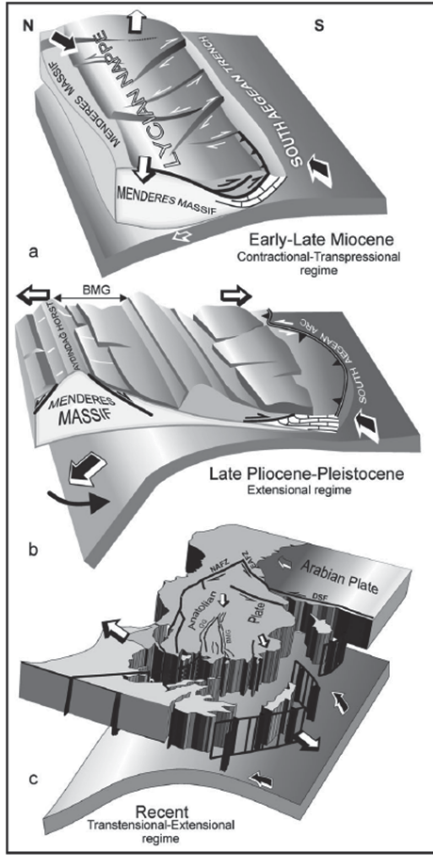
Dördüncü grup; Batı Anadolu'nun yapısal evrimini birbirini takip eden 2 farklı tektonik rejim üzerine kurgulamışlardır (Zanchi ve diğ. 1990; 1993, Gürer ve diğ. 2009). Temel olarak model, Likya Napları'nın Miyosen döneminde de Menderes Masifi üzerine itilmeye devam etmesi ile meydana gelen yaklaşık K-G yönlü sıkışma rejimi ve bu etki kontrolünde K-G gidişli grabenlerin gelişmesi ve bu olayı takiben Pliyosen döneminde tektonik rejimin K-G gerilmeye dönüşmesi ile D-B gidişli grabenlerin oluşması esasına dayanır (Şekil 2.4). Tüm bu modelleri savunan çalışmacılar dışında, Batı Anadolu'daki K-G yönlü gerilmenin nedenini hem yayardı açılması hem de bölgenin orojenik olarak çökmesinin bileşkesi olarak yorumlayan çalışmacılar da vardır (Çiftçi ve Bozkurt 2008a).



Şekil 2.2 Batı Anadolu'daki gerilme rejimini yayardı açılması ile açıklayan model (Barka ve Reiliger, 1997).



Şekil 2.3 Kabuk kalınlaşmasına bağlı olarak meydana gelen orojenik çökme ve yüzeyde gerilme yapılarının oluşması (Dewey 1988).



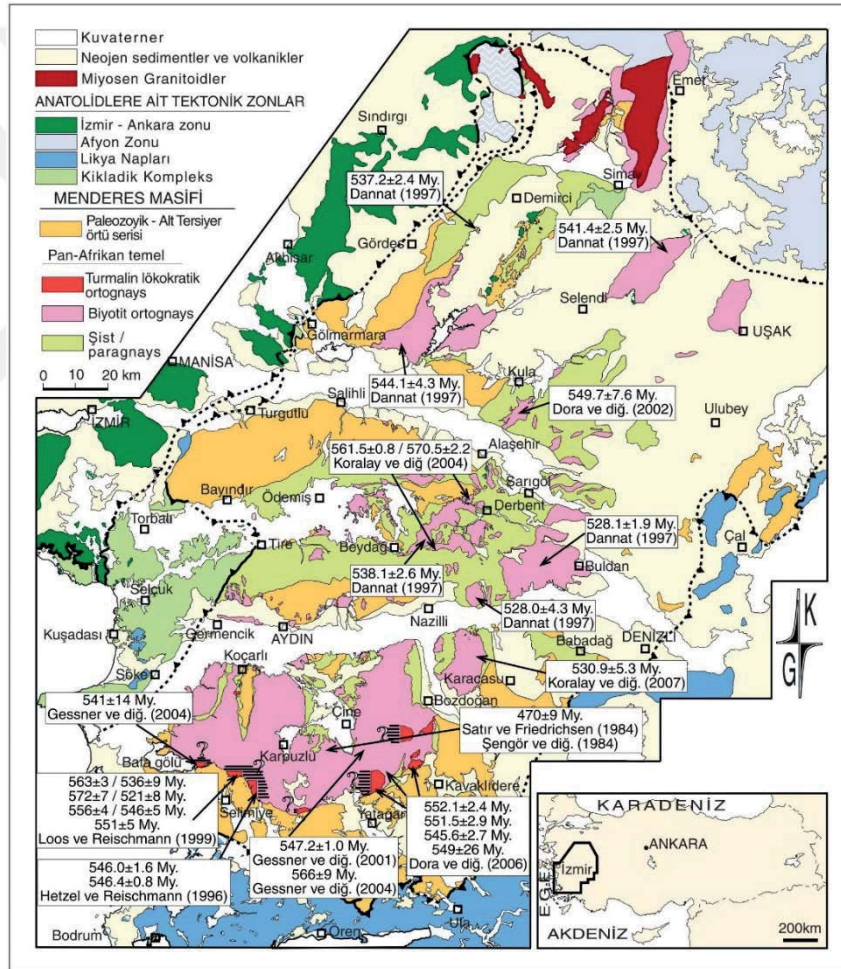
Time Scale	Environment	Deformation	Tectonic Event
Quaternary	Holocene	Alluvial fan-River	N-S extension/transension third pulse
	Partly subaerial	Denudation	
	Pleistocene	Alluvial fan-River	N-S extension/transension second pulse
Pliocene	Partly subaerial	Denudation	N-S extension/transension first pulse
	River-Pond		
	EARLY	Alluvial fan-River	
Miocene	Mainly subaerial	Denudation	N-S transpression/contraction E-W extension
	EARLY		
	MIDDLE	Lake	Tectonic quiescence
EARLY	Alluvial fan		N-S transpression/contraction E-W extension

Şekil 2.4 Batı Anadolu'nun tektonik evriminin 2 fazlı model ile açıklanması (Gürer ve diğ. 2009)

2.2 Menderes Masifi'nin Stratigrafik Özellikleri

Menderes Masifi ilk kez Schuiling (1962) tarafından, detaylı litolojik tanımlamalar ardından “çekirdek” ve “örtü” olmak üzere iki ana gruba ayrılmıştır. Ancak çalışması iki birim arasındaki uyumsuzluğu Kaledoniyen Orojeneze bağlamış ve çekirdek metamorfiklerinin ilksel olarak sedimanter olduğunu savunmuştur. Bu çalışmadan günümüze değin masifi oluşturan metamorfiklerin oluşum yaşları ve kökenleri detaylı çalışmalar ile net olarak ortaya konmuştur. Menderes Masifi asıl olarak Prekambriyen yaşlı bir temel ve onu üzerleyen Paleozoyik-Erken Tersiyer yaşlı örtü sedimanlarından meydana gelmektedir. Temel, paragnays ve yüksek dereceli mikaşistlerden oluşan Geç Proterozoyik yaşlı metaklastikler ve bunlar içerisine sokulum yapmış sin/post-tektonik Pan-Afrikan ortognayslardan ve metagabrolardan oluşmaktadır (Koralay ve diğ 2011). Ortognayslardan yapılan radyometrik yaşlandırma çalışmaları bu asidik volkanizmanın 531-570 My aralığında geliştiğini göstermektedir (Şekil 2.5). Temeli uyumsuz olarak üzerleyen örtü

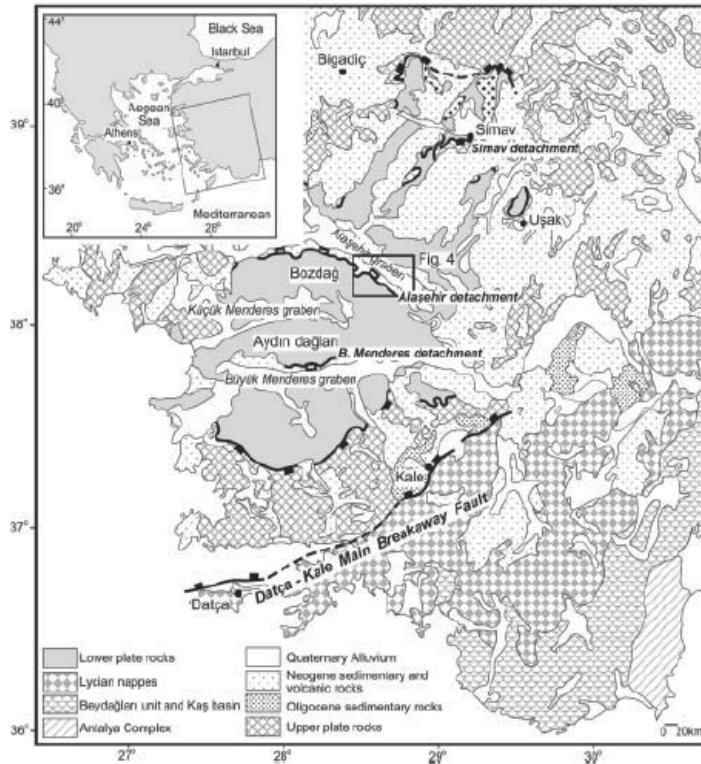
serileri ise Paleozoyik ve Mезezoyik-Erken Tersiyer yaşlı iki sedimanter seviyeden oluşmaktadır. Örtü serilerinin tabanı Erken Paleozoyik yaşlı kuvarsit ve meta konglomeralardan oluşmakta ve yukarıya doğru şistlere geçiş göstermektedir. İstifin Paleozoyik kesiminin en üstünde ise Permo-Karbonifer yaşlı mermerler yer almaktadır. Örtü kayalarının Mesozoyik kesimi Geç Triyas yaşlı metakumtaşı ve metakonglomera ardalması ile başlamakta ve Jura-Kretase yaşlı dolomit ve masif mermerler tarafından üzerlenmektedir. İyi korunmuş rudist fosilleri içeren mermerlerin üzerine de uyumlu olarak Geç Kampaniyen-Geç Maastrihtiyen yaşlı, kırmızı renkli, pelajik karakterli mermerler gelmektedir. Örtü serilerinin en üstünde ise Orta Paleosen yaşlı fliş-tipi meta olistostromlar yer almaktadır. (Dora 2011).



Şekil 2.5 Menderes Masifi üzerinde radyometrik olarak yaşlandırılmış ortogneyslerin lokasyonunu gösterir jeoloji haritası (Koralay ve diğ. 2011'den alınmıştır).

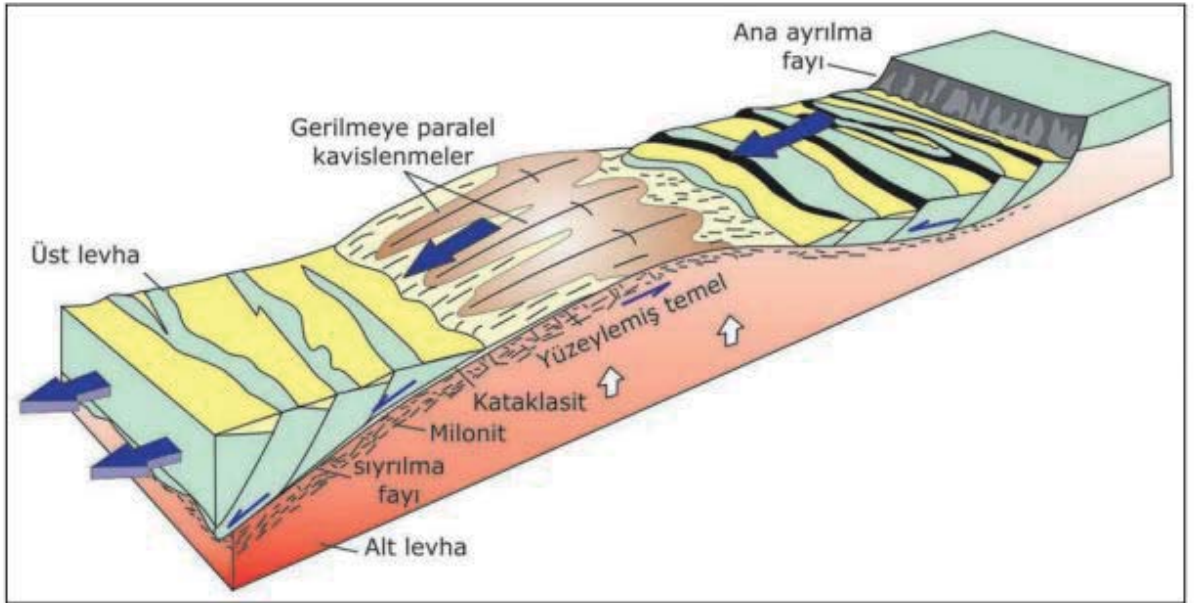
2.3. Menderes Masifi'nin Yüzeyleme Tarihçesi

Menderes Masifi'nin yayılım alanı güneyde Likya Napları, kuzeyde ise İzmir-Ankara kenedi ile sınırlanmış durumdadır. Bu alanın merkezinde yer alan Bozdağ ve Aydın dağları bölgesinde de masifin en alt seviyelerini oluşturan temel kayaları dom şekilli olarak yüzeylemiştir (Şekil 2.6). İdeal bir metamorfik çekirdek kompleksi sunan masifin bu bölgedeki yüzeyleme tarihçesi ve mekanizması uzun yıllardır bilimsel tartışmalara konu olmaktadır. Bu kapsamda masifin temel kayaları üzerinde yapılan termokronolojik çalışmalar sonucunda yüzeylemenin 2 aşamada gerçekleştiği tespit edilmiştir. Merkezi Menderes Masifi çekirdek kompleksinin güneyinde yer alan Çine ve kuzeyinde yer alan Gördes alt masiflerindeki soğuma (yüzeye ulaşma veya yakınlaşma) Oligosen sonunda başlamış ve Orta Miyosene kadar devam etmiştir (Gessner ve diğ. 2001; Ring ve diğ 2003). Doğu-batı uzanımlı BMG ve AG boyunca meydana gelen soğumanın başlangıcı ise aynı çalışmacılar tarafından Pliyosen-Güncel olarak belirtilmiştir. Burada öne sürülen her iki evrede de simetrik çekirdek kompleksi oluşmuştur.



Şekil 2.6 Merkezi Menderes Masifi'ne ait temel kayalarının (lower plate rocks) Bozdağ ve Aydın Dağları civarında dom şekilli olarak yüzeylemesi (Demircioğlu ve diğ. 2010'dan alınmıştır).

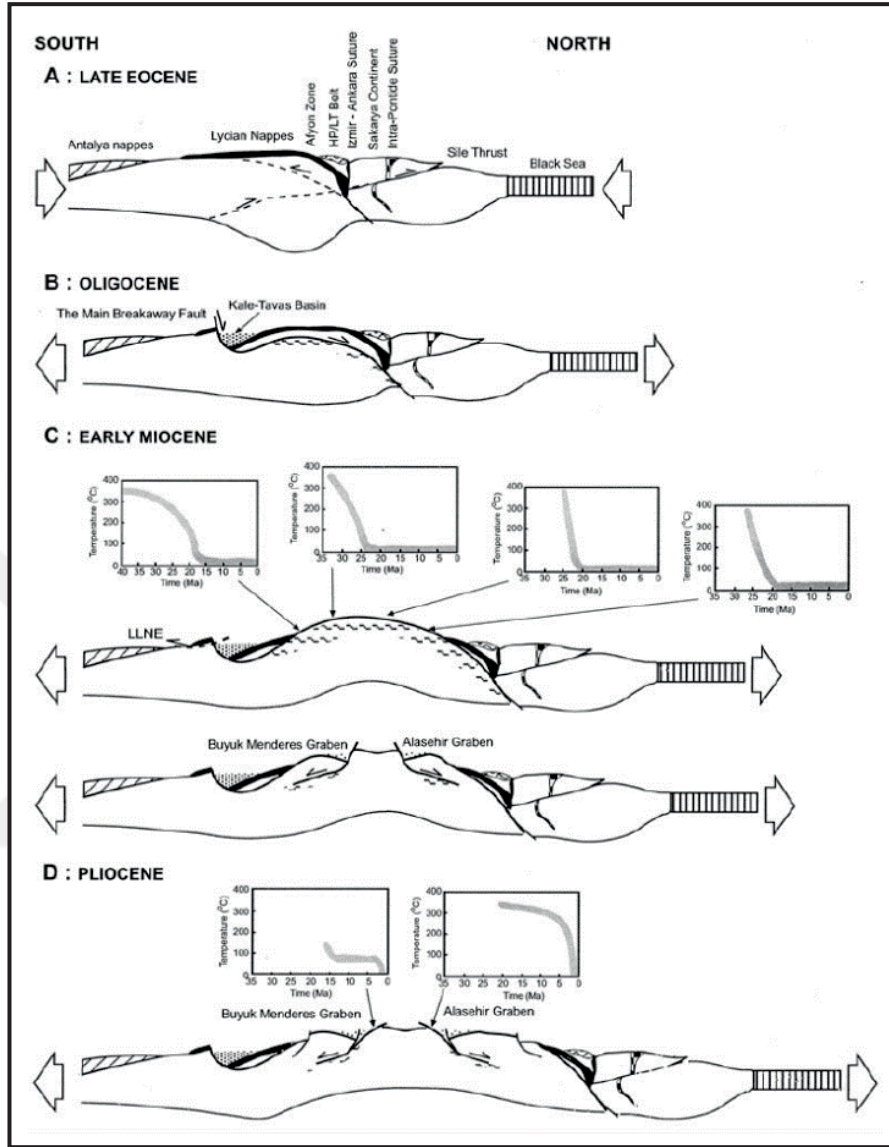
Sakarya kıtası ve Menderes-Toros bloğu arasında Geç Paleosen-Erken Eosen döneminde İzmir-Ankara kenet zonu boyunca meydana gelen kıta-kıta çarpışması ve Likya Naplılarının Menderes Masifi üzerine yerleşmesi Geç Eosen'de Masifin metamorfizmaya uğramasını kontrol etmiştir (Şengör ve diğ., 1984). Sıkışıp kısalan Batı Anadolu, Menderes Masifi güneyindeki bindirmelerin durmasından kısa süre sonra Gökova Bölgesi'nde meydana gelen kuzeye eğimli ana ayrılma fayı boyunca K-G yönlü olarak açılmaya başlamıştır (Seyitoğlu ve diğ., 2004). Kale ve Gökova havzalarındaki Oligosen yaşlı sedimanların gelişimini kontrol eden kuzeye eğimli ana ayrılma fayının yukarıya doğru bükümlenmesi ve yüzeye ulaşması fayın taban bloğunda yer alan masife ait temel kayaların dom şeklinde yüzeylenmesini sağlamıştır (Şekil 2.7). Masifin en kuzeyinde yer alan Simav makaslama zonu da ana ayrılma fayının en kuzeydeki devamı olarak tanımlanmaktadır. Bu model, Gessner ve diğ. (2001) çalışmasında yayınlanan termokronolojik analiz sonuçlarında gözlenen, çekirdek kompleksinden kuzeye ve güneye gidildikçe soğumanın gençleşmesi ile ilgili veriler ile uyum içerisindedir (Şekil 2.8).



Şekil 2.7 Tipik bir metamorfik çekirdek kompleksi ve ilişkili yapılar (Seyitoğlu ve Işık 2015'den alınmıştır).

En geç Oligosen-Erken Miyosen döneminde Menderes Masifi'ne ait temel kayaların yüzeylenmeye başlamasının hemen ardından çekirdek kompleksi merkezinde gelişen yaklaşık D-B uzanımlı ve birbirlerine göre zıt yönlere eğimli iki normal fay BMG ve AG'lerinin oluşmaya başlamasını kontrol etmiştir. Bu olayı takiben, gelişen bükülerek

dönme (Rolling hinge) mekanizması Merkezi Menderes Masifi'nin ikinci kez yüzeylenmesine neden olmuştur (Seyitoğlu ve diğ. 2004).

