KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KÜTAHYA VE ÇEVRESİNİN NEOTEKTONİK İNCELEMESİ

DOKTORA TEZİ

Y. Müh. Muzaffer ÖZBURAN

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği

Danışman: Doç. Dr. Ömer Feyzi GÜRER

KOCAELİ, 2009

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KÜTAHYA ve ÇEVRESİNİN NEOTEKTONİK İNCELEMESİ

DOKTORA TEZİ

Y. Müh. Muzaffer ÖZBURAN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 22 Mayıs 2009

Tezin Savunulduğu Tarih: 11 Haziran 2009

Tez Danışmanı
Doç.Dr. Ömer Feyzi GÜRER

Üye
Doç.Dr. Ali ELMAS

Üye
Yrd.Doç.Dr. Ömer Faruk ÇELİK

Üye
Prof.Dr. Ş.Can GENÇ

Üye
Doç.Dr. Ercan ALDANMAZ

KOCAELİ, 2009

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Batı Anadolu'da jeolojik araştırmaların pek çoğu, bölgenin tektonik yapıları ve jeolojik evrimi üzerine devam etmektedir. Bu çalışmayla iç Batı Anadolu'da yer alan Kütahya ve çevresi de tarafımızdan bu amaçla çalışılmış ve elde edilen verilerle yörenin jeolojisi, stratigrafisi, tektoniği, jeolojik evrimi ve depremselliği ele alınmıştır.

Bu çalışmanın bir bölümü Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi 2005/14 nolu projesi tarafından desteklenmiştir. Yazar Kocaeli Üniversitesi'ne teşekkür eder.

Çalışmalarım sırasında her türlü özveriyle, maddi-manevi hep yanımda olan, azami sabır ve hoşgörüleriyle beni hep destekleyen, hayatımın en değerli varlıkları, annem Ayşe ÖZBURAN ve babam Ahmet ÖZBURAN'a minnet duygularımı sunar her şey için çok teşekkür ederim.

Her koşulda, her ihtiyacım olduğunda bilgi, emek, katkı ve moral desteğiyle danışmanlığından onur duyduğum, hocam, Sayın Doç. Dr. Ömer Feyzi GÜRER ve çok değerli eşi Sayın Prof. Dr. Aysan GÜRER'e çok teşekkür ederim. Ayrıca katkısından dolayı Sayın Joanna Read GÜRER'e de teşekkür ederim.

Arş. Gör. Ercan SANĞU ve Arş. Gör. Bülent DOĞAN başta olmak üzere, tüm mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Sayın Jeofizik Yüksek Mühendisi Serkan AZDİKEN, Sayın Jeoloji Yüksek Mühendisi Ahmet HAŞİMOĞLU ve Sayın Jeoloji Yüksek Mühendisi Canan ÖZGÜNER'e desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR i
İÇİNDEKİLER ii
ŞEKİLLER DİZİNİ v
TABLOLAR DİZİNİ x
SİMGELER xi
ÖZET xiii
İNGİLİZCE ÖZET xiv
1.GİRİŞ 1
1.1. Çalışmanın Amacı Ve Kapsamı 1
1.2. Çalışma Alanı, Coğrafi Konum Ve İklim 2
1.3. Materyal Ve Metod 4
1.4. Önceki Çalışmalar 4
2. GENEL VE BÖLGESEL JEOLOJİ 19
2.1. Türkiye'nin Genel Jeolojisi Ve Tektonik Durumu 19
2.2. Batı Anadolu'nun Genel Jeolojisi Ve Tektonik Durumu 19
2.3. Stratigrafi 23
2.3.1. Kütahya ve çevresinin jeolojisi 24
2.3.1.1. Temel kayaları 24
2.3.1.1.1. Afyon zonu 26
2.3.1.1.1.1. Sarıcasu formasyonu (Ps) 26
2.3.1.1.1.2. Arıkaya formasyonu (Pa) 29
2.3.1.1.2. İzmir-Ankara zonu (İAZ) 33
2.3.1.1.2.1. Tavşanlı zonu 35
2.3.1.1.2.1.1. Kocasu formasyonu (Kko) 37
2.3.1.1.2.1.2. Ovacık melanjı (Ko) 38
2.3.1.1.2.1.3. Kınık ofiyoliti (Kk) 41
2.3.1.2. Örtü kayaları 43
2.3.1.2.1. Tersiyer 43
2.3.1.2.1.1. Beke formasyonu (Tb) 43
2.3.1.2.1.2. Tunçbilek formasyonu (Tt) 48
2.3.1.2.1.3. Sabuncupınar formasyonu 56
2.3.1.2.1.3.1. Çayca üyesi (Tsç) 56
2.3.1.2.1.3.2. Kızılkaya volkanitleri üyesi (Tsk) 63
2.3.1.2.1.4. Çokköy formasyonu (Tç) 70
2.3.1.2.1.5. Emet formasyonu (Te) 75
2.3.1.2.1.6. Kocayataktepe formasyonu (Tk) 83
2.3.1.2.2. Kuvaterner 86
2.3.1.2.2.1. Kirazpınar formasyonu (Qk) 86
2.3.1.2.2.2. Yakaca formasyonu (Qy) 94
2.3.1.2.2.3. Taşlıtepe volkanitleri (Qt) 96
2.3.1.2.2.4. Kütahya formasyonu (Qkü) 100
2.3.1.2.2.5. Alüviyon 105
3. YAPISAL JEOLOJİ 107

3.1. Paleotektonik Dönem 107
3.1.1 KB-GD doğrultulu ters faylar 109
3.1.1.1. İzmir-Ankara Okyanusu'nun kapanma süreci 109
3.1.1.1.1. Ofiyolit yerleşmesi sırasında gelişmiş ters faylar 110
3.1.2. KD-GB doğrultulu oblik faylar 112
3.1.2.1. Batı Anadolu'daki KD-GB yönlü horst-graben yapısının gelişim süreci .. 112
3.1.2.1.1. Karaöz Horstu 112
3.1.2.1.2. Seyitömer Grabeni 113
3.1.2.1.3. Sabuncupınar Grabeni 116
3.1.3. Farklı doğrultularda gelişmiş genç ters faylar 118
3.1.4. K-G doğrultulu faylar 123
3.2. Neotektonik Dönem 124
3.2.1. KB-GD doğrultulu faylar 124
3.2.1.1. Kütahya Grabeni 124
3.2.1.1.1. Genel özellikler 124
3.2.1.1.2. Kütahya Grabeni'nin Güney kenarı 125
3.2.1.1.2.1. Kütahya Fay Zonu (KFZ) 125
3.2.1.1.2.1.1. Morfolojik ve fiziksel veriler 125
3.2.1.1.2.1.2. Kütahya Fayı (KF) 132
3.2.1.1.2.1.3. Kütahya Fay Zonu'nun yaşı ve atımı 134
3.2.1.1.3. Kütahya Grabeni'nin Kuzey kenarı 135
3.2.1.1.3.1. Morfolojik ve fiziksel veriler 135
3.2.1.1.3.2. Karaöz Fayı (KaF) 136
3.2.1.1.3.2.1. Karaöz Fayı'nın yaşı ve atımı 138
3.2.1.1.3.3. Parmakören Fay Zonu (PFZ) 140
3.2.1.1.3.3.1. Parmakören Fayı (PF) 141
3.2.1.1.3.3.2. Parmakören Fay Zonu'nun yaşı ve atımı 143
3.2.1.1.3.4. İnköy Fayı (İF) 144
3.2.1.1.3.5. Turgutlar Fayı (TF) 144
3.2.1.1.3.6. Alayunt Fay Zonu (AFZ) 145
3.2.2. D-B doğrultulu faylar 146
3.2.2.1. Yakaca Fayı (YF) 146
3.2.2.2. Doğa Fayı (DF) 146
3.2.2.3. Gevrekseydiköy Fayı (GF) 147
4. JEOLOJİK EVRİM 148
4.1. Paleotektonik Dönem 148
4.1.1. Tersiyer 149
4.1.1.1. Eosen 149
4.1.1.2. Miyosen 150
4.1.1.2.1. Alt-Orta Miyosen 150
4.1.1.2.1.1. Volkanizma 151
4.1.2.2.1.2. KD-GB grabenlerin gelişim süreci 152
4.1.2.2.1.2.1. Seyitömer Grabeni 153
4.1.2.2.1.2.2. Sabuncupınar Grabeni 156
4.1.1.2.2. Üst Miyosen 158
4.1.1.2.2.1. Kütahya Havzası 158
4.1.1.3. Pliyosen 159
4.2. Neotektonik Dönem 160
4.2.1. Kuvaterner 160

4.2.1.1. Kütahya Grabeni 162
4.2.1.1.1. 1. Evre 162
4.2.1.1.2. 2. Evre 163
4.2.1.1.2.1. Turgutlar Grabeni'nin gelişimi 163
4.2.1.1.3. 3. Evre 163
4.2.1.1.3.1. Yakaca formasyonunun çökelme evresi 164
4.2.1.1.3.2. Taşlıtepe volkanitlerinin yerleşmesi 164
4.2.2. Güncel 165
5. KÜTAHYA VE ÇEVRESİNİN DEPREMSELLİĞİ 167
6. TARTIŞMA 174
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 177
KAYNAKLAR 182
EKLER 207
ÖZGEÇMİŞ 208

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1: M.T.A. tarafından hazırlanmış çalışma alanını da kapsayan jeolojik harita (http://www.mta.gov.tr/mta_web/harita500.asp, son ziyaret 24.11.2008) 1
Şekil 1.2: a) Türkiye ve Çevresinin Başlıca Tektonik Yapıları b) Batı Anadolu'nun bazı önemli havzaları ve çalışma alanının yer bulduru haritası (Bozkurt, 2001; Koçyiğit, 1984, Koçyiğit ve diğ., 2002; Yılmaz ve diğ., 2000'den değiştirilerek hazırlanmıştır) 3
Şekil 1.3: Kütahya ve çevresinin DTED-2 ve SRTM verilerinden elde edilen, fark edilebilir başlıca çizgisel unsurları 5
Şekil 1.4: Kütahya ve çevresinin jeoloji haritası 6
Şekil 2.1: Türkiye'nin Metamorfik Masifleri (Göncüoğlu vd., 1997'den Türkçe'leştirilerek alınmıştır) 24
Şekil 2.2: Kütahya ve çevresinin genelleştirilmiş sütun kesiti (Ölçeksiz) 25
Şekil 2.3: Sarıcasu birimine ait mikaşistlerden bir görünüm 28
Şekil 2.4: Yoğun makaslanmış dolomitik Arıkaya formasyonu 31
Şekil 2.5: Kapalı kıvrımlara sahip Arıkaya formasyonundan bir görünüm (Kozluca köyü, Anbar Tepe doğusu) 31
Şekil 2.6: Kütahya Fay zonunda gelişmiş yoğun makaslanmaya bağlı fay pudrası, bir çeşit fay breşi (Acemdağı Tepe, Kırklar Tepe etekleri, Börekçiler Mahallesi) 32
Şekil 2.7: Arıkaya formasyonunun breşleşmiş kısmının Kütahya formasyonu ile olan dokanağı. Dokanak Kütahya Fayı tarafından belirlenmiştir 32
Şekil 2.8: Türkiye ve çevresinin tektonik birlikleri 34
Şekil 2.9: Tavşanlı Zonu'nun jeoloji haritası ve enine kesiti 36
Şekil 2.10: Beşdeğirmen dolaylarındaki Kocasu formasyonuna ait mostradan bir görünüm 37
Şekil 2.11: Ovacık melanjından bir görünüm (Kaynarca köyü girişi) 39
Şekil 2.12: Kınık ofiyoliti içerisinde peridotit düzeyleri 42
Şekil 2.13: Çokköy formasyonu (Tç) tarafından diskordansla üzerlenen Kınık ofiyoliti (Kk) içerisindeki diyabaz düzeyleri 42
Şekil 2.14: Alacalı renkli Beke formasyonunun kum matriksli, çakıl ve blok düzeyleri 44
Şekil 2.15: Kendi içerisinde düzensiz, zayıf boylanmalı, kahve renkli Beke formasyonu 45
Şekil 2.16: Tunçbilek formasyonun DKD'ya doğru eğimli yanık seri düzeylerinden kiltaşı, marn seviyeleri (Sırören köyü güneyi) 49
Şekil 2.17: Tunçbilek formasyonunda devrik kıvrımlı, şisti görünümlü şeyller 50
Şekil 2.18: Kömür düzeyleri alınmış, sarımsı kahve rengiyle Tunçbilek formasyonu (İsaköy dolayları, terkedilmiş yerel bir kömür ocağı) 51
Şekil 2.19: Çayca üyesi içinde yer alan katmanlı ve farklı renklerdeki tüf-tüfit düzeyleri (Akpınar-Sabuncupınar arası) 57
Şekil 2.20: Sabuncupınar formasyonu Çayca üyesi içerisindeki aglomera düzeyleri (Kütahya-Eskişehir karayolundan Akpınar köyü yolu) 58

Şekil 2.21: Sabuncupınar formasyonu Çayca üyesi aglomera düzeyleri (sağda) , arka planda ise Kızılkaya Tepe'de yüzeyleyen Sabuncupınar formasyonu Kızılkaya volkaniti üyesi (Akpınar köyü yolundan KKB'ya bakış) 59
Şekil 2.22: Kütahya-Eskişehir karayolu doğusu, Yenibosna köyü kuzeyinde peribacası görünümlü tüfler 60
Şekil 2.23: Kütahya-Kırkıllı köyü yolunda tüflerdeki tipik aşınma yapıları 61
Şekil 2.24: Kalın katmanlı, tabakalı tüf düzeyleri (Sabuncupınar güneyi, Asarkaya Tepeleri) 61
Şekil 2.25: Altta tüf, ortada kireçtaşı, üstte yeniden tüf düzeyleri (Sabuncupınar formasyonu Çayca üyesi, Kütahya-Eskişehir yolundan Kırkılı köyüne giden yolda, Katıruçtu Tepe etekleri) 62
Şekil 2.26: Tüf-kumtaşı-tüf ardalanması (Seydiköy-Sabuncupınar arasında Leş Tepe etekleri) 62
Şekil 2.27: Kütahya-Eskişehir karayolu Ilıca yol ayırımı civarındaki (Kızılkaya Tepe) volkan bacasını andıran morfolojisiyle Kızılkaya volkaniti lav düzeyleri 65
Şekil 2.28: Sabuncupınar formasyonu Çayca üyesini yaygı şeklinde üzerleyen Kızılkaya volkanitine ait andezit, bazaltik andezit örtüsü (Fındık köyü dolayları) .. 65
Şekil 2.29: Tüflerle yanal ve düşey geçiş gösteren, karbonatlı çakıl ve kumtaşı düzeylerini (Çokköy formasyonu) üzerleyen lav örtüsü (Porsuk baraj göleti başlangıcı, Gökçam Tepe) 66
Şekil 2.30: Kısmen altere olmuş bazaltik andezitler (Kütahya-Eskişehir karayolu, Sofça yakınları) 66
Şekil 2.31: Çokköy formasyonuna (Tç) ait kireçtaşları üzerine gelen lav yaygısı (Tsk) ve üzerinde yeniden devam eden çökeller (Porsuk baraj göleti kuzeybatı yamaçları) 67
Şekil 2.32: Yamaç aşağısı, yol kenarından yukarıya doğru Çokköy formasyonu karbonat düzeyleri (Tç) ve onları üzerleyen Kızılkaya volkaniti üyesi lav örtüsü (Tsk) 68
Şekil 2.33: Kızılımsı mor renkli bazaltik andezitte, yörede nadiren gözlenen küresel ayrışma yapısı 68
Şekil 2.34: Kütahya-Eskişehir yolu, Ahmetoluğu köyü yol ayrımında yeşil kil düzeyleriyle Çokköy formasyonu çökelleri 71
Şekil 2.35: Çokköy formasyonunun tüf, kumtaşı ardalanmalı düzeylerinden bir görünüm (Kütahya-Eskişehir karayolu, Ilıca yol ayrımı mevkii) 71
Şekil 2.36: Tüf, kum matriksli, ofiyolit, bazalt kökenli köşeli çakıllar içeren Çokköy formasyonu taban çakıltaşı düzeyleri (Çalışma alanı GD kesimleri, Kaynarca-Belkavak yolu Encikler Tepe etekleri) 72
Şekil 2.37: Çokköy formasyonu içerisinde gözlenen düzlemsel çapraz katmanlanma (akıntı yönü D'dan B'ya doğrudur) 72
Şekil 2.38: Kınık ofiyoliti (Kk) üzerine diskordan olarak gelen Çokköy formasyonu (Tç) 73
Şekil 2.39: Çokköy formasyonu ile Ovacık melanjı arasındaki açılı diskordan formasyon sınırı (Kütahya-Eskişehir karayolu Ahmetoluğu köyü yol ayrımı civarı) 73
Şekil 2.40: Kızılkaya volkanitine ait lavlar üzerinde gözlenen Çokköy formasyonu çökelleri (Kütahya-Eskişehir karayolu üzeri) 74
Şekil 2.41: Ahmetoluğu köyü kuzeybatısı, Kütahya-Eskişehir eski karayolunda çört tabakası içeren Emet formasyonu (K75D/32°GD) 76
Şekil 2.42: Turba düzeyleri içeren seviyeleriyle Emet formasyonu (Gelinkaya köyü Hanönü mevkii) 77

Şekil 2.43: Siyah seviyeler Turba merceği içeren düzeylerini gösterir. Kaba kırıntılılar yersel bir fayın etkisiyle Emet formasyonundan kopan breşik malzemedir. (Gelinkaya köyü Hanönü mevkii) 77
Şekil 2.44: Kütahya Porsuk Çayı vadisinde yatay konumlu, kalın katmanlı Emet formasyonu 79
Şekil 2.45: Emet formasyonunda gelişmiş bir antiklinal (Ilıca yolu üzeri) 79
Şekil 2.46: Emet formasyonunun laminalı düzeyleri 80
Şekil 2.47: Yük yapıları gözlenen Emet formasyonundan bir görünüm (Kütahya-Tavşanlı yolu üzeri) 80
Şekil 2.48: Düzensiz ve kötü boylanmalı köşeli, yarı köşeli blok ve çakıllardan oluşan Kocayataktepe formasyonu 84
Şekil 2.49: Başlıca ofiyolitik kökenli çakıl ve bloklardan oluşmuş koyu yeşilimsi tonlardaki Kocayataktepe formasyonu içerisinde gelişmiş sağ yanal oblik küçük bir fay (yatım 45°) 85
Şekil 2.50: Kirazpınar formasyonu (Kütahya-Tavşanlı yolu, Dumlupınar üniversitesi yakınları, yörede Kızılbayır olarak anılan Dombeydüz sırtı mevkii) 87
Şekil 2.51: Kirazpınar formasyonu içerisinde kötü boylanmalı, köşeli, yarı köşeli çakıltaşı düzeyleri (Kirazpınar köyü dolayları) 87
Şekil 2.52: Küçük bir normal fayla kesilmiş, çapraz tabakalanmalı Kirazpınar formasyonu, çakıltaşı kumtaşı ardalanması (bar çökelleri) 88
Şekil 2.53: Emet formasyonu (Te) marn düzeyleri ile Kirazpınar formasyonu (Qk) arasındaki dokanaktan bir görünüm (Çifteoluklar-Akçamescit köyü yolundan Akçamescit'e giriş) 90
Şekil 2.54: Kirazpınar formasyonu çamurtaşı fasiyesi düzeylerinde, Yalnızçam mevkiinde bol miktarda gözlenen kavkılar 90
Şekil 2.55: Kirazpınar köyü, Yalnızçam mevkiinde biniklik gösteren iyi tutturulmuş blok ve çakıllar (kanal dolgusu çökelleri, akıntı yönü KD'ya doğrudur) 92
Şekil 2.56: Kirazpınar formasyonununda gelişen çatlak sistemindeki kalsit dolgular (Kızılbayır mevkii) 93
Şekil 2.57: Kirazpınar formasyonunun iyi tutturulmuş çakıltaşı düzeylerinden (üstte) bir görünüm 93
Şekil 2.58: Kirazpınar formasyonunda tane boyunun küçüldüğü ve göl ortamını öneren fosilli çamurtaşı düzeyleri 94
Şekil 2.59: Çeşitli renklerde gözlenebilen Yakaca formasyonuna ait mostralardan örnekler (Kütahya Tavşanlı yolu, Yoncalı-Köprüören arası) 96
Şekil 2.60: Siyah renkli, gözenekli, bazaltın taze yüzeyi (Solçalı Tepe'nin doğusunda yaklaşık K-G gidişli -K10°D- bir sırt oluşturan bazaltlardan) 97
Şekil 2.61: Tabanda Emet formasyonuna ait kireçtaşları üzerinde gözlenen Taşlıtepe volkaniti 98
Şekil 2.62: Tabanda Emet formasyonuna ait düzeyler ve üzerinde Taşlıtepe volkanitine ait lav yaygısı (Sırören-Ilıca yolu, Ilıca girişi, Kocakır Tepe güney etekleri) 98
Şekil 2.63: Taşlıtepe volkanitinin Yakaca formasyonunu üzerler durumu 99
Şekil 2.64: Taşlıtepe volkanitince pişirilen ve rengi kızıla dönen Emet formasyonuna ait kireçtaşı tabakaları (Ilıca güneyi, Kacagüneytepe mevkii) 100
Şekil 2.65: Dumlupınar Üniversitesi Germiyan kampüsü yakınlarında Kütahya formasyonunun gevşek tutturulmuş çökelleri 101
Şekil 2.66: 5-10° ile kuzeye eğimlenmiş Kütahya formasyonu çökelleri 102
Şekil 2.67: Kütahya Fayı önünde gelişmiş Kütahya formasyonu (Qkü) 102

Şekil 2.68: Emet formasyonundan türemiş köşeli çakıllarıyla Kütahya formasyonunun çakıl katmanlarından bir görünüm 104
Şekil 2.69: Kuzeye eğimli (35°) Kütahya formasyonu çökelleri 104
Şekil 2.70: Kirazpınar formasyonunu (Qk) açılı diskordansla üzerleyen Kütahya formasyonu (Qkü) 105
Şekil 3.1: Kütahya ve çevresini kapsayan 1/500000 ölçekli jeoloji haritası (http://www.mta.gov.tr/mta_web/harita500.asp, haritasından değiştirilerek, son ziyaret 24.11.2008) 108
Şekil 3.2: Çalışma alanı ve çevresinde KD-GB gidişli faylar ve bu faylarla ilişkili havzalar (http://www.mta.gov.tr/mta_web/harita500.asp, haritasından değiştirilerek, son ziyaret 24.11.2008) 108
Şekil 3.3: Çalışma alanı ve çevresinde KB-GD gidişli faylar ve bu faylarla ilişkili havzalar (http://www.mta.gov.tr/mta_web/harita500.asp, haritasından değiştirilerek, son ziyaret 24.11.2008) 109
Şekil 3.4: Kütahya ve çevresinin başlıca yapısal unsurları 111
Şekil 3.5: Kütahya-Eskişehir karayolu Ilıca yol ayrımında Çokköy formasyonu içerisinde gelişmiş bir ters fay 118
Şekil 3.6: Yine Kütahya-Eskişehir karayolu Ilıca yol ayrımında gözlenen bir başka ters fay 119
Şekil 3.7: Beşdeğirmen Deresi Tuzla Tepe dolaylarında (Ahmetoluğu Köyü GB'sı) Çokköy formasyonu içerisinde 15cm düşey atıma sahip ters fay 119
Şekil 3.8: Kütahya-Eskişehir karayolu, lav akıntıları (Sabuncupınar formasyonu Kızılkaya volkaniti üyesi; Tsk) üzerindeki Çokköy formasyonunu kesen ters fay . 120
Şekil 3.9: Kütahya-Tavşanlı yolu üzerinde Çokköy formasyonu içerisinde gelişmiş başka bir ters fay (Şahmelek Köyü dolayları) 120
Şekil 3.10: Emet formasyonu içerisinde gelişmiş küçük boyutlu bir ramp-flat yapısı (Akbayır Tepe, Kütahya-Eskişehir yolu Manyezit işletmesi kuzeyi) 122
Şekil 3.11: Emet formasyonu (Te) üzerine itilmiş Ovacık melanjı (Ko) (Kütahya-Eskişehir karayolu) 122
Şekil 3.12: Emet formasyonu üzerine itilmiş Ovacık melanjı (Kütahya-Eskişehir karayolu, Şekil 3.11'daki lokasyonun yaklaşık 50 m KB'sı) 123
Şekil 3.13: Kütahya Fay Zonu'nun morfolojik unsurları (Basamak faylar ve farklı uzunluklardaki segmentler) 127
Şekil 3.14: Sofuköy dolayında Kütahya Fay Zonu'nun morfolojide meydana getirdiği basamaklı yapı ve üçgen, dörtgen yüzeyler 128
Şekil 3.15: Kütahya Fay Zonu'na panoramik bir bakış (Dumlupınar Üniversitesi güneydoğusu, geri planda Yellice Horstu yaklaşık 1900 m koda ulaşır)..... 128
Şekil 3.16: KFZ'nun kuzeye basamaklı morfolojisi ve gelişen asılı vadiler (Dumlupınar Kampüsü güneyi, arka görünmeyen planda Sofuköy dolayları, bakış kuzeyden güneye) 129
Şekil 3.17: Börekçiler Mahallesi civarında Kütahya Fayı'nın uzanımı ve makaslama zonunda gelişen dolomit kumu (Hıdırlık mevkiinden KKB'ya bakış) 130
Şekil 3.18: Üstte toprak düzeyi, altta fay zonu boyunca gelişmiş, beyaz renkli, tutturulmamış dolomit kumu (Kütahya Kalesi güneyi, Kırklar Tepe etekleri) 130
Şekil 3.19: Atakent Mahallesi doğu kesimleri, Emet formasyonunu kesmiş a) düşey fay düzlemi b) bu fay önünde gelişmiş fay önlüğü tortulları 131
Şekil 3.20: Emet formasyonu (Te) ile Kirazpınar formasyonu (Qk) arasındaki formasyon sınırı, sınır Kütahya Fay'ı tarafından oluşturulmuş (Kütahya Huzurevi dolayları) 132

Şekil 3.21: Sol yanal oblik bileşenli, normal türdeki Kütahya Fayı, yatım 70° (Evliya Çelebi Mahallesi) 134
Şekil 3.22: Kütahya Grabeni'nin güney kenarındaki ana fay düzlemi olan Kütahya Fayı'nın düzlem konumu (Evliya Çelebi Mahallesi) 135
Şekil 3.23: Karaöz Fayı'nın D-GD'ya doğru morfolojide meydana getirdiği düşük rölyefli basamak yapısı (Kayanındoruk Tepe güney etekleri) 137
Şekil 3.24: Kayanındoruk Tepe eteklerinden Karaöz Fayı'nın doğuya uzanımı 137
Şekil 3.25: Karaöz Fayı'nın Karaöz Köyü kuzeyinden devam eden uzanımı 138
Şekil 3.26: Ovacık melanjı (Ko) içerisinde gelişmiş, Karaöz Fayı'na ait fay düzlemi (Karaöz Köyü BKB'sı, Kayanındoruk Tepe güney etekleri) 138
Şekil 3.27: Karaöz Fayı (KaF) tarafından kesilmiş, haritalanamayacak boyutta taraça şeklinde asılı kalmış Kirazpınar Formasyonu (Qk), Kayanındoruktepe dolayları .. 140
Şekil 3.28: Parmakören Fay Zonu'nun topoğrafya da oluşturduğu belirgin basamaklı morfoloji ve net gözlenen üçgen yüzeyler 141
Şekil 3.29: a) Parmakören-Civli köyleri arasında gözlenen fay morfolojisi b) Üçgen yüzeyler ve basamaklı yapı 141
Şekil 3.30: Kütahya Fayı'nın önünden Parmakören Fayı'na bir bakış (Evliya Çelebi Mahallesi) 142
Şekil 3.31: Parmakören Fay Zonu'nun etkisiyle oluşmuş, morfolojide belirgin asılı vadi (Parmakören Köyü KB'sı, KD'dan bakış) 142
Şekil 3.32: Yakaca Fayı 146
Şekil 3.33: Fosilli Emet formasyonu'nunda gelişmiş Gevrekseydiköy Fayı'na ait fay düzlemi (D1: Düzlem 1, D2: Düzlem 2) 147
Şekil 4.1: Kütahya ve çevresinin Erken Miyosen-Pliyosen evrimi 155
Şekil 4.2: Kütahya ve çevresinin Kuvaterner evrimini gösterir blok diyagram 161
Şekil 4.3: Kütahya ve çevresinin günümüzdeki tektonik durumunu gösteren blok diyagram 166
Şekil 5.1: Kütahya ve çevresinin, aletsel dönemde meydana gelmiş depremleri gösterir, sismotektonik haritası 172

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1.1: Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı bazı formasyonlara, önceki çalışmalarda verilmiş farklı jeolojik yaşlar 16
Tablo 2.1: Beke formasyonu ile korele edilebilecek formasyonlar ve yaşları 47
Tablo 2.2: İnceleme alanı yakın dolayında volkanitlere değinilen diğer çalışmalar . 69
Tablo 2.3: Batı Anadolu'da Emet formasyonu ile korele edilebilecek birimler ve açıklamaları 82
Tablo 3.1: Kütahya Fayı'ndan elde edilen düzlem ölçümleri 133
Tablo 5.1: Kütahya ve çevresinde 1900-2009 yılları arasında M=2,7-7,9 büyüklüğündeki, tarih sıralaması ile, meydana gelmiş depremler (Kaynak, www.sayisalgrafik.com.tr) 168

SİMGELER

$^{40}Ar/^{39}Ar$	: Argon 40/Argon 39
cm	: Santimetre
K/Ar	: Potasyum/Argon
km	: Kilometre
m	: Metre
Rb/Sr	: Rubinyum/Stronsiyum
µg/g	: Mikrogram/Gram

Kısaltmalar

A.Ş.	: Anonim Şirketi
AFZ	: Alayunt Fay Zonu
B	: Batı
BAHGS	: Batı Anadolu Horst Graben Sistemi
BKB	: Batı-Kuzeybatı
Bknz.	: Bakınız
BMG	: Büyük Menderes Grabeni
D	: Doğu
DAFZ	: Doğu Anadolu Fay Zonu
DF	: Doğa Fayı
DKD	: Doğu-Kuzeydoğu
D.S.İ.	: Devlet Su İşleri
DTED	: Digital Terrain Elevation Data (Dijital Karasal Yükseklik Verisi)
D1	: Düzlem 1
D2	: Düzlem 2
EFZ	: Eskişehir Fay Zonu
FBFZ	: Fethiye-Burdur Fay Zonu
G	: Güney
GB	: Güneybatı
GD	: Güneydoğu
GF	: Gevrekseydiköy Fayı
GG	: Gediz Grabeni
GGB	: Güney-Güneybatı
GGD	: Güney-Güneydoğu
GgF	: Gümüşgölcük Fayı
GPS	: Global Position System
I.E.S.C.A.	: International Earth Sciences Colloquium on The Aegean Region
İAEZ	: İzmir-Ankara-Erzincan Zonu
İAO	: İzmir-Ankara Okyanusu
İAZ	: İzmir-Ankara Zonu
İF	: İnköy Fayı
İ.T.Ü.	: İstanbul Teknik Üniversitesi

K	: Kuzey
KaF	: Karaöz Fayı
KAFZ	: Kuzey Anadolu Fay Zonu
KB	: Kuzeybatı
KD	: Kuzeydoğu
KDAFZ	: Kuzey Doğu Anadolu Fay Zonu
KF	: Kütahya Fayı
KFZ	: Kütahya Fay Zonu
KG	: Kütahya Grabeni
KKB	: Kuzey-Kuzeybatı
KKD	: Kuzey-Kuzeydoğu
M	: Magnitüd
M.E.T.U.	: Middle East Technical University (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)
M.T.A.	: Maden Tetkik ve Arama
My	: Milyon yıl
O.D.T.Ü.	: Orta Doğu Teknik Üniversitesi
ÖFZ	: Ölüdeniz Fay Zonu
PF	: Parmakören fayı
PFZ	: Parmakören Fay Zonu
QFR	: Quartz-Feldspar-Rock fragments (Kuvars, Feldspat, Kaya parçaları)
SRTM	: Shuttle Radar Topography Mission (Mekik radar topgrafi görevi)
TDFH	: Türkiye Diri Fay Haritası
TF	: Turgutlar Fayı
TG	: Turgutlar Grabeni
T.M.M.O.B.	: Türkiye Mühendisler Mimarlar Odası Birliği
T.P.A.O.	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
YB/DS	: Yüksek Basınç/Düşük Sıcaklık
YF	: Yakaca Fayı

KÜTAHYA VE ÇEVRESİNİN NEOTEKTONİK İNCELEMESİ

Muzaffer ÖZBURAN

Anahtar Kelimeler: Kütahya, Horst-Graben, Sıkışmalı Tektonik, Genişlemeli Tektonik, Neotektonik

Özet: Kütahya ve çevresi paleotektonik ve neotektonik olayların iyi gözlendiği bir yerdir. İzmir-Ankara Okyanusu'nun kapanmasını izleyen yaklaşık K-G yönlü sıkışmalı-transpresif tektonik rejim, paleotektonik dönemi kontrol eder. Bölgede, paleotektonik dönemde, Permiyen-Üst Kretase yaşlı bir temel üzerinde, doğrultuları yaklaşık K-G olan oblik fay kontrollü havzalar gelişmiştir. Bunlar, KD-GB doğrultulu Seyitömer ve Sabuncupınar Grabenleri'dir. Bu grabenler Alt Miyosen-Pliyosen yaşlı fluviyal/gölsel çökel ve volkanitlerle doldurulmuştur. Sıkışmalı-transpresif rejim aralıklarla Kuvaterner'e kadar devam etmiştir. Geç (?) Pliyosen'de gelişen son sıkışma fazı ile temel kayaları, Neojen yaşlı birimler üzerine itilmiştir. Bu sıkışmanın yansımaları Neojen yaşlı istiflerde gözlenen ters faylar, kapalı kıvrımlar ve bindirmelerdir.

Sıkışmalı yapılarla temsil edilen paleotektonik rejimden, gerilmeli yapıların geliştiği neotektonik döneme geçiş Geç Pliyosen-Kuvaterner'dir (?). K-G gerilmenin egemen olduğu bu dönemde bölgede yaklaşık D-B doğrultulu Kütahya Grabeni oluşmuştur. Asimetrik bir yapısı olan Kütahya Grabeni özellikle güney kenarındaki Kütahya Fay Zonu ile denetlenmiştir. Grabenin dolgusu, akarsu ve alüviyal yelpaze çökelleridir. Fay zonu boyunca gözlenen, sıcak-soğuk su kaynaklarının varlığı, üçgen yüzeyler, asılı vadiler, fay önü tortullarından ve yelpazelerden oluşan genç çökeller bu fay zonunun çok genç ve aktif olduğunu belgelemektedir. Aletsel dönemde yıkıcı bir depremin meydana gelmemiş olması Türkiye Diri Fay Haritası'nda gösterilmiş bu tektonik hattın bir sismik boşluk olabileceğini önermektedir.

NEOTECTONIC INVESTIGATION OF KÜTAHYA AND ITS SURROUNDING

Muzaffer ÖZBURAN

Keywords: Kütahya, horst-graben, contractional tectonics, extensional tectonics, neotectonics

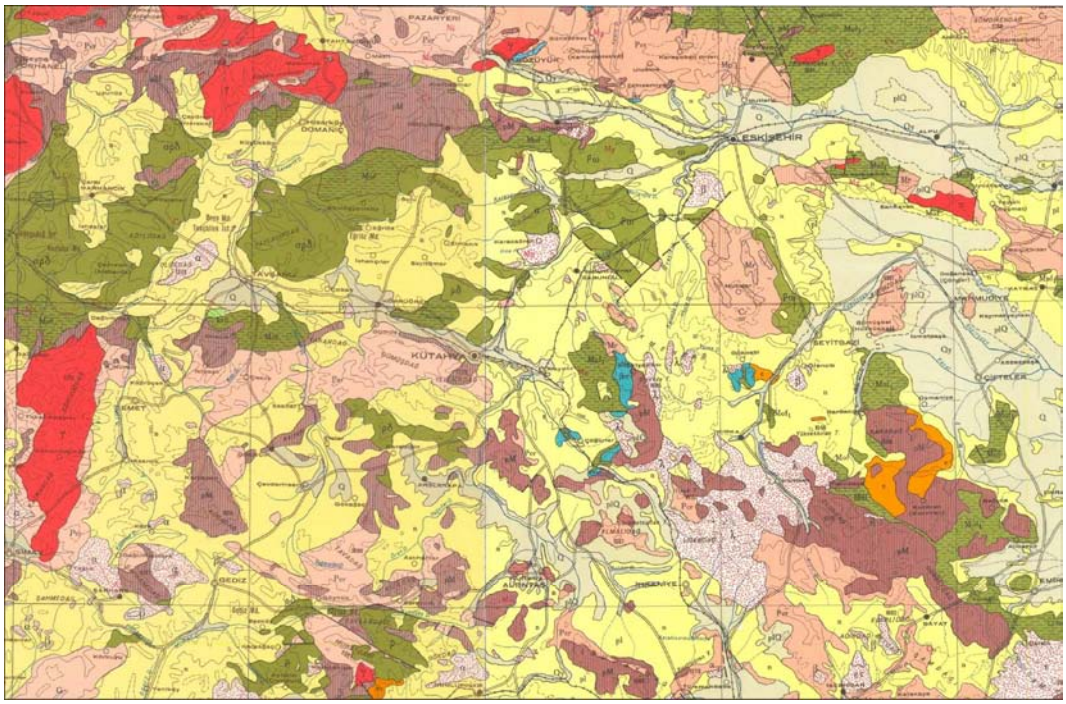
Abstact: The paleotectonic and neotectonic events of Kütahya and its surrounding have been well observed. During the paleotectonic period, following the closed of the Izmir-Ankara Ocean, a contractional-transpressive tectonic regime, approximately N-S trending, was predominant. In this region, during the paleotectonic period, basins developed over a base of Permian- Late Cretaceous origin, under the control of an approximately N-S trending oblique fault. These basins are the NE–SW trending Seyitömer and Sabuncupınar grabens. These grabens were filled with Late Miocene-Pliocene fluvial and lacustrine deposits and volcanites. The contractional-transpressive regime continued intermittently until the Quaternary. With the last contractional phase, during the Late (?) Pliocene period, basement rocks were pushed on top of Neogene formations. The effects of this contraction are seen in reverse faults observed in Neogene deposits, closed folds and thrust faults**.**

The change from the paleotectonic regime, characterized by contractional structures, to the neotectonic period, during which extensional structures developed, occurred during the Late Pliocene-Quaternary (?) period. During this period of extensional regime in this region, the approximately E-W trending Kütahya graben developed. The asymmetric Kütahya graben was controlled particularly by the Kütahya Fault Zone along its southern edge. The graben's infill consists of fluvial and alluvial fan deposits. The existence of hot and cold water springs, triangular-shaped facets and hanging valleys along the length of the fault zone and the presence in front of the fault of young deposits composed of sediments and fan deposits demonstrate this fault to be very young and active. The fact that no destructive earthquake occurred from 1900 to the present day suggests that this tectonic line**,** shown on the Active Fault Map of Turkey, might be a seismic gap.

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı Ve Kapsamı

Bu çalışma, M.T.A. tarafından hazırlanmış 1/500.000 lik jeoloji haritasında (Şekil 1.1; http://www.mta.gov.tr), ilk bakışta, yaklaşık D-B gidişli bir havza görüntüsü veren Kütahya yöresinin ve Türkiye Diri Fay Haritası'nda (TDFH, Şaroğlu ve diğ., 1986) Kütahya Fayı olarak anılan fay ve çevresinin araştırılması amacıyla yapılmıştır. Bu doğrultuda somut bulguların ortaya konması, havzanın ve havzanın açılımını denetleyen mekanizmanın tespiti, bu mekanizmayı denetleyen faktörlerin irdelenmesi, havzanın sedimantolojik ve tektonik evriminin araştırılması, paleotektonik-neotektonik dönem ayırtının yapılabilmesi ve bölgenin Batı Anadolu Horst Graben Sistemi (BAHGS) içerisindeki yerinin (Şekil 1.2b) irdelenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 1.1: M.T.A. tarafından hazırlanmış Kütahya ve çevresini de kapsayan 1/500.000 ölçekli jeoloji haritası (http://www.mta.gov.tr)

1.2. Çalışma Alanı, Coğrafi Konum Ve İklim

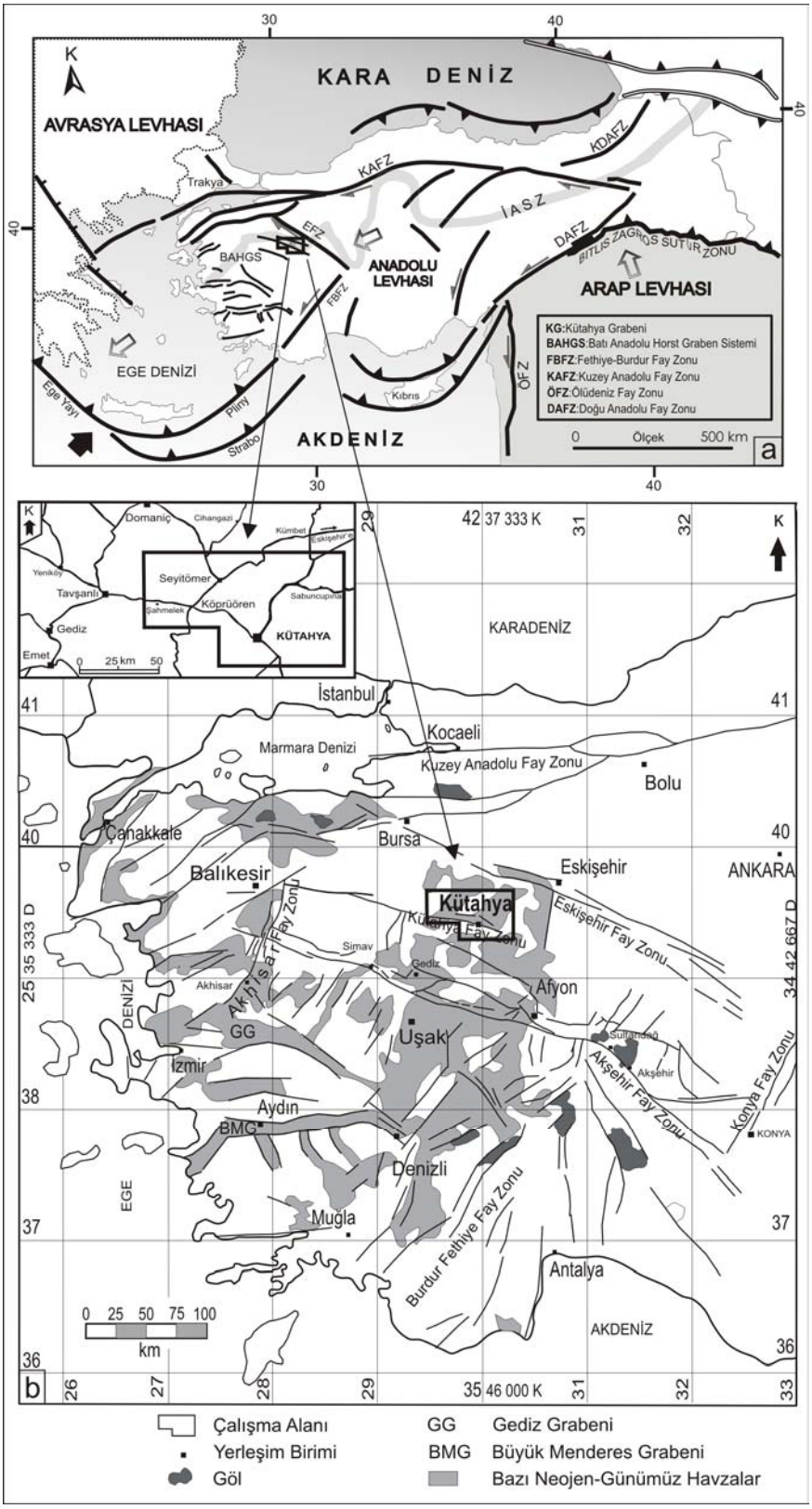
Kütahya ve çevresi, Ege Bölgesi'nin iç batı Anadolu bölümünde, Yukarı Sakarya ve Güney Marmara bölümlerinin kavşağında yer almaktadır (Şekil 1.2a). Kuzeyinde Bursa, kuzeydoğusunda Bilecik, doğusunda Eskişehir ve Afyon, güneyinde Uşak, batısında Manisa ve Balıkesir ile çevrilidir İç batı Anadolu çanağı ile batı Ege bölümü ovaları arasında ortalama 1200 m yükseltili bir eşik durumda olan Kütahya, KB-GD doğrultulu dağ sıralarıyla kaplıdır. Türkmen Dağı, Murat Dağı, Şaphane Dağı, Eğrigöz ve Ak Dağ ile Kütahya, Örencik, Simav, Tavşanlı ve Altıntaş Ovaları, bölgenin yüzey şekillerini çeşitlendirir.

Çalışma alanında başlıca drenaj Felent Çayı ile sağlanır ve ovayı batıdan doğuya doğru kat ederek Porsuk Çayı ile birleşir. Bundan başka, Keçeeğreği Dere, Boyalı Dere, Kırklar Dere, Beşdeğirmen Deresi başlıca yüzey sularıdır. İl genelinde ise Kayaboğazı ve Porsuk, Marmara'ya dökülen Adırnaz ve Ege'ye ulaşan Gediz Irmağı, diğer yüzey sularını oluşturmaktadır.

İç Anadolu'nun karasal, iklimi ile Ege ve Marmara'nın ılıman iklimi arasında geçiş özellikli bir iklime sahiptir. İlin doğu kesimlerinde yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlı geçerken, batı kesimlerinde daha yumuşak bir iklim egemendir.

Felent Çayı'nın suladığı alüvyal bir ovanın güneybatı kenarıyla Yellice Dağı'nın yamaçları arasında yerleşen merkez ilçe, ilin adını taşımaktadır.

Yörede en yüksek nokta, 1901 m rakımla Yellice Dağı'ndaki Nalbant Tepe'dedir. Başlıca diğer yükseltiler, Kocaeren Tepe (1274 m), İncebel Tepe (1765 m) ve Tuzla Tepe'dir (1684 m).



Şekil 1.2: a) Türkiye ve çevresinin başlıca tektonik yapıları b) Batı Anadolu'nun bazı önemli havzaları ve çalışma alanının yer bulduru haritası (Bozkurt, 2001; Koçyiğit, 1984, Koçyiğit ve diğ., 2002; Yılmaz ve diğ., 2000'den değiştirilerek hazırlanmıştır)

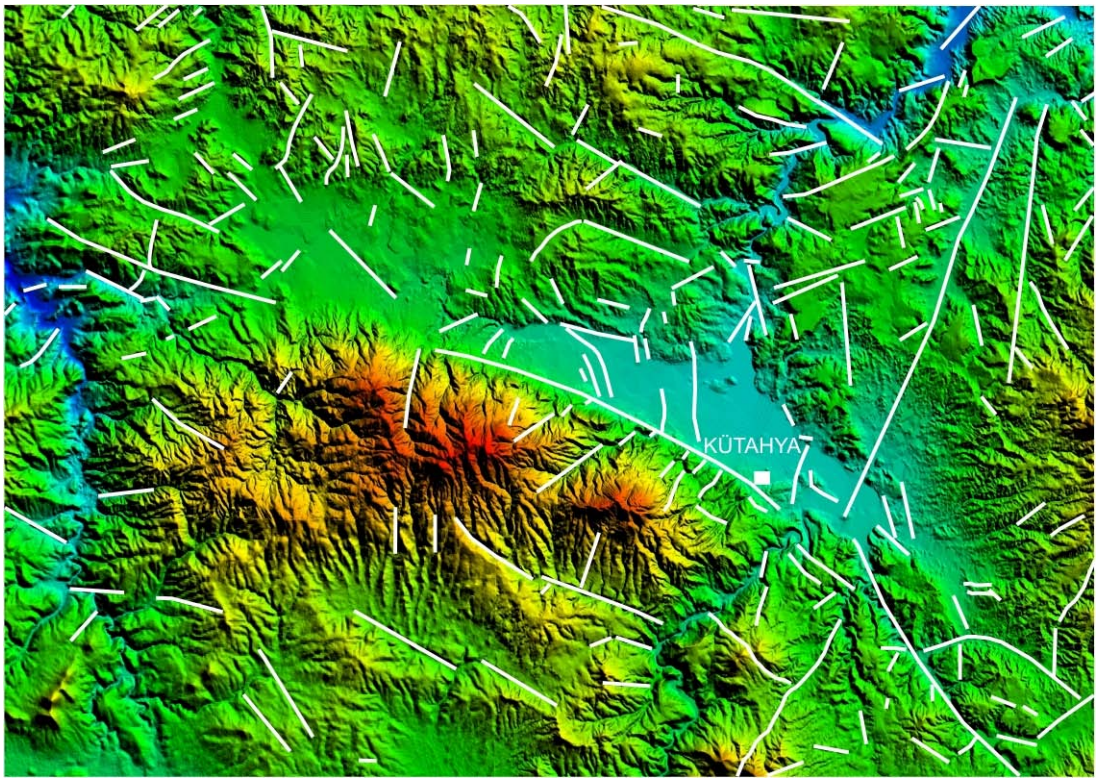
1.3. Materyal Ve Metod

Bu çalışmaya esas materyal, 1/25000 lik topoğrafik haritalar olmuştur. Kütahya ve çevresini kapsayan bu 13 pafta topoğrafik harita (Kütahya i23d3, i23c4, i23c3, j23a2, j23b1, j23b2, j23b3, Eskişehir i24d3, i24d4, j24a1, j24a2, j24a3, j24a4), jeoloji haritasının hazırlanmasındaki temel materyallerdir. Bunun yanında, Harita Genel Komutanlığı'ndan temin edilen, yine bu paftalara ait DTED-2 formatındaki arazi yükseklik ve SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) verilerinden, bölgenin başlıca çizgisellikleri ve fark edilebilir yapısal unsurları tespit edilmeye çalışılmıştır (Şekil 1.3). Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler, arazi çalışmalarına esas olan topoğrafik haritalara işlenmiştir. Elde edilen bu haritalarla 2004, 2005, 2006 ve 2007 yılları yaz aylarında araziye çıkılarak çalışma alanının jeoloji haritası üretilmeye çalışılmıştır. Büro ortamında varlığından şüphelenilerek topoğrafik haritaya işlenen faylar arazide denetlenerek, somut verilerle desteklenmeye çalışılmıştır. Pek çok fay için fay aynası gözlenemezken, sayısal gözlem, morfolojik veriler, litolojik kesiklik, eksiklik veya farklılık gibi esasların da desteğiyle, tüm verilerin haritaya işlenmesi sonucunda 1/25000 lik jeoloji haritası elde edilmiştir (Şekil 1.4).

Fayların tespitinden sonra, sahada yüzeylenmelerin elverdiği ölçüde, düzlemlerin konumu ile fay çiziklerinden oluşan veri paketinin araştırılması yapılmıştır. Veriler programa aktarılıp kinematik analiz amacıyla işlenmiş ve diyagramlar oluşturulmuştur.

1.4. Önceki Çalışmalar

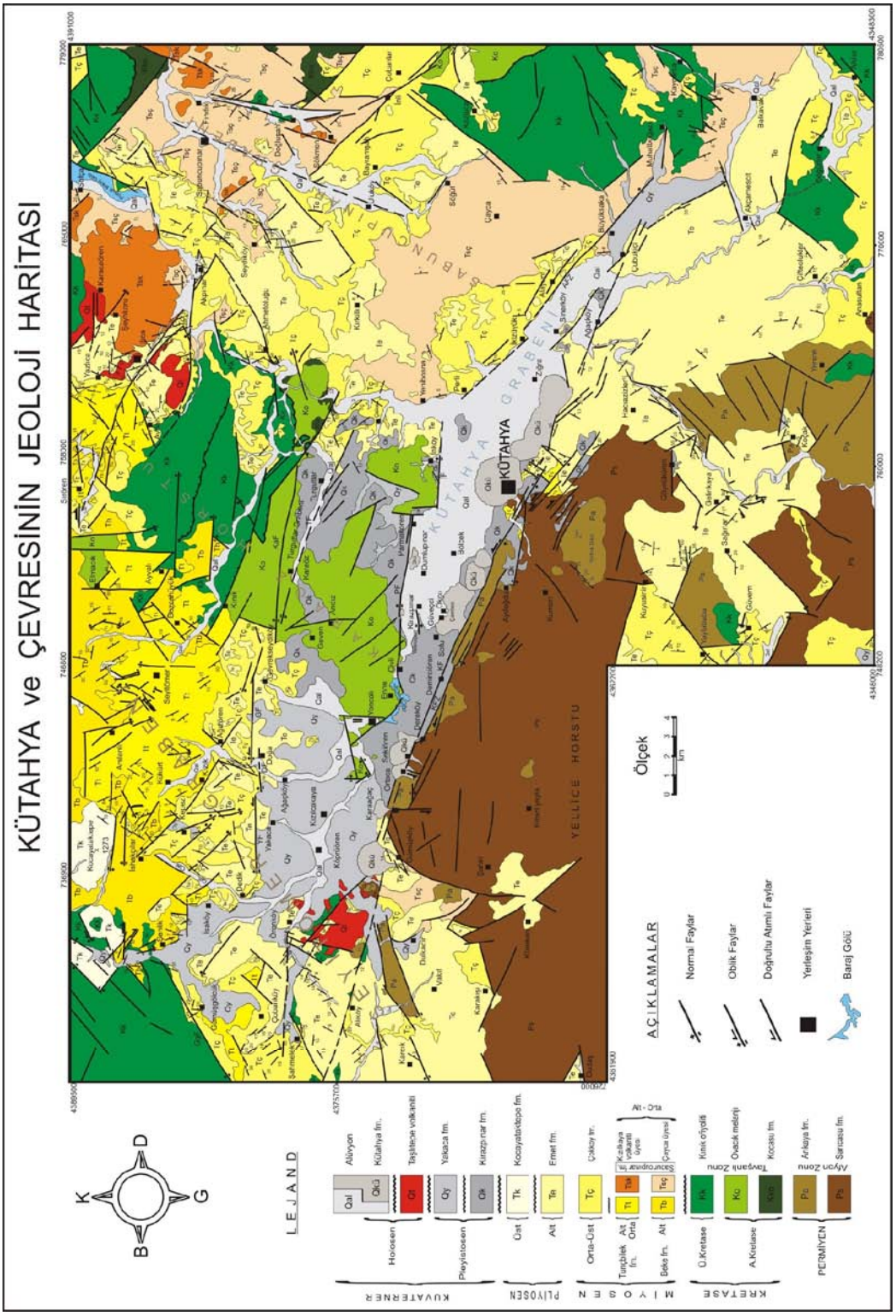
Bugüne kadar, çalışma alanının tamamını kapsayan bir jeolojik araştırma yapılmamıştır. Batı Anadolu'daki pek çok graben ve Neojen havzası çeşitli amaçlarla pek çok araştırmacı tarafından çalışılmıştır. Ancak, Kütahya ve çevresi daha çok çevresinde barındırdığı madenler (Kömür, bor, manyezit, krom, gümüş, kil vb) sebebiyle araştırma konusu olmuştur.



Şekil 1.3: Kütahya ve çevresinin, DTED-2 ve SRTM verilerinden elde edilen, fark edilebilir başlıca çizgisel unsurları

Bunun yanında kömür ve bor madenlerinin Neojen havzalarında bulunması sebebiyle bu madenlerin çıkarıldığı, Emet (bor), Domaniç, Gediz, Seyitömer, Tunçbilek (kömür) yöreleri arama-işletme amacına yönelik ve maden sahasına özel kalmak üzere, ayrıntılı çalışılmıştır. Bu yörelerde kurulmuş irili ufaklı pek çok kamu ve özel kuruluş yoluyla da bu madenler işletilmektedir.

Kaplıcalar yönünden de zengin olan Kütahya'da, jeotermal amaçlı da pek çok araştırma yapılmıştır. Bu termal alanlardan iki tanesi (Ilıca ve Yoncalı) çalışma alanı içerisinde bulunmaktadır. Bu alanlar, sağlık turizmi yoluyla bölgeye gelenleri ağırlamakla kalmaz, yöre halkı için de birer mesire ve sayfiye yöreleri özelliğindedir. Ilıca'da bulunan işletme, il özel idaresinden özel işletmeye devredilerek, hizmet kalitesi ve portföyü yükseltilmiştir. Yoncalı yöresindeki devletin işletmesinde olan hastane ise bu şifalı su ve çamurdan, ehil ellerle istifade edilmesini sağlamaktadır. Bunun yanında pek çok irili ufaklı özel tesis de yörede hizmet vermektedir.



Şekil 1.4: Kütahya ve çevresinin jeoloji haritası

Bölgedeki jeolojik amaçlı ilk çalışmalar, Kütahya'nın batı ve kuzeybatısında (Tavşanlı, Harmancık, Domaniç, Tunçbilek yörelerinde), yapılan kömür mostraları ihbarları üzerine, bu ihbarları değerlendirmek amacıyla, M.T.A. (Maden Tetkik ve Arama) Genel Müdürlüğü adına Carvounides (1915), Zeigler (1936), Maucher (1936), Pekmezciler (1953) ve Nebert (1958a; 1958b; 1958c; 1960) tarafından başlamıştır. Bu alanların Neojen stratigrafisini ve kömür varlığını araştıran çalışmacılar, tabanda yaşlı kayaçlar üzerine gölsel sedimanların çökeldiğinden ve bu havzalarda linyit bulunabileceğinden bahsetmişlerdir. Bu araştırmacılardan bazıları, çeşitli fosiller yardımıyla havzaların çökellerini ve barındırdığı volkanik malzemeyi Miyosen ve Pliyosen olarak yaşlandırmıştır.

Türkiye'nin büyük linyit işletmelerinden biri olan ve termik santrallerinden de birini bulunduran Seyitömer yöresi çalışma alanının ortasında kalır ve linyit içeriği sebebiyle pek çok araştırmacıya konu olmuştur. Seyitömer ve çevresi, yukarıda sayılanların dışında, yine bir M.T.A. araştırmacısı olarak Lebküchner (1959), sonrasında, Nakoman (1968), Beseme (1969), Sülün ve Duvarcı (1982), Baş (1983), Sarıyıldız (1990), Kaya (1993), Şengüler (1994), Yavuz ve diğ. (1995), Şengüler ve Sonel (1999), Kapan-Yeşilyurt ve Taner (2001), Yavuz, 2001 ve Yavuz-Işık (2007) tarafından çalışılmıştır. Araştırmacılar havzanın stratigrafisini ortaya koymak ve bunun yanında linyit içerisindeki polen-sporlardan yaş verileri elde etmek (Alt-Orta Miyosen) suretiyle Seyitömer havzasının jeolojisinin aydınlatılmasına katkıda bulunmuşlardır.

Kısmen inceleme alanını da içine alan, Baş'ın 1983 ve 1986 yıllarındaki çalışmaları, Domaniç, Tavşanlı, Gediz, ve Kütahya yörelerinin ayrıntılı sedimantolojisi ve stratigrafisini ortaya koyar. Bu çalışmalarda, Eosen'de denizel kireçtaşlarından söz edilir. Miyosen-Kuvaterner arasında yaşlandırılan çökeller ise akarsu ve göl ortamı ürünüdürler ve bu çökellere Geç Miyosen'de asidik karakterle ortaya çıkan ve Pliyosen'de de bazik-ortaç bileşimle devam eden volkanik etkinliğin ürünü lav ve piroklastik malzeme eşlik eder. Bu çalışmalar yörede incelemeler yapan pek çok araştırmacıya kılavuz olmuştur. Geniş alanları tarayan bir çalışma olması sebebiyle korelasyon imkanı sağlayan içeriği, çalışmamızda da faydalı olmuştur. Araştırmacı tarafından tespit edilen fosiller yardımıyla yapılan yaşlandırmalar bazı

araştırmacılarca (Arık ve Temur, 2003) aynen kullanılmış, bazılarınca modifiye edilmiştir (Koçyiğit ve Bozkurt, 1997). Bu çalışmada, yaşlandırmada kullanılan fosillerin karakteristik fosiller olmayışı ve polenlerin geniş aralıklarda yaşlar vermeleri sebebiyle, radyometrik yöntemle tespit edilmiş yaşlar yardımıyla bu çalışmalarda elde edilen yaşlar kıyaslama yapılarak elde edilen göreceli yeni yaşlar kullanılmıştır.

Kalafatçıoğlu (1961; 1964), Bilecik-Kütahya-Tavşanlı-Harmancık-İnegöl ile Balıkesir-Kütahya arasındaki bölgelerde çalışmış ve bu alanlarda Devoniyen-Üst Kretase yaşlı temel kayaçları üzerine Neojen'in, konglomera ile başladığını ve üzerine kumlu, killi, marnlı, kalkerli bir istifle devam ettiğinden söz etmiştir. Volkanizmanın ise Miyosen sonunda başladığını ve Pliyosen'de faaliyetini artırdığını belirtmiştir. Araştırmacının Neojen istifinde kurguladığı stratigrafi, inceleme alanındaki ile benzerlik göstermektedir. Bu sebeple geniş alanları kapsayan bu çalışma, ayrıntılı olarak incelenerek irdelenmiştir.

Kalafatçıoğlu (1962), Tavşanlı-Dağardı yöresindeki serpantin ile kalkerlerde çalışmış ve Üst Kretase olarak yaşlandırmıştır. Bunun yanında Batı Anadolu'da Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı iki ofiyolit serisinin bulunduğunu söylemiştir.

Nebert (1962), Tavşanlı-Alabarda yöresinde çalışmış ve serpantin kütleleri arasında kalmış Neojen bloklarının varlığından bahsetmiştir. Faylarla sınırlanmış bu alanların, linyit içeriğinden, ve çoğunu yaprak izlerinin oluşturduğu bitki kalıntılarından, Neojen istifinin yaşını Miyosen olarak vermiştir. Yaprak izleri için, Tavşanlı-Tunçbilek yöresi alt serisinde rastlanılan tiplerle benzerlik kurmuş aynı zamanda litostratigrafik olarak ta benzer bulmuştur. Kalınlık verileriyle desteklediği bu benzerliklere dayanarak, Tavşanlı batısındaki Neojen sahalarının, zamanında, Tunçbilek yöresi linyit havzasıyla birleşik bir örtü şeklinde olduğunu söylemiştir. Bu görüş tarafımızdan bu çalışmada savunulan dönemsel geniş havza (Kütahya Havzası) modeliyle uyumludur. Araştırmacı, Tunçbilek ve Alabarda Neojen havzalarında tespit ettiği sıkışma yönünün, KB-SE olduğunu belirtmiştir. Böylece çalışmamızda tespit edilen ve Neojen boyunca etkilerini gösteren sıkışma verilerinin Tavşanlı-Alabarda yöresinde de gözlendiği ve sıkışmanın yersel olmadığı görülmektedir.

Araştırmacıya göre genç tektonik (Üst Pliyosen-Kuvaterner) olaylar Neojen öncesi alt yapıda karışık bir fay ve blok tektoniği geliştirmiştir. Genç tektonik olarak öngörülen dönem yani Üst Pliyosen-Kuvaterner aralığı, yazar tarafından Kütahya ve çevresindeki neotektonik dönem için önerilen dönemle uyumludur.

Lünel (1974), Eskişehir-Gümele dolaylarındaki Tersiyer volkanik ve sedimanter kayaçlarında çalışmış, volkanik aktivitenin kesikli ve kısıtlı olarak devam ettiğini, Pliyosen yaşlı bazik-ortaç volkanik kayaçların, gölsel fasiyeste, sedimanter ve piroklastik kayaçların erozyonunu takiben meydana geldiğini belirtmiştir.

Akdeniz ve Konak (1979), Simav-Emet-Tavşanlı-Dursunbey-Demirci yörelerinde çalışmıştır. Araştırmacılar Menderes Masifi'nin kuzey ve kuzeybatısına rastlayan bu alanda Prekambriyen yaşlı temel kayaların üzerine açısal diskordansla Triyas-Üst Kretase aralığını yansıtan bir serinin geldiğinden bahsederler. Tersiyer başlarında granit ve masifin yükselimleriyle de Simav Grabeni kırıklarının geliştiğini öne sürmüşlerdir. Yükselimlerle birbirinden ayrılan küçük havzalarda, Neojen'nin çökeldiği, Miyosen volkanizmasının bu çökellere eşlik ettiğini, bölgede Kuvaterner'in, yer değiştiren nehir çökelleri ve graben fayları boyunca türeyen bazaltik lavlar ile temsil edildiğini belirtmişlerdir.

Gün ve diğ. (1979), Gediz ve Emet güneyindeki Neojen havzalarını çalışmışlardır. Üst Kretase yaşlı temel üzerine, diskordansla, Tersiyer-Kuvaterner yaşlı çökeller ve volkanitlerin geniş yayılımından bahsetmişlerdir. Çökellerin dağarası havzalar şeklinde değişik fasiyeslerde olduğunu ve kesin radyometrik, paleontolojik, polen analizleri sonuçlarına göre Miyosen ile Pliyosen çökellerinin açısal uyumsuzlukla ayrıldığını belirtmişlerdir. Bu kadar kesin olmasa da önceki araştırmacıların da Miyosen ile Pliyosen arasındaki bu açısal uyumsuzluktan bahsetmeleri bu durumun dikkate değer ve geniş yayılımlı olduğunu düşündürmektedir.

Arslan (1979), Kütahya-Tunçbilek sahası sondaj örneklerinin palinoloji incelemesi ve deneştirmesini yaparak, tespit ettiği 4 biyozon, 21 genus, 48 tip verisiyle, bölge kömürlerinin Üst Miyosen yaşlı olduğunu belirtmiştir.

Ayaroğlu (1979), Bozüyük-Söğüt (Bilecik) yöresindeki metamorfitlerde çalışan araştırmacı, bu kayaçların, bölgedeki kil ve kumlu oluşuklarla granitik intrüzyon ürünlerinin bölgesel metamorfizmaya uğramasıyla oluştuğunu belirtmiştir. Köken kayaçların, yeşilşist fasiyesinin Barrow tipi subfasiyes koşullarında etkilendiğini yazmıştır. Bu çalışmada belirlenen yeşilşist fasiyesi Barrow tipi metamorfizma, inceleme alanındaki temel kayaçları için de (Sarıcasu formasyonu) kabul edilen metamorfizma fasiyesidir.

Gök ve diğ. (1980), Kırka civarındaki boratlı Neojen alanında yaptıkları stratigrafik, petrografik ve tektonik incelemelerde, Pliyosen sonrası bazalt lavı, altında Pliyosen yaşlı Kırka formasyonu, ve eş yaşlı olarak Kocaalandere formasyonu, yaşlanarak sırasıyla Karaören volkaniti ve arakatkıları, Zahrandere grubu ile Neojen'nin tabanında Miyosen yaşı ile Türkmendağı volkanit grubunu tanımlamışlardır. Bu çalışmada belirtilen Pliyosen sonrası volkanizma tarafımızdan Taşlıtepe volkantit olarak adlandırılan volkanitlerle uyumlu olmalıdır. Ayrıca yöredeki kırıntılı istif te çalışma alanındaki kırıntılı istifle benzerlik göstermektedir. Böylece Kırka civarındaki Tersiyer istifi, Kütahya ve çevresindeki Tersiyer istifi ile korele edilebilir görünmektedir.

Sunder (1980), pek çok araştırmacı tarafından bölge volkanitlerinin tanımlanması ve yaşlandırılması konusunda referans verilen ve Sarıkaya (Kırka-Eskişehir) borat yataklarını konu alan bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmasında araştırmacı, K/Ar yöntemiyle yaşlandırdığı riyolitik tüfler arasındaki kuvarslı latite biyotit yaşı olarak 19,6 My fonolitik olivin tefrite de tüm kayaç yaşı olarak 17,2 My vermiştir. Bu seviyelerin daha üzerinde tüflerle ardalanan istife ve gölsel kireçtaşlarına ise Üst Miyosen yaşını vermiştir. Çalışmamızda, radyometrik yöntemler ile elde edilen yaşların fosil ve polen analizlerine kıyasla (karakteristik fosil olmadığı sürece) daha güvenilir kabul edildiğinden, yörelerin yakınlığı ve yaşlandırmanın yapıldığı kayaçların benzerliği sebebiyle bu araştırmada verilen radyometrik yaşlar baz alınmıştır.

Ercan (1981), Batı Anadolu Tersiyer volkanitleri üzerinde çalışmış, bu alanda, esas olarak kalkalkalin, yer yer de alkalin nitelikli volkanitlerin varlığından sözetmiştir.

Tavşanlı volkanitleri olarak isimlendirdiği yöre volkanitleri için, daha çok, çeşitli araştırmacıların görüşlerinden bahsetmiştir. Bunun yanında Kütahya ve Emet yörelerinde Tavşanlı volkanitlerinde olduğu gibi alkali bazaltik lavlarla kalkalkalin andezitik lavların bir arada olduğundan bahsetmiştir.

Okay (1981), Kuzeybatı Anadolu'daki ofiyolitlerin jeolojisi ve mavişist metamorfizması hakkında çalışmıştır. Araştırmacı, çalışma alanının hemen batısında bulunan Tavşanlı yöresindeki kayaçları peridotit, ofiyolitli melanj, mavişist ve mermer olarak tanımlamış ve bu kayaları da İzmir-Ankara zonu içerisinde betimlemiştir. Yörede peridotitin ofiyolitli melanj üzerinde tektonik dokanakla durduğunu ve ofiyolitli melanja ait kayaların arazide hiç metamorfizma geçirmemiş gibi göründüğünü ancak laboratuar çalışmalarında ofiyolitli melanjın bir başlangıç yüksek basınç/düşük sıcaklık metamorfizması olduğu ve ofiyolit melanjındaki kayaların tedrici metamorfizmasıyla da mavişistlerin oluştuğunu belirtmiştir. Anakaya türü bakımından birbirlerine çok benzeyen mavişist ve ofiyolitli melanj kayaları arasındaki tek fark mavişistlerin ofiyolitli melanj kayalarına nazaran yüksek basınç/düşük ısı metamorfizmasından daha çok etkilenmiş olmalarıdır. Araştırmacı çalışmasında, Kuzeybatı Anadolu'daki ofiyolitlerin çökelme, mavişist metamorfizması ve yerleşme yaşını Üst Kretase-Paleosen olarak vermiştir.

Okay (1984a), Kuzeybatı Anadolu'da, Karakaya Kompleksi, Tavşanlı ve Afyon zonları olmak üzere üç büyük metamorfik kuşak ayırt etmiştir. Araştırmacı Anatolidlerde Alpin orojenezi sırasında iki metamorfik kuşak oluştuğunu, kuzeydeki YB/DS metamorfizma geçiren bölümü Tavşanlı Zonu, daha güneydeki ofiyolit kütleleri altında kalan platformun taban kesimlerinin ısınması sonucu oluşan metamorfik zonu da Afyon Zonu olarak tanımlamıştır.

Yılmaz (1984), Türkiye'nin jeolojik tarihinde magmatik etkinliğin ve bunun tektonik evrimle olan ilişkisini inceleyen bir çalışma yapmıştır. Araştırmacı, Türkiye'de Miyosen'le başlayan yaygın volkanizma etkinliğinin tarihsel zamanlara kadar süregeldiğini belirtmiştir. Neotektonik dönemle başlayan bu etkinliğin özellikle Doğu-Orta ve Batı Anadolu'da yoğunlaştığına dikkati çekmiştir. Bunun da, okyanusal kapanma sürecindeki kıtasal yakınlaşma, çarpışma ve kısalıp kalınlaşma

ve sonrasında da sıkışma rejiminin yerini bir genişleme rejimine bırakmasıyla ilgisi olduğunu savunmuştur. Özellikle Batı Anadolu'nun bu tektonik evrelerin tümünü yaşadığını ve bölgede gerilme dönemine kadar bazik ürünlerin türemediğini belirtmiştir.

Ercan ve diğ. (1985), Batı Anadolu Senozoyik volkanitlerinde radyometrik yaşlandırmaya ilişkin çalışma yapmışlardır. İnceleme alanından örnekler içermeyen bu radyometrik yaşlandırmalar, 31,4 My ile yaklaşık 25000 yıllık bir aralığa karşılık gelmiştir.

Demirkol (1986), Sultandağ (Afyon) dolaylarında yaptığı çalışmasında, bölgenin Lütesiyen sonunda yoğunluğu gittikçe artan şekilde sıkışma tektoniği etkisine girdiğini belirtmiştir. Bunun sonucu olarak ofiyolit karmaşığının daha yaşlı birimler üzerine tektonik bir dokanak ile yerleştiğini ve Üst Miyosen-Pliyosen çökellerinde yaptığı incelenmelere dayanarak bölgenin yeni tektonik gelişiminin sıkışma tektoniği ile oluştuğunu belirtmiştir.

Şener ve Gevrek (1986), Simav-Emet-Tavşanlı yörelerindeki hidrotermal alterasyon zonlarını çalışan araştırmacılar, Ilıca yöresinde, Neojen yaşlı bazaltlarla, Kretase yaşlı kireçtaşlarının varlığından söz eder. Araştırmacılar bu yörede Kretase yaşlı kireçtaşı ile jeotermal akışkanın etkileşimi sonucu silisifiye, ve bazalt ile diğer birimler arasında ise montmorillonit zonlarının gelişmiş olduğunu tespit etmişlerdir. Bu verilerle yörede 100°-160°C rezervuar sıcaklığına sahip bir jeotermal akışkandan söz etmişlerdir.

Baş (1987), Tavşanlı-Domaniç yöresinin volkanitleri üzerinde yaptığı çalışmalarda, bu bölgede volkanizmanın, Orta-Üst Miyosen'de dasit-riyolit şeklinde başladığını, Pliyosen sonuna kadar da, asidik tüflerle ardalanmalı olarak andezit ve bazaltik andezitlerin türediğini belirtmiştir. Kayaçların tümünün subalkali nitelikli olduğunu ve volkanitlerin coğrafik dağılımının çöküntü havzalarıyla sınırlı kaldığını ve gölsel ortamda geliştiğini tespit etmiştir. Yöre volkanitlerinden Miyosen yaşlı dasit-riyolitlerin kimyasal bileşiminin üst kıta kabuğuna, Pliyosen andezitlerininkinin alt kıta kabuğuna uyduğunu yazmıştır.

Ercan (1987), Ege Bölgesi'nde Eosen'de başlayıp tarihsel zamanlara kadar etkin olan volkanizma ürünü volkanik kayaçlarda, farklı araştırmacılar tarafından, yaklaşık 240 örnekte yapılmış radyometrik yaşlandırma çalışmalarının sonuçlarını derlemiş ve bölge volkanitlerini yaş ve oluşum koşullarına göre 4 zonda incelemiştir. Bu araştırmada, çalışma alanı Miyosen-Pliyosen yaşlı kıta içi volkanitler zonunda gösterilmiştir.

Gürdal (1990), Sabuncupınar dolaylarında, hidrotermal alterasyon ve etkinliklerini araştırmıştır. Orta-Geç Miyosen'de, kaba kırıntılılarla başlayan Neojen istifinin, şiddetlenen volkanizma sonucunda, geniş bir alanda, birkaç evrede volkanik ürünlerle örtüldüğünü belirtmiştir. Volkanizmanın birkaç evreli olduğunu belirten aratırmacı ile yazarın öne sürdüğü en az iki evreli volkanizma görüşü birbiriyle uyumludur. Araştırmacı üste doğru gölsel istifin marn ve killerle devam edip kireçtaşına geçtiğini, ve post volkanik silis gelimi ile kireçtaşında silisleşmenin yaygın olduğunu yazmıştır. Bazaltların tüf tabakaları ile ardalanmalı gözlenebildiğini belirten araştırmacı, Kuvaterner kayaçlarının kaba ve gevşek kırıntılılarca temsil edildiğini belirtmiştir.

Ayrıntılı petrografik ve mineralojik çalışmalar da yapan araştırmacı, volkanitleri oluşturan magmanın kökeninin, üst mantoda kabuğun kısmi ergimesi ile oluştuğu ve kısmi ergime evrelerine göre kalkalkalin ve yüksek potasyumlu kalkalkali nitelikli volkanizma geliştiğini yazmıştır.

Helvacı ve diğ. (1987), Batı Anadolu'nun Neojen stratigrafisi ve ekonomik potansiyelini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, Tunçbilek ve Seyitömer yöresi kömürlerinin, akarsu istifinin en üst bölümünde ve gölsel istifin ise alt bölümünde yer aldığını belirtmişlerdir. Batı Anadolu'daki ekonomik bitümlü şeyl yataklarının, çoğunun Orta-Üst Miyosen yaşlı gölsel tortullar içinde olduğundan bahsetmişlerdir. Ayrıca, Seyitömer havzasında alüviyonal çökel kalınlığının 50-100 m. arasında olduğunu söylemişlerdir. Bunun yanında Batı Anadolu'da Orta-Üst Miyosen yaşlı linyit ve bitümlü şeyl içeren düzeylerin, tüm havzalarda eş zaman düzeyi olarak alınabileceğini vurgulamışlardır.

Göncüoğlu ve diğ. (1992), Kütahya'nın doğusunda, Afyon kuzeyinde, Şaphane Dağı, Kümbet, Seyitgazi, Yazılıkaya, Orhaniye dolaylarında çalışmışlardır. Bölgede temeli Karbonifer-Permiyen yaşlı, düşük dereceli metamorfik kayaçların oluşturduğunu (İhsaniye Metamorfik Kompleksi), bunu uyumsuzlukla konglomera ve kumtaşlarından oluşan Kıyır formasyonu'nun örttüğünü, Triyas-Üst Kretase yaşlı dolomitik kireçtaşlarının (Gökçeyayla formasyonu), Üst Kretase yaşlı Çöğürler olistostromu tarafından uyumlu olarak üzerlendiğini, ve tektonik dokanakla yerleşen Kınık ofiyolitinin, uyumsuzlukla Tersiyer çökelleri tarafından üzerlendiğini belirtmişlerdir.

Yersel ve Ayday (1992), Kümaş'a ait iki manyezit sahasında yapılmış sondajların verilerini değerlendirmişler ve çalışılan alanda, temeli Paleozoyik yaşlı rekristalize kireçtaşı blokları içeren şistlerin oluşturduğunu, bunların tektonik dokanakla serpantinleşmiş peridotitlerce üzerlendiğini belirtmişlerdir. Manyezit oluşumlarının genellikle serpantinitlerde bulunduğu ve bunların genellikle silisleştiğini yazmışlardır. Konglomera-kireçtaşı-tüften oluşan Neojen örtüsünün uyumsuzlukla bu kayaçları örttüğünü söylemişlerdir.

Kaya (1993), Seyitömer linyitlerinin alt kömür damarında yeni bir memeli faunası bulmuştur. Fauna, Begertherium grimmi (Heissig) (Rhinocerotidae-Perissodactyla) ile Türkiye'de ilk kez tanımlanan Moropus elatus Marsh (Chalicotheriidae-Perissodactyla)'dan oluşmaktadır. Bu memelilerden M.elatus yalnızca Amerika birleşik Devletleri ve Fransa'nın Erken Miyosen düzeylerinde bilinmektedir. B. Grimi' ye göre M.Elatus için Orta Miyosen sonu (Geç Astarasiyen) yaşı öngörülmüştür. Araştırmacının bulgusu ile elde edilen Erken-Orta Miyosen yaşları, yazar tarafından kabul edilen yaşlandırma ile uyumludur. Ayrıca memeli yaşlandırmaları, tarafımızdan, yaş aralığı geniş olan fosillerce tespit edilmiş yaşlara göre daha kesin ve güvenilir bulunmaktadır.

Önen ve Hall (1993), Kütahya civarında, Beşdeğirmen ve Kaynarca yörelerindeki ofiyolitik kayaçlarda yaptıkları çalışmalarda, İzmir-Ankara Zonu içerisinde değerlendirdikleri bu kayaçları Kınık ofiyoliti ve Çöğürler kompleksi adı altında incelemişlerdir. İzotopik yaşların, Beşdeğirmen yöresindeki gabrolarda,

Koniasiyen-İpresiyen, Kaynarca yöresindeki amfibolitlerin metamorfizma yaşının ise Albiyen-Kampaniyen aralığını önerdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacı tarafından kullanılan Kınık ofiyoliti adlaması çalışmamızda da kullanılmıştır.

Şengün (1993), Tetis Kuşağı Anadolu kesiminin jeolojik evrimi üzerine çalışan araştırmacı, Gondvana kuzeyinden kopan kıtasal parçanın kuzeyinin, Balıkesir, Bursa, Eskişehir, Ankara, Kastamonu, Tokat, Erzincan ve Kars'tan geçen bir hat boyunca devam ettiğini belirtmiştir. Neotetis'in kuzey kolunun bulunmadığını söyleyen araştırmacı, Kütahya civarında Üst Permiyen'den itibaren gelişen çanaklarda, tüm Mesozoyik boyunca derinleşen istiflerin çökeldiğini yazmıştır.

Göncüoğlu ve diğ. (1994), Kütahya-Bolkardağ Kuşağı'nın Torid-Anatolid Platformu'nun İzmir Ankara Okyanusu'na bakan pasif kenarında yer aldığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar, Kuzeybatı Anadolu'da İzmir-Ankara Okyanusu'nun Geç Triyas öncesinde açıldığını belirtmişlerdir. Ayrıca kuşakta yer alan birimlerin çökelme özellikleri dikkate alındığında bu açılmayı yansıtabilecek tek olayın erken Triyas'taki hızlı yükselme ve karasallaşma olduğunu savunmuşlardır.

Kaya (1991) ile Kaya ve diğ. (1995a; 1995b) Tavşanlı ve çevresinde, İzmir Anakara Zonu kayaçlarında çalışmalar yapmış, ankimetamorfik topluluk olarak isimlendirdikleri bölge kayaçlarının Triyas ve Geç Kretase yaşlı olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, Üst Kretase melanjının Triyas'ı uyumsuz olarak üzerlediğini belirtmişlerdir.

Ercan ve diğ. (1996), Batı Anadolu'da Miyosen volkanizmasının Alt Miyosen'de başladığını ve çeşitli evrelerle Üst Miyosen sonlarına kadar devam ettiğini belirtmiştir. Bunlardan Alt-Orta Miyosen yaşlı olanlarının genellikle kalkalkalen nitelikli olmalarına karşın, Üst Miyosen yaşlı olanların alkali nitelikli, çoğunlukla bazaltik ve yer yer de riyolitik türde olduklarını tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, Alt-Orta Miyosen volkanitleri çok geniş alanlarda, buna karşın Üst Miyosen volkanitleri ise tektonik hatlarla uyumlu olan küçük yüzlekler şeklinde tanımlanmıştır. Batı Anadolu'da farklı alanlara ve değişik volkanik evrelere ait olan 17 örnekten K/Ar ve Rb/Sr yöntemiyle yapılan radyometrik yaşlandırmalar, Miyosen volkanitleri için 22,3-8,3 milyon yıllar arasında değerler vermiştir.

Koçyiğit ve Bozkurt (1997), Kütahya-Tavşanlı çöküntü alanının neotektonik özelliklerini çalışmışlardır. Adlamada Kütahya-Tavşanlı olarak geçse de, araştırmada daha dar bir alanda çalışmışlardır. Tarafımızdan yapılan çalışmanın merkezinde kalan bir alanda yaptıkları incelemelerde araştırmacılar, Baş, (1986) tarafından yapılan ve sonraki araştırmacılarca genel kabul görmüş çalışmaya bazı eleştiriler getirerek tablo 1.1'de görüldüğü gibi formasyon ad ve yaşlarında değişiklikler yapmışlardır. Ayrıca araştırmacılar, neotektonik dönemin erken Pliyosen sonunda başladığını vurgulamışlar ve grabenin Pliyo-Kuvaterner'de bakışımsız bir graben olarak geliştiğini belirtmişlerdir. Bu tespit tarafımızdan yapılan değerlendirmelerle örtüşmektedir.

Tablo 1.1: Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı bazı formasyonlara, önceki çalışmalarda verilmiş farklı jeolojik yaşlar

Baş (1986)		Koçyiğit ve Bozkurt (1997)	
Formasyon Adı	Yaş	Formasyon Adı	Yaş
Kocayataktepe fm	Kuvaterner	Enne	Pliyosen
Emet fm.	Geç Pliyosen	Şahmelek fm.	Orta-Geç Miyosen
Çokköy fm.	Erken-Orta Pliyosen	Çobanköy fm.	Orta Miyosen

Yıldırım ve Burçak (1997), Kütahya Harlek Ilıcası'nın jeotermal etüdünü yapmışlardır. Araştırmacılar, yörede Miyosen yaşlı tüf, aglomera ve gölsel sedimentler ile Pliyosen yaşlı bazalt lavlarının bulunduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, sahada iki evreli sıkışma tektoniği gözlendiğini ve bunlardan ilkinin K-G diğerinin ise D-B yönünde olduğunu tespit etmişlerdir.

Aydar (1998), Batı Anadolu'daki Erken Miyosen-Kuvaterner volkanizmasının evrimini ve havzalarla ilişkisini araştırmıştır. Volkanik aktivitenin patlamalı karakterle başladığını, ve yaygın bir ignimbiritik plato geliştiğini belirtmiştir. Gölsel çökellerin bu ignimbiritleri üzerlediğini ve aktivitenin Geç Miyosen-Pliyosen boyunca devam ettiğini ileri sürmüştür. Kuvaterner'de ise volkanizmanın alkali bazaltlarla temsil edildiğini belirtmiştir.

Çelik ve Kerey (1999) tarafından Domaniç yöresi Neojen kömürlü çökelleri ve depolanma ortamları üzerine yapılan çalışmada; Domaniç Neojen havzasının Erken Miyosen açılma tektoniği etkisiyle gelişen bir KD-GB graben olduğundan bahsedilir. Havzayı sınırlayan faylar ve havza içi fayların çökelmeyi denetlediği ve 1km'den kalın Miyosen-Pliyosen çökel dolgusu depolandığını belirtmişlerdir. Böylece, yazar tarafından belirlenmiş ve Erken Miyosen'de geliştiği belirtilen KD-GB uzanımlı Seyitömer ve Sabuncupınar grabenlerinin benzeri olarak daha batıda Domaniç havzasının geliştiği anlaşılmaktadır. Ayrıca bu havzadaki kömürlü düzeylerin varlığı, Seyitömer Grabeni ile Domaniç havzasının benzer çökelme ortamlarını yansıttığını göstermektedir.

Şengüler (1999), Seyitömer petrollü şeyllerinin ekonomik kullanım olanaklarını araştırmak amacıyla yaptığı doktora çalışmasında, bölgedeki kayaçların stratigrafisini kurmuş, bitümlü marnlarda pek çok inceleme yaparak, kullanılabilirliğini araştırmıştır.

Önen ve Hall (2000), Kaynarca yöresi ofiyolitik kayaçlarında çalışmışlar ve bölgeyi Torid-Anatolid platformunun ofiyolit ve melanj tarafından bindirmeli olarak üzerlendiği kuzey kenarı olarak tanıtmışlardır. Yöre kayaçlarını Tavşanlı zonu içerisinde değerlendirmiş, bu kayaçların kimyasının, okyanus adası bazaltı olduğunu $^{40}Ar/^{39}Ar$ metoduyla yapılan yaşlandırmalarda yüksek sıcaklık metamorfik evresinin yaklaşık 93 My'a karşılık geldiğini belirtmişlerdir.

Özkan (2000), Kütahya'nın deprem riskini yıllık en büyük değer yöntemi ile değerlendirmiş ve bölgede, 50 yıllık bir yapı ömrü için oluşabilecek en büyük depremin %10'dan daha büyük bir ihtimalle, M=8,46 büyüklüğünde olacağı ve bu büyüklükteki depremin de, tarihsel verilere göre, Gediz Fayı üzerinde oluşabileceğini belirtmiştir.

Hançer ve diğ. (2001), Batı Anadolu'daki grabenlerin başlıca iki periyodda geliştiğini, bunlardan ilkinin genellikle K-G doğrultulu, diğerinin de D-B doğrultulu grabenler olduğunu ve bunlardan özellikle D-B doğrultulu olanların kenar faylarının sismik açıdan aktif listrik faylar olduğunu belirtmişlerdir.

Özen ve Sarıfakıoğlu (2002), çalışmalarında, Eskişehir Sivrihisar-Dağküplü yöresinin İzmir-Ankara Zonu içerisinde yer aldığını belirtmişlerdir. Yöredeki ofiyolitlerin, eksikli-terslenmiş bir dizi sunduğunu saptamış ve dalma-batma zonu ofiyolit özelliği yansıttığını belirtmişlerdir.

Arık ve Temur (2003), çalışma alanının batısında, Köprüören-Gümüşköy-Yoncalı civarında çalışmışlardır. Bu bölgede temeli Karbonifer-Permiyen yaşlı metamorfitlerin oluşturduğunu, yerleşim yaşı Üst Kretase olan melanjın tektonik dokanakla bu metamorfitleri üzerlediğini belirtmişlerdir. Orta-Üst Miyosen yaşlı riyolitik ve riyodasitik bileşimli tüfit, tüf ve aglomeranın, temel üzerine uyumsuz olarak geldiğini, kırıntılılarla devam eden istifte Üst Pliyosen-Kuvaterner döneminde bazik bileşimli volkanitlerin tüm istifi kestiğini belirtmişledir. Çalışmada belirtilen Üst Pliyosen-Kuvaterner yaşlı bazik volkanitler, yazar tarafından Taşlıtepe volkaniti olarak tanıtılan ve Holosen'e yaşlandırılan bazaltlardır.

Bacak ve Uz (2003), Dağardı güneyi ofiyolitinin jeolojisi ve jeokimyasal özelliklerini çalışmıştır. Araştırmacılar Harmancık-Dağardı (Bursa) yöresinde, ofiyolitik kayaçların yerleşim yaşını Senomaniyen-Maastrihtiyen olarak kabul etmiştir. Kayaçların petrografik, jeokimyasal ve saha özellikleri açısından okyanus ortası sırt ortamı özelliği gösterdiğini tespit etmiştir. Metadiyabazlarda glokofan ve lavsonitin varlığının, bu kayaçların dalım sırasında YB/DS metamorfizması etkisinde kaldıklarını gösterdiğini belirtmiştir.

Göncüoğlu ve diğ. (2003), Orta Anadolu'da geniş bir alanda, Kütahya-Bolkardağ Kuşağı olarak adlandırdıkları metamorfik kuşakta, Kütahya yöresi kayaçlarında da çalışmalar yapmışlardır. Torid-Anatolid Platformu'nda, Triyas riftleşmesi ve İzmir-Ankara Okyanusu'unun açılması konusunda farklı araştırmacıların da çalışmalarını irdeleyerek kuşak boyunca evrime ışık tutmuşlardır.

Önen (2003), Kütahya civarı Beşdeğirmen ve Kaynarca yörelerindeki kayaçlarda, petrolojik, jeokimyasal ve radyometrik çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmalar sonucunda, Afyon Zonu içerisinde ve Kınık ofiyolitleri adı altında değerlendirdiği, Beşdeğirmen yöresi mafik dayklarını ($^{40}Ar/^{39}Ar$ hornblend) 79±9 My, Kaynarca yöresi metamorfik taban kayaçlarını ($^{40}Ar/^{39}Ar$ hornblend) 90±3 My olarak yaşlandırmıştır.

Haşimoğlu ve diğ. (2004), Yoncalı (Kütahya) kaplıca alanında yerleşime uygunluk amaçlı çalışmalar yapmış, sıcak su kaynaklarının bölgenin kırıklı yapısıyla ilgili olduğunu, yerleşim merkezinin ortasındaki kireçtaşı adacığının faylarla yükseltildiğini, ayrıca yaklaşık K-G yönlü bir fayın da devlet karayolunun üzerinden geçtiği vadide yer aldığını belirtmişlerdir.

Innocenti ve diğ. (2005), Batı Anadolu'da Neojen ve Kuvaterner volkanizmasına yönelik çalışmalar yapmışlardır. Araştırmacılar, Batı Anadolu'nun pek çok yöresi yanında, Ilıca yakınlarındaki lav örneklerinden yaptıkları analizlerle, bu kayaçların, kalk alkali kayaçlar ve türünün de andezitik bazalt olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada Batı Anadolu'daki kalk alkali ve şoşonitik kayaçların 16-21 My aralığında oluştuğunu belirtmişlerdir.

Topuz ve diğ. (2006), Tavşanlı Zonu içerisindeki Gümüşyeniköy dolaylarında çalışmışlar ve bu zondaki pelajik, mikritik karbonatlı kayaçların yüksek basınç metamorfizması boyunca aragonitleşmesini incelemişlerdir. Aragonitleşmenin 200±50° C sıcaklık şartlarında geliştiğini tespit etmişlerdir.

2. GENEL VE BÖLGESEL JEOLOJİ

2.1. Türkiye'nin Genel Jeolojisi Ve Tektonik Durumu

Türkiye'nin jeolojik evriminde, Gondvana karası (Süper Kıta) kuzeyinde Geç Protorezoyik'teki (800-625 My) ada yayı oluşumu ve farklı dönemlerdeki okyanuslaşma ile orojenez süreçleri, çökelim ve deformasyonlar, başlangıç evresi olarak kabul edilmektedir (Tolluoğlu ve Sümer, 1995). Bu evrimin ilerleyen aşamalarında, Türkiye'nin, Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Arap Otoktonu şeklinde başlıca dört ana kuşak halinde şekillendiği kabul edilmektedir. Şengör (1979; 1980; 1984), Şengör ve Yılmaz (1981), Şengör ve diğ. (1980; 1984) çalışmalarıyla, Türkiye'nin plaka tektoniği açısından ana hatlarını ortaya koyarak bölgenin jeolojisine ışık tutmuşlardır.

2.2. Batı Anadolu'nun Genel Jeolojisi Ve Tektonik Durumu

Türkiye'nin günümüzdeki genel tektonik yapısı, "Neotektonik Dönem" olarak adlandırılan (Şengör, 1980) ve Bitlis Kenet Kuşağı boyunca Avrasya ve Arap-Afrika plakaları arasında kalan Anadolu levhasının, Geç Miyosen'de kıta-kıta çarpışmasıyla başlayan yeni tektonik rejimde şekillenmiştir. Bu dönemle birlikte Türkiye'de, yoğun volkanik faaliyetin başladığı kabul edilmektedir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz ve diğ., 1987). Çarpışmayla gelişen, Doğu Akdeniz suları altındaki Ege/Kıbrıs Hendeği ve daha doğuda Bitlis Kenet Kuşağı, çarpışma sonrası Anadolu levhasının batıya kaçışını sağlayan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ), günümüzün bölgedeki tektonik çatısını oluşturan başlıca yapısal unsurlardır.

Anadolu levhasının bu iki transform hat boyunca, batıya kaçışının yanında, Alp-Himalaya Orojenik Kuşağı'nda yer alan Torid-Anatolid sistemi içerisinde, özellikle Ege bölgesi'nde kabuksal deformasyonu doğuran farklı gerilmeler de söz konusudur

(McKenzie, 1972; Rodstain, 1984). Ege ve Batı Anadolu'yu etkileyen bu gerilmeler, dönemsel sıkışmalı (Nebert, 1962; Şengör, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz, 1984; Demirkol, 1986; Yıldırım ve Burçak, 1997; Yılmaz ve diğ., 2000; Gürer ve diğ., 2001; 2003; 2006) ve güncel gerilmeli tektonik gibi farklı sonuçları doğurmuştur. Geç Miyosen sonuna kadar yaklaşık K-G sıkışma ile (Şengör, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Boronkay ve Doutsos, 1994; Yılmaz ve diğ., 1999; Yılmaz ve diğ., 2000; Gürer ve diğ., 2001; Rojay ve diğ., 2005) K-G gidişli grabenler ve yaklaşık K-G gerilme ile D-B yönlü farklı yaşta grabenler oluşmuştur. Ancak Ege ve Batı Anadolu'daki bu kıtaiçi genişleme tektoniğinin ve buna bağlı yapıların (Horst-Graben sistemi) oluşum yaşı ve kökenine yönelik pek çok stratigrafik ve tektonik çalışma yapılmıştır. Ancak yirmibeş yıldır her platformda tartışılmasına rağmen, bölgedeki tektonik rejiminin kökeni ve türü, bu rejimin yaşı ve birimlerin stratigrafik konumu ile istiflerin oluşum ortamları gibi konularda henüz görüş birliği sağlanamamıştır.

Bugüne değin yapılan çalışmalar sonucunda, bölgenin jeolojisinin çözümüne dönük başlıca dört ayrı görüş ve model önerilmiştir;

a) Tektonik Kaçış Modeli (Tectonic Escape Model); Modele göre (Dewey ve Şengör, 1979; Şengör, 1979; 1980; 1987; Şengör ve diğ., 1985), Batı Anadolu'daki kıta içi genişlemeye, Orta Miyosen sonunda, Anadolu Bloğu'nun sağ yönlü KAFZ ile sol yönlü DAFZ arasında batıya kaçması neden olmuştur. Dolayısıyla, genişleme Orta Miyosen'den (Geç Serravaliyen, ~12 My) beri sürmektedir. Başka bir deyişle bölgedeki neotektonik rejimin başlangıç yaşı Orta Miyosen sonudur. Ancak diğer yandan, günümüzdeki KAFZ çalışmaları, kaçışı sağlayan KAFZ'nun Pliyosen (Bozkurt, 2001; Barka ve Kadisky-Cade, 1988; Koçyiğit, 1989; Koçyiğit, 1990; Rojay, 1993; Westaway, 1994), yani, daha önce düşünülenden daha genç (3 ve 7 My) olduğunu önermektedir (Westaway, 2003; Şengör ve diğ., 2005; Gautier, 1993; Barka ve diğ., 2000). KAFZ'nun revize edilen bu yaşı nedeniyle, önerilen model batı Türkiye'deki gerilme tarihçesi için uygun değildir.

b) Yaygerisi Yayılma Modeli (Back-arc Spreading Model, Roll-back Model); Bu modele (McKenize, 1978a; 1978b; Le Pichon ve Angelier, 1979; 1981; Le Pichon ve

diğ., 1995; Jackson ve Mckenzie, 1988; Kissel ve Laj, 1988; Meulenkamp ve diğ., 1988; Avigad ve Garfunkel, 1991; Jolivet ve diğ., 1994; Hetzel ve diğ., 1995a; Meijer, 1995; Robertson ve Grasso, 1995; Meijer and Wortel, 1997; Thomson ve diğ., 1998; Avigad ve diğ., 1997; Jolivet ve diğ., 1998; Okay ve Satır, 2000; Avigad ve diğ., 2001; Rosenbaum ve diğ., 2002) göre, riftleşme 60-65 My'dan daha önce başlamıştır. Ege ve batı Türkiye'deki kıtasal gerilme için önerilen bu model, Helen hendek sisteminin güney-güneybatıya doğru geriye çekilmesi ve Ege-Kıbrıs dalma batma zonunun buna bağlı olarak göçünü önermektedir. Afrika levhası, Anadolu levhası altına doğru dalmakta ve üstteki levhada yay gerisi bir açılma olmaktadır. Yani Batı Anadolu ve Ege'de yaklaşık K-G doğrultulu bir genişleme rejimine ve graben-horst sisteminin oluşumuna yol açmıştır. Bununla birlikte geriye çekilme (roll-back) mekanizmasının başlangıç yaşı konusunda bir uzlaşma yoktur (5 milyon yıl ile 60 milyon yıl arasında değişmektedir) (McKenzie, 1978a; LePichon ve Angelier, 1979, 1981; Jackson ve McKenzie, 1988; Kissel ve Laj, 1988; Meulenkamp ve diğ., 1988; Meulenkamp ve diğ., 1994; Thomson ve diğ., 1998).

c) Orojenik Çökme ve Yayılma Modeli (Orogenic Collapse and Spreading Model); Üçüncü modele göre (Dewey, 1988; Seyitoğlu ve Scott, 1991; 1992a; 1992b; 1996), Erken Miyosen dönemi Batı Anadolu'daki genişleme rejiminin ve horst-graben sisteminin kökeni, aşırı kabuk kalınlaşması ve yükselmeye bağlı göçme ve kabuk içi sünümlü yayılmadır. Yani bu modelde, Batı Anadolu'daki en yaşlı graben dolgusu Erken Miyosen'dir, dolayısıyla sistemin başlangıç yaşı da Erken Miyosen'dir. Ve bu nedenle de, Batı Anadolu'daki genişleme türü neotektonik rejim ve graben oluşumu Erken Miyosen'den beri sürmektedir. Bu düşünce, yeniden değerlendirilen biyostratigrafik yaşlar ve yeni izotopik tarihler, grabenlerdeki çökellerin yaşının daha eski olması ve batı Türkiye'deki gerilmeyle çakışan daha eski yaşlar gösterilene kadar araştırmacılar tarafından yaygınca kabul görmüştür (~18 My; Erken Orta Miyosen; Seyitoğlu ve Scott, 1991; 1992a; 1992b; 1996).

Bölgedeki gerilme, aşırı kalınlaşan kabuğun yayılması ve incelmesi, Neotetis okyanusunun kapandığı İzmir Ankara süturu boyunca, güneydeki Anadolu-Torid platformu ve kuzeydeki Sakarya kıtası arasındaki Geç Paleojen çarpışmasının (Dürr, 1975; Channel ve diğ., 1979; Şengör, 1979) hemen arkasından gelişen Dewey (1988)'in orojenik çökme modeline bağlanmıştır (Seyitoğlu ve Scott, 1991; 1992a; 1992b).

Çökme yaşı Menderes Masifi'nin milonitik fabrikleri ve gerilmeyle eş yaşlı granitlerden derlenen yeni jeokronolojik yaş olan Geç Oligosen-Erken Miyosen yaşı ile modifiye edilmiştir (Ring ve Collins, 2005; Hetzel ve diğ., 1995a; 1995b; Gessner ve diğ., 2001a; 2001b; Işık ve Tekeli, 2001; Lips ve diğ., 2001; Işık ve diğ., 2003; Işık ve diğ., 2004).

d) İki evreli graben oluşum modeli; Dördüncü modele göre, (Bozkurt, 2000, Bozkurt, 2001, Bozkurt, 2003; Bozkurt ve Park, 1994; Bozkurt ve Oberhanslı, 2001; Bozkurt ve Sözbilir, 2004; Koçyiğit ve diğ., 1999; Purvis ve Robertson, 2005a; Westaway ve diğ., 2004; Yılmaz ve diğ., 2000). Batı Anadolu'daki kıta içi genişlemenin kökeni, Anadolu levhasının Pliyosen'de batı-güneybatı yönde kaçışı ve Helen yayı boyunca devam eden yitimdir. Model, yukarıda değinilen hiçbir modelin kabuksal gerilmenin köken ve yaşını ve iki evreli gerilmenin doğasını açıklayamayacağını önerir. Bu model gerilme oluşumu için farklı zamanlarda iki farklı yapısal stil önerir. Birinci evre genel ve bölgesel olarak Core-complex oluşumu için, kökende orojenik göçme ve sünümlü yayılma ve Erken-Orta Miyosen fazı, ikinci evre ise bunu izleyen normal faylanma ve graben oluşumu için Pliyo-Kuvaterner fazıdır. İki genişleme evresi ve graben oluşumu, Anadolu Levhacığının batı-güneybatıya kaçışı ile Helen yayı boyunca kuzeye olan yitimin ortak etkisi sonucudur. Ve iki evre, Geç Miyosen-Erken Pliyosen aralığında gelişen bir sıkışma evresi ile birbirinden ayrılır. Bu sıkışma evresi, Serravaliyen-Geç Pliyosen'de K-G kabuksal kısalma dönemi (Koçyiğit ve diğ., 1999) olarak tanımlanmıştır. İki evre orojenik çökme ve Anadolu'nun batıya kaçışı ile uyum içindedir. Çok evreli gerilme modeli pek çok araştırmacı için favori haline gelmiştir (Bozkurt, 2000; Bozkurt, 2001; Bozkurt, 2003; Bozkurt, 2004; Yılmaz ve diğ., 2000; Cahan ve diğ., 2003; Purvis ve Robertson, 2005a; 2005b; Westaway ve diğ., 2004). Böylece Batı Anadolu'daki genişleme türü neotektonik rejimin başlama yaşı, genel olarak Pliyosen, hatta Geç Pliyosen'dir.

GPS verilerine göre Batı Anadolu genelinde maksimum gerilme KD-GB yönlü olup toplam gerilme miktarı ortalama 30 mm/yıldır (Reilinger ve diğ., 1997; McClusky ve diğ., 2000). Bu toplam gerilmenin yaklaşık üçte biri Ege grabenlerindeki K-G yönlü açılmayı sağlamaktadır (Barka ve Reilinger, 1997).

2.3. Stratigrafi

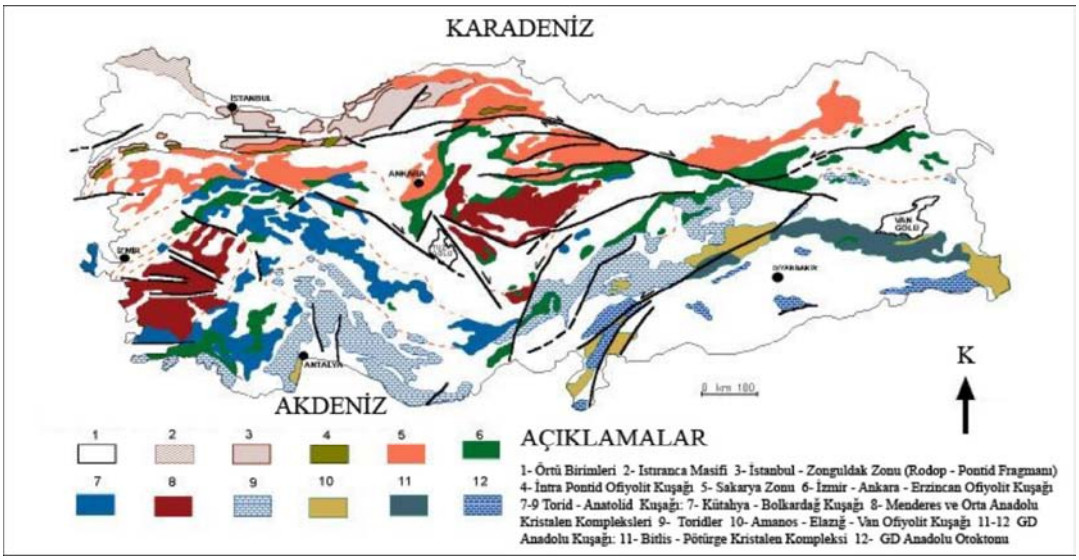
İç Batı Anadolu bölgesinde yer alan Kütahya ve çevresinde, Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik dönemlerine ait birimler yüzeyler. Tabanda temel kayaları, şist ve

mermerden oluşan metamorfik birimler ve bunların üzerine tektonik dokanakla yerleşmiş ofiyolitik kayaçlar oluşturur. Bunların da üzerinde ise diskordansla duran, göl ve akarsu ortamını yansıtan, volkaniklerle girik, kırıntılı ve karbonatlı kalın bir örtü istifi yer alır. Kütahya Grabeni'nin oluşum sırası ve sonrasında gelişen daha genç flüviyal çökeller graben dolgusu olarak bulunur (Şekil 2.2).

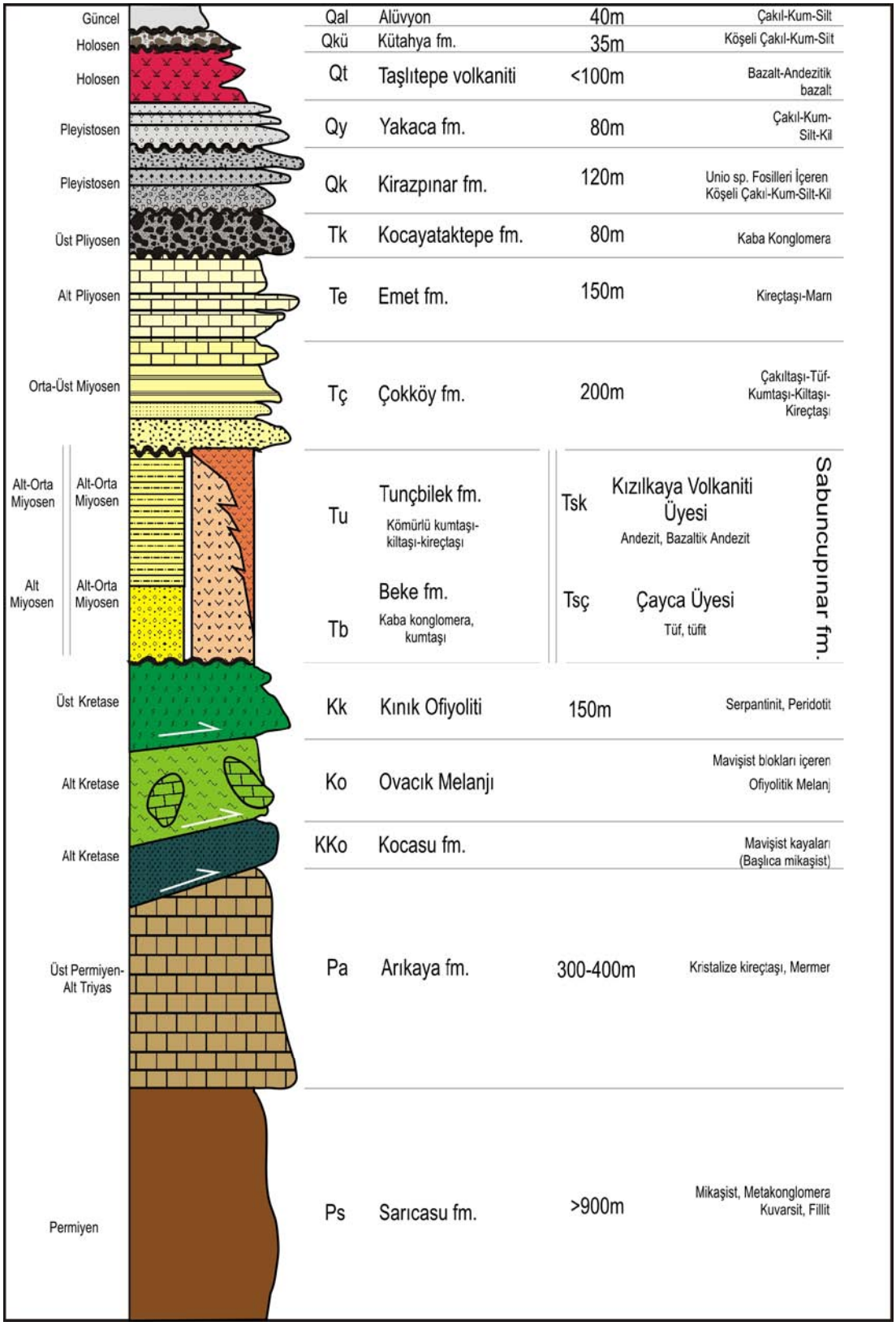
2.3.1. Kütahya ve çevresinin jeolojisi

2.3.1.1. Temel kayaları

Kütahya ve çevresinde temel kayaları, tabanda şistler ve onun üzerinde uyumlu olarak bulunan mermerler ile temsil edilir. Bunların üzerinde de tektonik dokanakla Neotetis'in kuzey kolu olan İzmir-Ankara Okyanusu'nun, kapanma sürecine dair farklı aşamaların kayıtlarını taşıyan, yeşilşist ve mavişist zonu metamorfitlerin bulunduğu ofiyolitik kayaçlar yüzeyler (Şekil 2.1'de 6 ve 7).



Şekil 2.1: Türkiye'nin Metamorfik Masifleri
(Göncüoğlu vd., 1997'den Türkçe'leştirilerek alınmıştır)



Şekil 2.2: Kütahya ve çevresinin genelleştirilmiş sütun kesiti (Ölçeksiz)

Okay (1984a, 1986) tarafından iki zon olarak incelenen bölge metamorfitleri, Tavşanlı Zonu ve Afyon Zonu olarak adlandırılarak, tanımlanmışlardır. Bu adlama ve tanımlama aşağıda adı geçen pek çok araştırmacı tarafından kabul görmüş ve kullanılmıştır.

2.3.1.1.1. Afyon zonu

Torit-Anatolit Platformu'nun kuzeye bakan pasif kıta kenarında yer alan Afyon Zonu, ilk olarak Okay (1984b) tarafından ayırtlanmıştır. Afyon Zonu, batıda Menderes Masifi gnayslarının örtü kayacı olarak bulunmaktadır (Kaya, 1972; Gün ve diğ., 1979; Okay, 1986). Tipik olarak şelf ortamını yansıtan zon kayaçları, kalınlığı 1500 m üzerinde olan ve yeşilşist fasiyesinde metamorfizma sonucu gelişmiş, metakumtaşı, metasilttaşı ve metakuvarsitler ile metabazit ve rekristalize kireçtaşından oluşur. Düşük dereceli bölgesel metamorfizma ürünü bu kayaçlar Ketin (1966) tarafından Anatolidler içinde değerlendirilmiştir.

Afyon Zonu, Kaya (1972), Gün ve diğ., (1979) ve Okay (1986) tarafından Menderes Masifi örtü kayaçları, Özgül (1976) tarafından Bolkardağ Birimi, Okay (1984b) tarafından Afyon-Bolkardağ Zonu, Okay ve diğ., (1996) ile Tolluoğlu ve diğ., (1997) tarafından Afyon Zonu, Özcan ve diğ., (1990) ile Göncüoğlu ve diğ., (1997) tarafından ise Kütahya-Bolkardağ Kuşağı (Tavşanlı Zonu'nu da içerir) adı altında çalışılmıştır.

Bu çalışmada daha çok kabul görmüş ve yaygın olarak kullanılan, Afyon Zonu adlaması tercih edilmiştir.

2.3.1.1.1.1. Sarıcasu formasyonu (Ps)

Birim, başlıca mikaşistten oluşmaktadır. Çalışma alanındaki en yaşlı birim olup, gözlenebilen en alt kesimleri şistlerle başlar (Şekil 2.3). Birimin üst seviyelerinde, değişik ölçeklerde gri, grimsi beyaz renklerde rekristalize kireçtaşı, mermer blokları gözlenmektedir.

Birim, ilk olarak Simav ve çevresinde Akdeniz ve Konak (1979) tarafından ayrıntılı olarak çalışılmış ve adlaması yapılmıştır. Kaya (1972) tarafından İkibaşlı formasyonu, Özcan ve diğ. (1989) tarafından İhsaniye Karmaşığı, Arık ve Temur (2003) tarafından ise Şahin formasyonu adı altında incelenmiştir. Bu araştırmacılardan önce de, çeşitli tanımlamalarla, bir metamorfik seri olarak çalışılan birim, herhangi bir adlama olmaksızın tanıtılmıştır. (Holzer, 1954; Akkuş, 1962; Kalafatçıoğlu, 1962; Norman ve Arpat, 1962; Borchert ve Uzkut, 1967; Çoğulu, 1967; Ildız, 1967; Özkoçak, 1969; Lisenbee, 1971). Çalışmamızda, adlamada en yaygın olarak kullanılan ve tanımlama olarak gözlemlerimize en yakın tanımlamalarda bulunan, Akdeniz ve Konak (1979)'ın Sarıcasu formasyonu adlaması tercih edilmiştir.

Yeşilşist fasiyesinde Barrow tipi (Akdeniz ve Konak, 1979) düşük dereceli metamorfizma geçirmiş kayaçlar (Özcan ve diğ., 1988; Göncüoğlu ve diğ., 1992; Arık ve Temur, 2003), muskovit-kuvars-albit şist, muskovit-klorit-kalsit-kuvars şist, klorit-kuvars şist, kuvars-albit-serizit şist, metakonglomera, fillit, kuvarsit bileşimlidir (Akdeniz ve Konak, 1979; Arık ve Temur, 2003). Birimin üst seviyelerinde gözlenen karbonatlı blokların, birimin üzerinde uyumlu olarak bulunan Arıkaya formasyonun çökelmesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Tektonik etkiler sonucu, birim içinde yersel milonitleşmeler olağandır.

Koyu renklerin hakim olduğu şistler, çoğunlukla kahve tonlarında renklere sahiptir. Yer yer gri ve yeşilin değişik tonlarının da gözlendiği birimde, mika yoğun kesimlerinde pırıltılı, sedefimsi görünümü olağandır. Yer yer biyotit minerali gözle görülebilir boyutlardadır. Siyah, siyahımsı gri renkli seviyeler, elleri de boyaması ile grafiti anımsatmaktadır. Beyaz, grimsi beyaz renkli kuvarsitler birim içerisinde olağandır. Ayrıca milimetre ve santimetre boyutlarında, göz şekilli albit ve kuvars porfiroblastları da bulundurur. Talkşistler çoğunlukla sarımsı ve yeşilimsi tonlardadır. Kaygan ve yağsı dokusu ile belirgindir.

Çalışma alanının güney ve güneybatı kesimlerinde geniş alanlarda yüzeyleyen birim, başlıca Yellice Dağı ve eteklerinde gözlenir. Yöredeki en yüksek alan olan Yellice Dağı, çalışma alanındaki en yaşlı kayaçların yüzeylediği yer olması itibariyle dikkat çekmektedir. Zira istifte en tabanda bulunması gereken birimlerin bu denli

yükselebilmesi için şiddetli bir tektonizmaya ihtiyaç vardır. En yüksek noktanın 1901 m ile Sarıcasu formasyonunun yüzeylediği Nalbant Tepe'nin kotu dikkate alınırsa, en genç birim olan alüviyonun gözlendiği ortalama 1000 m kotu arasında dahi yaklaşık 900 m'lik bir kot farkı meydana gelmiştir. Bu durum yapısal jeoloji kısmında daha ayrıntılı olarak incelenecektir.



Şekil 2.3: Sarıcasu birimine ait mikaşistlerden bir görünüm

Birim, çalışma alanındaki kayaçların temelini oluşturur. İnceleme alnı içerisinde şistlerin tabanı gözlenemediğinden birimin taban ilişkisi tespit edilememiştir. Üstte ise Arıkaya formasyonu ile uyumludur.

Formasyonunun tabanı gözlenemediği için gerçek kalınlığı da tespit edilememekle birlikte, görünür kalınlığı 900 m den fazladır.

Toros kuşağında çalışan Özgül (1976), Bolkardağ Birliği olarak tanımladığı metamorfitlerde başlıca şist, kuvarsit ve mermer bloklarından oluşan kesimine Permiyen yaşını vermiştir Tavşanlı-Dağardı (Kütahya batısı) yöresinde çalışan

Birimin yaşı, farklı araştırmacılarca farklı tespit edilmiştir. Kalafatçıoğlu (1962) bölge metamorfitlerinin Paleozoyik yaşlı olduğunu belirtmiştir. Göncüoğlu ve diğ., (2003) ise "Kütahya-Bolkardağ Kuşağı"nın, Özgül (1976) ile Okay'ın (1984b) Afyon ve Tavşanlı zonlarını kapsadığını ve orta Sakarya-Afyon ve Konya yörelerinde yüzeyleyen YB/DS metamorfiklerinin Permiyen yaşlı olduğunu belirtmiştir. Aynı çalışmada kuşağın, Kütahya bölgesi ile Ecemiş Fay zonu arasında kalan kesiminde yüzeyleyen ve metamorfitleri örten birimler ise, Alt Triyas-Alt Kretase arasında yaşlandırılmıştır. Okay'a (1984a) göre ise Haymana Havzası'nda metamorfik kayaçlardan türeyen çökeller Senomaniyen yaşlıdır, dolayısıyla metamorfitler Senomaniyen'den yaşlı olmalıdır. Koçyiğit ve diğ., (1991) ile Koçyiğit ve Bozkurt (1997), Yellice Dağı'nda yüzeyleyen kayaçların, İzmir-Ankara-Erzincan Zonu / Menderes Masifi sınırına en yakın mostralar olduğunu yazmış, Özcan ve diğ., (1989) ile Göncüoğlu ve diğ., (1992) bu kayaçların Karbonifer-Permiyen yaşlı olduğunu belirtmişlerdir. Akdeniz ve Konak (1979) ise formasyon çakıllarının fosilli Orta-Üst Triyas içinde gözlenmesinden dolayı Permiyen-Alt Triyas yaşı vermiştir. Bu yaş verileri göz önüne alınarak birim için Permiyen yaşı uygun görülmüştür.

Sarıcasu formasyonu içerisinde, metamorfize olmuş hem kaba, hem de ince kırıntılılar bulunması, birimin, çökelmesi sırasında kırıntı egemen bir çökelme ortamı olduğunu ve dönemsel olarak ta bunu sağlayan enerji miktarının farklılaştığını göstermektedir. Karbonatlı, killi düzeylerin de bulunması çökelme ortamının ritmik olarak sığlaşıp derinleştiğine ve kimyasal açıdan karbonat çökelimine elverişli olduğuna işaret etmektedir.

2.3.1.1.1.2. Arıkaya formasyonu (Pa)

Kristalize kireçtaşı, mermer olarak tanımlanan birim, gri, bej ya da beyazımsı renklerde, yer yer dolomitleşmiş, fay zonuna yakın kesimlerde yoğun makaslanmış (Şekil 2.4) ve breşik dokulu olarak gözlenir.

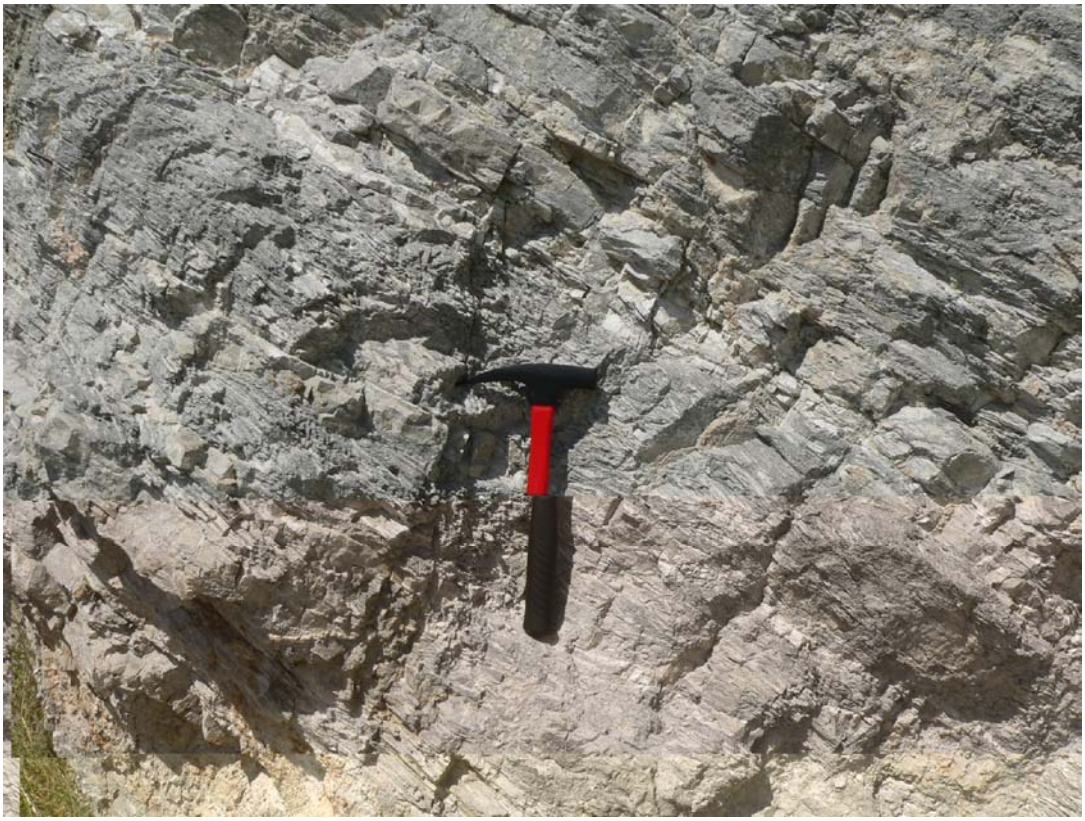
Birim, ilk olarak Akdeniz ve Konak (1979) tarafından Arıkaya formasyonu ismiyle tanıtılmıştır. Bölgede çalışan Arık ve Temur (2003) ise, birime Karaağaç formasyonu ismini vermişlerdir. Önceki çalışmalarda; Akkuş (1962); Kalafatçıoğlu (1964); Vıcıl (1982); Yiğitgüden (1984) tarafından Mesozoyik mermerleri olarak tanıtılan birim çalışmamızda Arıkaya formasyonu olarak tanıtılacaktır.

Birime ait örnekler üzerinde yapılan petrografik incelemelerinde, gronablastik dokulu olduğu ve ana bileşeninin kalsit olduğu, ayrıca ikincil olarak kuvars, plajiyoklas ve muskovit kapsadığı bildirilmiştir (Arık ve Temur, 2003). Ancak tarafımızdan yapılan gözlemlerde ve Bilgin (1967) tarafından da belirtildiği gibi ana bileşen her zaman kalsit değildir.

Birim çalışma alanında, Karaağaç, Yaylababa, Koçak, Yenice köyleri civarında yüzeyler. Yenice ve Karaağaç köyleri civarında tipiktir. Bu alanlarda mostrada karstik yüzeyler gösterir. Sarıcasu ve Arıkaya formasyonları, Kütahya grabeninin güney-güneybatı kenarında Kütahya Fay Zonu tarafından kesilir ve önemli miktarda atıma uğratılır. Bu nedenle, metamorfitler, Kütahya Fay Zonunun kuzey bloğunda, yüzeyde pek gözlenemez.

Birim, tabanında Sarıcasu formasyonu ile geçişlidir. Ancak bazı araştırmacılarca şistler üzerine diskordansla geldiğinden söz edilir (Akkuş, 1962; Arık ve Temur, 2003). Çalışma alanı içerisinde böyle bir durum gözlenmemiştir. Arıkaya formasyonu, tektonik olarak Kocasu formasyonu tarafından üzerlenir.

Arıkaya formasyonu'nun yaklaşık kalınlığı, 400 m civarındadır. Taban kesimlerinde orta-kalın, üste doğru ise ince katmanlıdır. Oldukça çatlaklı ve kırıklıdır. Bazı kesimlerde kıvrımlanmış (Şekil 2.5) ve fay zonunda yoğun makaslanmıştır (Şekil 2.4). Bu makaslama zonunda, doğuda yaklaşık Hacıazizler dolaylarından başlayıp, batıda Gümüşköy civarına kadar devam eden ve fay zonu boyunca, tarafımızdan fay pudrası, Bilgin (1967) tarafından dolomit kumu olarak adlandırılan bir zon gelişmiştir (Şekil 2.6 ve 2.7).



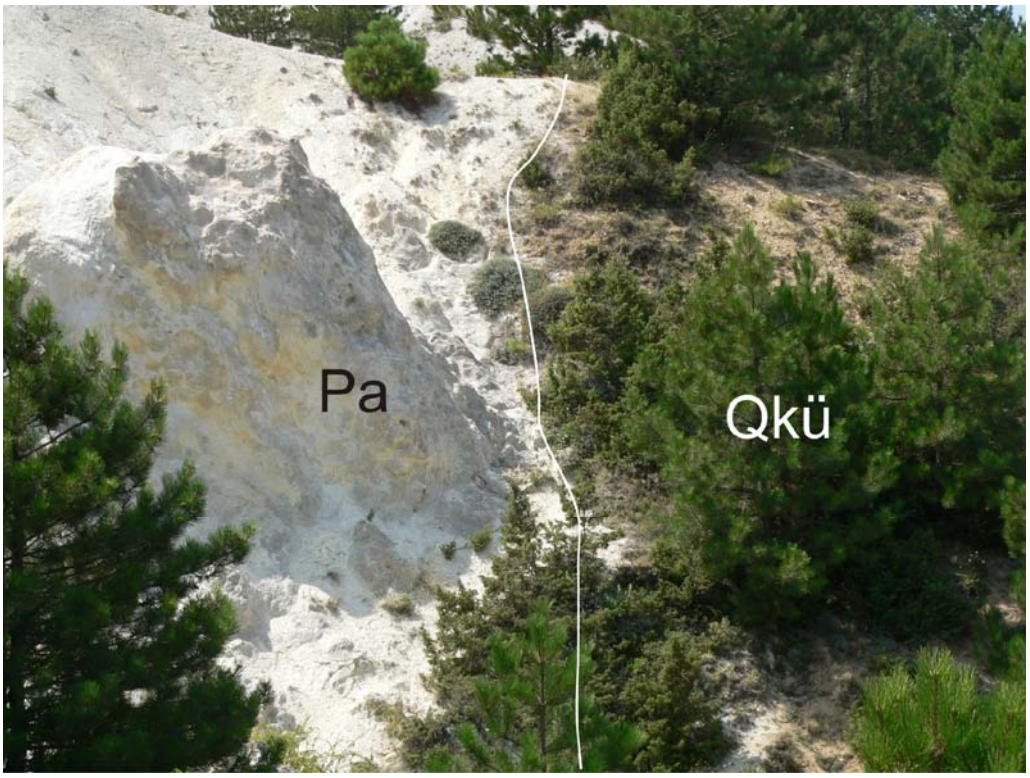
Şekil 2.4: Yoğun makaslanmış dolomitik Arıkaya formasyonu



Şekil 2.5: Kapalı kıvrımlara sahip Arıkaya formasyonundan bir görünüm
(Kozluca köyü, Anbar Tepe doğusu)



Şekil 2.6: Kütahya Fay zonunda gelişmiş yoğun makaslanmaya bağlı fay pudrası, bir çeşit fay breşi (Acemdağı Tepe, Kırklar Tepe etekleri, Börekçiler Mahallesi)



Şekil 2.7: Arıkaya formasyonunun breşleşmiş kısmının Kütahya formasyonu ile olan dokanağı. Dokanak Kütahya Fayı tarafından belirlenmiştir (Pa: Arıkaya formasyonu, Qkü: Kütahya formasyonu)

Birimin yaşı benzer birimlerde yapılmış önceki araştırmalara kıyasla verilmiştir. Bu çalışmalardan, Kaya (1972) tarafından, Tavşanlı (Kütahya) güneyinde, mermerleri (Arıkaya formasyonu) uyumlu olarak üzerleyen Üyücek formasyonuna, içindeki alglere dayanarak Jura yaşı verilmiştir. Şistlerin (Sarıcasu formasyonunun) üst seviyelerinde de, karbonat bloklarının bulunması ve bu iki birimin uyumlu olarak gözlenmesi sebebiyle, karbonat çökeliminin Permiyen sonlarında başlayıp Triyas'ta devam ettiği önerilmiştir. Ayrıca Akdeniz ve Konak (1979) birimin fosilli Orta-Üst Triyas tarafından (Kırkbudak formasyonu) üzerlendiğini belirtmiştir.

Tarafımızdan içinde fosil bulgusuna rastlanılamayan birime, yukarıdaki verilere dayanılarak, Üst Permiyen-Alt Triyas yaşını vermek uygun görülmüştür.

2.3.1.1.2. İzmir-Ankara zonu (İAZ)

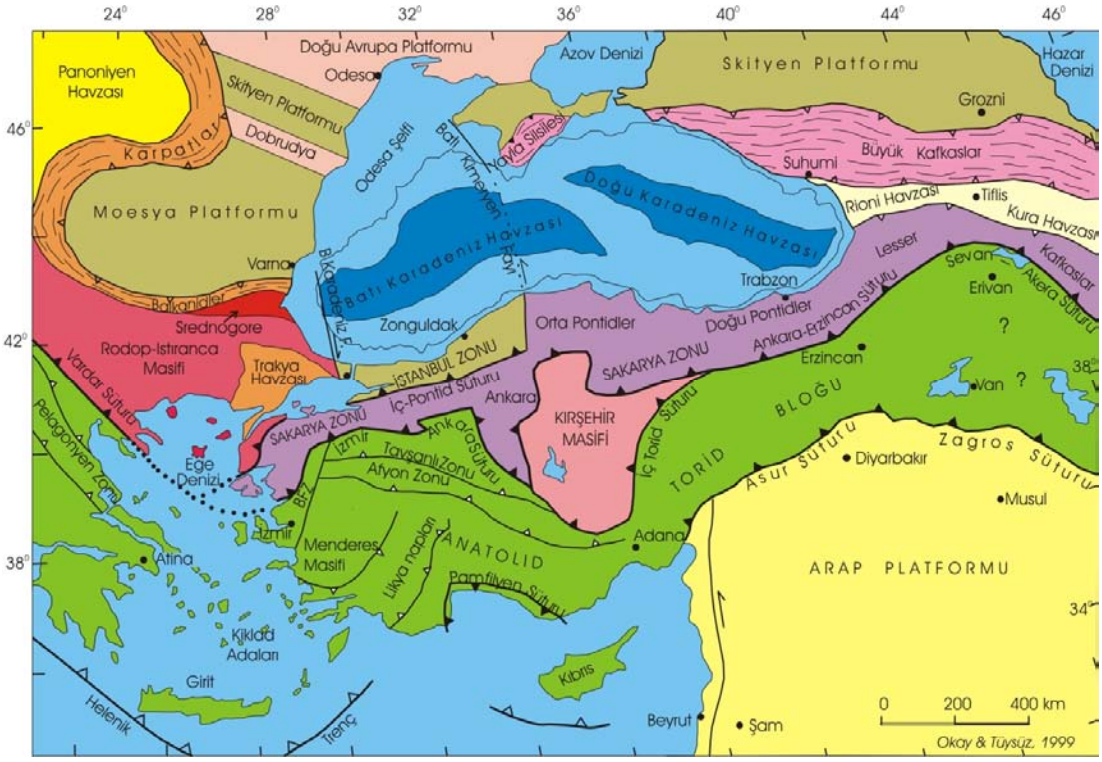
Kütahya ve çevresinin de içinde bulunduğu, İzmir'den başlayarak Bursa-Eskişehir-Ankara yönünde yayılım gösteren, metamorfik kayaçlar ve ofiyolitli melanj ile geniş alanlara yayılmış ultramafik kayalardan oluşan bir kuşak, ilk olarak Brinkmann (1966) tarafından "İzmir-Ankara-Erzincan Zonu (İAEZ)" olarak tanıtılmıştır. Daha sonra Kaya (1992) tarafından yeniden tanımlanmış İzmir-Ankara Zonu (İAZ), ultramafik ve metamorfik (yeşilşist ve mavişist) bir temeli çökel dokanak ile örten En Geç Kretase volkanik olistostrom birimi olarak açıklanmıştır.

İAEZ (Blumenthal, 1946; Brinkmann, 1966; 1972; 1976; Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay, 1984b; Kaya, 1991; 1992; Okay ve Siyako, 1991), Lavrasya ve Gondvana arasındaki Tetis Okyanusu'nun, kuzey kolunun kapanmasıyla, Sakarya Kıtası (Şengör ve Yılmaz, 1981) ile Anatolid-Torid Bloğunun çarpışması sonucu gelişen dalma-batma, üzerleme, yüksek basınç/düşük sıcaklık (YB/DS) metamorfizması ve magmatizma, ofiyolitik melanj gibi değişik jeodinamik olayların ürettiği kaya birimlerinin bir araya geldiği zon olarak tanımlanabilir.

Böylece dalma-batmanın Erken Kretase'de başladığı ve Erken Eosen'e kadar devam ettiği (Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz, 1981; Yılmaz, 1990, Yılmaz ve diğ., 1997a), okyanusal kabuğun kuzey yönlü yitimle Sakarya Kıtası altında tüketilmeye

başlamasını takiben ada yayı toleyitik, yüksek mağnezyumlu okyanusal kabuk ile melanj kaması geliştiği belirtilir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve diğ., 2001; Robertson, A.H.F., 2002). Burada supra-subduction zonu ofiyolitleri, Üst Kretase'de ekaylı dilimler halinde güneye doğru Anatolid-Torid Bloğu üzerine bindirirken farklı deformasyon yapıları sunan farklı yaş ve kaya tiplerinde kaotik özellikli ofiyolitik melanjın oluşumunu sağlamıştır (Çoğulu, 1967; Nebert, 1975; Koçyiğit ve diğ., 1991).

Geç Triyas-Erken Kretase'de oluştuğu kabul edilen (Tekeli, 1981; Gautier, 1984; Bragin ve Tekin, 1996; Göncüoğlu ve diğ., 2000) İAZ kayaçları, İzmir-Balıkesir arasında Bornova Filiş Zonu ile temsil edilir ve kuzeydeki Sakarya Kıtası'ndan ayrılır. Doğuya doğru ise sırasıyla mavişist ve yeşilşist kuşağı olarak tanımlanmış kayaçlarca temsil edilir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8: Türkiye ve çevresinin tektonik birlikleri (Okay ve Tüysüz, 1999)

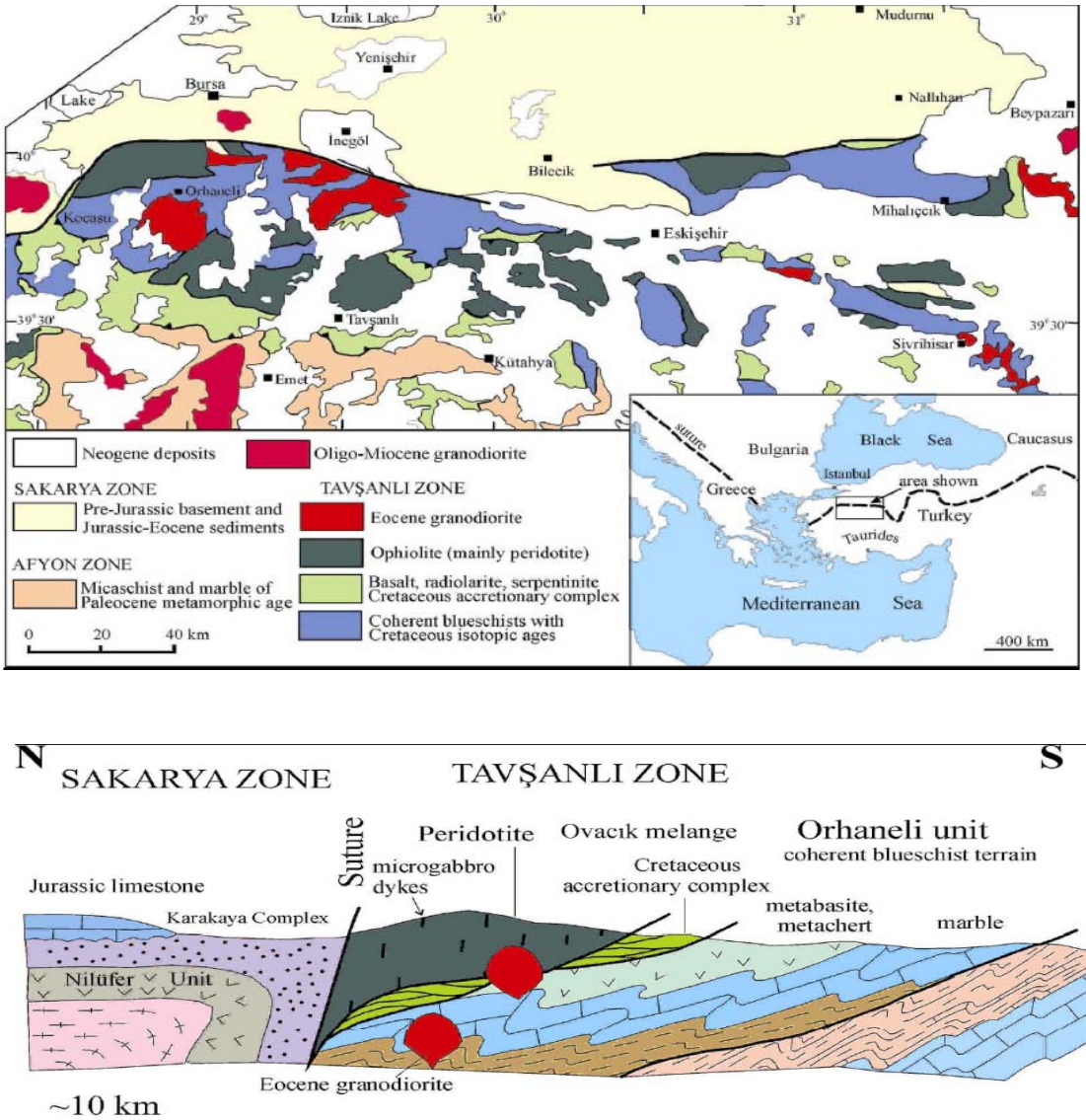
Çalışma alanı yakınlarında pek çok araştırmacıya konu olan ve inceleme alanındaki örtü birimlerinin pek çoğu için temel niteliği taşıyan bu ofiyolitik kayaçlar; Kretase yığışım karmaşığı (Okay ve Tüysüz, 1999), Geç Kretase volkanik olistostrom birimi

(Göncüoğlu, 1992), Afyon-Bolkardağ (Önen ve Hall, 2000; Sherlock ve diğ., 1999) ya da Kütahya-Bolkardağ Kuşağı (Göncüoğlu ve diğ., 2003) gibi farklı isimlerle anılmış ve çalışılmıştır. Ayrıca, bu kayaçlar, Kalafatçıoğlu, (1962), Brinkman, (1972), Kaya, (1972), Okay, (1980a), Okay, (1980b), Okay, (1980c), Okay, (1981), Okay, (1982), Okay, (1984a), Okay, (1984b), Okay, (1986), Okay, (1989), Koçyiğit ve diğ., (1991), Göncüoğlu ve diğ., (1992); Önen ve Hall, (1993); Şengün, (1993); Harris ve diğ., (1994); Kaya ve diğ., (1995a; 1995b), Akyüz ve Okay, (1996), Okay ve diğ., (1996), Okay ve diğ., (1998), Sherlock ve Okay, (1999), Sherlock ve diğ., (1999), Önen ve Hall, (2000), Okay, (2001), Okay ve diğ., (2001), Okay, (2002), Özen ve Sarıfakıoğlu, (2002), Bacak ve Uz, (2003), Göncüoğlu ve diğ., (2003), Önen, (2003), Okay ve Göncüoğlu, (2004), Candan ve diğ., (2005), Çelik ve diğ, (2006), Okay ve Satır, (2006), Topuz ve diğ., (2006), Çelik (2008) gibi pek çok araştırmacı tarafından çalışılmış ve tanıtılmıştır. Bu kayaçlar tarafımızdan Tavşanlı Zonu kayaçları olarak tanıtılacaktır

2.3.1.1.2.1. Tavşanlı zonu

Kuzeyde İzmir-Ankara Süturu ile Sakarya Kıtası'ndan ayrılan ve güneyde de Afyon Zonu kayaçları ile sınırlanan ~50-60km genişliğinde ve 250km D-B gidişli kuşakta (Şekil 2.8) yüzeyleyen serpantinleşmiş peridotitler ve ofiyolit-mavişist kayaları, ilk olarak Okay (1981)'de konu edilmesine rağmen, literatürde daha çok, Okay (1984a) referans edilerek tanıtılmakta ve Tavşanlı Zonu ismiyle anılmaktadır. Ayırtlanan bu ofiyolitik melanj-mavişist kuşağının batı kesimi Bursa'nın güneyinde Mustafa Kemalpaşa'dan, doğuda Konya güneyinde (Droop ve diğ., 2005) Nallıhan ve Eskişehir dolaylarında Mihalıççık'a kadar uzanır (Holzer ve Colin, 1957; Kaaden, 1966; Çoğulu, 1967; Lünel, 1967; Kulaksız, 1977; Okay, 1980a; 1980b; 1980c; 1980d). Bölgedeki, alta dalan Pontid kıtasal kenarı tarafından oluşturulan mavişistler ve volkanik kayaçlar Tavşanlı Zonu (Şekil 2.9) içinde yer alır. (Okay, 1984a). Batı Anadolu'da Anatolid-Torid platformunun en kuzey kenarında yer alan Tavşanlı Zonu dünyada belki de en iyi korunmuş mavişistleri içerir (Okay, 1984b). Tavşanlı Zonu'nun en alt birimi (Orhaneli birimi), YB/DS koşullarında metamorfizmaya uğramış düzenli bir istif şekilde tanıtılmıştır (Okay, 2007). Tavşanlı Zonu'nun İzmir-Ankara-Erzincan Süturu'nun güneyinde ve ofiyolitlerin altında kalması, bu zonun

Anatolidlere dahil olduğunu ve ilksel olarak Anatolid-Torid platformunun en kuzey kesimini oluşturduğunu düşündürür (Okay, 1984a). Tavşanlı Zonu güneye doğru Afyon Zonu'nun üzerine itilmiştir (Okay, 1984a).