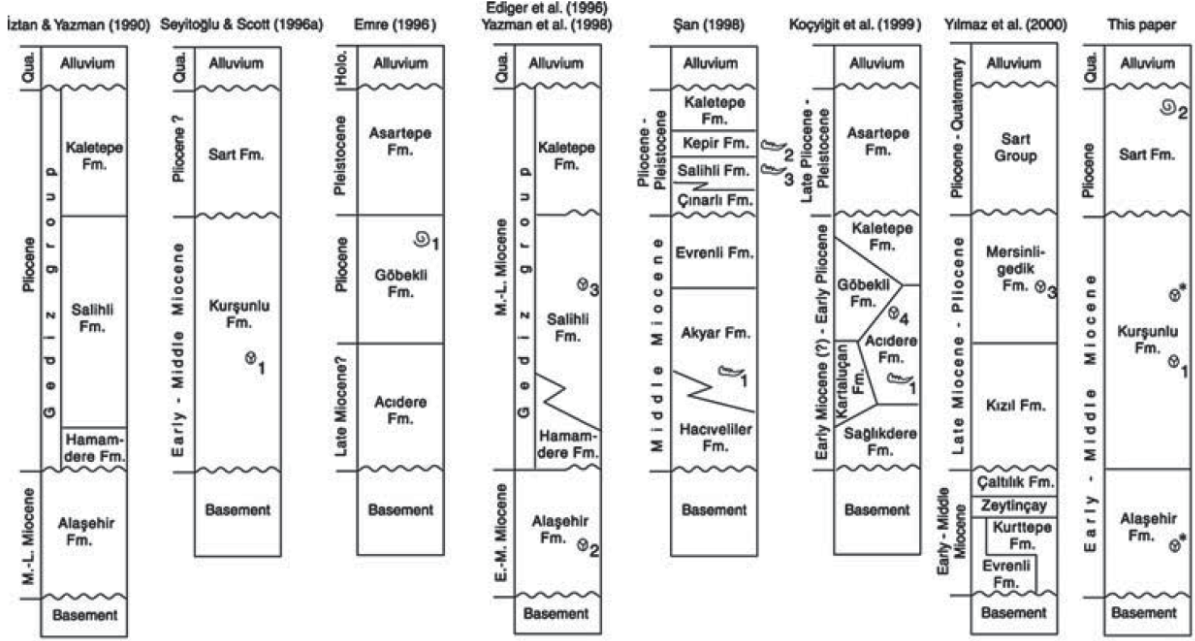


Şekil 2.8 Merkezi Menderes Metamorfik Çekirdek Kompleksi'nin yüzeylenme tarihçesi (Seyitoğlu ve diğ. 2004'den alınmıştır) (Geç Eosen olayları Şengör ve diğ. 1984; Apatit-Fision-Track sonuçları Gessner ve diğ. 2001).

2.4. Büyük Menderes ve Alaşehir Grabenlerinin Sedimanter Dolguları ve Çökeli mi Denetleyen Unsurlar

Termokronolojik soğuma yaşlandırma teknikleri ve yapısal çalışmalar ışığında eş zamanlı ve simetrik olarak geliştiği tespit edilmiş ve Büyük Menderes ve Alaşehir yarı grabenlerinin oluşumunu kontrol eden sıyrı lma fayları Batı Anadolu gerilme tektoniğinin en önemli unsurlarındandır. Bu havzaların sedimanter dolgularının tanımlanıp tariflenmesi

de çalışma alanındaki K-G yönlü gerilmenin kökeni ve zamanlamasının anlaşılmasında önemli yer tutmaktadır. Bu nedendir ki, söz konusu havzaların sedimanter dolguları bir çok çalışmanın konusunu oluşturmuştur (Şekil 2.8).

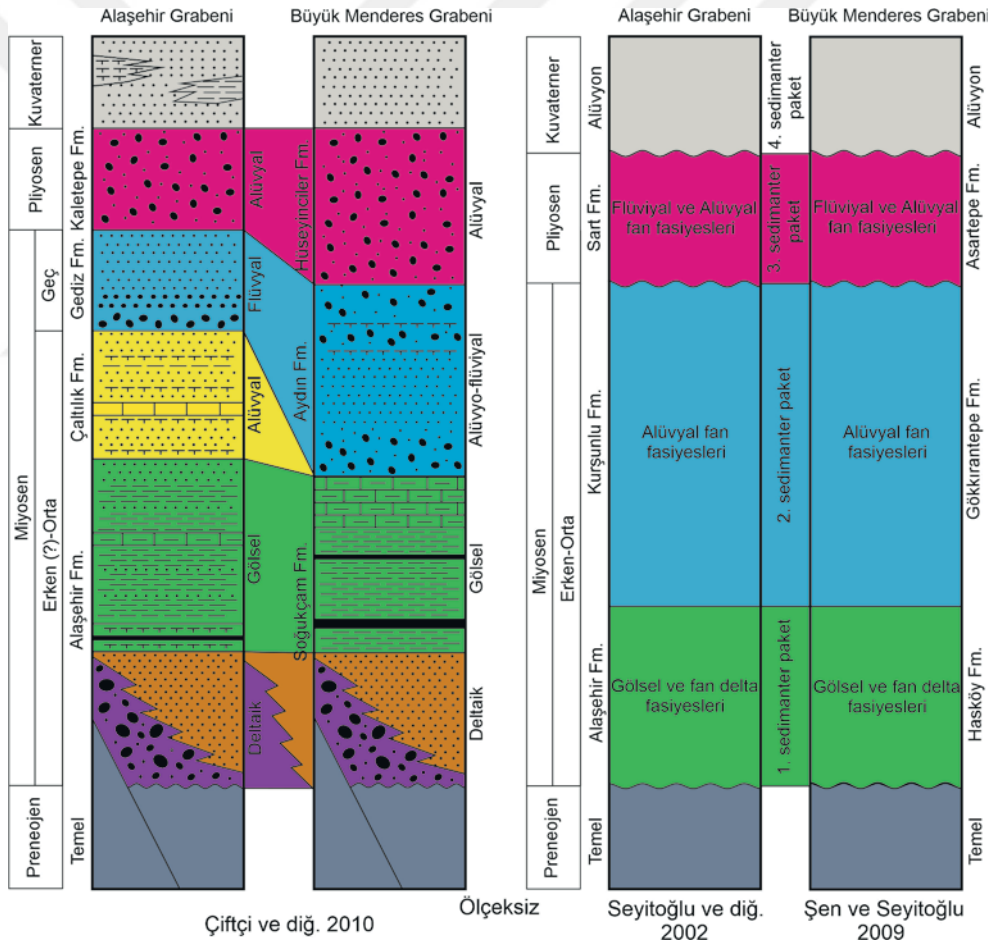


Şekil 2.9 Farklı çalışmacıların Alaşehir Grabeni için oluşturdukları geliştirilmiş stratigrafik kesitler (Şen ve Seyitoğlu 2009'dan alınmıştır.)

Temel olarak her iki havza da Erken Miyosen'den Güncel'e kadar sedimanter çökelleri barındırmakta ve yapısal olduğu kadar istifsel olarak da birbirleri ile önemli benzerlikler taşımaktadır. Palinomorflar ve memeli fosilleri kullanılarak yaşlandırılan, litofasiyes ve biyofasiyes özellikleri ile sedimanter yapıları kullanılarak çökeltme ortamları bakımından ayrılan birimler için formasyon adlamaları da yapılmıştır. Her ne kadar farklı çalışmacılar farklı formasyon isimlendirmeleri yapsa da her iki havzada ki çökel istif benzerlikleri kolayca görülebilmektedir (Şekil 2.9).

Erken Miyosen'de kuzeye eğimli Alaşehir ve güneye eğimli Büyük Menderes sıyrılma faylarının merkezi çekirdek kompleksi üzerindeki gelişimleri birbirlerine göre yaklaşık ayna görüntüsüne sahip ve kabaca D-B uzanımlı 2 havzanın oluşumu ile sonuçlanmıştır. Yarı graben şeklinde gelişen her iki havzanın da ilk ürünleri, özellikle depolanma merkezi civarında gelişmiş göl ve havza eksenine dik gelişen alüvyal çökellerden oluşmaktadır (Şekil 2.10). Bu gölsel çökeller çoğunlukla şeyl, marn ve killi kireçtaşı litolojilerinden oluşurken, göl ortamına ulaşan alüvyal çökeller de mercekssel ve yaygı geometrili kaba

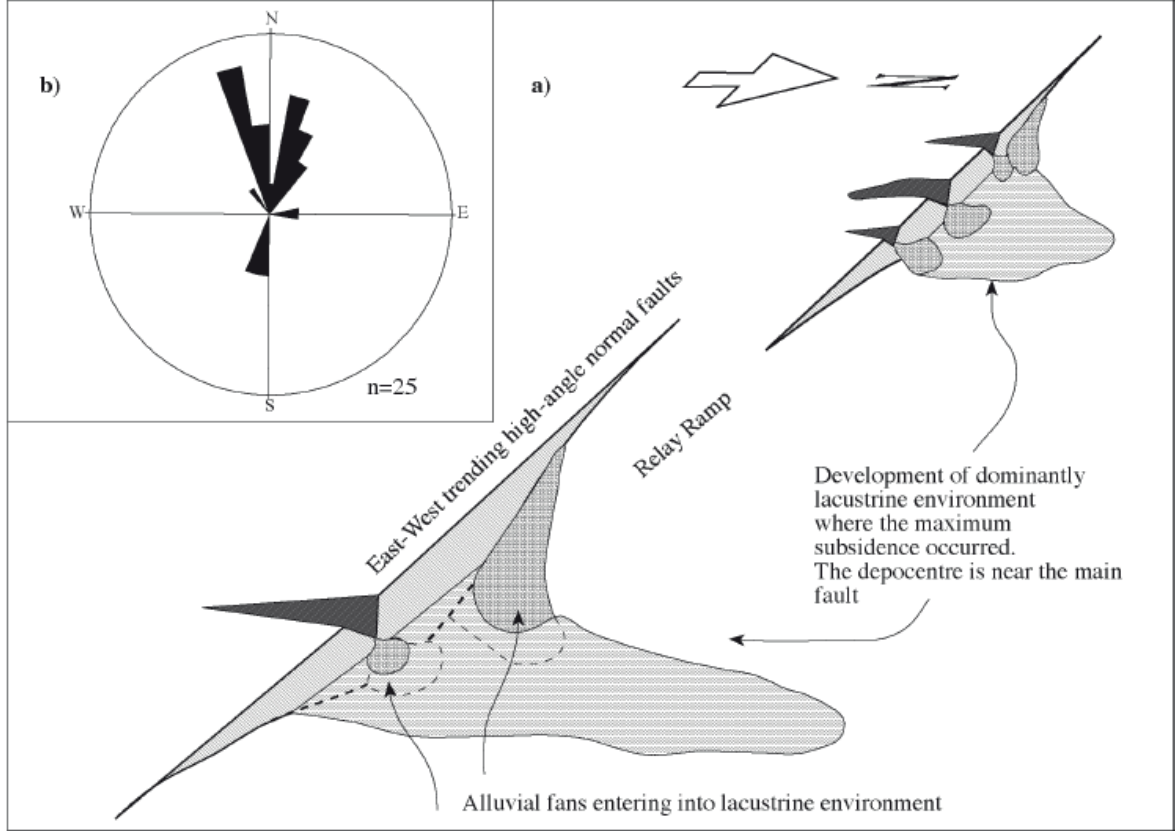
klastikler ile fan delta karakteri sunarlar (Şekil 2.10). Gölsel çökeller, Alaşehir Grabeni'nde %10'a ulaşan TOC değerleri ile HC türümü için kaynak kaya potansiyeli taşıırken (Çiftçi ve diğ. 2010b), Büyük Menderes Grabeninin'deki gölsel çökellerde ise kömür bantları sıklıkla gözlenir. Her iki havzada da söz konusu gölsel çökeller üzerine uyumlu bir dokanak ile gelen ve kırmızı renkleri ile tipik alüvyal fan çökelleri yer almaktadır. Palinoloji ve memeli fosilleri ile Erken-Orta Miyosen yaşı verilen bu iki birim üzerine uyumsuz ilişki ile gelen, havza eksenine paralel flüviyal ve eksene dik gelişmiş alüvyal fan fasiyesleri ile örtülmektedir. Pliyosen yaşlı bu birim üzerine uyumsuz olarak gelen güncel çökellerde çoğunlukla her iki havzanın güncel sedimantasyonunu kontrol eden akarsu özellikli detritik malzemedan oluşmaktadır (Çiftçi ve diğ. 2010b; Seyitoğlu ve diğ. 2002; Şen ve Seyitoğlu 2009).



Şekil 2.10 Alaşehir ve Büyük Menderes grabenlerinde farklı çalışmacıların tariflediği istifler (Çiftçi ve diğ. 2010; Seyitoğlu ve diğ. 2002; Şen ve Seyitoğlu 2009'dan değiştirilerek alınmıştır.).

Çiftçi ve diğ. (2010b) çalışmasında, Alaşehir havzası içerisinde tanımlanan Çaltılık Formasyonu, karbonatlı kimyasal tortul kayalar (kireçtaşı, marn) barındırmasına rağmen

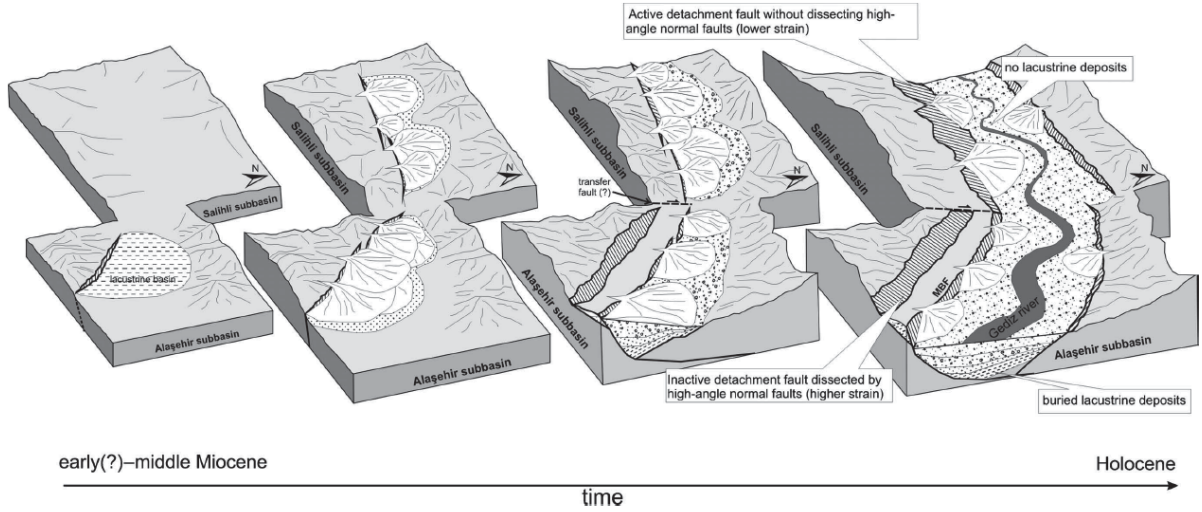
çalışmacılar tarafından alüvyal koşullarda çökeldiği iddia edilmektedir. Ancak, bu sedimantolojik olarak tartışılabilir bir yorumdur. Bu nedenle, karbonat çökelinin mümkün olabileceği gölsel çökelim koşullarının, bu aralık için tutarlı bir ortamsal yorum olacağı söylenebilir ve seviyenin Alaşehir Formasyonu'na dahil edilmesi daha mantıklı görünmektedir.



Şekil 2.11 Yarı graben depolanma merkezlerinde gelişen gölsel koşullar ve alüvyal çökellerin göl ortamına ulaşmasını gösterir şematik şekil (Seyitoğlu ve diğ. 2002'den alınmıştır).

Her iki havzada da sedimantasyon, havza sınırlayıcı normal faylar kontrolünde başlamış, devam eden dönemlerde de fayların tavan bloklarında meydana gelen sentetik faylanmalar ile sedimantasyon koşulları ve tipi değişerek günümüze ulaşmıştır. Miyosen-Pliyosen ve Pliyosen-Kuvaterner çökelleri arasındaki uyumsuzluklar da bu sentetik faylanmaların zamanlama ve etkilerini göstermektedir (Seyitoğlu ve diğ. 2002). Alaşehir Grabeni'nde Erken-Orta Miyosen yaşlı Alaşehir ve Kurşunlu formasyonlarının çökeli ardından havza sınırlayıcı fayının tavan bloğunda meydana gelen normal faylanma havzanın daha kuzeyinde Sart Formasyonu'nun oluşumunu kontrol etmiş (Şekil 2.11) ve güncelde, önceki fayın da tavan bloğunda meydana gelen en son sentetik faylanma ile de graben son şeklini

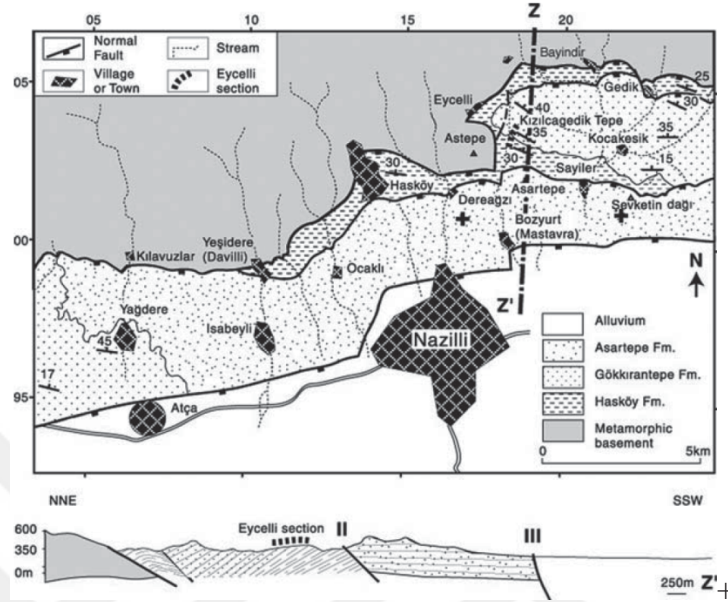
almıştır. Büyük Menderes Grabeni'nde de, benzer şekilde Hasköy ve Gökkıran-tepe formasyonlarının Erken-Orta Miyosen dönemindeki çökeliminin ardından sıyrılma fayının tavan bloğunda meydana gelen sentetik normal fay, havzanın daha güneyinde Asartepe Formasyonu'nun oluşumu için gerekli koşulları hazırlamıştır. Son olarak, Pliyosen'de oluşmuş fayın tavan bloğunun yüksek açılı bir normal fayla kırılması da modern Büyük Menderes Grabeni'nin son şeklini almasını sağlamıştır.



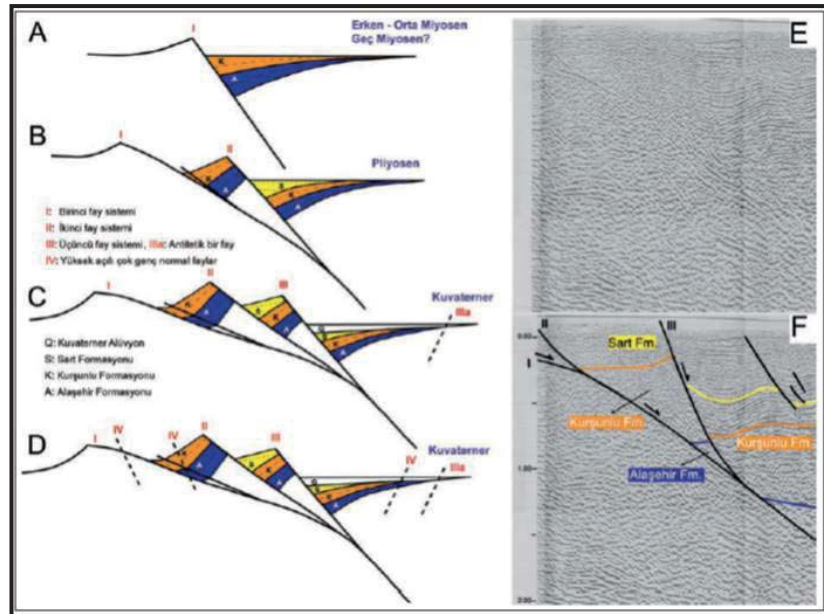
Şekil 2.12 Alaşehir Grabeni'nin oluşumu ve gözlenen sedimantasyon tipleri (Çiftçi ve diğ. 2010'dan alınmıştır). Çalışmacılar havza evrimini ard arda gelişen iki fayla açıklamışlar, ancak yapılan saha gözlemleri ve Demircioğlu ve diğ. 2010 makalesinde, yer altı görüntüleme teknikleri kullanılarak havzanın üç fay kontrolünde evrimleştiği tespit edilmiştir.