Şekil 2.9: Tavşanlı Zonu'nun jeoloji haritası ve enine kesiti (Okay ve Tüysüz, 1999)

Fosil verilerine göre Tavşanlı zonu kayaçlarına;

-Servais (1982) Kütahya kuzeyindeki radyolaryalı çört ve mermerlerden Üst Jura-Alt Kretase, Okay ve Kelley (1994) Orhaneli (Bursa)-Tavşanlı (Kütahya) arasındaki Çaltılıbük doğusunda, ofiyolitik melanj olarak değerlendirilen volkano-sedimanter birim içindeki rodyolaryalı çört ve kireçtaşlarındaki karakteristik foraminiferlerden olan Pithonella ovalis ile Senomaniyen-Maastrihtiyen ve Sivrihisar yakınlarında,

karmaşığın içindeki kireçtaşı bloklarında bulunan Globotruncana çeşiti ile Kampaniyen, Gautier (1984), Kampaniyen, Kalafatçıoğlu (1962), Tavşanlı güneyinde, Hamam ile Ovacık arasında yüzeyleyen kireçtaşlarında buldukları Orbitoides media (d'Archiac) ve Siderolites Calcitrapoides Lamarck fosillerinden Maastrihtiyen yaşını vermiştir.

Zon içindeki ofiyolit tabanı metamorfitlerinde çalışan Önen ve Hall (1993) ile Harris ve diğ., (1994) tarafından elde edilen izotopik yaşlara göre ise Albiyen-Senomaniyen yaşları verilmiştir. Bu veriler bize İzmir-Ankara okyanusunun yöredeki varlığı için Geç Jura- Maastrihtiyen yaş aralığını önermektedir.

2.3.1.1.2.1.1. Kocasu formasyonu (Kko)

Birim, başlıca YB/DS metamorfizmasıyla başkalaşmış kumtaşı, şeyl gibi kırıntılıların oluşturduğu ve literatürde mavişist kayaçları olarak tanıtılan mikaşistlerden oluşur (Şekil 2.10).



Şekil 2.10: Beşdeğirmen dolaylarındaki Kocasu formasyonuna ait mostradan bir görünüm

Yaygınca, Orhaneli-Mustafa Kemalpaşa-Keles (Bursa) dolaylarında yüzeyleyen birim Kocasu Formasyonu adlamasıyla çalışılmıştır. (Okay ve Kelley, 1994; Okay ve diğ., 2002, Okay, 2007). Pek çok ofiyolit tabanı metamorfik kayaç için tanımlama, bunların tektonik yerleşme boyunca ofiyolitlerin altında şekillendiği yönündedir (Malpas ve diğ., 1973; Jamieson, 1981; Spray ve diğ., 1984; Hacker, 1990).

Mikaşistler, jadeit, lavsonit, glokofan gibi YB/DS mineralleri içerir (Okay ve Kelley, 1994; Okay, 2007).

Kütahya'nın batısındaki Tavşanlı ve çevresi, mavişist kuşağı olarak da anılan kayaçların bolca yüzeylediği bir bölgedir. Spilit, tüf, çört, şeyl gibi kayaların metamorfizması sonucu oluşan mavişist kuşağı, kuvars-mika şist, amfibolit şist, amfibolitler ve garnet amfibolitlerinin bir tektonik karışımıdır. Bu kuşak içerisinde mavişist metamorfizmasının derecesi kuzeye doğru artar (Okay, 1984a).

Mavişist metamorfizmasının yaşı, Rb/Sr yaş tayini yöntemi ile fenjitlerden Kampaniyen (~80 My) olarak tayin edilmiştir (Sherlock ve diğ. 1999).

2.3.1.1.2.1.2. Ovacık melanjı (Ko)

Birim, türbiditik kumtaşı ve çakıltaşı, yeşil-sarı renkli, ince katmanlı-laminalı, şeyl-silttaşı-kiltaşı-çamurtaşı-tüfit-litarenit gibi makaslanmış bir hamur içinde mavişist blokları ve ofiyolitik kayaç parçaları içeren, çoğunlukla düzensiz dağılmış, istif görüntüsü sunan bir karmaşık şeklindedir (Şekil 2.11).

Bu özellikleriyle birim, Koçyiğit ve diğ., (1991) tarafından yığışım prizması topluluğu olarak tanımlanmış ve bir litodemik birim olduğundan bu haliyle normal stratigrafik birim gibi adlanamayacağı belirtilerek Ovacık Yapısal Karmaşığı olarak adlandırılmıştır. Birim, çalışmamızda Ovacık melanjı adlamasıyla tanıtılmıştır.



Şekil 2.11: Ovacık melanjından bir görünüm (Kaynarca köyü girişi)

Birim kaya türü ve yapı bakımından kabaca mavişist-filiş-ofiyolit şeklinde ayırtlanabilir ve çoğunlukla koyu kahverengi ve yeşil renklerde gözlenir. Yer yer bej ve kırmızı renkli olup yapraklıdır. Kırmızı renk, çörtlü, radyolaritli kireçtaşı bloklarından kaynaklanmaktadır. Okay (1981), genel anlamda ofiyolitli melanjı oluşturan kayaların (bazik lav, volkanik aglomera, tüf, radyolaryalı çört, kırmızı ve yeşil şeyl, serpantinit, talk, grovak, pelajik kireçtaşı, tabakalı manganez ve yabancı kireçtaşı blokları) sahada ilksel özelliklerini koruduklarını ve herhangi bir metamorfizma etkisi göstermediklerini ancak ayrıntılı petrografik incelemelerden bu kayaların tümünün, bir başlangıç yüksek basınç/düşük sıcaklık metamorfizması ve bu metamorfizma ile ilgili bir metazomatizma geçirdiğini belirtmiştir. Karmaşığın içinde çört-pelajik karbonatlar, radyolaritler, mermerler, gabro ve serpantinleşmiş peridotitler en yaygın olanlarıdır. Birim içersinde yeşilimsi kahve renkli, ince yapraklanmalı sleyt ve sarı, grimsi sarı renkli, ince-orta yapraklanmalı kalkşist ardışımlıdır. Pelajik çökeller ise koyu gri renkli, lineasyonlu, eklemli ve orta katmanlıdır. İstifin üst seviyelerinde metamorfizma etkileri daha azdır ve sleyt, kiltaşı, silttaşı türü ince kırıntılılar egemen olur. Dolerit, bazalt gibi bazik volkanik kayaçların yüzeylediği alanlar arazide masif yeşil görünümlü sahaları teşkil eder.

Tüm bu volkanik malzeme, tamamıyla spilitleşmiş olup ana mineraller olarak albit, ojit ve klorit bulunur. Karmaşık içerisinde çeşitli boyutlarda serpantinitler yaygındır. Serpantinlerde peridotit dokusu silinmiş ve ana serpantin minerali olarak antigorit gelişmiştir (Okay 1980d). Serpantinitleri kesen gabro daykları, serpantiniti saran kayaçlar içine girmezler ve serpantinitin çeperinde kesilirler. Bu durum gabro dayklarının okyanus içi ortam koşullarında gelişmiş olduğunu ya da melanj gelişimi öncesinde geliştiğini önerir. Ayrıca birim içinde tektonik kamalar biçiminde yeşilşistler yer alır (Okay, 1981). Kendi içinde bindirimli bir yapı sunan birimde gelişmiş güneye bakan kıvrımlar, ve kuzeye eğimli eksen düzlemi klivajları, birimin kuzeyden güneye doğru tektonik yolla taşınmış olduğunu gösterir (Koçyiğit ve Bozkurt, 1997). Bu ilişkilerin en iyi gözlendiği alanlar, Yoncalı ve Enne ile Andız köyleri çevresidir.

Ovacık melanjına ait bazı yüzlekler, Kütahya grabeninin güney-güneybatı kenarında, Kütahya Fay Zonu içinde ve yaklaşık 1100 m yükseklikte faylara asılı olarak kalmıştır; örneğin, Okçu-Güveçci köylerinin güney-güneydoğusundaki fay sarplıklarında olduğu gibi. Halbuki aynı birimler kuzeyde, Kütahya grabeninin içinde yaklaşık 50 m kalınlıktaki genç alüviyon sedimanları ve 100 m kalınlıktaki Pleyistosen yaşlı Kirazpınar formasyonu altında yer almaktadır. Başka bir deyişle, Ovacık melanjı, Geç Pliyosen'den beri en az 300 m kadar kuzeye doğru düşey atıma uğratılmıştır. Ovacık melanjı, grabenin kuzey kenarında da, birkaç on km^2 lik alanlar kaplayan serpantinleşmiş peridotit kütleleri tarafından tektonik olarak üzerlenir.

Okay (1981), ofiyolitli melanjı etkileyen kuvvetli tektonizmanın, serpantinitlerin kuzeye doğru azalması ve fayların doğrultularının D-B ve KD-GB yönlerinde gelişmiş olmasına dayandırarak, peridotitin bu ofiyolit dizisi üzerine bindirmesi ile oluştuğunu belirtmiştir. Bu haliyle ofiyolitli melanj peridotitler önünde dilinme zonu oluşturmaktadır (Okay, 1981).

Birim, Okay (1981) tarafından Tavşanlı'nın güneyinde yer alan "Ovacık Gurubu"na (Kaya, 1972) veya "Ovacık Karmaşığı"na (Okay ve Kelley, 1994; Okay ve diğ., 1998), Sındırgı-Akhisar bölgesindeki "filiş-ofiyolit" dizisine (Uz, 1978), Kütahya güneydoğusundaki "Çöğürler Karmaşığı"na (Özcan ve diğ., 1989) benzer gösterilmiştir.

2.3.1.1.2.1.3. Kınık ofiyoliti (Kk)

Birim başlıca perdotit, serpantinit, spilitik diyabaz, harzburjit ve serpantinleşmiş harzburjitlerden oluşur.

Bölgede peridotitler (Şekil 2.12) 20km eninde genellikle harzburjitlerin ve serpantinleşmiş harzburjitlerin yaygın olduğu bir kuşak oluşturur (Özkoçak, 1969; Lisenbee, 1971; Okay, 1980c) ve kuzeye doğru değişik kalınlıklarda, bir ofiyolitli melanj-mavişist birimi üzerine itilmiştir. Birim içinde ayrıca, serpantinleşmiş dunit, serpantinit, bazik dayk grubu kayaçlar (spilitik diyabazlar; Şekil 2.13) ile ultrabazik kayaçlarla ilişkili kromit ve manyezit cevherleşmeleri bulunur. Bu cevherlerin pek çoğu işletilmektedir.

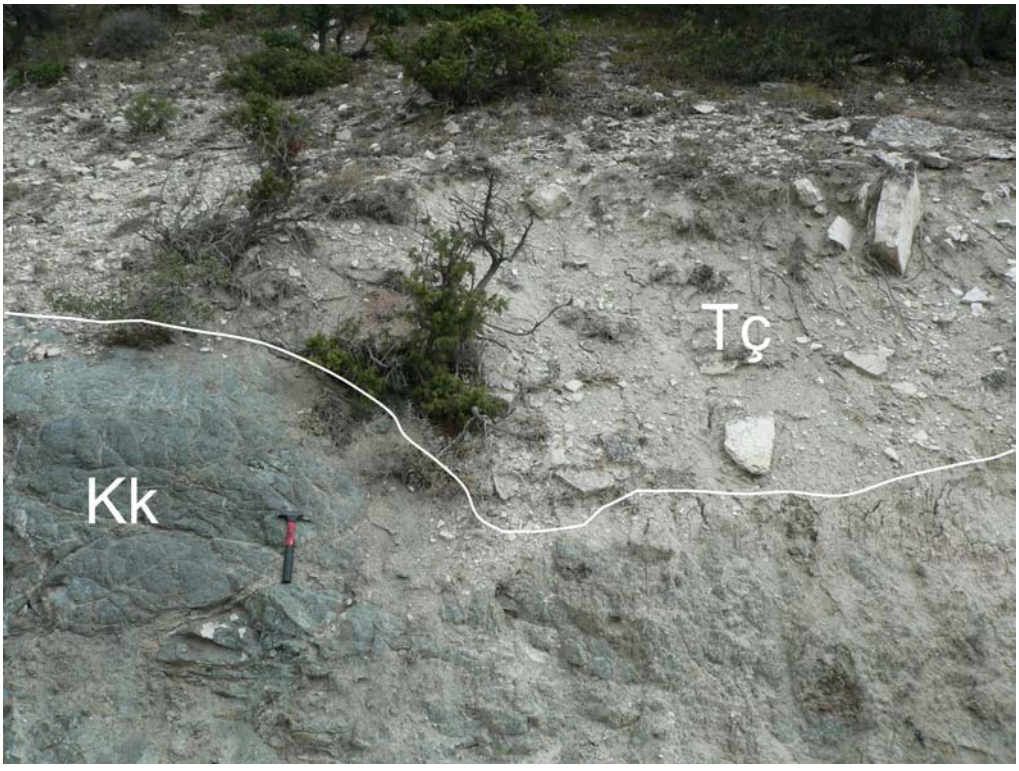
Olivin, ortopiroksen ve spinelden oluşan ve az oranda klinopiroksen de içeren harzburjitler koyu yeşil, yeşil tonlarda, bol kırıklı, serpantinitler ise genellikle faylı ve eziklidir.

Yaylacık ve Yeşildağ peridotitleri içindeki gabro dayklarında mavişist metamorfizmasının izlerine rastlanmaması, peridotit masiflerinin metamorfizma sonrası bir dönemde ofiyolitli melanj ve mavişistler üzerine tektonik olarak geldiğini gösterir (Okay, 1981).

Peridotitler tektonik olarak bindirmeli dokanakla, Ovacık melanjını üzerler. Birim, bölgedeki Miyosen öncesine ait temel kayaların en üst seviyelerini tanımlar. Uzun süre karasal ortamı yansıtan birim Miyosen'le birlikte Ege'de geniş bir alanı kaplayan göl ortamına terk etmiş ve bu ortam ürünü genç ürünlerle uyumsuz olarak üzerlenmiştir.



Şekil 2.12: Kınık ofiyoliti içerisinde peridotit düzeyleri



Şekil 2.13: Çokköy formasyonu (Tç) tarafından diskordansla (Beyaz çizgi diskordans düzlemini gösterir) üzerlenen Kınık ofiyoliti (Kk) içerisindeki diyabaz düzeyleri

Tavşanlı Zonu'na ait okyanus adası bazaltı kökenli kayaçlarda yapılan, $^{40}Ar/^{39}Ar$ yaşlandırmasına göre, yüksek sıcaklık metamorfik evresinin 93±2 My'a karşılık geldiğini göstermektedir (Önen ve Hall, 2000). Yine, yapılan önceki jeokronolojik çalışmalarda Çoğulu ve Krummenacher, (1967) K-Ar yöntemiyle, tamamen metamorfize olmuş mavişistlerdeki muskovitlerden 82 My ve 65 My, Sherlock ve diğ., (1999)'da ise Rb-Sr ile metamorfizma yaşı için 79,7-82,8 My, $^{40}Ar/^{39}Ar$ yöntemiyle Okay ve Kelley, (1994), mavişistlerdeki fenjitlerden lazer prob metoduyla 88 My ve yine Okay ve diğ., (1998) ile Harris ve diğ., (1994) tarafından 60-175 My gibi geniş bir aralık bulunmuştur. Ofiyolite, Kalafatçıoğlu (1962) Maastrihtiyen flişi içinde rastladığı diyabaz, volkanik breş, serpantin, radyolaritin, flişle karışmış ve yer yer de üzerinde bir durum göstermesine dayandırarak Maastrihtiyen yaşını vermiştir. Ofiyolit üzerlemesi ise, çarpışma sonrası Tavşanlı Zonu ve Pontid sınırı arasında Harris ve diğ., (1994)'e göre Turoniyen-Orta Eosen, Okay, (1981)'e göre de Üst Kretase-Paleosen'de gerçekleşmiştir. Kaya (1972)'nin Tavşanlı güneyindeki ofiyolit-mavişitlerin, Eosen yaşlı kireçtaşlarıyla örtülmesi nedeniyle, yerleşme yaşına önerdiği Maastrihtiyen yaşı yukarıdakilerle uyumludur.

2.3.1.2. Örtü kayaları

2.3.1.2.1. Tersiyer

2.3.1.2.1.1. Beke formasyonu (Tb)

Birim, alacalı, kırmızı, bordo (Şekil 2.14), kahve (Şekil 2.15), sarımsı ve yer yer gri renkli kaba konglomera, kumtaşı ve üste doğru kiltaşı marndan oluşur.

İlk olarak Baş (1983) tarafından kullanılan Beke formasyonu ad ve tanımlaması bu çalışmada da kullanılmıştır.

Birim tabanda blok boyutundaki kaba kırıntılılarla başlar ve yukarı doğru tane boyu küçülerek kumtaşı hatta çamurtaşı düzeyine kadar düşer. Ancak birim içinde düzenli bir derecelenme gözlenmez. Kendi içinde düzensiz, kötü boylanmalıdır (Şekil 2.15). Bu durum birim içinde yer yer yığışım şeklinde depolanmaların da söz konusu olduğunu anımsatır.



Şekil 2.14: Alacalı renkli Beke formasyonunun kum matriksli, çakıl ve blok düzeyleri

Tane boyu genellikle 5x10cm boyutlarında olup yer yer 20x30cm ye kadar gözlenebilmektedir. Çoğunlukla kötü-orta yuvarlaklaşmış olup kısa bir taşınma evresini önerir. Matriks olarak, tane boyu daha küçük olan (kum) türdeş malzeme görev yapar. Çakıl ya da bloklar, çoğunlukla yassıdır.

Kumtaşı düzeyleri genellikle kahverengi, sarımsı ve gri renklerde gözlenir ve orta-iyi boylanmalıdır. Tanelerin çoğunu ofiyolitik, metamorfik ve sedimanter kayaç parçaları oluşturur. Çelik (1999)'a göre QFR diyagramında, birim içerisindeki kumtaşları litarenit bileşimindedir.



Şekil 2.15: Kendi içerisinde düzensiz, zayıf boylanmalı, kahve renkli Beke formasyonu

İstifin genelinde ve özellikle de tabanında, daha çok ofiyolit kökenli taneler depolanmıştır. Orta seviyelere doğru bunlara şist-kuvarsit-mermer-granitoid gibi farklı kökenden malzemeler de dahil olmuştur. Matriks çoğunlukla kendisine ait daha küçük çakıl ve kumdur.

Baş (1983), Çelik (1999), Çelik ve Kerey (1999), Domaniç havzasında, birim içerisinde kömürlü düzeyler tanımlamışlardır. Lamina düzeyinde kalan bu seviyelere çalışma alanımızdaki mostralarında rastlanmamıştır.

İnceleme alanının KB ve K kesimlerinde yüzeyleyen birim, başlıca İshakçılar köyü civarı ve Arslanlı köyü kuzeyinde mostra verir.

Beke formasyonu İAZ kayaçları üzerine diskordansla gelir. Üstündeki Tunçbilek formasyonu ile uyumlu ve düşey geçişlidir. Arazide formasyon sınırını izlemek yer yer güç olmuştur. Çakıllı düzeylerin bazı lokasyonlarda Kocayataktepe formasyonu ile dokanak vermesi ve benzerlik göstermesi bu iki birimin mostrada ayırtlanmasını zaman zaman güçleştirmiştir. Ayrıca renk uyumunun olduğu kumlu düzeylerde de Tunçbilek formasyonu ile geçişli dokanak vermesi formasyon sınırının takibinde zorluklar yaşatmıştır.

Birimin kalınlığı, Baş (1983; 1986), Çelik ve Kerey (1999) tarafından maksimum 150 m, Şengüler (1999) tarafından ise Seyitömer havzasında ortalama 75 m olarak verilmiştir. Çalışmamızda, yüzlekleri Seyitömer havzasında görülen birim için tarafımızdan hesaplanan yaklaşık kalınlık ta 100 m kadardır.

Baş (1983) tarafından, birimin killi düzeylerinden bulduğu polenlere ve yaşı Eosen olarak belirlenmiş foraminiferli kireçtaşı çakılları içermesine dayandırarak, Beke formasyonuna Orta Miyosen yaşı verilmiştir. Şengüler (1999) ise birimin yaşını Alt Miyosen olarak belirtmiştir. Bunun yanında çalışma alanı yakınlarında, Akdeniz ve Konak (1979) benzer birime (Taşbaşı formasyonu) Alt-Orta Miyosen yaşı vermiştir (Tablo 2.1).

Ancak pek çok çalışmada, polen ve stratigrafik konuma bakılarak verilen bağıl Orta Miyosen yaşı tarafımızdan tartışmalı bulunmuştur. Zira, yapılan diğer çalışmalarda da (Tablo 2.1), verilen Orta Miyosen yaşları kesin yaş verilerine dayandırılamamıştır. Çalışmamızda, birimin, gerek Alt Eosen olarak yaşlandırılmış formaminiferli kireçtaşı parçaları içermesi (Baş, 1983), yaşı çoğunlukla Orta nadiren Alt Miyosen olarak verilen Tunçbilek formasyonu tarafından üzerlenmiş olması, benzer birimler için Erken Miyosen yaşının önceki çalışmaların bazılarında da kabul görmüş olması ve gerekse tespit edilen bu polenlerin karakteristik yaş verememesinden yola çıkarak, Beke formasyonuna Alt Miyosen yaşı verilmesinin daha uygun olacağı düşünülmüştür.

Baş (1983)'te belirtilen oygu-dolgu yapıları, düzensiz depolanma ve iri tane boyunun fazlalığı, yüksek enerjili akarsu ya da yelpazenin yakınsak kesimlerini önerir. Ayrıca

Çelik ve Kerey (1999) Domaniç havzası'nda tanımladıkları Beke formasyonu için, iki çökel ünite tespit etmişler ve bunlardan ilkinin örgülü nehir, diğerinin ise menderesli nehir çökel ortamını yansıttığını belirtmişlerdir. Çelik (1999), çapraz katmanlardan elde ettiği verilerle güneybatıdan kuzeydoğuya doğru bir paleoakıntı yönü olduğunu tespit etmiştir. Bundan başka, Şengüler (1999), içerdiği çapraz katmanlanma ve üst seviyelerine doğru incelen tane boyuna dayandırarak Beke formasyonunun örgülü akarsu ortamında çökeldiğini belirtmiştir. Birim, çoğunlukla eski topoğrafya üzerine fazla taşınmadan ulaşmış ve depolanmış görünmektedir.

Beke formasyonu ile korele edilebilecek formasyonlar ve tanımlamaları şöyledir;

Tablo 2.1: Beke formasyonu ile korele edilebilecek formasyonlar ve yaşları

Araştırmacı	**Çalışma Alanı**	**Tanımlama**	**Yaş**
Nebert (1960)	Keles (Bursa), Harmancık, Değirmisaz, Domaniç, Tunçbilek ve Tavşanlı (Kütahya)	Bazal horizon	Miyosen
Lebküchner (1957 ve 1959)	Seyitömer (Kütahya)	Yaşlı Neojen	Orta-Üst Miyosen
Beseme (1969)	Seyitömer (Kütahya)	Alt konglomeratik seri	Miyosen
Akat, Çağlayan ve İvak (1977)	Dursunbey, Susurluk, Kepsut (Balıkseir), Orhaneli (Bursa)	Tafak formasyonu	Miyosen
Ercan ve diğ. (1978), İnci (1983)	Uşak, Manisa, Balıkesir	Kürtköyü formasyonu	Alt Miyosen
Akdeniz ve Konak (1979)	Simav, Emet, Tavşanlı (Kütahya), Dursunbey, Demirci (Balıkesir)	Taşbaşı formasyonu	Alt-Orta Miyosen
Gün ve diğ. (1979)	Gediz ve Emet (Kütahya) güneyi	Çakıltaşı	Orta Miyosen
Yalçınkaya ve Afşar (1980)	Mustafakemalpaşa (Bursa)		Miyosen
Şengüler (1999)	Seyitömer (Kütahya)	Elmacık formasyonu	Alt Miyosen
Çelik ve Kerey (1999)	Domaniç (Kütahya)	Beke formasyonu	Alt Miyosen

2.3.1.2.1.2. Tunçbilek formasyonu (Tt)

Formasyon başlıca kömür, kiltaşı, marn, çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, tüf ve kireçtaşından oluşur.

Tarafımızdan Tunçbilek formasyonu adlamasıyla çalışılan bu çökel topluluğu, çalışma alanı dışında Akdeniz ve Konak (1979) tarafından Kızılbük formasyonu adlamasıyla tanıtılmıştır. Baş (1983) tarafından, üç ayrı üyeye ayrılarak incelenen birime, Kütahya'nın yaklaşık 55km batısında yer alan Tunçbilek beldesinden esinlenerek Tunçbilek formasyonu ismi verilmiştir. Çelik (1999) ise birimi, aynı adlamayla, dört üyeye ayırarak incelemiştir. Şengüler (1999), Seyitömer formasyonu adlamasıyla birimi beş üyeye ayırarak tanıtmıştır. Birim, literatüre farklı adlamalarla karmaşa getirmektense, linyit içeriği ve Tunçbilek yöresinin de kömürlü Neojen'i ile yaygın bir şekilde tanınmasından dolayı, çalışmamızda Tunçbilek formasyonu adlamasıyla anılması daha uygun görülmüştür. Bu çalışmada, birimin yüzeylediği geniş alanların, Seyitömer Linyit İşletmelerinin arazisi olmasından dolayı, formasyon sınırlarının devamlılığı sağlanamadığından, yukarıda konusu geçen üye ayırtlaması yapılamamış ve birim tek formasyon altında incelenmiştir.

Çoğunlukla marn, kil, kömür, şeyl ardalanması şeklinde depolanmış birimde (Şekil 2.16) killer genelde yeşil tonlarındadır ve yer yer şeyl görünümlüdür (Şekil 2.17). Bunun yanında kil düzeyleri yeşilimsi kahve ve gri tonları renklerde de gözlenir. Marnlar ise mavimsi gri, yeşil tonlarındadır. Özellikle Ayvalı köyü kuzey kesimlerinde yeşil, mavimsi renkli kiltaşı-marn seviyeleri hakimdir. Kömürlü düzeylerin tabanında yer alan yeşil kil, 50 m'ye ulaşan kalınlığa sahiptir. Birim göl ortamını yansıtır. Yeşil kil üyesi, ilk olarak Şengüler (1999)'da Seyitömer formasyonu içerisinde ayırtlanıp üye mertebesinde incelenmiştir.

Çalışma alanında, Seyitömer ve çevresinde, Arslanlı köyü ve çevresinde, Ayvalı köyü kuzeyinde, Sırören doğusunda ve Kepez köyü dolaylarında olmak üzere geniş bir alanda yayılım gösterir. İki farklı düzeyde gözlenen linyit seviyeleri nedeniyle pek çok yerde eşelenmiş, kömürü alınıp, üzerinden çıkan malzeme yakın alanlara yığılarak adeta morfoloji yeniden yapılandırılmış gibidir. Bu sebeple orijinal

mostralarını yakalamak zordur. Kömür örneklerinde yapılan incelemelerde siderit ve bor içeriklerinin yüksek oranlarda (>100µg/g) olduğu tespit edilmiş ve bu haliyle linyit kömürlerinin, volkano-sedimanter bir havzanın ürünü oldukları belirtilmiştir (Karayiğit ve Ark, 2000).



Şekil 2.16: Tunçbilek formasyonunun DKD'ya doğru eğimli yanık seri düzeylerinden kiltaşı, marn seviyeleri (Sırören köyü güneyi)

Kömürlü seviyelerin üst kısımlarında, her yerde rastlanmamakla birlikte, bazı araştırmacılar (Nebert, 1960; Nakoman, 1979) tarafından "yanık seri" adlamasıyla ayırtlanan, kiremit rengi tonlarında, kırmızımsı renkli bir zon bulunmaktadır. Alttaki bitümlü marn ya da kömür ile üstteki linyitin yanması sonucu oluştuğu düşünülen (Beseme, 1969) bu zon tipik olarak Seyitömer havzasında özellikle termik santral dolayında ve Arslanlı köyü dolaylarında Kalınlığı 10 m'yi geçmeyecek şekilde gözlenebilmektedir.



Şekil 2.17: Tunçbilek formasyonunda devrik kıvrımlı, şisti görünümlü şeyller

Kiltaşları, yeşilimsi, mavimsi gri renklerde ve çoğunlukla iyi pekleşmiştir. Kiltaşı düzeyleri daha üste doğru karbonat oranının da artmasıyla marn ve sonrasında da kireçtaşı düzeyleri olarak gözlenir. Çalışma alanı içerisinde istifin en üst seviyelerinde çok yersel ve nadiren de olsa, kireçtaşı çökelimi gözlenebilmiştir. Seyitömer bölgesinde ana litolojiyi daha çok marn düzeyleri oluşturur.

Kömür düzeyinin üst seviyelerindeki bu marn tabakalarında bitüm oranı yüksektir. Yapraklanmanın ve laminasyonun olağan olduğu bu düzeyler çoğunlukla yeşilimsi gri renklerde gözlenmektedir. Kahve renkli düzeyleri daha çok silisifiye kireçtaşı ve çörtlü düzeyleridir. Şengüler 1999'a göre, ülkemizde Üst Miyosen (Helvacı ve diğ., 1987) şeyl fasiyesinde gözlenen bitümlü kayaçlar, Seyitömer sahasında marn fasiyesindedir. Seyitömer, Arslanlı, İshakçılar, Ayvalı, Kepez ve Kükürt köyleri dolaylarında yayılım sunar. Bitümlü marnlar bazı araştırmacılara da konu olmuştur (Şengüler ve diğ., 1982; Şengüler, 1994; Şengüler, 1999; Şengüler ve Sonel, 1999). Şengüler ve diğ. (1982), çalışmalarında Seyitömer bölgesindeki bitümlü marnların 480 milyon ton rezerve sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca 5-30 m kalınlıklarda bulunan bitümlü marnların tavan-taban ilişkisinin uyumlu olduğu belirtilmiştir.

Kumtaşı-silttaşı-çakıltaşı ve özellikle kil düzeyleri ise daha çok sarımsı-kızılımsı renklerdedir (Şekil 2.18). Akıntı ve dalga ripılmarkları, oygu-doygu izleri ve yük kalıplarına bu birim içinde rastlamak mümkündür. Kırılma yüzeyleri midye kabuğunu andırır. Kızık ve Kükürt köyleri civarında gözlenebilen sarımsı kil düzeyleri maksimum 30 m kalınlığa ulaşır.

Tunçbilek formasyonunun en üst seviyeleri, tabanda çakıllı, kumlu kireçtaşı ve üste doğru killi kireçtaşı düzeylerinden oluşur. Yayılımı ve kalınlığı çok az olan bu kireçtaşları Çobanköy'ün kuzeybatısı ve Gümüşgölcük köyünün güneybatısında çok dar bir mostrada ve Bozcahüyük dolaylarında nispeten daha geniş bir alanda gözlenmiştir.



Şekil 2.18: Kömür düzeyleri alınmış, sarımsı kahve rengiyle Tunçbilek formasyonu (İsaköy dolayları, terkedilmiş yerel bir kömür ocağı)

Batı Anadolu'daki alüviyonal tortul kalınlığının fazla olmadığı havzalarda kalın ve büyük rezerve sahip linyit yataklarına rastlanır. Soma, Seyitömer, Yatağan, Şahinali gibi kömür havzaları böyledir ve bu yönleriyle Çıtak, Demirci ve Uşak havzalarından ayrılır (Helvacı ve diğ., 1987). Seyitömer linyit havzasındaki alt kömür damarının kalınlığı 37 m'ye ulaşabilmekle birlikte ortalama 15 m kadardır (Çelik ve Karayiğit, 2000).

Tunçbilek formasyonu, tabanda Beke formasyonunu düşey geçişle üzerlemiştir. Birimin tavan dokanağının Tunçbilek havzasında tüflerin altında ve bunlarla geçişli olarak bulunduğu belirtilmiştir (Baş, 1983). Çalışma alanı içerisinde tüflerle kireçtaşı düzeyleri kontağına rastlanamadığından bu anlamda stratigrafik ilişki kurulamamış olup birimin tavan dokanağının çalışma alanında Sabuncupınar formasyonuyla açılı diskordan olduğu söylenebilir.

Tunçbilek formasyonunun özellikle kil-marn ve kömürlü seviyeleri, spor ve polenler, yaprak izleri, ostracoda fosilleri ve memeli fosilleri içermektedir. Ve bu haliyle pek çok araştırmacıya konu olmuştur (Nebert, 1960; Baş, 1983; Özcan, 1986; Kaya, 1993; Çelik, 1999; Yavuz, 1999; Kapan-Yeşilyurt, 2000).

Polenlere, kömürlü düzeylerde, yaprak izleri ve ostrakodlara ise daha çok marn düzeylerinde rastlanmaktadır.

Nebert (1960), topladığı Limnea sp. ve Glandina? cinsi tatlı su fosillerinden, yıpranmış olmaları sebebiyle yaş tayininin yapılamadığını belirtmiştir. Ancak Domaniç serisi olarak adlandırdığı birimleri Tunçbilek yöresi birimleriyle korele eden Nebert (1960), Üst Pliyosen olarak yaşlandırdığı Domaniç serisinden yaşlı olarak düşündüğü Tunçbilek yöresi çökellerinin Miyosen yaşlı olabileceğini belirtmiştir.

Benda (1971), Eğriboz'un kuzeybatısında Gialtra Yarımadası'nda tespit ettiği kalın linyit düzeyleri içeren gölsel marn istifine, Üst Miyosen yaşını vermiştir.

Ercan ve diğ. (1978), Uşak yöresindeki Küçükderbent formasyonu adlamasıyla tanıttıkları birimin bitümlü şeyl düzeylerinde bulduğu yaprak ve balık fosillerine dayanarak, birime Üst Miyosen yaşını vermiştir.

Arslan (1979), Kütahya-Tunçbilek havzasında yapılmış sondajlardan alınmış 33 örnekten palinoloji incelemesi yapmış 21 genus ve 48 tip tespit etmiştir. Egemen tipler yardımıyla yaptığı deneştirme ile 4 biyozon ayırt etmiş ve birimi Üst Miyosen'in tabanında (Sarmasien - Ponsiyen) yaşlandırmıştır.

Baş (1983), tespit ettiği polenlerden yaptırdığı analizlerde Üst Miyosen, yaprak izlerinden de genel olarak Üst Miyosen ve ostracoda fosillerine dayanarak ise birimin Ponsiyen (Üst Miyosen), hatta bazı formlar sebebiyle Pliyosen yaşlı olabileceğini belirtmiştir. Sonuç olarak, ana kömür damarının bulunduğu Tunçbilek formasyonunun taban seviyesine Üst Miyosen yaşını vermiştir.

İnci (1983), Demirci (Manisa) dolaylarında, Demirci formasyonu olarak adladığı bitümlü şeyl içeren birime, kireçtaşı düzeylerinden derlediği ostrakod fosilleri ile spor ve polenlere dayanarak yine Üst Miyosen yaşını vermiştir.

Özcan (1986), Seyitömer havzasındaki Arslanlı köyü ve Kepez Tepe çevresindeki alt kömür damarı ve silisli kireçtaşı düzeylerinden elde ettiği omurgalı fosilleri ve spor-polenlere dayanarak birime Geç Miyosen (Sarmasiyen sonu-Ponsiyen başı) yaşını vermiştir.

Akyol ve Akgün (1990), Bigadiç, Kestelek ve Kırka dolaylarında yaptıkları çalışmalarda, boratlı çökellerin, üst polen topluluğu (Geç Miyosen sonu) ile eş düzeylerde, Emet Neojen havzasında, kömür mercek ve bantlı düzeylerin üzerinde bulunduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca üst polen topluluğunu, Tunçbilek (Arslan, 1979), Seyitömer (Özcan, 1986) ve Çıtak-Akhisar (Akgün ve Akyol, 1987) kömürleri ile benzer ve Kızılhisar polen topluluğu ile eşdeğer göstermişlerdir. Bu polen topluluklarının da, Batı Anadolu'da yaygın olarak gözlenen MN 11 ve 12 memeli faunaları ile eş yaşlı olduğunu belirtmişlerdir.

Kaya (1993), Seyitömer linyitlerinin alt kömür damarında yeni bir memeli faunası bulmuştur. Begertherium grimmi (Heissig) (Rhinocerotidae-Perissodactyla) ve Türkiye'de ilk kez tanımlanan Moropus elatus Marsh (Chalicotheriidae-Perissodactyla) olduğunu belirttiği bu formların yalnızca Amerika Birleşik Devletleri ve Fransa'nın Erken Miyosen düzeylerinde bilindiğini belirtmiş ve Seyitömer havzası için Orta Miyosen sonu (Geç Astarasiyen) yaşını öngörmüştür.

Çelik (1999), Domaniç-Tunçbilek civarındaki çalışmalarında elde ettiği polenspor, yaprak ve ostrakod analizi sonuçlarına göre, Tunçbilek formasyonu ekonomik kömür düzeyleri içeren Demirbilek üyesine Üst Miyosen yaşının verildiğini belirtmiştir. Ancak yaptığı korelasyonlar sonucunda üyeye, Alt-Orta Miyosen yaşını vermiştir. Demirbilek üyesi ile geçişli olarak tanımladığı Gürağaç üyesine ise, Valvata sp., Pseudamnicola sp., Psidium sp., mollusk örneklerine dayanarak, Üst Miyosen yaşını vermiştir. Yine Gürağaç üyesi ile geçişli olarak tanımladığı Yeldeğirmeni üyesine, Radix (Adelinella) phrygovata (Oppenheim), Radix sp., Planorbis sp., Valvata sp., Pseudamnicola sp., Psidium sp., mollusk örneklerine dayanarak, Üst Miyosen yaşını vermiştir. Yeldeğirmeni üyesi ile yanal ve düşeyli olarak tanımladığı Tatarlar üyesine ise, Radix (Adelinella) phrygovata (Oppenheim), Valvata sp., Pseudamnicola sp., gastropoda fosillerine dayanarak yine Geç Miyosen yaşı vermiştir.

Bundan başka, Seyitömer yöresi linyitli çökel istifini Şengüler ve Sonel (1999) Orta-Geç Miyosen, Yavuz (1999; 2001) ile Çelik ve Karayiğit (2004a; 2004b) Erken-Orta Miyosen, Tunçbilek yöresindeki çalışmalarında Kapan-Yeşilyurt (2000; 2001) Geç Miyosen yaşıyla incelemiştir. Ayrıca Yavuz-Işık (2007), Erken-Orta Miyosen yaşlı kabul ettiği Seyitömer havzası istifini palinolojik yöntemlerle inceleyerek, palinomorfça zengin 19 örnekten 7 gymnosperm ve 48 angiosperm polen cinsine ait 55 takson saptamıştır. Çalışmaları sonucunda Orta-Üst Miyosen'deki küresel soğumaya ilişkin veriler elde etmiştir.

Orta ve Batı Anadolu'daki pek çok kömürlü Neojen istifinin (Gördes, Gediz, Keles, Soma, Tunçbilek, Seyitömer vb.) yaşı çoğunlukla Orta-Üst Miyosen olarak verilmektedir (Akyürek ve Soysal, 1983; Akgün, 1984; İlter, Ö., 2004; Yağmurlu, 1986; Yağmurlu ve diğ., 2004). Ayrıca Tunçbilek formasyonu içinde de gözlenen ve

bir dönem (Erken Miyosen) sıkışmanın (Yılmaz, 1989; 1990; Savaşçın, 1990; Savaşçın ve Güleç, 1990; Güleç, 1991; Savaşçın ve Oyman, 1998, Yılmaz ve diğ., 2000; Pe-Piper ve Piper, 2001; Yılmaz ve Karacık, 2001, Gürer ve diğ., 2003; Gürer ve diğ., 2006) verisi olarak sayılabilecek kapalı kıvrımlar (Şekil 2.17) Batı Anadolu'da çoğunlukla Alt-Orta Miyosen istiflerinde bulunmaktadır. Bunların yanında Luttig ve Steffens (1976) Türkiye kömür yataklarının pek çoğunun Orta Miyosen, Görür ve diğ., (1995) Geç Miyosen yaşlı olduklarını belirtmişlerdir. Bazı diğer memeli yaşlarına göre ise (Brujin ve Saraç, 1991; 1992; Brujin ve diğ., 1992; 1993; Saraç, 2003) Türkiye'deki başlıca kömür yatakları Erken Miyosen yaşını önermektedir.

Tüm bu analiz sonuçları ve fosil verileri, birimin içerdiği kapalı kıvrımlar ve daha üst seviyelerdeki volkanitler için tayin edilen radyometrik yaşlar da dikkate alınarak çalışmamızda, birim için Alt-Orta Miyosen yaşı uygun görülmüştür.

Birimin genel olarak litolojisi, fasiyes özellikleri ve yer yer silisifiye olması, bölgede dingin bir tatlısu-göl, ancak eş zamanlı volkanizmalı bir ortamı düşündürmektedir. Bu görüş, Karayiğit ve Ark, (1987)'nin Seyitömer kömür örneklerinin incelemesi sonucu varılan volkanosedimanter bir havza ürünü, görüşüyle örtüşmektedir.

Tunçbilek formasyonu, içerdiği kömürlü seviyelerle tipiktir ve Batı Anadolu'daki kömürlü Neojen istiflerinin bir üyesi olmalıdır. Zira Türkiye'nin belli başlı kömür işletmelerinden ikisi olan Tunçbilek ve Seyitömer kömür havzaları, kömür kalitesi, polen analiz sonuçları, bulundukları istifin litolojik özellikleri açılarından bakıldığında benzerlik göstermektedir. Dolayısıyla Seyitömer ve Tunçbilek linyit havzaları korele edilebilir görülmektedir.

Birim yakın çevrede araştırmalar yapan Nakoman, (1968)'in m2 seviyesi, Akat ve Çağlayan, (1978)'in Odaköy formasyonu, Akdeniz ve Konak, (1979)'un Kızılbük formasyonu, Yalçınkaya ve Afşar, (1980)'nin Değirmendere formasyonu ve Çelik ve Karayiğit, (2004)'ün Seyitömer formasyonu ile korele edilebilir.

2.3.1.2.1.3. Sabuncupınar formasyonu

Çakıltaşı, kumtaşı, kiltaşı, tüf, tüfit, marn, killi kireçtaşı ve kireçtaşı ardalanmasından oluşan lav arakatkılı birim Sabuncupınar formasyonu adlaması ile incelenmiştir.

Bu kalın çökel istifin tabanında, önceki çalışmalarda (Baş, 1983; 1986) Civanadağ tüfü olarak tanıtılan volkanoklastik malzeme vardır. Bu volkanoklastik malzeme, çalışmamızda Sabuncupınar formasyonunun bir üyesi olarak Çayca üyesi adı altında tanıtılmıştır. Tüflerin üzerine gelen ve Çokköy formasyonunun tabanında kalan lavlar ise yine Sabuncupınar formasyonu içerisinde Kızılkaya volkaniti adı altında incelenecektir.

2.3.1.2.1.3.1. Çayca üyesi (Tsç)

Yörede asidik karakterli, çökellerle geçişli, yer yer onlarla girik ve ardalanmalı olan tüf, tüfit ile volkanoklastik çökeller (Şekil 2.19) Sabuncupınar formasyonu Çayca üyesi olarak incelenmiştir.

Birim, ilk olarak Akdeniz ve Konak, (1979) tarafından Civanadağ tüfleri olarak anılmış ve çalışılmıştır. Öncesinde Holzer, (1954), Lebküchner, (1959), Nebert, (1960), Kalafatçıoğlu, (1962; 1964), Bingöl, (1975), Gün ve diğ., (1976) bu tüflerden bahsetmişlerdir.

Lebküchner, (1959), Seyitömer linyit havzası için hazırladığı raporunda, büyük kalınlıklarda sedimantasyona dahil olmuş andezit tüfler, riyolit tüfler ve tüfitlerden bahsetmektedir. Volkanik faaliyetin Neojen boyunca devam ettiğini ve tüflerin bazı yerlerde kaolenleştiğini belirtmiştir. Raporunda, Porsuk Çayı havzasındaki volkanitlerin (Çayca üyesi) "yaşlı Neojen" yani Miyosen'e ait olduğunu ve bu volkanizmaya ait lav akıntılarının gözlenemediğine değinmiştir. "Genç Neojen sonunda" yani Geç Pliyosen'de faaliyetini artıran volkanizmanın Ilıca ve Örenköy dolaylarında bazik lavlar şeklinde kendini gösterdiğini, aslında bu lavların olivin bazalt bileşimli olduğunu yazmıştır.

Ayrıca, riyolit andezit gibi lav akıntılarının bölgede hiçbir yerde gözlenmediğini dolayısıyla bu bileşimdeki tüflerin (Çayca üyesi) kaynağı konusunun, aydınlatılamadığını belirtmiştir. Son olarak yörede Neojen'in 4 bazalt örtüsü içerdiğini belirtmiştir.



Şekil 2.19: Çayca üyesi içinde yer alan katmanlı ve farklı renklerdeki tüf-tüfit düzeyleri (Akpınar-Sabuncupınar arası)

Besang ve diğ. (1977), Sofça köyü dolaylarındaki tüfleri dasitik, andezitik ve riyodasitik tüfler olarak tanımlamıştır.

Akdeniz ve Konak, (1979), riyodasitik tüf, dasitik tüf, andezitik tüf ve aglomera olarak tanımladığı birimi, detritiklerle geçişli ve ardalanmalı olarak değerlendirmiştir. Araştırmacılar lavların yanal ve düşey geçişle tüfleri üzerlediğini saptamışlardır.

Arık ve Temur, (2003), çalışma alanının batısına doğru, Eti Gümüş A.Ş'ne ait maden sahasında gözlediği tüfleri, Tavşanlı volkanitleri adı altında incelemiş ve dasit, riyodasit ve riyolitik bileşimli olduklarını belirtmiştir. Farklı zamanlarda

denememize rağmen, yörede arazi incelemelerine maden sahası olması nedeniyle işletme tarafından izin verilmemiştir. Dolayısıyla işletme sahası ve çevresiyle ilgili jeolojik bilgi, bu alanda çalışmalar yapmış Arık ve Temur, (2003)'ten alınmıştır.

Tüfler, kirli beyaz, sarımsı, grimsi, pembemsi ve bej renklerde gözlenebilir (Şekil 2.19). Arık ve Temur, (2003), gümüş işletmeleri dolaylarındaki yüzleklerinde, birimin kiltaşı, kumtaşı ara seviyeleri içerdiğini, içlerinde birkaç metreyi geçmeyen lapilli ve pomza parçalarından oluşan seviyeler bulunduğunu belirtmişlerdir. Tüfler hakkında petrografik ayrıntılar Arık ve Temur, (2003)'te bulunmaktadır.

Bej, açık gri renklerde gözlenen aglomera düzeyleri (Şekil 2.20, 2.21), bu çalışmada ayırtlanıp haritalanmamıştır. Çok yaygın olmayan aglomera düzeyleri değişik boyutlardaki volkanit parçaları ve temel kayalardan türeyen çakıl ve bloklar içerir. Blok boyutları 15cm çapına kadar ulaşır.



Şekil 2.20: Sabuncupınar formasyonu Çayca üyesi içerisindeki aglomera düzeyleri (Kütahya-Eskişehir karayolundan Akpınar köyü yolu)



Şekil 2.21: Sabuncupınar formasyonu Çayca üyesi aglomera düzeyleri (sağda) , arka planda ise Kızılkaya Tepe'de yüzeyleyen Sabuncupınar formasyonu Kızılkaya volkaniti üyesi (Akpınar köyü yolundan KKB'ya bakış)

Kütahya-Eskişehir illeri arasında oldukça geniş bir alanda yüzeyleyen tüfler çalışma alanı içerisinde başlıca Sabuncupınar Grabeni'nde gözlenmektedir. Özellikle Sabuncupınar dolaylarında Frig vadisi adıyla bilinen bölgede, Kapadokya'dakilere benzer tipik aşınma yapıları sunmaktadır (Şekil 2.22, 2.23). Bu yöre, çeşitli yollarla tanıtılarak, turizm açısından bölgeye ilgi çekmeye çalışılmaktadır.

Sabuncupınar Grabeni ve yakın çevresinde tüfler temel kayalar üzerine diskordan olarak gelmiştir. Baş, (1983; 1986) ile Arık ve Temur, (2003) tüflerin kalınlığını 300 m olarak belirtmişlerdir.

Tarafımızdan tüfler içerisinde herhangi bir fosil bulgusuna rastlanamamakla birlikte, Arık ve Temur (2003), birimin taban kesimlerinden Vıcıl (1982)'nin bulduğu yaprak fosillerinin Miyosen yaşını verdiğini belirtmişlerdir. Tüflerin yüzeylediği Sofça ve yakınları, omurgalı fosilleri açısından literatüre geçmiştir.

Bu yörede Sickenberg ve diğ. (1975) Orta Miyosen yaşını veren Tragulidae, Heissig (1976) Orta Miyosen yaşını veren B. grimmi (Hisponotherium grimmi), Yalçınlar (1983) Orta Miyosen sonu yaşını veren, A. simorrense, ve Saraç (2003) yine Orta Miyosen yaşını veren Tragulidae ve Gergedan fosilleri bulmuşlardır.

Yukarıdaki verilerin ışığında yaygınca kabul edildiği gibi, istifin yaşı Orta Miyosen olmalıdır. Buna karşın fosillerin bulunduğu yöre olan Sofça dolaylarında tüflerde yapılan radyometrik yaşlandırmalar ise Alt-Orta Miyosen olmakla birlikte daha çok Alt Miyosen yaşını önermektedir (Besang ve diğ. 1977). Bu veriler ışığında tarafımızdan, Sabuncupınar formasyonu Çayca üyesi, Alt Miyosen sonu-Orta Miyosen yaşlı kabul edilmiştir.

Tüfler çoğunlukla masif yapılı olmakla birlikte, yer yer tabakalı yapı da da gözlenmektedir (Şekil 2.24). Bu durum, tüflerin patlama sonrası doğrudan göl ortamına düşerek yığışmasının yanında, esasen, karada biriken tüflerin akarsularla taşınıp sedimantasyon sonucu çökelme evresi de geçirdiğini göstermektedir. Tüflerin çökellerle ardalanmalı olarak gözlenmesi (Şekil 2.25 ve 2.26) volkanik faaliyetin aralıklarla devam ettiğini de kanıtlamaktadır. Akarsularla taşınma olayının gerçekleşmesi ise, püskürme, aşınma, taşınma ve depolanmanın eş zamanlı olduğunu önermektedir.



Şekil 2.22: Kütahya-Eskişehir karayolu doğusu, Yenibosna köyü kuzeyinde peribacası görünümlü tüfler



Şekil 2.23: Kütahya-Kırkıllı köyü yolunda tüflerdeki tipik aşınma yapıları



Şekil 2.24: Kalın katmanlı, tabakalı tüf düzeyleri (Sabuncupınar güneyi, Asarkaya Tepeleri)



Şekil 2.25: Altta tüf, ortada kireçtaşı, üstte yeniden tüf düzeyleri (Sabuncupınar formasyonu Çayca üyesi, Kütahya-Eskişehir yolundan Kırkılı köyüne giden yolda, Katıruçtu Tepe etekleri)



Şekil 2.26: Tüf-kumtaşı-tüf ardalanması (Seydiköy-Sabuncupınar arasında Leş Tepe etekleri)

2.3.1.2.1.3.2. Kızılkaya volkaniti üyesi (Tsk)

Başlıca andezit, bazaltik andezit, olivin bazalt bileşimindeki volkanitler tarafımızdan Kızılkaya volkaniti adı altında incelenmiştir. Birim kızılımsı kahve, kızılımsı yeşil ve siyahımsı renklerde gözlenir. Bol çatlaklı ve yoğun şekilde altere olmuş volkanitlerde taze yüzey bulmak zordur. Ilıca dolaylarındaki kaplıcanın varlığı, bir hidrotermal alterasyonu düşündürmektedir. Kayaçlardaki yüksek alterasyon düzeyi muhtemelen volkanitlerin yüzeylemesinden sonra (post volkanik), ortamda dolaşan sıcak suların etkisiyle meydana gelmiştir.

Baş (1983) tarafından, çalışma alanın daha dışında, batısında, Tunçbilek-Domaniç yolundaki, Karaköy yerleşkesi sebebiyle aynı isimle adlanan birimin maksimum kalınlığı 100 m ye ulaşır. Volkanitler, inceleme alanı dışında (Domaniç dolayları), bu çalışmada Alt-Orta Miyosen yaşı verilen Tunçbilek formasyonunu keser ve Çayca üyesini üzerler durumdadır (Baş, 1983).

Nebert (1960), Tavşanlı ve çevresinde kalkalkalin andezitik patlamayla başlayan, lav, tüf ve aglomeralarla kendini gösteren volkanizmanın ardından, daha sonra sakin, alkali olivin bazaltik lav akıntılarının geliştiğinden bahseder. Araştırmacı, postvolkanik olaylarla bor minerallerinin geliştiğini ve bunların da Orta-Üst Miyosen ürünleri olduğunu, volkanizmanın da Üst Pliyosen'e kadar çıktığını belirtmiştir.

Akdeniz ve Konak (1979) tarafından Akdağ volkanitleri adlamasıyla, çoğunlukla tüflerle beraber ve geçişli bulunan bazalt, andezit, riyolit, riyodasit bileşimli olarak tanıtılan volkanitler, 3 seviye (Orta-Üst Miyosen, Pliyosen, Kuvaterner) bazalt içerir. Bu çalışmada volkanizmanın başlangıç yaşı Orta Miyosen ve son dönemi ise Kuvaterner olarak verilmiştir.

Çalışma alanına yakın alanlarda yapılmış pek çok çalışmada, yöredeki volkanizmayı yaşlandırmak için referans olarak gösterilen Sunder (1979, 1980, 1982), Kırka'nın (Eskişehir) yaklaşık 4,5 km batısındaki Sarıkaya dolaylarındaki lavları kuvarslı latit ve fonolitik olivin tefrit olarak tanımlamıştır. Kalkalkalin karakterli volkanizma ürünü olduğunu belirttiği kuvarslı latitleri 19,6 My, alkalin volkanizma ürünü olduğunu belirttiği fonolitik olivin tefritleri ise, 17,2 My olarak yaşlandırmıştır.

Baş (1983; 1986), Karaköy volkanitleri adlamasıyla incelediği andezit ve bazalt bileşimli lavları, herhangi bir analitik veriye dayanmaksızın Orta Pliyosen yaşında kabul etmiştir. Birim, stratigrafik konumuna bağlı olarak fosil verileriyle tarihlendirilen birimlere kıyasla yaşlandırmıştır. Ayrıca Baş (1987), Tavşanlı-Domaniç-Kütahya yöresindeki dasit, riyolit bileşimli volkanitleri Orta Miyosen, andezit, bazaltik andezit bileşimli volkanitleri ise Pliyosen volkanizması olarak değerlendirmiştir. Baş (1983; 1986; 1987), lavların mineral bileşimlerini ortopiroksen, plajiyoklas ve klinopiroksen olarak belirlemiştir. Çok az örnekte olivine rastlamış ve dolgu minerallerinin de kuvars olduğunu tespit etmiştir.

Ercan ve diğ. (1996), Batı Anadolu'da, Alt-Orta Miyosen volkanizmasının kalkalkalen karakterli ve geniş alanlarda yayılım gösteren, andezit, dasit, riyodasit ve riyolit türü ürünler veren bir volkanizma olduğunu, buna karşın, Geç Miyosen'den itibaren alkali volkanizma ürünü, tektonik hatları izleyen dar alanlarda bazaltların yüzeylediğini belirtmiştir.

Innocenti ve diğ. (2005), Kütahya-Eskişehir yolu Ilıca ayrımı, İğdekpınar dolaylarından aldığı lav örneklerini kalk-alkalen volkanizma ürünü, bazaltik andezit bileşiminde tanımlamış ve Batı Anadolu'daki kalkalkalen volkanizmayı 16-21 My olarak yaşlandırmıştır.

Lavlar, çalışma alanının kuzeybatı kesimlerinde, Sökmen, Doğluşah köyleri civarı, Fındık köyü doğusu, Sabuncupınar güneyi, Sofça köyü batısı ve Kütahya-Eskişehir karayolundaki mostralarında gözlenir (Şekil 2.27).

Tabanındaki tüflerin (Çayca üyesi) (Şekil 2.28) ve yer yer de çökellerin üzerine yaygı şeklinde gelen lavlar (Şekil 2.29), dom şeklinde de gözlenebilmektedir. Kütahya-Eskişehir karayolu Sofça köyü yol ayrımı dolaylarındaki mostralarında lavlar tipiktir (Şekil 2.30 ve 2.31).



Şekil 2.27: Kütahya-Eskişehir karayolu Ilıca yol ayırımı civarındaki (Kızılkaya Tepe) volkan bacasını andıran morfolojisiyle Kızılkaya volkaniti lav düzeyleri



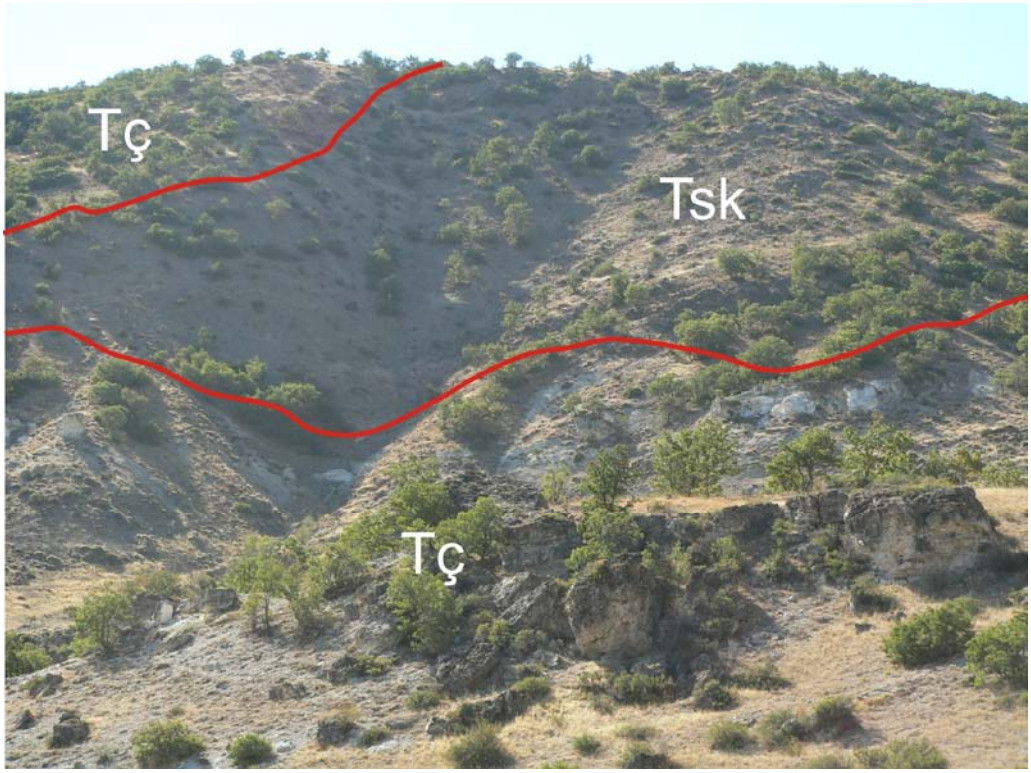
Şekil 2.28: Sabuncupınar formasyonu Çayca üyesini yaygı şeklinde üzerleyen Kızılkaya volkanitine ait andezit, bazaltik andezit örtüsü (Fındık köyü dolayları)



Şekil 2.29: Tüflerle yanal ve düşey geçiş gösteren, karbonatlı çakıl ve kumtaşı düzeylerini (Çokköy formasyonu) üzerleyen lav örtüsü (Porsuk baraj göleti başlangıcı, Gökçam Tepe)



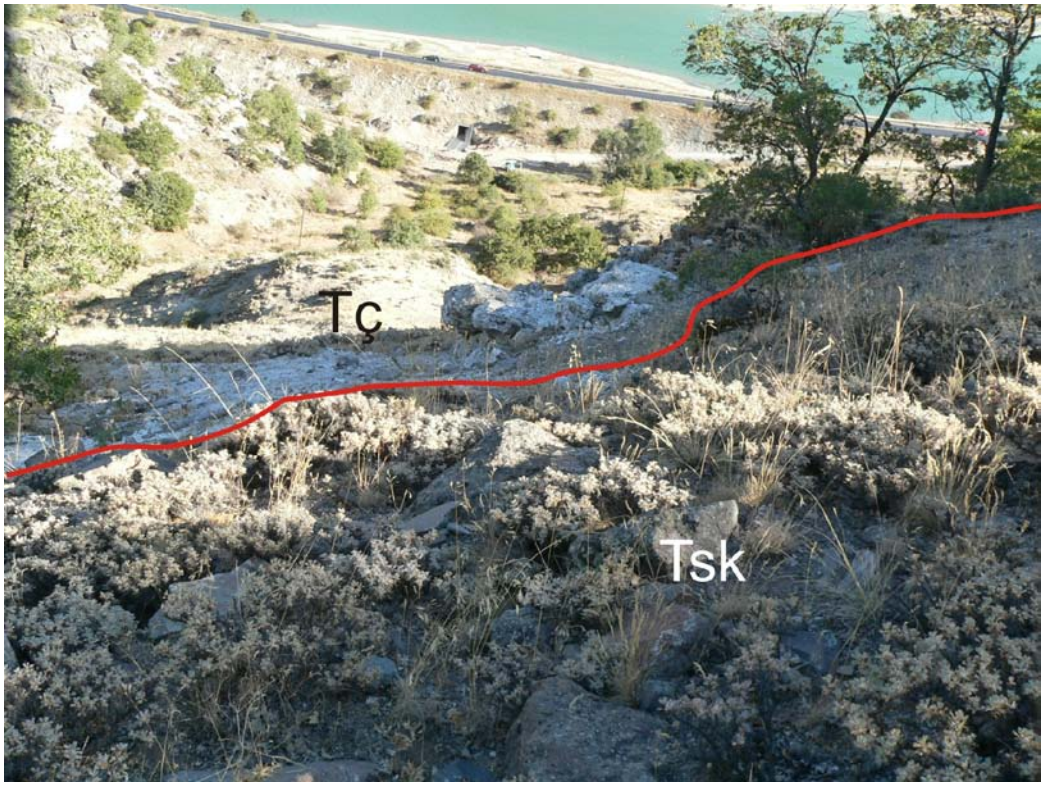
Şekil 2.30: Kısmen altere olmuş bazaltik andezitler
(Kütahya-Eskişehir karayolu, Sofça yakınları)



Şekil 2.31: Çokköy formasyonuna (Tç) ait kireçtaşları üzerine gelen lav yaygısı (Tsk: Sabunucupınar formasyonu Kızılkaya volkaniti üyesi) ve üzerinde yeniden devam eden çökeller (Porsuk baraj göleti kuzeybatı yamaçları)

Volkanitlerin varlığı, çoğunlukla Sabuncupınar ve Fındık köyü dolaylarında tüflerin (Çayca üyesi) üzerinde yaygı şeklindedir ve akma yapısı dokusu gösterirler. Yüzeylekleri bazı lokasyonlarda (Kızılkaya Tepesi) dom şeklinde diğer birimleri kesmiş durumdadır. Ancak bu alanlarda lavların kesme-kesilme ilişkisi, yani yaş ilişkisi çok net kurulamamıştır. Lavlar sadece Kütahya-Eskişehir karayolundaki bazı mostralarında çökeller tarafından üzerlenir (Şekil 2.31 ve 2.32). Yöredeki lavlarda nadiren gözlenen küresel ayrışma yapıları şekil 2.33'de gösterilmiştir.

Batı Anadolu'da Neojen formasyonlarını kesen ve yer yer onlarla girik tanıtılan (Akdeniz ve Konak, 1979; Gün ve diğ., 1979; Baş, 1983, 1986) andezitik bileşimli volkanitlerle, asidik tüflerde, radyometrik yöntemlerle yapılan yaşlandırmalar (Sunder, 1980; Benda ve diğ. 1974; Besang ve diğ. 1977; Ercan, 1981) 17-21 My aralığında tespit edilmiştir. Bu da Alt-Orta Miyosen'e karşılık gelir.



Şekil 2.32: Yamaç aşağısı, yol kenarından yukarıya doğru Çokköy formasyonu karbonat düzeyleri (Tç) ve onları üzerleyen Kızılkaya volkaniti üyesi lav örtüsü (Tsk)



Şekil 2.33: Kızılımsı mor renkli bazaltik andezitte, yörede nadiren gözlenen küresel ayrışma yapısı

Bunlardan başka, herhangi bir kesin veriye dayanmaksızın, yöredeki volkanitlere ait göreceli yaşlar şöyledir:

Tablo 2.2: İnceleme alanı yakın dolayında volkanitlere değinilen diğer çalışmalar

Araştırmacı	**Çalışma Alanı**	**Açıklama**	**Yaş**
Lebküchner (1959)	Kütahya Seyitömer, Örenköy, Ilıca	Volkanitler, tüfler ve lavlarla (4 düzeyde) temsil edilir ve bunlar birbirlerinden farklı yaşlardadır.	Tüfler Miyosen Lavlar Pliyosen
Özbek ve Ölmez (1985)	Kütahya Harlek (Ilıca)	Siyah renkli, sert kayaçlar bazalt bileşimindedir.	Pliyosen
Çoban ve Ece (1990)	Kütahya Başören	Alt kesimlerde dasitik bileşimli tüfler üste doğru riyolitik özellik kazanır. İkinci volkanik evre bazaltik andezit-andezit bileşimli lavlarla temsil edilir.	İlk evre tüfler Üst Miyosen İkinci evre; lavlar Pliyosen
Gürdal (1990)	Kütahya Sabuncupınar	Orta-Üst Miyosen volkanizması tüfler ve dasit-riyodasitik lavlarla temsil edilir. Pliyosen'de bazalt vardır	Tüf, Dasit-Riyodasitik lav Orta-Üst Miyosen Bazalt Pliyosen
Yıldırım ve Burçak (1997)	Kütahya Harlek (Ilıca)	Yarık volkanizması ürünleri K-G ve D-B olmak üzere iki farklı yönde çıkmıştır.	Tüfler Miyosen Bazalt Pliyosen
Yıldız ve Kuşçu (2004; 2006)	Kütahya Başören	Başlangıçta riyolitik, riyodasit-dasitik bileşimli lav, tüf-tüfit, aglomera ve perlit son aşamada ise andezitik ve bazaltik bileşimli lavlar (Ilıca formasyonu)	Pliyosen

Görülmektedir ki, yörede bulunan volkanitler için Üst Miyosen, hatta daha çok Pliyosen yaşı verilmiştir. Bu yaşlar herhangi bir radyometrik yönteme ya da kesin yaş verisine dayanmamaktadır. Gözlemlerimiz sonucunda, yörede volkanizmanın tek evreli olmadığı ve en az iki evreli volkanizmanın meydana geldiği düşünülmektedir. Bu volkanitlerden bazıları, yaşı radyometrik yöntemlerle tespit edilmiş ve çalışmamızda Sabuncupınar formasyonu Çayca üyesi olarak tanıtıal tüf-tüfitlerin üzerinde bulunmaktadır (Şekil 2.28; 2.29). Alt-Orta Miyosen'de çökelmiş bu tüflerin üzerinde ve yaşı stratigrafik olarak Orta-Üst Miyosen olarak yaşlandırılan kırıntılı kayaçların tabanında-arasında bulunan birimin yaşı da bu iki birimin arasında olmalıdır.

Sonuç olarak birime, Batı Anadolu ve Kütahya yakın çevresinde radyometrik yöntemlerle yaşlandırılan, andezitik bileşimli volkanitler, tüf ve tüfitler baz alınarak, yanında birimin istifteki konumu da değerlendirilerek, tarafımızdan Alt-Orta Miyosen yaşı uygun görülmüştür.

Ayrıca birimin kestiği ve üzerine gelen diğer formasyonların yaşı da, stratigrafik konum ve geçişleri göz önüne alınıp, bu birimin yaşı ile korele edilmiş ve fosil verilerinin dahil olduğu yaş aralıkları da dikkate alınarak yeniden yaşlandırılmışlardır. Çünkü önceki çalışmalarda belirtilmiş, çökeller içinde rastlanan ve yaşlandırma için kullanılan fosiller, polenler karakteristik değildir ve bu sebeple kısa zaman aralıklarını yansıtmazlar, yani kesin yaşlar veremezler (Sakınç, M., 2006, sözlü görüşme).

2.3.1.2.1.4. Çokköy formasyonu (Tç)

Başlıca çakıltaşı, kumtaşı, kiltaşı, marn, tüf, tüfit ve kireçtaşından oluşan birim tarafımızdan Çokköy formasyonu adıyla tanıtılmıştır.

İlk olarak, Domaniç (Kütahya) havzası Çokköy dolaylarındaki tipik örnekleri dolayısıyla Baş (1983) tarafından adlanan birim, çalışmamızda da aynı adla anılmıştır.

Kalın bir çökel istifle temsil edilen birim, çalışma alanında geniş alanlarda yüzlekler verir. Emet formasyonu ile birlikte, gölün en geniş olduğu (Kütahya Havzası) dönem ürünlerindendir. Batı Anadolu'daki bor çökellerinin gözlendiği istif olarak tanıtılır (Baş, 1983; 1986). Gevrekseydiköy dolaylarında ise kaolenli düzeyler mevcut olup işletilmektedir.

Egemen olarak gri, kirli beyaz, yeşil tonları ve kahve tonlarındaki renklerde gözlenebilen birim yeşil rengini yer yer gözlenen marn ve kil katmanlarından alır (Şekil 2.34). Çoğunlukla çakıltaşı-kumtaşı-marn-kil ardalanması şeklindedir, ve bu istife tüfler eşlik eder (Şekil 2.35). Tüf oranı yer yer artar. Tüfojen gerecin arttığı yerlerde uzaktan Çayca üyesi ile kolaylıkla karıştırılabilir. Bu nedenle iki birim arasında sınır takibi zordur.

Çakıllar genellikle çoktür bileşenli olup, orta yuvarlaklıktadır. Temel kayaçlara yakın kesimlerinde ondan malzeme alır ve çakılları köşelidir (Şekil 2.36). Çoğunlukla orta tutturulmuş malzeme, dökuntüler verir. Gümüşgölcük köyündeki mostrasında çapraz

katmanlardan elde edilen akıntı yönü doğudan batıya doğrudur. Burada düzlemsel çapraz katmanlar söz konusudur, ve laminasyon açısı 30°dir (Şekil 2.37). Üstteki kireçtaşı düzeyleri, dayanımlarının daha yüksek olması sebebiyle çıkıntılar oluşturur, marn ve killi düzeyleri ise daha dayanımsızdır.



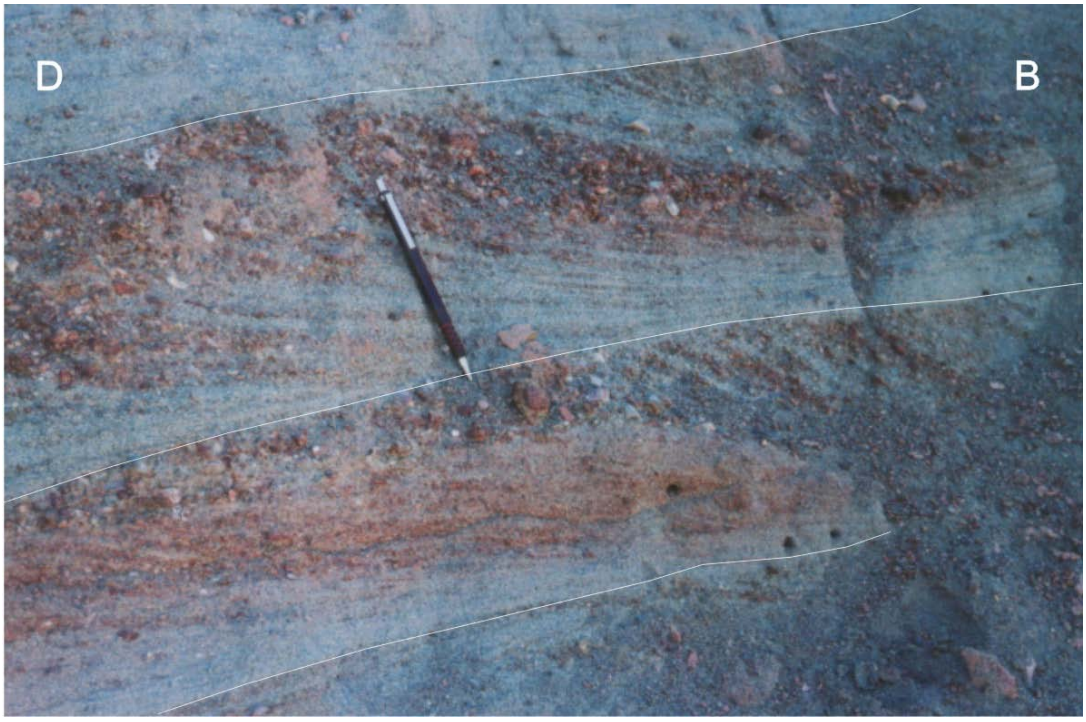
Şekil 2.34: Kütahya-Eskişehir yolu, Ahmetoluğu köyü yol ayrımında yeşil kil düzeyleriyle Çokköy formasyonu çökelleri



Şekil 2.35: Çokköy formasyonu tüf, kumtaşı ardalanmalı düzeylerinden bir görünüm (Kütahya-Eskişehir karayolu, Ilıca yol ayrımı mevkii)

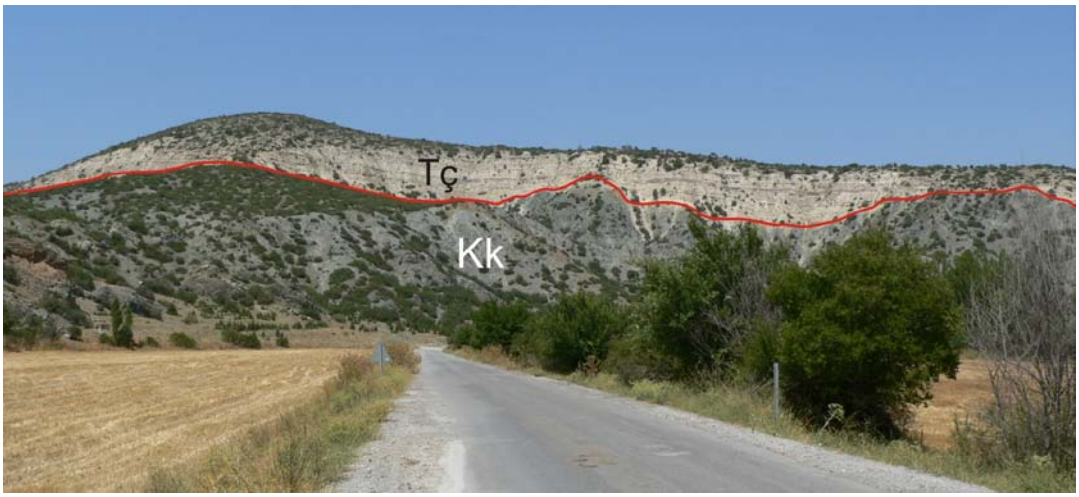


Şekil 2.36: Tüf, kum matriksli, ofiyolit, andezitik bazalt kökenli köşeli çakıllar içeren Çokköy formasyonu çakıltaşı düzeyleri (Çalışma alanı GD kesimleri, Kaynarca-Belkavak yolu Encikler Tepe etekleri)



Şekil 2.37: Çokköy formasyonu içerisinde gözlenen düzlemsel çapraz katmanlanma (akıntı yönü D'dan B'ya doğrudur, Gümüşgölcük köyü yakınları)

Kireçtaşları istifin en üst düzeylerinde yer alır, killi kireçtaşı şeklinde başlayan karbonatlı çökeller, kireçtaşı düzeyleriyle Emet formasyonuna dereceli geçiş yapar. Birim tabanda yer yer Kınık ofiyoliti (Şekil 2.38), ya da Ovacık melanjı üzerine doğrudan diskordan olarak (Şekil 2.39), yer yer Tunçbilek formasyonu üzerine uyumsuz olarak, yer yer Kızılkaya volkaniti (Şekil 2.40) ve Çayca üyesi üzerine gelir.



Şekil 2.38: Kınık ofiyoliti (Kk) üzerine diskordan olarak gelen Çokköy formasyonu (Tç)



Şekil 2.39: Çokköy formasyonu ile Ovacık melanjı arasındaki açılı diskordan formasyon sınırı (Kütahya-Eskişehir karayolu Ahmetoluğu köyü yol ayrımı civarı)



Şekil 2.40: Kızılkaya volkanitine ait lavlar üzerinde gözlenen Çokköy formasyonu çökelleri (Kütahya-Eskişehir karayolu üzeri)

Çokköy formasyonu, Baş (1983; 1986)'da 0-200 m kalıklıkla tanıtılmıştır. Çelik ve Kerey (1999) da yine 200 m kalınlığı olduğunu belirtmişlerdir. Birimin kalınlığının yaklaşık 200 m olduğu tarafımızdan da ölçülmüştür.

Birim, Baş (1983; 1986) tarafından içerdiği gastropod ve ostrakod fosillerine dayandırılarak Alt-Orta Pliyosen olarak yaşlandırılmıştır. Kapan-Yeşilyurt (2000), Domaniç yöresi Hamitabat dolaylarında yaptığı ölçülü stratigrafi kesitinde birimi Dasiyen (Alt Pliyosen) olarak yaşlandırmıştır. Ancak istifin üzerine geldiği ve yer yer de geçişli olduğu tüfler radyometrik olarak Alt-Orta Miyosen'e yaşlandırıldığından, birimin yaşı, tarafımızdan, tüm bu veriler dikkate alınarak Orta-Üst Miyosen olarak kabul edilmiştir.

İstifin litolojik ve yapısal özellikleri, tane boyunun diğer kırıntılılara göre (Beke formasyonu) küçülmesi ve kil, marn, kireçtaşı fasiyeslerinin görülmesi, tatlı su ortamının derinleştiğini ve tektonik açıdan dinginliği önermektedir. Ortamdaki tüflerin varlığını halen koruyor olması, volkanik faaliyetin tamamen son bulmadığının kanıtıdır.

Çokköy formasyonu, Akdeniz ve Konak (1979)'un Hisarcık formasyonu, Ercan ve diğ. (1978)'in Ulubey formasyonu ile korele edilebilir.

2.3.1.2.1.5. Emet formasyonu (Te)

Çalışmamızda Emet formasyonu adı altında incelenen birim, başlıca kireçtaşı ve marndan oluşan gölsel karbonatlarla temsil edilir.

Birime ismini Akdeniz ve Konak (1979), Emet dolaylarındaki örneklerine atfen vermiştir. Bu adlama, yöredeki benzer pek çok yüzlekler için yaygın kabul görmüş ve kullanılmıştır. Çalışmamızda da bu adlama uygun görülmüş ve kabul edilmiştir.

Birim tabanda killi, kumlu seviyelerle başlar. Üste doğru çamurtaşı, marn, çörtlü ve silisifiye kireçtaşı, kireçtaşı düzeylerinden oluşan ve nadiren çamurtaşı düzeylerinde kömür bant ve mercekleri içerir. Birim beyaz, kirli beyaz, sarımsı, açık gri ve bej renklerde gözlenebilmektedir. Killi kireçtaşı düzeyleri birimin taban kesimlerinde yaygındır, üste doğru kil oranı azalır. Dolayısıyla istifin alt kesimleri daha dayanımsız ve yumuşak, üste doğru silisifiye ve çörtlü kireçtaşlarının bulunması ve kil oranının da azalmasıyla daha dayanımlı bir görünüm sunmaktadır. Marn düzeyleri ise ardalanmalı olarak istifin farklı düzeylerinde gözlenebilir.

Kireçtaşlarının, özellikle sert düzeylerinde gözenekler olağandır. Erime boşlukları olarak nitelenebilecek bu gözenekler çoğunlukla 1cm den daha küçüktür. Ancak daha büyükleri de görülmektedir.

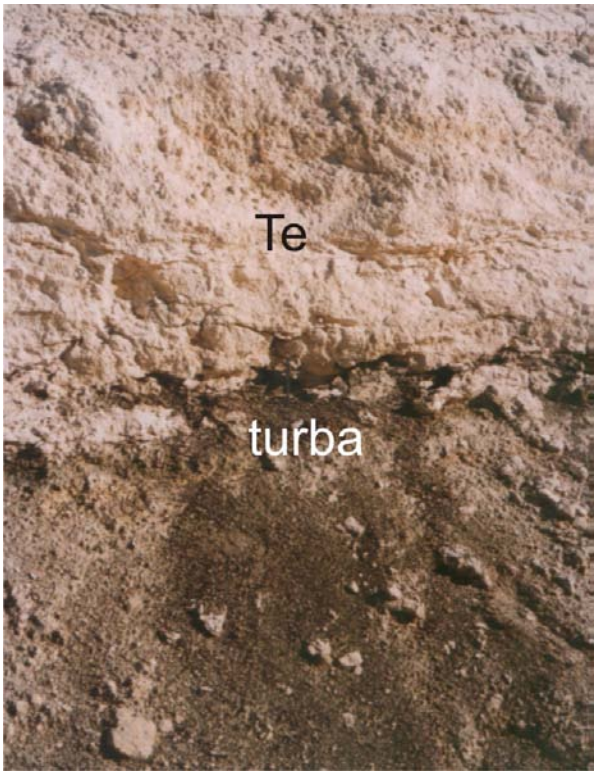


Şekil 2.41: Ahmetoluğu köyü kuzeybatısı, Kütahya-Eskişehir eski karayolunda çört tabakası içeren Emet formasyonu (K75D/32°GD)

Gelinkaya köyü Hanönü mevkii civarında, yol yarmasında verdiği yüzleklerde, katmanlar arasında, kalınlığı maksimum 7cm olan bir kömür (turba) bantına rastlanmıştır. Birim içerisinde başka bir lokasyonda rastlanmayan kömür bantının devamlılığı yoktur (Şekil 2.42 ve 2.43).

Çelik (1999), kireçtaşlarında yaptığı mikroskopik çalışmalar sonucunda, mikritik çamura sahip olduğunu, birimin oolitik ve silis bantlı ara seviyeler içerdiğini belirterek, kireçtaşlarının killi mikritik kireçtaşı, oosparit ve kırıntılı kireçtaşı bileşiminde olduğunu belirlemiştir.

İnceleme alanının hemen her yerinde yüzlekler veren birim çalışma alanı dışında da çok geniş alanlarda devamlılık gösterir. Horstların dışında ve çoğunlukla da kanat eğim açıları çok düşük senklinallerde gözlemek olağandır. Bunun yanında horstların üzerinde ve faylarla sınırlanıp korunmuş yüzlekleri de mevcuttur. Neredeyse tüm mostralarında Çokköy formasyonu ile birlikte görülür. Ancak Yellice Dağı'nın doğu yamaçlarında şistlerin üzerinde, kırıntılılarla başlayan aşmalı bir görüntü sunar.



Şekil 2.42: Turba düzeyleri içeren seviyeleriyle Emet formasyonu (Gelinkaya köyü Hanönü mevkii)



Şekil 2.43: Siyah seviyeler Turba merceği içeren düzeylerini gösterir. Kaba kırıntılılar yersel bir fayın etkisiyle Emet formasyonundan kopan breşik malzemedir.
(Gelinkaya köyü Hanönü mevkii)

Birim, tabanda Sabuncupınar formasyonunun üst düzeylerinde gözlenen killi kireçtaşı ile yanal ve düşey geçişlidir. Ancak üst sınır birimin su üstü olmaya başlamasıyla birlikte aşınmaya başlaması ve üzerine de yeni malzemelerin gelmesi sebebiyle de, her yerde aynı birim tarafından üzerlenmez. Açısal diskordansla üzerlendiği bu durumlarda, ya Kirazpınar formasyonunun, ya Yakaca formasyonunun, ya da Kütahya formasyonunun ürünleriyle örtülmüştür. Güncel dereler tarafından kesildiği lokasyonlarda da alüviyonla örtülmüştür. Akdeniz ve Konak (1979), Şaphane (Kütahya) dolaylarında Kuşuköy mevkiinde yer yer kireçtaşını bir plato gibi örten, yer yer de kireçtaşı düzeyleri arasında uzanan bir bazalt yaygısından bahseder. Benzer şekilde, çalışma alanı içerisinde araştırmalar yapan Arık ve Temur (2003), Örenköy ve Gümüşköy arasında kalan bölgede (çalışma alanının batısında) Emet formasyonunun, bazaltik lavlar tarafından kesildiğini belirtmiştir. Ayrıca birim, Kocayataktepe formasyonuna malzeme vermiştir (Baş, 1983; 1986).

Silisifiye olmuş katmanlar ve çörtlü tabakalar ara düzeyler şeklinde gözlenir (Şekil 2.41) ve 1cm ile 0,5 m arasında değişebilir. Ortamdaki bu silisin varlığı, göl çevresindeki volkanizma etkisinin kanıtıdır.

Emet formasyonu, bölgenin tümüyle yükselmesinden önce çökelen ve göl ortamının bölgede geniş alanlarda yüzeylediği son dönem ürünüdür. Geniş alanları kaplayan göl sularının daha da ilerleyerek en geniş dönemine ulaştığı ortamı temsil eder. Ancak birim su üstü olmalarla aşınmalara uğrayarak bazı yerde ya hiç mostra veremez, ya da sadece çakıl ve bloklarıyla temsil edilir durumdadır. Bunun yanında Porsuk vadisi gibi pek çok yerde de 1,5 m yi bulan katman kalınlığı ve 150 m yi bulan istif kalınlığı ile neredeyse yatay konumlu bir şekilde yüzeyleyebilmektedir (Şekil 2.44). Birim içerisinde çok nadir olarak açık kıvrımlar da yok değildir (Şekil 2.45). Yer yer laminalı gözlenen birim (Şekil 2.46) bazı lokasyonlarda su üstü olma döneminden kalma kuruma çatlakları ve birim içerisinde kendinden türemiş çakıllı karbonat düzeyleri de gözlenebilmektedir. Ayrıca birim içerisinde oturma yapıları da gözlenebilir (Şekil 2.47)



Şekil 2.44: Kütahya Porsuk Çayı vadisinde yatay konumlu, kalın katmanlı Emet formasyonu



Şekil 2.45: Emet formasyonunda gelişmiş bir antiklinal (Ilıca yolu üzeri)



Şekil 2.46: Emet formasyonunun laminalı düzeyleri



Şekil 2.47: Yük yapıları gözlenen Emet formasyonundan bir görünüm
(Kütahya-Tavşanlı yolu üzeri)

Emet formasyonunu, Akdeniz ve Konak (1979) içerdiği bol gastropod ve ostracod fosilleri sebebi ve eşdeğer gördüğü birimlerle yaptığı korelasyon sonucunda, Orta-Üst Pliyosen, Baş (1983; 1986), çalışma alanını da kapsayan incelemelerinde, birim içerisinde tespit ettiği, bol miktardaki gastropod fosillerine dayanarak Orta-Üst Pliyosen, Yalçın ve diğ. (1985), Emet havzasında tespit ettiği ostracod faunasına dayanarak Geç Miyosen, Nebert (1960) Tavşanlı batı ve kuzeyindeki p3 horizonu olarak tanımladığı bu kireçtaşlarını, bulduğu fosillere dayanarak Levantin (Üst Pliyosen), Gün (1977) Gediz havzasında tespit ettiği bol miktardaki gastropod ve ostracod fosillerine göre birime Orta-Üst Pliyosen, Kapan-Yeşilyurt (2000) ile Kapan-Yeşilyurt ve Taner (2001), Domaniç, Tunçbilek yörelerindeki çalışmalarında buldukları karakteristik mollusk faunasına dayanarak Romaniyen (Üst Pliyosen), Arık ve Temur (2003), önceki incelemelerle yaptığı korelasyon ve arazide, Üst Pliyosen-Kuvaterner yaşını verdiği volkanitlerce kesilmesine dayanarak Üst Pliyosen yaşlarını vermişlerdir. Ayrıca, Çelik (1999) Domaniç havzasında birimin yaşını, bulduğu fosillere dayanarak Orta-Üst Pliyosen altı, Seyitömer havzasında Şengüler (1999), Şengüler ve Sonel (1999), Beseme (1969)'a dayanarak Pliyosen kabul etmiştir.

Koçyiğit ve Bozkurt (1997), birime, stratigrafik konumuna ve çeşitli araştırmacıların (Akyol ve Akgün, 1990; Yalçın ve diğ. 1985) farklı havzalardaki (Bigadiç, Kestelek, Kırka, Emet) verilerine dayanarak Geç Miyosen yaşını vermişlerdir. Çalışma alanında tarafımızdan Şekil 2.42 ve 2.43'de belgelenmiş kömür merceği, birim içerisinde gözlenebilmiş tek karbon varlığıdır. Ancak Koçyiğit ve Bozkurt (1997)'nin kabul ettiği şekilde, Akyol ve Akgün (1990)'ın üst kömür düzeyi olarak niteledikleri seviyeyi, çalışma alanımızda bu birimde gözlemek mümkün olmamıştır. Dolayısıyla Emet formasyonu içerisinde alt kömür düzeyi ya da üst kömür düzeyi olarak nitelenebilecek bir veriye rastlanamamıştır.

Yukarıda kısmen değinildiği üzere, Emet formasyonu, Batı Anadolu'da özellikle Ege bölgesinde geniş alanlarda benzeri yüzeyleyen bir birimdir (Tablo 2.3). Bu sebeple, yaşlandırma konusunda da bahsedildiği gibi pek çok araştırmacı tarafından incelenmiş ve birbiri ile eşdeğer görülmüştür. Bu çalışmalar ve korele edilebilir birimlerden bazıları şöyledir:

Tablo 2.3: Batı Anadolu'da Emet formasyonu ile korele edilebilecek birimler ve açıklamaları

Araştırmacı	**Çalışma Alanı**	**Tanımlama**	**Yaş**	**Kalınlık(m)**
Nebert (1960)	Tavşanlı	p3 horizonu	Levantin (Üst Pliyosen)	250
Gün (1977), Gün ve diğ. (1979)	Gediz ve Emet güneyi	Gölsel kireçtaşı, marn	Üst Pliyosen	350-400
Akdeniz ve Konak (1979)	Simav-Emet-Tavşanlı (Kütahya)-Dursunbey-Demirci (Balıkesir)	Emet formasyonu	Orta-Üst Pliyosen	-
Baş (1983; 1986)	Domaniç-Tavşanlı-Kütahya-Gediz	Emet formasyonu	Orta-Üst Pliyosen	200
Koçyiğit ve Bozkurt (1997)	Kütahya	Şahmelek formasyonu	Üst Miyosen	200-250
Çelik (1999)	Domaniç (Kütahya)	Emet formasyonu	Orta-Üst Pliyosen	-
Şengüler (1999) Şengüler ve Sonel (1999)	Seyitömer (Kütahya)	İshakçılar formasyonu	Pliyosen	150
Kapan-Yeşilyurt (2000)	Domaniç-Tunçbilek	Emet formasyonu	Romaniyen (Üst Pliyosen)	47
Kapan-Yeşilyurt (2000)	Soma (Manisa)	Deniş formasyonu	Dasiyen-Romaniyen	400
Kapan-Yeşilyurt (2000)	Karaburun (İzmir)	Urla formasyonu	Meosiyen (Üst Miyosen)	5-45
Gürer ve diğ. (2001)	Söke-Kuşadası (Aydın)	Kuşadası formasyonu	Üst Miyosen-Pliyosen	300-400
Kapan-Yeşilyurt ve Taner (2001)	Domaniç-Tunçbilek	Emet formasyonu	Romaniyen (Üst Pliyosen)	-
Gürer ve diğ. (2003)	GB Marmara Bölgesi	Eşkel formasyonu	Pliyosen	100

Yukarıdaki incelemelerin pek çoğunda araştırmacılar birime Üst Pliyosen yaşını vermişlerdir. Birim içerisinde tarafımızdan bulunmuş Planorbis ve Gastropod fosilleri, araştırmacıların çoğunluğunun benzer fosillerle aynı yaş değerlerine ulaşmış olmaları sebebiyle sorgulanıp değerlendirilmemiş, Geç Miyosen yaş verileri göz ardı edilerek, Alt Pliyosen yaşı tarafımızdan da kabul edilmiştir.

Emet formasyonu, içerdiği fosiller dikkate alındığında, bir tatlı su, göl ortamını yansıtmaktadır. Marn düzeylerinin varlığı göl ortamının sığ olduğunu düşündürmektedir. Kireçtaşlarının çeşitli düzeylerinde gözlenen silis varlığı, göle

volkanizmanın etkilerinin taşındığını göstermektedir. Bu durum, istif içerisinde doğrudan tüflerin ya da lav akıntılarının gözlenememesine dayanarak, volkanik malzemeyi geçerek gelen suların içerdiği silisin bu etkiyi doğurduğu fikrini güçlendirmektedir.

Bunun yanında, bazı lokasyonlarda su üstü olma döneminden kalma kuruma çatlakları ve birim içerisinde, kendinden türemiş çakıllı karbonat düzeyleri gözlenebilmesi gibi ayrıntılar, birimin çökelmesi sırasında ortama kaba kırıntılı gelmesine sebep olmayacak kadar hafif, ancak kendi pekleşmemiş düzeylerinden parça koparacak, çökeli hareketlendirecek kadar ve yer yer de su üstü olmasını sağlayacak, su seviyesini değiştirebilecek derecede etkisi çok hissedilmeyen tektonikçe pasif bir ortama işaret etmektedir.

2.3.1.2.1.6. Kocayataktepe formasyonu (Tk)

Çoğunlukla düzensiz ve zayıf boylanmalı, daha çok temele ait, özellikle ofiyolitik kökenli blok ve çakıllardan oluşan birim Kocayataktepe formasyonu adı altında incelenmiştir.

Birim, Baş (1983) tarafından çalışma alanının kuzeybatısındaki Kocayataktepe'deki tipik mostralarına atfen bu isimle anılmış ve tanıtılmıştır. Bu ad ve tanımlama tarafımızdan da kabul edilip kullanılmıştır.

Çakıl ve bloklar, litolojiye bağımlı olarak "çok köşeli"den "iyi yuvarlaklaşmış"a kadar pek çok farklı şekilde gözlenmiştir (Şekil 2.48). Tutturulmamış blok ve kaba çakıltaşı ile temsil edilen birim, çalışma alanının kuzeybatı kesimlerinde yüzeyler. Birim çok tür bileşenli ve çoğunlukla blok boyutundaki malzemenin, yine aynı kökenli daha küçük taneli çakıl ve kum matriks tarafından bir arada tutulmasıyla gelişmiştir. Birimin Emet formasyonuna ait çakıllar da içermesi tipiktir (Baş, 1983). Genellikle koyu kahve koyu gri, mavimsi, koyu yeşilimsi tonlarda (Şekil 2.49), bir görünümü vardır. Lebküchner (1959) birim içerisinde metrelerce uzunluğa erişebilen, silisleşmiş ağaç gövdeleri tespit etmiştir.

Daha çok yüksek enerjili bir ortamın ürünü olan birim, düzensiz istifi ile karakterizedir. İstifin her seviyesinde her boyutta malzemeyi görmek mümkündür. Çoğunlukla bir yığışım şeklinde depolanmış blok ve çakıl boyutundaki malzeme yanal yönde de geçişlilik ya da derecelenme göstermez. Diğer birimlerin üzerine ani yığışan bir malzeme görüntüsü sunmaktadır. Bu haliyle yüksek enerjili bir akarsu ya da moloz akması sonucu çökeldiği düşünülebilir. Ancak istif içerisinde nadiren gözlenen çapraz tabakalanmalar akarsu ortamını önermektedir.

Formasyon, üzerine geldiği tüm birimlerle diskordandır. Çalışma alanının dar bir kesiminde yüzlekler veren istif, başka herhangi bir birim ile üzerlenmez. Bu sebeple tavan ve yaş ilişkisi net değildir.

Birimin gözlenebilen maksimum kalınlığı Kocayataktepe dolaylarında 50-60 m dir.



Şekil 2.48: Düzensiz ve kötü boylanmalı köşeli, yarı köşeli blok ve çakıllardan oluşan Kocayataktepe formasyonu



Şekil 2.49: Başlıca ofiyolitik kökenli çakıl ve bloklardan oluşmuş koyu yeşilimsi tonlardaki Kocayataktepe formasyonu içerisinde gelişmiş sağ yanal oblik küçük bir fay (yatım 47°)

Kocayataktepe formasyonu içinde fosil bulunamamıştır. İstifin tutturulmamış blok ve çakıllardan oluşması, pekleşmenin zayıf olması, üzerinde başka bir örtü istifin bulunmayışı, sadece temele yakın yerlerde ve çoğunlukla faylarla ilişkili olarak gözlenmesi istifin genç bir çökel olduğunu önermektedir. Önceki çalışmalarda (Baş, 1983; 1986) Kuvaterner olarak belirtilen yaşı, içerdiği Emet formasyonuna ait kireçtaşı çakılları ve stratigrafik konumu dikkate alınarak Üst Pliyosen olarak değiştirilmiştir.

Birim, içerdiği kaba konglomera ve iri blokların düzensiz depolandığı bir çökelme ortamında, yani ya enerjisi yüksek bir akarsu ya da bir yamaç molozu-yakınsak yelpaze ortamında çökelmiş olmalıdır. Böylelikle, Kocayataktepe formasyonu, göl ortamının hakimiyetini yitirip, aşınmanın, yani yükselmenin yaşandığı ve akarsu, yelpaze ortamının kendini gösterdiği bir ortamı önermektedir.

2.3.1.2.2. Kuvaterner

2.3.1.2.2.1. Kirazpınar formasyonu (Qk)

Çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşından oluşan birim (Şekil 2.50) Kirazpınar formasyonu olarak tanıtılmıştır. Tipik olarak gözlendiği, çalışma alanının ortasında bulunan Kirazpınar köyüne atfen birime, tarafımızdan Kirazpınar formasyonu adı verilmiştir. Bu ad ve tanımlama ile birim ilk kez ayırtlanmıştır.

Kirazpınar formasyonu, önceki çalışmalarda genellikle çalışmamızda Yakaca ve Kütahya formasyonları olarak tanıtılan birimlerle bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Baş (1983; 1986) birimi Kocayataktepe formasyonu içerisinde değerlendirmiştir. Ancak, Kocayataktepe formasyonunun litolojik ve stratigrafik yönüyle, yayılım gösterdiği alanlar açısından Kirazpınar formasyonu ile benzerliği yoktur. Benzer şekilde Baş (1983; 1986)'nın çalışmalarını baz alan Arık ve Temur (2003) birimi tek başlık altında Bozyer formasyonu adlamasıyla değerlendirmiştir. Koçyiğit ve Bozkurt (1997), çalışmamızda Yakaca formasyonu olarak tanıtılan çökelleri, Kuvaterner birimleri olarak Enne formasyonundan ayırmış ve Enne formasyonundan ölçülü stratigrafik kesitler vermiştir. Ancak Kuvaterner birimlerinin ayrıntılı tanımlanmamış olması, Enne köyü civarında Tavşanlı Zonu kayaçlarının yüzeylemesi ve Kirazpınar köyü dolaylarında birimin çok daha tipik olarak gözlenmesi sebepleriyle birim tarafımızdan Kirazpınar formasyonu olarak yeniden adlanmış ve bu isimle tanıtılmıştır.

Birimi oluşturan malzeme, yer yer çimentolanmamış, yer yer iyi çimentolu ve yer yer de zayıf bir çimento ile gevşek tutturulmuştur. Mostralarında genellikle sarımsı, bej ve kırmızımsı renk hakimdir. Bunun yanında gri, açık kahve tonları da olağandır. Çakıl ve bloklar kötü boylanmalı, köşeli, yarı köşelidir (Şekil 2.51, 2.55).



Şekil 2.50: Kirazpınar formasyonu (Kütahya-Tavşanlı yolu, Dumlupınar Üniversitesi yakınları, yörede Kızılbayır olarak anılan Dombeydüz sırtı mevkii)



Şekil 2.51: Kirazpınar formasyonu içerisinde kötü boylanmalı, köşeli, yarı köşeli çakıltaşı düzeyleri (Kirazpınar köyü dolayları)

Tane boyu 30cm ye kadar ulaşır. Çakılların kökeni daha çok Tavşanlı zonu kayaçlarına aittir. Matriks olarak kumlu killi malzeme görev yapar. Katmanlar az belirgindir. Köşeli-yarı yuvarlak arasında değişen ve ince çakıl-kum taneli bir malzemeden oluşan bar çökelleri (Şekil 2.52) karbonatlı kum çimento ile iyi tutturulmuştur.



Şekil 2.52: Küçük bir normal fayla kesilmiş, çapraz tabakalanmalı Kirazpınar formasyonu, çakıltaşı kumtaşı ardalanması (bar çökelleri)

Kirazpınar köyü dolayları ve özellikle Yalnızçam mevkiinde de tipik mostraları olan birim burada, tabanda grimsi pembemsi renkli çamurtaşı düzeyleri ile gözlenir. Bu seviyeleri birimi kesen, birbiriyle paralel, içleri $CaCO_3$ dolgulu çatlaklar ve muhtemel fay düzlemleri ile kesilir. Çatlakların genişlikleri birkaç cm ile 20cm arasında değişebilmektedir. Daha üst seviyelerde, kumtaşı-çakıltaşı şeklinde devam eden istif bu seviyelerinde çapraz tabakalanma gösterir (Şekil 2.52). Birim burada eski bir toprak düzeyi ile açılı diskordansla üzerlenir.

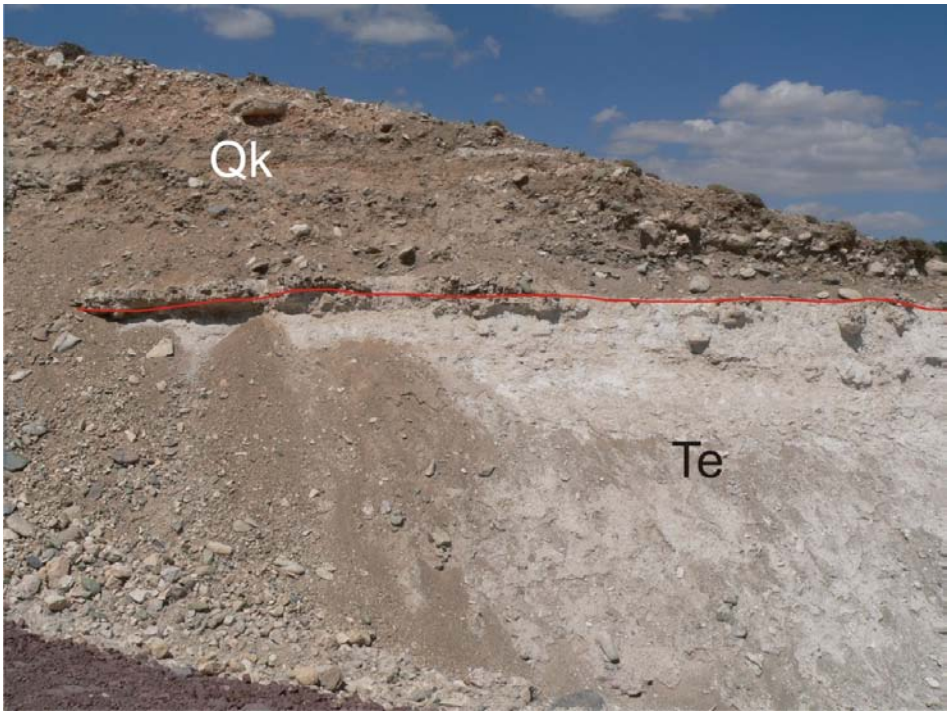
Formasyon, çalışma alanında, orta kesimlerde, çoğunlukla da Kütahya grabeni içerisinde, Turgutlar, Parmakören, Civli, Karaöz köyleri arasında kalan alanda

Bölcek, Yoncalı, Kirazpınar güney kesimlerinde yüzeyler. Grabenin dışına taştığı gibi göründüğü yerlerde (Turgutlar-Civli arası, Yellicedağ Kütahya güneyi etekleri, Dereköy-Demirciören köyü arası gibi) birim aslında Kütahya Fay Zonu'nun kolları arasında parçalanmış, askıda kalmış ve korunmuştur.

Kirazpınar formasyonu Turgutlar köyü kuzey ve kuzeybatı kesimlerinde (Tuzluçam Tepe), Ovacık melanjı üzerine diskordan olarak yaslanır. Burada birim Karaöz-Turgutlar hattında, muhtemelen Yatıköz deresi (KB-GD bir çizgisel gidişi vardır ve Kütahya Fay Zonu'nun da gidişine paralellik gösterir) boyunca uzanan ve grabenin ilk evresine ait faylardan birini örtmüştür. Zira birimin dokanağı bu lokasyonda oldukça çizgisel devam eder. Muhtemeldir ki, bu çizgisel formasyon sınırı, kuzey kenarda, yöredeki son (Pleyistosen) göl ortamına ait suların ulaşabildiği sınırı önerir.

Birim, çoğunlukla Emet formasyonu üzerinde uyumsuzlukla durmaktadır (Şekil 2.53). Turgutlar köyü güneyinde, Yassı Tepe'nin GD yamaçlarındaki mostralarında Emet formasyonu üzerine açılı uyumsuz olarak gelir. Burada Kirazpınar formasyonu ofiyolit ve karmaşıktan türemiş yarı köşeli-yarı yuvarlak çakıl ve blok boyutlu malzemenin kumlu bir matriks ile tutturulmasıyla oluşmuştur. Tane boyu üst seviyelere doğru küçülerek devam eder. Katmanlanma belirgin ve orta kalın katmanlıdır. Bölgede istifin taban-tavan ilişkisi net gözlenememekle birlikte, görünür kalınlığı 40 m kadardır.

Kirazpınar batısında Yalnızçam mevkiinde bol miktarda Unio sp. (Çakır, 2009) fosili içerir (Şekil 2.54). Birim içerisinde tespit edilen bu kavkılar kesin yaş vermemektedir (Unio sp.; Çakır, 2009). Bununla birlikte, birimin daha yaşlı (Pliyosen) birimler (Emet formasyonu) üzerine açılı uyumsuzlukla gelmesi ve deformasyon yapılarının (kıvrım) diğer birimlere göre (Çokköy fm., Emet fm.) zayıf gelişmiş olması, gözlenebilen belirsiz katmanlanmanın da yataya yakın konumlu olması, birimin en azından Pliyosen'den genç olduğunu göstermektedir.



Şekil 2.53: Emet formasyonu (Te) marn düzeyleri ile Kirazpınar formasyonu (Qk) arasındaki dokanaktan bir görünüm (Çifteoluklar-Akçamescit köyü yolundan Akçamescit'e giriş)



Şekil 2.54: Kirazpınar formasyonu çamurtaşı fasiyesi düzeylerinde, Yalnızçam mevkiinde bol miktarda gözlenen kavkılar

Birimin Kocayataktepe formasyonu ile dokanağı yoktur, bu sebeple yaş bakımından bu iki birimi korele etmek mümkün görünmemektedir. Ancak birimlerin yayılımı, içerdiği tanelerin kökeni ve boyutu, çimentolanma derecesi bakımından değerlendirildiğinde bu iki birimin farklı olduğu kesindir ve Kirazpınar formasyonunun Kocayataktepe formasyonundan genç olduğu açıktır.

Önceki çalışmalarda birimi, Baş (1983; 1986) Kuvaterner, Arık ve Temur (2003) Kuvaterner, Koçyiğit ve Bozkurt (1997) Üst Pliyosen yaşında değerlendirmiştir.

Tüm bu veriler ışığında, tarafımızdan birimin Pleyistosen'de çökelmiş olabileceği düşünülmüş ve bu şekilde yaşlandırılmıştır.

Birim için, dikkati çeken bir nokta, yüzleklerinin genelde graben içerisinde kalması ve yayılımının da faylara yakınlık göstermesidir. Bu durum Kirazpınar formasyonunun fay kontrollü bir çökel olduğunu ve muhtemelen Kütahya Fay Zonu'nun aktivitesiyle ilişkili olduğunu düşündürmektedir. İstifte depolanmanın düzensiz olması, yer yer binikli çakıllar bulundurması (Şekil 2.55), tane boyu dağılımı, tane boyunun değişkenlik göstermesi, birim içerisinde gelişmiş kalsit dolgulu (Şekil 2.56 ve 2.57) açık ve kapalı çatlaklar, muhtemel normal türdeki fay düzlemleri, yatay konumlu katmanlar, bir tektonik aktiviteye işaret etmektedir. Kendisinden daha yaşlı birimlerde sıkışma rejimini yansıtan yapısal unsurlar gözlenirken, Kirazpınar formasyonunda açık ve kapalı tansiyon çatlaklarının gelişmiş olması, birimin bir gerilme tektoniği etkisinde geliştiğini önermektedir. Bu rejim değişikliği Kütahya Grabeni'nin gelişimine başladığı dönem olmalıdır.

İstifte tane boyunun küçülüp, silt-kil olduğu kesimler, taşkın ovası düzlüğü ve göl ortamını önerir (Şekil 2.58). Bunların yanında gölsel fosil içeriği de dikkate alındığında, birimin akarsu, yelpaze, moloz akıntısı ve göl ortamlarını yansıttığı ortaya çıkmaktadır. Burada, formasyonun çökelmesi esnasında, yüksek alandan (horstlar) aşınan malzemenin (Kütahya grabeninin güney kenarı), graben içine taşınması söz konusudur. Graben içerisinde ise birimin çökelmesi döneminde kısmen korunmuş ya da ilk yükselme sonrasında yeniden gelişmiş küçük bir göl ortamına bu malzemenin taşındığı söylenebilir. Zira göl ortamını yansıtan fosiller bu savı

desteklemektedir. Fay denetimli yüksek alandan (güney kenar), yer çekimi, yağış gibi sebeplerle bu göl ortamına taşınan malzeme, göle kavuşan bir yelpaze ya da moloz akıntısı ortamını göstermektedir. Ayrıca akarsu çökel yapılarının varlığı (bar çökelleri, taşkın ovası çökelleri, çakıllarda biniklik gibi) bu göl suyunu besleyen bir akarsuyun varlığını yansıtmaktadır. Sellenmelerle gelen malzemenin çökeldiği ve muhtemelen göl ortamının terk ettiği düzlükte depolanan çökeller ise taşkın ovası çökelleri niteliğindedir. Bu sebeple formasyon homojen bir istif görünümü sunmaz.



Şekil 2.55: Kirazpınar köyü, Yalnızçam mevkiinde biniklik gösteren iyi tutturulmuş blok ve çakıllar (kanal dolgusu çökelleri, akıntı yönü KD'ya doğrudur)



Şekil 2.56: Kirazpınar formasyonununda gelişen çatlak sistemindeki kalsit dolgular (Kızılbayır mevkii)



Şekil 2.57: Kirazpınar formasyonunun iyi tutturulmuş çakıltaşı düzeylerinden (üstte) bir görünüm



Şekil 2.58: Kirazpınar formasyonunda tane boyunun küçüldüğü ve göl ortamını öneren fosilli çamurtaşı düzeyleri

2.3.1.2.2.2. Yakaca formasyonu (Qy)

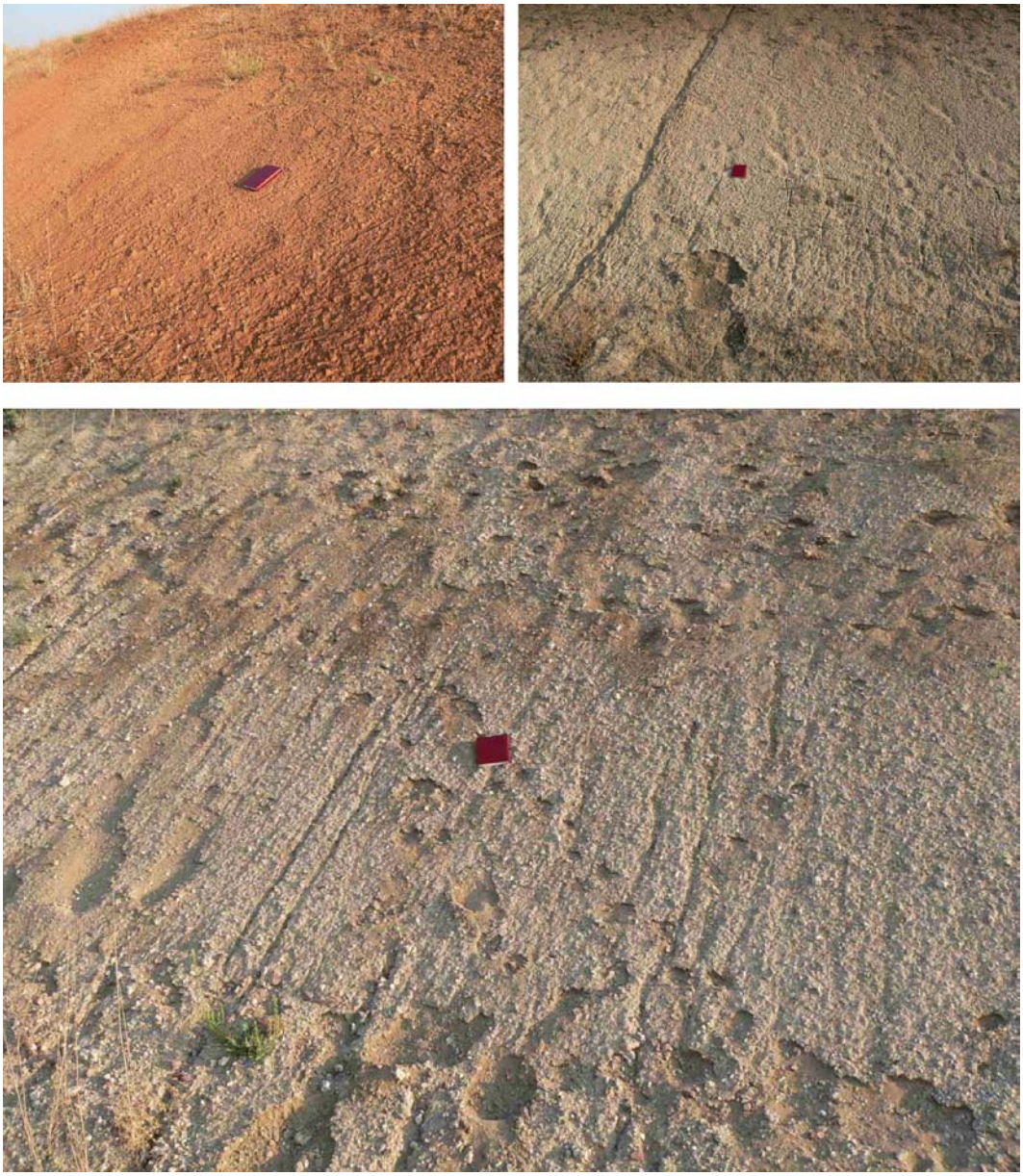
Tutturulmamış çakıl, kum, silt, kilden oluşan birim, Yakaca formasyonu adı altında incelenmiştir. Bu ad ve tanımlama ilk kez tarafımızdan yapılmış olup, bu haliyle ilk kez ayırtlanarak haritalanmıştır.

Baş (1983) tarafından "eski alüviyon" adlama ve tanımlamasıyla açıklanmış birim çoğunlukla bir eski akarsu çökeli izlenimi verir. Geniş alanlarda ve vadi tabanlarında görülmesi birimin "eski alüviyon" adlaması ve tanımlamasına uygun olduğunu gösterir. Ancak Baş (1983) tarafından kullanılan "eski alüviyon" adlaması, adı gibi eski bir isimlendirme biçimi olması ve birimin geniş yayılımlarla kendine özgü litolojik özellikler göstermesi sebebiyle formasyon olarak tanımlanması ve tanıtılması gereği düşünülmüştür. Bu sebeple, tarafımızdan, birimin tipik olarak gözlendiği Yakaca köyü ve çevresine atfen Yakaca formasyonu adlaması uygun görülmüştür.

Başlıca kırmızımsı, pembemsi, kahverengi tonlarında ve gri-boz renklerde (Şekil 2.59) gevşek çimentolu, ve daha çok çimentolanmamış malzemeden oluşur. Çakıllar köşeli, yarı köşelidir. Özellikle Emet formasyonundan aldığı çakıllar ve mermer parçaları, renkleri sebebiyle birim içerisinde göze çarpar. Yayılımının daha çok Seyitömer Grabeni ile sınırlı kalması bu alanda korunarak aşınmadan kaldığını düşündürmektedir.

Çalışma alanının daha çok batı-orta kesimlerinde yayılım gösteren birim Felent Çayı'nın ana kolu olan Kocasu Deresi'nin taşkın düzlüklerinde bıraktığı çökeller olmalıdır. Ancak çakılların daha çok köşeli olması, fazla bir taşınmaya maruz kalmadığını göstermektedir.

Birim içerisinde herhangi bir fosile rastlanmamıştır. Ancak, istifteki konumu dikkate alınarak Pleyistosen'de bir alüviyal ortamı yansıttığı düşünülmektedir.



Şekil 2.59: Çeşitli renklerde gözlenebilen Yakaca formasyonuna ait mostralardan örnekler (Kütahya Tavşanlı yolu, Yoncalı-Köprüören arası)

2.3.1.2.2.3. Taşlıtepe volkaniti (Qt)

Bazalt, andezitik bazalt ve olivin bazalt bileşimli volkanitler çalışma alanında Taşlıtepe volkaniti adı altında incelenmiştir. Siyah, siyahımsı kahve ve kızılımsı siyah renklerde gözlenir (Şekil 2.60).

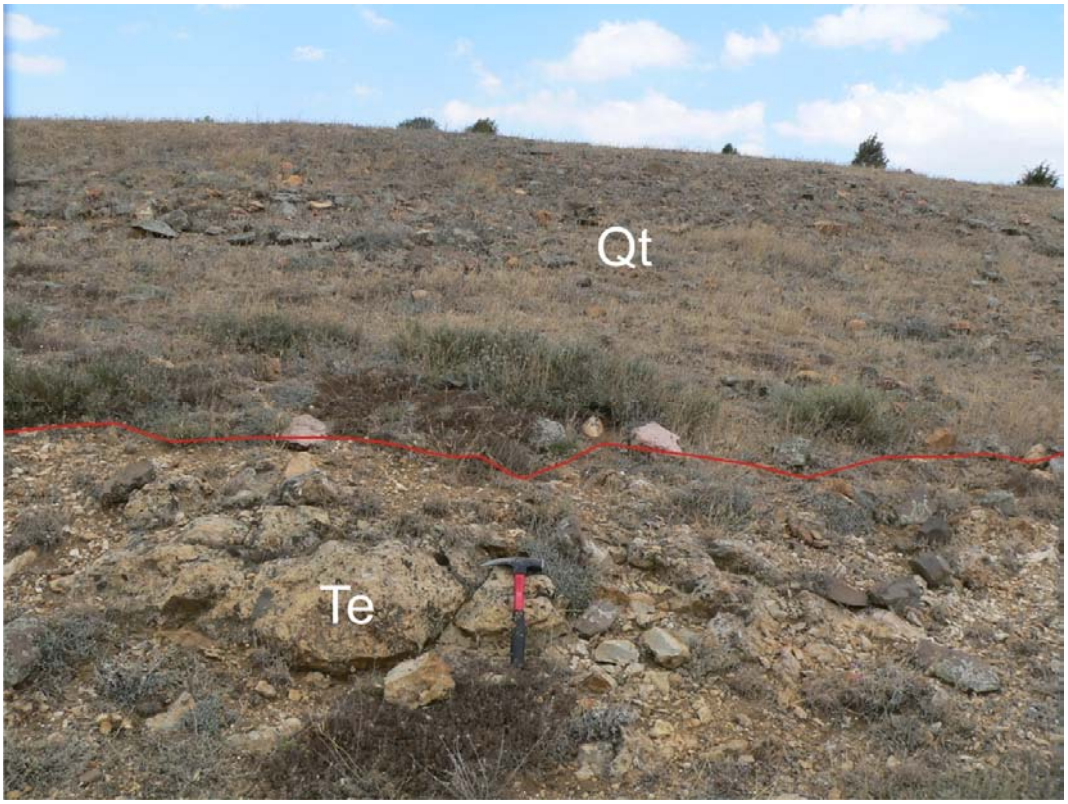


Şekil 2.60: Siyah renkli, gözenekli, bazaltın taze yüzeyi
(Solçalı Tepe'nin doğusunda yaklaşık K-G gidişli -K10°D- bir sırt oluşturan bazaltlardan)

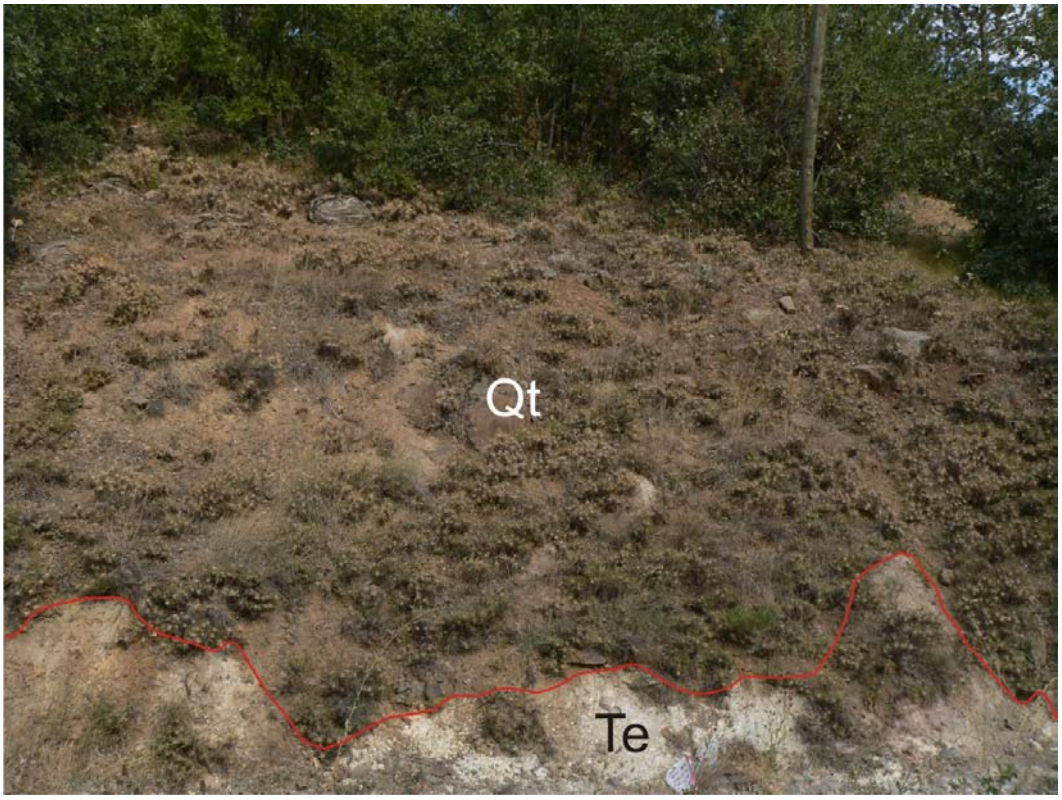
Birim, Arık ve Temur (2003) tarafından, çalışma sahasının batısında, Örenköy güneyinde Taşlıtepe volkaniti adı altında tanıtılmıştır. Bu adlama tarafımızdan uygun görülmüş ve aynen kullanılmıştır.

Bu yöredeki volkanitlerin siyah, koyu gri renklerde bol gözenekli bazaltlar ve koyu pembe andezitlerle temsil edildiğini belirten Arık ve Temur (2003), Solçalı Tepe kuzeyinden alınan örnekleri olivin bazalt, Balıklı mevkii, Taşlıtepe ve Çaltepe'den aldığı örnekleri de bazalt bileşiminde tanımlamışlardır. Volkanitlerin Emet formasyonunu kestiğini, hatta Kuvaterner yaşlı birimler arasında (tarafımızdan Yakaca formasyonu, araştırmacılarca Bozyer formasyonu olarak tanıtılan Kuvaterner yaşlı birim) sill şeklinde görüldüğünü ve uzanımının KD-GB ve KB-GD doğrultulu faylara paralel olduğunu belirtmişlerdir.

Tarafımızdan yapılangözlemlerde, Ilıca yöresi Kocagüneytepe dolaylarında ve Gümüşköy kuzeybatısında, Solçalı Tepe doğusundaki yüzleklerinde lavlar, Emet formasyonu üzerinde durmaktadır (Şekil 2.61 ve 2.62).

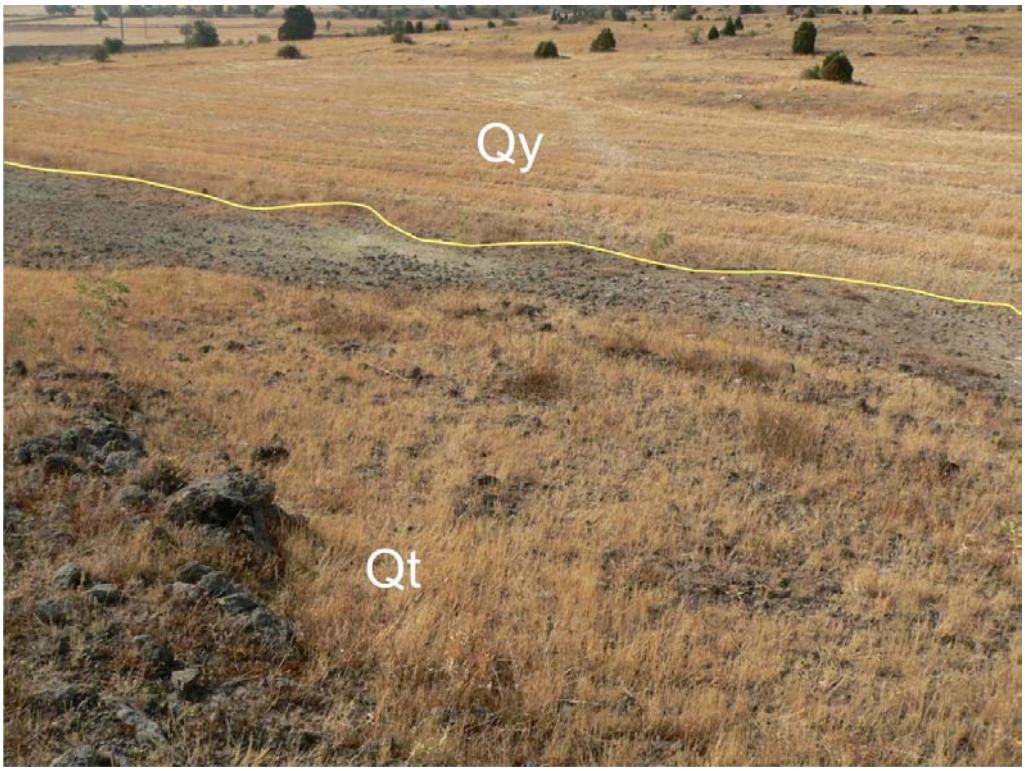


Şekil 2.61: Tabanda Emet formasyonuna (Te) ait kireçtaşları üzerinde gözlenen Taşlıtepe volkaniti (Qt)



Şekil 2.62: Tabanda Emet formasyonuna (Te) ait düzeyler ve üzerinde Taşlıtepe volkanitine (Qt) ait lav yaygısı (Sırören-Ilıca yolu, Ilıca girişi, Kocakır Tepe güney etekleri)

Volkanitler yine Solçalı Tepe doğusundaki yüzleklerinde, çalışmamızda Yakaca formasyonu olarak anılan Kuvaterner birimlerini de kesmiş ve örtmüş görünmektedir (Şekil 2.63).



Şekil 2.63: Taşlıtepe volkanitinin (Qt) Yakaca formasyonunu (Qy) üzerler durumu

D.S.İ. (1985), hazırladığı Kütahya-Porsuk havzası jeofizik rezistivite etüt raporunda, yöredeki bazaltların, Neojen formasyonlarının (yaşı Neojen olarak verilen birimler, Sabuncupınar formasyonu Çayca üyesi, Çokköy formasyonu ile Emet formasyonu adlamasıyla çalışmamızda tanıtılan birimlerdir) en üstünde örtü şeklinde bulunduğu, bu lav örtüsünün doğuya doğru incelerek son bulduğu ve kalınlığının 50 m ye ulaşabildiği belirtilmiştir.

Jeotermal Ilıca yöresinde termal suyun yüzeylemesi, bu volkanitlerin, yüksek ihtimalle, sularla aynı fayları (yolu) kullanarak yüzeye ulaştığını ve derinde hala sıcak bir kütlenin varlığını düşündürmektedir.

Bazalt, andezitik bazalt bileşimiyle, önceki çalışmalarda Pliyosen yaşlı tanıtılan lavlar, yer yer (Ilıca kuzeybatısında) Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Emet formasyonuna

ait kireçtaşlarını pişirmiş olarak gözlenmiştir (Şekil 2.64). Buradan hareketle, volkanitlerin çok evreli olarak, Alt-Orta Miyosen'den itibaren bölgeye yerleştiğini söylemek mümkündür. Ancak bugüne kadar yöredeki volkanitlerde yapılmış bir radyometrik yaş tayinine rastlanamamış olması özellikle bazaltik bileşimli volkanitler için kesin yaş verilmesini imkansız kılmaktadır. Bu sebeple volkanitlerin yaşı stratigrafik düzeyine ve önceki çalışmalarda verilmiş yaşlarla kıyaslanarak Holosen olarak kabul edilmiştir.



Şekil 2.64: Taşlıtepe volkanitince pişirilen ve rengi kızıla dönen Emet formasyonuna ait kireçtaşı tabakaları (Ilıca güneyi, Kacagüneytepe mevkii)

Arık ve Temur (2003) bu volkanitlerin, Batı Anadolu'daki Kula volkanitleri (Ercan, 1982), Denizli volkanitleri (Ercan ve diğ., 1985) ve Manyas volkanitleri (Ercan ve diğ., 1990) ile yaş ve litolojik olarak korele edilebileceğini belirtmişlerdir.

2.3.1.2.2.4. Kütahya formasyonu (Qkü)

Birim başlıca, Kütahya Fay Zonu'nun çeşitli kollarında gelişmiş alüviyon yelpazelerinden oluşur (Şekil 2.65 ve 2.66). En genişi Kütahya şehir merkezinin

üzerinde kurulduğu alanda olup, çoğunlukla grabenin güney kenarında gelişmiştir. Bu da grabenin güney kenarının kuzey kenara göre daha aktif olduğunu önerir. Bu yelpazeler çoğunlukla fay denetimlidir (Şekil 1.4, 2.67) ya da akarsu drenaj ağıyla ilişkilidir. Özellikle Kütahya şehir merkezinin de üzerinde kurulduğu en geniş yelpaze, yörede "Kapan Çayı" olarak anılan Keçeeğreği Dere drenaj sisteminin sellenmelerle getirdiği malzemelerinin çökelleridir. Bu dere, yaklaşık 1600 m lik Yellice Dağı'ndan topladığı suları eteklerinden süzülerek kuzeydoğuya doğru ovaya ulaştırır. Ancak Sultanbağı Mahallesi'ne varamadan Kütahya Fay Zonu içerisine girer (yaklaşık 1200 m), ve burada doğuya yönelerek Kütahya Kalesi güneyinden Kütahya Ovası'na ulaştığında enerjisini oldukça kaybetmiştir ve burada çökellerini bırakarak Kütahya şehrinin üzerinde kurulduğu o büyük alüviyal yelpazeyi yıllar içerisinde oluşturmuştur. Bundan başka, benzeri şekilde Büngüldek Deresi, Boyalı Dere, Selbaskın Deresi gibi dereler de horstun tepelerinden topladığı malzemeyi, enerjisiyle grabene doğru taşır ve KFZ dolaylarında azalan enerjisi ile daha fazla devam edemeyip yakın kesimlerde taşıdıklarını bırakarak bu yelpaze çökellerini meydana getirmişlerdir.



Şekil 2.65: Dumlupınar Üniversitesi Germiyan kampüsü yakınlarında Kütahya formasyonunun gevşek tutturulmuş çökelleri



Şekil 2.66: 5-10° ile kuzeye eğimlenmiş Kütahya formasyonu çökelleri



Şekil 2.67: Kütahya Fayı önünde gelişmiş Kütahya formasyonu (Qkü)

Çökeller fay önlüğü tortulları şeklindedir ve kendi içinde düzensiz bir istif gösterirler, ancak birimin geneline bakıldığında, her malzeme taşınımıyla gelişmiş tabakaların varlığı göze çarpar. Taneler köşeli-yarıköşeli ve çoğunluğu Emet formasyonu kökenlidir (Şekil 2.68). Evliya Çelebi Mahallesi'nde bu breşik malzemeden kum ocağı şeklinde istifade edilmiş. KFZ'nun ana fay düzlemi de bu malzemelerin alınmasıyla yüzeye çıkmıştır. Birimin maksimum kalınlığı fanların kesişim bölgelerinde ve fay zonuna en yakın kesimlerinde ölçülür (Ortaca köyü kuzeyi ~150 m, Koçyiğit ve Bozkurt, 1997). Üst üste yığışan yelpaze çökelleri, tahmin edilenden daha kalın bir istif sunar.

Malzemenin farklı dönemlerde gelişen yamaç aşağı hareketi ile kuzeye eğimli tabakalar gelişmiştir (Şekil 2.69). Bu eğim yer yer 40° ye ulaşır.

Yelpazeler kuzey kenara göre güney kenarda daha fazladır. Ayrıca güney kenarda gelişen yelpazeler daha geniş alanlar kaplar, yani daha büyüktürler. Bu durum grabenin asimetrik gelişimi görüşünü güçlendirir. Güney kenar daha hızlı yükselmiş ve daha aktif olmuştur. Bu yelpazeler, KFZ'nun etkileriyle kısa zamanda yükselip sarp yamaçlardan aşağı inen yamaç dökuntüsü gibi malzemelerle de desteklenmiştir.

Kuzey kenarda ise durum çok ta farklı değildir. Ancak güney kenar kadar aktif olmayan ve basamaklarla evrim geçiren kuzey kenarda da, Parmakören batısında Taşpınar Deresi'nin geliştirdiği bir alüvyal yelpaze söz konusudur. Bundan başka daha batıda, Taşlı Tepe dolaylarında akan Tarla Deresi de getirdiği malzemeyi Parmakören Fayı önünde bırakmıştır. Her iki fan çökellerinin yayılımı da güney kenardaki kadar geniş değildir, dolayısıyla çökellerin kalınlıkları da daha azdır.

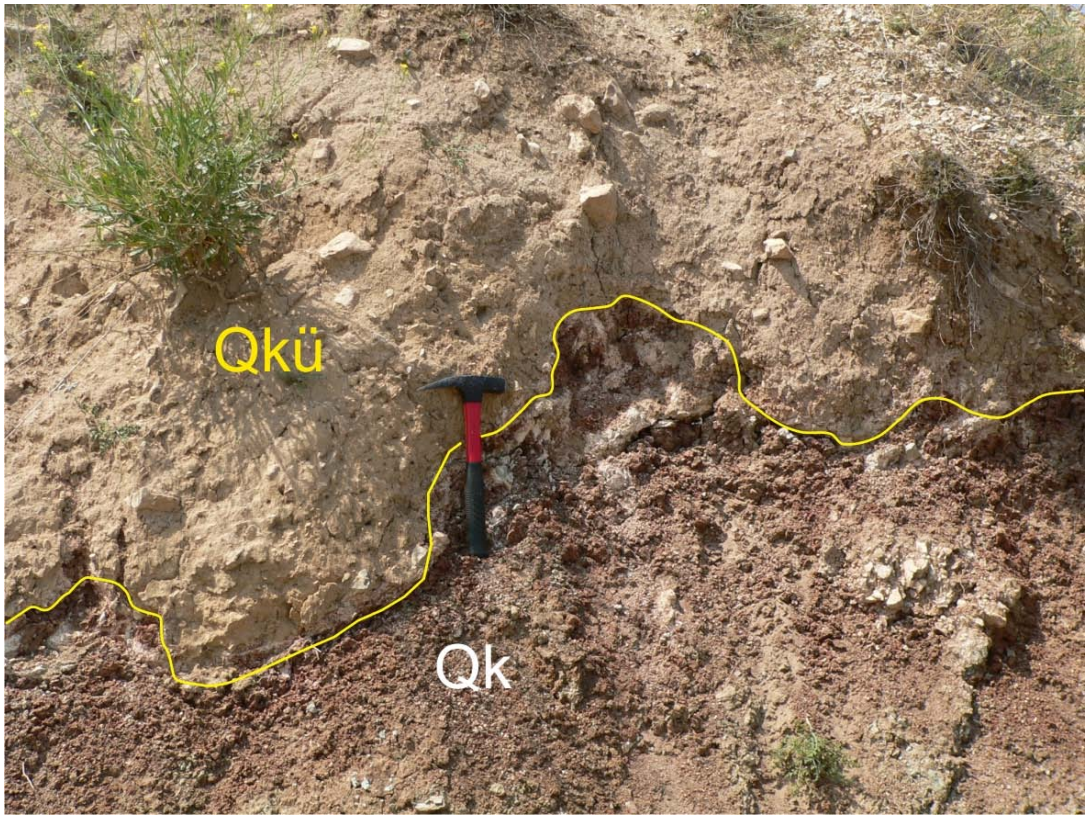
Kütahya formasyonu, tabanda Kirazpınar formasyonu üzerine gelebildiği gibi (Şekil 2.70), alüviyondan sonra yöredeki en genç çökel olması sebebiyle aslında tüm birimlerin üzerindedir. Her ne kadar çalışma alanında doğrudan gözlenemese de birim sadece alüviyon tarafından diskordansla üzerlenebilir.



Şekil 2.68: Emet formasyonundan türemiş köşeli çakıllarıyla Kütahya formasyonunun çakıl katmanlarından bir görünüm



Şekil 2.69: Kuzeye eğimli (35°) Kütahya formasyonu çökelleri



Şekil 2.70: Kirazpınar formasyonunu (Qk) açılı diskordansla üzerleyen Kütahya formasyonu (Qkü)

Birim içinde fosil bulunamamıştır. Halen, yağış faktörüyle, aynı yelpazeler beslenmekte ve gelişimini devam ettirmektedir. Bu yüzden birimin yaşı Holosen (?) olmalıdır.

2.3.1.2.2.5. Alüviyon

Güncel dereler ve akaçlama sistemi tarafından depolanmış çakıl-kum-silt-kil boyutundaki vadi çökelleridir.

Bölgede drenajı sağlayan ve alüviyonun depolanmasını sağlayan bazı önemli su yolları şunlardır:

Şahmelek-Örenköy ve Çobanköy-Şenlik-İsaköy yönünde iki koldan gelip Köprüören dolaylarında birleşen, devamında Enne baraj göletinde depolanan ve sonrasında da Kütahya ovasını kuzeybatıdan güneydoğuya geçen Felent Çayı vadisi alüviyonun çökeldiği başlıca vadidir. Kütahya ovası (Civli-Muhatboğazı arası) içerisinde kalan

alanda, D.S.İ. (1981) tarafından yapılmış çalışmalar sonucunda elde edilmiş verilere göre, havzada alüviyon akifer olarak verilen çökelin kalınlığı 10-100 m arasında değişmektedir. Bu kalınlığa, özellikle Kütahya ilinin kuzeyinde ulaşılıyor olduğu belirtilmektedir. Ancak, akifer olarak nitelenen ve kalınlığı 100 m olarak belirtilen istife, alüviyonun yanında, Kütahya formasyonuna ait çökeller de dahil edilmiştir. Zira Kütahya şehir merkezi kuzey kesimlerinden, doğu ya da, batıya doğru gidildiğinde bu kalınlığın azaldığı da kaydedilmiştir.