Merkezi Menderes Çekirdek Kompleksi üzerinde gelişen D-B uzanımlı her iki havzanın da evrimini kontrol eden fayların eğimleri incelendiğinde; en genç fayın en yüksek açı ile, en yaşlı olan graben sınırlayıcı fayın ise en düşük açı ile (0-20°) eğimlendiği ve fay düzlemine dik yönde yaşlı sedimanter birimlerin varlığı görülür (Şekil 2.12). Seyitoğlu ve Şen. (1998); Seyitoğlu ve diğ. (2002) bu saha gözlemleri ile belirlenmiş ve her iki havzada da benzer şekilde gözlenen bu durumu en iyi açıklayan modelin bükülerek dönme (rolling hinge) olduğu görüşünü savunur (Şekil 2.13). Model; ilk oluşumu sırasında yüksek açılı olarak gelişen havza sınırlayıcı normal fayın, tavan bloğunda gelişen sentetik normal fayın etkisi ile yatay eksen boyunca dönmesi ve daha düşük açılı hale gelmesi prensibine dayanmaktadır. Pliyosen'de gelişen fayın tavan bloğunda oluşan en son normal fay da kendisinden önce oluşmuş diğer iki fayın aynı şekilde yatay eksen boyunca dönüp daha düşük açılı konuma evrilmesine neden olmuştur. Ancak, Axen ve Bartley (1997)

makalesinde yayınlanan orijinal bükülerek dönme modelinde birinci faydaki atım miktarı sabit kalmaktadır. Bu modelde ise, ikinci fay geliştiğinde birinci fayın hareketi devam etmektedir (Seyitoğlu ve Işık, 2015).



Şekil 2.13 BMG’de Nazilli civarı jeoloji haritası ve Z-Z’ hattının enine kesiti (Şen ve Seyitoğlu 2009’dan alınmıştır). En kuzeyde yer alan havza sınırlayıcı düşük açılı normal fay ve gençleştikçe daha yüksek eğim açılına sahip önceki fayın tavan bloğunda gelişmiş sentetik normal faylar.

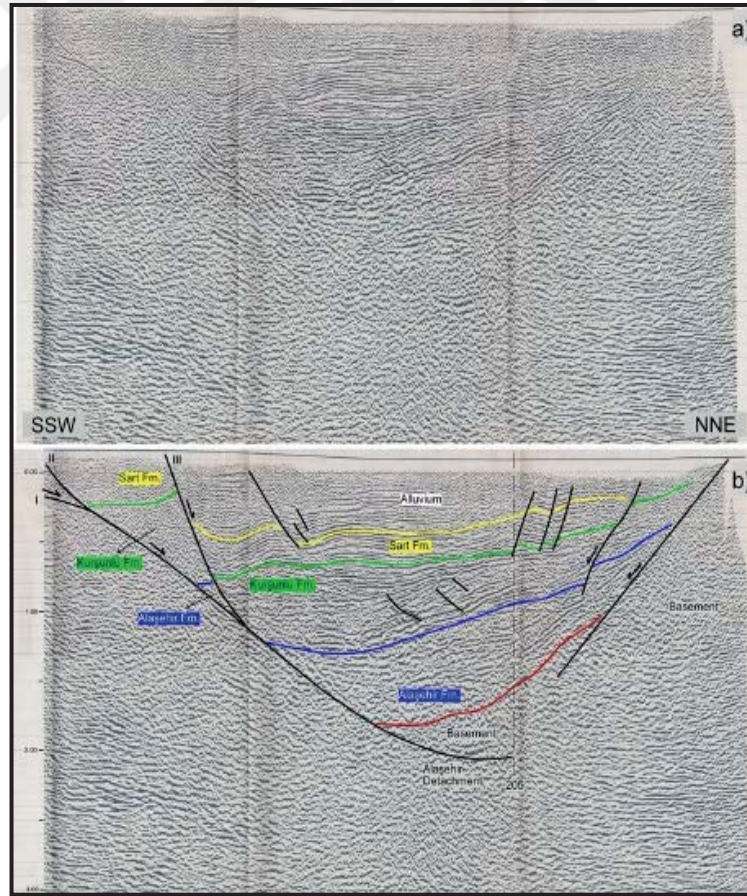


Şekil 2.14 Alaşehir Grabeni tektonostratigrafik evrimi (Alaşehir tipi bükülerek dönme modeli) (Seyitoğlu ve Şen 1998; Seyitoğlu ve diğ. 2002; Seyitoğlu ve Işık 2015’den alınmıştır).

3. BÜYÜK MENDERES GRABENİ'NİN TEKTONO-SEDİMANTER EVRİMİ

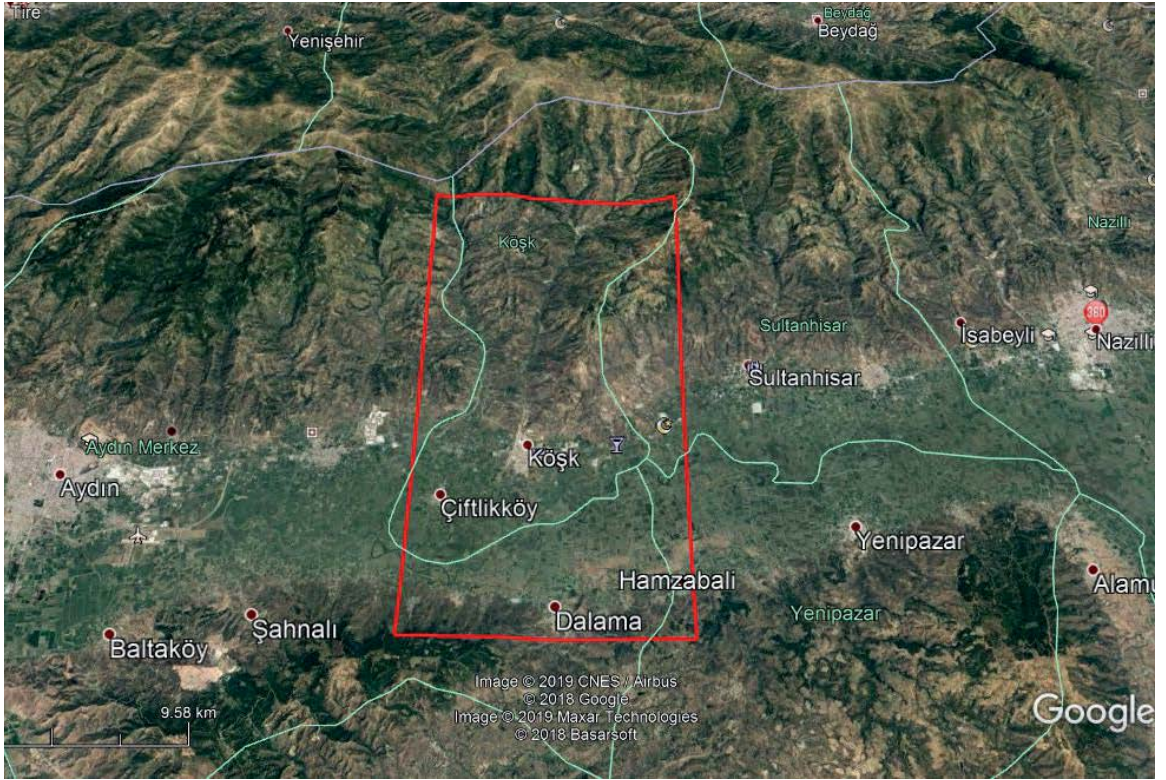
3.1. Giriş

Seyitoğlu ve diğ., (2004)'e göre, Büyük Menderes Grabeni'nin ayna görüntüsü olan Alaşehir Grabeni'nin evrimini kontrol eden faylar ve bu fayların birbirleri ile olan ilişkisi yeraltı görüntüleme teknikleri kullanılarak ortaya koyulmuştur (Demircioğlu ve diğ. 2010). Saha çalışmaları ile belirlenmiş, havza evrimini ve sedimantasyonu kontrol eden 3 adet fayın, birbirlerini kesmeden derinde birleştikleri ve kuzey yönünde kontrol ettikleri sedimanter istifler ile birlikte gençleştikleri sismik kesitlerde de tespit edilmiştir (Şekil 3.1). İlk oluşan ve bugünkü konumunda en düşük eğim açısına sahip graben oluşturan/sınırlayan ana fay Erken-Orta Miyosen çökellerinin oluşumunu kontrol ederken bu fayın tavan bloğunda gelişen ikinci fay Pliyosen yaşlı Sart Formasyonu'nun, üçüncü fay ise güncel alüvyal çökellerinin oluşumunu sağlamıştır (Seyitoğlu ve diğ.2002).



Şekil 3.1 Alaşehir İlçesi kuzeyinden geçen KD-GB gidişli sismik profil; a. Yorumuz, b. Yorumlanmış sismik kesit (Demircioğlu ve diğ. 2010'dan alınmıştır).

Seyitoğlu ve diğ. 2004, Alaşehir ve Büyük Menderes sıyrılma faylarının simetrik, zıt yönlü ve eş zamanlı olarak oluştuklarını ve her iki havzanın da benzer tarihelere sahip olduğunu savunmaktadır. Bu modelin doğru olması durumunda; Büyük Menderes Grabenin'deki sismik hatlarda da benzer yapısal unsurların bulunması gerekmektedir. Söz konusu modeli test etmek amacı ile bu çalışma kapsamında Aydın İli Köşk İlçesi kuzeyinde (şekil 3.2 ve 3.3) yapılan saha çalışmaları ile, ncel çalışmalardan da faydalanılarak jeolojik harita alımı gerçekleştirilmiş ve bu yüzey verileri işığında oluşturulan enine kesitler ile havza dolguları üzerindeki sismik hatlardan elde edilen bulgular beraber değerlendirilmiştir.



şekil 3.2 çalışma alanını gösterir "Google Earth" görüntüsü.

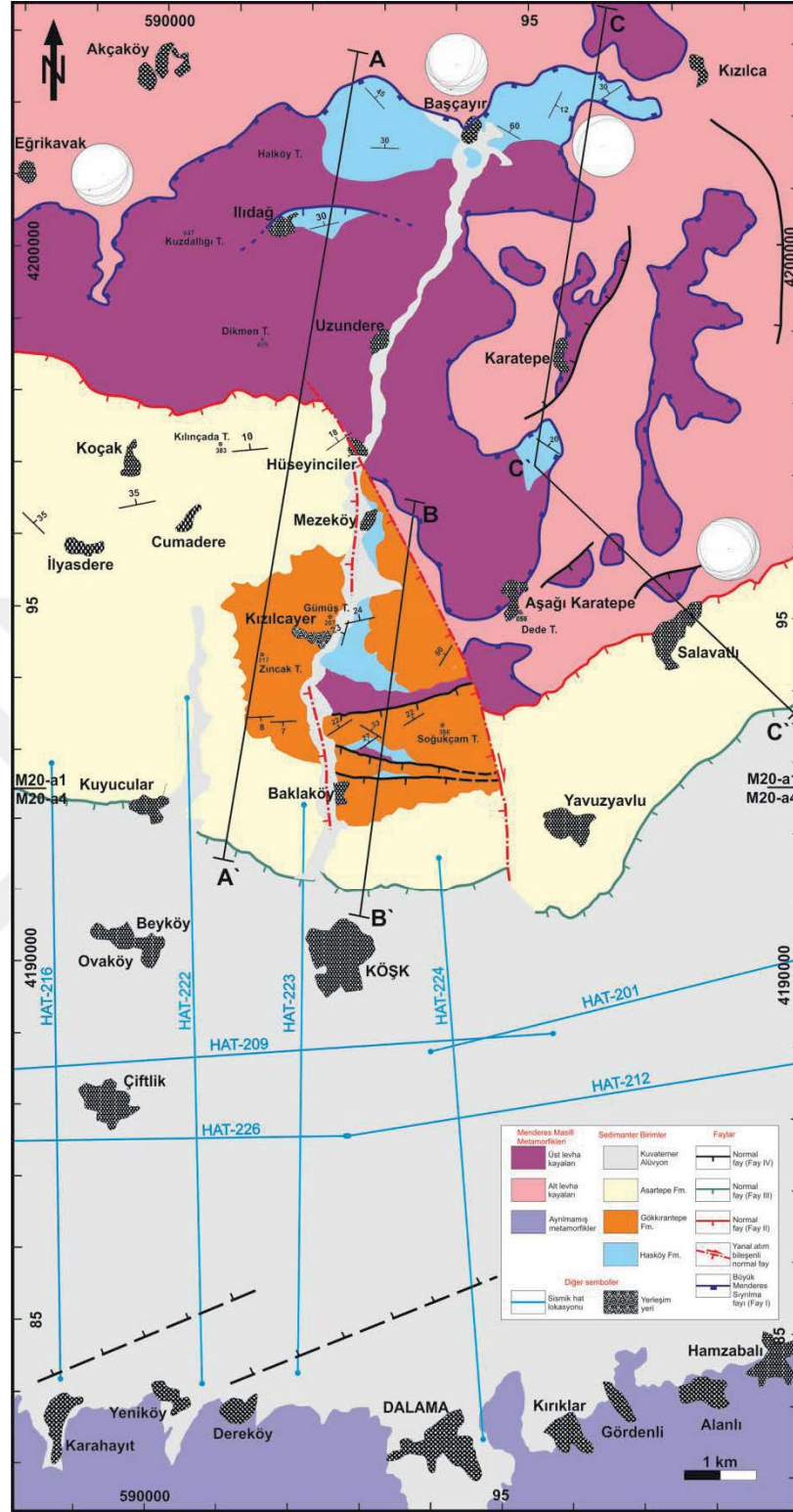


şekil 3.3 Büyük Menderes Havzası'na Köşk ilçesi kuzeyinden bakış.

3.2. Saha Çalışmaları

Büyük Menderes grabeni'nin tektono-sedimanter evriminin anlaşılması için önemli veriler sunan yüzleklerin bulunduğu, Aydın İli, Köşk İlçesi civarında gerçekleştirilen saha çalışmasında bölgede daha önce yapılan jeolojik haritalardan yararlanarak (Emre ve Sözbilir 1995; Yazman 1993, Göğüş 2004; Nilius ve diğ. 2019) yeni bir jeolojik harita elde edilmiştir (Şekil 3.4). Çalışma alanında ana yapı olan Büyük Menderes sıyrılma fayına göre alt levha kayalarını Paleozoyik-Mesozoyik meta sedimanlar oluşturmaktadır (Candan ve diğ. 2001). Bunlar arazide fillitler, mermerler, kuvarsitler ve yeşil şistler olarak karşımıza çıkmaktadır. Üst levha kayalarını ise Pan-Afrikan ortognayslar, pelitik gnayslar ile amfibolit ve eklojitler ile Neojen sedimanter birimler oluşturmaktadır (Candan ve diğ. 2001; Göğüş 2004; Nilius vd. 2019).

Çalışma alanında ana tektonik unsur olan Büyük Menderes Sıyrılma Fayı'nın en iyi gözleendiği yerlerden biri Eğrikavak GD'sunda yer almaktadır. Burada sıyrılma düzleminin kısa mesafe içinde açısı 30 dereceden 17 dereceye düştüğü ve bükülerek döndüğü gözlenmiştir (Şekil 3.5). Büyük Menderes Sıyrılma Fayı Başçayır KB'sında Hasköy Formasyonuna ait sedimanter birimler ile dokanak halindedir (Şekil 3.6). Daha önceki jeolojik haritaların hemen hepsinde (Emre ve Sözbilir 1995; Göğüş 2004) gösterildiği gibi Büyük Menderes sıyrılma fayı Kızılcaköy batısında dönerek KB eğimli bir durum kazanmıştır. Bu konumdaki sıyrılma düzlemlerine ait fotoğraf şekil 3.7'de gösterilmektedir. Bu lokasyonun güneyinde Karatepe civarında çok düşük eğimli hale gelen Büyük Menderes Sıyrılma Fayı alt levha kayaları olan Paleozoyik-Mesozoyik metasedimanları ile üst levha kayalarını oluşturan Pan-Afrikan ortognaysları-pelitik gnayslar arasından geçmektedir (Nilius ve diğ., 2019). Bunların üzerinde yama olarak korunmuş, büyük olasılıkla Hasköy Formasyonunun taban seviyelerini temsil eden köşeli ve kötü boylanmalı konglomeralar Karatepe güneyinde yer almaktadır. (Şekil 3.8). Büyük Menderes Sıyrılma Fayı'nın (Fay I) Karatepe civarındaki çok düşük eğimli konumu güneye gidildikçe daha eğimli hal almaya başlar ve Salavatlı kuzeyinde bu özellik net olarak gözlenir (Şekil 3.9). Ayrıca yol yarmalarında sıyrılma düzleminin D-B doğrultusunda ondülasyonlu yapısı belirgin olarak fark edilmektedir (Şekil 3.10)



Şekil 3.4 Büyük Menderes Grabeni Kuzey kenarında Köşk-Başçayır arasının jeoloji haritası. Emre ve Sözbilir (1995), Göğüş (2004) 'den yararlanılmış, haritanın doğusunda alt ve üst levha kayaları ayrımı Nilius ve diğ. (2019)'dan alınmıştır. Harita içindeki daireler arazide ölçülen fay düzlemleri ve üzerlerindeki kayma çiziklerinin alt yarıküre eşit alan küresel izdüşüm gösterimleridir. FaultKin (Marrett ve Allmendinger, 1990; Allmendinger ve diğ. 2012) yazılımıyla gerçekleştirilmiştir.

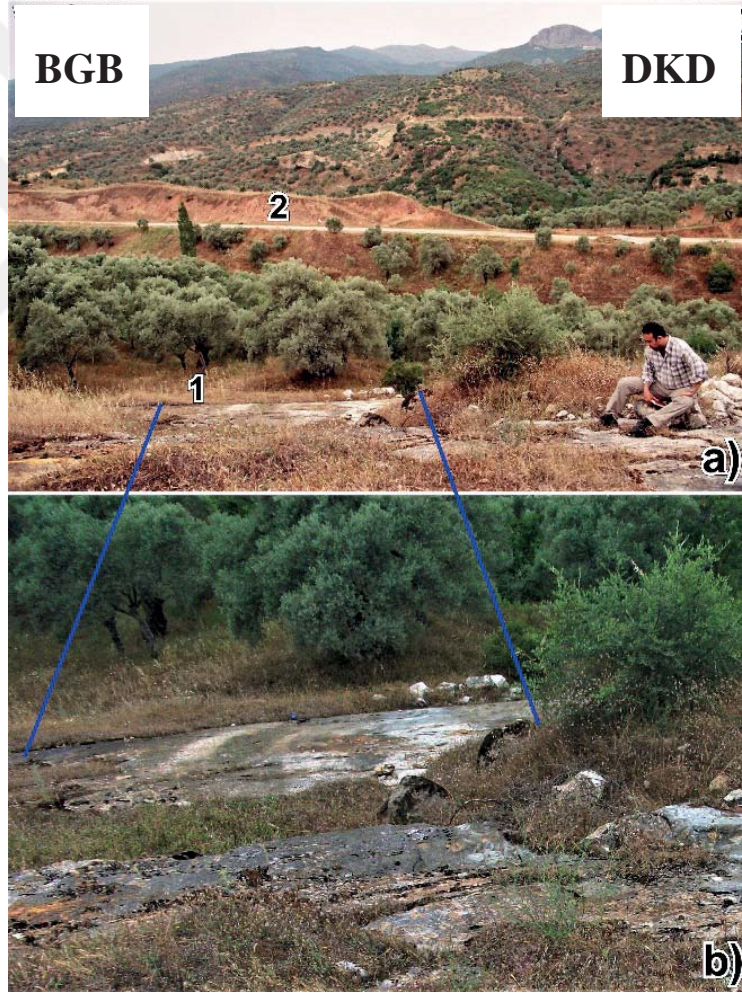
Eğim kazanmış olan Büyük Menderes Sıyrılma Fayı (Fay I) Salavatlı'da Asarteppe Formasyonunu sınırlayan Fay II 'ye bağlanmış olmalıdır. Kısıtlı arazi çalışma süresi ve yüksek açılı genç fayların (Fay IV) bu lokasyonda artması nedeniyle ilksel ilişkinin tam olarak gözlenememesine rağmen, Nilius ve diğ. (2019) tarafından çizilip jeolojik haritamıza aktarılan üst levha kayalarının Fay II civarındaki varlığı bu öngörüğü desteklemektedir.