Porsuk Çayı çalışma alanının doğusunda, bir diğer önemli drenaj sistemidir. D.S.İ. (1965; 1985) verilerine göre alüviyonun Porsuk Çayı havzasındaki kalınlığı 5-20 m arasında değişmektedir. Porsuk Çayı suyu, çalışma alanının kuzeydoğu sınırında Porsuk baraj göleti olarak isimlendirilmiş gölette depolanmaktadır.

Yörede tüm birimleri diskordan olarak üzerleyen alüviyon, bu iki büyük çay ve onların kollarının ürünüdür.

3. YAPISAL JEOLOJİ

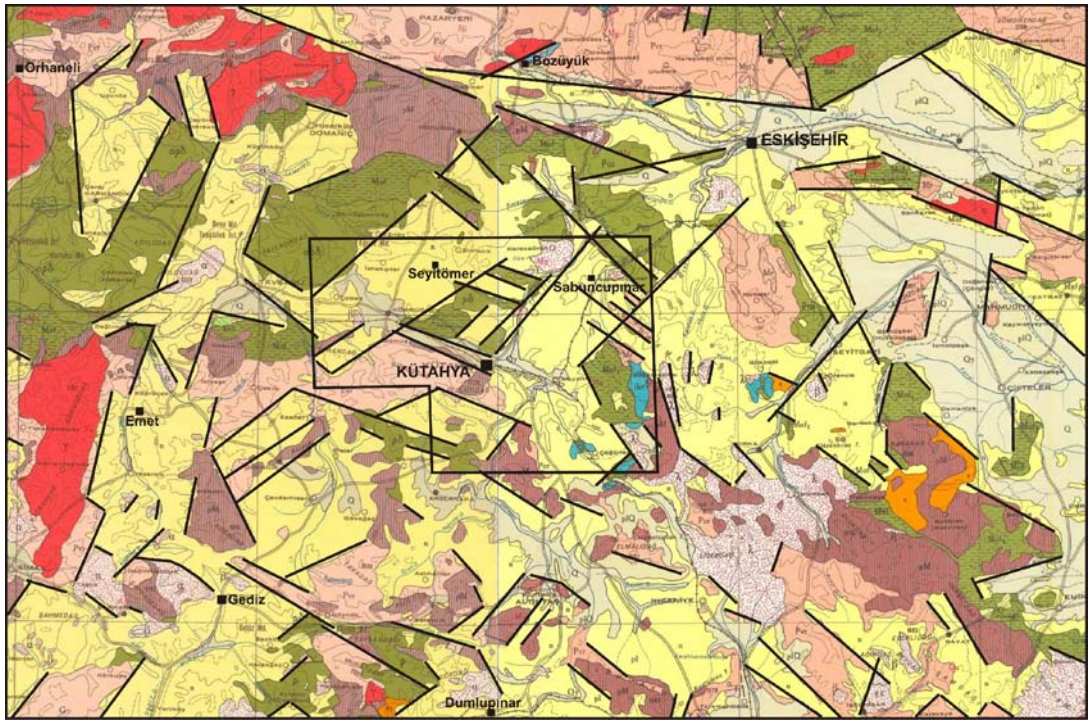
Çalışma alanı, Batı Anadolu Horst Graben Sistemi'nin (BAHGS) etkilerini gösterdiği iç Batı Anadolu Bölgesi'nde yer alır. Yörede farklı doğrultularda gelişmiş faylar olup, bu faylardan başlıcaları

1-KD-GB (yaklaşık K-G) ve
2-KB-GD (yaklaşık D-B) gidişli olanlardır.

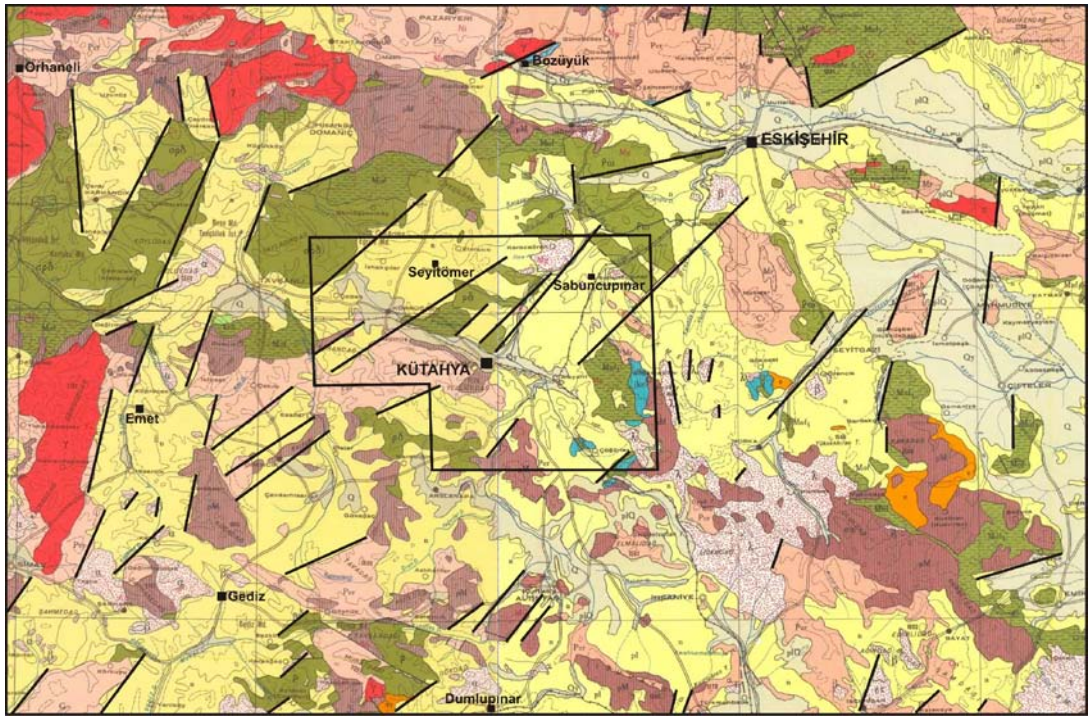
Bu faylar çalışma alanındaki Miyosen-Kuvaterner havzalarını denetlemişlerdir. 1/500.000 ölçekli M.T.A. tarafından hazırlanmış jeoloji haritasına (Şekil 3.1) ilk bakışta Kütahya ve çevresinde KB-GD gidişli uzanan genç bir oluk dikkati çeker. Bunun yanında, hem M.T.A. tarafından hazırlanmış jeoloji haritasında (Şekil 3.2) hem de tarafımızdan hazırlanmış çalışma alanına ait ayrıntılı jeoloji haritasına bakıldığında (Şekil 1.4) başlıca iki doğrultuda fayların egemen olduğu ve çökellerin bu faylarla denetlenmiş havzalarda depolandığı açıkça gözlenmektedir. Bu faylardan bir kısmı Batı Anadolu'nun genelinde olduğu gibi, çalışma alanında da KD-GB doğrultulu graben benzeri havzaları denetler (Şekil 3.2). Bir kısmı da KB-GD gidişli güncel havzayı denetleyen faylardır (Şekil 3.3). İnceleme alanına ait tarafımızdan tespit edilmiş fayların işlendiği ve bu faylardan bazıları tarafından denetlendiği anlaşılan horst-graben yapıları şekil 3.4'te sunulmuştur.

3.1. Paleotektonik Dönem

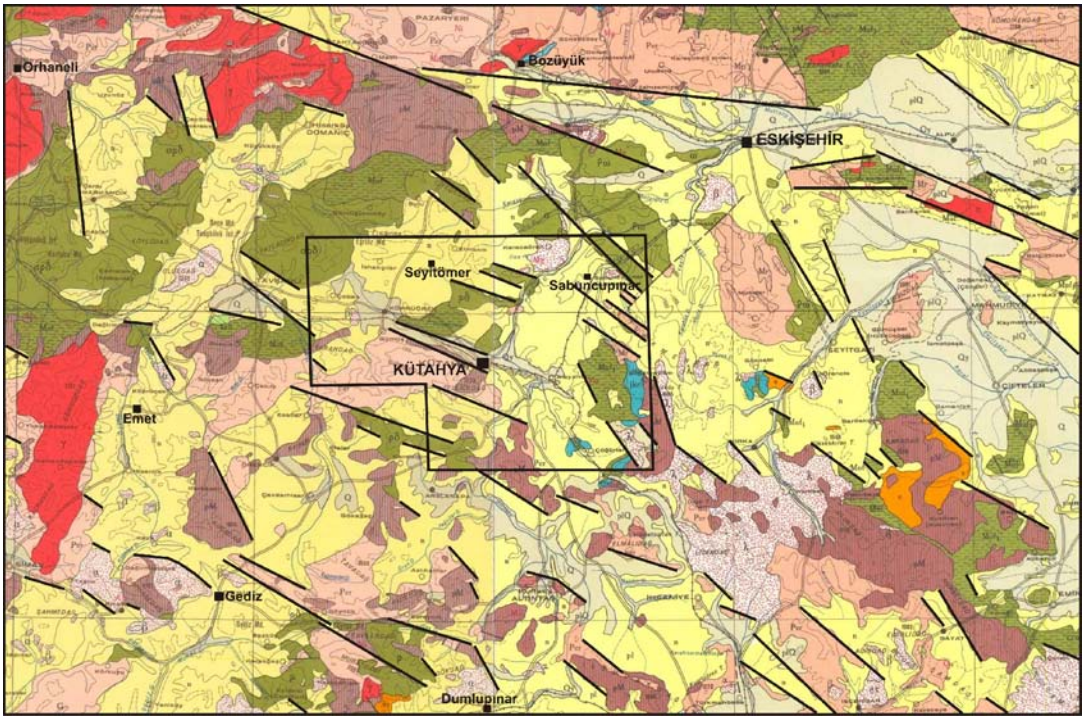
Kütahya ve çevresinde Paleotektonik dönem, Kütahya Grabeni'nin gelişim sürecinin başlangıcı olan Pleyistosen öncesidir. Bölgede en yaşlı tektonik unsur, İzmir-Ankara Okyanusu (İAO)'nun kapanma sürecinde gelişen yapısal öğelerdir. Bir kıtasal çarpışmanın bölgedeki etkileri ve Neotektonik döneme kadar olan süreç aşağıda anlatılacaktır.



Şekil 3.1: Kütahya ve çevresini kapsayan 1/500000 ölçekli jeoloji haritası (http://www.mta.gov.tr, değiştirilerek)



Şekil 3.2: Çalışma alanı ve çevresinde KD-GB gidişli faylar ve bu faylarla ilişkili havzalar (http://www.mta.gov.tr, değiştirilerek)



Şekil 3.3: Çalışma alanı ve çevresinde KB-GD gidişli faylar ve bu faylarla ilişkili havzalar (http://www.mta.gov.tr, değiştirilerek)

3.1.1. KB-GD doğrultulu ters faylar

Yörede, paleotektonik döneme ait KB-GD doğrultulu faylar, çoğunlukla İAO'nun kapanması ve bu yitim sırasında ofiyolitin yerleşmesi sürecinde gelişmiş ters faylardır.

3.1.1.1. İzmir-Ankara Okyanusu'nun kapanma süreci

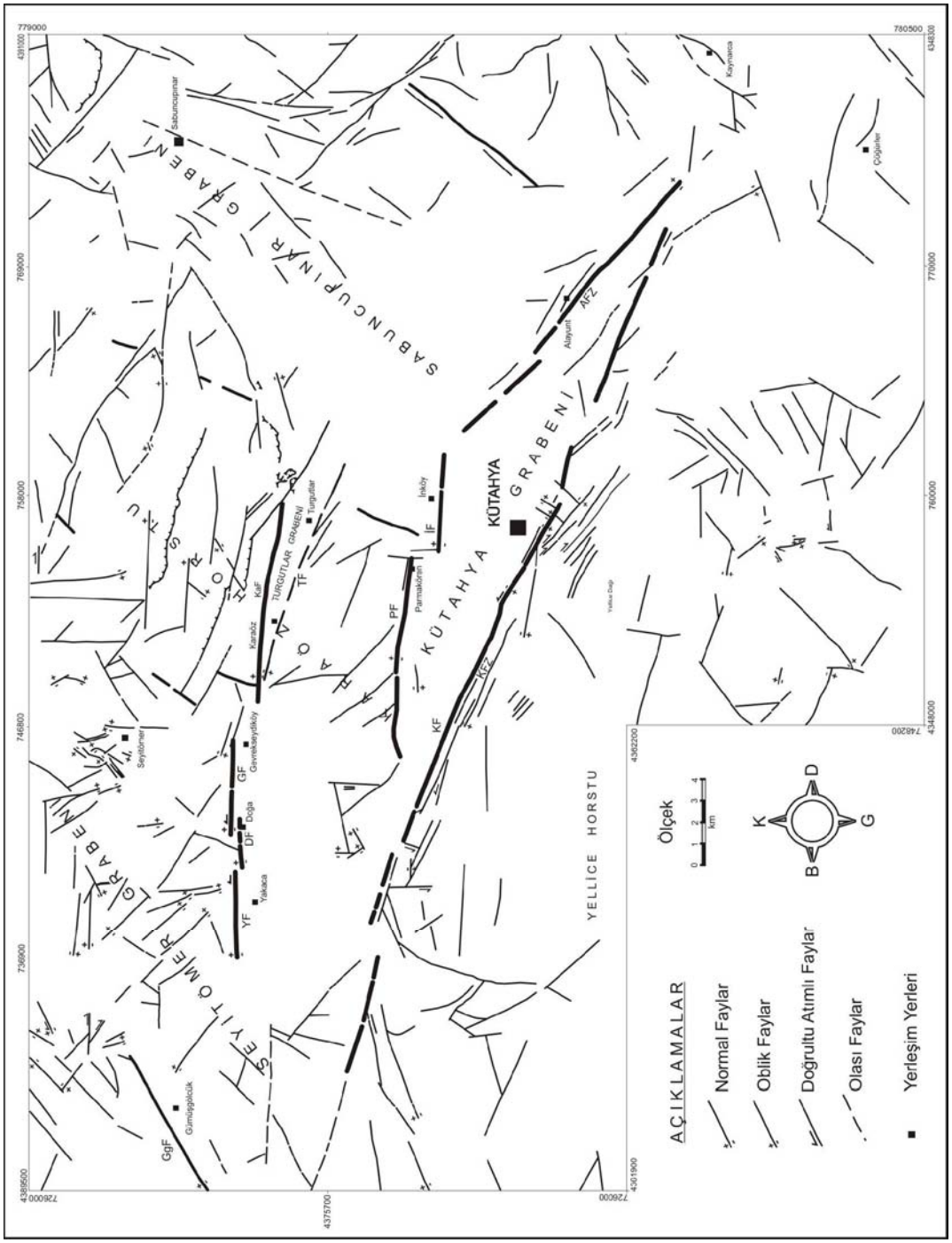
Harris ve diğ. (1994)'e göre Turoniyen-Orta Eosen, Okay (1981)'e göre de Üst Kretase-Paleosen'de, Pontidler ile Anatolidler arasında, Neotetis'in kuzey kolunun (İAO) kapanmasıyla sonuçlanan kıtasal çarpışma, İzmir-Ankara Süturu boyunca gerçekleşmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz ve diğ., 1997a, Gürer ve Yılmaz, 2002). Bu süreç yörede kuzeyden güneye ofiyolit üzerlemesiyle sonuçlanmıştır. Bilindiği üzere Toros kuşağı üzerinde yer alan ofiyolitler de, Neotetis okyanusunun kuzey kolu ile ilişkilidir. Çelik ve diğ. (2006), Likya, Antalya ve Beyşehir ofiyolitlerine ait ofiyolit tabanı metamorfiklerinin amfibolitlerinden elde ettikleri amfibol minerallerinden 90.7 ± 0.5 My ile 93.8 ± 1.7 My (Geç Kretase) arasında

değişen, ancak birbirlerine yakın yaşlar elde etmişlerdir. Kaya (1972)'nin Tavşanlı güneyindeki ofiyolit-mavişistlerin, kireçtaşlarıyla örtülmesi nedeniyle, yerleşme yaşına önerdiği Maastrihtiyen yaşı da yukarıdakilerle uyumludur. Dolayısıyla çalışma alanında gözlenen ofiyolit ve karmaşıkla ilişkili ters fayların yaşı en yaşlı, Geç Kretase olmalıdır.

3.1.1.1.1. Ofiyolit yerleşmesi sırasında gelişmiş ters faylar

Kütahya ve çevresi, bu kıtasal çarpışma sürecine dair, farklı aşamaların ürünlerini taşıyan (kıvrımlanma, ters faylanma, gömülme, metamorfizma), yeşilşist ve mavişist zonu metamorfitlerin de yüzeylediği bir ofiyolitik kuşağa dahildir (Şekil 2.1, 2.2 ve 2.8). Bu kuşakta gelişmesi muhtemel yapısal unsurlar olan hemen tüm yapılar, bölgede gözlenebilmektedir. Yoğun şekilde kıvrımlanmış, makaslanmış tabakalar ve ters faylar, dönemi yansıtan olağan yapılardandır. Bölge, maruz kaldığı sıkışma kuvvetlerini bu tür yapılarla karşılamaya çalışırken kısalıp kalınlaşmış olmalıdır. Nitekim günümüzde Batı Anadolu için 30-32km kalınlıkta hesaplanan kıtasal kabuk (Ezen, 1991; Akyol ve diğ., 2006) K-G gerilme başlamadan önce, yani okyanusun kapanma sürecinde 50km'den daha kalındır (Le Pichon ve Angelier, 1981; Jackson ve McKenzie, 1988; Şengör, 1982; 1993).

Ofiyolitlerin yerleşme sürecine dair yansımalar olan ters faylar, özellikle çalışma alanının orta kuzey kesimlerinde ve Kozluca Köyü güneydoğusunda gözlenir. Başlıca Karaöz Horstu'nda Ovacık melanjı ve Kınık ofiyoliti arasındaki dokanağı belirleyen ters faylar ile Kınık ofiyolitinde gelişen ters fay, bölgede Paleotektonik dönemde gelişmiş önemli ters faylardandır. Ortalama K55°B doğrultulu fayların eğimleri 50° ile 70° arasındadır. Neotetis'in kuzey kolunun kapanma sürecine ilişkin kayıtların elde edildiği son dönem olan Orta Eosen sonundan Miyosen başlarına kadar, mevcut verilere ve çalışmalarımıza göre, inceleme alanında herhangi bir çökel yoktur. Böylece Kütahya ve çevresinin Miyosen'e kadar bir sıkışmaya maruz kalarak yükselme evresinde olduğu açıktır. Demirkol (1986), bölgede sıkışma etkilerinin Lütesiyen'le birlikte artmaya başladığını ve Pliyosen'e kadar bu etkilerin değişen yönlerle gözlenebildiğini belirtmiştir.



Şekil 3.4: Kütahya ve çevresinin başlıca yapısal unsurları

Okyanusun kapanma süreciyle başlayan sıkışma unsurunun ilerleyen dönemlerinde, beraberinde D-B gerilmeyle kabukta büyüyen stres, yaklaşık K-G uzanımlı açılma alanları meydana getirmiş olmalıdır. Zira kuzeyde Marmara Denizi ile güneyde Gökova Körfezi arasında yaklaşık K-G uzanımlı, graben benzeri pek çok havza vardır (Ören, Yatağan, Nazilli, Bozdoğan, Bergama, Gördes, Demirci, Selendi, Güre, Evrenli Grabenleri gibi). Kütahya ve çevresinde de, yaklaşık K-G uzanımlı graben benzeri havzalar gelişmiştir. Aşağıda bu havzalar ve ilişkili faylar tartışılacaktır.

3.1.2. KD-GB doğrultulu oblik faylar

Çalışma sahasındaki bu faylar, Ege Bölgesi'nde var olan ve literatürde K-G yönlü grabenler olarak anılan, daha çok KD-GB yönlü grabenleri denetleyen faylara uyumludur. Yörede daha önce tanımlanmamış bu graben benzeri havzalar ilk kez bu çalışmayla ortaya çıkarılmış ve havzaların gelişim süreci irdelenmeye çalışılmıştır. Aşağıda öncelikle, Batı Anadolu'daki KD-GB doğrultulu faylarla ilişkili genel durum hakkında bilgi verilecek ve sonrasında yöredeki KD-GB yönlü faylarla denetlenmiş, Seyitömer ve Sabuncupınar grabenleri ile bu grabenleri birbirinden ayıran Karaöz Horstu tanıtılmaya çalışılacaktır.

3.1.2.1. Batı Anadolu'daki KD-GB yönlü horst-graben yapısının gelişim süreci

Bölgede yaptığımız çalışmalar sonucunda elde edilen jeoloji haritasına bakıldığında (Şekil 1.4), Kütahya ve çevresinde, KD-GB çizgisel gidişi olan iki ayrı havza göze çarpar. Bu havzalardan ilki çalışma sahasının batısında Seyitömer ve diğeri doğudaki, Sabuncupınar havzasıdır. Bu çöküntü alanları Batı Anadolu'daki yaklaşık K-G gidişli graben yapısına paralellik gösterir. Bilindiği üzere bu grabenler bölgenin D-B gerilmesi ile ilişkilendirilmektedir (Bölüm 2).

3.1.2.1.1. Karaöz Horstu

Karaöz Horstu, KD-GB uzanımlı, muhtemelen Seyitömer Grabeni'nin doğu kenar fayı ve Sabuncupınar Grabeni'nin de batı kenar fayı ile şekillenmiş bir yükselimdir. Horst genellikle yaklaşık KB-GD faylarla (Karaöz, Turgutlar, Parmakören fayları)

katedilerek bölünmüş, Karaöz ve Parmakören fayları ile de güneye doğru basamaklanmıştır. Horstu sınırlayan faylar, havza dolgusu çökellerce örtüldükleri için net olarak gözlenememiş ve haritaya işlenememiştir.

Aşağıda, Paleotektonik dönemde gelişmiş Seyitömer ve Sabuncupınar grabenlerinin yapısal jeolojisi ele alınacaktır.

3.1.2.1.2. Seyitömer Grabeni

Çalışma alanının batısında, yaklaşık KD-GB gidişli (K50°-60°D) bir çizgisel havza bulunur. Bu yapısal havza, ilk olarak tarafımızdan tespit edilerek, Seyitömer Grabeni olarak adlanmış ve bu şekilde tanıtılacaktır. Grabenin KD ve GB kapanımı çalışma alanında gözlenememektedir. Gözlenebilen uzanımı yaklaşık 30km'dir. Genişliği ise yaklaşık 14km kadardır.

Jeoloji haritasına (Şekil 1.4) ilk bakışta Karaöz Horstu'ndaki temel kayaçlardan oluşan morfolojik eşik sanki daha büyük bir havzayı doğu ve batı olarak ikiye ayırmış gibidir. Ancak Seyitömer Grabeni havza tabanında (Beke fm., ve üzerinde Tunçbilek fm.) bulunan çökeller, inceleme alanının doğusundaki havzada (Sabuncupınar Grabeni) bulunmamaktadır. Benzer şekilde, doğudaki KD-GB gidişli havzada yüzeyleyen tüflerin de (Sabuncupınar formasyonu Çayca üyesi) Seyitömer havzasında aynı yoğunlukta görülmemiştir.

Her iki havzanın ortak çökelleri (Çokköy ve Emet formasyonları) muhtemelen bu grabenleri (Seyitömer ve Sabuncupınar), Karaöz Horstu'nu ve Yellice Horstu'nu da örten bir paleogölün ürünleridir.

Seyitömer Grabeni adını verdiğimiz KD-GB oluğa özgü, graben dolgusu çökeller Beke ve Tunçbilek formasyonlarıdır. Ancak bu birimler, Ayvalı Köyü güneyindeki alanda ve Avdan Köyü kuzeyinde de, mostra vermektedir. Bu durum muhtemelen, horstun faylarla parçalanarak graben düzeyine eriştiği alanlarda göl sularının, dolayısıyla çökellerin horstu aşmasıyla meydana gelmiş olmalıdır.

Seyitömer Grabeni, günümüz morfolojisini, grabeni sınırlayan KD-GB faylarla kazanmış olmalıdır. Grabenin batı kenarını sınırlayan Gümüşgölcük Fayı (GgF) yaklaşık 7km uzunluğunda, normal fay karakterindedir. K60°D doğrultulu fay morfolojide belirgindir ve litoloji farklılığıyla kendini gösterir. Tavşanlı Zonu'na ait kayaçlarla Neojen çökelleri burada karşı karşıya gelmiştir. Ancak bitki örtüsüyle kaplı alanda düzlem gözlenememiştir.

Grabenin doğu kenarında ise kenar fayı olabilecek süreklilik gösteren belirgin bir fay düzlemi takip edilememiştir. Fay muhtemelen daha genç çökellerle örtülmüş olmalıdır. Ancak çalışma alanının jeoloji haritasına bakıldığında, Karakişi Köyü batısında, Gümüşköy dolaylarında gözlenen KD-GB doğrultulu faylar, orta kesimde Kirazpınar formasyonunun KD-GB gidişli formasyon sınırı, Ovacık melanjı ve Kınık ofiyolitine ait yüzleklerin yine KD-GB çizgisel gidişi, grabenin doğu kenarının da normal ya da oblik normal bir fayla denetlendiğini önermektedir.

Bu fayların, çökelmeyi doğrudan denetlemediği ve çökelmeyle eş yaşlı gelişmiş ve geniş bir çökelme alanını daha küçük havzalara bölerek bu dar havzalarda çökelmenin devam etmiş olabileceği düşünülebilir. Zira birbirine yakın havzalar olan Tunçbilek-Seyitömer alanlarına ait kömürlü seviyeler arasında benzerlikler gözlense de bu kömürlü düzeylerin çökeldiği bataklık-göl ortamının tek bir göl ya da bataklık olmadığı fikri daha baskındır. Çünkü Ege Bölgesi'ndeki pek çok linyit yatağı, litolojik ve dönemsel açıdan birbirine benzer havzalarda gelişmiştir, ancak bunlar ne tamamen birbiriyle aynı, ne de tamamen farklıdır. Bunlar arasında yaş, litoloji, ısıl değer, kül içeriği, kükürt salınımı gibi parametrelerde küçük farklılıklar da vardır. Bu durumda aynı göl ya da bataklık ortamı ürünü olsa idiler tüm bu değerlerin ortak olması gerekirdi. Dolayısıyla tarafımızdan, fayların havzaları şekillendirdiği ve aynı dönemde farklı havzalar geliştiği düşünülmektedir. Benzer görünen bu havzaların farklı havzalar olduğu fikri, Çelik ve Karayiğit (2004) tarafından tespit edilen kömürleşme derecesi ve yansıtma değerlerinin tamamen farklılık göstermesiyle de uyumludur.

Ayrıca yukarıdaki çökelme ile eş yaşlı graben gelişimi fikri şunun cevabını da destekleyememektedir: Eğer sedimantasyon ile tektonik aktivite, yani grabenin

gelişimi aynı döneme rastlıyorsa, yani eş yaşlı ise, bir dingin ortam, bir bataklık ortamı nasıl gelişti de kömür oluştu? Dolayısıyla tektonikçe aktif bir ortamda çökel istifin, tekrarlayan, Beke formasyonu benzeri, kaba kırıntılı, köşeli çakıl ve bloklar içeren bir istif olması gerekirdi.

O halde grabenin gelişimi çok hızlı olmayıp, uzun periyotlardaki küçük blok çökmeleriyle meydana gelmiş olmalıdır. Böylelikle çökelme esnasında horstların üzerini aşan çökeller, faylanma (graben gelişimi) sebebiyle yeniden graben içine çekilmiş, horstlardaki nispeten ince bir kalınlığa sahip kırıntılı istif, zamanla kolayca aşınmış, horstun üzerinde faylarla oluşan ceplerde de kısmen korunmuş olmalıdır.

Beke ve Tunçbilek formasyonlarının Sabuncupınar Grabeni içerisinde hiç gözlenemiyor olması, aradaki bu eşiğin (Karaöz Horstu) Miyosen boyunca tam olarak su altı olmadığını ve yukarıda olduğu gibi burada da havzalar arası bağlantının bulunmadığını düşündürmektedir. Beke ve Tunçbilek formasyonunun Sabuncupınar Grabeni'ne sadece kuzeydeki Avdan yöresinde yaklaşabilmesi, bu alanda muhtemelen o dönemde de aktif olan Ilıca fayının oluşturduğu morfolojiyi izlemiş olmasındandır. Böylece o bölgeye göl suları sokulabilmiş ve kısmen horstun üzerine tırmanarak çökelmeyi desteklemiş olmalıdır.

Seyitömer Grabeni, çökel yaşlarına göre, Alt-Orta Miyosen'de gelişmiş olmalıdır. Ancak gelişim, muhtemelen düzenli ve sürekli olmamıştır. Yukarıda anlatıldığı gibi, havza birkaç fazda açılarak gelişimini sürdürmüş olmalıdır. Dulkadir ve Vakıf köylerinin kuzeyinde temel serisini sınırlayan faylar ve Karcık Köyü güneyinde devam eden KD-GB gidişli fay, grabenin genel gidişini gösterir. Bu faylar olasıdır ki grabenin oluşumu sırasında gelişmiş ve sonrasında reaktive olmuş basamak fayların kalıntılarıdır.

Yukarıdaki bilgiler ışığında bölgede gelişen Seyitömer Grabeni'nin yaklaşık KD-GB doğrultulu olması ve çökelleri için öngörülen yaş verileri dikkate alındığında bölge için Paleotektonik dönemde gelişmiş önemli yapılarındandır.

3.1.2.1.3. Sabuncupınar Grabeni

Çalışma alanının doğusunda, Seyitömer Grabeni ile paralellik gösteren KD-GB gidişli havza ilk kez çalışılmış olup, tarafımızdan Sabuncupınar Grabeni adı ile tanıtılacaktır. Yaklaşık K35°-40°D doğrultulu graben, gelişimi itibarıyla Seyitömer Grabeni'yle benzerlik gösterir. Havzanın sınırları çalışma alanının dışına uzanır. Graben içerisinde ve yakın çevresinde en yaygın birim Sabuncupınar formasyonu Çayca üyesidir. Tüfler bu grabenin asıl dolgusu durumundadır. Volkanizma ürünleri bu grabende çoğunluktadır. Zira Alt-Orta Miyosen olarak verilen yaşlar (Besang ve diğ. 1977; Sunder, 1980) ile tüfler grabenin taban çökelleridir. Sığ bir göl ortamı, hatta 1 m düzeyindeki bir tatlısu ortamında (Lebküchner, 1959) çökelen, hatta yığışan kalın bir tüf örtüsü, grabeni ve çevresini kaplamış olmalıdır. Bu tüflerin doğuya doğru devamı bilinmektedir. Buradan hareketle, kaynak alanın daha doğuda olma ihtimali yüksektir.

Lavlar çoğunlukla tüflerin üzerindedir ve yaklaşık KD-GB doğrultulu bir yayılım gösterirler ve aynı doğrultulu faylarla ilişkilidirler. Bölgede volkanik aktivite tek fazda değil, aralıklı fazlarla meydana gelmiştir. Lebküchner (1959) bölgedeki lav yaygısının 4 aşamalı olduğunu düşünmektedir. Çalışma sahasında gözlenen lav ve tüflerde yapılmış herhangi bir radyometrik yaş tayini bulunmayışı, volkanizmanın yaşı hakkında kesin bir fikir yürütmeyi zorlaştırmaktadır. Ancak renk tonu ve gözenekliliği açısından bazı lavların diğerlerinden ayrılıyor olması, en azından iki faz olduğunu düşündürmektedir. Bu anlamda bölge volkanitleri üzerinde ayrıntılı çalışma yapılması gerekliliği ortadadır.

Şekil 1.3 de verilen çizgisellik haritasında DEM (Digital Elevation Model) ve SRTM verilerine dayanılarak çizilen ve belirgin şekilde gözlenebilen bir fay, Kütahya şehir merkezinin kuzeyinde, Sabuncupınar Grabeni'nin ortasında KD-GB doğrultuyla uzanmaktadır. Bu çizgisel unsurun arazi verileri elde edilememiş, grabenle ya da bölgedeki volkanitlerle doğrudan bağlantısı kurulamamıştır.

Tüflerin Sabuncupınar Grabeni'nde olduğu yoğunlukla horstun batısında gözlenemeyişi, fayla denetlenmiş bir eşiği ve bu eşiğin varlığını sürekli koruduğu

savını güçlendirmektedir. Ayrıca kaynak alanın çalışma sahasının doğusunda olması gerekliliğini de desteklemektedir. Bunun yanında tüflerin tabakalanma göstermesi, düzensiz ve yığışım şeklindeki depolanma ortamını yansıtması, yayılımının çizgisel hatlarla sınırlandırılmış olması, bunların volkanik akma çökelleri, ya da akarsularla bir çanağa taşınmış tüf kökenli materyaller olması ihtimalini önermektedir.

Sabuncupınar Grabeni'nin, Kütahya Fay Zonu'nun güneyinde devam edip etmediği tartışmalıdır. Kütahya Grabeni tarafından kesilen tüflerin yayılımı, bu grabenin güney sınırının, Kütahya Fay Zonu'nca biçildiğini ve ötelendiğini düşündürmektedir. Ancak Kütahya Fayı'nın (KF) sol yanal bileşeni olan normal fay niteliğinde olması, bu ötelenmenin ve biçilmiş olmanın sağlamasını yapamamaktadır. Yani Seyitömer Grabeni Kütahya Fay Zonu'nca kesilmiş olmasına rağmen belirgin bir atıma uğramamıştır. Dolayısıyla Seyitömer Grabeni ile gelişimi aynı dönemde olmuş ve aynı fay zonu tarafından kesilmiş Sabuncupınar Grabeni'nin bir atıma uğramış olma ihtimali düşüktür.

Kütahya Grabeni'nin güneyinde, Yaylababa Köyü'nde gözlenen KD-GB doğrultulu bir fay, bu fay doğrultusuna paralel pek çok fayın bulunması, Kütahya Grabeni'nin ortasında bulunan Çeten Tepe'nin varlığı ve tam da çizgisellik haritasına da çizilen gömülü fayın (D.S.İ., 1965) buradan geçiyor olması, Kuyusinir Köyü dolaylarında şistlerin çizgisel bir dokanak göstermesi grabenin güneyde de devam ettiğini önermektedir. Bu durumda tüflerin yayılımının burada son buluyor olmasının sebepleri, 1) Paleo Porsuk Çayı, ya da benzeri kuzeye akaçlanan bir drenaj sistemi, tüfleri ortamdan taşımış, aşındırmış olabilir, 2) Tüflerin kaynağını oluşturan merkezden uzakta olması sebebiyle tüfler buralara kadar yayılamamış olabilir

Sabuncupınar Grabeni'nin doğu kenarı ise tek parça olmayıp, Kozluca Köyü batısı, Çayca Köyü doğusundan geçen fayla denetleniyor olmalıdır. Kuzeyde bu faya paralel daha küçük fayları gözlemek mümkündür.

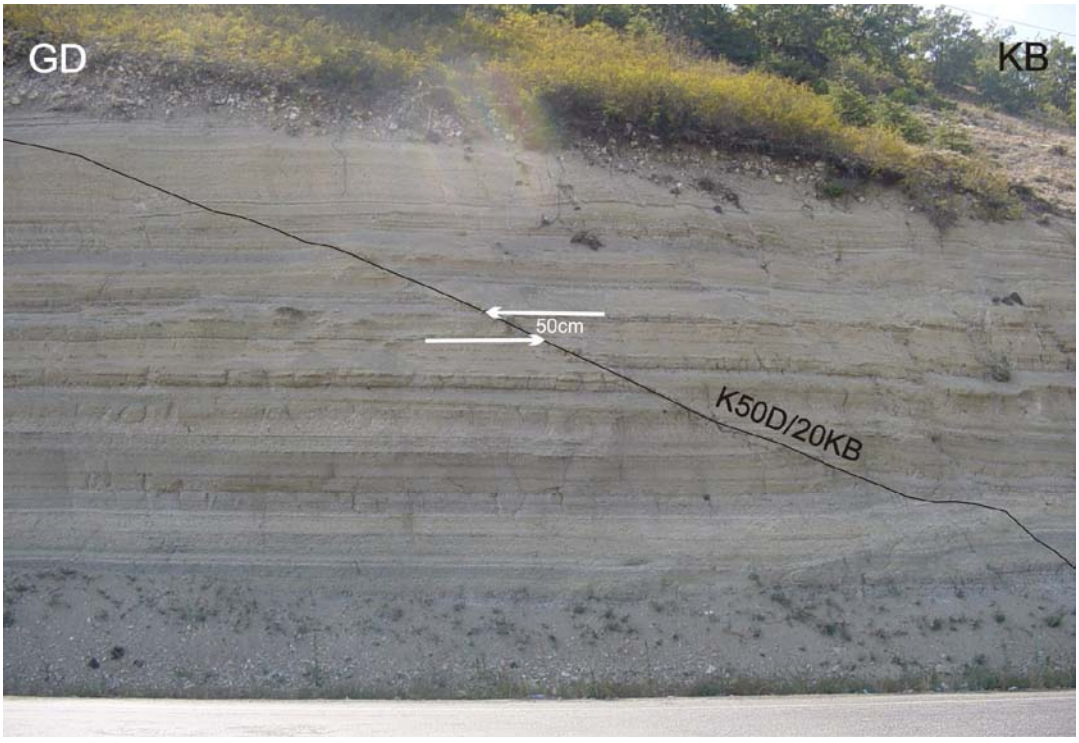
Sabuncupınar Grabeni, çevredeki tüflerde yapılmış radyometrik yaşlar da düşünüldüğünde Alt-Orta Miyosen'de gelişmiş olmalıdır.

Yukarıdaki bilgiler ışığında Sabuncupınar Grabeni'nin yaklaşık K-G doğrultulu olması ve çökelleri için öngörülen yaş verileri dikkate alındığında Sabuncupınar Grabeni bölgenin Paleotektonik dönem yapılarındandır.

3.1.3. Farklı doğrultularda gelişmiş genç ters faylar

Çalışma alanı içerisinde, yukarıda tanıtılan ve İAO'nun kapanması sürecinde gelişen ters fay ve bindirmelerin dışında da pek çok ters fay gelişmiştir. Bu ters faylar, çoğunlukla Çokköy formasyonu içerisinde gözlenmektedir. Bu birimin tarafımızdan kabul edilen çökelme yaşı, Orta-Üst Miyosen'dir. Bu durumda ters fayların gelişme yaşı da en geç, Üst Miyosen-Pliyosen olmalıdır.

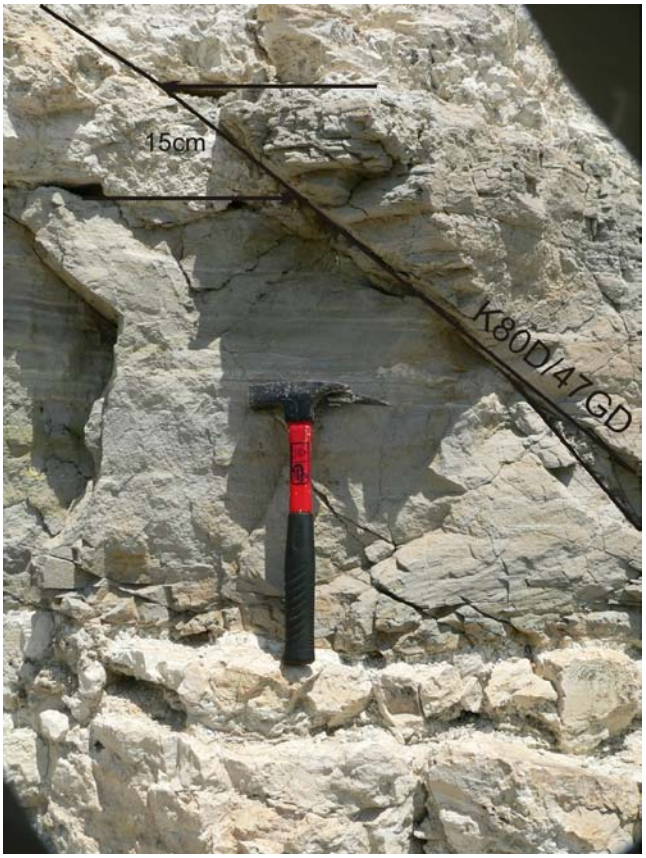
Üst Miyosen-Pliyosen'de gelişmiş bu ters fayların pek çoğu, istif içinde gelişmiş ters faylardır ve 15-50cm atıma sahiptirler (Şekil 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9). Fayların gözlendiği lokasyonların çoğu Sabuncupınar Grabeni içinde olmakla birlikte bunlarla sınırlı değildir. Benzer şekilde Seyitömer Grabeni içerisinde de benzeri ters faylara rastlanmıştır (Şekil 3.9).



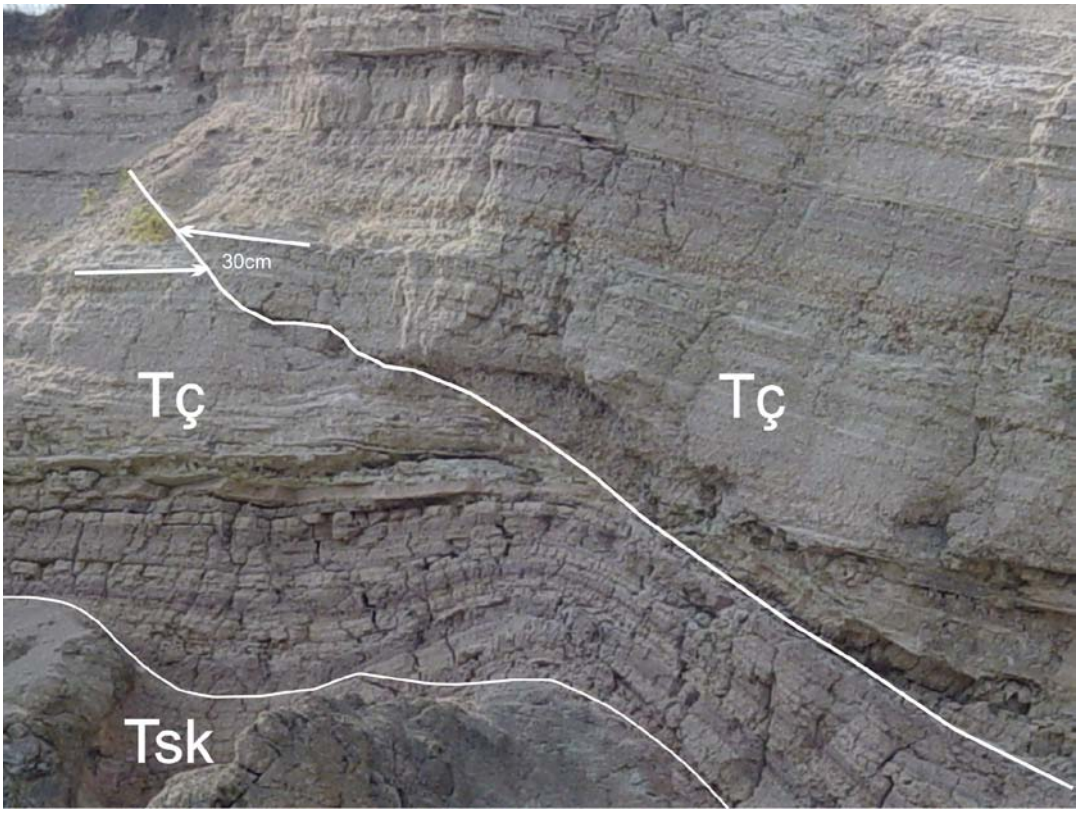
Şekil 3.5: Kütahya-Eskişehir karayolu Ilıca yol ayrımında Çokköy formasyonu içerisinde gelişmiş bir ters fay



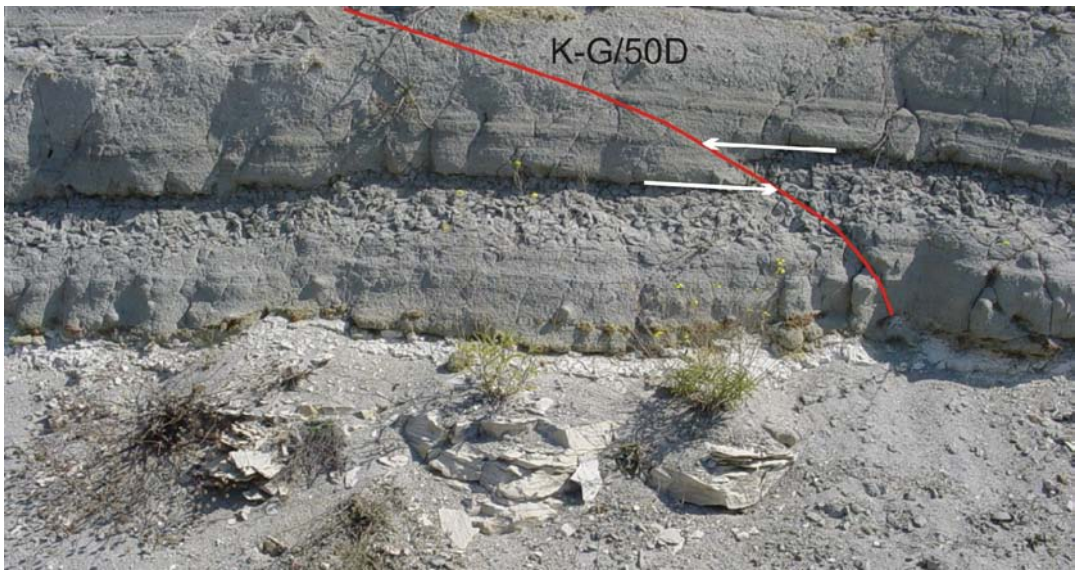
Şekil 3.6: Yine Kütahya-Eskişehir karayolu Ilıca yol ayrımında gözlenen bir başka ters fay



Şekil 3.7: Beşdeğirmen Deresi Tuzla Tepe dolaylarında (Ahmetoluğu Köyü GB'sı) Çokköy formasyonu içerisinde 15cm düşey atıma sahip ters fay



Şekil 3.8: Kütahya-Eskişehir karayolu, lav akıntıları (Sabuncupınar formasyonu Kızılkaya volkaniti üyesi; Tsk) üzerindeki Çokköy formasyonunu kesen ters fay



Şekil 3.9: Kütahya-Tavşanlı yolu üzerinde Çokköy formasyonu içerisinde gelişmiş başka bir ters fay (Şahmelek Köyü dolayları)

Tüm bu ters fayların boyutları ve atımları büyük değildir. Ancak bu küçük boyutlara ve atımlara rağmen kanımızca bölgenin yapısal geçmişi açısından çok büyük önem taşımaktadır. Çünkü yersel gözlenmeyen bu faylar, özellikle Orta-Üst Miyosen'de sıkışma unsurunun bölgedeki varlığını kanıtlamaktadır.

Ters faylar sadece Çokköy formasyonu içerisinde değil, Emet formasyonu içerisinde de gözlenebilmektedir. Akbayır Tepe güneybatı eteklerinde gelişmiş ramp-flat yapısı tipiktir ve çok net gözlenebilmektedir (Şekil 3.10).

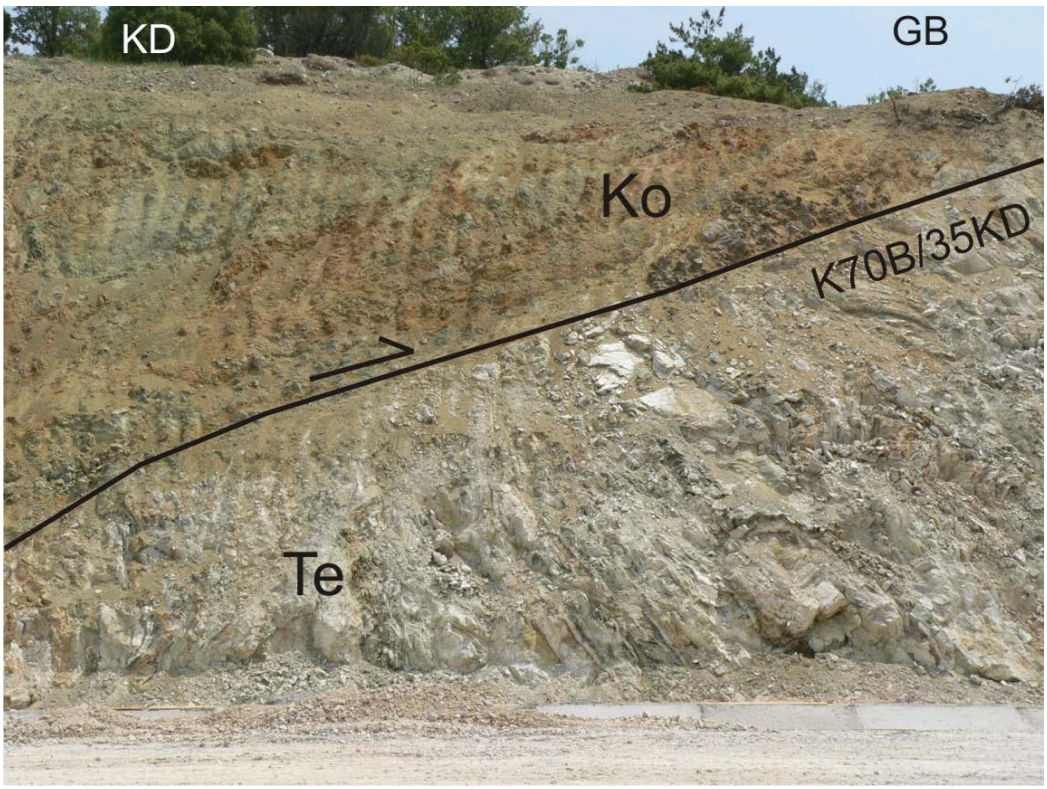
Bu durumda sıkışma unsurunun Emet formasyonunun tarafımızdan kabul edilmiş çökelme yaşı olan Pliyosen'de de devam ettiği kesindir. Öyle ki Şekil 3.11'da tespit edilen ters fay, ofiyolitik melanjın Emet formasyonu üzerine bindirdiğini belgelemektedir. Bu fay diğer faylara göre çok daha büyük ölçeklidir. Aynı zamanda tavan ve taban blokta yüzeyleyen kayaçların yaşı açısından da belirgin farklılık vardır. Ovacık melanjı Üst Kretase, Emet formasyonu ise Pliyosen yaşlıdır. Şekil 3.11'de gözlenen bindirme, Batı Anadolu'da Oligosen'den bu yana sürekli gerilmenin var olduğunu ve sıkışma fazının bulunmadığını belirten bazı araştırmacıların (Seyitoğlu ve Scott, 1991; Seyitoğlu ve diğ., 1992; 2002; Işık ve diğ., 2003) tersine verilerdir.

Aşağıdaki, Ovacık melanjının Emet formasyonu üzerine itilmiş olduğunu gösteren şekiller (Şekil 3.10, 3.11), Ovacık melanjının pop-up şeklinde her iki yöne doğru bindirdiğini ya da üzerlediğini göstermektedir.

Çeşitli lokasyonlarda ve farklı yaşlardaki birimler içerisinde gelişmiş pek çok ters fay ve bindirmelerin bulunması, sıkışma unsurunun çok kısa bir süreli, ya da yersel olmadığını belgelemektedir. Bu durumda, tarafımızdan Kütahya ve çevresinde sıkışma fazının, Pliyo-Kuvaterner'e kadar ulaştığı söylenebilir.

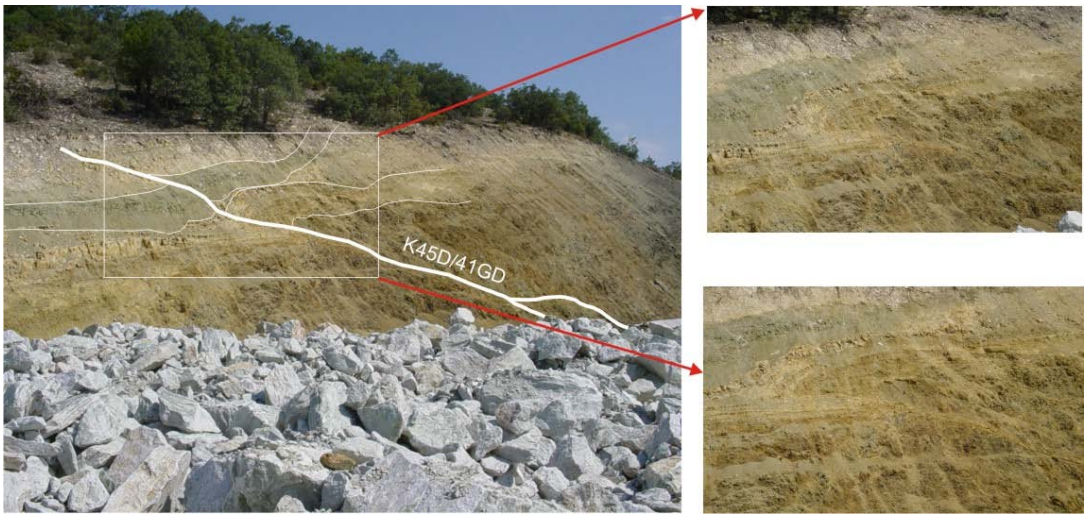


Şekil 3.10: Emet formasyonu içerisinde gelişmiş küçük boyutlu bir ramp-flat yapısı (Akbayır Tepe, Kütahya-Eskişehir yolu Manyezit işletmesi kuzeyi)



Şekil 3.11: Emet formasyonu (Te) üzerine itilmiş Ovacık melanjı (Ko) (Kütahya-Eskişehir karayolu)

Bölgede sıkışma unsurunun var olduğu ve deformasyonlarının gözlendiği son dönem kabul edebileceğimiz Geç Pliyosen-Pleyistosen, bölgede sıkışma fazının sona erdiği, tektonik rejimin değiştiği ve dolayısıyla Neotektonik döneme geçişin başlangıcı olmalıdır. Bu durum, Büyük Menderes ve Gediz grabenlerindeki çalışmaları sonucunda, sıkışmalı sistemden gerilmeli sisteme Pliyo-Pliyostosen'de geçildiğini öneren Sarıca (2000) ve Yılmaz ve diğ. (1999)'nin verileri ile de uyumludur.



Şekil 3.12: Emet formasyonu üzerine itilmiş Ovacık melanjı (Kütahya-Eskişehir karayolu, Şekil 3.11'daki lokasyonun yaklaşık 50 m KB'sı)

3.1.4. K-G doğrultulu faylar

İnceleme alanı içerisinde KKB-GGD, K-G ve KKD-GGB doğrultulu faylar bu grup içerisinde incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Yörede Gümüşköy, Yoncalı, Andız, Elmacık, Ayvalı, Arslanlı, Sökmen, Doğluşah, ve Sofça doğusunda gözlenen bu gruba dahil faylar, bölgede horst-graben gelişimine katkısı olmayan ancak bu fay sistemlerinin gelişimi sırasındaki tektonizmaya ışık tutan faylardır. Zira bölgedeki stres dağılımı açısından değerlendirildiğinde, bu gruba dahil fayların, ortalama K-G sıkışma ürünü oldukları söylenebilir. Boyutları birkaç yüz metre ile 7,5km arasında değişebilen faylar çoğunlukla normal karakterde faylardır. Ancak herhangi bir veri elde edilebilecek düzlem gözlenemediğinden bu faylara ait yanal bileşen için bir şey söylemek mümkün olmamıştır.

3.2. Neotektonik Dönem

Kütahya ve çevresinde Neotektonik dönem sıkışma fazının bitip gerilmeli sistemin başladığı, KB-GD ve D-B doğrultulu fayların geliştiği dönemdir (Geç Pliyosen?-Pleyistosen). Ege Bölgesi'nin tamamında, yaklaşık D-B doğrultulu fayların gelişmesini sağlayan bu sistem Kütahya ve çevresinde ise, KB-GD ile D-B doğrultulu fayların oluşmasını sağlamıştır. Bölgede gelişen bu faylar ve yaklaşık K-G devam eden gerilme Kütahya çevresinde kabaca KB-GD gidişli bir çöküntü alanının gelişmesiyle sonuçlanmıştır.

3.2.1. KB-GD doğrultulu faylar

Bölgede Neotektonik dönemin yansıması KB-GD doğrultulu faylardır. Literatürde yaklaşık D-B doğrultulu faylar olarak ta nitelenen bu fayların, başlıcaları, Ege Bölgesi'nde gelişmiş diğer D-B havzalarda olduğu gibi (Büyük Menderes, Gediz vb.), çalışma sahasında da en genç havzayı denetleyen faylardır. Graben benzeri bir havza yapısına sahip olan Kütahya çöküntü alanı KB-GD doğrultulu oblik normal faylarla gelişmiştir. Bu sebeple de çalışmamızda Kütahya Grabeni adlamasıyla tanıtılacaktır. Grabeni oluşturan fayların çoğunu, çeşitli uzunluklardaki segmentleri ile KFZ, bu segmentlerin en büyüğü olan KF ve diğer KB-GD faylar oluşturmaktadır. Aşağıda Kütahya Grabeni'nin kuzey kenarını oluşturan KFZ ve Kütahya Grabeni'nin ayrıntılarına değinilecektir.

3.2.1.1. Kütahya Grabeni

3.2.1.1.1. Genel özellikler

Çalışma alanı içerisinde Kütahya şehir merkezini de kapsayan, doğuda Muhatboğazı Köyü'nden batıda Örenköy dolaylarına kadar devam eden bir alanda, KB-GD uzanımlı bir asimetrik graben gelişmiştir. Çalışmamızda bu çöküntü havzası Kütahya Grabeni olarak anılmış ve tanıtılmıştır.

Adı geçen bu çöküntü alanı daha önceleri başka araştırmacılarca da bu isimle anılmış (Koçyiğit ve Bozkurt, 1997) ve çalışılmıştır. Ancak adı geçen çalışma, daha dar bir alanı kapsamaktadır.

Kütahya Grabeni, yukarıda da değinildiği gibi asimetrik bir graben olup güney kenarı daha aktif bir çöküntü alanıdır. kuzey kenar ise çok parçalı ve düzensiz gelişmiştir. Ancak her ne kadar bir düzensizlik söz konusu ise de, faylarla denetlenmiş bir kuzey kenar ve litoloji söz konusu olduğundan graben tanımlamasına uygun olduğu ve bu terminoloji ile tanıtılmasının doğru olduğu söylenebilir.

3.2.1.1.2. Kütahya Grabeni'nin Güney kenarı

Asimetrik Kütahya Grabeni'nin güney kenarı tek bir fay tarafından değil, birbirine paralel çeşitli boyutlardaki segmentlerle şekillenmiştir. Bu sebeple çalışmamızda güney kenar fayları olarak gözlenen fay takımı Kütahya Fay Zonu (KFZ) olarak anılmıştır.

3.2.1.1.2.1. Kütahya Fay Zonu (KFZ)

Kütahya Fay Zonu, kabaca KB-GD gidişlidir ve çalışma alanındaki boyutları, maksimum 3km genişliğinde, 40km uzunluğundadır (Şekil 3.13). Çeşitli uzunluklardaki segmentlerden oluşan zonun ana fayı tarafımızdan, Kütahya Fayı (KF) olarak adlanmış ve tanımlanmıştır. Bu segmentler boyunca kuzey blok güney bloğa göre düşmüştür. Fay takımının morfolojide oluşturduğu eşik yaklaşık 950 m dir. Yellice Horstu'nda 1900 m dolaylarında olan kot, Kütahya Grabeni ortasında 950 m dolayındadır. Zonun meydana getirdiği en keskin ve sarp morfoloji de Yellice Horstu eteklerindedir. Zon boyunca Kuvaterner yaşlı çökeller ile Paleozoyik yaşlı birimler yan yana gelmiştir.

3.2.1.1.2.1.1. Morfolojik ve fiziksel veriler

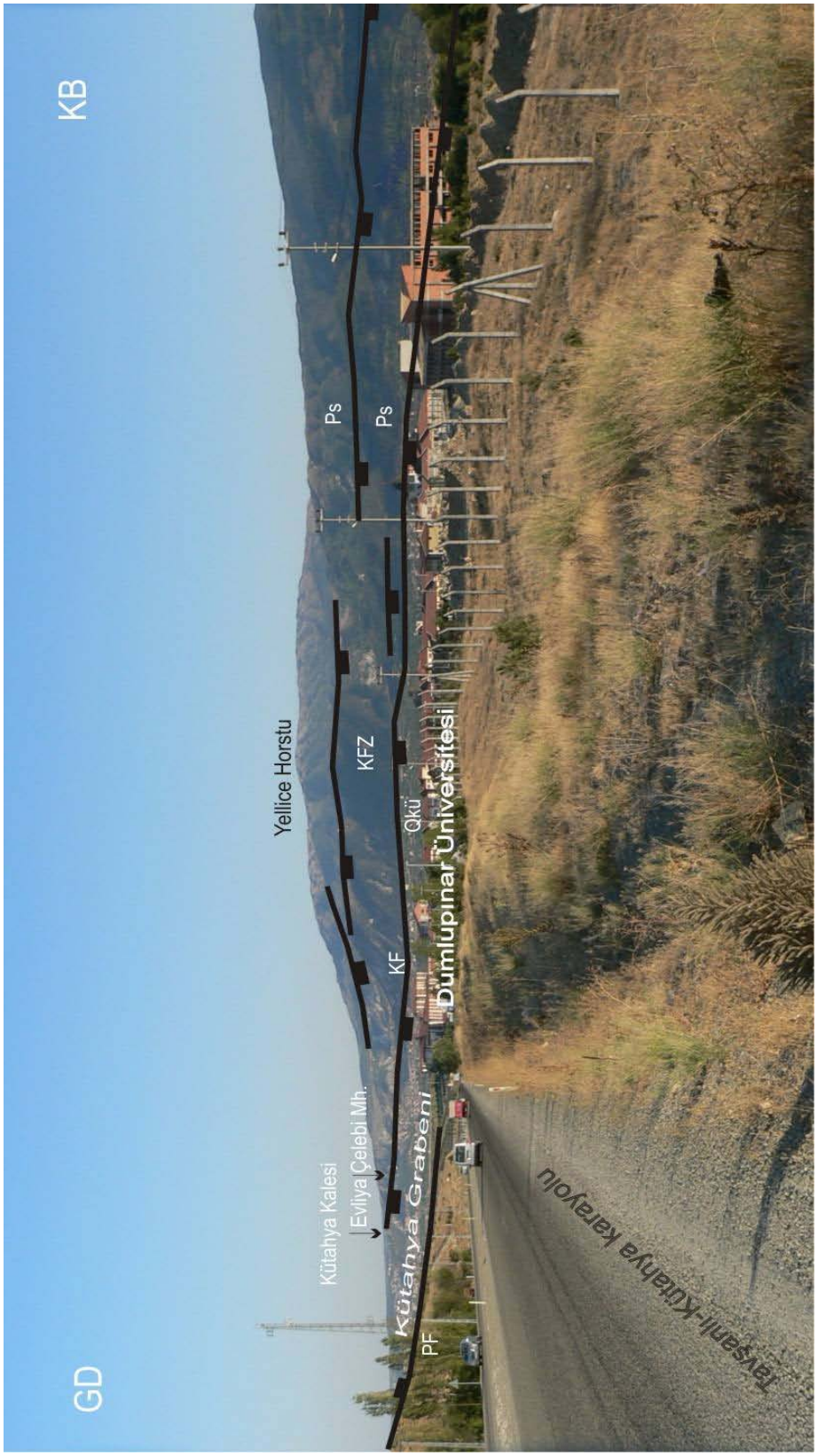
KFZ, Kütahya Grabeni'nin güney kenarında birbirine paralel çeşitli uzunluklardaki segmentlerden oluşan bir fay zonudur (Şekil 3.13). Bu segmentlerin morfolojide

oluşturduğu basamaklar belirgindir (Şekil 3.13, 3.14 ve 3.15). Özellikle Sofuköy dolayında fayların morfolojide meydana getirdiği basamaklı yapı ve üçgen, dörtgen yüzeyler çok net gözlenebilmektedir (Şekil 3.14). Bu bölgede yamaçlardaki vadilerin neredeyse hepsi, yukarıdan aşağıya bir vadi boyunca devamlılık göstermez. KFZ bu vadileri, oblik bileşeni olması dolayısıyla kısmen yanal ötelemiş ve asılı vadiler gelişmiştir (Şekil 3.16).

Birimlerin, zonun çeşitli lokalitelerinde ve farklı kotlarda ortaya çıkması, en yaşlı birimlerin daha yüksek kotta olmak şartıyla genç birimlerle bir hat boyunca yan yana gelmiş olmaları, hat boyunca dizilmiş yerleşim yerleri ve bu yerleşim yerlerinin bulundukları noktaya yerleşmelerini sağlayan su kaynakları, yine hat boyunca gelişmiş ve dizilmiş fanlar KFZ'nun morfolojideki en belirgin verilerindendir. Ayrıca, Koçyiğit ve Bozkurt (1997) Evliya Çelebi Mahallesi, Demirciören Köyü batısı ve Ortaca Köyü kuzeybatısında sıcak su kaynakları ve kuyularının varlığını belirtmişlerdir.

KFZ ayrıca pek çok yerde asılı vadiler oluşturur (Şekil 3.16). Oblik bileşenli KFZ'nun yanal bileşimi ve birbirine paralel eğim atımın basamaklı yapısı, bu asılı vadileri geliştirmiştir. Fay zonuna dik pek çok küçük dere yatağı henüz zirveye ulaşamamıştır. KFZ'nun önünde gelişmiş yelpaze çökellerinin pekleşmemiş olması, ve fanların boyutunun çok büyük olmaması gibi tüm bu veriler ve ilaveten, gelişmiş dere yataklarının derin ve dar olması fay zonunun çok genç olduğunu ve taban bloğunun büyük bir hızla göreceli olarak yükseldiğini gösterir.

Taban blok, Afyon Zonu'na ait kayaçlardan oluşur. Tarafımızdan Yellice Horstu adı verilen tavan blokta bölgenin en yaşlı kayaçları 1901 m yükseklikteki zirvelere kadar ulaşır. Ve bu alanda genç çökeller neredeyse tamamen aşınmış durumdadır.



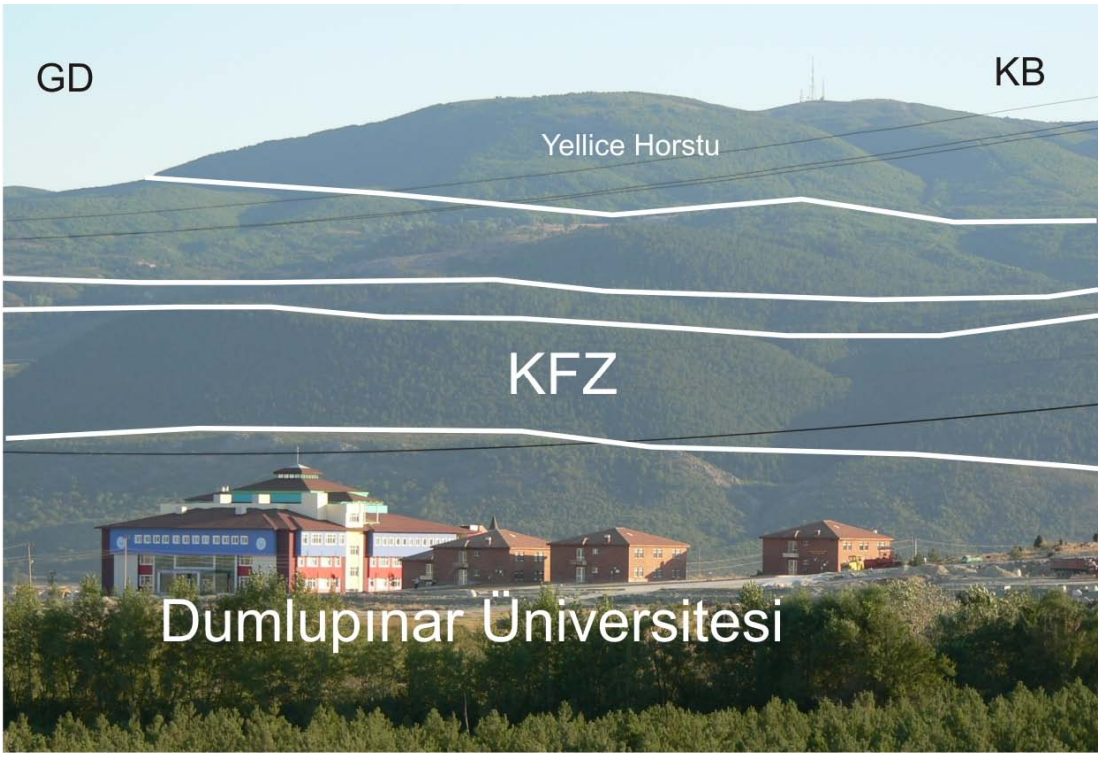
Şekil 3.13: Kütahya Fay Zonu'nun morfolojik unsurları (Basamak faylar ve farklı uzunluklardaki segmentler, Ps: Sarıcasu formasyonu, Qkü: Kütahya formasyonu, KFZ: Kütahya Fay Zonu; KF: Kütahya Fayı, PF: Parmakören Fayı)



Şekil 3.14: Sofuköy dolayında Kütahya Fay Zonu'nun morfolojide meydana getirdiği basamaklı yapı ve üçgen, dörtgen yüzeyler



Şekil 3.15: Kütahya Fay Zonu'na (KFZ) panoramik bir bakış (KD'dan GB'ya, geri planda Yellice Horstu yaklaşık 1900 m koda ulaşır, KF.: Kütahya Fayı, Pa: Arıkaya formasyonu, Ps: Sarıcasu formasyonu, Qkü: Kütahya formasyonu)



Şekil 3.16: Kütahya Fay Zonu'nun kuzeye basamaklı morfolojisi ve gelişen asılı vadiler (Dumlupınar Kampüsü güneyi, arka görünmeyen planda Sofuköy dolayları, bakış kuzeyden güneye, KFZ: Kütahya Fay Zonu)

Arazi gözlemleri sırasında özellikle Arıkaya formasyonunun yüzeylediği alanlarda fay düzlemine rastlama ihtimalinin yüksek olması sebebiyle çok araştırma yapılmış, ancak zonun morfolojide meydana getirdiği sarplıklara rağmen incelenebilen düzlem sayısı sınırlı kalmıştır. Pek çok yerde makaslanmış bir zon şeklinde paramparça olmuş dolomitik mermerler, adeta una dönüşmüş ve bir zon şeklinde faya paralel bir ezik zon teşkil etmişlerdir (Şekil 3.17). Bu ezik zonun malzemesi bir nevi fay breşidir. Çünkü sadece fay zonu boyunca gelişmiş un gibi toz boyutundan 5cm yi bulan çakıl boyutlarına kadar bileşenler söz konusudur. Beyaz renkli ve tutturulmamış malzeme (Şekil 3.18) 35 m kalınlığa erişebilmektedir. Kalınlığın bu denli fazla olması, un (fault gouge) boyutuna varan incelikte bileşen boyutu, bir zon şeklinde genişliğe sahip olması Kütahya Grabeni güney kenarının birden çok fay tarafından katedildiğinin, makaslandığının bir başka kanıtıdır.



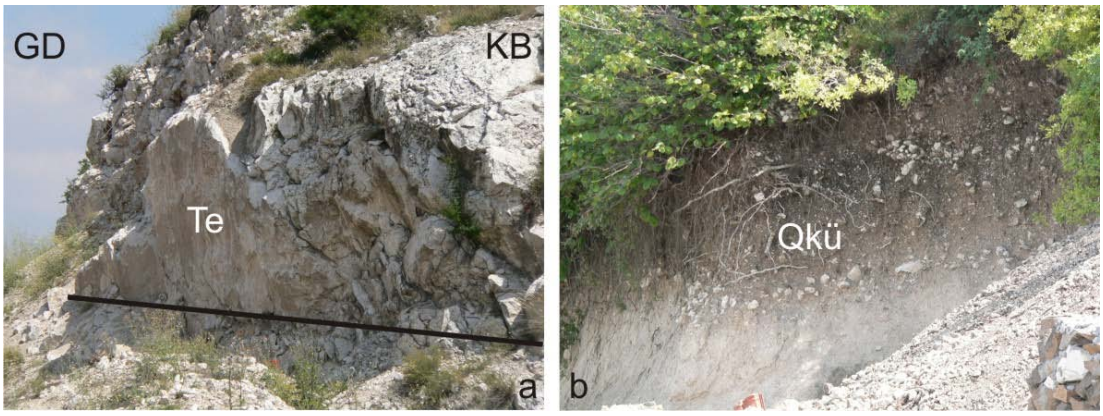
Şekil 3.17: Börekçiler Mahallesi civarında Kütahya Fayı'nın uzanımı ve makaslama zonunda gelişen dolomit kumu (Hıdırlık mevkiinden KKB'ya bakış, Pa: Arıkaya formasyonu, KF: Kütahya formasyonu)



Şekil 3.18: Üstte toprak düzeyi, altta fay zonu boyunca gelişmiş, beyaz renkli, tutturulmamış dolomit kumu (Kütahya Kalesi güneyi, Kırklar Tepe kuzey etekleri)

Koçyiğit ve Bozkurt (1997), Yellice Horstu'nun doruklarından grabene doğru akarak, horstu enine kateden derelerin, yataklarını 700 m derine kazdıklarını belirtmiştir. Gerçektende Keçeeğreği Deresi, Büngüldek Deresi, Boyalı Dere, Selbaskın Deresi gibi yüksek kotlardan graben içine doğru derin vadiler kazmışlardır. Bu durum, zonun özellikle KF boyunca hızla yükseldiğini önermektedir. Ayrıca kuzey kenara göre daha fazla yükselmiş olması bu alanda zonun çok dar bir hatta aktive olduğunu, hatta belki de özellikle Evliya Çelebi ve Börekçiler Mahalleleri civarında tek bir segmentte hareket ettiğini düşündürmektedir.

Bunun yanında, adı geçen bu derelerin grabene ulaştıklarında, vadi eğiminin aniden düşmesiyle graben kenarına bıraktıkları malzemeler (Kirazpınar ve Kütahya formasyonları), güney kenardaki morfolojinin yükselmeye devam etmesinde katkıda bulunmuşlardır. Böylece, grabeni batıdan doğuya kateden Felent Çayı, bir türlü havzanın ortasından akamamış, hatta kuzey kenarın aktivitesinin güney kenara göre daha pasif kalması sebebiyle sürekli kuzey kenara yakın bir vadiden akmıştır. Günümüzde de çayın kuzey kenara yakın akıyor olması, Kütahya Grabeni'nde halen, güney kenarın daha aktif ve kuzey kenarın ise daha pasif kaldığını göstermektedir. Ayrıca Kütahya Fay Zonu'nda genç birimleri (Pliyo-Kuvaterner) kesen, zona paralel fayların gözlenebiliyor olması (Şekil, 3.19a, 3.19b, 3.20) fay zonunun aktivitesinin genç dönemlerde de devam ettiğini dolayısıyla aktif olduğunu önermektedir.



Şekil 3.19: Atakent Mahallesi doğu kesimleri, Emet formasyonunu (Te) kesmiş a) düşey fay düzlemi b) bu fay önünde gelişmiş fay önlüğü tortulları (Qkü: Kütahya formasyonu)



Şekil 3.20: Emet formasyonu (Te) ile Kirazpınar formasyonu (Qk) arasındaki formasyon sınırı, sınır Kütahya Fay'ı tarafından oluşturulmuş (Kütahya Huzurevi dolayları)

3.2.1.1.2.1.2. Kütahya Fayı (KF)

KFZ'nun ana fay düzlemi olan KF, ortalama K50°B/55°KD konumludur. Ancak doğrultu D-B ile K45°B arasında değişmektedir. Fay üzerindeki lineasyonların yatımı ortalama 65°-70° dir (Şekil 3.21). Fay kertikleri, fay çizikleri ve fay olukları dikkate alındığında fayın "sol yanal oblik normal fay" olduğu söylenebilir (Şekil 3.21). Kütahya Evliya Çelebi Mahallesi'nde, önünden fay breşi ve yamaç molozunun (Kütahya formasyonu), kum-çakıl ocağı şeklinde işletilerek alınmasıyla ortaya çıkan KF düzlem konumunun, K70°B/58°KD olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.22). Tablo 3.1'de Evliya Çelebi Mahallesi'nde KF'dan ve Okçu Köyü dolaylarındaki KFZ'dan elde edilen düzlem ölçümleri verilmiştir.

Bu veriler aslında KFZ'nun farklı dönemlerde farklı yönlerde hareket ettiğini göstermektedir. Tablo 3.1'in son 6 değeri, Okçu Köyü dolayından elde edilmiş verilerdir. Sağ yönlü yanal bileşenin gözlendiği bu veriler, Evliya Çelebi Mahallesi'nde olduğu gibi büyük bir fay düzlemi üzerinden değil daha küçük boyutlu

bir düzlemden elde edilmiş verilerdir. Böylece KFZ'nun başlangıçta (Pleyistosen ?) yani grabenin ilk gelişmeye başladığı dönemde sağ yanal oblik bileşene sahipken, sonradan (Holosen ?) sol yanal nitelik kazandığını göstermektedir.

Fayın, Okçu Köyü'ndeki bu düzlemini kesen K-G ve K12°D doğrultulu, 83°-90°B, 47° konumlu farklı fay düzlemleri olağandır.

Tablo 3.1: Kütahya Fayı'ndan elde edilen düzlem ölçümleri

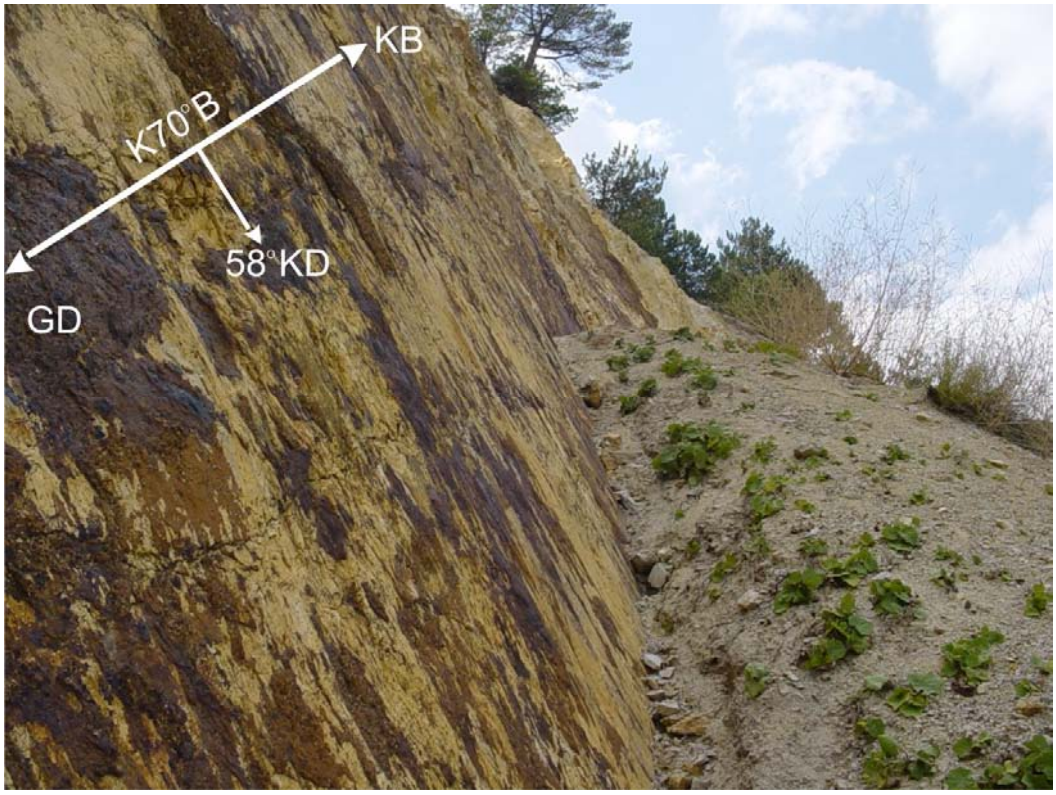
Düzlem doğrultusu	Eğim yönü ve açısı	Yatım (Rake)
K65°B	85°KD	80°D
K65°B	75°KD	60°D
K55°B	60°KD	65°D
K68°B	55°KD	73°D
K73°B	69°KD	63°D
K68°B	53°KD	60°D
K65°B	73°KD	74°D
K55°B	65°KD	71°D
K66°B	67°KD	65°D
K63°B	58°KD	68°D
K72°B	61°KD	64°D
K60°B	60°KD	58°D
K65°B	64°KD	63°D
K54°B	81°KD	61°D
K62°B	75°KD	77°D
K45°B	78°KD	69°D
K62°B	70°KD	70°D
K55°B	71°KD	35°B
K66°B	69°KD	23°B
K68°B	66°KD	28°B
K58°B	60°KD	33°B
K63°B	65°KD	30°B
K60°B	68°KD	36°B

3.2.1.1.2.1.3. Kütahya Fay Zonu'nun yaşı ve atımı

KFZ'nun yaşı konusunda doğrudan bir veri yoktur. Ancak, KFZ'nun yaşı, kestiği en genç birim olan Kirazpınar formasyonundan daha genç olmalıdır. Bu da grabenin gelişiminde başlangıç yaşının en erken, Pleyistosen olduğunu önerir. Kütahya Grabeni dolgu çökeli görüntüsündeki Yakaca formasyonu kesin verilerle yaşlandırılamamıştır. Birime stratigrafik istifteki konumuna dayandırılarak verilen Pleyistosen yaşı grabenin de açılma yaşına karşılık gelmektedir. Tarafımızdan yapılan bu yaşlandırma Koçyiğit ve Bozkurt'un verdiği erken Pliyosen sonu ile yakınlık göstermektedir. Böylece KFZ muhtemelen Pleyistosen başlarında gelişmiş olmalıdır. Dolayısıyla Kütahya Grabeni için de grabenin açılma yaşının Pleyistosen başı olduğu söylenebilir.



Şekil 3.21: Sol yanal oblik bileşenli, normal türdeki Kütahya Fayı, yatım 70° (Evliya Çelebi Mahallesi)



Şekil 3.22: Kütahya Grabeni'nin güney kenarındaki ana fay düzlemi olan Kütahya Fayı'nın düzlem konumu (Evliya Çelebi Mahallesi)

3.2.1.1.3. Kütahya Grabeni'nin Kuzey kenarı

Grabenin kuzey kenarı, güney kenar kadar dik bir yamaca sahip değildir. Bunun yanında kuzey kenar kadar belirgin tek bir fay sistemi tarafından denetlenmemektedir. Bu kenarda kenar fayı olarak nitelenebilecek bazı faylar D-B (Yakaca, Doğa, Gevrekseydi, Karaöz, Parmakören ve İnköy Fayları), bazı faylar ise KB-GD gidişlidir (Turgutlar, Alayunt Fayı). Bu faylarla sınırlanmış güney kenarın kuzey bloğunda yaklaşık KB-GD gidişli bir horst uzanımı beklenirken, KD-GB gidişli farklı horst ve grabenlerin varlığı Ege'de Alaşehir ve Gediz Grabenleri ile Gökova ve Ören Grabenleri arasında olduğu gibi bir çapraz graben tektoniğine işaret eder.

3.2.1.1.3.1. Morfolojik ve fiziksel veriler

Kütahya Grabeni'nin kuzey kenarında güneyde olduğu kadar keskin bir morfoloji yoktur. Faylarla denetlenmiş bir çöküntü alanı vardır, ancak bu faylar ne tek bir hattı

takip eder, ne de benzer bir doğrultuya sahiptir. Faylar boydan boya grabenin kuzey kenarını sınırlamaz. Farklı doğrultularda çeşitli uzunluklardaki segmentlerle bir çöküntü alanı meydana gelmiştir. Burada, muhtemelen çok evreli bir faylanma söz konusu olmuştur. Bundan dolayı kuzey kenarda morfoloji daha yumuşaktır. Horst-graben arası rölyef farkı güney kenar kadar büyük değildir. Gelişen yelpaze sayısı ve yelpazelerin yayılım alanları da bu sebeple daha küçüktür. Bu durum grabenin gelişiminin ya aynı dönemde başlayıp kuzey kenarın bölünüp daha pasif davrandığını ya da, gelişimine daha sonradan başlamış olabileceğini düşündürmektedir.

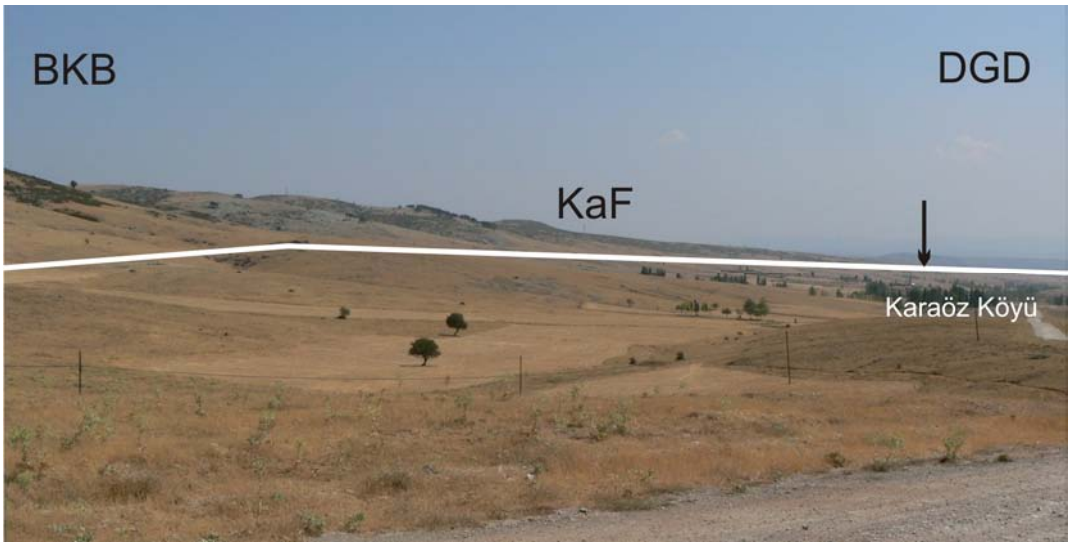
Yakaca Köyü kuzeybatısından başlayan ve doğuya doğru aşmalı segmentlerden oluşan bir zon Yakaca-Doğa-Gevrekseydiköy hattında yaklaşık D-B uzanır.

3.2.1.1.3.2. Karaöz Fayı (KaF)

Karaöz fayı çalışma alanının ortasında, yaklaşık D-B uzanımlı sağ yanal oblik normal bir faydır. Tespit edilebilen uzunluğu yaklaşık 9km dir. Fayın güney bloğu kuzey bloğa göre düşmüştür. Geven Köyü KKD'sunda Kayanındoruk Tepe güney eteklerinde, düzlem üzerinde yapılan ölçümde atım miktarı maksimum 55cm, düzlemin eğim açısı ise 70° dir (Şekil 3.23 ve 3.26). Fayın gözlenebilen başlangıç noktası, bu gözlem noktasının yaklaşık 1km daha batısında Kınalı Sırtı eteklerindedir. Bu lokasyondan, doğuya doğru Karaöz Köyü kuzeyinden devam eden fay yaklaşık 10° lik bir güneye sapmayla bükülür ve Turgutlar Köyü kuzeyinde Taşçatan sırtı dolaylarında son bulur. Ancak fayın oluşturduğu rölyef farkı yüksek olmadığından ve atım miktarı da Kütahya Fay Zonu'na göre düşük kaldığı için, güney kenar kadar belirgin bir topoğrafya sunmaz (Şekil 3.23, 3.24 ve 3.25).



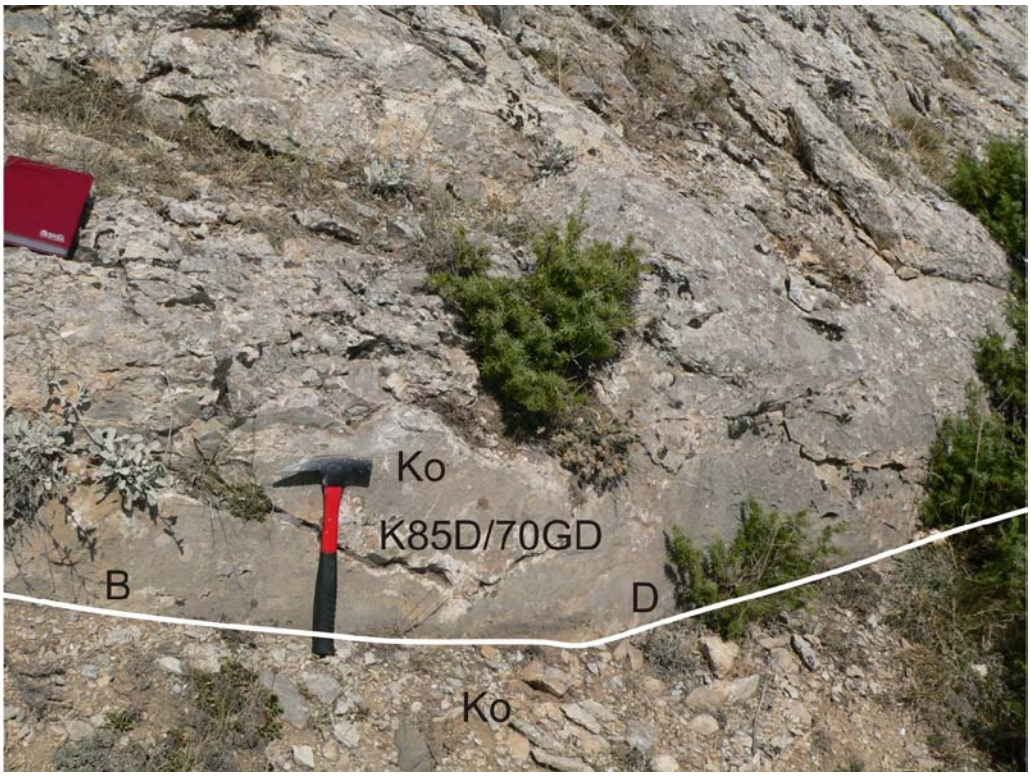
Şekil 3.23: Karaöz Fayı'nın D-GD'ya doğru morfolojide meydana getirdiği düşük rölyefli basamak yapısı (Kayanındoruk Tepe güney etekleri, Ko: Ovacık melanjı)



Şekil 3.24: Kayanındoruk Tepe eteklerinden Karaöz Fayı (KaF)'nın doğuya uzanımı



Şekil 3.25: Karaöz Fayı'nın Karaöz Köyü kuzeyinden devam eden uzanımı



Şekil 3.26: Ovacık melanjı (Ko) içerisinde gelişmiş, Karaöz Fayı'na ait fay düzlemi (Karaöz Köyü BKB'sı, Kayanındoruk Tepe güney etekleri)

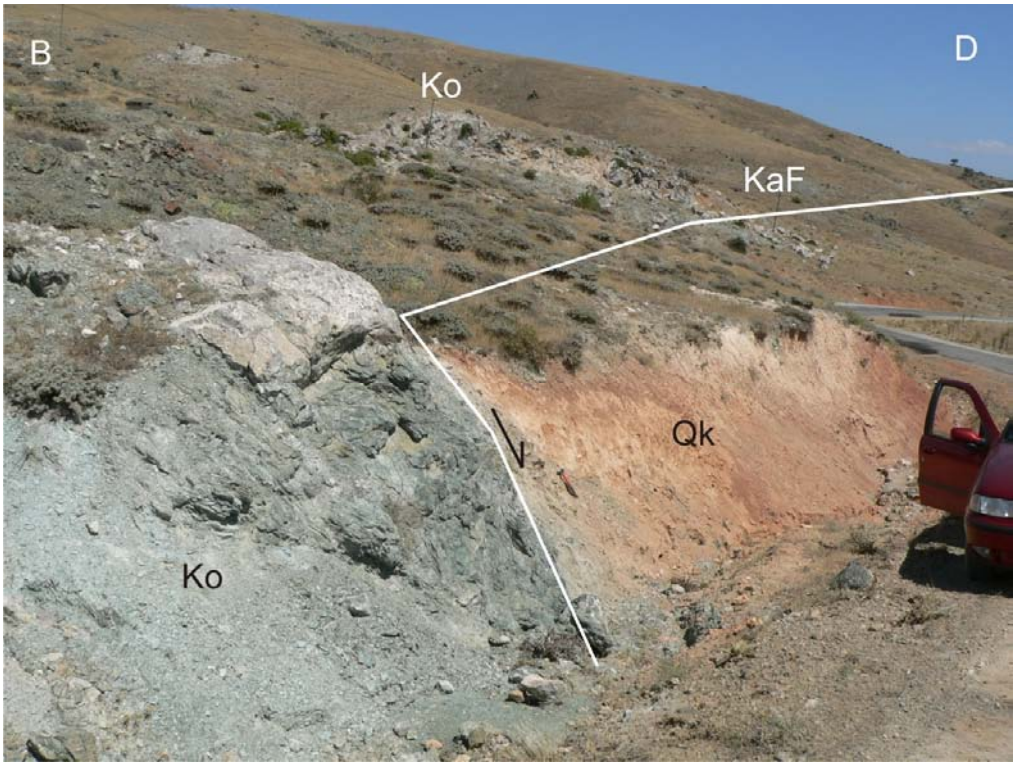
3.2.1.1.3.2.1. Karaöz Fayı'nın yaşı ve atımı

Karaöz Fayı, Kütahya Grabeni'nin ilk oluşmaya başladığı dönemde gelişen kuzey kenar fayı olmalıdır. Çünkü graben çökellerinin en yaşlısı olan Kirazpınar formasyonuna ait çökellerin kuzeyde son yüzeylediği alan Karaöz Fayı ile son

bulmaktadır. Ayrıca fayın genel gidişi, grabenin genel gidişine paralellik gösterir. Her ne kadar temel kayaçlar içerisinde gelişmiş bir fay olsa da morfolojideki belirginliği ve fay boyunca mevcut pek çok su kaynağının bulunuşu genç bir fay olduğunu önermektedir. Fayın genç olduğu düşünülmesine rağmen, düzlem boyunca fayın niteliği hakkında bilgi verecek bir verinin kaydedilememiş olması, katettiği karbonatlı kayaçların ve litolojinin kolay aşınım göstererek izleri günümüze taşıyamamasındandır. Bazı kuru vadilerin sağ yanal ötelenme göstermesi bu fayın da oblik bileşen taşıdığını düşündürmektedir. Koçyiğit ve Bozkurt (1997), Gevrekseydi-Doğa ve Yakaca köyleri yakın kuzeyinde Miyosen yaşlı birimlerin katmanlarının ve birimler içerisinde gelişmiş kıvrımların eksen gidişlerinin sağ yanal ötelendiğini belirtmişlerdir. Böylece tarafımızdan elde edilen verilerin, önceki çalışmalarla uyumlu olduğu gözlenmektedir. Ayrıca, Koçyiğit ve Bozkurt (1997) fay önünde gelişmiş çok sayıda yelpazeden bahsetmiş ve fayın Kuvaterner'de aktif olduğunu savunmuştur. Tarafımızdan bu yelpazelerin varlığı gözlenememekle birlikte, fay önünde kalınlık gösteremeyen, haritalanmaya uygun olmayan, moloz, yamaç döküntüsü tarzında kaba kırıntıların olduğu doğrudur.

Bu durumda, grabenin en yaşlı çökeli için öngörülen yaş, muhtemelen Karaöz Fayı'nın da yaşı olmalıdır. Bu sebeple Karaöz Fayı'nın yaşı Erken Kuvaterner olmalıdır. KaF'nın kestiği birimlerin yaşı dikkate alındığında bu fayın Paleotektonik dönem fayı olduğu düşünülebilir. Ancak Şekil 3.27'daki kesme kesilme ilişkisi bu fayın Kirazpınar formasyonunu kestiği ve bu birimin çökelme yaşından da genç olduğunu belgelemektedir.

Karaöz Fayı'nın günümüz topoğrafyasındaki, düzlem üzerinde tespit edilebilen atım miktarı 20-55cm arasında değişmektedir (Şekil 3.23; 3.26). Ancak kıyaslama yapılabilecek bir litoloji farkı olmadığı ve tavan blokta meydana gelen aşınmanın taban bloğa oranla ne kadar değiştiğinin de hesaplanamamasından toplam atımı söyleyebilmek mümkün değildir.



Şekil 3.27: Karaöz Fayı (KaF) tarafından kesilmiş, haritalanamayacak boyutta taraça şeklinde asılı kalmış Kirazpınar Formasyonu (Qk), Kayanındoruktepe dolayları (Ko: Ovacık melanjı)

Karaöz Fayı, muhtemelen Pleyistosen'de grabenin kenar fayı durumunda iken bu gün için, grabeni kendi içinde bölünmeye uğratan güneye basamaklandıran bir fay durumundadır. Sonrasında daha güneydeki Parmakören Fay Zonu gelişerek kenar fayı olma özelliğini devralmıştır.

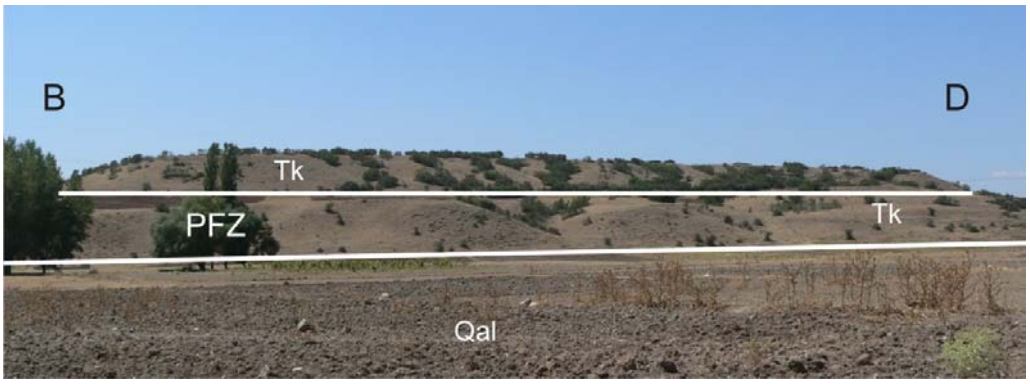
3.2.1.1.3.3. Parmakören Fay Zonu (PFZ)

Kütahya Grabeni'nin kuzey kenarında, Karaöz Horstu'nun güney sınırını oluşturan fay sistemi tarafımızdan Parmakören Fay Zonu olarak adlanmış ve tanımlanmıştır. Fay zonu yaklaşık D-B doğrultulu olmakla birlikte, 5°-15°'lik batıdan sapma sebebiyle KB-GD faylar arasında incelenmiştir. Kirazpınar Köyü kuzeyinde kuzeye kavisle bükümlenir ve yine batıya doğru devamında güneye kavis yaparak Civli Köyü dolaylarında son bulur. Zon Parmakören Fayı, İnköy Fayı ve Parmakören Köyü kuzeyinde farklı bir segmentten oluşur.

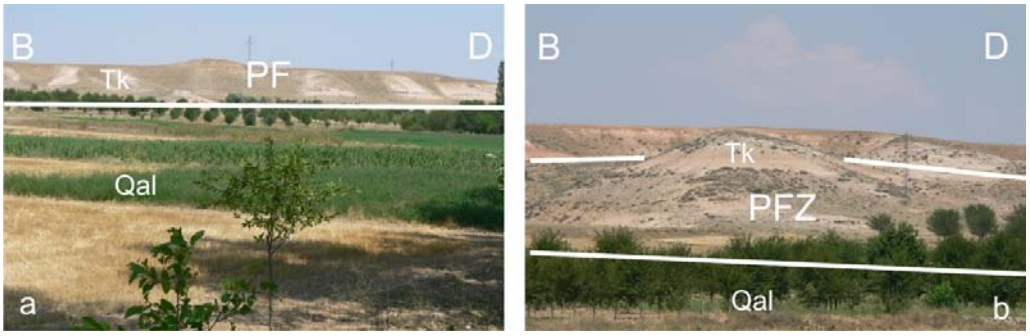
3.2.1.1.3.3.1. Parmakören Fayı (PF)

PFZ'nun ana fayı olan Parmakören Fayı, batıda Enne baraj göleti dolaylarından başlayarak doğuda Parmakören Köyü'ne kadar uzanır. Yaklaşık 15km uzunluğundaki Parmakören Fayı, güneye eğimli bir normal faydır. Güney blok kuzey bloğa göre düşmüştür. Fayın morfolojideki varlığı kesindir. Oluşturduğu üçgen yüzeyler (Şekil 3.28, 3.29b) güneye basamaklı topoğrafya (Şekil 3.28, 3.29a, 3.29b ve 3.30) ve alüviyonla Kirazpınar formasyonu arasında çizgisel dokanak oluşturması fayın varlığını gösteren delillerdir. Ayrıca Parmakören Köyü'nden BKB'ya doğru uzanan sırtın kuzey yamacında fay sebebiyle meydana gelmiş asılı vadi belirgindir (Şekil 3.31).

Üçgen yüzeyler, basamaklı fay morfolojisi, baş yukarı aşınmanın gelişmemiş ya da çok zayıf gelişmiş olması, asılı vadilerin varlığı bu fayın çok genç bir fay olduğunu önermektedir.



Şekil 3.28: Parmakören Fay Zonu'nun (PFZ) topoğrafya da oluşturduğu belirgin basamaklı morfoloji ve net gözlenen üçgen yüzeyler (Tk: Kirazpınar formasyonu)



Şekil 3.29: a) Parmakören-Civli köyleri arasında gözlenen fay morfolojisi b) Üçgen yüzeyler ve basamaklı yapı (Tk: Kirazpınar formasyonu, PF: Parmakören formasyonu)



Şekil 3.30: Kütahya Fayı'nın önünden Parmakören Fayı'na (PF) bir bakış
(Evliya Çelebi Mahallesi)



Şekil 3.31: Parmakören Fay Zonu'nun etkisiyle oluşmuş, morfolojide belirgin asılı vadi
(Parmakören Köyü KB'sı, KD'dan bakış)

3.2.1.1.3.3.2. Parmakören Fay Zonu'nun yaşı ve atımı

Kütahya Grabeni'nin orta kuzey kenarında alüviyon ile olan sınırı belirleyen Parmakören Fay Zonu, D-B gidişli ve güneye eğimli bir faydır. Yaklaşık 5,5km uzunluğundaki fayın morfolojideki izi belirgindir (Şekil 3.28, 3.30). Ancak litolojinin (Kirazpınar formasyonu-Alüviyon) düzlem ve çizik oluşturmaya elverişli olmaması sebebiyle, düzlem ve yapısal unsurlar tespit edilememiştir. Bu sebeple de fayın eğim atım bileşeni belirgin olmasına rağmen yanal bileşimi hakkında herhangi bir veri elde edilememiştir.

Parmakören Fay Zonu, önünde gelişmiş alüviyal yelpazelerle, morfolojide ani bir eğim değişikliği oluşturduğunu belgelemektedir. Bu noktaya gelene kadar dereler, fayın tavan bloğunda vadilerini derin kazmışlarıdır. Bu durum fayın, hızla ve yakın zamanda bölgeyi yükselttiğinin bir kanıtıdır. Ayrıca önünde gelişmiş üçgen yüzeyler ve basamaklı yapı, morfolojide çok keskindir (Şekil 3.28, 3.29b).

Kirazpınar formasyonu ile alüviyon arasında dokanak oluşturan Parmakören Fayı'nın Kirazpınar formasyonunun çökelimini denetlediğini söylemek zordur. Çünkü güney kenarda, yani KFZ boyunca gözlenen mostralarında, Kirazpınar formasyonu içerisinde, sedimantasyonla eş yaşlı pek çok büyüme fayı, kesme kırığı gibi yapısal unsur gözlenebilirken, kuzey kenarda, yani PFZ'nun denetimindeki kenarda bu yapısal unsurlar görülmemektedir. Bu durum, kuzey kenarda yüzeyleyen Kirazpınar formasyonuna ait örneklerin fay denetimli gelişmediğini önermektedir. Böylece PFZ'nun da, gelişiminin Kirazpınar formasyonunun çökelmesinden sonra olabileceği ileri sürülebilir. Zaten birimin fay tarafından kesiliyor olması ve alüviyon ile dokanak sağlaması fayın daha genç olduğunu düşündürmektedir. Bu durumda, Kütahya Grabeni'nin güncel kuzey kenarını başlıca denetleyen ve şekillendiren PFZ'nun muhtemelen Holosen'de geliştiği söylenebilir.

PFZ için Koçyiğit ve Bozkurt (1997) 111 m lik bir düşey atım önermişlerdir.

3.2.1.1.3.4. İnköy Fayı (İF)

Parmakören Fayı'na göre daha doğuda ve daha güneyde gözlenen, (İnköy güneyinde) yaklaşık D-B uzanan fay tarafımızdan İnköy Fayı olarak adlanmış ve incelenmiştir. Fay boyunca Ovacık melanjına ait kayaçlarla Alüviyon yan yana gelmiş durumdadır. Yaklaşık 4,5km uzunluğundaki bu fay, PFZ'nun devamı olmalıdır. Zira denetlediği birimler, kontak yaptığı formasyonlar ve fayların doğrultuları aynıdır. Ayrıca PF gibi İF'da normal bir faydır. Bu fayın neden daha güneyde olduğu sorusunun cevabı şu iki ihtimalden birinde saklıdır 1) Parmakören Köyü'nün hemen doğusunda gelişmiş faylarla ötelenmiş olabilir 2) Sağa sıçramalı bir mekanizmanın ürünü olabilir. Ancak burada doğrultu atım tektoniğini yansıtan herhangi başka bir veri olmadığından ilk ihtimalin, yani yaklaşık K-G doğrultulu iki fay tarafından güneye ötelendiği savı daha kabul edilebilir görünmektedir.

İF'da PFZ gibi Holosen'de gelişmiş olmalıdır.

3.2.1.1.3.5. Turgutlar Fayı (TF)

Gevrekseydiköy doğu-güneydoğusundan başlayarak Turgutlar Köyü DGD'suna doğru yaklaşık 11km devam eden hat boyunca görülen çizgisel gidiş Turgutlar fayı'nın (TF) ürünüdür. TF, KD bloğu GB bloğa göre düşmüş ve büyük kısmı Alüviyon altında kalmış bir faydır. Bu durumda, KaF ile TF arasında kalan bloğun bir çöküntü alanı olduğu ortaya çıkmıştır. Bu çöküntü alanı, daha dar bir alanda Koçyiğit ve Bozkurt (1997) tarafından Turgutlar Grabeni olarak isimlendirilmiş ve bu şekilde tanıtılmıştır. Tarafımızdan KaF ve TF arasında kalan çöküntü alanı, Koçyiğit ve Bozkurt (1997)'nin tanımladığı ismiyle kabul edilerek Turgutlar Grabeni (TG) olarak tanımlanmıştır.

TG, kuzeyindeki Mantarlıtepe yükselimi ile güneyinde Asarlı ve Korumuntepe yükselimleri arasında yaklaşık K75°B doğrultusunda uzanır. Ovacık melanjı içerisinde gelişmiş TG'nin kuzey kenarını oluşturan KaF'nın ayrıntılarına yukarıda değinilmiştir. Burada TG'nin güney kenarını oluşturan TF üzerinde durulacaktır. Fayın Korumuntepe kuzey eteklerindeki düzlemi üzerinde yapılan ölçümlerde 73° ile

KD yönünde eğimli olduğu tespit edilmiştir. Düzlem üzerinde ölçülen yatım değeri ise 87° olduğundan normal fay olarak değerlendirilmiştir. TG'ni, çevresindeki horstların maksimum yükseltisine göre 250-300 m daha alçaktır.

3.2.1.1.3.6. Alayunt Fay Zonu (AFZ)

Çalışma alanının orta doğusunda, Perli-Alayunt-Büyüksaka yönünde, yaklaşık KB-GD doğrultulu gözlenen fayların oluşturduğu zon, ilk olarak tarafımızdan Alayunt Fay Zonu (AFZ) olarak adlanmış ve tanıtılacaktır. Bu hat DGD'ya devam ettikçe daralır ve yaklaşık Muhatboğazı Köyü'nün güneyinde KFZ'na kavuşarak Kütahya Grabeni'nin kapanmasını sağlar. Bu sebeple Kütahya Grabeni'nde güney kenar ve kuzey kenar birbirine paralel değildir.

Yaklaşık 17km uzunluğundaki fay zonunda, her noktada güneybatı blok kuzeydoğu bloğa göre düşmüştür. Ancak zon boyunca fay düzlemi verileri elde edilemediğinden fayların yanal bileşeni hakkında bir şey söylenemez. Zon boyunca Kuvaterner yaşlı alüviyon ve Miyosen yaşlı çökeller yan yana gelmiştir.

Muhatboğazı, Büyüksaka ve Çubukiçi köyleri arasındaki alanda depolanmış Yakaca formasyonunun alüviyal çökelleri, yaklaşık KB-GD gidiş göstermektedir. Güncel alüviyal çökeller de, Akçamescit-Ağaçköy arasında güncel alüviyal çökeller de KB-GD bir drenaj sisteminin ürünleri olarak yüzeyler. Bu durum, bir zamanlar Belkavak- Sinerköy istikametinde devam eden drenaj sisteminin günümüzde bu hattı terk ederek Akçamescit-Ağaçköy hattında akaçlanmaya başlayıp ve devam ettiğini önermektedir. Bu durum gerek drenaj sisteminin getirdiği malzemenin akaçlanma için gerekli eğimi açısını düşürmüş olmasından gerekse Alayunt Fay Zonu ile bu fay zonunun paralelinde bulunan Çubukiçi Köyü ve güneydoğusuna doğru devam eden faylar tarafından bu alanın Kütahya Grabeni'ne kıyasla göreceli olarak yükseltilmesi ve böylece drenaj sistemince terk edilmesine yol açmış olmalıdır.

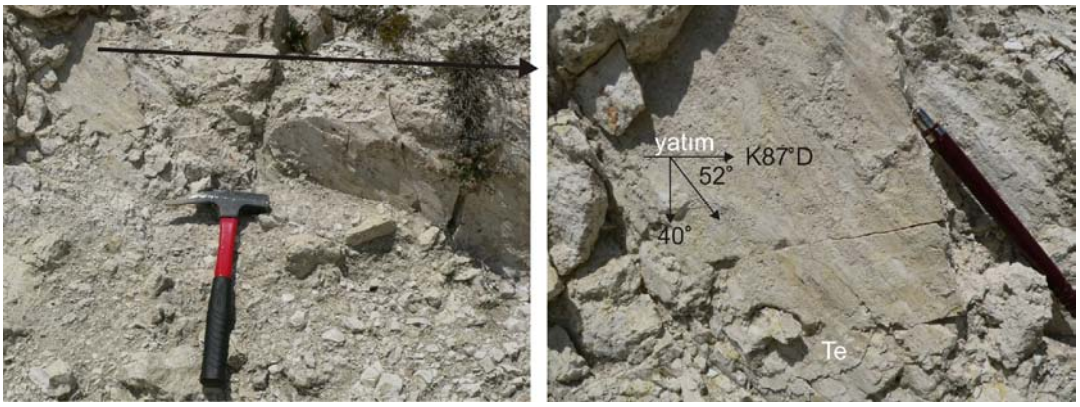
Alayunt Fay Zonu muhtemelen Holosen'de gelişmiştir.

3.2.2. D-B doğrultulu faylar

Kütahya Grabeni'nin kuzey kenarını denetleyen faylardan bazıları D-B doğrultulu faylardır. Bu faylar batıdan doğuya, Yakaca Fayı (YF), Doğa Fayı (DF) ve Gevrekseydiköy Fayı (GF) dır. Fayların tamamında düşen blok güney bloktur. Gelişim dönemleri, muhtemelen Kütahya Grabeni'nin ilk gelişim dönemi olan Geç Pliyosen-Pleyistosen olmalıdır.

3.2.2.1. Yakaca Fayı (YF)

YF, Yakaca Köyü'nün hemen kuzeyinde, D-B doğrultulu ve güneye eğimli verev atımlı bir faydır (Şekil 3.32)



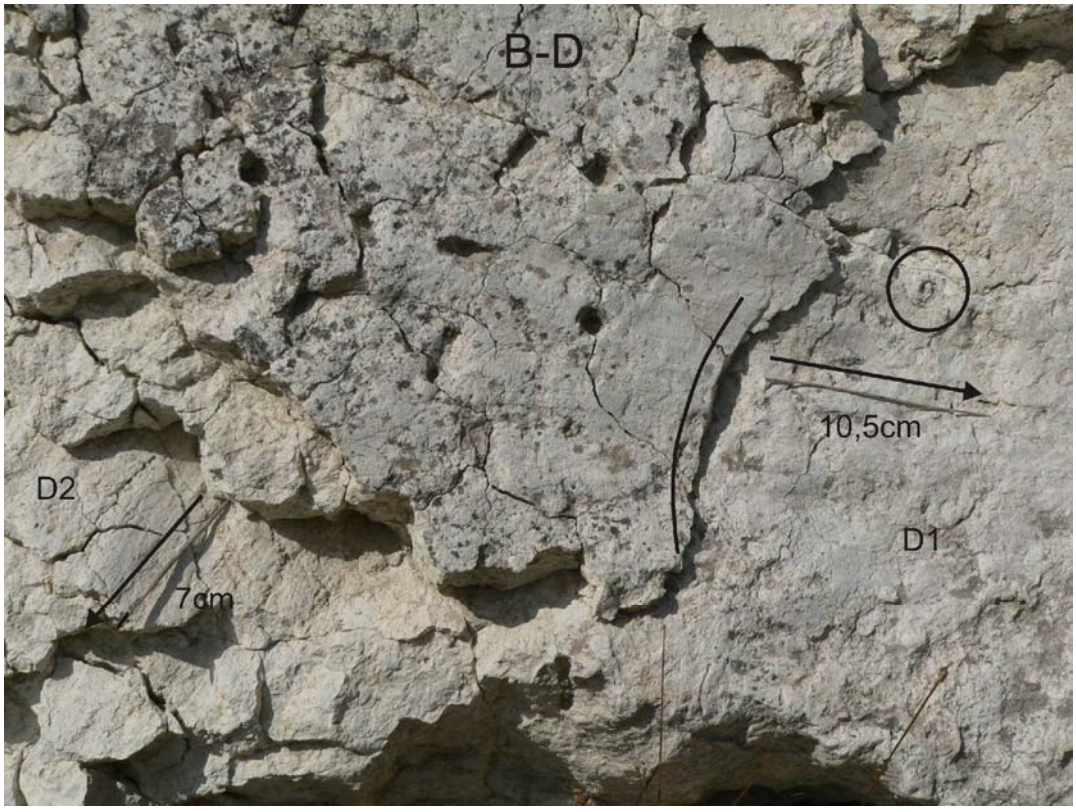
Şekil 3.32: Yakaca Fayı

3.2.2.2. Doğa Fayı (DF)

Doğa Fayı adını aldığı Doğa Köyü'nden batıya doğru yaklaşık 2,2km devam eden normal bir faydır. Güney blok kuzey bloğa göre düşmüştür. Morfolojide oluşturduğu basamakla varlığı tespit edilmiştir. Kayaçların dayanımsızlığı sebebiyle gözlenemeyen düzlem, fayın gerçek niteliğini de gizlemiştir. Muhtemelen normal bileşenin yanında, YF'nda olduğu gibi yanal bileşeninde olduğu tahmin edilmektedir.

3.2.2.3. Gevrekseydiköy Fayı (GF)

Doğa Köyü'nün hemen kuzeyinden başlayarak doğuya doğru yaklaşık 4,5km devam eder. D-B doğrultuyla, Gevrekseydiköy'ün kuzeyinde Kızlarçamı Tepe'ye kadar uzanan GF'nın güney bloğu kuzey bloğa göre düşmüştür. Doğa Köyü'nün hemen kuzeyinde gözlenen fay düzleminde (Şekil 3.33) hem yanal atım hem de eğim atım gözlenmektedir. Şekilde, Emet formasyonu içerisinde gelişmiş D1 düzleminde yatım 13°D, D2 düzleminde 52°B'dır. Yuvarlak içerisine alınmış kesimde Gastropoda fosili vardır. D1 düzlemindeki fay kertiği yanal bileşenin sol yanal olduğunu açıkça göstermektedir.



Şekil 3.33: Fosilli Emet formasyonu'nunda gelişmiş Gevrekseydiköy Fayı'na ait fay düzlemi (D1: Düzlem 1, D2: Düzlem 2)

4. JEOLOJİK EVRİM

4.1. Paleotektonik Dönem

Kütahya ve çevresinde, kireçtaşı, kumtaşı, kiltaşı gibi kayaçların çökeldiği okyanusal süreçte (Permo-Triyas) Sarıcasu ve Arıkaya formasyonları çökelmiştir. Bu birimler bölgede temel kayaçları meydana getirir.

Yöre, Neotetis'in kuzey koluna ait kenetin üzerinde yer almaktadır. Sakarya Kıtası ile Anatolid-Torid Bloğunun, birbirine doğru yaklaşarak, kapanma süreciyle çarpışması sonucu, İzmir-Ankara süturu boyunca başlayan kabuktaki yakınlaşma (Şengör, 1982, Seyitoğlu ve Scott, 1991; 1992, Gürer ve Yılmaz, 2002), daha önce denizel ortamda çökelmiş bu kayaçların yoğun şekilde kıvrımlanmasına (Şekil 2.5) ve metamorfizmasına sebep olmuştur.

Tarafımızdan Tavşanlı Zonu kayaçları olarak anılan yöredeki serpantinleşmiş peridotitler, ofiyolitik kayaçlar, amfibolit, mikaşist ve ofiyolit-mavişist kayaları, çalışma alanı içerisindeki kıta-kıta çarpışmasının son ürünleri olmuştur. Ofiyolit tabanı metamorfikleri olarak adlanan kayaçlar da başlıca amfibolit ve mikaşist türü kayaçlar ve bu kayaçların türevlerinden meydana gelirler (Parlak vd., 1995; Çelik ve Delaloye, 2003; Çelik vd., 2006; Çelik, 2007). Bu kayaçlar, okyanusal litosferin okyanus içi ortam koşullarında yitirilmesi süreçlerinde oluşurlar. Dolayısıyla bu kayaçlardan elde edilecek yaş verileri, okyanusal litosferin yitim zamanını ya da bu süreçte oluşan kayaçların soğuma yaşlarının elde edilmesini sağlar (Parlak ve Delaloye, 1999; Dilek vd., 1999; Çelik vd., 2006).

Ovacık melanjı içerisinde bulunan pelajik kireçtaşları, kuzeydeki okyanusun (İzmir-Ankara Okyanusu) kanıtıdır. Ofiyolitik kayaçlar muhtemelen Geç Jura-Erken Kretase döneminde üretilmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981).

Bozkır ofiyolitik napı olarak ta adlanan (Özgül, 1976) bu kayaçlar, Emirdağ-Kütahya-Eskişehir-Balıkesir kuşağı boyunca (Şengör ve Yılmaz, 1981) Senoniyen'den itibaren, Neotetis'in kuzey kolundan, yani kuzeyden güneye büyük ofiyolit napları şeklinde (Ricou ve diğ., 1975) tektonik olarak tabanındaki kayaçların üzerine yerleşmiştir.

Bu kayaçların yerleşim yaşı için Akdeniz ve Konak (1979), Geç Jura-Erken Kretase'yi öngörmüştür. Çoğulu ve Krummenacher (1967) melanj içerisindeki ofiyolitik kayaçların mavişist metamorfizmasının, Alt-Orta Kretase olduğunu belirtmiştir.

4.1.1. Tersiyer

4.1.1.1. Eosen

Çalışma alanı yakınlarında, son denizel birimler (Oğulcaktepe formasyonu; Baş, 1982; 1983; 1986) Tunçbilek (Kütahya-Tavşanlı) dolaylarında Eosen olarak yaşlandırılan kireçtaşlarıyla tespit edilmiştir. Böylece yörede denizin varlığı Eosen'e kadar ulaşmaktadır. Bu kireçtaşları, barındırdıkları fosillere dayandırılarak denizel karbonatlar olarak tanımlanmıştır. Bunun yanında Batı Anadolu'da denizel kayıtların Eosen'deki varlığı Akdeniz (1980) ile Dizer (1964) tarafından, tespit ettikleri yüzleklerle de belirlenmiştir. Ayrıca, Ertosun (1982) Eosen denizel kayıtlarına, Akhisar dolaylarındaki Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı tüfler içerisinde kalıntılar şeklinde rastlamıştır. Bunların yanında Gelibolu Yarımadası'nda, içerisinde denizel, acısu ve tatlısu fauna topluluklarına rastlanan ince kırıntılıların karbonatlara geçiş gösterdiği istife, Üst Miyosen (Elmas ve Meriç, 1998) yaşı verilmiştir.

İnceleme alanı ve yakın çevresinde çalışmalar yapan Koçyiğit ve diğ., (1991), Orta Eosen'den Erken Miyosen'e kadar herhangi bir çökel kaydı olmadığını belirtmiştir. Tarafımızdan da çalışma alanı içerisinde Eosen'e atfedilen denizel kayıtlara rastlanamamıştır. Bu durum, ya Eosen'de Tavşanlı dolaylarında varlığını koruyan denizin, Kütahya ve yakın çevresinden çekilmiş olduğunu, ya da var olan Eosen kayıtlarının örtülü kaldığı ve yüzlek vermeyişi sebebiyle tespit edilemediğini

önermektedir. Ancak, D.S.İ. (1981; 2003) tarafından yapılmış sondajların bölgeye ait olanlarının tamamında bir denizel kayıttan söz edilmemiştir. Böylece Kütahya ve çevresinde Eosen'den Erken Miyosen'e kadar geçen bu uzun zaman sürecinde yörede bir çökelmezlik ve aşınma fazından, başka bir bakışla, bir sıkışma, yükselme fazından söz etmek mümkündür. Bu varsayım, Savaşçın'ın (1982) Oligosen boyunca tüm orta Ege dolaylarında karasal aşınma tespitiyle de örtüşmektedir.

Bu veriler ışığında, çalışma alanının Eosen'de deniz istilasından yeni kurtulan ve yükselmeye devam eden bir kara parçası haline geldiğini söylemek mümkün olmaktadır.

4.1.1.2. Miyosen

4.1.1.2.1. Alt-Orta Miyosen

Alt-Orta Miyosen'de bölgede artık deniz sularının olmadığı kesindir. Zira yörede yapılmış hemen hemen tüm çalışmalarda, temel kayaçları açılı diskordansla üzerleyen, bileşenleri başlıca melanj ve metamorfitlerden oluşan kaba kırıntılı karasal istif (Beke formasyonu), bir akarsu-yelpaze ortamının ürünü olarak tanıtılmıştır. Böylece bu dönemde bölge, su üstü bir alan ve topoğrafik olarak yüksek olmalıdır başka bir deyişle olasılıkla kapanma sonrasında da bu kapanmaya ilişkin sıkışma devam etmektedir.

Batı Anadolu'da Tersiyer ortalarına kadar kendini gösteren K-G kabuksal kısalma ve sıkışma, yaklaşık K-G gidişli grabenleri oluşturmuştur (Şengör, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz ve diğ., 2000; Gürer ve diğ., 2001). Ege Bölgesi'nde Gördes, Demirci, Alaşehir, Selendi ve Örenli gibi yaklaşık K-G grabenler bu tektonizmanın etkisiyle şekillenmiştir. Genellikle bu tektonik rejime volkanizma da eşlik etmiştir. Seyitömer ve Sabuncupınar grabenleri de bu sistemin bir parçası olmalıdırlar. Transpresyonel bir tektonik rejimi öngören bu sistemin örnekleri, Dünya'da Tayland Körfezi Pattani Havzası'nda (Kornsawan ve Morley, 2002), kuzey ve orta Tayland'da (Morley ve diğ., 2001), Moğolistan'daki Altaylarda (Cunningham, 2005; Howard ve diğ., 2006), San Andreas Fayı Lockwood Vadisi'nde (Kellog ve Minor, 2005) görülebilmektedir.

Kütahya ve çevresinde, Erken Miyosen'den itibaren, okyanusal kapanmaya ilişkin devam eden bu sıkışmanın sonuçları, kendini yaklaşık KD-GB doğrultulu bir gidişle, horst-graben tektoniğinin ilk ürünleri olarak göstermeye başlamıştır (Şekil 4.1).

4.1.1.2.1.1. Volkanizma

Bölgede, başlıca andezit, latit, dasit, riyolit ve trakiandezit bileşimli volkanitler gözlenir ve bunlar kalınlaşan kabuğun kısmi ergimesiyle türemiş olmalıdır. Bu durum Ercan ve diğ. (1985) ile Ercan (1986) da belirtilen, Orta ve Batı Anadolu'daki Miyosen süresince var olan yaygın karasal sedimantasyon ve ona eşlik eden kalkalkali nitelikli volkanizma verileriyle irdelenmiştir. Ayırca Batı Anadolu'da toleyitik nitelikte bir volkanizmaya da rastlanmamıştır (Ercan, 1979). Şengör (1982) de Ege'de, kalınlaşan kabuk sebebiyle, kısmi ergimelerin oluştuğunu ve bunun da, Geç Oligosen-Erken Miyosen döneminde sedimantasyona, felsik volkanizmanın eşlik ettiğini belirtmiştir. Yılmaz (1989; 1990), Batı Anadolu'da volkanik aktivitenin sıkışmalı rejim altında Geç Oligosen-Erken Miyosen periyodunda başladığını ve bu volkanizmanın, andezitik ve dasitik kalkalkalen kayaçlardan oluştuğunu, K-G sıkışmanın aniden K-G gerilmeye dönüşmesiyle, Orta Miyosen'den itibaren genişlemeli tektonik rejim etkisiyle alkali bazaltik volkanizmaya işaret etmiştir. Borsi ve diğ. (1972), Üst Miyosen-Kuvaterner aralığında, Biga Yarımadası'nda en az iki seviye alkali bazaltitlerin varlığını belirtmiştir. Seyitoğlu ve diğ. (1997) ise, kalk-alkali ürünlerden alkali ürünlere dereceli ve zamana bağlı geçişin, litosferik incelmeyle ilişkili olduğunu ileri sürmüştür.

Baş (1986), bölgedeki volkanizmayı, levha içi grabenleşmeyle, konveksiyon akımlarınca ısınan üst kabuk, alt kabuk ve üst mantoya ait malzemenin kısmi ergimesine bağlamıştır. Ayrıca Tavşanlı-Domaniç (Kütahya) dolaylarında yüzeyleyen volkanitlerde yaptığı çalışmalarda Baş (1987), Miyosen volkanitlerinin üst kıta kabuğundan türeyen dasit-riyolit bileşimli, Pliyosen volkanitlerinin ise alt kıta kabuğundan türeyen andezit-bazaltik andezit bileşimli olduğunu belirterek bunların çöküntü havzalarıyla sınırlı olduğunu tespit etmiştir. Arık ve Temur (2003)'e göre, sıkışmalarla kısmi yükselime uğrayan Kütahya dolaylarında, asidik

volkanizma ürünü tüfit ve tüfler çökelmiştir. Aldanmaz ve diğ., (2000) çarpışma sonrası dönemde (Erken ve Orta Miyosen boyunca) Batı Anadolu'da gözlenen volkanizmayı kalkalkali ve şoşonitik nitelikli tanımlamışlardır. Savaşçın (1982), Uşak yöresinde Orta Miyosen'de başlayan volkanizmanın, en az altı fazda kendini gösterdiğini ve bunlardan son iki fazın bazik, diğerlerinin asidik-ortaç karakterli olduğunu savunmuştur. Bunların yanında, Akay ve Erdoğan (2004), Erkül ve diğ. (2005a; 2005b) de, Batı Anadolu'da Erken ve Orta Miyosen'de volkanizmanın bimodal karakterde olduğunu belirtilmişlerdir.

Yukarıdaki bilgilerle de desteklenmektedir ki, yörede, riyodasitik tüf, dasitik tüf, andezitik tüf, andezit, bazaltik andezit, andezitik bazalt, bazalt ve aglomera şeklinde görülebilen volkanik ürünlerden, asidik ve ortaç bileşimli tüfler ile andezitik kayaçlar Batı Anadolu Alt-Orta Miyosen kalkalkali volkanizmasının bir üyesi olmalıdır.

4.1.1.2.2.1.2. KD-GB grabenlerin gelişim süreci

Batı Anadolu, Geç Kretase-Orta Tersiyer sürecinde, yukarıda da değinildiği üzere kıtasal çarpışma ile ilişkili yaklaşık K-G sıkışma ve kabuksal kısalma etkisinde kalmış ve bunun sonrasında yaklaşık KD-GB gidişli Miyosen grabenleri oluşmuştur (Şekil 4.1) (Şengör, 1979; Şengör ve Yılmaz 1981; Yılmaz ve diğ. 2000; Gürer ve diğ. 2001). Bu sıkışma ile ilgili Savaşçın (1978), Toros ve Pontid dağ oluşumları ile gelişen K-G yönlü sıkışmaların KD-GB ve KB-GD makaslama düzlemleri oluşturduğunu belirtmiş ve Ege'de gelişmiş yaklaşık K-G gidişli çöküntü ve yükseltileri, bu makaslama düzlemlerinin sonuçlarına bağlamıştır. Bunun yanında Yılmaz ve diğ. (1997a; 1997b), bu K-G sıkışmanın, çoğun K-G ve yanında KKD gidişli aralı aşmalı yanal atımlı fay sistemi geliştirdiğini ve bunun da Alt-Orta Miyosen çökelme döneminde meydana geldiğini belirtmişlerdir. Kaya (1979), Neojen'de KD-GB ve K-G gidişli çizgiselliklerin bir rift sistemi olduğu ve bunun da jeofizik verilerle desteklendiğini belirtmiştir. Çalışma alanında Paleotektonik döneme karşılık gelen bu sıkışmalı tektonik rejim, başlangıçta yaklaşık KD-GB gidişli normal faylar ve sonrasında da aynı doğrultulu Seyitömer ve Sabuncupınar grabenlerinin (Şekil 4.1) gelişimini sağlamış olmalıdır.

Ayrıntılarına bölüm 2'de değinilen bu havzaların taban çökelleri için tespit edilen yaş verileri bize, grabenlerin ilk çökellerinin Erken-Orta Miyosen'e ait olduğunu önermektedir. Dolayısıyla yörede gelişen bu KD-GB doğrultulu grabenlerin, Batı Anadolu'nun genelinde var olan KD-GB graben yapısıyla uyumlu olduğu söylenebilir (Şekil 1.1). Seyitömer ve Sabuncupınar Grabenleri, çökelleri bakımından birbirinden ayrılırlar. Bu sebeple grabenlerin evrimi de ayrı ayrı ele alınacaktır.

4.1.1.2.2.1.2.1. Seyitömer Grabeni

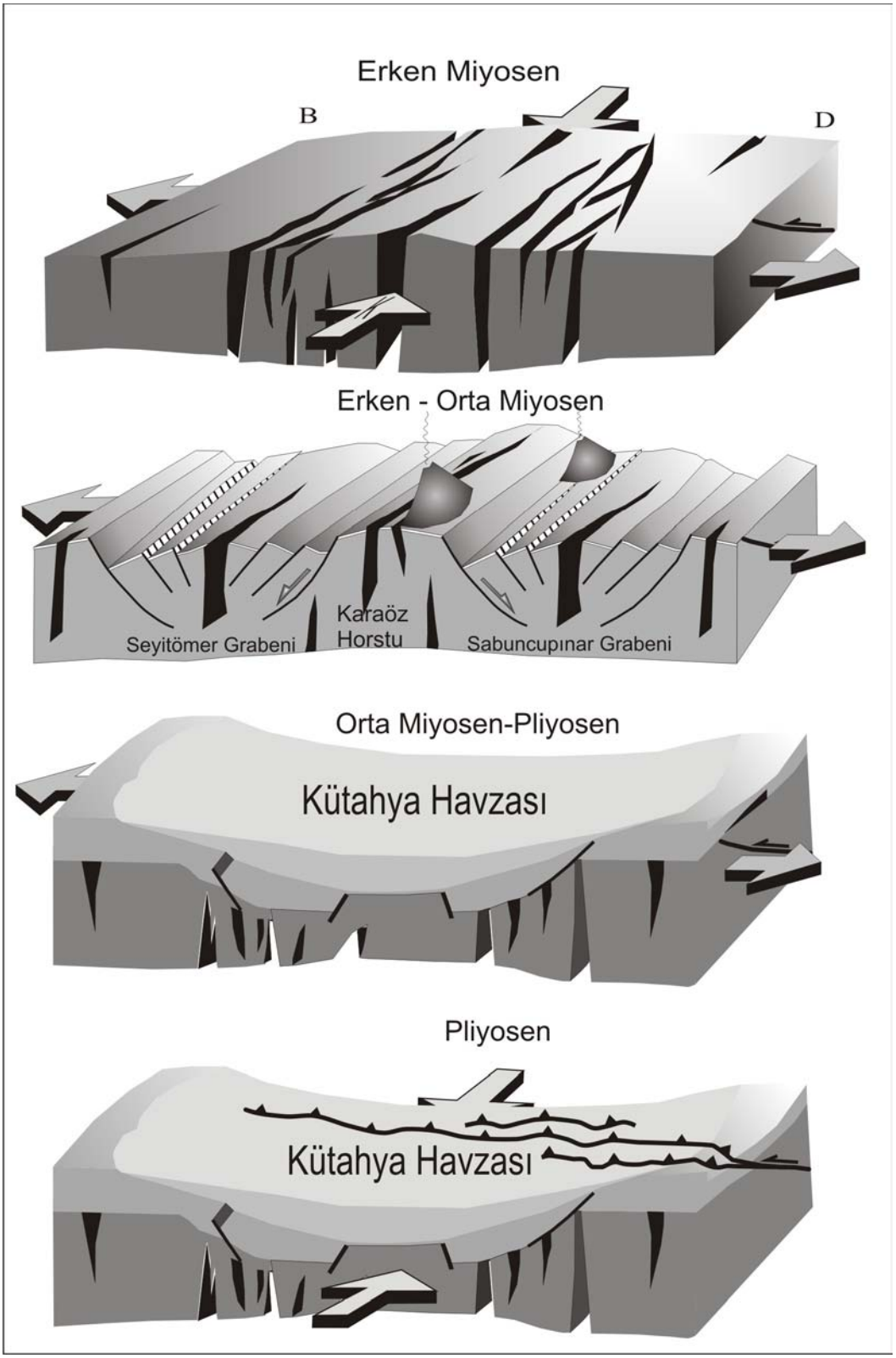
Çalışma alanı içerisinde, tarafımızdan yapılan arazi çalışmaları ortaya koymuştur ki, bölgenin batısında, yaklaşık KD-GB, tam olarak K60-65D gidişli bir havza söz konusudur. Bu havza, tarafımızdan, faylarla sınırlanmış ve keskin dokanaklar sunan bir çöküntü alanı olması sebebiyle Seyitömer Grabeni olarak tanımlanmış ve çalışılmıştır. Kenar faylarının gelişimine Erken Miyosen'in ilk evresinde başladığını düşündüğümüz grabenin tabanında, temel kayaçlar üzerine diskordansla gelen kaba kırıntılılar bulunur (Beke formasyonu). Önceki çalışmalarda yapılmış fasiyes incelemeleri (Baş, 1983; Çelik, 1999; Şengüler, 1999), bu çökellerin, yüksek enerjili örgülü nehir ve yakınsak yelpaze ortamını yansıttığını göstermiştir. Böylece, Seyitömer Grabeni'nin muhtemelen Erken Miyosen başlarında gelişerek açılmaya başladığı, bu hareketlilik sırası ve sonucunda havzaya malzeme verdiği, ve meydana gelen bu oluk içerisinde kendine drenaj sistemi oluşturan yüksek debili büyük bir nehrin akaçlandığı anlaşılmaktadır. Bu nehrin taşıdığı malzeme, çökellerin kökeninden de anlaşıldığı üzere, yükselmenin ve faylanmanın meydana getirdiği aşınmayla ilişkilidir.

Araştırmacılarca (Baş, 1983; Çelik, 1999; Çelik ve Kerey, 1999) birim içerisinde rastlanan kömür laminaları, aslında ortamın kimyasal açıdan kömür oluşumuna elverişli olduğunu önermektedir. Ancak, muhtemelen tektonik aktivitenin fazlalığı ve yüksek enerji sebebiyle başlangıçta kömür oluşumu gerçekleşememiştir. Bunun yanında birimi düşey geçişle üzerleyen Tunçbilek formasyonunun içerdiği kalın linyit damarlarının varlığı, Beke formasyonunun çökelme döneminde var olan iklim şartlarının ve tektonik dinginliğinin Miyosen boyunca sürekli aynı olmadığını önermektedir. Bu durum, Beke formasyonunun çökelme döneminde, muhtemelen

hızla yükselen bir yüksek alandan daha alçak alana malzeme taşınımı ile yüksek enerjili, örgülü bir akarsu geliştiğini, dolayısıyla bol yağışlı ve tektonikçe aktif bir ortamı önermektedir.

Kaya (1993)'e göre Tunçbilek formasyonunun alt kömür damarlarından elde edilen fosiller göstermektedir ki birimin çökelme döneminde savan ve koruluk türü bir bitki örtüsü ve nemli iklim koşulları egemendir.

Tunçbilek formasyonu içerisinde gözlenen kapalı kıvrımların varlığı (Şekil 2.16), bir sıkışma tektoniğini önermektedir. Ve gözlenen bu kapalı kıvrımlar ile açık kıvrımlar, KD-GB grabenlerin gelişimi sırasında bir sıkışma fazının varlığını desteklemektedir. Batı Anadolu'daki benzer havza çökellerinde de açık ve kapalı kıvrımların (Yılmaz ve diğ., 2000; Gürer ve diğ., 2001; Gürer ve diğ., 2006) ve az oranda ters fayların (Kaya ve diğ., 2004; Çiftçi ve Bozkurt, 2008; Bozkurt ve Rojay, 2005; Koçyiğit, 2005) rapor edilmesi Kütahya ve çevresindeki yapısal unsurların, Ege'deki K-G sıkışmalı D-B gerilemeli sistemin içerisinde değerlendirilmesini öngörmektedir.



Şekil 4.1: Kütahya ve çevresinin Erken Miyosen-Pliyosen evrimi

4.1.2.2.1.2.2 Sabuncupınar Grabeni

Batıda Seyitömer Grabeni'nin gelişimi sırasında, olasılıkla doğuda da Sabuncupınar Grabeni gelişmektedir (Şekil 4.1). Çalışma alanının doğusunda, Seyitömer Grabeni'ndekine benzer şekilde, ani ve fayla sınırlanan dokanaklar, yaklaşık K50-60D gibi bir doğrultuya sahip oluk içerisinde yüzeyler. Tarafımızdan Sabuncupınar Grabeni olarak tanımlanan ve çalışılan bu çöküntü alanının ilk çökelleri Seyitömer Grabeni ile benzeşmez.

Bu eş zamanlı gelişen çöküntü alanları, yeni şekillenmekte olan Karaöz Horstu ile birbirinden ayrılmıştır (Şekil 4.1). Karaöz Horstu'nun varlığı, her iki çöküntü alanının gelişme döneminde, başından itibaren var olmalıdır ki, Sabuncupınar Grabeni'nin çökelleri ile Seyitömer Grabeni'nin taban çökelleri benzeşmesinler.

Sabuncupınar Grabeni'nin çökelleri, tabanda tüflerle (Çayca tüfü üyesi) başlar. Çalışma alanının doğusunda yaygınca yüzeyleyen tüf, tüfit ve volkanoklastik çökeller doğuya doğru devam ederek yayılımını sürdürür. Bu birimler, yakındaki, Kırka havzası çökelleri ile benzerlik gösterir. Kaynak alanı tespit edilememiş bu volkanik malzeme, gerek (ve daha çok) karadan su yolu ile taşınarak, gerekse havadan göl ortamına ulaşarak burada kırıntılılarla birlikte çökelmiş olmalıdır. Yayılımının doğuya doğru devamlılık ve yoğunluk göstermesi, kaynak alanın da Eskişehir-Kütahya arasında olma ihtimalini güçlendirmektedir. Bu tüflerin Seyitömer Grabeni'nde, özellikle Eti Gümüş A.Ş. sahasında varlığı bildirilen (Arık ve Temur, 2003) tüflerin dışında yayılımı ve yoğunluğu yoktur. Eti Gümüş A.Ş. sahasına girme imkanı sağlanamadığından bu bölgedeki birimler hakkında ayrıntılı bilgi elde edilememiştir. Dolayısıyla Sabuncupınar formasyonu Çayca üyesi olarak tanıtılan tüfler, Sabuncupınar Grabeni'nin taban çökelleri durumundadır ve bu alanda yayılımı oldukça geniştir. Ancak Seyitömer Grabeni ve çevresinde ise neredeyse hiç yoktur. Zaten tüflerden elde edilen radyometrik yaşlar (Besang ve diğ. 1977) Alt Miyosen'e dolayısıyla Seyitömer Grabeni'nde Beke formasyonunun çökelme dönemine karşılık gelir.

Bu durum Erken Miyosen'de bölgede KD-GB gidişli birbirine paralel iki graben geliştiğini (Seyitömer ve Sabuncupınar grabenleri) ve Seyitömer Grabeni'nde çökelmenin Beke formasyonu ile, Sabuncupınar Grabeni'nde ise Çayca üyesi ile başladığını önermektedir.