Şekil 3.5 a) Bükülerek dönen Büyük Menderes sıyrılma fayı (y:89266 x:99115, 203 m). 1. Sıyrılma düzlemi: K20D, 17 GD; 2. Sıyrılma düzlemi: K45D, 30GD; 3. Bükülmeye bağlı kırıklanma: K20D, 50KB. b) Sıyrılma düzleminin daha yakın görünüşü.



Şekil 3.6 Başçayır KB'sında Büyük Menderes Sıyırılma Fayı ile Hasköy Formasyonu ilişkisi. 1. Hasköy Formasyonu tabakaları K35B, 45 KD konumlu. Sıyırılma düzleminin genel pozisyonu için Şekil 3.4'e bakınız.



Şekil 3.7 a) Kızılcaköy batısında Büyük Menderes sıyırılma fayı ve Neojen çökellerinin genel görünümü. 1. KB'ya eğimli sıyırılma düzlemi; 2. Hasköy Formasyonu. b) Sıyırılma düzleminin yakından görünüşü.



Şekil 3.8 Karatepe güneyinde gözlenen, muhtemel Hasköy Formasyonu taban fasiyeslerine ait köşeli tanelerden oluşan konglomeralar.



Şekil 3.9 Salavatlı kuzeyinde Büyük Menderes Sıyrıma Fayı'nın güneye eğimli konumu.



Şekil 3.10. Salavatlı KB'sındaki yol yarmalarında sıyrılma düzleminin ondülasyonlu yapısını gösterir panoramik fotoğraf.

Kızılcaaköy batısı ile Salavatlı Kuzeyi arasında Büyük Menderes Sıyrılma Fayı (Fay I) büyük bir bükülme gerçekleştirmiş olup, bu büküm batıya doğru KB-GD yönlü bir transfer fay ile kesilmektedir (Şekil. 3.4 ve 3.11). Bu transfer fayın batısında yüksek açılı normal faylarla kesilmiş Büyük Menderes Grabeni dolgusuna ait istifler yüzlek vermektedir. Ayrıca, Baklaköy-Hüseyinciler hattından geçen dere yatağının doğusundaki ve batısındaki istiflerin farklı olması bu dere hattından da transfer fayının sintetiklerinin geçtiği yönünde spekülasyon yapmamıza neden olmuştur.



Şekil 3.11 Soğukçam tepe KD'sunda transfer fay (kırmızı kesikli çizgi) ile karşı karşıya gelmiş üst levha metamorfikleri ile Neojen sedimanları (Neojen sedimanlarına ait tabakalar sarı çizgiler ile gösterilmiştir.) (Lokasyon için şekil 3.4'e bakınız).

Ana sıyrılma fayı ile dokanak halinde bulunan Erken-Orta Miyosen yaşlı Hasköy Formasyonu çalışma alanı içerisinde Başçayır civarında, Ilıdağ doğusunda, Karatepe-Aşağı Karatepe köyleri arasındaki 976 rakımlı Karatepe’de ve Mezeköy-Baklaköy arasında mostra vermektedir (Şekil 3.4). Başçayır ilçesi civarı ve Ilıdağ güneyinde, birim altta gri renkli, alüviyal kökenli kaba klastikler (Şekil 3.12) ve üzerine gelen gösel şeyl ve kömür ara seviyelerinden, Karatepe’de ise sadece istifin en altında bulunan konglomeralardan oluşmaktadır. Bu alanlarda Hasköy Formasyonu’nun en alt ve orta seviyeleri gözlenirken, üst seviyelerin aşınmış olduğu görülmektedir. Mezeköy ile Baklaköy arasındaki mostralarda en altta bloklu konglomera ve üzerine gelen kömür seviyelerinin de izlendiği gösel şeyller ile fan delta karakteri taşıyan kaba klastikler yer alırken, en üstte ise alüviyal kökenli kaba klastikler ile yeşil-gri renkli gösel şeyllerin ardalanması yer almaktadır (Şekil 3.13). Bu alanda istif, üzerinde uyumlu olarak bulunan Gökkıran-tepe Formasyonu’na geçiş göstermektedir. Gökkıran-tepe Formasyonu çalışma alanında sadece Mezeköy ve Baklaköy arasında yüzlek vermektedir. Bu alanda birim, altında yer alan Hasköy Formasyonu ile birlikte, Hüseyinciler köyü ile Yavuzyavlu batısında geçen transfer fay kontrolünde yüzeylenmiştir (lokasyon için Şekil 3.4’e bakınız). Söz konusu transfer fay, bölgede Pliyosen yaşlı Asartepe Formasyonunun çökeli-mini kontrol eden Fay II'nin gelişimi ile bükülerek dönmeye başlayan Fay I'in çalışma alanında farklı oranlarda bükülmesini karşılamak için gelişmiş yan al atım bileşenli normal fay olmalıdır. Başlangıçta Salavatlı ve Koçak kuzeyinde farklı lokasyonlarda gelişen Fay II arasında bir transfer fay olarak da çalışmış olabilir.

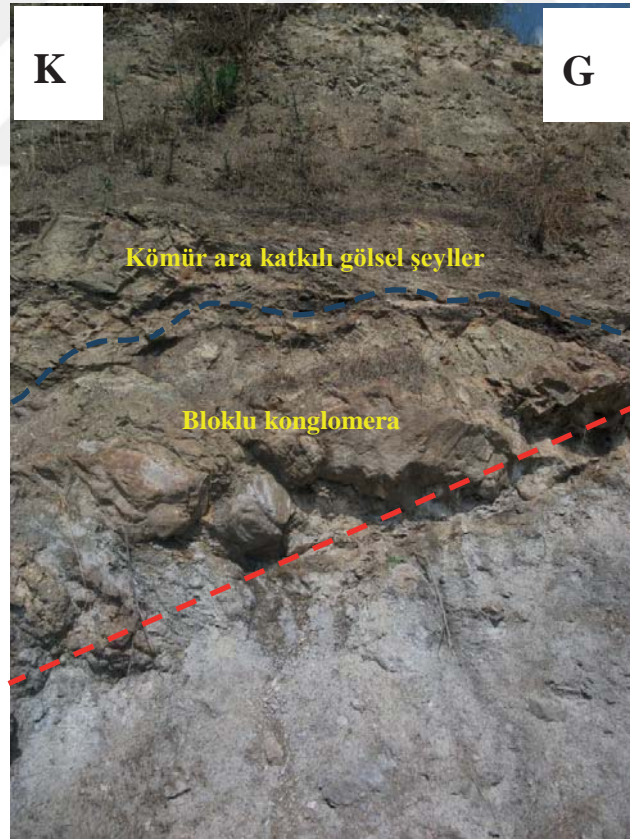
Çoğunlukla kırmızı renkleri ile tipik, yakınsak alüviyal kökenli kaba taneli kumtaşı, konglomera, bloklu konglomera litolojileri ile tanımlanan (Şekil 3.14) Gökkıran-tepe Formasyonu, havza kenar fayı kontrolünde çökelen ikinci birimdir.

Miyosen yaşlı Gökkıran-tepe Formasyonu’nu uyumsuz olarak üzerleyen Asartepe Formasyonu çalışma alanında, Koçak, Cumadere, İlyasdere ile Kuyucular köyleri arasında, Baklaköy ve Salavatlı güneyi ile Yavuzyavlu köyü civarında mostra vermektedir (Şekil 3.4). Havza sınırlayıcı fayın tavan bloğunda gelişen normal fayın (Fay II) kontrolünde gelişen birim, D-B uzanımlı havza eksenine paralel flüviyal ve havza eksenine yaklaşık dik yönlü gelişmiş alüviyal çökellerden oluşmuştur (Şen ve Seyitoğlu 2009; Çiftçi ve diğ. 2010). Yaygın sarı rengi ile arazide kolayca tanınabilen birim, bloklu konglomera,

konglomera, kumtaşı ve fluviyal sistemin taşkın ovası çökellerini temsil eden şeyl litolojilerinden oluşmaktadır (Şekil 3.15).



Şekil 3.12 Başçayır batısında Hasköy Formasyonu'na ait Konglomera, kumtaşı ve şeyl ardalanması. K60B, 60KD konumlu tabakalar.



Şekil 3.13 Kızılcayer GD'sunda genç normal fay (Fay IV) kontrolünde yüzeylenmiş metramorfikler ve Hasköy Formasyonu arasındaki uyumsuzluk düzlemi; tabanda bloklu konglomera ve üzerine gelen kömür ara katkılı gösel şeyller.



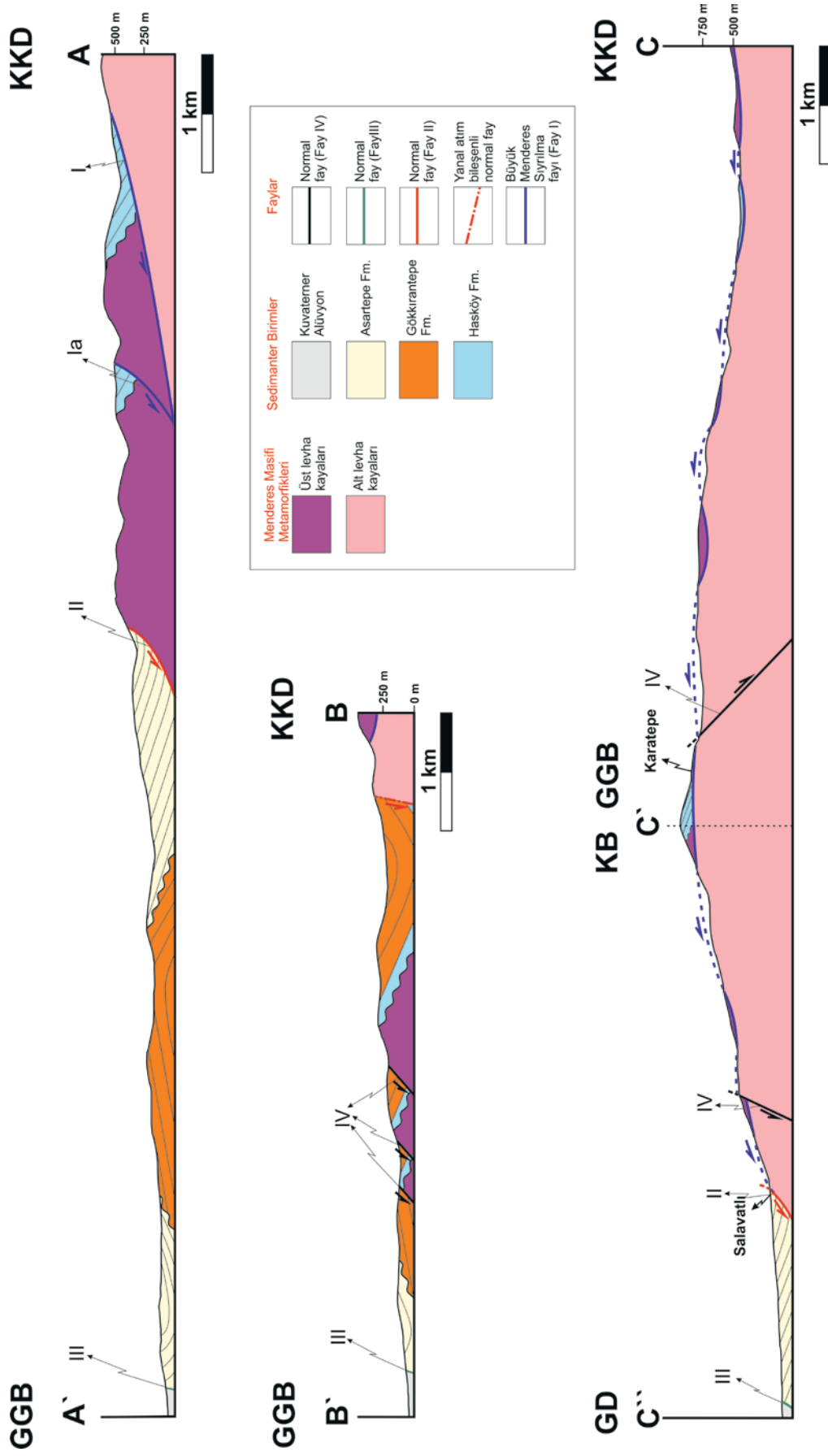
Şekil 3.14 Gökürantepe Formasyonu kırmızı renkli, kaba taneli kumtaşı ve konglomeraları.



Şekil 3.15 Dikmentepe GB'sından GD istikametine bakış. Pliyosen yaşlı Asartepe Formasyonu ve birimin yaslı konumda bulunduğu normal fay (lokasyon için Şekil 3.4'e bakınız).

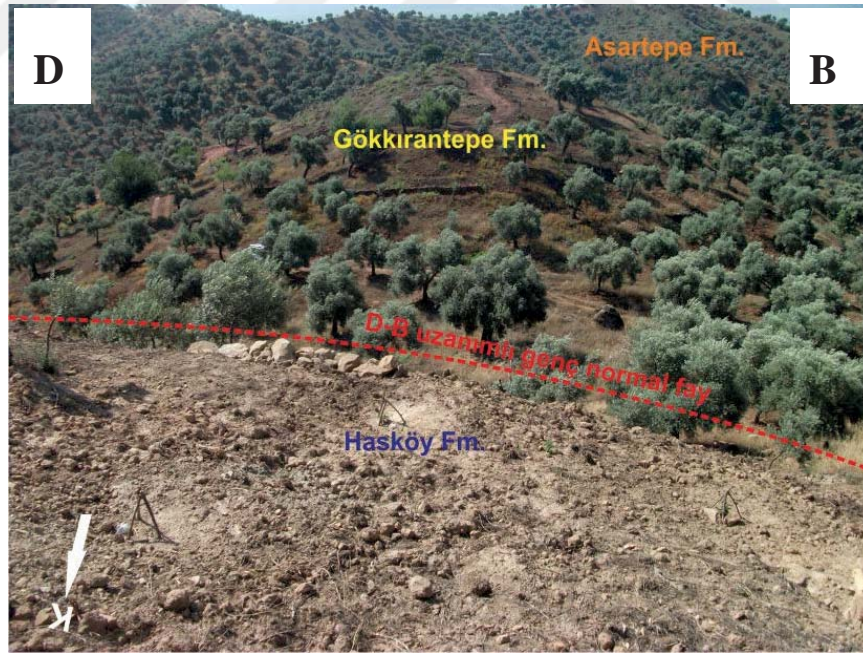
Kuvaterner yaşlı sedimanların oluşumunu kontrol eden normal fay (Fay III), BMG'ni güneyden sınırlayan antitetik fay ile birlikte havzanın bugünkü konumuna ulaşmasını sağlamıştır. Çoğunlukla Büyük Menderes nehrinin graben eksenini boyunca taşıdığı flüviyal malzemeden oluşan Kuvaterner çökellerinde yer yer güncel alüviyal yelpaze oluşumları da gözlenmektedir (Gürer ve diğ., 2009).

Bu tez çalışması kapsamında yapılan saha çalışmasında Büyük Menderes Grabeni tektono-sedimanter evrimini kontrol eden her üç fay da gözlenebilmiş, tektonik unsurlar ile sedimanter birimlerin ilişkileri gözlenmiş ve Şekil 3.4'deki jeoloji haritasında konumlarının görülebileceği, 3 adet enine kesit hazırlanmıştır (Şekil 3.16). Enine kesitlerde havza evrimini kontrol eden faylar yaşlıdan gence doğru I, II, III ve IV olarak sıralanmıştır. Ayrıca, Hetzel ve diğ. (2013) çalışmasında Ilıdağ civarında bir normal fay zonundan alınan örnek yaklaşık 22 Ma yaşındadır. Bu nedenle, Ilıdağ'daki fay, ana sıyrılma fayının sintetiği olduğu şeklinde yorumlanmış ve A-A' kesitinde bu Fay Ia olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.16 A-A', B-B' ve C-C'-C'' hatları boyunca alınan enine kesitler (Lokasyon için Şekil 3.4'e bakınız). 'I', ana sıyırma düzlemini temsil ederken, 'II' 'III' 'IV' yaşlıdan gence doğru havza evrimini kontrol eden diğer fayları göstermektedir. 'IV' ile ifade edilen fay ise Seyitoğlu ve Şen 1998; Seyitoğlu ve Işık 2015 yayınlarında anlatılan Fay IV olması muhtemel gözükmektedir.

Başçayır KB'sından güncel alüvyonlara kadar ulaşan A-A' kesitinde, havza evrimini denetleyen tüm faylar ve bu faylar ile ilişkili sedimanter birimler görülmektedir. Kesitin en kuzeyinde, güneye doğru ortalama 30°'lik eğime sahip ana sıyrılma fayına yaslı konumdaki Hasköy Formasyonu'nda kuzeye doğru 30-60°'lik eğimler belirlenmiştir. Sıyrılma fayı ile aynı yönde eğimli ve görece daha yüksek eğim açısına sahip ikinci fay da Asartepe Formasyonu'nun çökeliğini kontrol etmektedir. Birim, ikinci faya en yakın konumda güneye doğru yaklaşık 5° eğimli iken, güneye doğru gidildikçe kuzeye (fay düzlemine) doğru 8-35° arasında değişen eğimler sunmaktadır. Kesit hattının en güneyinde ise üçüncü fay ve bu faya yaslı güncel çökeller yer almaktadır. Mezeköy doğusundan güncel çökellere kadar uzanan B-B' hattında Pliyosen yaşlı çökeller ile örtülmüş alanın Mezeköy-Baklaköy arasındaki kesiminde Miyosen yaşlı sedimanların ve Menderes Masifi Metamorfiklerinin yükselmesine neden olan yanal atım bileşenli normal fay gösterilmektedir. Ayrıca, D-B doğrultulu normal faylar da (Şekil 3.17) kesitte gösterilmiş ve bölgedeki en genç tektonik unsurlar olarak yorumlanmıştır. C-C'-C'' kesitinde ise Büyük Menderes Sıyrılma Fayı'nın Kızılcaköy ile Salavatlı arasında yaptığı bükülme ve Karatepe'de yama olarak korunmuş Hasköy Formasyonu çökelleri gösterilmektedir.



Şekil 3.17 Baklaköy doğusunda, B-B' gösterilen genç normal fayların en güneyde olanı. Taban blokta görece yükselerek Gökkıranentepe Formasyonu ile karşı karşıya gelen Hasköy Formasyonu. Arka planda, en güneydeki Miyosen çökellerini uyumsuz olarak üzerleyen Asartepe Formasyonu da görülmektedir.

3.3 Sismik Profil Yorumları

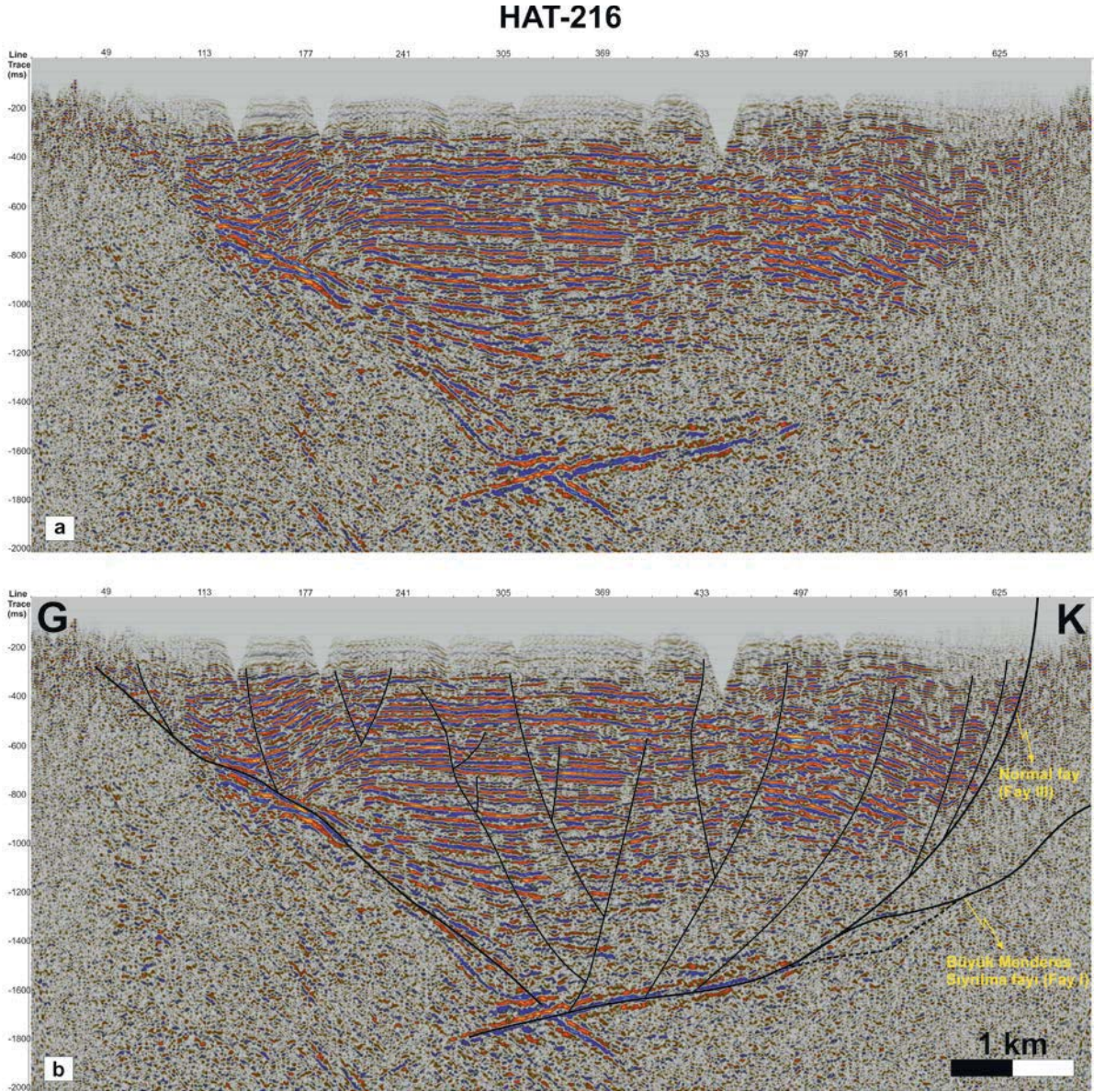
Öncel çalışmalardan edinilen bilgiler ve bu tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen saha çalışmaları ile havza evrimini kontrol eden fayların konumları, eğim yönleri, ortalama eğimleri ve sedimanter birimler ile olan ilişkileri belirlenmiş, Şekil 3.4’de yer alan jeoloji haritasında gösterilen hatlar boyunca enine kesitler alınarak çalışma alanındaki tüm yapısal ve sedimanter unsurlar gösterilmeye çalışılmıştır. Bu bilgiler ışığında, çalışma alanında yer alan gerek K-G, gerekse de D-B yönlü toplam 8 adet sismik profilin çalışma alanında kalan kesimleri yorumlanmış (Şekil 3.18-3.25), A-A’ ve B-B’ kesitlerine en yakın olan sırasıyla 222 ve 224 no’lu K-G yönlü hatlar enine kesitler ile beraber yorumlanarak yüzeyde tespit edilen yapısal unsurların güneye doğru yer altında nasıl devam ettiği gösterilmeye çalışılmıştır (Şekil 3.26-3.27).

Büyük Menderes Grabeni’nde yer alan, yaklaşık D-B uzanımlı 201 ve K-G uzanımlı 203 no’lu sismik profiller Çiftçi ve diğ. (2010a) makalesinde yayınlanmıştır. Bu çalışma için ulaşabildiğimiz sismik datanın, proses işlemi yapılmış ancak herhangi bir migrasyon tekniği uygulanmamıştır. Ayrıca, çalışma alanı yakınlarında petrol aramacılığına yönelik derin bir kuyu olmadığından, “check-shot” ve sonic log verisi de bulunmamaktadır. Bu nedenle, sismik profillerde sedimanter birimlerin giriş-dokanaklarını temsil eden refleksiyonlar tespit edilememiş ve birimlerin K-G ve D-B yönlerindeki kalınlık değişimleri yorumlanamamıştır. Ancak, ms (milisaniye) cinsinden gösterilen derinlik parametresinin yarısının, hatların proses aşamasında belirlenmiş sismik hız değerleri ile çarpılması formülü ile yapılan hesaplamalar; %10 hata payı ile, 2000 ms’nin, yaklaşık 2800 metreye karşılık geldiğini göstermektedir. Yine aynı yöntem ile çalışma alanındaki maksimum sediman kalınlığının yaklaşık 1950 metre olduğu hesaplanmıştır.

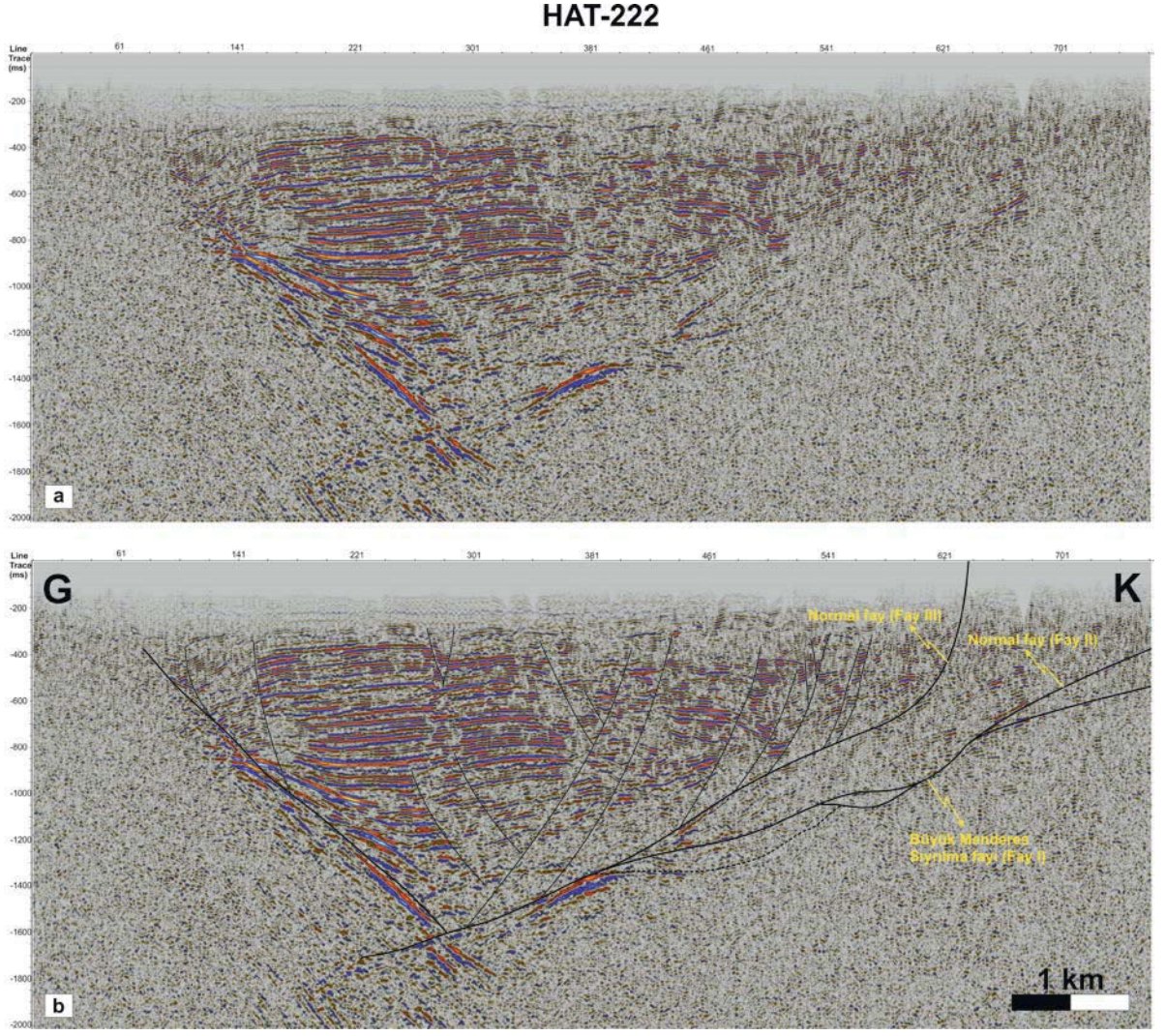
Büyük Menderes Sıyrılma Fayı’nın D-B ekseninde ondülasyonlar yaptığı saha çalışmaları ile gözlenmiştir. Sismik profillerden düzlemin, K-G ekseninde de ondülasyonlu ve dallanıp tekrar birleşen (anastomosing) bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. K-G hatlardan 222 no’lu sismik profilede havza evriminde etkili olan her üç fay da görülmekte, II ve III numaralı fayların ana sıyrılma fayını kesmeden, derinde birleştikleri anlaşılmaktadır. Diğer K-G profillerde ise I ve III numaralı fayların birleştikleri kesim görülebilmekte, II. fayın I. faya birleştiği nokta ise ya kesit kuzeyinde kalmakta, ya da sismik görüntü kalitesi bu detayın görülmesine izin vermemektedir. K-G yönlü tüm profillerde havzayı güneyden

sınırlayan antitetik fay belirgindir. Sismik hatlar yardımı ile lokasyonu belirlenen söz konusu antitetik fayın yüzeydeki iz düşümü de Şekil 3.4’de gösterilmiştir. Profillerde gözlenen diğer küçük ölçekli ve muhtemelen yüzeye yaklaşmış antitetik ve sentetik faylanmalar da havzada gerilme sisteminin halen devam etmekte olduğunu işaret etmektedir.

Çalışma alanında yer alan yaklaşık D-B yönlü 201, 209, 212 ve 226 no’lu hatlar sırasıyla 34.2, 19.1, 18.3 ve 14.7 km uzunluğundadır. Bu hatların sadece çalışma alanı içerisinde kalan sırasıyla 5.35, 7.57, 6.4 ve 4.65 km’lik kısımları değerlendirme kapsamına alınarak yorumlanmıştır (Şekil 3.22-3.25). Bu hatların tümünde ana fay (Fay I) belirgin şekilde gözlenirken D-B yönünde ondülasyonlar yaptığı da kolayca görülebilir. K-G sismik profillerde sıyrılma düzleminin dallanıp tekrar birleştiği (anastomosing) gözlemlenen kesimlerden geçen D-B hatlarda da sıyrılma düzleminin altında bulunan güçlü sismik yansımalar bu dallanıp tekrar birleşen geometrinin kanıtı olarak yorumlanmıştır. Ayrıca saha çalışmalarında belirlenen ve Şekil 3.4’deki haritada işaretlenen transfer fayı ve sentetiklerinin varlığı da D-B yönlü sismik profillerde görülebilmektedir. Sismik profil lokasyonları ve söz konusu transfer faylarının yüzeydeki konumları beraberce değerlendirilirse; 201 no’lu profilde sadece Yavuzyavlu batısından geçen transfer fayın, 212 no’lu profilde ise hem Baklaköy-Hüseyiciler hattından gelen hem de Yavuzyavlu batısından geçen transfer fayların görülebildiği söylenebilir. Bu durumda her iki fayında yer altında, güneye doğru KB-GD istikametinde devam ettiği yorumlanabilir. Sahanın batı kesiminde yer alan D-B yönlü 209 ve 226 no’lu sismik profillerde ise Baklaköy-Hüseyiciler hattından gelen transfer fayının batısında bir başka fayın daha varlığı görülmektedir. Saha çalışmalarında belirlenemeyen bu fayın yüzeyde Kuyucular doğusundan geçen dere yatağını takip etmekte olabileceği düşünülmektedir.

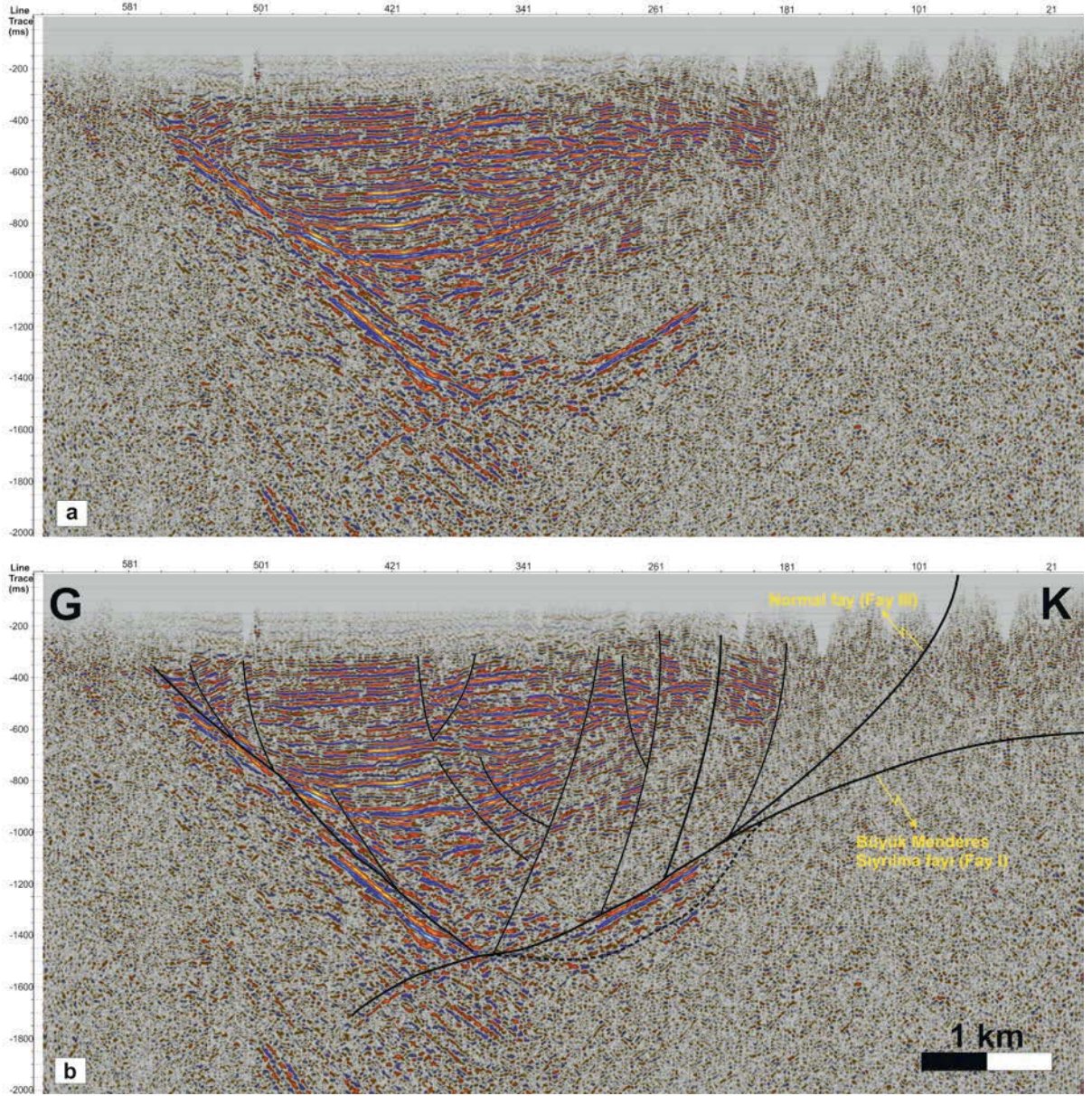


Şekil 3.18 K-G yönlü HAT-216 no'lu sismik profil (Lokasyon için Şekil 3.4'e bakınız). a) Yorumuz, b) Yapısal unsurlar bakımından yorumlanmış kesit. Büyük Menderes Sırtlama Fayı "Fay I", Kuvaterner çökellerini sınırlayan fay ise "Fay III" ile gösterilmiştir. (2000 ms: 2800 m)



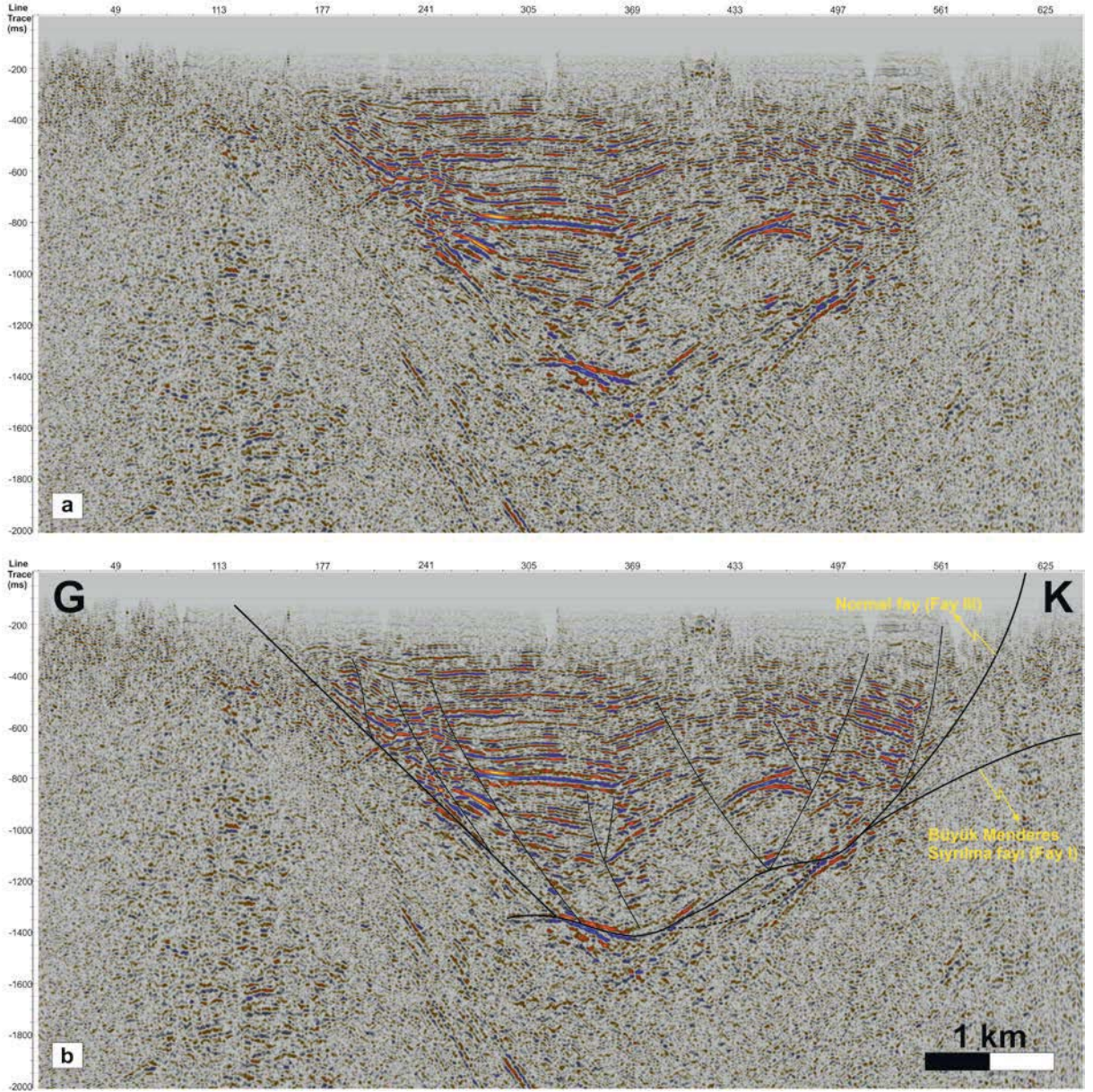
Şekil 3.19 K-G yönlü HAT-222 no'lu sismik profil (Lokasyon için Şekil 3.4'e bakınız). a) Yorumuz, b) Yapısal unsurlar bakımından yorumlanmış kesit. Büyük Menderes Sıyrılma Fayı "Fay I", Pliyosen ve Kuvaterner çökellerini sınırlayan faylar ise sırasıyla "Fay II" ve "Fay III" ile gösterilmiştir. (2000 ms: 2800 m)