Ayrıntılarına 2. bölümde değinilen Sabuncupınar formasyonu Çayca üyesi, bazı lokasyonlarda araya lav akıntılarının girmediği kesimlerde, üste doğru kumtaşı egemen bir fasiyesle devam eder (Çokköy formasyonu). Bu durum Çokköy formasyonunun çökelme evresinde, volkanik aktivitenin nispeten sönümlendiğini önermektedir. Ancak Çokköy formasyonu, katmanları belirgin şekilde olmasa da, litolojik içerik olarak, tüf de içermektedir. Bu durum volkanik faaliyetin Çokköy formasyonunun çökelme döneminde tamamen kesilmeyip zaman zaman tüflerin de çökelme ortamına dahil olduğunu önermektedir. Tabakalı belirgin bir seviye meydana getirmeyişinden tüflerin birim içerisine ağırlıklı olarak havadan ortama yağma şeklinde, bileşen olarak dahil olduğunu düşündürmektedir. Ancak tabakalı ve tüf yoğunluğunun arttığı düzeylerde bunların çökelme ortamına akarsu yoluyla taşındığı kesindir.

Yüzlekleri geniş alanlarda gözlenebilen Çokköy formasyonu çökelleri, Seyitömer Grabeni'nde de gözlenmektedir. Dolayısıyla Çokköy formasyonunun çökelme döneminde, her iki grabeni (Seyitömer-Sabuncupınar) birbirinden ayıran ve topografik bir eşik şeklinde kendini gösteren Karaöz Horstu'nun, su altı olarak havzanın bu dönemde bütünleştiğini, dolayısıyla genişlediğini söylemek mümkündür. Hatta Karaöz Horstu'nu aşan, çalışma alanının tamamını kapsayan ve bir büyük havzayı tanımlayan Çokköy formasyonu çökelleri, çalışmanın bundan sonrasında Kütahya Havzası olarak anılacak bu büyük havzanın ilk çökelleri durumundadır.

4.1.1.2.2. Üst Miyosen

4.1.1.2.2.1. Kütahya Havzası

Kütahya ve çevresini de kapsayan, yayılımı çalışma alanının dışında da devam eden geniş bir tatlısu-göl, akarsu havzasıdır. Çokköy formasyonu çökelleri bu çalışma alanının tamamında ve dışında da yayılım gösteren geniş bir göl ortamının (Kütahya Havzası) ilk çökelleri olmalıdır (Şekil 4.1). Zira benzeri çökellerin yayılımı inceleme alanının dışında da yayılımını sürdürür. Baş (1983; 1986) ve Çelik (1999)'un çalışmalarından anlaşıldığı üzere Domaniç dolaylarında da benzer çökeller yüzeylemektedir. Aynı şekilde Yalçın (1989-1990) tarafından Kırka (Eskişehir) civarında yapılan çalışmalarda tespit edilmiş çökeller de, yöredeki çökellere benzerlik gösterir. Gün ve diğ. (1979) ile Akdeniz ve Konak (1979) tarafından Emet (Kütahya) dolaylarında yapılan çalışmalardaki elde edilen veriler de Kütahya Havzası'nın bu ilk çökelleri ile benzeşmektedir. Bu kırıntılılar üzerine gelen Emet formasyonuna ait karbonatlı çökeller de, aynı geniş havzanın son ürünleridir. Hatta Çokköy formasyonunun yüzeylediği sahayı da aşan bir yayılımı söz konusudur.

Bu durum, 1- Bölgede yükselmenin, dolayısıyla sıkışma fazının Orta Miyosen'den itibaren zayıfladığını, ya da durduğunu, 2- Başka bir olasılıkla da yağış miktarının önemli ölçüde artarak göl sularının nispeten yükseldiğini ve geniş bir alanı su altında bıraktığını önermektedir.

Tarafımızdan, yöre için her iki olasılığın da geçerli olduğu düşünülmektedir. Arazi gözlemlerinde elde edilen veriler, tane boyu bağlamında, depolanma ve akış şeklinde bir enerji artışını desteklememektedir. Bunun yanında Çokköy formasyonu içerisinde çökelmeyle eş yaşlı olabilecek (Orta Miyosen), malzemenin konsolide olmadan deformasyona uğradığını belgeleyebilecek, yani önemli bir tektonik aktiviteyi destekleyecek veri de elde edilememiştir. Bu durum, Çokköy formasyonunun çökelmesi sırasında (Orta Miyosen) tektonik aktivitede bir zayıflamayı ve beraberinde akış seyrini fazlaca değiştirmeyen yağış rejimi ile akarsu ortamında, su seviyesinde yükselmeyi düşündüren bir iklim, geniş bir tatlı su göl ortamını ve dingin bir tektonizmayı öngörmektedir. Buna karşın birimin kısmen pekleşmiş ya da

kırılganlığını kazandığı dönemde (muhtemelen Geç Miyosen-Pliyosen) sıkışma fazının yeniden aktive olduğunu belgeleyecek ters fayları gözlemek olağandır. Bu sıkışma fazı, Batı Anadolu'da Pliyosen'de varlığı belirtilen sıkışma fazı ile örtüşmektedir. Ayrıca bu fayların aynı lokasyonlarda olmayıp çalışma alanının farklı kesimlerinde (Bknz., 3.1.3) gözlenebiliyor olması sıkışmanın etkilerinin ve kökeninin yerel olmadığını da önermekte ve desteklemektedir. Koçyiğit ve Bozkurt da (1997), Orta ve Batı Anadolu'da Miyosen istiflerinin Eosen'den beri devam eden, çarpışma sonrası kıtaiçi yakınsama ile ilgili, sıkışma türü bir tektonik rejimin denetiminde, bindirme fay-fay zonları üzerinde gelişmiş tünek (perched) havzalarda (Monaco ve diğ., 1996) çökeldiğini ve Miyosen sonunda sıkışma türü deformasyona uğradığını belirtmişlerdir. Demirtaş ve Yılmaz (1996), Ege Bölgesi'ndeki P ve T eksenlerinin yönlerine dayanarak günümüz ana sıkışma yönünü KKB-GGD olarak vermiştir.

4.1.1.3. Pliyosen

Eldeki verilere göre, çalışma alanı ve yakın çevresinde sıkışma fazından etkilenmiş en genç (Pliyosen) birim Emet formasyonudur (Şekil 3.16; 3.20). Böylece bölgede sıkışma türü tektonik rejimin en azından Erken Pliyosen'de de var olduğunu söylemek mümkündür (Şekil 4.1). Bu tespit, Koçyiğit ve Bozkurt (1997) tarafından, Miyosen sonu ya da Erken Pliyosen yaşını verdikleri birimlerde gözledikleri kıvrımlarla da uyumludur.

Emet formasyonu, Çokköy formasyonu gibi yayılımı geniş olan bir çökeldir. Yani bu iki birim yukarıda tanımlanan Kütahya Havzası'nın ortak çökelleri ve Emet formasyonu da bu havzanın son çökeli olmuştur. Zira bu ölçüde yayılımı olan başka bir çökel, daha sonra depolanmamıştır.

Bölgedeki istifin Emet formasyonundan sonra çökelen ürünü Kocayataktepe formasyonu olmalıdır. Çünkü birimin dokanak ilişkileri net değildir. Çoğu yerde temel kayaçlar üzerinde diskordansla durmaktadır. Bu birim çalışma alanının KB kesimlerinde sınırlı bir alanda yüzeyler. Tabanındaki birimler üzerine diskordansla gelir. Akarsu ortamını yansıtan kaba kırıntılılardan oluşan birim, en azından

yüzeylediği alanlarda göl sularının ortamı terk ettiğini göstermektedir. Böylece Geç Pliyosen'de, inceleme alanının KB kesimlerinin, göl sularının terk ettiği, akarsu ağıyla drene edilip aşınma ortamı haline geldiği söylenebilir. Ayrıca birimin fasiyes özellikleri, enerji seviyesinin genellikle yüksek olduğu bir akarsu yelpaze ortamını önermektedir.

4.2. Neotektonik Dönem

Batı Anadolu'da K-G gerilmenin yaşanmaya başladığı Pliyo-Pleyistosen'de (Yılmaz, 1997; Gürer ve diğ., 2008; Gürer ve diğ., 2009) üst kabukta D-B uzanımlı horst graben yapıları ve eğimlenmiş bloklar gelişmeye başlamıştır. Ege Horst Graben Sistemi olarak anılan bu gerilmeli tektonik yapılanma, üst kabukta geniş ve düz vadilerle ayrılan çizgisel sırtlar tarafından oluşturulmuştur. Bunun yanında alt kabukta ise, sünek akma ve magma sokulumları gerçekleştirmiştir (Yılmaz ve diğ., 2000; 2001; Aldanmaz, 2006; Aldanmaz ve diğ., 2006).

Çalışma alanı içerisinde, K-G sıkışma etkilerinin zayıflayıp, yerine K-G gerilme rejimini yansıtan verilerin elde edildiği bir döneme karşılık gelen Kuvaterner "Neotektonik Dönem" olarak tanımlanmıştır. Böylece Kütahya ve çevresinde Neotektonik dönem Kuvaterner (Pleyistosen) ile başlamaktadır.

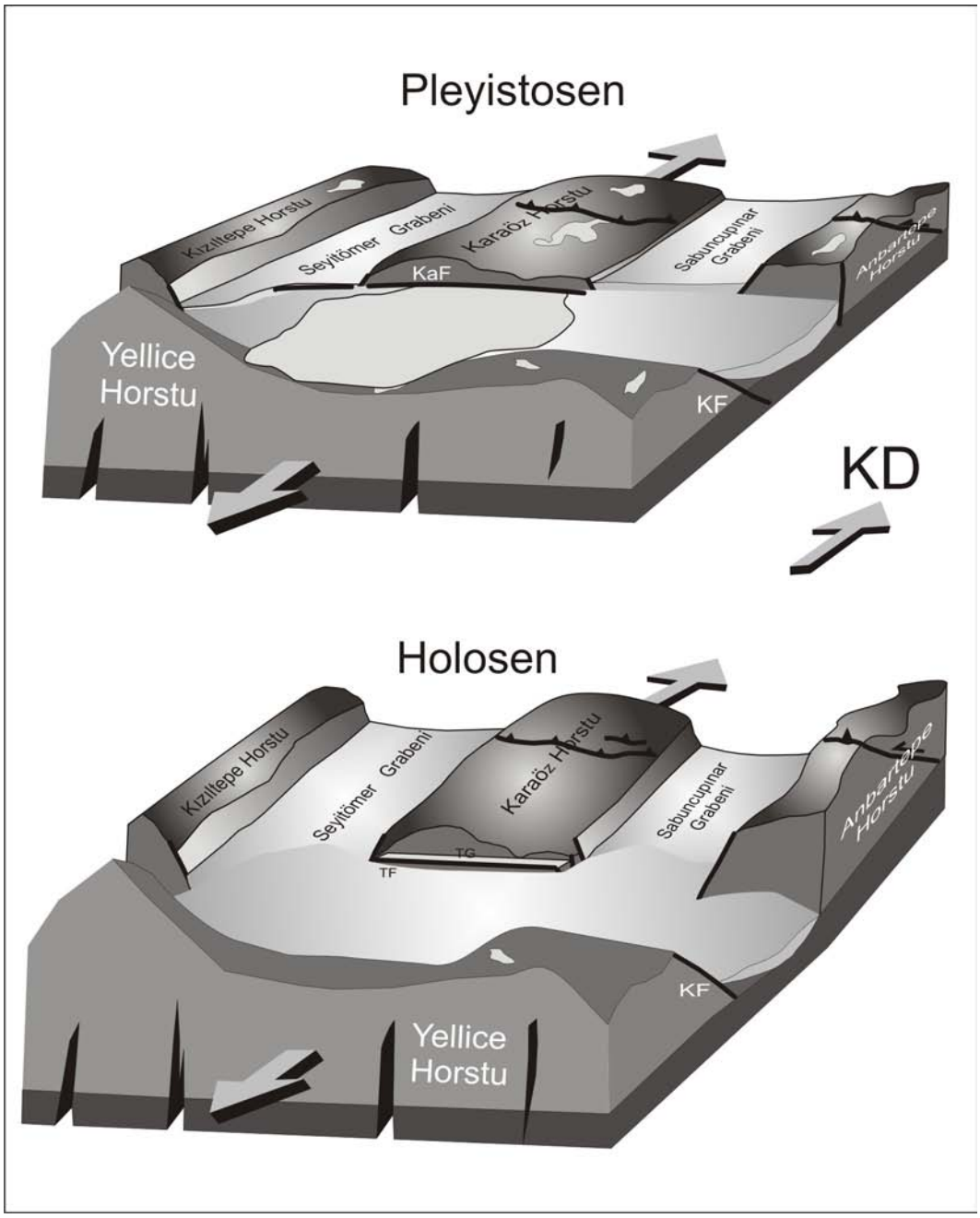
4.2.1. Kuvaterner

Yukarıda da değinildiği üzere Kuvaterner, tarafımızdan gerilmenin yönünün, D-B'dan K-G'e değişmesiyle yörede Neotektonik dönemin başladığı devir olarak kabul edilmiştir.

Batı Anadolu'daki yaklaşık D-B gidişli grabenlerin oluşum mekanizmasının kökenini olarak görülen K-G gerilmeli tektonik rejim, Kütahya ve çevresini de etkileyerek, Kütahya Grabeni'nin gelişimini sağlamıştır (Şekil 4.2).

Pleyistosen'de çökelen Kirazpınar formasyonu, başlangıçta Kütahya Havzası'nı kaplayan ve sonrasında daralan paleogöl ortamının son ürünü olmalıdır. Zira birim

içerisinde tespit edilmiş kavkılar göl ortamını yansıtır. Ancak yüzeylediği bölgeler dikkate alındığında, günümüz Kütahya Grabeni'nin sınırları ile örtüşmemektedir. Bu durum, birimin çökeldiği dar paleogöl ortamının, Kütahya Grabeni'nin oluşmaya başladığı ilk dönemdeki gölsel havzaya karşılık geldiğini önermektedir. Başka bir deyişle Kütahya Grabeni'nin şekillenmeye başladığı ve muhtemel ilk fazına ait graben sınırlarını yansıtıyor olmalıdır.



Şekil 4.2: Kütahya ve çevresinin Kuvaterner evrimini gösterir blok diyagram
(KaF: Karaöz Fayı, TF: Turgutlar Fayı, TG: Turgutlar Grabeni, KF: Kütahya Fayı)

4.2.1.1. Kütahya Grabeni

4.2.1.1.1. 1. Evre

Kütahya Grabeni, oluşumunun ilk evresinde, Karaöz Fayı ile KFZ arasında açılmaya başlamış olmalıdır (Şekil 4.2). Kuvaterner yaşlı ve grabenin ilk evresinde taban dolgusu olarak gördüğümüz Kirazpınar formasyonu çökelleri, kuzeyde en son Karaöz Fayı'na kadar gözlenebilmektedir (Şekil ve Şekil 4.2). Ayrıca Karaöz Fayı'nın düşen bloğunun güney blok olması ve yaklaşık D-B gidişli olması bu savı destekler durumdadır. Güneyde ise KFZ'nun segmentleri arasında asılı kalmış birkaç lokasyon dışında birimin başlıca sınırı KF tarafından denetlenmiştir. Böylece bölgede bir göl ortamının son ürünü olan Kirazpınar formasyonu, KFZ ile Karaöz Fayı arasında Kütahya Grabeni'nin ilk evresinde (Pleyistosen) çökelmiş olmalıdır. Birim içerisinde gözlenen büyüme fayları ve dolgulu genişleme çatlakları birimin çökelmesi esnasında genişleme tektoniğinin etkin şekilde devam ettiğini göstermektedir.

Buna karşın, Koçyiğit ve Bozkurt (1999), Kütahya yakın çevresindeki D-B, BKB, KB ve KD doğrultulu fay setlerinin aralarındaki geometrik ilişkilerin analizinden BKB, KKD doğrultulu faylarla da KKD yönlü iki sıkışma fazının varlığını belirtmişlerdir. Araştırmacıların tespit ettikleri ilk sıkışma fazı grabenin ilk oluşum evresine, ikinci sıkışma fazı da Geç Pliyosen sonlarına atfedilmiştir. Sedimantasyon ile eş yaşlı gelişmiş Kirazpınar formasyonu içerisindeki yapısal unsurlar, araştırmacılarca bir sıkışmanın ürünü olarak kabul edilmiştir. Bu yapılar üzerindeki kinematik analiz çalışmalarının sonucunda, Kuvaterner başlarında, başlıca KF tarafından denetlenen bu çökellerin, KKD doğrultulu bir sıkışma evresini önerdiği belirtilmiştir.

4.2.1.1.2. 2. Evre

4.2.1.1.2.1. Turgutlar Grabeni'nin gelişimi

Bölgedeki grabenleşmenin ikinci aşamasında gelişen Turgutlar Fayı ile Karaöz Fayı arasında kalan alan, Kütahya Grabeni'nin gelişmeye başlamasından kısa bir süre sonra çökmüş ve burada bir graben oluşmuştur (Şekil 4.2). Turgutlar Grabeni olarak isimlendirilen bu grabenin güney kenar fayını oluşturan ve gravitasyonel kuvvetlerle gelişen Turgutlar Fayı, böylece Kütahya Grabeni'ni ve Karaöz Horstu'nu bölmüştür. Bu ikinci evrede Kütahya Grabeni basamaklı bir yapı kazanmaya başlamıştır. Kuzey bloğunun düştüğü Turgutlar Fayı, aktivitesini ve etkinliğini fazla devam ettirememiş ve gelişememiştir.

4.2.1.1.3. 3. Evre

Kütahya Grabeni'nde gelişim güney kenar aktif olarak süregelmiştir. Bu sebeple de güney kenar kuzey kenara göre daha yüksek ve sarp bir morfolojiye sahiptir. Ayrıca Felent Çayı'da kuzey kenara daha yakın akmaktadır (Şekil 4.3). Bu durum, KFZ'dan türeyen malzemenin (yelpazeler) Felent Çayı'nı güneye göç etmeye zorlamasını ve KFZ'nun aktivitesine bağlı olarak kuzey kenara göre daha fazla yükselmesini yansıtmaktadır. Ortaya çıkan morfoloji, Kütahya Grabeni'nin bir asimetrik graben olduğunu önerir.

Tarafımızdan KFZ'nda yapılan arazi gözlemleri (Tablo 3.1), güney kenarda yanal hareketin baştan beri aynı yönde olmayıp ilkin sağ yanal bileşenli çalıştığını önermektedir (Geç Pliyosen-Pleyistosen). Bu durum Koçyiğit ve Bozkurt (1997) tarafından da belirtilmiştir ve tarafımızdan elde edilen verilerle örtüşmektedir. Böylece KFZ'da yanal hareketi meydana getiren kuvvetlerin sabit ve tek yönde gelişmediğini ortaya koymaktadır. Batı Anadolu'daki blok rotasyonu ya da gerilme kuvvetlerindeki yön değişimine bağlı olabilecek bu durumun gerçek sebebinin, daha ayrıntılı (paleomanyetizma gibi) çalışmalarla ortaya çıkarılabileceği düşünülmektedir. KF, muhtemelen Pleyistosen sonlarında sol yanal hareketle reaktive olmuş olmalıdır.

YF, DF, GF, PF, İF ve AFZ muhtemelen bu evrede gelişmiştir. Böylece Kütahya Grabeni günümüz morfolojisine yaklaşmıştır. PF, Kütahya Grabeni'ni ikinci bir basamakla yeniden bölmüş ve grabenin ortasında Karaöz Horstu'nun güneye basamaklı morfolojisini kazandırmıştır (Şekil 4.3).

4.2.1.1.3.1. Yakaca formasyonunun çökelme evresi

Kirazpınar formasyonu üzerinde diskordansla duran Yakaca formasyonu, bölgede gelişmiş paleoakarsu ağının çökeli durumundadır. Birimin çökeldiği alan, Kütahya Grabeni ile sınırlıdır. Böylece anlaşılmaktadır ki, Yakaca formasyonunun çökelmesini sağlayan büyük akarsu, Kuvaterner'in ortalarında Kütahya Grabeni'nin oluşturduğu oluğu kullanmıştır. Ancak birim içerisinde imbrikasyona rastlanamadığından ve tanelerin kökeninin incelenmesiyle elde edilebilecek kaynak alan çalışmalarından da olumsuz sonuç elde edilmesi sebebiyle paleoakarsunun nereden nereye aktığı konusu aydınlatılamamıştır. Ancak günümüz akaçlamasının aynı olukta KKB'dan GGD'ya doğru olması sebebiyle, paleoakarsunun da bu yönde akmış olabileceği düşünülebilir.

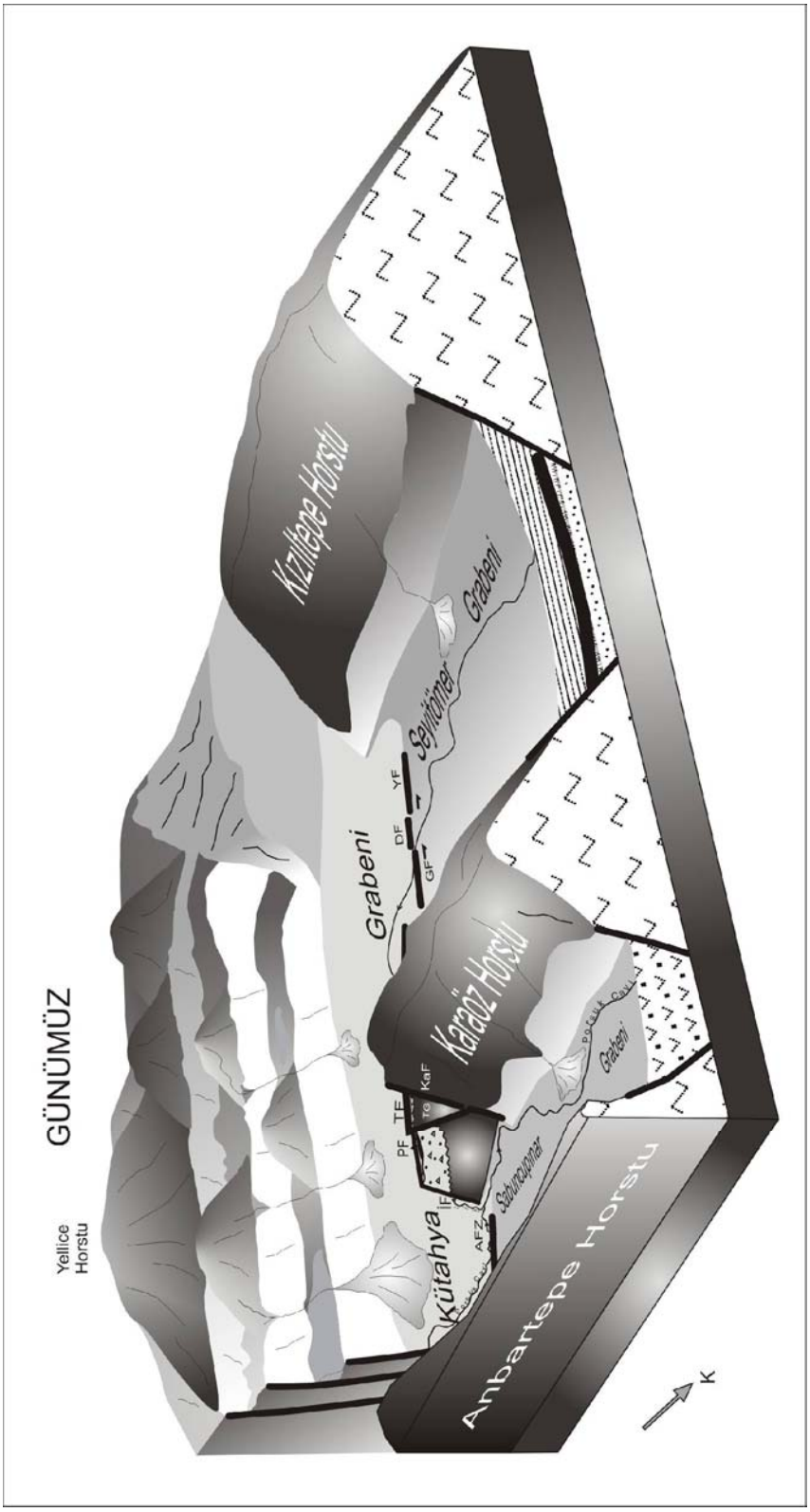
4.2.1.1.3.2. Taşlıtepe volkanitinin yerleşmesi

Bölgedeki son volkanizmanın meydana geldiği evrede, Taşlıtepe volkanitine ait bazaltik kayaçlar yüzeylemiştir. Bölgedeki genç volkanizmanın ürünü bazalt bileşimli kayaçlar çoğunlukla KD-GB doğrultulu faylarla ilişkili görünmektedir. Zira yüzeyleyen daykların uzanımları ve bu dayklarla oluşan sırtların gidişi KD-GB yönlüdür. Ancak Batı Anadolu'daki Kuvaterner yaşlı bazaltik volkanizma (Kula, Naşa vb.) D-B grabenlerin kenar faylarıyla ilişkilendirilmiştir. Büyük resme bakıldığında, yani çalışma alanındaki genel duruma bakıldığında genç bazaltların, bölgede BKB-DGD doğrultulu faylara yakın alanlarda yüzeylediği görülmektedir. Yani Batı Anadolu'daki genel durumla paraleldir. Ilıca ve çevresindeki genç bazaltlar ile Taşlıtepe dolaylarındaki genç bazaltlar derinlerde D-B fay sistemiyle ilişkili yani kesişiyor olmalıdır.

Bunun yanında Yoncalı kaplıcalarının da yaklaşık K-G faylarla ilişkili olduğu düşünüldüğünde, yaklaşık K-G ve KD-GB fayların derinlerde KKB-GGD fay sistemiyle kesiştiği ve derinlerde bulunan malzemenin yukarı taşınmasında başlıca yüzeye çıkış yolu olduğu, böyle alanlarda da volkanitlerin yüzeye ulaştığı söylenebilir.

4.2.2. Güncel

Grabenleşmenin ve çökelmenin son evresi diyebileceğimiz bu dönemde, bölgenin günümüzdeki gelişimini ve güncel sedimantasyonu meydana getiren en genç çökelleri depolanmıştır. Bu çökeller, başlıca KFZ ve PF tarafından denetlenen alüviyal yelpazelere aittir. Yelpazeleri oluşturan çökeller, kısmen faylarca kesilmiş başyukarı aşındırmanın ürünü vadilerden taşınan malzemenin enerjilerindeki ani düşmeyle yığışan kırıntılılar, kısmen de yamaç molozu şeklinde depolanan malzemeden ibarettir. Gerek Yellice Horstu'ndan gelen akaçlamanın topladığı malzeme, gerekse yamaç eğimiyle hareket eden malzemenin depolanmasıyla oluşmuş, güncel diyebileceğimiz bu fanlar bölgedeki aktif tektonizmanın sonucu en genç verilerdir. Morfolojideki sarplığı ve basamakları meydana getiren her bir segment, aynı zamanda, fanların gelişiminde ve depolanmasında ayrı bir etken olmuştur. Ancak araştırmalarımızda, özellikle KFZ boyunca yapılan arazi gözlemlerimizde, fanları kesen bir düzlem gözlenememiştir. Bu durum fayların sismik açıdan bir süredir suskun olduğunu önermektedir. KFZ ve çevresinde meydana gelmiş depremlere bakıldığında da aletsel dönemde yıkıcı bir deprem kaydı görülmemektedir. Konunun ayrıntılarına bölgenin depremselliği başlığında değinilecektir.



Şekil 4.3: Kütahya ve çevresinin günümüzdeki tektonik durumunu gösteren blok diyagram (DF: Doğa Fayı, GF: Gevrekseydiköy Fayı, YF: Yakaca Fayı, TF: Turgutlar Fayı, PF: PArmakören Fayı, İF: İnköy Fayı, AFZ: Alayunt Fay Zonu, TG: Turgutlar Grabeni, KaF: Karaöz Fayı)

5. KÜTAHYA VE ÇEVRESİNİN DEPREMSELLİĞİ

Çalışma alanının en önemli tektonik yapısı olan ve TDFH'nda (Şaraoğlu ve diğ., 1986) diri fay olarak gösterilen Kütahya Fayı, tarafımızdan KFZ olarak tanımlanmış ve haritalanmıştır. Bunun yanında Kütahya ili, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanmış (1996) Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'nda 1. ve 2. derece deprem bölgeleri içerisinde yer almaktadır. Gediz ilçesini içerisine alan ve batıya doğru devam eden hat 1. derece deprem bölgesi, ilin geri kalan kısmı ve çalışma alanı ise 2. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Bu bölgelendirmenin yapılmasındaki en büyük etken 28 Mart 1970 yılında meydana gelen 7,2M büyüklüğündeki Gediz depremidir. Ayrıca Gediz ve çevresinde 1899 ve 1944 yıllarında da meydana gelmiş yıkıcı depremler söz konusudur.

Çalışma alanının güneyinde, Ambraseys ve Tchalenko (1972) ile Koçyiğit (1984) tarafından tanımlanmış Akşehir-Simav Fay Zonu olarak anılan aktif bir sismik kuşak bulunmaktadır. Bu kuşağın genel gidişi KFZ ile paralellik gösterir. Koçyiğit ve Bozkurt (1997), bu fay sistemi ve niteliğini, KFZ ile tümüyle benzer olarak nitelendirilmiştir. Ayrıca daha kuzeyde bulunan Eskişehir Fay Zonu da aktif bir fay zonudur (Tokay ve Altunel, 2005) ve yine KFZ ile paralellik gösterir.

İnceleme alanı içerisine meydana gelmiş depremlerin tamamı 5'ten küçük hatta çoğu mikro deprem düzeyindeki depremlerdir (Tablo 5.1). Bölgenin sismotektonik haritasına bakıldığında (Şekil 5.1), meydana gelmiş bu depremlerin küçüklüğü ve seyrekliği, gerçekte KFZ'nun üretebileceği deprem ya da depremleri kanımızca yansıtmamaktadır. Bölgede yaptığımız çalışmalarda, yörede, özellikle genç bir grabenin varlığı irdelenmiş (Kütahya Grabeni) ve yukarıdaki sebeplerle deprem üretme potansiyeli taşıyan, grabenin kenar fayları üzerinde durulmuştur. Kütahya Grabeni'nin güney kenarının kuzey kenara göre daha aktif olduğu morfolojiden

açıkça anlaşılmaktadır. Dolayısıyla sismik açıdan da güney kenar, yani KFZ daha aktif olmalıdır. KFZ'nun meydana getirdiği morfoloji, düşey atım miktarı, çok genç ve diri bir fay zonuna işaret etmektedir. Zira litolojik elverişsizliğe rağmen çok net gözlenebilen üçgen yüzeyler, dik yamaçlara rağmen başyukarı aşındırmanın tam gelişememiş olması, çok genç volkanizma ürünlerinin gözlenmesi, sıcak ve soğuksu kaynaklarının bulunması ve en önemlisi de mikro deprem aktivitesi (Tablo 5.1), bu fay zonunun diri ve genç olduğunu belgelemektedir.

Tablo 5.1: Kütahya ve çevresinde 1900-2009 yılları arasında M=2,7-7,9 büyüklüğündeki, tarih sıralaması ile, meydana gelmiş depremler (Kaynak, www.sayisalgrafik.com.tr, son ziyaret Şubat 2009)

Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyüklük (M)
10.22.2008	39.43	29.75	9	2,7
09.04.2008	39.60	30.12	9	2,8
11.22.2007	39.51	29.95	10	2,8
04.23.2006	39.34	29.98	33	3
08.15.2005	39.53	30.05	30	3
05.30.2005	39.57	30.12	19	2,8
05.29.2005	39.57	30.07	32	2,9
08.22.2004	39.43	30.06	12	3
03.31.2004	39.50	29.77	14	2,8
04.09.2000	39.43	29.77	19	2,7
09.24.1999	39.60	29.81	12	2,7
07.09.1999	39.50	29.98	7	2,8
07.08.1999	39.57	29.98	8	2,7
06.11.1999	39.35	30.05	11	2,7
06.09.1999	39.51	29.64	5	2,7
06.09.1999	39.61	29.71	6	2,8
06.08.1999	39.47	29.71	3	2,5
06.07.1999	39.53	29.66	15	2,7
05.30.1999	39.59	29.66	13	2,7
05.04.1999	39.60	29.68	16	2,7
04.26.1999	39.50	29.73	6	2,7
03.11.1999	39.58	29.65	2	2,7
03.01.1999	39.59	29.63	10	2,7
01.12.1999	39.56	29.63	19	2,7
01.07.1999	39.51	29.66	6	2,7
10.21.1998	39.55	30.06	0	2,8
10.09.1998	39.55	30.00	2	2,7
10.02.1998	39.62	29.63	18	2,7
09.26.1998	39.48	29.81	0	2,8

Tablo 5.1 (Devam): Kütahya ve çevresinde 1900-2009 yılları arasında M=2,7-7,9 büyüklüğündeki, tarih sıralaması ile, meydana gelmiş depremler

09.14.1998	39.58	29.85	10	2,7
06.01.1998	39.60	30.23	0	2,8
05.12.1998	39.56	29.64	16	2,7
05.06.1998	39.55	29.85	1	2,7
05.01.1998	39.59	29.63	9	2,7
05.01.1998	39.57	29.97	10	2,7
03.12.1998	39.43	30.00	24	2,7
11.25.1997	39.27	30.21	10	2,7
11.18.1997	39.57	29.83	9	2,8
06.11.1997	39.46	30.15	0	2,7
05.09.1997	39.41	29.94	0	2,8
06.26.1996	39.46	29.97	18	2,8
04.24.1996	39.50	29.72	7	2,7
04.23.1996	39.41	29.72	18	2,7
04.14.1996	39.48	29.63	5	2,7
04.11.1996	39.50	29.71	6	2,8
03.21.1996	39.39	29.66	9	2,7
03.20.1996	39.35	30.11	9	2,7
11.01.1995	39.48	29.67	14	2,7
10.30.1995	39.48	29.67	14	2,7
10.30.1995	39.58	29.74	17	2,7
10.20.1995	39.59	29.69	17	2,7
10.19.1995	39.41	29.69	9	2,7
10.17.1995	39.55	29.79	19	2,7
10.07.1995	39.58	29.63	16	2,7
10.03.1995	39.48	29.66	7	2,7
09.30.1995	39.45	29.68	12	2,7
09.29.1995	39.54	29.64	7	2,8
09.17.1995	39.51	29.71	5	2,7
09.13.1995	39.49	29.63	7	2,7
09.11.1995	39.46	29.70	3	2,8
08.26.1995	39.53	29.67	10	2,7
08.23.1995	39.55	29.63	0	2,7
08.19.1995	39.50	29.63	0	2,7
07.25.1995	39.56	29.66	15	2,7
07.19.1995	39.42	29.81	5	2,7
07.15.1995	39.60	29.63	0	2,7
07.08.1995	39.57	29.68	4	2,7
07.08.1995	39.54	29.75	1	2,7
07.01.1995	39.54	29.68	16	2,7
06.24.1995	39.49	29.69	0	2,7
06.16.1995	39.48	29.85	0	2,7

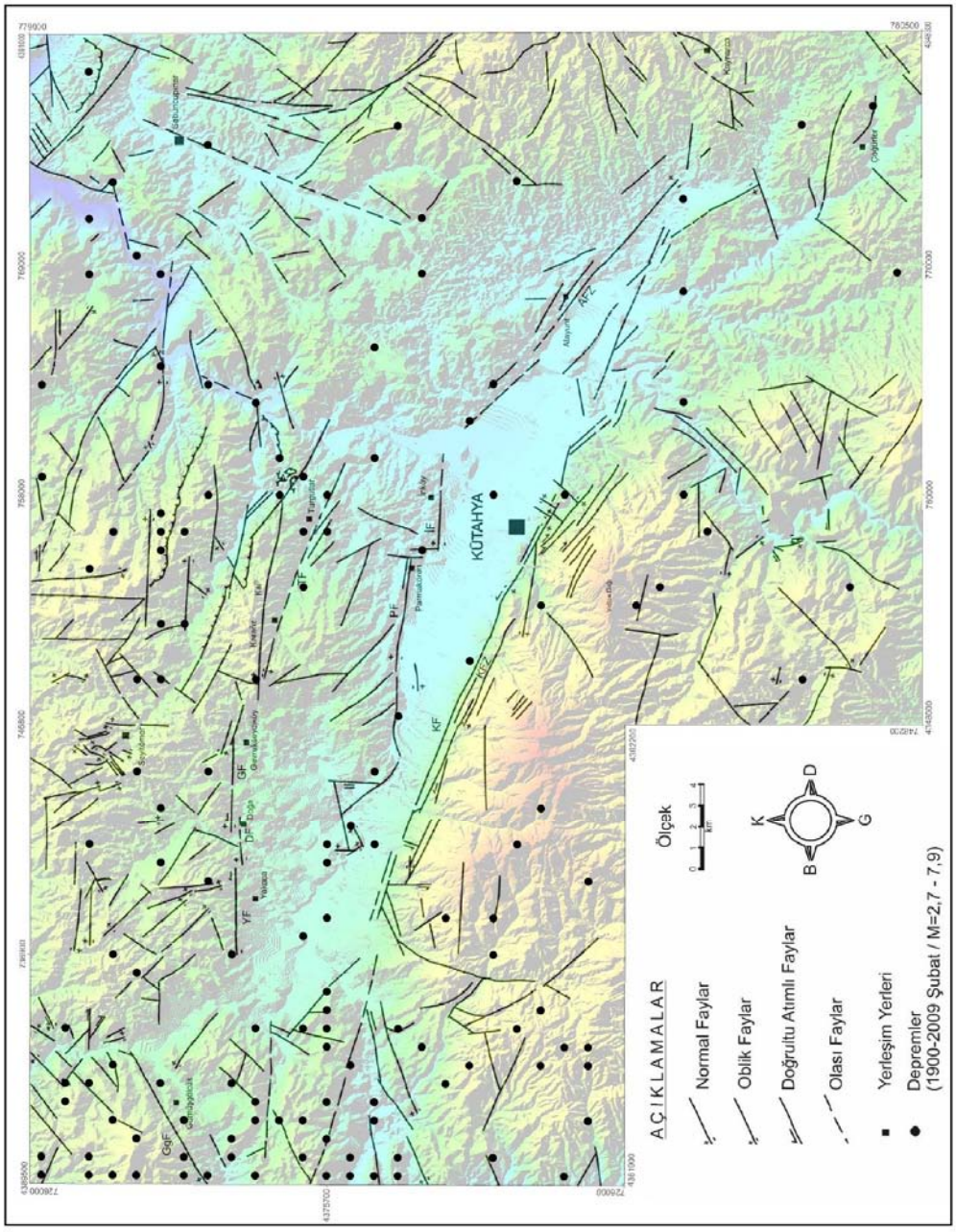
Tablo 5.1 (Devam): Kütahya ve çevresinde 1900-2009 yılları arasında M=2,7-7,9 büyüklüğündeki, tarih sıralaması ile, meydana gelmiş depremler

06.02.1992	39.39	29.70	8	2,9
05.24.1992	39.49	29.82	0	2,8
05.14.1992	39.62	30.06	15	2,8
05.01.1992	39.37	29.94	6	3,3
04.22.1992	39.59	30.17	14	2,8
04.08.1992	39.50	29.67	7	2,9
11.07.1991	39.53	29.71	0	2,7
05.30.1991	39.52	30.00	8	3
05.13.1991	39.43	29.64	4	2,7
04.27.1991	39.47	29.63	5	2,8
11.15.1990	39.61	29.68	19	2,9
09.20.1990	39.50	29.70	11	2,8
09.11.1990	39.47	30.20	15	3,2
07.01.1990	39.39	29.69	10	2,7
11.05.1989	39.59	29.75	0	2,8
09.16.1989	39.62	30.01	0	2,7
03.29.1986	39.58	29.90	10	2,8
06.03.1984	39.40	29.63	0	2,7
03.14.1984	39.45	29.77	0	2,9
02.08.1984	39.48	30.02	0	2,8
09.29.1982	39.46	30.12	0	2,8
08.15.1982	39.36	29.95	0	3,1
04.21.1980	39.26	30.12	0	3,7
12.19.1979	39.28	29.95	10	3
06.22.1979	39.58	29.65	10	3,4
10.21.1978	39.35	30.16	0	2,9
07.10.1978	39.57	29.93	0	2,8
07.04.1971	39.40	29.70	0	3,3
04.24.1971	39.30	29.90	0	3,3
04.26.1970	39.30	30.20	0	3,6
03.30.1970	39.40	30.00	0	4,4
03.29.1970	39.35	30.00	40	4,3
09.15.1965	39.50	30.00	33	3,9
04.14.1943	39.62	29.64	40	4,9
01.04.1927	39.50	29.80	15	4,2

Japon Araştırma Grubu (1980), çalışma alanında da gözlenen bazı yapılardan olan üçgen yüzeyleri, fay şevlerini, Vedder ve Wallace (1970), çizgisel vadileri, çizgisel sırtları ve taraçaları aktif fayların topografik referansları olarak nitelendirmişlerdir. Tüm bu yapılar yöredeki KFZ, PF ve KaF için söz konusudur.

Batı Anadolu ve çevresindeki deprem odak mekanizma çözümleri, çeşitlilik göstermekte ve karmaşık bir kabuk yapısına işaret etmektedir. Nitekim Alptekin (1978), yapılan çözümlemelerde fay düzlemlerinin yöresel jeolojik yapılara paralellik gösterdiğini ve bir yatay bileşenin de var olduğunu belirtmiştir. Ve bu yatay bileşenin de yönünün düzensiz olduğunu ifade etmiştir. Bazı çözümlemelerin ters fay niteliğindeki fayları yansıtması salt gerilmenin dışında, karmaşık bir tektonizmaya işaret etmektedir. Sözbilir ve diğ., (2006) de son 100 yılda meydana gelen depremlerin odak mekanizma çözümlerinin, bu depremlerin Batı Anadolu'da üst kabukta yüksek açılı normal faylar ve doğrultu atımlı faylar etkisinde geliştiğini belirtmişlerdir. Bu verilere uygun olarak genelde yüksek açılı normal faylarca şekillendirilmiş bir topoğrafyaya sahip olması, meydana gelen depremlere ait derinlik verilerinin (Tablo 5.1) çok sığ kalması ve saf doğrultu atım niteliği taşıyan genç küçük faylar bulundurması sebebiyle, Kütahya ve çevresi de, tarafımızdan potansiyel deprem riski yüksek alanlardan biri olarak görülmektedir.

Literatür taramalarında çalışma alanı için üretilmiş bir deprem odak mekanizması çözümü tespit edilememiştir. Ancak bölgedeki fayların düzlemlerinden elde edilen ölçümler göz önüne alındığında, ters faylar, sağ ve sol bileşenli oblik faylar, normal faylar ve saf yanal atımlı faylar olağandır. Neotektonik dönemde egemen olan K-G gerilmeli tektonizmanın yanında, bölgedeki paleotektonik yapılar, yukarıda değinilen ve Batı Anadolu'nun geneline yansımış olan karmaşık tektonik yapıyla da örtüşmektedir.



Şekil 5.1: Kütahya ve çevresinin, aletsel dönemde meydana gelmiş depremleri gösterir, sismotektonik haritası (Depremler tablo 5.1'deki depremlerdir)

Özkan (2000) tarafından yapılmış "Kütahya'nın Deprem Riskinin İncelenmesi" başlıklı çalışmada, 99 sene içinde M≥4.0 depremler göz önüne alınarak, yıllık en büyük değerler yöntemine göre, 1999 yılından sonra 20 yıl içinde M=5.0, 6.0 ve 7,2 büyüklüğündeki depremlerin meydana gelme olasılığı sırasıyla, %93, %55, ve %17 olarak verilmiştir. Bu depremlerin tekrarlanma olasılıkları da, yine aynı sırayla 7,5 yıl, 24,9 yıl ve 105,2 yılda bir olarak belirtilmiştir. Aynı çalışmada bölgede meydana gelebilecek en büyük depremin 8,46 magnitüdünde ve Gediz Fayı üzerinde olabileceği öngörülmüştür. 2009 yılı 17 Şubat'ında meydana gelen 5 büyüklüğündeki Simav depremi, Özkan'ın (2000) 1999'dan sonraki 20 yıl içerisinde 5 büyüklüğünde bir depremin olma ihtimalini %93 öngörmesi ve depremin de bu tarih aralığında meydana gelmiş olması, çalışmalarını doğrular niteliktedir.

Yörede meydana gelebilecek en büyük depremin çalışma alanına yaklaşık 100km mesafede bulunması deprem riskini kanımızca düşürmemektedir. Zira arazi gözlemleri özellikle KFZ'nun genç ve aktif bir fay olduğunu önermektedir. Her ne kadar özellikle aletsel dönemde yıkıcı bir deprem üretmemiş görünse de KFZ, normal bir fayın üretebileceği ortalama büyüklükteki depremi üretebilecek kapasitede de olabilir. Bu durum, KFZ'nun bir sismik boşluk karakterinde olması ile açıklanabilir. Sismisite açısından mikro depremlerin varlığı (Tablo 5.1) KFZ'nun deprem ürettiğini göstermekte ve gelecekte de üretebileceğini öngörmektedir. Aletsel dönemde yıkıcı bir deprem meydana gelmemiş olması, tarihsel kayıtlarda da KFZ üzerinde meydana gelmiş bir depreme işaret edilmemiş olması KFZ'nun bir sismik boşluk olma ihtimalini artırmaktadır. Koçyiğit ve Bozkurt (1997) ta, KFZ'nun bir sismik boşluk olduğunu belirtmiş ve Akşehir-Simav Fay Zonu'na dikkati çekmişlerdir.

Kütahya kent merkezinin, graben içerisinde, dolayısıyla düşen blokta ve zayıf zemin koşulları üzerine kurulmuş olması, hatta pek çok mahallesinin doğrudan KFZ üzerinde kurulu bulunması, ne yazık ki bir deprem anında büyük kayıplara yol açabilecektir. Bölgede, mevcut yapıların iyileştirilmesi, sonraki yapılaşmalar ve yerleşim amaçlı genişlemeye yönelik çalışmalar, gelecekte mutlaka bir deprem olacakmışçasına dikkatle yürütülmelidir. 1970 Gediz depreminin Kütahya'da pek çok yapıyı etkilemiş olması ve meydana gelmiş depremin büyüklüğü, olası yeni bir

Gediz depreminden, ya da Çavdarhisar depreminden de Kütahya ve yakın çevresinin sakınması gerçeğini ortaya koymaktadır. Bunun yanında Eskişehir Fay Zonu da aktif bir fay zonudur ve Kütahya çevresini etkileyebilecek deprem üretme kapasitesine sahiptir.

Böylece görülmektedir ki, Kütahya ve çevresi başta KFZ olmak üzere, çevresinde de var olan aktif fay zonlarının sismik etkileşim alanındadır. Yörede ileriye dönük imar planlarında da bu deprem tehlikesinin göz ardı edilmeyip, uygun teknik ve şartlarda yapılaşmaların artmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

6. TARTIŞMA

Kütahya ve çevresinin Neotektonik incelemesini amaçlayan bu çalışmanın gerçekleştirilmesi aşamasında, özellikle literatür tarama sırasında, bölgedeki benzer kayaçlar için uygun görülmüş pek çok farklı adlamanın varlığı dikkati çekmiştir. Çalışmamızda yeni bir adlamadan olabildiğince kaçınılmış ve en yaygın kullanılan adlamalara sadık kalınmaya çalışılmıştır.

Ege Bölgesi'nde K-G gerilmenin Oligosen'den itibaren kesintisiz devam ettiği fikrini savunan görüşlere (Dewey, 1988; Seyitoğlu ve Scott, 1991; 1992a; 1992b; 1996; Seyitoğlu ve diğ., 1992; 2002; Işık ve diğ., 2003) aykırı olarak, Kütahya ve çevresinde, Pliyosen'de gelişmiş farklı ölçekte ters fay ve bindirmelerin gözlenmesi bir sıkışma fazının varlığını kesinleştirmektedir. Ege bölgesinin çeşitli lokasyonlarında bu sıkışma fazına ait verilerin varlığı tarafımızdan bilinmektedir (Örneğin BMG). Dar alanlarda lokal gibi görünen bu sıkışma verilerinin, Güney Marmara Bölgesi'nden Güney Ege kıyılarına kadar geniş bir alanda elde edilebiliyor olması (Gürer ve diğ., 2003; 2006), sıkışma fazının yersel tektonik unsurlarla denetlenmeyip, makro ölçekte Batı Anadolu'nun belki de tamamını kapsayacak bir alanda etkilerini gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bundan dolayı, Ege Bölgesi'nde gerilmenin zamana bağlı yönünün değiştiği ve gerilmenin başlangıcından bu yana kesintisiz olmadığı açıktır.

Yukarıdaki sebeplerle Erken Miyosen'deki D-B gerilmenin bir K-G sıkışma veya transpresyonel rejim ürünü olduğunu söylemek mümkündür. Buna karşın Geç Pliyosen-Pleyistosen'den günümüze ise bir K-G gerilme veya transtansiyonel gerilmeden söz edilebilir. Başlangıçta, olasılıkla Güney Ege Yayı'nda alta dalan dilimin güneye göçü ile ilişkili olarak (Roll-back modeli) oluşan gerilme, sonrasında, Anadolu levhasının KAF ve DAF boyunca güneybatıya kaçışı

sayesinde (Tektonik kaçış modeli), başlangıçtakine oranla artarak devam ediyor olmalıdır. Bu sayede bölge, Pliyo-Kuvaterner'den itibaren gerilmektedir ve yaklaşık D-B gidişli grabenler gelişmiştir (BMG, GG vb.). Günümüzdeki Kütahya Grabeni de bu tektonizmanın ürünü olmalıdır.

Tüm bunların yanında, Kütahya ve çevresinde yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar, kanımızca BAHGS ile benzeşmektedir. Ayrıca Batı Anadolu'da gelişmiş paleotektonik dönem grabenleri ile (yaklaşık K-G), çalışma alanı içerisinde tespit edilen Seyitömer ve Sabuncupınar grabenleri, konumları bakımından paralellik gösterirler. Bunların yanında kenar fayları açısından bakıldığında da, yüksek açılı, oblik faylar bu grabenlerin ortak karakteristiğidir. Ege Bölgesi'ndeki D-B graben yapıları az çok Kütahya Grabeni ile paralel konumludur. Bu veriler ışığında, çalışmamızda tespit edilen ve ayrıntılarına değinilen Seyitömer Grabeni ile Sabuncupınar Grabeni'nin, Batı Anadolu'daki yaklaşık K-G gidişli grabenlerle ve Kütahya Grabeni'nin de, BAGS içerisinde gelişmiş D-B grabenlerle aynı tektonizmanın ürünleri şeklinde oluştuğunu söylemek mümkündür.

Ayrıca, her ne kadar TDFH'na işlenmiş olsa da, aletsel dönemde hasar yapıcı deprem üretmemesi sebebiyle, KFZ ile ilişkili fayların aktifliği hakkında kuşkulu düşünceler söz konusudur. Ancak Ege Bölgesi'nde yaklaşık D-B gidişli faylar üzerinde meydana gelmiş yıkıcı depremlerin (B.Menderes, 1899, M:6,9; İncirliova, 1966, M: 5; Gökova, 1933, 1956, M: 6,5; 7,2 vb. Westaway, 1990; Ergin ve diğ. 1967; 1971; Ambraseys, 1988) yanında, sayısız mikrodepremin meydana gelmiş ve geliyor olması bu fayların pek çoğunun aktif olduğunu göstermekte ve mikrodeprem aktivitesinin KFZ'nun da benzer şekilde aktif bir fay zonu olabileceğini önermektedir.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kütahya ve çevresinde yapılan çalışmalar sonucunda, bölgenin jeolojisi 1/25000 ölçeğinde, özellikle çalışma konusu kapsamında ayrıntılı olarak haritalanmıştır. İncelemeler sonrası bölgede Paleotektonik ve Neotektonik dönem ayırdı yapılarak bu dönemlere ait jeolojik veriler ve öngörüler sunulmuştur.

İncelemeler sonucu temel birimler, olabildiğince ayırtlanarak haritalanmaya çalışılmış, sonuçta metamorfitler ile onun üzerinde tektonik dokanakla yer alan ofiyolitik kayaçlar yörede Neojen öncesi temel kayaçlar olarak kabul edilmiştir. Ne var ki bölge kayaçlarının tanımlanmasında bir adlama birlikteliğinin olmayışı, adlamada karmaşaya sebep olması dolayısıyla, bu birlikteliğin oluşturulması ve sadeleştirilme yapılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu durum hem adlama karmaşası ve bolluğundan araştırmacıları kurtaracak hem de bir sadeleşme sağlayarak, daha geniş bir bölgenin tümüyle irdelenmesine imkan tanıyacaktır.

Çalışma alanında, Neotetis'in kuzey kolunun kapanma süreciyle başlayan yaklaşık K-G sıkışmalı tektonik rejimin, Pliyosen sonuna kadar etkilerini gösterdiği anlaşılmıştır. Bu sebeple, Batı Anadolu'da çalışmalar yapan araştırmacıların, sıkışma unsurlarından bahsedilen çalışmaları ve görüşleri dikkate alarak bölgesel yorumlamalara gitmeleri, daha sağlıklı sonuçlar verecektir.

Bölgedeki sıkışmanın, Batı Anadolu'da bir yükselme ve K-G bir kısalma-daralma ile yükselip karasallaşmasıyla sonuçlanmasının (Yılmaz ve diğ. 1997b) yanında, yaklaşık D-B genişleme ile birlikte, KD-GB havzaların açılmasını sağladığı yaygınca kabul edilmektedir (Yılmaz ve diğ. 2000).

Batı Anadolu'da gelişen, bu yaklaşık K-G doğrultulu grabenlerin benzerleri, aynı sistemin ürünü olarak, Erken Miyosen'den itibaren Kütahya ve çevresinde de gelişmeye başlamıştır. Yörede tespit edilen bu KD-GB gidişli iki çöküntü havzasının

(Seyitömer ve Sabuncupınar grabenleri) çökelleri incelendiğinde, ilkin akarsu sitemiyle başlayan sedimantasyon sistemi ve sonrasında, oluşan bu çöküntü alanlarında gelişen göl ortamlarında depolanan Alt Miyosen yaşlı çökeller olduğu belirlenmiştir. Bu durum, litoloji, çökelme ortamı ve jeolojik zaman açısından, Batı Anadolu'daki pek çok K-G havzayla örtüşmektedir. Bu bağlamda, yörede ilk olarak varlığı saptanan ve tarafımızdan adlanan Seyitömer ve Sabuncupınar grabenlerinin Batı Anadolu'daki diğer K-G gidişli graben benzeri yapıların eşdeğeri olduğu ve aynı tektonik sistem tarafından geliştirildiği tespit edilmiştir. Her iki grabenin çökellerine dikkat edildiğinde, grabenlerin taban dolgu çökelleri, literatürde aynı yaşla anılmış olmalarına rağmen litolojik farklılık göstermektedir. Böylece, farklı çökellerle doldurulmaya başlanan bu çöküntü alanlarının aynı dönemde (Erken Miyosen) geliştiği, ancak aralarında, muhtemel yüksek açılı faylarla göreceli yükselen Karaöz Horstu'yla bölünüp, birbirinden bağımsız doldurulduğu tespit edilmiştir.

Çalışma alanının batı kesiminde oluşan Seyitömer oluğunda taban çökeli, Beke formasyonu olarak adlanan kaba konglomera olurken, Sabuncupınar Grabeni'nde başlıca andezitik, latitik tüflerden oluşan volkanoklastik malzeme (Sabuncupınar formasyonu Çayca üyesi) sığ göl ortamında depolanmıştır. Tarafımızdan bu depolanmanın piroklastik akma ve yağmur şeklinde olduğu düşünülmektedir.

Seyitömer Grabeni'nde kaba konglomeraları, geniş rezervler barındıran kömür içerikli gölsel kırıntılılar (Tunçbilek formasyonu) üzerlerken, Sabuncupınar Grabeni'nde aynı dönemde andezitik volkanitler yerleşmiştir. Yayılımı çok geniş olmayan volkanitlerin çoğunlukla K-G faylarla ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

Bölgede Miyosen'in ortalarından itibaren sıkışma etkilerinin zayıflaması ve muhtemelen göl sularının yükselmesi ile Seyitömer ve Sabuncupınar havzaları göl suları ile kaplanmış, tek ve daha geniş bir havza durumuna gelerek (Kütahya Havzası) çökelme devam etmiştir. Bu durum, yani belli bir dönemde çökelme alanının genişleyerek tabanındaki çökelleri yorgan gibi örtmüş olması hali, Batı Anadolu'da farklı havzalar için de örneklenmiştir. Örneğin, Gediz Grabeni kuzeyinde Demirci Grabeni ve Büyük Menderes Grabeni kuzeybatısında Söke Grabeni'nde bu durumu görmek mümkündür. Bu sedimantasyonun ilk ürünü Çokköy

formasyonu kırıntılıları, diğer birimleri üzerlemiştir. Birimin çökelme döneminde Yellice Horstu henüz yükselmemiştir. Zira Çokköy formasyonu kırıntılıları horstun üzerinde gözlenebilmektedir.

Kimyasal açıdan karbonat çökeliminin uygun olmaya başladığı Geç Miyosen'den itibaren Kütahya Havzası'nda Emet formasyonu karbonatlı çökelleri yerini almıştır. Bu dönemde bölge tektonik anlamda dingin olmalıdır.

Pliyosen ile birlikte yeniden hareketlenen bölgede, yaklaşık KD-GB yönlü yeni bir sıkışma fazının etkileri hissedilir. Kütahya-Ilıca karayolu üzerinde Ahmetoluğu köyü yakınlarındaki yol yarmasında da görüldüğü gibi (Şekil 3.4-3.8) bu dönemde, pek çok yeni ters fay ve bindirme (Şekil 3.10, 3.11) gelişmiştir. Ramp-flat yapıları (Şekil 3.9, 3.11) ve kapalı kıvrımlar da bu fazın etkisiyle gelişmiş önemli unsurlardır.

Pliyosen sonlarından itibaren sıkışma fazı yerini KD-GB gerilmeye bırakmıştır. Bu durum Batı Anadolu'daki genel yapı ile de örtüşmektedir. Böylece gelişmeye başlayan KB-GD doğrultulu faylar bu hareketliliğin ilk ürünleri olmuştur. KFZ ve KaF bunların en önemlileridir. Kütahya Grabeni'nin gelişimini başlatan bu gerilme fazıyla birlikte bölge, Neotektonik Dönem'e girmiştir.

Bölgenin yaklaşık K-G gerilmeye devam etmesi sonucu, KaF ile KFZ arasında kalan KB-GD hat arasında, bu gidişe ve birbirine paralel faylar oluşmaya başlamıştır. Bu faylardan biri olan KaF'na antitetik gelişen TF ile inceleme alanının ortasında KD-GB gidişli yapıları (Seyitömer Grabeni, Sabuncupınar Grabeni, Karaöz Horstu, vb.) kesen, güneye basamaklı bir yapı şekillenmeye başlamıştır (Turgutlar Grabeni). Bu arada, göl, göle kavuşan yelpaze ve akarsu ortamını yansıtan Kirazpınar formasyonu da çökelmeye başlamıştır. Ancak bu göl ortamı, Kütahya Havzası'nı dolduran göl ortamına göre küçük bir gölcük niteliğindedir. Dolayısıyla Pliyosen'le birlikte etkilerini hissettirmeye başlayan yeni bir sıkışma fazının bölgede bir yükselmeye sebep olduğunu söylemek ve bunun sonucu olarak ta, biriken suların daha daralmış bir alanda göl ortamı meydana getirmiş olabileceğini öngörmek mümkün olmaktadır.

Gerilmenin ilerleyen safhalarında (Pliyo-Pleyistosen), KF ve PF gelişerek Kütahya Grabeni'nin belirginleşmesinde ve günümüzdeki haline ulaşmasında başlıca etkenler olmuşlardır. Bu faylara eşlik eden YF, DF, GF, AFZ gibi diğer yapısal unsurlarla birlikte bölge günümüzdeki morfolojisine ulaşmış ve böylece KB-GD gidişli bir oluk şekillenmiştir. Kütahya Grabeni, özellikle Yakaca formasyonunu geliştiren paleoakarsu tarafından geçilerek, bu oluk içerisinde çökellerini bırakmasına ortam oluşturmuştur.

Kuvaterner'in sonlarına doğru (Holosen ?) bölgede yeni bir volkanik aktivite söz konusu olmuş, bazalt, bazaltik andezit türü kayaçlar yüzeylemiştir. Özellikle Örenköy güneyindeki Taşlıtepe ve Solçalı Tepe dolaylarında, Yakaca formasyonu ile olan dokanaklarından volkanizmanın çok daha genç olduğunu söylemek mümkün olmaktadır. Batı Anadolu'da, özellikle Ege Bölgesi'ndeki Kuvaterner volkanizmasının varlığı, Kütahya çevresindeki bu volkanizmanın, Ege Bölgesi'ndeki Kuvaterner volkanizmasıyla korele edilebileceğini düşündürmektedir. Ancak konunun netleştirilmesi için yöredeki volkanitlerde yaş tayini için çalışmalar yapılmalıdır.

Volkanitlerin çok genç olması ve yöredeki sıcak suların varlığı, derinlerde yüzeye yakın sıcak bir kütlenin varlığına işaret etmektedir. Genç faylarla yüzeye ulaşan bu sıcak su ve lavlar, bir anlamda aktif tektoniğe de işaret etmektedir.

Önemli bir düşey atım meydana getiren KFZ, kuzey kenara oranla yaklaşık 2 kat fazla yerdeğiştirmiş ve ovayla arasında rölyef artmıştır. Yellice Horstu'nun tepeleriden ovaya süzülen suların meydana getirdiği aşındırmalar, derin vadiler kazarak grabene ulaşmıştır. Zira başyukarı aşındırma tam gelişememiştir. KFZ'nun meydana getirdiği ani eğim değişikliği, KFZ'nun çeşitli seviyelerinden itibaren yelpazelerin gelişmesine sebep olmuştur. Bunlardan en büyüğü de Kütahya şehir merkezinin de üzerinde kurulduğu alüviyal yelpazedir (Kütahya formasyonu).

Belirgin üçgen yüzeyler KF'nın çok genç olduğunu doğrulamaktadır. Fay düzlemleri üzerinde gözlemlenen çizikler, kertikler ve oluklar dikkate alındığında, KFZ'unda ilk hareketin sağ yönlü oblik geliştiği ve daha sonra sol yanal oblik karakter kazandığını göstermektedir.

Tüm bu veriler ışığında Kütahya ve çevresinde gözlenen yapısal unsurlar göstermektedir ki, Ege Bölgesi'nde Tersiyer ve Kuvaterner zaman aralığında etkisini gösteren tektonik kuvvetler, inceleme alanında da etkin olmuştur. Bu sebeple, yöreden bu çalışma sonucunda elde edilen veriler, Ege Bölgesi'nin tektonik evrimi üzerine yapılan tartışmalara yeni bilgi ve bulgular sunmuştur. Somut verilere dayanan bu tespitlerin Ege Bölgesi'nde gerilmenin Geç Oligosen'den itibaren sürekli olmayıp, dönemsel sıkışmalı ve çok evreli graben gelişimi modeline uyduğunu belgelemiştir.

Özetle, Kütahya çevresindeki iki farklı yönde bulunan grabenler, iki farklı zamanda ve iki farklı tektonizmanın etkisi altında progresif olarak gelişmişlerdir. Bu iki grabenin birbirleriyle kökensel bir ilişkisi bulunmamaktadır.

Bunlardan ayrı olarak, Kütahya ve yakın dolayında aletsel dönemde meydana gelmiş yıkıcı bir dönemin olmayışı sebebiyle akıllardaki kuşkuların giderilmesi amacıyla, KFZ ve özellikle KF boyunca jeofizik ve paleosismolojik çalışmalarla KFZ'nun devinimi ile ilgili incelemeler yapılmalıdır. Böylece hem bölge halkı ve belediye, hem de araştırmacılar açısından yararlı sonuçlar ortaya çıkacaktır. Tarafımızdan, mikro depremler üretebilen ve 4,5 büyüklüğüne erişen deprem faaliyetinin gözlendiği KFZ ile PF, şehir planlaması açısından da dikkate alınarak yerleşim alanlarının, özellikle sağlam zemin özelliği taşıyan KFZ'nun taban bloğunda değerlendirilmesi ve şehir merkezindeki özellikle büyük yelpazenin gevşek zemini üzerine rastlayan alanlarda, yapılaşmaların daha dikkatle oluşturulması açısından önemli görülmektedir.

KAYNAKLAR

Akat, U., Çağlayan, A., İvak, M., "Dursunbey-Orhaneli-Susurluk-Kepsut arasındaki bölgenin jeolojisi", ***M.T.A. Raporu, No: 6618,*** (1978).

Akay, E., Erdoğan, B., "Evolution of Neogene calc-alkaline to alkaline volcanism in the Aliağa-Foça region (Western Anatolia, Turkey)", ***Journal of Asian Earth Sciences,*** 24, 367-387, (2004).

Akdeniz, N., "Başlamış Formasyonu", ***Jeoloji Mühendisliği,*** 10, 39-47, (1980).

Akdeniz, N., Konak, N., "Simav-Emet-Tavşanlı-Dursunbey-Demirci yörelerinin jeolojisi", ***M.T.A. Raporu, No: 6547,*** (1979).

Akgün, F., Akyol, E., "Akhisar (Çıtak) Çevresi Kömürlerinin Palinolojik İncelemesi", ***Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni,*** 30, 35-50, (1987).

Akkuş, M., "Kütahya-Gediz arasındaki bölgenin jeolojisi", ***M.T.A. Dergisi,*** 58, 21-30, (1962).

Akyol, E., Akgün, F., "Bigadiç, Kestelek, Emet ve Kırka boratlı Neojen tortullarının palinolojisi", ***M.T.A. Dergisi,*** 111, 165-173, (1990).

Akyol, N., Zhu, L., Mitchell, B., Sözbilir, H., Kekovalı, K., " Crustal structure and local seismicity in Western Anatolia", ***Geophysical Journal International,*** 166, 1259-1269, (2006).

Akyürek, B., Soysal, Y., "Biga Yarımadası güneyinin (Savaştepe-Kırkağaç-Bergama-Ayvalık) temel jeoloji özellikleri", ***M.T.A. Dergisi,*** 95/96, 1-12, (1983).

Akyüz, S., Okay, A.I., "A section across a Tethyan suture in northwest Turkey. ***International Geological Review,*** 38, 405-418., (1996).

Aldanmaz, E., "Mineral chemical constraints on the Miocene calc-alkaline and shoshonitic volcanic rocks of western Turkey: disequilibrium phenocryst assemblages as indicators of magma storage and mixing conditions", ***Turkish Journal of Earth Sciences,*** 15, 47-73, (2006).

Aldanmaz, E., Pearce, J.A., Thirlwall, M.F., Mitchell, J.G., "Petrogenetic evolution of late Cenozoic, post-collision volcanism in Western Anatolia, Turkey", ***Journal of Volcanological Geothermal Research,*** 102, 1-2, 67-95, (2000).

Aldanmaz, E., Köprübaşı, N., Gürer, Ö.F., Kaymakçı, N., Gourgaud, A., "Geochemical constraints on the Cenozoic, OIB-type alkaline volcanic rocks of NW Turkey: Implications for mantle sources and melting processes", ***Lithos,*** 86, 50-76, (2006).

Alptekin, Ö., "Batı Anadolu depremlerinin odak mekanizmaları ve bunların aktif tektonik ile ilişkileri, 1. Fay düzlemi çözümleri", ***Türkiye VI. Jeofizik Bilimsel Kurultayı,*** T.M.M.O.B., Jeofizik Mühendisleri Odası, Ankara, 24-26 Ocak (1978).

Ambraseys, N.N., "Engineering seismology", ***Earthquake Engineering and Structural Dynamics,*** 17, 1-105, (1988).

Ambraseys , N.N., Tchalenko, J.S., "Seismotectonic aspects of the Gediz, Turkey, earthquake of March 1970", ***Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society,*** 30, 229-252, (1972).

Arık, F., Temur, S., "Köprüören-Gümüşköy-Yoncalı civarının stratigrafisi", ***Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi,*** 18/1, 21-36, (2003).

Arslan, R., "Kütahya-Tunçbilek sahasındaki sondaj örneklerinin palinoloji incelemesi", ***Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni,*** 22/1, 135-140, (1979).

Avigad D., Garfunkel, Z., "Uplift and exhumation of high-pressure metamorphic rocks: the example of the Cycladic blueschist belt (Aegean Sea)", ***Tectonophysics,*** 188, 357-372, (1991).

Avigad, D., Garfunkel, Z., Jolivet, L., Azanòn, J.M., "Back-arc extension and denudation of Mediterranean eclogites", ***Tectonics,*** 16, 924-941, (1997).

Avigad, D., Ziv, A., Garfunkel, Z., "Ductile and brittle shortening, extensionparallel folds and maintenance of crustal thickness in the central Aegean (Cyclades, Greece)", ***Tectonics,*** 20, 277-287, (2001).

Ayaroğlu, H., "Bozüyük metamorfitlerinin (Bilecik) petrokimyasal özellikleri", ***Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni,*** 22/1, 85-101, (1979).

Aydar, E., "Early Miocene to Quaternary evolution of volcanism and the basin formation in Western Anatolia: a review", ***Journal of Volcanology and Geothermal Research,*** 85, 69-82, (1998).

Bacak, G., Uz, B., "Dağardı Güneyi (Tavşanlı-Kütahya) Ofiyoliti'nin jeolojisi ve jeokimyasal özellikleri", ***İ.T.Ü. Dergisi,*** Ağustos sayısı, 86-99, (2003).

Barka, A.A., Kadinsky-Cade, K., "Strike-slip fault geometry in Turkey and it's influence on earthquake activity", ***Tectonics,*** 7, 663-684, (1988).

Barka, A., Reilinger, R., **"**Active tectonics of the eastern Mediterranean region: deduced from GPS, neotectonic and seismicity data", ***Annali di Geofisica,*** XL(3), 587-610, (1997).

Barka, A.A., Akyüz, H.S., Cohen, H.A., Watchorn, F., "Tectonic evolution of the Niksar and Taşova-Erbaa pull-apart basins, North Anatolian Fault Zone: their significance for the motion of the Anatolian Block", ***Tectonophysics,*** 322, 243-264, (2000).

Baş, H., "Tavşanlı Domaniç (Kütahya) volkanitlerinin özel sikleri ve Batı Anadolu Senozoyik volkanizmasındaki önemi", ***Türkiye Jeoloji Bülteni,*** 30, 67-80, (1982).

Baş, H., "Domaniç-Tavşanlı-Gediz-Kütahya yörelerinin Tersiyer jeolojisi ve volkanitlerinin petrolojisi", ***M.T.A. Raporu, No: 7293,*** (1983).

Baş, H., "Domaniç-Tavşanlı-Gediz-Kütahya yörelerinin Tersiyer jeolojisi", ***Jeoloji Mühendisligi Dergisi,*** 27, 11-18, (1986).

Baş, H., "Tavşanlı-Domaniç volkanitlerinin özellikleri ve Batı Anadolu Tersiyer volkanizmasındaki önemi", ***Türkiye Jeoloji Bülteni,*** 30, 67-80, (1987).

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, "Deprem Bölgeleri Haritası", ***Deprem Araştırma Dairesi,*** Ankara, (1996).

Benda, L., "Principles of the palynologic subdivision of the Turkish Neogene", ***Newsletter on Stratigraphy,*** 1, 23-26, (1971).