HAT-223



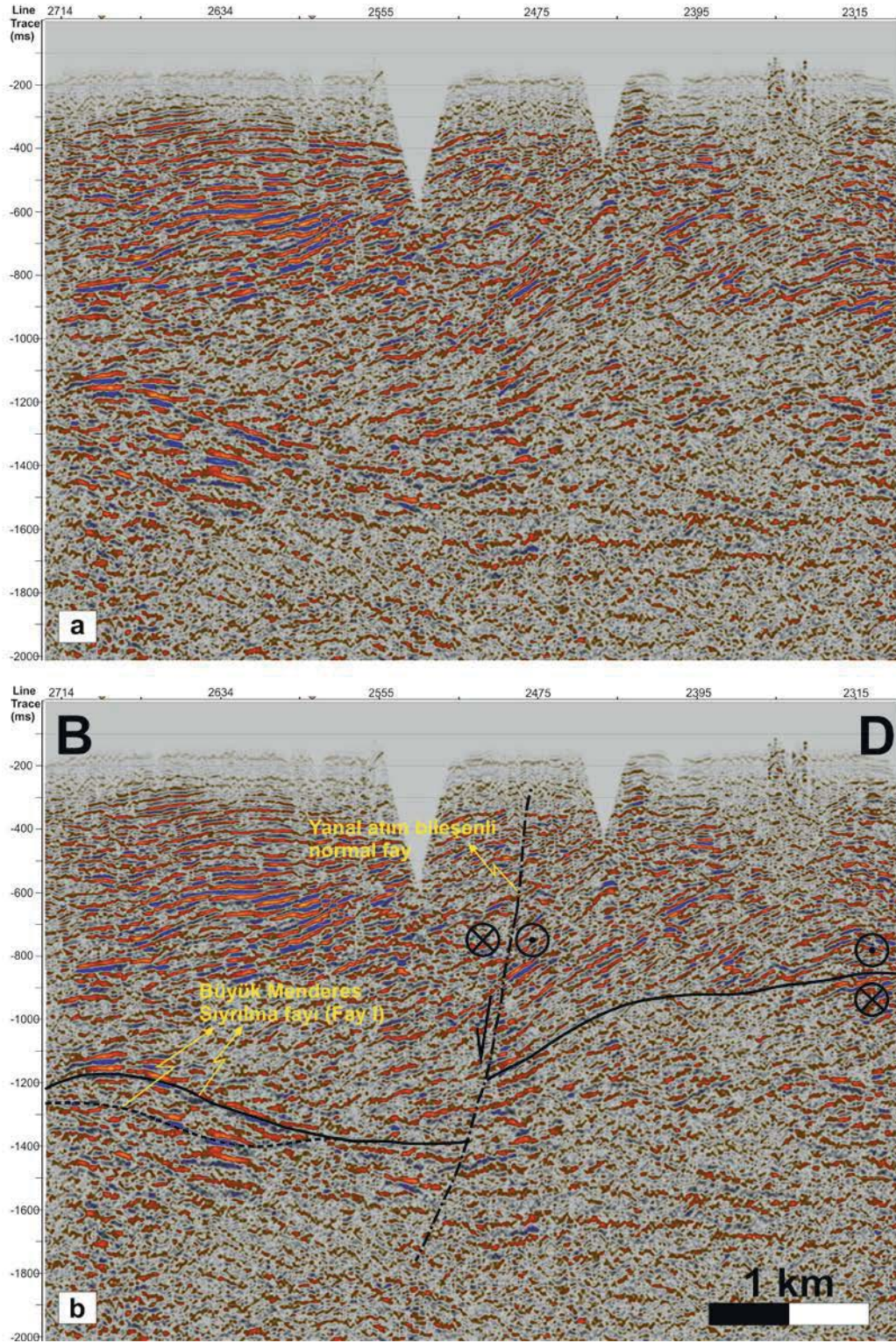
Şekil 3.20 K-G yönlü HAT-224 no'lu sismik profil (Lokasyon için Şekil 3.4'e bakınız). a) Yorumuz, b) Yapısal unsurlar bakımından yorumlanmış kesit. Büyük Menderes Sıyrılma Fayı "FayI", Kuvaterner çökellerini sınırlayan fay ise "Fay III" ile gösterilmiştir. (2000 ms: 2800 m)

HAT-224



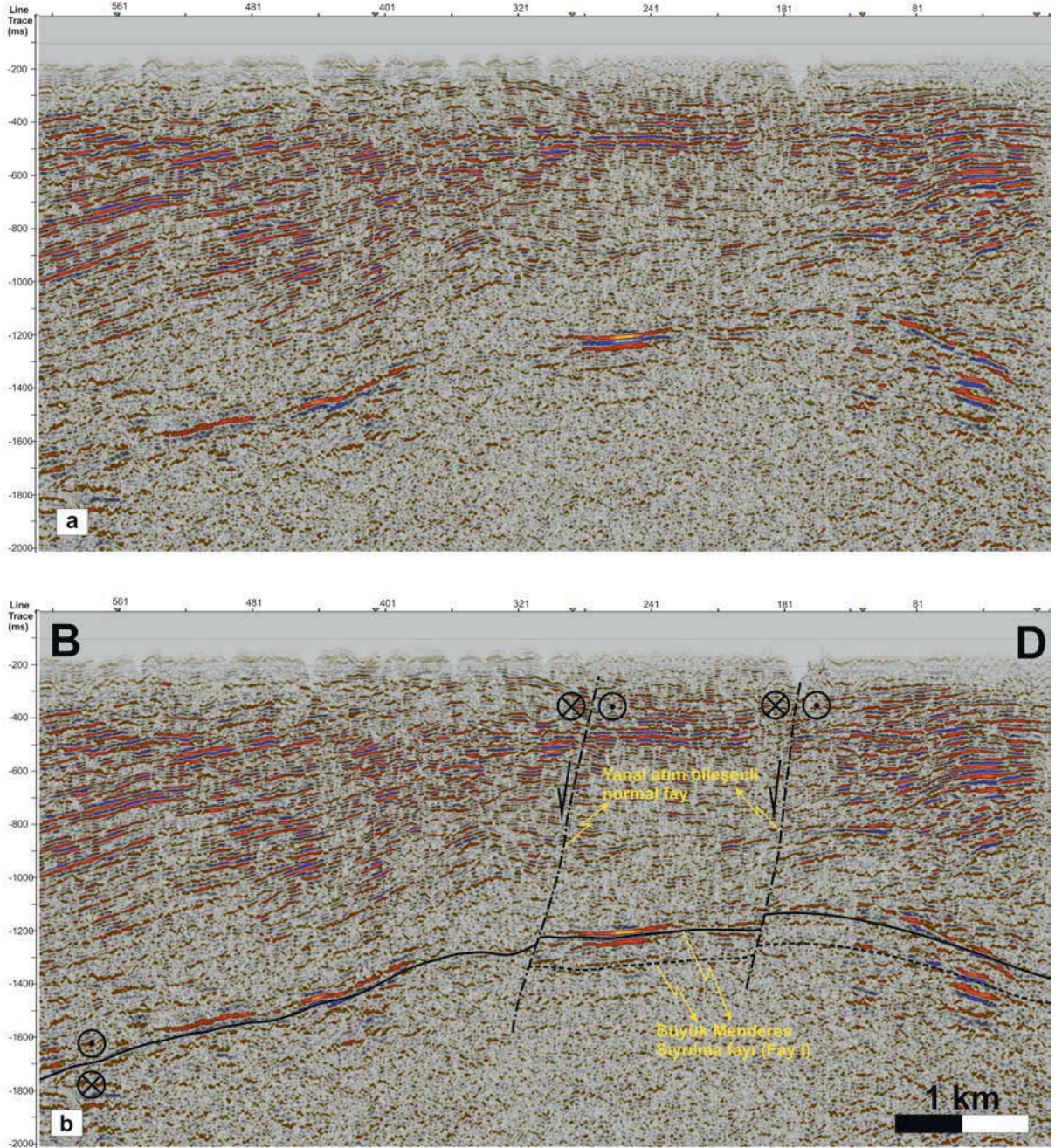
Şekil 3.21 K-G yönlü HAT-216 no'lu sismik profil (Lokasyon için Şekil 3.4'e bakınız). a) Yorumuz, b) Yapısal unsurlar bakımından yorumlanmış kesit. Büyük Menderes Sıyrılma Fayı "Fay I", Kuvaterner çökellerini sınırlayan fay ise "Fay III" ile gösterilmiştir. (2000 ms: 2800 m)

HAT-201



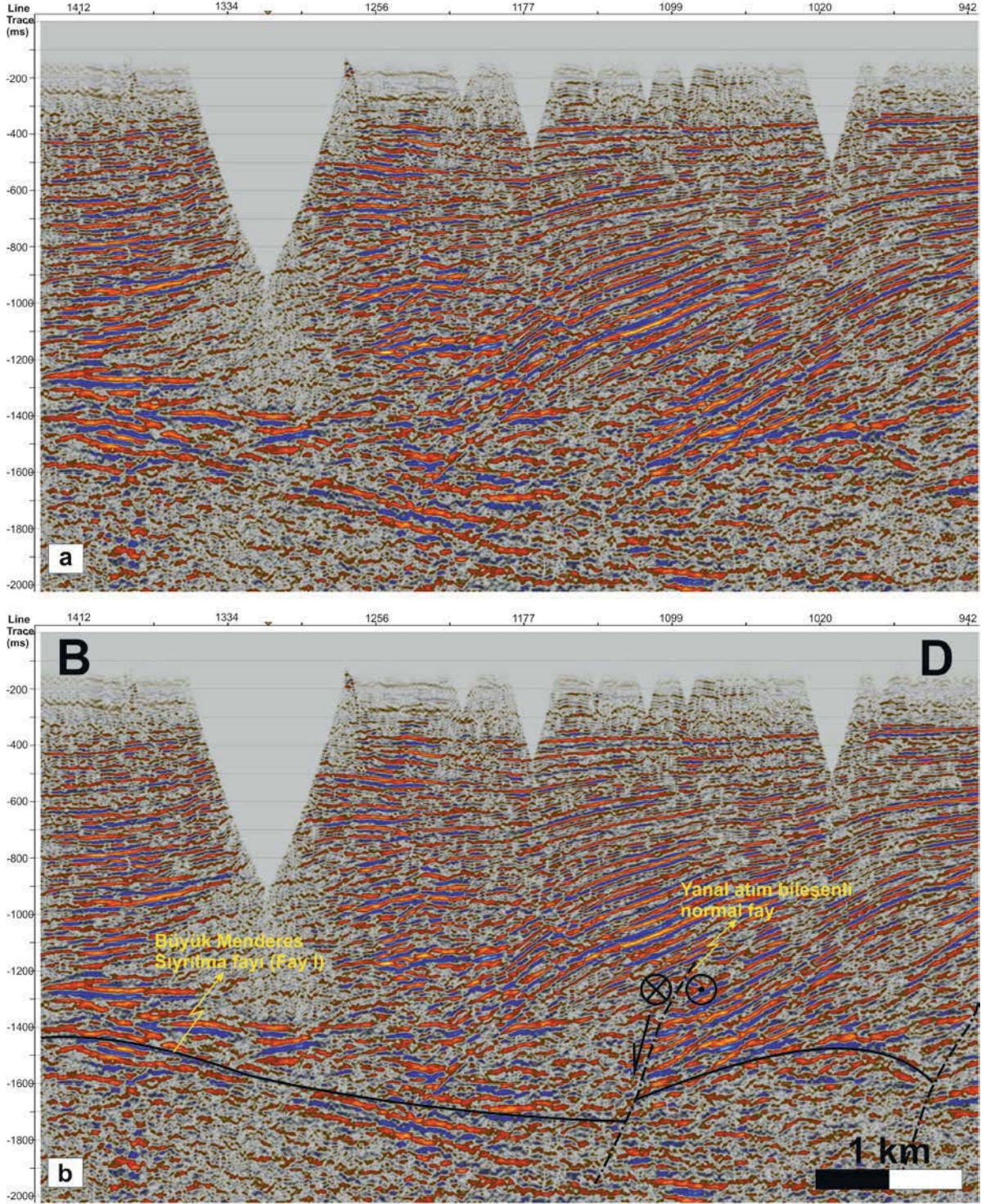
Şekil 3.22 D-B yönlü HAT-201 no'lu sismik profil (Lokasyon için Şekil 3.4'e bakınız). a) Yorumuz, b) Yapısal unsurlar bakımından yorumlanmış kesit. Büyük Menderes Sıyırılma Fayı "Fay I" ve saha çalışmalarında belirlenmiş transfer fay (yanal atım bileşenli normal fay). (2000 ms: 2800 m)

HAT-209



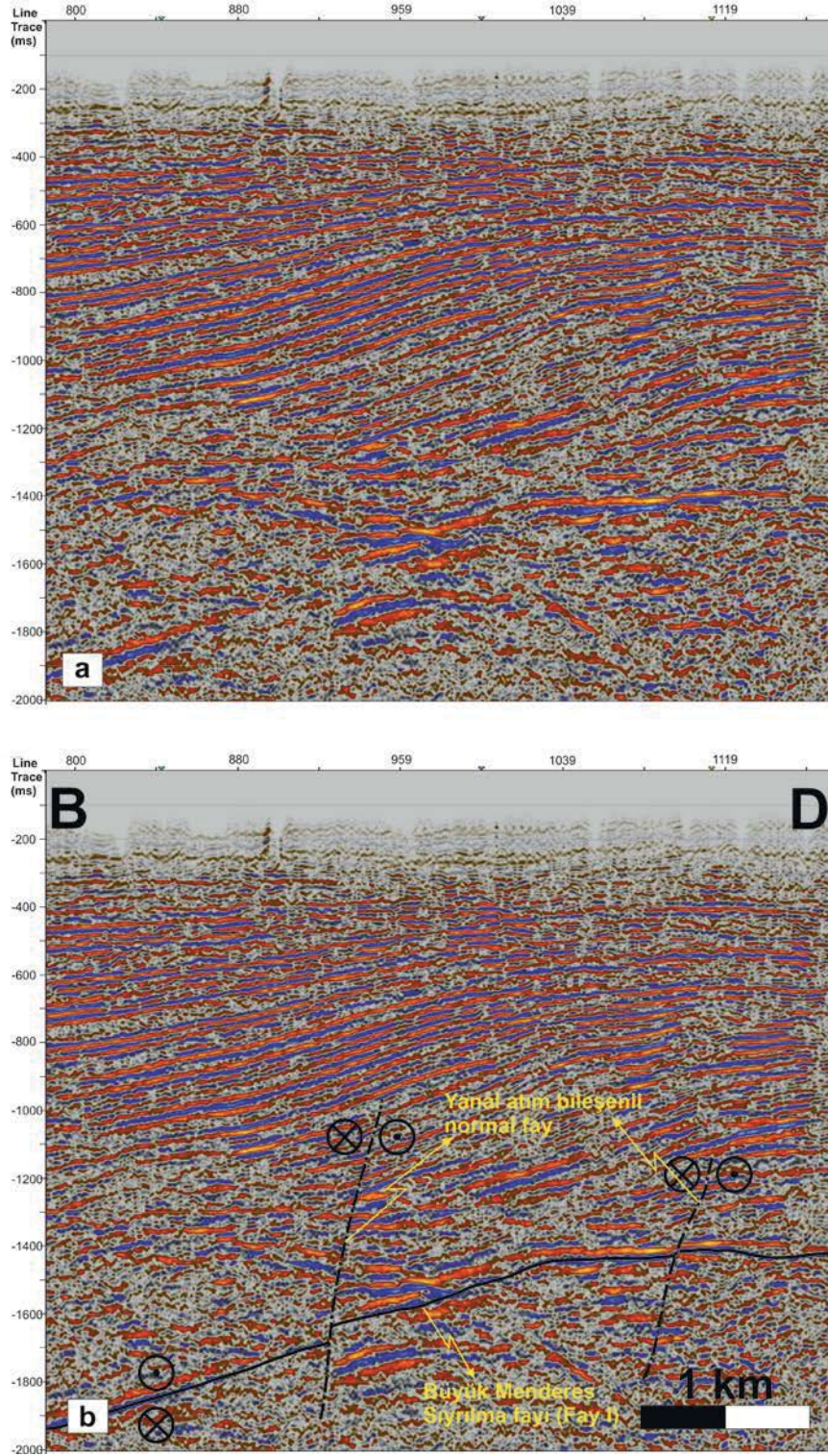
Şekil 3.23 D-B yönlü HAT-209 no'lu sismik profil (Lokasyon için Şekil 3.4'e bakınız). a) Yorumuz, b) Yapısal unsurlar bakımından yorumlanmış kesit. Büyük Menderes Sıyrılma Fayı "Fay I" ve saha çalışmalarında belirlenmiş transfer fay(lar) (yanal atım bileşenli normal fay). Bu profilde Baklaköy-Hüseyinciler arasından (doğuda) ve saha çalışmalarında belirlenememiş ve Kuyucular doğusundan (batıda) geçen olası diğer transfer fay da görülmektedir. (2000 ms: 2800 m)

HAT-212



Şekil 3.24 D-B yönlü HAT-212 no'lu sismik profil (Lokasyon için Şekil 3.4'e bakınız). a) Yorumuz, b) Yapısal unsurlar bakımından yorumlanmış kesit. Büyük Menderes Sıyrılma Fayı "Fay I" ve saha çalışmalarında belirlenmiş transfer fay(lar) (yanal atım bileşenli normal fay). Bu profilde Baklaköy-Hüseyinciler arasından (doğuda) ve saha çalışmalarında belirlenememiş ve Kuyucular doğusundan (batıda) geçen olası diğer transfer fay da görülmektedir. (2000 ms: 2800 m)

HAT-226



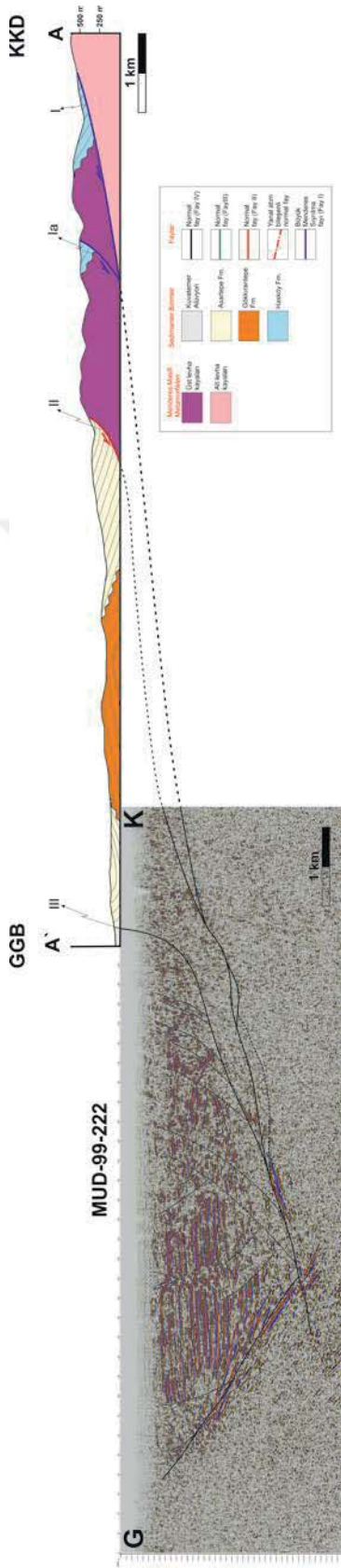
Şekil 3.25 D-B yönlü HAT-226 no'lu sismik profil (Lokasyon için Şekil 3.4'e bakınız). a) Yorumuz, b) Yapısal unsurlar bakımından yorumlanmış kesit. Büyük Menderes Sıyırma Fayı "Fay I" ve saha çalışmalarında belirlen(eme)miş transfer fay(lar) (yanal atım bileşenli normal fay). Bu profilde Baklaköy-Hüseyinciler arasından (doğuda) ve saha çalışmalarında belirlenememiş ve Kuyucular doğusundan (batıda) geçen olası diğer transfer fay da görülmektedir. (2000 ms: 2800 m)

3.4 Sismik Profil ve Enine Kesitlerin Birlikte Değerlendirilmesi

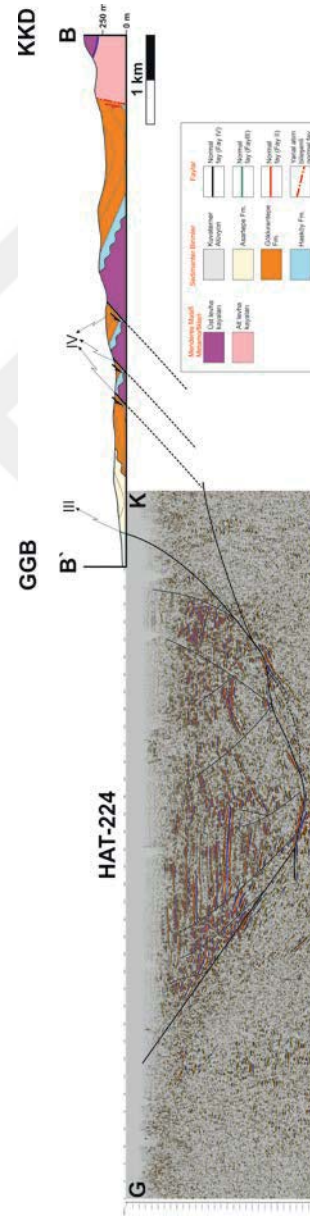
Sismik profillerin tamamı alttan 2000 ms'lik seviye ile sınırlandırılmıştır ve bu seviyenin yaklaşık 2800 metre derinliğe karşılık geldiği hesaplanmıştır. Büyük Menderes Sıyrılma Fayı ve havzayı güneyden sınırlayan antitetik normal fayın birbirlerine yaklaştıkları noktanın havza depolanma merkezi olduğu ve sedimanter birimlerin tabanını temsil ettiği varsayılarak hatlardaki sediman kalınlıkları da hesaplanmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda, 222 no'lu profilde 1510, 224 no'lu profilde ise yaklaşık 1330 ms seviyeleri işaretlenmiş, ve sırasıyla yaklaşık 1950 ve 1700 metrelik kalınlıklar hesaplanmıştır.

A-A' kesitinde gerek ana sıyrılma fayı, gerekse de Pliyosen ve Kuvaterner çökellerini sınırlayan faylar, 222 no'lu sismik profillerde de bu fayların yer altındaki geometrileri ve birbirleri ile olan ilişkileri gösterilmektedir (Şekil 3.26). II ve III no'lu fayların sıyrılma düzlemini kesmeden birleşiyor olmaları ve her fayın kendisinden önce gelişen faya göre daha yüksek eğim açısına sahip olması, Seyitoğlu ve diğ., (2002) makalesinde bahsedilen "Rolling Hinge" modelinin Alaşehir Grabeninde olduğu gibi Büyük Menderes Grabeninde de etkin olduğunu göstermektedir. Muhtemelen ilk çökeldiğinde faya yaslı, fakat daha düşük açılı konumdaki Hasköy Formasyonunda 60°'ye ulaşan eğim açılarının varlığı da bu görüşü desteklemektedir.

B-B' kesitinde, Fay II ile eş zamanlı geliştiği düşünülen yanal atım bileşenli normal fay (transfer fay) görülmektedir (Şekil 3.27). Ayrıca Orta Miyosen yaşlı Gökkıran-tepe ve Pliyosen yaşlı Asartepe formasyonları ile kaplı bu alanda, Menderes Masifi Metamorfikler'inin ve Erken Miyosen yaşlı Hasköy Formasyonu'nun da yüzeylemesini sağlayan görece küçük ölçekli ve yüksek açılı normal faylar da tariflenmektedir. Ancak, yüksek açılı bu normal fayların ana sıyrılma düzlemini kesip kesmediği 224 no'lu sismik profilin yeterince kuzeye çıkmamasından dolayı anlaşılamamıştır.



Şekil 3.26 A-A' kesiti ile HAT-222 no'lu sismik profilin harita üzerindeki iz düşümleri üzerinde kaydırılarak yaklaşık K-G bir hat üzerinde yorumlanması.



Şekil 3.27 B-B' kesiti ile HAT-224 no'lu sismik profilin harita üzerindeki iz düşümleri boyunca kaydırılarak yaklaşık K-G bir hat üzerinde yorumlanması.

4. TARTIŞMA

Yakın zamanda Alaşehir grabeninde (Buscher ve diğ. 2013; Hetzel ve diğ. 2013) Alaşehir sıyrılma fayı üzerinden derlenen örneklerin termokronolojik sonuçları genel olarak üç farklı yaş grubu altında toplanmaktadır. 1. grup 20-15 Ma arasında, 2.grup 10-5 Ma arasında, 3.grup ise 5-2 Ma arasında bulunmaktadır. Bu yaş verilerinin nasıl değerlendirilmesi gerektiği Turtleback yapısının oluşum mekanizmasının anlatıldığı Seyitoğlu ve diğ. (2014) makalesinde ele alınmış ve verilerin anlamlı olarak Alaşehir tipi rolling hinge (bükülerek dönme) mekanizması ile açıklanabileceği belirtilmiştir.

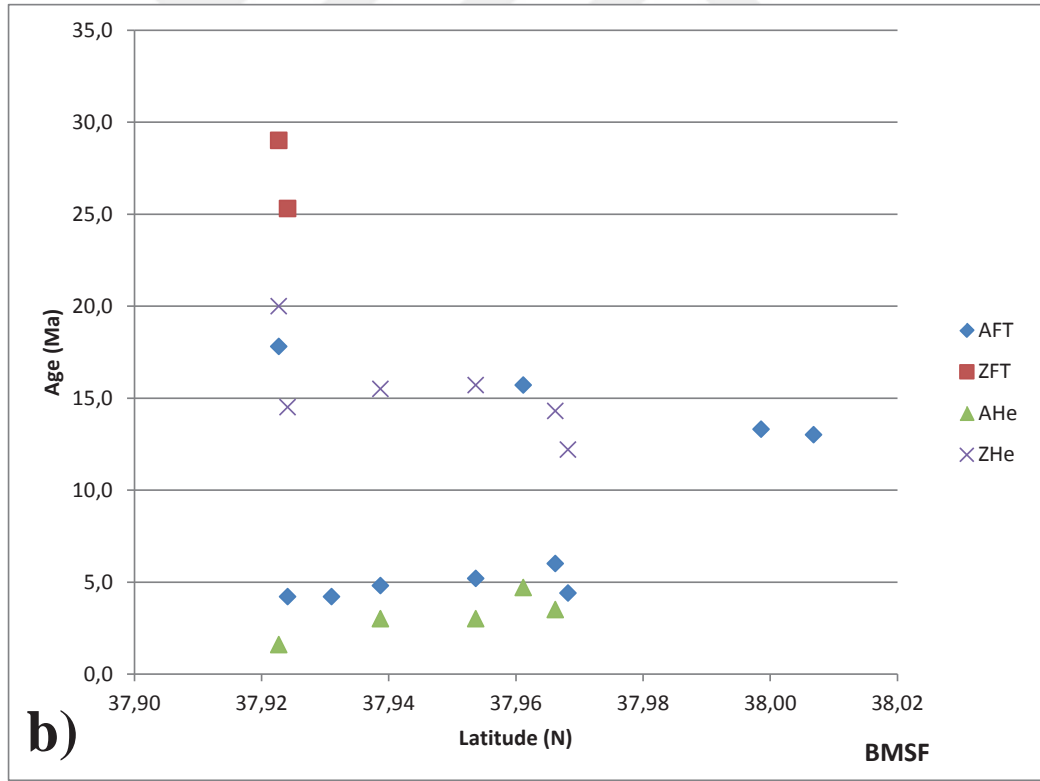
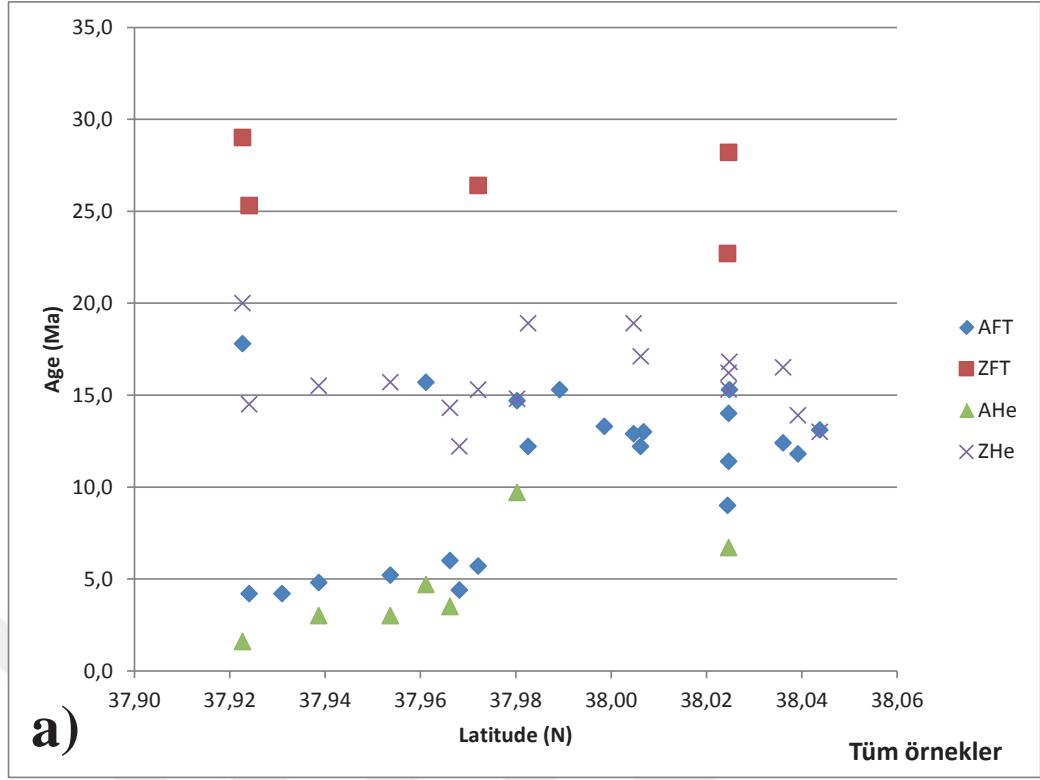
Son dönemde Büyük Menderes grabeni kuzey kenarından elde edilen termokronolojik veriler (Wölfler ve diğ. 2017; Nilius ve diğ. 2019) benzer gruplanma göstermektedir (Çizelge 4.1; Şekil 4.1). Bunların açıklaması da bu çalışmadaki arazi gözlemleri ve sismik yansıma kesitlerinden gösterilmeye çalışıldığı gibi Alaşehir tipi bükülerek dönme modeli yardımıyla yapılabilir.

Bu tez kapsamında yapılan arazi gözlemleri Köşk KD'sunda, Salavatlı ile Başçayır arasında Fay I'in bükülerek döndüğünü ve üzerindeki normal atımın Alaşehir grabeninde gözlenenenden çok büyük olduğunu göstermiş ve aynı zamanda yükselme yaratarak KB-GD doğrultulu transfer fayın oluşumunu tetiklemiştir (Şekil. 3.4 ve 4.2). Şekil 4.2'de gösterilen modelde mavi düzlem Büyük Menderes Sıyrılma Fayı'nı (Fay I) temsil etmektedir. Başlangıçta yüksek açılı normal fay olan bu yapı (Fay I) düşen bloğunda Hasköy ve Gökkıran-tepe formasyonlarının çökelimini denetlemiştir (Şen ve Seyitoğlu 2009; benzerlik için Seyitoğlu ve diğ. 2002 makalesine bakınız). Fay I'in düşen bloğunda gelişen ve Pliyosen yaşlı Asartepe Formasyonu'nun çökelimini denetleyen Fay II'nin (modelde kırmızı düzlem) gelişimi ile Fay I (modelde mavi) bükülerek dönmeye başlamış ve düşük açılı hale gelmiştir. Fay II ile eş zamanlı olarak aradaki transfer fayı (yanal atım bileşenli normal fay) gelişmeye başlamış olmalıdır ve bunun görevi Karatepe'de görülen devasa bükülmeyi karşılamaktır. Belki başlangıçta yani Fay II (Kırmızı düzlem) ilk oluştuğunda bir transfer fayın var olduğu da düşünülebilir. Fay II'nin düşen bloğunda, bugün graben tabanında görülen Kuvaterner istifin çökelimini kontrol eden Fay III'ün (modelde yeşil düzlem) gelişmesi ile sistem bükülerek dönmeye devam etmiş ve en sonunda Kuvaterner-günümüz aralığında gelişen genç yüksek açılı faylar (Fay IV) tüm sistemi parçalamıştır. Bu modelden görüleceği üzere Alaşehir tipi-bükülerek dönme modeli Büyük Menderes grabenine de uymaktadır ve Fay I (modelde mavi düzlem) üzerinde elde edilen üç farklı

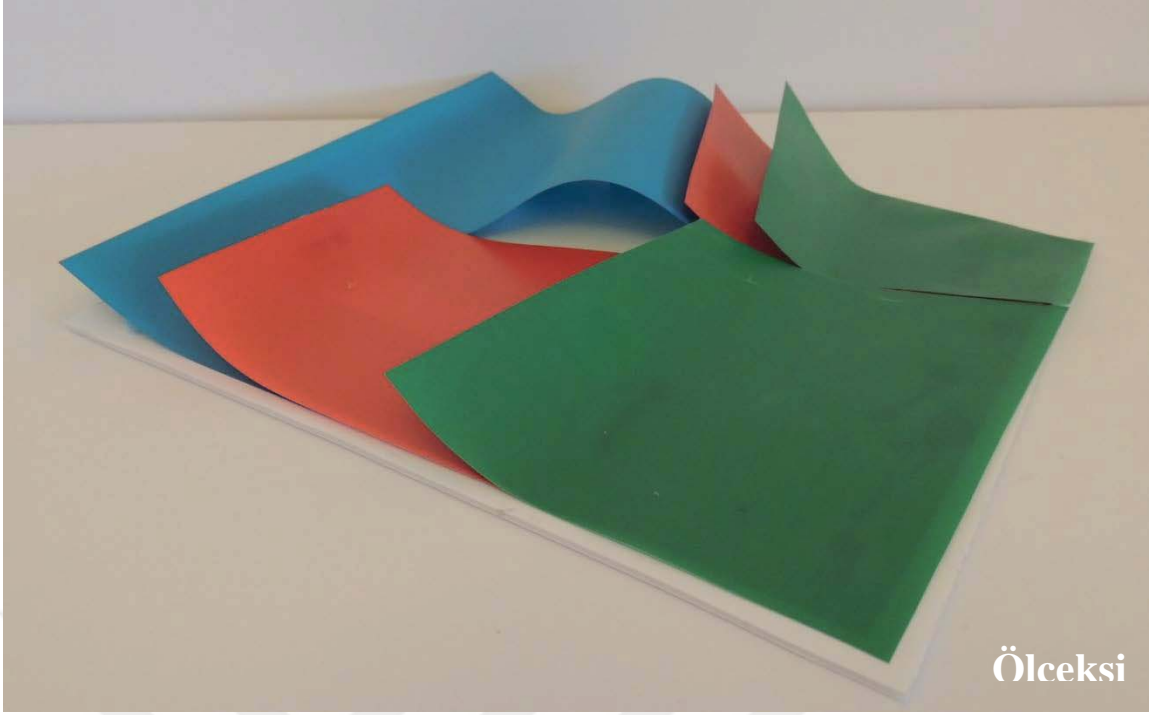
zaman aralığındaki termokronolojik yaşlar, bu model ile rahatlıkla açıklanabilmektedir. Çalışma alanında Nilius ve diğ. (2019) tarafından ikinci bir sıyrılma fayını tanımlanması (Demirhan Sıyrılma Fayı) gerçekçi olmayıp bu düzlem Büyük Menderes Sıyrılma Fayına (Fay I) ait olmalıdır.

Çizelge 4.1 Çalışma alanı içerisinde yer alan, Büyük Menderes graben kenarından yayınlanmış izotopik yaş verileri.

sample	de (N)	ude (E)	evation	litholog	age (Ma)	Error(±Ma)	Method	Ref.
14M31	37,92270	28,08610	829	mica schist	1,6		Ap U-Th/He	Wölfler et.al.2017
14M34	37,93870	28,08840	831	mica schist	3,0		Ap U-Th/He	Wölfler et.al.2017
14M35	37,95370	28,10340	766	mica schist	3,0		Ap U-Th/He	Wölfler et.al.2017
15M51	37,96117	28,08538	387	sandstone	4,7		Ap U-Th/He	Nilius et.al.2019
15M44	37,96619	28,11728	970	mica schist	3,5		Ap U-Th/He	Nilius et.al.2019
14M37	37,98030	27,96630	1087	mica schist	9,7		Ap U-Th/He	Wölfler et.al.2017
15M46	38,02466	28,10558	1272	mica schist	6,7		Ap U-Th/He	Nilius et.al.2019
14M31	37,92270	28,08610	829	mica schist	17,8	3,1	apatite fission track	Wölfler et.al.2017
14M32	37,92410	28,08640	830	mica schist	4,2	1,3	apatite fission track	Wölfler et.al.2017
14M33	37,93100	28,08760	849	mica schist	4,2	2,1	apatite fission track	Wölfler et.al.2017
14M34	37,93870	28,08840	831	mica schist	4,8	1,4	apatite fission track	Wölfler et.al.2017
14M35	37,95370	28,10340	766	mica schist	5,2	2	apatite fission track	Wölfler et.al.2017
15M51	37,96117	28,08538	387	sandstone	15,7	2,8	apatite fission track	Nilius et.al.2019
15M44	37,96619	28,11728	970	mica schist	6,0	1	apatite fission track	Nilius et.al.2019
14M41	37,96820	28,08990	406	mica schist	4,4	1,1	apatite fission track	Wölfler et.al.2017
15M49	37,99857	28,10446	805	mica schist	13,3	2,3	apatite fission track	Nilius et.al.2019
15M48	38,00683	28,11189	922	mica schist	13,0	3,1	apatite fission track	Nilius et.al.2019
16M87	37,98260	28,13009	1345	mica schist	12,2	1,5	apatite fission track	Nilius et.al.2019
16M88	38,00618	28,13879	1226	paragneiss	12,2	1,8	apatite fission track	Nilius et.al.2019
16M90	38,00476	28,13803	1255	paragneiss	12,9	1,3	apatite fission track	Nilius et.al.2019
15M45	38,02442	28,13655	1800	mica schist	9,0	1	apatite fission track	Nilius et.al.2019
14M36	37,97210	27,98920	846	mica schist	5,7	0,9	apatite fission track	Wölfler et.al.2017
14M37	37,98030	27,96630	1087	mica schist	14,7	2,4	apatite fission track	Wölfler et.al.2017
14M38	37,98920	27,96410	1167	mica schist	15,3	4,4	apatite fission track	Wölfler et.al.2017
15M46	38,02466	28,10558	1272	mica schist	14,0	2,2	apatite fission track	Nilius et.al.2019
15M47	38,02466	28,10558	1272	mica schist	11,4	2,3	apatite fission track	Nilius et.al.2019
16M89	38,02486	28,06677	1652	orthogneiss	15,3	2,2	apatite fission track	Nilius et.al.2019
14M26	38,03610	28,00660	887	paragneiss	12,4	1,4	apatite fission track	Wölfler et.al.2017
14M24	38,03920	28,02650	1600	paragneiss	11,8	3,4	apatite fission track	Wölfler et.al.2017
14M25	38,04380	28,01860	1187	paragneiss	13,1	3,6	apatite fission track	Wölfler et.al.2017
14M31	37,92270	28,08610	829	mica schist	29,0	1,9	zircon fission track	Wölfler et.al.2017
14M32	37,92410	28,08640	830	mica schist	25,3	1,7	zircon fission track	Wölfler et.al.2017
15M45	38,02442	28,13655	1800	mica schist	22,7	2,9	zircon fission track	Nilius et.al.2019
14M36	37,97210	27,98920	846	mica schist	26,4	2,6	zircon fission track	Wölfler et.al.2017
15M47	38,02466	28,10558	1272	mica schist	28,2	4,2	zircon fission track	Nilius et.al.2019
14M31	37,92270	28,08610	829	mica schist	20,0		Zr U-Th/He	Wölfler et.al.2017
14M32	37,92410	28,08640	830	mica schist	14,5		Zr U-Th/He	Wölfler et.al.2017
14M34	37,93870	28,08840	831	mica schist	15,5		Zr U-Th/He	Wölfler et.al.2017
14M35	37,95370	28,10340	766	mica schist	15,7		Zr U-Th/He	Wölfler et.al.2017
15M44	37,96619	28,11728	970	mica schist	14,3		Zr U-Th/He	Nilius et.al.2019
14M41	37,96820	28,08990	406	mica schist	12,2		Zr U-Th/He	Wölfler et.al.2017
16M87	37,98260	28,13009	1345	mica schist	18,9		Zr U-Th/He	Nilius et.al.2019
16M90	38,00476	28,13803	1255	paragneiss	18,9		Zr U-Th/He	Nilius et.al.2019
16M91	38,00623	28,14016	1207	paragneiss	17,1		Zr U-Th/He	Nilius et.al.2019
14M36	37,97210	27,98920	846	mica schist	15,3		Zr U-Th/He	Wölfler et.al.2017
14M37	37,98030	27,96630	1087	mica schist	14,8		Zr U-Th/He	Wölfler et.al.2017
15M46	38,02466	28,10558	1272	mica schist	16,2		Zr U-Th/He	Nilius et.al.2019
15M47	38,02466	28,10558	1272	mica schist	15,3		Zr U-Th/He	Nilius et.al.2019
16M89	38,02486	28,06677	1652	orthogneiss	16,8		Zr U-Th/He	Nilius et.al.2019
14M26	38,03610	28,00660	887	paragneiss	16,5		Zr U-Th/He	Wölfler et.al.2017
14M24	38,03920	28,02650	1600	paragneiss	13,9		Zr U-Th/He	Wölfler et.al.2017
14M25	38,04380	28,01860	1187	paragneiss	13,0		Zr U-Th/He	Wölfler et.al.2017



Şekil 4.1 a) Tablo.1’de yer alan Büyük Menderes kuzeyine ait verilerin yaş-enlem grafiği.
b) Büyük Menderes Sıyrılma düzlemi üzerinden alınmış örneklerin yaş-enlem grafiği.



Şekil 4.2 Çalışma alanında Büyük Menderes Garabeni'nin şekillenmesini sağlayan tüm önemli yapısal unsurların gösterildiği taslak model (açıklama için ilgili metne bakınız).

5. SONUÇLAR

- ✓ Alaşehir ve Büyük Menderes Grabenlerinin oluşumunu 2 adet fay ile izah etmeye çalışan Çiftçi ve diğ. (2010) çalışmalarının aksine; Alaşehir Grabeninde olduğu gibi, Büyük Menderes Grabeni de birbirini takip eden ve bir öncekinin tavan bloğunda gelişen 3 adet normal fay kontrolünde evrimleşmiştir.
- ✓ Havza sınırlayıcı ana sıyrılma fayı gerek D-B, gerekse de K-G ekseninde ondülasyonlu ve dallara ayrılıp tekrar birleşen (anastomosing) bir yapı sergilemektedir.
- ✓ Sismik çalışmalar ile havza evrimini kontrol eden Fay II ve III ana sıyrılma fayını (Fay I) kesmeden derinde birleşmektedir. Güneye doğru eğimli bu 3 fay içerisinde, en yüksek eğim açısına sahip olan Fay III iken, en düşük eğimli olan ise Fay I'dir. Ayrıca saha çalışmalarında, havzanın en yaşlı sedimanter birimi olan Hasköy Formasyonu'nun, düşük açılı normal fay düzlemine (BMSF) doğru 60°'ye varan eğimler ile yaslanmış konumda olduğu da gözlenmiştir. Tüm bu sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde, havzanın evriminde "rollinge hinge" modelinin etkin rol oynadığını söylemek mümkündür.
- ✓ Çalışma alanında Gökkıran-tepe ve Hasköy formasyonları Mezeköy ve Baklaköy arasında, Hüseyinciler köyü ile Yavuzyavlu batısında geçen transfer fay kontrolünde yüzeylenmiştir (lokasyon için Şekil 3.4'e bakınız). Söz konusu transfer fay, bölgede Pliyosen yaşlı Asartepe Formasyonu'nun çökelimini kontrol eden Fay II'nin oluşması sonucu bükülerek dönmeye başlayan Fay I'in farklı alanlarda farklı oranlarda bükülmesini karşılamak için gelişmiş yanal atım bileşenli normal fay olabileceği yorumlanmaktadır. Bu konu ile ilgili düşünülen bir başka senaryo da; başlangıçta Salavatlı ve Koçak köyleri kuzeyinde olmak üzere farklı lokasyonlarda gelişen Fay II arasında gelişen bir transfer fay olmasıdır. Ayrıca Menderes Masifi Metamorfiklerinin ve havzanın en yaşlı birimi olan Hasköy Formasyonu'nun Mezeköy-Baklaköy arasında yüzeylenmesine neden olan küçük ölçekli normal fayların varlığı da tespit edilmiştir.
- ✓ İlk olarak asimetric çekirdek kompleksi olarak yüzeyleyen ve dom şeklini alan Menderes masifi üzerinde yaklaşık D-B doğrultulu yüksek açılı normal fayların sınırladığı grabenler Erken Miyosen döneminde gelişmeye başlamıştır. Graben sınırlayan bu fayların tavan bloklarında gelişen sonraki faylar bir önceki fayın

bükülerek dönmesine yol açmıştır. Böylelikle Merkezi Menderes Masifi ikinci olarak simetrik çekirdek kompleksi olarak yüzeylemiştir (Seyitoğlu ve diğ. 2004; Seyitoğlu ve Işık, 2015). Arazi gözlemleri, sismik yansıma verileri ve yakın zamanda yayınlanan termokronolojik yaş verileri, Büyük Menderes grabeninde Alaşehir tipi-bükülerek dönme modelinin (ilk fayın bükülme sonrasında aktif olduğu) uygulanabilir olduğunu göstermektedir.



KAYNAKLAR

- Akartuna, M., 1965, Nazilli-Aydın hattı kuzeyindeki versanların jeolojisi hakkında: MTA Enst. Derg., 65, 1-11.
- Allmendiger, R. W., Cardozo, N. C., Fisher, D., 2012. Structural Geology Algorithms: Vectors and Tensors. Cambridge University Press, 289 p.
- Anonim, <https://aydin.csb.gov.tr/>, erişim tarihi 08.08.2019
- Anonim, <https://www.nkfu.com/aydin-ili-hakkinda-bilgi/>, erişim tarihi 08.08.2019
- Arpat, E. & Bingöl, E., 1969, Ege Bölgesi graben sisteminin gelişimi üzerine düşünceler: MTA Enst. Derg., 73, 1-9.
- Axen, G.J. & Bartley, J.M., 1997, Field tests of Rolling hinges: Existence, mechanical types and implications for extensional tectonics. Journal of Geophysical Research, v. 102, p. 20 515-20 537.
- Barka, A.A. & Reiliger, R., 1997. Active tectonics of the Eastern Mediterranean region: deduced from GPS, neotectonic and seismicity data. Annali Di Geofisica, XL, 587-610.
- Bozkurt, E., 2000, Timing of Extension on the Büyük Menderes Graben, Western Turkey and its tectonic implications. "Tectonics and magmatism in Turkey and the surrounding area", Geological Society of London, Special Publication no.173. pp.385-403.
- Bozkurt, E. & Sözbilir, H., 2004, Tectonic evolution of the Gediz Graben: field evidence for an episodic , two-stage extension in western Turkey. Geological Magazine, 141, 63-79.
- Buscher, J. T., Hampel, A., Hetzel, R., Dunkl, I., Glotzbach, C., Struffert, A., Akal, C., Ratz, M., 2013. Quantifying rates of detachment faulting and erosion in the central Menderes Massif (western Turkey) by thermochronology and cosmogenic ¹⁰Be. Journal of Geological Society London, 170, 669-683.
- Candan, O. & Dora, O.Ö., 1998, Menderes Masifin'de granülit, eklojit ve mavi şist kalıntıları: Pan-Afrikan ve Tersiyer metamorfik evrimine bir yaklaşım. Türkiye Jeoloji Bülteni, 41/1, 1-35.
- Candan, O. & Dora, O.Ö., Oberhansli, R., Çetinkaplan, M., Partzsch, J. H., Warkus, F. Ve Dürr, S., 2001. Pan-Afrikan high-pressure metamorphism in the Precambrian basement of the Menderes Massif, Western Anatolia, Turkey. Int. J. Of earth Sci. (Geologische Rundschau), 89, 4, 793-811.
- Çiftçi, N.B. & Bozkurt, E. 2008a. Pattern of normal faulting in the Gediz Graben, SW Turkey. Tectonophysics, DOI: 10.1016/j.tecto.2008.05.036.

- Çiftçi, G., Pamukçu, O., Çoruh, C., Çopur, S. & Sözbilir, H., 2010a, Shallow and Deep Structure of a Supradetachment basin based on Geological, conventional deep seismic reflection sections and gravity data in the Büyük Menderes Graben, western Anatolia. *Surv. Geophysics*, DOI: 10.1007/s10712-010-9109-8.
- Çiftçi, N.B., Temel, Ö., İztan, H., 2010b, Hydrocarbon occurrences in the Western Anatolian (Aegean) grabens, Turkey: Is there a working petroleum system?, *American Assoc. of Petroleum Geologists's V.94, No.12, PP.1827-1857*.
- Dora, O.Ö., Kun, N. & Candan, O., 1990, Metamorphic history and geotectonic evolution of the Menderes Massif. *Proc. of. international Earth Sciences Congress on Aegean Regions, İzmir/Turkey, v. 2, 102-115*.
- Dora, O.Ö., 2011. Historical Evolution of the geological researches in the Menderes massif. *Mineral Research and Exploration Bull.*, 142, 1-23.
- Demircioğlu, D., Ecevitoglu, B., Seyitoğlu, G., 2010, Evidence of a rolling hinge mechanism in the seismic records of the hydrocarbon-bearing Alaşehir Graben, western Turkey, *The Geological Society, Petroleum Geoscience Vol.16, pp.155-160*.
- Dewey, J.F., 1988, Extensional collapse of orogens, *Tectonics*, v. 7, no. 6, 1123-1139.
- Dewey, J.F. and Şengör, A.M.C., 1979, Aegean and surrounding regions: Complex multiplate and continent tectonics in a convergent zone: *Geological Society of American Bulletin*, 90, 84-92.
- Emre, T., Sözbilir, H., 1995, Field evidence for metamorphic core complex, detachment faulting and accommodation faults in the Gediz and Büyük Menderes Grabens, western Anatolia. *IIESCA Proceedings*, v.1, 73-93.
- Emre, T., 1996. Gediz Grabeni'nin tektonik evrimi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, C.39, sayı. 2, 1-18.
- Gessner, K., Ring, U., Johnson, U., Hetzel, R., Passchier, C.W. & Güngör, T., 2001. An active bivergent Rolling-hinge detachment system: central Menderes metamorphic core complex in western Turkey. *Geology*, 29, 611-614.
- Göğüş, O., H., (2004). Geometry and tectonic significance of Büyük Menderes detachment in the Başçayır area, Büyük Menderes Graben, Western Turkey. MSc thesis, Oklahoma State University p. 81.
- Gürer, Ö., Sarıca, N., Özbüran, M., Sabgu, E., Doğan, B., 2009, Progressive development of the Büyük Menderes graben based on the new data, western Turkey, *Geol. Mag.*, 146 (5), pp. 652-673.
- Hetzel, R., Zwigmanni H., Mulch, A., Gessner, K., Akal, C., Hampel, A., Güngör, T., Petschick, R., Mikes, T., Wedim, F., 2013. Spatiotemporal evolution of brittle normal faulting and fluid infiltration in detachment fault systems: a case study from Menderes massif, western Turkey. *Tectonics*, 32, 1-13.

- Işık, V., Seyitoğlu, G. & Çemen, İ., 2003, Ductile-brittle transition along the Alaşehir detachment fault and its structural relationship with Simav detachment fault, Menderes massif, western Turkey. *Tectonophysics*, 374, 1-18.
- Jackson, J. A. & McKenzie, D., 1988, The relationship between plate motions and seismic moment tensors and rates of active deformation in the Mediterranean and Middle East. *Geophysical Journal* 93, 45-73.
- Ketin, İ., 1968, Türkiye'nin genel tektonik durumu ile, başlıca deprem bölgeleri arasındaki ilişkiler: MTA. *Enst. Derg.*, 71, 129-134.
- Koçyiğit, A., Yusufoglu., H. & Bozkurt, E., 1999, Evidence form Gediz Graben for episodic two-stage extension in Western Turkey. *Journal of the Geological Society*, London, Ser. A300, 357-72.
- Koralay, O.E., Candan, O., Akal, C., Dora, O.Ö., Chen, F., Satır, M. & Oberhanslı, R., 2011, Menderes Masifin'deki Pan-Afrikan ve Triyas yaşlı metagranitoidlerin jeolojisi ve jeokronolojisi, Batı Anadolu, Türkiye. *MTA Dergisi*, 142, 69-121.
- Lavier, L.L., Buck, W.R. & Poliakov, A.N.B., 1999, Self-consistent rolling-hinge model for the evolution of large-offset low-angle normal faults. *Geology*, v. 27, p. 1127-1130.
- Le Pichon, Angelier, 1979, The Hellenic arc and trench system:a key to neotectonic evolution of the eastern Mediterranean area, *Tectonophysics*, v. 60, iss. 1-2, 1-42.
- Le Pichon, Angelier, 1981, The Aegean Sea, *Philosophical Transactions of Royal Society*, London. Ser. A 300, 357-372.
- Marret, R., Allmendinger, R. W., 1990. Kinematic analysis of fault-slip data. *Journal of Structural Geology*, 12(8), 973-986.
- McKenzie, D.P., 1972, Active tectonics of the Mediterranean region: *Geophysical Journal of Royal Astronomical Society*, 30, 109-185.
- McKenzie, D.P., 1978, Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt: The Aegean Sea and surrounding regions: *Geophysical Journal of Royal Astronomical Society*, 55, 217-254.
- Nilius, N.P., Glotzbach, C., Wölfler, A., Hampel, A., Dunkl, I., Akal, C., Heineke, C. & Hetzel, R., 2019. Exhumation history of the Aydın range and the role of the Büyük Menderes detachment system during bivergent extension of the central Menderes Massif, western Turkey. *The journal of Geological Society of London*, DOI: 10.1144/jgs2018-162.
- Ring, U., Johnson, C., Hetzel, R. & Gessner, K., 2003, Tectonic denudation of a Late Cretaceous-Tertiary collisional belt: regionally symmetric cooling patterns and their relation to extensional faults in the Anatolide belt of western Turkey, *Geological Magazine*, 140, 421-441.

- Schuilng, R. D., 1962. Türkiye'nin güneybatısındaki Menderes migmatit kompleksinin petrolojisi, yaşı ve yapısı hakkında. M.T.A. Derg., no.58, Ankara.
- Seyitoğlu, G., & Scott, B.C., 1991, Late Cenozoic crustal extension and basin formation in west Turkey, Geological Magazine, 128, 155-166.
- Seyitoğlu, G., & Scott, B.C., 1992, The age of Büyük Menderes graben (West Turkey) and its tectonic implications, Geological Magazine, 129, 239-242.
- Seyitoğlu, G., & Scott, B.C., 1994, Late Cenozoic basin development in west Turkey Gordes basin: tectonics and sedimentation, Geological Magazine, 131, 631-637.
- Seyitoğlu, G., Benda, L. & Scott, B.C., 1994, Neogene palynological and isotopic age data from Gördes basin, West Turkey. Newslet. Stratig. 31, 133-142.
- Seyitoğlu, G., & Scott, B.C., 1996b, The cause of N-S extensional tectonics in western Turkey: Tectonic escape vs back-arc spreading vs orogenic collapse. Journal of Geodynamics Vol. 22, no.1/2, pp. 145-153.
- Seyitoğlu, G., & Scott, B.C., 1996a, Age of the Alaşehir graben (West Turkey) and its tectonic implicatons. Geological Journal, Vol. 31, 1-11.
- Seyitoğlu, G., 1997, Late Cenozoic tectonosedimentary development of the Selendi and Uşak-Güre Basins: a contribution to the discussion on the development of east-west and north trending basins in western Turkey, Geological Magazine, 134 (2), 163-175.
- Seyitoğlu, G. & Benda, L., 1998. Neogene palynological and isotopic age data from Selendi and Uşak-Güre basins, Western Turkey. Newslet. Stratig. 36, 2/3, 105-115.
- Seyitoğlu, G. & Şen, S., 1998. The contribution of first magnetostratigraphical data from E-W trending grabens fill to the style of late Cenozoic extentional tectonics in western Turkey. Third international Turkish Geology Symposium, Abstracts, 188.
- Seyitoğlu, G., 1999. Discussion on evidence from the Gediz Graben for episodic two-stage extension in western Turkey. Journal of Geological Society, London, 156, 1240.
- Seyitoğlu, G., Cemen, I. & Tekeli, O., 2000, Extensional folding in the Alasehir (Gediz) graben, western Turkey, Journal of the Geological Society, London, 157, 1097 - 1100.
- Seyitoğlu, G., Tekeli, O., Cemen, I., Sen, S. & Isik, V., 2002, The role of the flexural rotation/ rolling hinge model in the tectonic evolution of the Alasehir graben, western Turkey, Geological Magazine, 139, 15-26.
- Seyitoğlu, G., Isik, V., Cemen, I., 2004, Complete Tertiary exhumation history of the Menderes massif, western Turkey: an alternative working hypothesis, Terra Nova, 16, 358-364
- Seyitoğlu, G., Isik, V., Esat, K., 2014. A 3D model for the formation of Turtleback surfaceses: The Horzum Turtleback of western Turkey as a case study. Turkish Journal of Earth Sciences, 23, 479-494.

- Seyitoğlu, G., Isik, V., 2015, Batı Anadolu'da Geç Senozoyik genişleme tektoniği: Menderes Çekirdek Kompleksi'nin yüzeylemesi ve ilişkili havza oluşumu. MTA dergisi no.151, 49-109.
- Sözbilir, H., Emre, T., 1990, Neogene stratigraphy and structure of the northern rim of the Büyük Menderes graben. IESCA proceedings, v.2, 314-322.
- Sözbilir, H., Emre, T., 1996, Supradetachment basin and rift basin developed during the neotectonic evolution of the Menderes Massif. Geological Congress of Turkey, Ankara, Abstracts, 300-301.
- Şen, Ş., Seyitoğlu, G., 2009, Magnetostratigraphy of early-middle Miocene deposits from east-west trending Alaşehir and Büyük Menderes grabens in western Turkey, and its tectonic implications, The Geological Society, London, Special Publications, 311, 321, 342.
- Şengör, A.M.C., 1979. The North Anatolian transform fault: its age, offset and tectonic significance. J. Geol. Soc., London 136, 269-282.
- Şengör, A.M.C., Satır, M. & Akkök, R., 1984. Timing of tectonic events in the Menderes Massif, western Anatolia: implications for tectonic evolution and evidence for Pan-African basement in Turkey. Tectonics 3:693-707.
- Şengör, A.M.C., Görür, N. and Şaroğlu, F., 1985, Strike slip deformation basin formation and sedimentation: Strike slip deformation and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication no. 37, 227-64.
- Şengör, A.M.C., 1987, Cross-faults and differential stretching of hanging walls in regions of low angle normal faulting: Examples from western Turkey, In Continental Extensional Tectonics (eds M. P. Coward, J. F. Dewey and P. L. Hancock), pp. 575-89, Geological Society Special Publication no.28.
- Wölfler, A., Glotzbach, C., Heineke, C., Nilius, N-P., Hetzel, R., Hampel, A., Akal, C., Dunkl, I. & Christl, M., 2017. Late Cenozoic cooling history of the central Menderes massif: Timing of the Büyük Menderes detachment and the relative contribution of normal faulting and erosion to rock exhumation. Tectonophysics, 717, 585-598.
- Yazman, M., 1993, XVIII. Bölge Jeoloji Haritası, TPAO Arama Grubu, yayınlanmamış.
- Zanchi, A., Kissel, C. & Tapırdamaz, C., 1990. Continental deformation in western Turkey; A structural and paleomagnetic approach. In: Savaşçın, M. Y. And Eronat A. H. (eds) Proceedings of the International Earth Sciences Congress on Aegean Regions, İzmir, 357-367.
- Zanchi, A., Kissel, C. & Tapırdamaz, C., 1993. Late Cenozoic and Quaternary brittle continental deformation in western Turkey. Geological Society of France, Bulletin 164, no.4, 507-517.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Fevzi Mert TÜRESİN
Doğum Yeri : Ankara
Doğum Tarihi : 04.06.1976
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Özel Arı Fen Lisesi (1994)
Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü (1999)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Limit Teknik A.Ş. (2003-2004)
Maden Tetkik Arama genel Müdürlüğü, Enerji Dairesi Başkanlığı, Kömür Projeleri Koordinatörlüğü (2004-2005)
Türkiye Petrolleri A.O. Ar-Ge Merkezi Daire Başkanlığı, Sedimentoloji ve Rezervuar Jeolojisi Müdürlüğü (2005-Günümüz)

Ulusal Kongre Sunum

Türesin, F. M., Elmacı, A., Beşer, B., Özgür, M. A., Çağlayan, Ö., 2014, Güneydoğu Anadolu, Siirt Batısındaki Mestrişiyen Yaşlı Garzan Ve Kıradağ Formasyonlarına Yeni Bir Yaklaşım: Stratigrafik Farklılıklar, Sekans Stratigrafik Değerlendirme Ve Bölgesel Tektoniğin Fasiyes Dağılımı Üzerindeki Etkileri, 67. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri (17.04.2014)