Benda, L., Innoconti, F., Mazzuoli, R., Radicati, F., Stefans, P., "Stratigraphic and radiometric data of the Neogene in the northwest Turkey", ***Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft***, 25, 183-193, (1974).

Besang, C., Eckhardt, F.J., Harre, W., Kreuzer, H., Müller, P., "Radiometricshe altersbestimmungen an Neogenen eruptivgesteinen der Turkei", ***Geologisches Jachbuch,*** B25, 3-36, (1977).

Beseme, P., "Seyitömer (Tavşanlı-Kütahya) ve çevresinin jeolojik incelemesi", ***M.T.A. Raporu, No: 4673***, (1969).

Bilgin, H., "Kütahya ili kil yatakları ve dolomit kumları hakkında rapor", ***M.T.A. Raporu, No: 4486,*** (1967).

Bingöl, E., "Batı Anadolunun jeotektonik evrimi", ***M.T.A. Dergisi,*** 86, 14-34, (1975).

Bingöl, E., Delaloye, M., Ataman, G., "Granitic intrusion in Western Anatolia; a contribution to the geodynamic study of this area", ***Eclogae Geologicae Helvetia,*** 75/2, 437-446, (1982).

Blumenthal, M., "Die neue geologische Karte der Türkei und einige ihrer stratigraphisch tektonischen Grundzüge", ***Eclogae Geologicae Helvetia,*** 39/12, (1946).

Borchert, H., Uzkut, İ., "Harmancık (Bursa ili) kuzeybatısındaki krom cevheri yatakları", ***M.T.A. Dergisi,*** 68, 49-63, (1967).

Boronkay, K., Doutsos, T., "Transpression and transtension within different structural levels in central Aegean region", ***Journal of Structural Geology,*** 16, 1555-1573, (1994).

Borsi, J., Ferrara, G., Innocenti, F., Mazzuoli, R., "Geochronology and petrology of recent volcanics in the easthern Aegean Sea (West Anatolia and Lesvos Iceland)", ***Bullettin of Volcanology,*** 36/3, 473-496, (1972).

Bozkurt, E., "Timing of extension on the Büyük Menderes graben, western Turkey, and its tectonic implications. In: Bozkurt E, Winchester JA, Piper JDA (eds) Tectonics and magmatism in Turkey and the surrounding area", ***Geological Society of London Special Publications,*** 173, 385-403, (2000).

Bozkurt, E., "Late Alpine evolution of the central Menderes Massif, Western Anatolia, Turkey", ***International Journal of Earth Sciences,*** 89, 728-744, (2001).

Bozkurt, E., "Origin of NE-trending basins in western Turkey", ***Geodinamica Acta,*** 16, 61-81, (2003).

Bozkurt, E., "Granitoid rocks of the southern Menderes massif (southwestern Turkey): field for Tertiary magmatism in the extensional shear zone", ***International Journal of Earth Sciences,*** 93, 52-71, (2004).

Bozkurt, E., Oberhänsli, R., "Menderes Massif (western Turkey): Structural, metamorphic and magmatic evolution", ***International Journal of Earth Sciences, Special Issue,*** 89, 679-882, (2001).

Bozkurt, E., Park, R.G., "Southern Menderes Massif: an incipient metamorphic core complex in Western Anatolia", ***Journal of the Geological Society London,*** 151, 213-216, (1994).

Bozkurt, E., Rojay, B., " Episodic, two-stage Neogene extension and short-term intervening compression in Western Turkey : field evidence from the Kiraz Basin and Bozdag Horst", ***Geodinamica Acta,*** 18, 299-316.

Bozkurt, E., Sözbilir, H., "Geology of the Gediz Graben: New field evidence and tectonic significance", ***Geological Magazine,*** 141, 63-79, (2004).

Bragin, N.Y., Tekin, U.J., "Age of radiolarian chert blocks from the Senonian ophiolitic melange (Ankara, Turkey)", ***Island Arc,*** 5, 114-122, (1996).

Brinkmann, R., "Geotektonische Gliederung von Westanatolien", ***Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte,*** 603-618, (1966).

Brinkmann, R., "Mesozoic troughs and crustal structure in Anatolia", ***Geological Society America Bulletin,*** 83, 819-826, (1972).

Brinkmann, R., "Geology of Turkey", ***Ferdinand Enke Verlag,*** 158, Stuttgart, (1976).

Bruijn, H.De, Saraç, G., "Early Miocene rodent faunas from the eastern Mediterranean area", Part I., The genus Eumyarion, ***Proceedings of Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen,*** 94/1, 1-36, (1991).

Brujin, H.De, Saraç, G., "Early Miocene rodent faunas from Easthern Mediterranean area", ***Part II. Mirabella (Pracricetodontinae, Muroidea), Proceedings of Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen,*** 95, 25-40, (1992).

Bruijn, H.De, Ünay, E., van den Hoek Ostende, L., Saraç, G., "A new association of small mammals from the Lowermost Lower Miocene of Central Anatolia", ***Geobios,*** 25/5, 651-670, (1992).

Bruijn, H.De, Fahlbusch, V., Saraç, G., Ünay, E., "Early-Miocene rodent faunas from the eastern Mediterranean area", Part III., The genera Deperetomys and Cricetodon with a discussion of the evolutionary history of the Cricetodontini, ***Proceedings of Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen***, 96/2, 151-216, (1993).

Candan, O., Çetinkaplan, M., Oberhänsli, R., Rimmelé, G., Akal, C., "Alpine high-P/low-T metamorphism of the Afyon Zone and implications for the metamorphic evolution of Western Anatolia, Turkey", ***Lithos,*** 84, 102-124, (2005).

Carvounides, M., "Anadolu Osmanlı demiryolları müdüriyeti Seyitömer linyiti", ***M.T.A. Raporu, No: 49,*** (1915).

Cohen, H.A., Dart, C., Akyüz, H.S., Barka, A., "Syn-rift sedimantation and structural devolopment of the Gediz and Büyük Menderes grabens, Western Turkey", ***Geological Society of London,*** 152, 629-638, (1995).

Cunningham, D., "Active intracontinental transpressional mountain building in the Mongolian Altai: Defining a new class of orogen", ***Earth and Planetary Science Letters,*** 240, pp. 436-444, (2005).

Çelik, Ö.F., "Metamorphic sole rocks and their mafic dykes in the eastern Tauride belt ophiolites (southern Turkey): implications for OIB type magma generation following slab break–off", ***Geological Magazine,*** 144, 849-866, (2007).

Çelik, Ö.F., "K-Ar ve $^{40}Ar/^{39}Ar$ yaş tayini yöntemlerinin karşılaştırılması: Güney Türkiye ofiyolit tabanı metamorfiklerinden örnekler", ***Yerbilimleri,*** 29 (3), 101-110, (2008).

Çelik, Ö.F., Delaloye, M., "Origin of metamorphic sole rocks and their postkinematic mafic dyke swarms in the Antalya and Lycian ophiolites, SW Turkey", ***Geological Journal,*** 38, 235-256, (2003).

Çelik, Ö.F., Delaloye, M., Feraud, G., "Precise $^{40}Ar/^{39}Ar$ ages from the metamorphic sole rocks of the Tauride Belt ophiolites, southern Turkey: implications for the rapid cooling history", ***Geological Magazine,*** 143 (2), 213-227, (2006).

Çelik, Y., "Domaniç (Kütahya) Neojen havzasının sedimentolojisi ve kömür potansiyeli", Doktara Tezi, ***İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,*** İstanbul, 186s., (1999).

Çelik, Y., Karayiğit, A.I., "Geological setting and quality of the lignite seams in the Seyitömer Basin, Kutahya, Turkey" ***Geologica Belgica,*** 7/3-4, 259-265, (2004a).

Çelik, Y., Karayiğit, A.I., "Chemical properties and petrographic composition of the lacustrine Seyitomer lignites (Miocene), Kutahya, Turkey", ***Energy Sources,*** 26, 339-352, (2004b).

Çelik, Y., Kerey, İ.E., "Domaniç Neojen havzası kömür içerikli çökellerin litofasiyesleri ve depolanma ortamları", ***52. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler kitabı,*** T.M.M.O.B., Jeoloji Mühendisleri Odası, 318-325, Ankara, 10-12 Mayıs, (1999).

Çiftçi, N.B., Bozkurt, E. "Pattern of normal faulting in the Gediz Graben, SW Turkey", ***Tectonophysics,*** In Press, Corrected Proof, (doi:10.1016/j.tecto.2008.05.036, available online 6 June 2008).

Çoban, F., Ece, Ö.I., "Başören (Kütahya) bölgesindeki Bentonit oluşumlarının jeolojik özellikleri ve mineralojik incelemesi", ***İ.T.Ü. Dergisi (Ayrı Baskı),*** 48/4, 56-63, (1990).

Çoğulu, E., "Etude petrographique de la region de Mihalıççık (Turquie)", ***Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen,*** 47, 683-824, (1967).

Çoğulu, E., Krummenacher, D., "Problemes glochronometriques dans la partie NW de Anatolie Centrale (Turquie)", ***Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen,*** 47, 825-833, (1967).

Demirkol, C., "Sultandağı ve Dolayının Tektoniği", ***M.T.A. Dergisi,*** 107, 111-118, (1986).

Demirtaş, R., Yılmaz, R., "Türkiye'nin Sismotektoniği; Sismisitedeki uzun süreli değişim ve güncel sismisiteyi esas alarak deprem tahminine bir yaklaşım", ***Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yayını,*** 91s., (1996).

Dewey J.F., "Extensional collapse of orogens", ***Tectonics,*** 6, 1123-1139, (1988).

Dewey, J.F., Şengör, A.M.C., "Aegean and surrounding regions: Complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone", ***Geological Society America Bulletin,*** 90. 84-92, (1979).

Droop, G.R., Karakaya, M.C., Eren, Y., Karakaya, N., "Metamorphic evolution of blueschists of the Altınekin Complex, Konya area, south central Turkey", ***Geological Journal,*** 40, 127-153, (2005).

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, "Kütahya Ovası jeofizik rezistivite etüd raporu", ***D.S.İ. Genel Müdürlüğü,*** 15s., (1965).

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, "Kütahya ve Köprüören ovaları hidrojeolojik etüt raporu", ***D.S.İ. Genel Müdürlüğü,*** 65s.+Ekler, (1981).

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, III. Bölge Müdürlüğü, "Kütahya-Porsuk havzası jeofizik etüd raporu", ***D.S.İ. III. Bölge Müdürlüğü,*** 5s.+Ekler, (1985).

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, III. Bölge Müdürlüğü, Kütahya Ovası karst hidrojeolojisi ara raporu", ***D.S.İ. III. Bölge Müdürlüğü,*** 41s., (2003).

Dilek, Y., Thy, P., Hacker, B., Grundvig, S., "Structure and petrology of Tauride ophiolites and mafic dyke intrusions (Turkey): Implications for the Neotethyan ocean", ***Geological Society of America Bulletin,*** 111, 1192-1216, (1999).

Dizer, A., "Akhisar ve Sındırgı arasında bulunan nummulit faunası", ***İstanbul Üniveristesi Fen Fakültesi Mecmuası,*** 27/1, 29-38, (1964).

Elmas, A., Meriç, E., "The seaway connection between the Sea of Marmara and Mediterranean: tectonic development of the Dardanelles", ***Internaional Geology Review***, 40, 144-162, (1998).

Ercan, T., "Batı Anadolu, Trakya ve Ege Adaları'ndaki Senozoyik volkanizması", ***Jeoloji Mühendisliği,*** 9, 23-46, (1979).

Ercan, T., "Batı Anadolu Tersiyer volkanitleri ve Bodrum yarımadasındaki volkanizmanın durumu", ***İstanbul Yerbilimleri Dergisi,*** 2/3-4, 263-282, (1981).

Ercan, T., "Kula yöresinin jeolojisi ve volkanitlerinin petrolojisi", ***İstanbul Yer Bilimleri Dergisi,*** 3, 77-124, (1982).

Ercan, T., "Orta Anadolu'daki Senozoyik volkanizması", ***M.T.A. Dergisi,*** 107, 119-140, (1986).

Ercan, T., "Ege bölgesindeki Senozoyik volkanitlerinde yapılan radyometrik yaş belirlemeleri", ***Jeomorfoloji Dergisi,*** 15, 83-90, (1987).

Ercan, T., Günay, E., Savaşçın, M.Y., "Simav ve çevresindeki Senozoyik yaşlı volkanizmanın bölgesel yorumlanması", ***M.T.A. Dergisi***, 97/98, 86-102, (1981-1982).

Ercan, T., Dinçel, A., Günay, B., Türkecan, A., "Uşak yöresindeki Neojen havzalarının jeolojisi", ***Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni***, 21/2, 97-106, (1978).

Ercan, T., Satır, M., Türkecan, A., Akyürek, B., Çevikbaş, A., Günay, E., Ateş, M., Can, B., "Batı Anadolu Senozoyik volkanitlerine ait yeni kimyasal, izotopik ve radyometrik verilerin yorumu", ***Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni,*** 28, 121-136, (1985).

Ercan, T., Ergül, E., Akçaören, F., Çetin, A., Granit, S., Asutay, J., "Balıkesir-Bandırma Arasının Jeolojisi, Tersiyer Volkanizmasının Petrolojisi ve Bölgesel Yayılımı", ***M.T.A. Dergisi,*** 110, 113-130, (1990).

Ercan, T., Satır, M., Sevin, D., Türkecan, A., "Batı Anadolu'daki Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı volkanik kayalarda yeni yapılan radyometrik yaş ölçümlerinin yorumu", ***M.T.A. Dergisi,*** 119, 103-112, (1996).

Ergin, K., Güçlü, U., Uz, Z., "Türkiye ve civarının deprem kataloğu (Milattan sonra 11 yılından 1964 sonuna kadar)", ***İTÜ., Maden Fakültesi, Arz Fiziği Enstitüsü Yayınları,*** 24, 169s., (1967).

Ergin, K., Güçlü, U., Aksoy, G., "Türkiye dolaylarının deprem kataloğu (1965-1970)", ***İTÜ Maden Fakültesi Arz Fiziği Enstitüsü yayınları,*** No 28, (1971).

Erkül, F., Helvacı, C., Sözbilir, H., "Evidence for two episodes of volcanism in the Bigadiç borate basin and tectonic implications for western Turkey", ***Geological Journal***, 40, 545-570, (2005a).

Erkül, F., Helvacı, C., Sözbilir, H., "Stratigraphy and Geochronology of the Early Miocene Volcanic Units in the Bigadiç Borate Basin,Western Turkey", ***Turkish Journal of Earth Science,*** 14, 227-253, (2005b).

Ertosun, M., "Akhisar (Manisa) kuzeydoğusu-Görden yol sapağı ve Dingiller çevresinin jeolojisi", Mühendislik Diploma Tezi, ***Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,*** İzmir, 52s, (1982).

Ezen, Ü., "Crustal Structure of Western Turkey from Rayleigh Wave Dispersion", ***Bulletin of the International Institute of Seismology and Earthquake Engineering,*** 25, 1-21, (1991).

Gautier, Y., "Déformations et métamorphismes associés à la fermeture téthysienne en Anatolie Centrale (Région de Sivrihisar, Turquie)", Ph.D. Thesis, ***Universite de Paris-Sud,*** Centre d'Orsay, Fransa, 236 pp. (1984).

Gessner, K., Piazolo, S., Güngör, T., Ring, U., Kröner, A., Passchier, C.W., "Tectonic significance of deformation patterns in granitoid rocks of the menderes nappes, Anatolide belt, southwest Turkey", ***International Journal of Earth Sciences,*** 89, 766-780, (2001a).

Gessner, K., Ring, U., Christopher, J., Hetzel, R., Passchier, C.W., Güngör, T., "An active bivergent rolling-hinge detachment system: Central Menderes metamorphic core complex in Western Turkey", ***Geology,*** 29, 611-614, (2001b).

Gök, S., Çakır, A., Dündar, A., "Kırka civarında boratlı Neojen'in stratigrafisi, petrografisi ve tektoniği", ***Türkiye Jeoloji Kongresi Bülteni,*** 2, 53-62, (1980).

Göncüoğlu, M.C., "Structural and stratigraphical framework of the Central Anatolian Tertiary Basins, Guide Book: Introduction to the Early Paleogene of the Haymana-Polatlı Basin", ***Publication of the General Directorate of Mineral Research and Exploration,*** 1-11, (1992).

Göncüoğlu, M.C., Özcan, A., Turhan, N., Işık, A., "Stratigraphy of the Kütahya Region, Guide Book: A Geotraverse Across Suture Zones in NW Anatolia", ***Publication of the General Directorate of Mineral Research and Exploration,*** 3-8, (1992).

Göncüoğlu, M.C., Özcan, A., Turhan, N., Şentürk, K., Uysal, Ş., "Kütahya Bolkardağ Kuşağı'nın Alt Mesozoyik Stratigrafisi: İzmir-Ankara Okyanusu'nun açılma yaşına bir yaklaşım", ***Türkiye 10. Petrol Kongresi,*** Türkiye Petrol Jeologları Derneği, 11-15 Nisan, Ankara, s92, (1994).

Göncüoğlu, M.C., Dirik, K., Kozlu, H., "Pre-Alpine and Alpine Terranes in Turkey: explanatory notes to the terrane map of Turkey", ***Annales Geologique de Pays Hellenique,*** 37, 515-536, (1997).

Göncüoğlu, M.C., Turhan, N., Şentürk, K., Özcan, A., Uysal, S., "A Geotraverse across NW Turkey: tectonic units of the Central Sakarya region and their tectonic evolution", In: Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area (Editors: Bozkurt, E., Winchester, J., Piper, J.A.), ***Geological Society of London Special Publication,*** 173, 139-161, (2000).

Göncüoglu, M.C., Turhan, N., Tekin, K., "Evidence for the Triassic rifting and opening of the Neotethyan Izmir-Ankara Ocean, northern edge of the Tauride-Anatolide Platform, Turkey", ***Bulletin of Geological Society Italy Special Volume***, 2, 203-212, (2003).

Güleç, N., "Crustmantle interaction in Western Turkey: implications from Sr and Nd isotope geochemistry of Tertiary and Ouaternary volcanics", ***Geological Magazine,*** 23, 417-435, (1991).

Gün, H., Bingöl, E., Akdeniz, N., Günay, E., "Geologie des bassins tertiaires des regions nord-est du masif de Menderes", ***Bulletin de la Societe Geologique de France,*** 2, 451-458, (1976).

Gün, H., Akdeniz, N., Günay, E., "Gediz ve Emet güneyi Neojen havzalarının jeolojisi ve yaş sorunları", ***Jeoloji Mühendisliği Dergisi,*** 8, 3-13, (1979).

Gürdal, G., "Kütahya kuzeyindeki hidrotermal alterasyon ve etkinlikleri. Yüksek Lisans Tezi, ***İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,*** İstanbul, 129s., (1990).

Gürer, Ö.F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Yılmaz, Y., "Neogene basin development around Söke-Kuşadası (Western Anatolia) and its bearing on tectonic development of the Aegean region", ***Geodinamica Acta,*** 14,57-69, (2001).

Gürer, Ö.F., Yılmaz, Y., "Geology of the Ören and surrounding regions, SW Anatolia", ***Turkish Journal of Earth Sciences,*** 11/1, 1-13, (2002).

Gürer, Ö.F., Kaymakçı, N., Çakır, Ş., Özburan, M., "Neotectonics of the southeast Marmara region, NW Anatolia, Turkey", ***Journal of Asian Earth Sciences***, 21, 1041-1051, (2003).

Gürer, Ö.F., Sanğu, E., Özburan, M., "Neotectonics of the SW Marmara region, NW Anatolia", ***Geological Magazine,*** 143/2, 229-241, (2006).

Gürer, Ö.F., Özburan, M., Sanğu, E., Doğan, B., "Ortaklar-Germencik (Aydın) dolayının neotektonik incelemesi", ***TÜBİTAK Projesi, No: 105Y059,*** 51s., (2008).

Gürer, Ö.F., Sarıca-Filoreau, N., Özburan, M., Sanğu, E., Doğan, B., "Progressive develeopment of the Büyük Menderes Graben based on new data, Western Turkey", ***Geological Magazine,*** In Press, doi:10.1017/S0016756809006359, (2009).

Hacker, B.R., "Simulation of the metamorphic and deformational history of the metamorphic sole of the Oman ophiolite", ***Journal of Geophysical Research,*** 95, 4895-4907, (1990).

Hakyemez, Y.H., "Kale-Kurbalık (GB Denizli) bölgesindeki Senozoyik yaşlı çökel kayalann jeolojisi ve stratigrafisi", ***M.T.A. Dergisi,*** 109, 9-21, (1989).

Hançer, M., Karaman, M.E., Özburan, M., "Seismicity of settlement area in Denizli and its suuroinding", ***International Fourth Geology Symposium Work in Progress on the Geology of Turkey and its Surroundings, (ITGS IV),*** Abstracts, 167, September, Adana, 35, (2001).

Harris, N.B.W., Kelley, S.E, Okay, A.I., "Post-collision magmatism and tectonics in northwest Turkey", ***Contributions to Mineralogy and Petrology,*** 117, 241-252, (1994).

Haşimoğlu, A., Bağcı, M.A., Daban, Y., "Yoncalı (Kütahya) kaplıca alanının yerleşime uygunluğunun incelenmesi", ***57. Türkiye Jeoloji Kurultayı,*** T.M.M.O.B., Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara, 280-281, (2004).

Heissig, K., "Rhinocerotidae (Mammalia) aus der Anchitherium-Fauna Anatoliens", ***Geol. Jahrbuch,*** B-19, (1976).

Helvacı, C., İnci, U., Yağmurlu, F., Yılmaz, H., "Batı Anadolu'nun Neojen stratigrafisi ve ekonomik potansiyeli", ***Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Jeoloji,*** 3, 31-45, (1987).

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

Hetzel, R., Passchier, C.W., Ring, U., Dora, Ö.O., "Bivergent extension in orogenic belts: The Menderes massif (southwestern Turkey)", ***Geology,*** 23, 455-458, (1995b).

Holzer, H.F., "Beyce 54/4 ve Simav 71/2 paftalarının jeolojik löveleri raporu", ***M.T.A. Raporu, No: 2366,*** (1954).

Holzer, H.F., Colin, H., "Beitrage zur Ophiolithfrage in Anatolien", ***Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt,*** 100, 231-237, (1957).

Howard, J., Cunningham, D., Davies, S., "Competing processes of clastic deposition and compartmentalised inversion in an actively evolving transpressional basin, Western Mongolia", ***Journal of the Geological Society London,*** 163, 657-670, (2006).

Ildız, T., "Kütahya-Gümüşköy 568 ve 137 ruhsat nolu kurşun sahalarının ön raporu", ***M.T.A. Raporu, No: 435 (270),*** (1967).

Innocenti, F., Agostini, S., Vincenzo, G., Di Doglioni, C., Manetti, P., Savaşçın, M.Y., Tonarini, S., "Neogene and Quaternary volcanism in Western Anatolia : Magma sources and geodynamic evolution", ***Marine Geology, Special Issue-Eastern Medditerranean,*** 221, 397-421, (2005).

İlter, Ö., "Batı Anadolu linyit yataklarının genel karakteristikleri" Yüksek Lisans Tezi, ***Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,*** İzmir, 114s., (2004).

İnci, U., "Demirci (Manisa) ve Burhaniye (Balıkesir) çevresinin jeolojisi ve bitümlü şeyl olanakları", Doktora Tezi , ***Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Ensitüsü,*** İzmir, 184s., (1983).

Jackson, J., McKenzie, D., "The relationship between plate motions and seismic moment tensors, and the rates of active deformation in the Mediterranean and Middle East", ***Journal of the Geophysical Journal,*** 93, 45-73, (1988).

Jamieson, R.A., "Metamorphism during ophiolite emplacement the petrology of the St. Anthony Complex", ***Journal of Petrology,*** 22, 397-449, (1981).

Japon Araştırma Grubu, "Active faults in and around Japan", In: The distribution and the degree of activity, (Editor: N. Yonekura), ***Journal of Natural Disaster Science,*** 2/2, 61-99, (1980).

Jolivet, L., Daniel, J.M., Truffert, C., Goffé, B., "Exhumation of deep crustal methamorphic rocks and crustal extension in arc and back-arc regions", ***Lithos,*** 33, 3-30, (1994).

Jolivet, J., Faccenna, C., Goffe, B., Mattei, M., Rossetti, F., Brunet, C., Storti, F., Funiciello, R., Cadet, J.,-P., D'agostino, N., Parra, T., "Midcrustal shear zones in postorogenic extension: example from the northern Tyrrhenian Sea", ***Journal of the Geophysical Research,*** 103, 12123-12160, (1998).

Kaaden, V.der G., "The significance and distrution of glaucophane rocks in Turkey", ***M.T.A. Bulletin,*** 67, 36-67, (1966).

Kalafatçıoğlu, A., "Karaburun yarımadasının jeolojisi", ***M.T.A. Dergisi,*** 56, (1961).

Kalafatçıoğlu, A., "Tavşanlı-Dağardı arasındaki bölgenin jeolojisi ve serpantinlerle kalkerlerin yaşı hakkında malumat", ***M.T.A. Dergisi,*** 58, 34-36, (1962).

Kalafatçıoğlu, A., "Balıkesir Kütahya arasındaki bölgenin jeolojisi", ***Türkiye Jeoloji Bülteni,*** 9/1-2, 46-62, (1964).

Kapan-Yeşilyurt, S., "İzmir-Manisa-Kütahya yöresi Neojen stratigrafisi ve mollusk faunası", Doktora Tezi, ***Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,*** Ankara, 187s., (2000).

Kapan-Yeşilyurt, S., Taner, G., "Neogene stratigraphy and molluscan fauna of Domaniç-Tunçbilek region (Kütahya-Western Anatolia)", ***International Fourth Geology Symposium Work in Progress on the Geology of Turkey and its Surroundings, (ITGS IV),*** Abstracts, 24-28 September, Adana, 35, (2001).

Kaya, O., "Tavşanlı yöresi ofiyolit sorununun ana çizgileri", ***Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni,*** 15, 26-108, (1972).

Kaya, O., "Ortadoğu Ege çöküntüsünün (Neojen) stratigrafisi ve tektoniği", ***Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni,*** 22, 35-58, (1979).

Kaya, O., "Batı ve Kuzeybatı Anadolu'da ofiyolitik ve ilgili kayalar üzerine yeni jeolojik veriler", ***44. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiriler Kitabı,*** T.M.M.O.B., Jeoloji Mühendisleri Odası, 43s., (1991).

Kaya, O., "Constraints on the age, stratigraphic and structural significance of the ophiolitic and adjoining rocks in the western parts of Turkey: In: ***International Earth Sciences Congress on Aegean Regions (IESCA 1990)*** (Editors: Savaşçın, Y., Donat, H.)***,*** Proceedings II, 193-209, (1992).

Kaya, O., Sadeddin, W., Altıner, D., Akay, G., "İzmir-Anakara Kuşağı'nın en Geç Kretase volkanik olistostrom birimi içindeki bir blokta Geç Triyas (Karniyen) uyumsuzluğu", ***M.T.A. Dergisi,*** 117, 1-4, (1995a.)

Kaya, O., Sadeddin, W., Altıner, D., Meriç, E., İzver, T., Vural, A., "Tavşanlı (Kütahya) güneyindeki ankimetamorfik kayaların stratigrafisi ve yapısal konumu: İzmir-Ankara zonu ile bağlantısı", ***M.T.A. Dergisi,*** 117, 5-16, (1995b).

Kaya, O., Ünay, E., Saraç, G., Eichhorn, S., Hassenrück, S., Knappe, A., Pekdeğer, A., Mayda, S., "Halitpaşa transpressive zone: implications for an Early Pliocene compressional phase in central Western Anatolia, Turkey", ***Turkish Journal of Earth Sciences,*** 13, 1-13, (2004).

Kaya, T., "Türkiye'de (Seyitömer-Kütahya) ilk kez bulunan Moropus Elatus (Chalicotheriidae-Perissodactyla)", ***Doğa-Türk Yerbilimleri Dergisi,*** 2, 189-194, (1993).

Kellogg, K.S., Minor, S.A., " Pliocene transpressional modification of depositional basins by convergent thrusting adjacent to the "Big Bend" of the San Andreas fault, An example from Lockwood Valley, southern California", ***Tectonics,*** 24, 1-12, (2005).

Ketin, İ., "Anadolu'nun tektonik birlikleri", ***M.T.A. Dergisi,*** 66, (1966).

Kissel, C., Laj, C., "The Tertiary geodynamical evolution of the Aegean arc: a paleomagnetic reconstruction", ***Tectonophysics,*** 146, 183-201, (1988).

Koçyiğit, A., "Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim", ***Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni,*** 27, 1-16, (1984).

Koçyiğit, A., "Suşehri Basin: an active fault-wedge basin on the North Anatolian Fault Zone, Turkey", ***Tectonophysics,*** 167,13-29, (1989).

Koçyiğit, A., "Üç Kenet Kuşağının Erzincan batısındaki (KD Türkiye) yapısal ilişkileri: Karakaya, İç Toros ve Erzincan Kenetleri", ***Türkiye 8. Petrol Kongresi,*** Türkiye Petrol Jeologları Derneği, 16-20 Nisan, Ankara, 152-160, (1990).

Koçyiğit, A., "The Denizli graben-horst system and the eastern limit of western Anatolian continental extension: basin fill, structure, deformational mode, throw amount and episodic evolutionary history, SW Turkey", ***Geodinamica Acta,*** 18/3-4, 167-208, (2005).

Koçyiğit, A., Bozkurt, E., "Kütahya-Tavşanlı Çöküntü Alanının Neotektonik Özellikleri", ***TUBİTAK Araştırma Projesi, No: YDABÇAG-126,*** 78s., (1997).

Koçyiğit, A., Kaymakçı, N., Rojay, B., Özcan, E., Dirik, K., Özçelik, Y., "İnegöl-Bilecik-Bözüyük Arasında Kalan Alanın Jeolojik Etüdü", ***O.D.T.Ü.-T.P.A.O. Projesi, No: 90-03-09-01-05,*** (Yayınlanmamış), 139s., (1991).

Koçyiğit, A., Yusufoğlu, H., Bozkurt, E., "Evidence from the Gediz graben for episodic two-stage extension in western Turkey", ***Journal of the Geological Society, London,*** 156, 605-616, (1999).

Kornsawan, A., Morley, C.K., "The origin and evolution of complex transfer zones (graben shifts) in conjugate fault systems around the Funan Field, Pattani basin, Gulf of Thailand", ***Journal of Structural Geology,*** 24, 435-449, (2002).

Kulaksız, S., "Sivrihisar kuzeybatı yöresinin jeolojisi", Doktora Tezi, ***Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Enstitüsü,*** Ankara, (1977).

Le Pichon, X., Angelier, J., "The Hellenic arc and trench system: A key to the neotectonic evolution of the eastern Mediterranean area", ***Tectonophysics,*** 60, 1-42, (1979).

Le Pichon, X., Angelier, J., "The Aegean Sea", ***Philosophical transactions of the Royal Society of London, Series B,*** A300, 357-372, (1981).

Le Pichon, X., Chamot-Rooke, C., Lallemant, S., Noomen, R., Veis, G., "Geodetic determination of the kinematics of Central Greece with respect to Europe: implications for Eastern Mediterranean tectonics", ***Journal of Geophysical Research,*** 100, 12675-12690, (1995).

Lebküchner, R.F., "Linyit bulunması muhtemel Ayvalı (Kütahya) sahasında yapılan jeolojik ve madencilikle ilgili etütlerin neticesi hakkında rapor", ***M.T.A. Raporu,*** No: 2984, (1957).

Lebküchner, R.F., "Seyitömer/Kütahya Neojen sahasında jeoloji ve linyit yatakları ile ilgili olarak yapılan etütler hakkında rapor", ***M.T.A. Raporu,*** No: 2985, (1959).

Lisenbee, A., "The Orhaneli ultramafic-gabbro thrust sheet and its surroundings", In: Geology and history of Turkey (Editor: Campbell, A.S.), ***Petroleum Exploration Society of Libya,*** Tripoli, 349-360, (1971).

Lutting, G., Steffens, P., "Explonatory notes for the paleogeographic atlas of Turkey from the Oligocene to Pleistocene", ***Bundesantalt für Geowissenchaften und Rohstoffe,*** 1, 121, (1976).

Lünel, T., "Geology of Sübren, Karacaalan-Yukarı Çağlayan area, Eskişehir county, Turkey", Ph.D. Thesis, ***Bristol Üniversitesi,*** İngiltere, (1967).

Lünel, T., "Eskişehir, Gümele çevresindeki Tersiyer volkanik ve sedimanter kayaçlarda bir ön çalışma", ***Türkiye Jeoloji Bülteni,*** 17/1, 31-50, (1974).

Malpas, J., Stevens, R.K., Strong, D.F., "Amphibolite associated with the Newfoundland ophiolite: its classification and tectonic significance", ***Geology,*** 1, 45-47, (1973).

Maucher, A., "Seyitömer linyit havzasının petrografik raporu", ***M.T.A. Raporu, No: 2,*** 108s., (1936).

McKenzie, D., "Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt: the Aegean Sea and surrounding regions", ***Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society,*** 55, 217-252, (1978a).

Mckenzie, D., "Some remarks on the development of sedimentary basins", ***Earth and Planetary Science Letters,*** 40, 25-32, (1978b).

Meijer, P.T., "Dynamics of active continental margins: the Andes and the Aegean region", Ph.D. Thesis, ***Utrecht University,*** The Netherlands, p218, (1995).

Meijer, P.T., Wortel, M.J.R., "Present-day dynamics of the Aegean region: a model analysis of the horizontal pattern of stress and deformation", ***Tectonics,*** 16, 879-895, (1997).

Meulenkamp, J.E., Wortel, W.J.R., Van Wamel, W.A., Spakman, W., Hoogerduyn, E., "Strating, On the Hellenic subduction zone and geodynamic evolution of Crete in the late Middle Miocene", ***Tectonophysics,*** 146, 203-215, (1988).

Meulenkamp, J.E., Van Der Zwaan, G.J., Van Wamel, W.A., "On Late Miocene to recent vertical motions in the Cretan segment of the Hellenic arc", ***Tectonophysics,*** 234, 53-72, (1994).

Monaco, C., Tortorici, L., Nicolich, R., Cernobori, L., Costa, M., "From collisional to rifted basins: an examble from the southern Calabrian arc (Italy)", ***Tectonophysics,*** 266, 233-249, (1996).

Morley, C.K., Woganan, N., Sankumarn, N., Hoon, T.B., Alief, A., Simmons, M., "Late Oligocene-Recent stress evolution in rift basins of Northern and Central Thailand: Implications for escape tectonics", ***Tectonophysics,*** 334, 115-150, (2001).

Nakoman, E., "Contribution a l'etude de la microflore Tertiaire des lignites de Seyitömer (Turquie)", ***Polen et Spores***, 10, 521-556, (1968).

Nakoman, E., "Radyoaktif hammaddeler jeolojisi", ***M.T.A. Eğitim serisi, No: 20,*** 575s., (1979).

Nebert, K., "Harmancık Neojen havzası (Bursa Vilayeti)", ***M.T.A. Raporu, No: 2946,*** (1958a).

Nebert, K., "Tavşanlı'nın batı ve güneybatısındaki linyit zuhurları", ***M.T.A. Raporu, No: 2986,*** (1958b).

Nebert, K., "Tunçbilek ve Domaniç Neojen havzası" ***M.T.A. Raporu, No: 2953,*** (1958c).

Nebert, K., "Tavşanlı batı ve kuzeyindeki linyit ihtiva eden Neojen sahasının mukayeseli stragtigrafisi ve tektoniği", ***M.T.A. Dergisi,*** 54, 7-35, (1960).

Nebert, K., "Serpantin kitleleri arasına sıkışmış bir Neojen bloğuna misal olmak üzere Alabarda (Tavşanlı) linyit bölgesi", ***M.T.A. Dergisi,*** 58, 31-37, (1962).

Nebert, K., "Eskişehir'in kuzeyindeki, Mihalgazi-Dağküplü köyleri yöresinin jeoloji haritası ve maden çalışmaları hakkında rapor", ***M.T.A. Raporu, No: 5776,*** (1975).

Norman, T., Arpat, E., "Simav paftasının kuzey ve kuzeybatı kısımlarının jeolojik revizyonu", ***M.T.A. Raporu, No: 3394,*** (1962).

Okay, A.I., "Mineralogy, petrology and phase relations of glaucophane-lawsonite zone blueschists from the Tavşanlı region, Northwest Turkey", ***Contributions to Mineralogy and Petrology,***72, 243-255, (1980a).

Okay, A.I., "Lawsonite zone blueschists and a sodic amphibole producing reaction in the Tavşanlı region, Northwest Turkey", ***Contributions to Mineralogy and Petrology,***75, 179-186, (1980b).

Okay, A.I., "Sodic amphiboles as oxygin fugacity indicators in metamorphism", ***Journal of Geology,*** 88, 225-233, (1980c).

Okay, A.I., "The petrology of blueschists in Nortwest Turkey, Northeast Tavşanlı; Ph.D. thesis, ***Cambridge Üniversitesi,*** İngiltere, (1980d).

Okay, A.I., "Kuzeybatı Anadolu'daki ofiyolitlerin jeolojisi ve mavişist metamorfizması (Tavşanlı-Kütahya)", ***Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni***, 24, 85-95, (1981).

Okay, A.I., "Incipient blueschist metamorphism and metasomatism in the Tavsanli region, northwest Turkey", ***Contributions to Mineralogy and Petrology,*** 79, 361-367, (1982).

Okay, A.I., "Kuzeybatı Anadolu'da yer alan metamorfik kuşaklar", ***Ketin Sempozyumu,*** Türkiye Jeoloji Kurumu, Ankara, 83-92, 20-21 Şubat, (1984a).

Okay, A.I., "Distribution and characteristics of the northwest Turkish blueschists", In: The geological evolution of the eastern Mediterranean (Editors: Dixon JE, Robertson AHF), ***Geological Society of London Special Publication***, 17, 455-466, (1984b).

Okay, A.I., "High pressure/low temperature metamorphic rocks of Turkey, In: Blueschists and Eclogites (Editors B.W. Evans and E.H. Brown)", ***Geological Society of America Memoir,*** No: 164, 333-348, (1986).

Okay, A.I., "Alpine-Himalayan blueschists", ***Annual Review of Earth and Planetary Sciences,*** 17, 55-87, (1989).

Okay, A.I., "Stratigraphic and metamorphic inversions in the central Menderes Massif: a new structural model", ***International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau),*** 89, 709-727, (2001).

Okay, A.I., "Jadeite-chloritoid-glaucophane-lawsonite schists from northwest Turkey: unusually high P/T ratios in continental crust", ***Journal of Metamorphic Geology***, 20, 757-768, (2002).

Okay, A.I., "Tavşanlı Zonu-Torosların balma-batmaya uğramış kuzey kenarı", ***Menderes Masifi Kolokyumu,*** T.M.M.O.B., Jeoloji Mühendisleri Odası, İzmir, 34-38, 05-10 Kasım, (2007).

Okay, A.I., Göncüoğlu, M.C., "Karakaya Complex: a review of data and concepts", ***Turkish Journal of Earth Sciences,*** 13, 77-95, (2004).

Okay, A.I., Kelley, S., "Jadeite and chloritoid schists from northwest Turkey: tectonic setting, petrology and geochronology", ***Journal of Metamorphic Geology,*** 12, 455-466, (1994).

Okay, A.I., Satır, M., "Coeval plutonism and metamorphism in a latest Oligocene metamorphic core complex in northwest Turkey", ***Geological Magazine,*** 5, 495-516, (2000).

Okay, A.I., Satır, M., "Geochronology of Eocene plutonism and metamorphism in northwest Turkey: evidence for a possible magmatic arc", ***Geodinamica Acta,*** 19, 251-266, (2006).

Okay, A.I., Siyako, M., "The new position of the İzmir-Ankara Neo-Tethyan suture between İzmir and Balıkesir", In: Tectonics and Hydrocarbon Potantial of Anatolia and surroinding regions (Editor: Turgut, S.), ***Ozan Sungurlu Symposium Proceedings,*** 333-355.

Okay, A.I., Tüysüz, O., "Tethyan sutures of northern Turkey", ***Geological Society of London Special Publication***, 156, 475-515, (1999).

Okay, A.I., Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R., Akyüz, S., "Paleo- and Neo-Tethyan events in northwestern Turkey: geologic and geochronologic constraints", In: Tectonics of Asia (Editors: Yin, A., Harrison, M.)***,*** ***Cambridge University Press,*** Cambridge, UK, 420-441, (1996).

Okay, A.I., Harris, N.B.W., Kelley, S.P., "Blueschist exhumation along a Tethyan suture in northwest Turkey", ***Tectonophysics,*** 285, 275-299, (1998).

Okay, A.I., Tansel, İ., Tüysüz, O., "Obduction, subduction and collision as reflected in the Upper Cretaceous-Lower Eocene sedimentary record of western Turkey", ***Geological Magazine,*** 138, 117-142, (2001).

Okay, A.I., Monod, O., Monié, P., "Triassic blueschists and eclogites from northwest Turkey: vestiges of the Paleo-Tethyan subduction", ***Lithos,*** 64, 155-178, (2002).

Önen, A.P., "Neotethyan ophiolitic rocks of the Anatolides of NW Turkey and comparison with Tauride ophiolites", ***Journal of the Geological Society London,*** 160, 947-962, (2003).

Önen, A.P., Hall, R., "Ophiolites and related metamorphic rocks from the Kütahya region, north-west Turkey", ***Geological Journal,*** 28, 399-412, (1993).

Önen, A.P., Hall, R., "Sub-ophiolite metamorphic rocks from NW Anatolia, Turkey", ***Journal of Metamorphic Geology***, 18, 483-495, (2000).

Özbek, T., Ölmez, E., "Kütahya Harlek (Ilıca) kaplıcası hidrojeoloji etüdü", ***M.T.A. Raporu, No: 8113,*** (1985).

Özcan, A., Göncüoğlu, M.C., Turan, N., Uysal, S., Şentürk, K., Işık, A., "Late Paleozoic evolution of the Kütahya-Bolkardağ belt", Middle East Technical University, ***Journal of Pure and Applied Sciences,*** 21, 211-220, (1988).

Özcan, A., Göncüoğlu, C., Turhan, N., "Kütahya-Çifteler-Bayat-İhsaniye yöresinin temel jeolojisi", ***M.T.A. Raporu, No: 8974,*** (1989).

Özcan, A., Göncüoğlu, C., Turhan, N., Şentürk, K., Uysal, Ş., Işık, A, "Konya-Kadınhanı-Ilgın dolayının temel jeolojisi", ***M.T.A. Raporu, No: 9535,*** (1990).

Özcan, N., "Seyitömer (Kütahya) Linyitlerinin Palinolojik Özellikleri", Yüksek Lisans Tezi, ***Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, İzmir, 78s., (1986).

Özen, H., Sarıfakıoğlu, E., "Dağküplü Ofiyoliti ile Sivrihisar (Eskişehir) dolayındaki ofiyolitlerin petrografisi ve jeokimyası", ***Jeoloji Mühendisliği Dergisi,*** 26/1, 33-40, (2002).

Özgül, N., "Torosların bazı temel jeolojisi özellikleri", ***Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni,*** 19, 65-78, (1976).

Özkan, V., "Kütahya'nın deprem riskinin incelenmesi", ***Deprem Araştırma Bülteni,*** 83, 31-40, (2000).

Özkoçak, O., "Etude geologique du Massif Ultrabasique d'Orhaneli et da sa proche bordure (Bursa-Turquie)", Ph.D. Thesis, ***Universite de Paris-Sud,*** 181, (1969).

Parlak, O., Delaloye, M., "Precise $^{40}Ar/^{39}Ar$ ages from the metamorphic sole of the Mersin ophiolite (Southern Turkey), ***Tectonophysics,*** 301, 145-158, (1999).

Parlak, O., Delaloye, M., Bingöl, E., "Origin of sub-ophiolitic metamorphic rocks beneath the Mersin ophiolite, southern Turkey, ***Ofioliti,*** 20, 97-110, (1995).

Pekmezciler, S., "Çeltek linyit aramaları raporu", ***M.T.A. Raporu, No; 2106,*** (1953).

Pe-Piper, G., Piper, D.J.W., "Late Cenozoic, post-collisional Aegean igneous rocks: Nd, Pb and Sr isotopic constraints on petrogenetic and tectonic models", ***Geological Magazine,*** 138/653-668, (2001).

Purvis, M., Robertson, A.H.F., "Miocene sedimentary evolution of the NESW-trending Selendi and Gördes Basins, Western Turkey: implications for extensional processes", ***Sedimentary Geology,*** 174, 31-62, (2005a).

Purvis, M., Robertson, A.H.F., "Miocene sedimentary evolution of the NE-SW-trending Selendi and Gördes Basins, Western Turkey: implications for extensional processes", ***Sedimentary Geology,*** 174, 31-62, ((2005b).

Reilinger, R.E., McClusky, S., Oral, M.B., King, R.W., Toksöz, M.N., Barka, A.A., Kınık, I., Lenk, O., Sanlı, I., "Global positioning system measurements of present day crustal movement in the Arabia-Africa-Eurasia plate collision zone", ***Journal of Geophysical Research,*** 102, 9983-9999, (1997).

Ricou, L-E., Argyriadis, I., Marcoux, J., "L'axe calcaire du Taurus, un alignement de fenetres araboafricaines sous des nappes radiolaritiques et metamorphiques", ***Bulletin de la Societe Geologique de France,*** 7, 1024-1044, (1975).

Ring, U., Collins, A.S., **"**U-Pb SIMS dating of syn-kinematic granites: Timing of core-complex formation in the northern Anatolide belt of western Turkey", ***Journal of the Geological Society London,*** 162, 289-298, (2005).

Robertson, A.H.F., "Overview of the genesis and emplacement of Mesozoic ophiolites in the Eastern Mediterranean Tethyan region", ***Lithos,*** 65, 1-67, (2002).

Robertson, A.H.F., Grasso, M., "Overview of the Late Tertiary-Recent tectonic and paleo-environmental development of the Mediterranean region", ***Terra Nova,*** 7, 114-127, (1995).

Rojay, F.B., "Tectonostratigraphy and neotectonic characteristics of the Southern margin of Merzifon-Suluova basin (Central Pontides, Amasya)", Ph.D.Thesis, ***M.E.T.U.,*** Ankara, p215, (1993).

Rojay, F.B., Toprak, V., Demirci, C., Süzen, L., "Plio-Quaternary evolution of the Küçük Menderes Graben Southwestern Anatolia, Turkey", ***Geodinamica Acta,*** 18, 317-331, (2005).

Rosenbaum, G., Lister, G.S., Duboz, C., "Reconstruction of the tectonic evolution of the western Mediterranean since the Oligocene", In: Reconstruction of the evolution of the Alpine-Himalayan orogeny (Editors: Rosenbaum, G., Lister, G.S.), ***Journal of the Virtual Explorer,*** 8, 107-130, (2002).

Saraç, G., "Türkiye omurgalı fosil yatakları", ***M.T.A. Raporu, No: 10609,*** (2003).

Sarıca, N., "The Plio-Pleistocene age of Büyük Menderes and Gediz grabens and their tectonic significance on N-S extensional tectonics in west Anatolia: mammalian evidence from the continental deposits", ***Geolological Journal,*** 25, 1-24, (2000).

Sarıyıldız, M., "Seyitömer (Kütahya) KB'sindeki kömürlü Neojen kayalarının jeolojisi", ***Dokuz Eylül Üniversitesi Araştırma Raporları, No: FBE/JEO-89-AR-104,*** 28s, İzmir, (1990).

Savaşçın, M.Y., "Foça-Urla Neojen volkanitlerinin mineralojik-jeokimyasal incelenmesi ve kökensel yorumu", ***Ege Üniversitesi Yer Bilimleri Kürsüsü,*** 65s., İzmir, (1978).

Savaşçın, M.Y., "Batı Anadolu Neojen Magmatizmasının Yapısal ve Petrografik Öğeleri", ***TÜBİTAK Proje No: TBAG 392,*** İzmir, (1982).

Savaşçın, M.Y., "Magmatic activities of Cenozoic compresional and extentional tectonic regimes in Western Anatolia", ***I.E.S.C.A.-90, Proceedings*** (Editors: Savaşçın, M.Y., Eronat, H.), 2, 420-434, İzmir, (1990).

Savaşçın, M.Y., Güleç, N., "The relationship between magmatic and tectonic activities in Western Turkey", ***I.E.S.C.A.-90, Proceedings,*** (Editors: Savaşçın, M.Y., Eronat, H.), 2, 300-313, İzmir, (1990).

Savaşçın, M.Y., Oyman, T., "Tectono-magmatic evolution of alkaline volcanics at the Kırka-Afyon-Isparta stractural trend, SW-Turkey", ***Turkish Journal of Earth Science,*** 7, 201-217, (1998).

Servais, M., "Collision et suture tethysienne en Anatolia Centrale etude structurale et metamorphique (HP-LT) de la zone nord Kütahya", Ph.D. Thesis, ***Universite de Paris-Sud,*** France, (1982).

Seyitoglu, G., Scott, B.C., "Late Cenozoic Crustal and Basin Formation in West Turkey", ***Geological Magazine,*** 128, 155-166, (1991).

Seyitoğlu, G., Scott, B.C., "The age of the Büyük Menderes Graben (west Turkey) and its tectonic implications", ***Geological Magazine,*** 129, 239-242, (1992a).

Seyitoğlu, G., Scott, B.C., "Late Cenozoic volcanic evolution of the NE Aegean region", ***Journal of Volcanology and Geothermal Research,*** 54, 157-176, (1992b).

Seyitoğlu, G., Scott, B.C., "The cause of N-S extensional tectonics in western Turkey: Tectonic escape vs. Back-arc spreading vs. Orogenic collapse", ***Journal of Geodynamics,*** 22, 145-153, (1996).

Seyitoglu, G., Scott, B.C., Rundle, C.C., "Timing of Cenozoic extensional tectonics in west Turkey", ***Journal of the Geological Society, London,*** 149, 533-38, (1992).

Seyitoğlu, G., Anderson, D., Nowell, G., Scott B.C., "The evolution from Miocene potassic to Quaternary sodic magmatism in Western Turkey: implications for enrichment processes in the lithospheric mantle", ***Journal of Volcanology and Geothermal Research,*** 76, 127-147, (1997).

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

Sherlock, S.C., Okay, A.I., "Oscillatory zoned chrome lawsonite in the Tavsanlı Zone, northwest Turkey", ***Mineralogical Magazine,*** 63, 687-692, (1999).

Sherlock, S., Kelley, S.P., Inger, S., Haris, N., Okay, A.I., "40Ar-39Ar and Rb-Sr geochronology of high-pressure metamorphism and exhumation history of the Tavşanlı Zone, NW Turkey", ***Contributions to Mineralogy and Petrology,*** 137, 46-58, (1999).

Sickenberg, O., Becker-Platen, D.J., Benda, L., Berg, Dietrich, Engesser, B., Gazıry, W., Heissig, K., Hinerman, A.K., Sondaar, Y.P., Schmidt-Kitler, K., Staesche, U., Stffens, P., Tobein, H., "Die glienderung des höneren jungtertiars und altquartars in der Tunach vertebraten und ihre bedeutung für die Internationale Neogen-stratigrap (Kanozoikum und Braunkohlen der Turkei. 17), ***Geologisches Jahrbuch,*** reihe B, heft 15, p167, Hannover, (1975).

Sözbilir, H., Bozkurt, E., Uzel, B., Sümer, Ö., "Gediz Sıyrılma fayının deprem üretme potansiyeli", ***Aktif Tektonik Araştırma Grubu 10. Toplantısı,*** Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir, s75, (2006).

Spray, J.G., Bebien, J., Rex, D.C., Roddick, J.C., "Age constraints on the igneous and metamorphic evolution of the Hellenic-Dinaric ophiolites", In: The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean (Editors: Dixon, J.E., Robertson, A.H.F.), ***Geological Society of London Special Publication***, 17, 619-627, (1984).

Sunder, M., "Kırka (Eskişehir) ve çevresinin jeolojisi, petrolojisi ve Sarıkaya borat yataklarının jeokimyasal incelenmesi", Doktora tezi, ***İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi,*** İstanbul, (1979).

Sunder, M., "Sarıkaya (Kırka-Eskişehir) borat yataklarının jeokimyası", ***Türkiye Jeoloji Kongresi Bülteni,*** 2, 19-34, (1980).

Sunder, M., "Kırka (Eskişehir) çevresinin jeolojisi ve Sarıkaya borat yataklarının oluşumu", ***TÜBİTAK 7. Bilim Kongresi Yerbilimleri Seksiyonu Tebliğler Kitabı,*** 105-117, (1982).

Sülün, S., Duvarcı, E., "Domaniç-Tunçbilek-Tavşanlı-Değirmisaz Neojen Alanları Rezistivite Etüdü", ***M.T.A. Raporu, No: 7131,*** (1982).

Şaroğlu, F., Emre, Ö., Kuşçu, İ., "Türkiye Diri Fay Haritası (1/1.000.000)", ***Maden Tetkik ve Araştırma Enstitüsü,*** Ankara, (1986).

Şener, M., Gevrek, A.I., "Simav-Emet-Tavşanlı yörelerinin hidrotermal alterasyon zonları", ***Jeoloji Mühendisliği Dergisi,*** 28, 43-49, (1986).

Şengör, A.M.C., "The North Anatolian Transform Fault its age, offset and tectonic significance", ***Journal of the Geological Society London,*** 136, 269-282, (1979).

Şengör, A.M.C., "Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları", ***Türkiye Jeoloji Kurumu Konferanslar Serisi,*** 2, 40s, Ankara, (1980).

Şengör, A.M.C., "Ege'nin Neotektonik Evrimini Yöneten Etkenler", ***Batı Anadolu'nun Genç Tektonigi ve Volkanizması Paneli*** (Editor: Erol, O.)***,*** Türkiye Jeoloji Kurumu, 36. Bilimsel Teknik Kurultayı, Panel Özel Sayısı, 59-71, (1982).

Şengör, A.M.C., "The Cimmeride orogenic system and the tectonics of Eurasia", ***Geological Society of America Special Pablication,*** 195. xi+82 pp., (1984).

Şengör, A.M.C., "Tectonics of the Tethysides: orogenic collage development in a collisional setting", ***Annual Review Earth Planetary Science,*** 15, 213-244, (1987).

Şengör, A.M.C., "Some current problems on the tectonic evolution of the Mediterranean during the Cainozoic", In: Evolution and seismicity of the Mediterranean Region (Editors: Boschi, E, Maantovani, E. and Morelli, A. Recenet), ***Kluwer Academic Publishers,*** Dordrecht, 1-51, (1993).

Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., "Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach", ***Tectonophysics,*** 75, 181-241, (1981).

Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., Ketin, I., "Remnants of a pre-late Jurassic ocean in northern Turkey: fragments of Permo-Triassic Paleo-Tethys?", ***Geological Society of America Bulletin,*** 91(Part I), 599-609, (1980).

Şengör, A.M.C., Satır, M., Akkök, R., "Timing of tectonic events in the Menderes massif, Western Turkey: Implications for tectonic evolution and evidence for Pan-African basement in Turkey", ***Tectonics,*** 3, 693-707, (1984).

Şengör, A.M.C., Görür, N., Şaroğlu, F., "Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study", In: Strike-slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation (Editors: K. Biddle, N. Christie-Blick), ***Society of Economic Paleontologist and Mineralogist, Special Publication***, 37, 227-264, (1985).

Şengör, A.M.C., Tüysüz, O., İmren, C., Sakınç, M., Eyidoğan, H., Görür, N., Le Pichon, X., Rangın, C., "The North Anatolian Fault: A New Look", ***Annual Review of Earth and Planetary Sciences,*** doi: 10.1146/annurev.earth.32.101802.120415, (2005).

Şengüler, İ., "Bitümlüşeyl", ***Türkiye Enerji Bülteni,*** 1/1, 21-26, Ankara, (1994).

Şengüler, İ., "Seyitömer (Kütahya) yöresi petrollü şeyllerinin ekonomik kullanım olanaklarının araştırılması", Doktora Tezi, ***Ankara Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü,*** Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 190s., (1999).

Şengüler, İ., Sonel, N., "Seyitömer (Kütahya) bitümlü marnlarının stratigrafik özellikleri ve ekonomik önemi", ***Türkiye Jeoloji Kurultayı,*** 10-12 Mayıs, Ankara, 350-357, (1999).

Şengüler, İ., İpeksever, M., Sümer, A., "Seyitömer (Kütahya) bitümlü marn sahasının jeolojisi ve ekonomik olanakları", ***M.T.A. Raporu, No: 7324,*** (1982).

Şengün, M., "Geologic evolution of the Anatolian segment of the Tethyan Belt", ***Türkiye Jeoloji Bülteni,*** 36/2, 81-98, (1993).

Tekeli, O., "Subduction complex of pre-Jurassic age northern Anatolia, Turkey", ***Geology***, 9, 68-72, (1981).

Thomson, S.N., Stöckhert, B., Brix, M.R., "Thermochronology of the high-pressure metamorphic rocks of Crete, Greece: implications for the speed of tectonic processes", ***Geology,*** 26, 259-262, (1998).

Tolluoğlu, A.Ü., Sümer, E.Ö., "Gondvana kuzeyi Anadolu Mikrokıtası Erken Paleozoyik evrim modeli", ***Türkiye Jeoloji Bülteni,*** 38/2, 1-22, (1995).

Tolluoğlu, Ü., Erkan, Y., Sümer, Ö., Boyacı, M., Yavaş, F., "Pre-Mesozoic metamorphic evolution of the Afyon metasedimantary group", ***Geological Bulletin of Turkey,*** 40/1, 1-14, (1997).

Topuz, G., Okay, A.I., Altherr, R., Meyer, H.P., Nasdala, L., "Partial high-pressure aragonitization of micritic limestones in an accretionary complex, Tavşanlı Zone, NW Turkey", ***Journal of Metamorphic Geology,*** 24, 603-613, (2006).

Tokay, F., Altunel, E., "Eskişehir Fay Zonu'nun İnönü-Dodurga Çevresinde Neotektonik Aktivitesi", ***M.T.A. Dergisi,*** 130, 1-15, (2005).

Uz, B., "Sındırgı-Akhisar bölgesi ofiyolit birliğinin petrografik, petrojenetik ve jeokimyasal incelenmesi", Doçentlik Tezi, ***İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,*** 821s., İstanbul, (1978).

Vedder, J.G., Wallace, R.E., "Map showing recently active breaks along the San Andreas and related faults between Cholame Valley and Tejon Pass", ***Map,*** 1-574, California, Department of Interior United States Geological Survey, Washington D.C., (1970).

Vıcıl, M., "Gümüşköy (Kütahya) Aktepe Pb-Zn-Sb-Ag cevherleşmesi", Doktora Tezi, ***Ege Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi,*** İzmir, 258s., (1982).

Westaway, R., "Evidence for dynamic coupling of surface processes with isostatic compensation in the lower crust during active extension of Western Turkey", ***Journal of Geophysical Research,*** 99, 203-223, (1994).

Westaway, R., "Kinematics of the Middle East and the Eastern Mediterranean Updated", ***Turkish Journal of Earth Sciences,*** 12, 5-46, (2003).

Westaway, R., Pringle, M., Yurtmen, S., Demir, T., Bridgland, D., Rowbotham, G., Maddy, D., "Pliocene and Quaternary regional uplift in western Turkey: the Gediz River terrace staircase and the volcanism at Kula", ***Tectonophysics,*** 391, 121-169, (2004).

Yağmurlu, F., "Depositional environment and coal petrology of Çıtak (Akhisar) lignite deposits, West Turkey", ***International Journal of Coal Geology,*** 6, 127-137, (1986).

Yağmurlu, F., İnaner, H., Nakoman, E., İnci, U., "Age, tectonic setting, and quality distribution of the Neogene lignite deposits of Western Anatolia", ***Geologica Belgica,*** 7/3-4, 251-258, (2004).

Yalçın, H., "Neojen Yaşlı Kırka (Eskişehir) volkanosedimanter gölsel baseninin stratigrafik ve tektonik özellikleri", ***Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi,*** Seri A Yerbilimleri, 6-7/1-2, 165-181, (1989-1990).

Yalçın, H., Semelin, B., Gündoğdu, M.N., "Emet gölsel Neojen baseninin jeolojik incelenmesi (Hisarcık güneyi)", ***Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi,*** 12, 39-52, (1985).

Yalçınkaya, S., Avşar, O.P., "Mustafa Kemalpaşa ve dolayının jeolojisi, ***M.T.A. Raporu, No: 6717,*** (1980).

Yalçınlar, İ., "Türkiye'de Neojen ve Kuvaterner omurgalı arazileri ve jeomorfolojik karakterleri (Fransızca özetli/resume)", ***İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları,*** No: 2741, (1983).

Yavuz, N., "Palynostratigraphy and coal petrography of the Seyitömer Basin (Kütahya) coals", Phd Thesis, ***Middle East Tecnical University,*** Ankara, 190p., (1999).

Yavuz, N., "Palynological Investigations of the Seyitömer Coals", ***Fourth International Turkish Geology Symposium, (ITGS IV),*** Çukurova University, 24-28 September, 253, Adana, (2001).

Yavuz-Işık, N., "Pollen analysis of coal-bearing Miocene sedimentary rocks from the Seyitömer basin (Kütahya), Western Anatolia", ***Geobios,*** 40, 701-708, (2007).

Yavuz, N., Ediger, V.Ş., Erler, A., "Palynology, organic petrography and geochemistry of the Lower-Middle Miocene coals of the Tavşanlı basin (Kütahya)", ***Yerbilimleri,*** 17, 87-100, (1995).

Yersel, G., Ayday, C., "Kütahya Turanocağı ve Ortaocak manyezit bölgeleri sondaj verilerinin jeoistatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi", ***Türkiye Jeoloji Bülteni,*** 35, 25-33, (1992).

Yıldırım, T., Burçak, M., "Kütahya Harlek ılıcası jeotermal etüt raporu", ***M.T.A. Raporu, No: 97-25A,*** (1997).

Yıldız, A., Kuşçu, M., "Origin of Başören (Kütahya, W-Turkey) bentonite deposits", ***Clay Minerals,*** 39/2, 219-231, (2004).

Yıldız, A., Kuşçu, M., "Başören (Kütahya), bentonit yataklarının jeokimyasal özellikleri", ***Kibited,*** 1/1, 27-41, (2006).

Yılmaz, Y., "Atlantik Tip Bir Kıta Kenarının Pasifik Tip Bir Kıta Kenarına Dönüşümüne Türkiye'den Bir Örnek", ***Geological Society of Turkey,*** 27, (1981).

Yılmaz, Y., "Türkiye'nin jeolojik tarihinde magmatik etkinlik ve tektonik evrimle ilişkisi", ***Ketin Simpozyumu,*** Türkiye Jeoloji Kurumu, 63-81, Ankara, 20-21 Şubat, (1984).

Yılmaz, Y., "An approach to the origin of young volcanik rocks of western Turkey", In: Tectonic Evolution of the Techyan Region (Editor: Şengör. A.M.C.)**, *Kluwer Academic Publishers,*** 159-189, (1989).

Yılmaz, Y., "Comparison of young volcanic associations of western and eastern Anatolia formed under a compressional regime: a review", ***Journal of Volcanology and Geothermal Research,*** 44, 1-2, 69-87, (1990).

Yılmaz, Y., "Geology of Western Anatolia", In: ***Active tectonics of NW Anatolia-The Marmara poly-project*** (Editors: Schindler and Pfister)**,** VDF, ETH Zurich, 31-54, (1997).

Yılmaz, Y., Karacık, Z., "Geology of the northern side of the Gulf of Edremit and its tectonic significance for the development of the aegean grabens", ***Geodinamica Acta,*** 14, 31-43, (2001).

Yılmaz, Y., Polat, A., "Geology and evolution of the Thrace volcanism, Turkey", ***Acta Vulcanologica,*** 10, 293-303, (1998).

Yılmaz, Y., Şaroğlu, F., Güner, Y., "Initiation of the neomagmatism in East Anatolian", ***Tectonophysics***, 134, 177-199, (1987).

Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C. Şengör, A.M.C., "Geology and tectonic evolution of the Pontides", In: Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region (Editor: Robinson, A.G.), ***American Association of Petroleum Geologists Memoir,*** 8, 183-226, (1997a).

Yılmaz, Y., Genç, Ş.C., Gürer, Ö.F., Bozcu, M., Görür, N., Akkök, R., "Batı Anadolu Neojen istiflerinin karşılaştırılması", ***TÜBİTAK Ulusal Deniz Araştırmaları Projesi,*** 32s, Ankara, (1997b).

Yılmaz, Y., Genç, Ş.C., Gürer, Ö.F., "Ege Denizi ve Ege Bölgesinin jeolojisi ve evrimi", In: Türkiye Denizleri Devlet Planlama Teşkilatı (Editor: Görür, N.), ***TÜBİTAK Yayınları,*** 211-337, Ankara, (1999).

Yılmaz, Y., Genç, Ş.C., Gürer, Ö.F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z., Altunkaynak, Ş., Elmas, A., "When did the Western Anatolian grabens begin to develop", In: Tectonics and magmatism in Turkey and the surrounding area, ***Journal of the Geological Society London, Special Publication*** (Editors: Bozkurt E., Winchester, J.A., Piper J.D.A)**,** 173, 353-384, (2000).

Yılmaz, Y., Genç, Ş.C., Karacık, Z., Altunkaynak, Ş., "Two contrasting magmatic associations of NW Anatolia and their tectonic significance", ***Journal of Geodynamics,*** 31/3, 243-271, (2001).

Yiğitgüden, H.Y., "Batı Anadolu-Türkiye Kütahya civarındaki gümüş maden yatağı", Doktora Tezi, ***Railand Westfalen Teknik Yüksek Okulu, Maden ve Metalurji Fakültesi,*** Aachen, 192s., (1984).

Zeigler, J., “Berict über die montangeologischen Untersuchungen im Randgebiet des Kütahya Braunkohlenfeldes Seyitömer”, ***M.T.A. Raporu, No:110,*** (1936).

Westaway, R., “Blok rotation in western Turkey”, Observational evidence, ***Journal of Geophysical Research.*** 95, 19857-19884, (1990).

www.mta.gov.tr, Türkiye’nin 1/500000 ölçekli jeoloji haritaları, http://www.mta.gov.tr/v1.0/haritalar/jeoloji_haritalari/500bin/ankara_a.html http://www.mta.gov.tr/v1.0/haritalar/jeoloji_haritalari/500bin/izmir_b.html, **(Ziyaret Tarihi: 24.11.2008).**

www.sayisalgrafik.com.tr, Türkiye etkileşimli deprem haritası http://www.sayisalgrafik.com.tr/deprem/tr_frames.htm, **(Ziyaret Tarihi: 17 Şubat 2009)**.

EKLER

EK 1: Kütahya ve Çevresinin Jeoloji Haritası
EK 2: Kütahya ve Çevresinin Jeoloji Enine Kesitleri

ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Kütahya'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kütahya'da tamamladı. 1993 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden 1997 yılında Jeoloji Mühendisi olarak mezun oldu. Aynı yıl başladığı Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'ndaki Yüksek Lisans öğrenimini 1999 yılında tamamladı. 2000 yılında Akdeniz Üniversitesi Araştırma Görevlisi ünvanıyla personel alımı için yapılan sınavları kazandı, ancak kadro gelmemesi sebebiyle askere gitti. Vatani görevini tamamladıktan sonra, 2001 yılında mezun olduğu Kocaeli Üniversitesi'ne dönerek doktora programına başladı. Aynı yıl açılan Araştırma Görevlisi sınavlarını kazanarak Jeoloji Mühendisliği bölümünde göreve başladı. Güney Marmara ve Ege Bölgesi'nin çeşitli alanlarında yapılan TÜBİTAK ve BAP kapsamındaki projelerde yardımcı araştırmacı olarak görev aldı. Üç tanesi SCI kapsamında olmak üzere çeşitli yayınları ve uluslararası-ulusal bildirileri bulunan yazar halen aynı görevde çalışmalarını sürdürmektedir.

KÜTAHYA ve ÇEVRESİNİN JEOLOJİ HARİTASI

EK 1

Muzaffer ÖZBURAN (2009)

LEJAND

KUVATERNER

- Holosen
  - Qal — Alüvyon
  - Qkü — Kütahya fm.
  - Qt — Taşlıtepe volkaniti
- Pleyistosen
  - Qy — Yakaca fm.
  - Qk — Kirazpınar fm.

PLİYOSEN

- Üst — Tk — Kocayataktepe fm.
- Alt — Te — Emet fm.

MİYOSEN

- Orta-Üst — Tç — Çokköy fm.
- Tunçbilek fm.
  - Alt Orta — Tt — Tsk — Sabuncupınar fm. — Kızılkaya volkaniti üyesi
  - Alt — Tb — Tsç — Çayca üyesi
- Alt-Orta

KRETASE

- Ü.Kretase — Kk — Kınık ofiyoliti
- A.Kretase
  - Ko — Ovacık melanjı — Tavşanlı Zonu
  - Kko — Kocasu fm. — Tavşanlı Zonu
- PERMİYEN
  - Pa — Arıkaya fm. — Afyon Zonu
  - Ps — Sarıcasu fm. — Afyon Zonu

AÇIKLAMALAR

- Normal Faylar
- Oblik Normal Faylar
- Doğrultu Atımlı Faylar
- Yerleşim Yerleri
- Baraj Gölü

K B D G

Ölçek

0 1 2 3 4 km

736900 746800 758000 769000 779000

4389500 4375700 4362200 4348000

726000 748200 760000 770000 780500 4348300 4391000

Sırören

KÜTAHYA GRABENİ

YELLİCE HORSTU

ÇAVDARHİSAR HORSTU

TAVŞANLI HORSTU

KÜTAHYA HORSTU

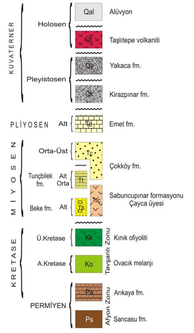
SUNDİKİ HORSTU

Kocayataktepe 1273 · İshakçılar · Arslanlı · Kükürt · Seyitömer · Elmacık · Ayvalı · Bozcahüyük · Yazlıca · Karacaören · Şeyhkoru · Avlan · Sofça · Pınarlık Barajı Gölü · Akpınar · Sabuncupınar · Fındık · Seydiköy · Ahmetoluğu · Doğuşah · Sökmen · Kırkıllı · Uluköy · Bayramşah · Çobanlar · İnli · Söğüt · Kozluca · Çayca · İkizüyük · Alayunt · Sinerköy · Büyüksaka · Çubukiçi · Muhatboğazı · Kayparca · Belkavak · Akçamescit · Çiftecoluklar · Çağıdere · Ahiler · Anasultan · Yenice · Koçak · Güvem · Yaylababa · Gelinkaya · Sağırlar · Hacıazizler · Kuyusinir · Göynükören · Çobanköy · Şahmelek · Yakaca · Doğa · Ağaçköy · Gevrekseydiköy · Kınık · Turgutlar · Karaöz · Geven · Andız · Yoncalı · Enne · Civli · Parmakören · Kirazpınar · Yalnızçam · Dumlupınar · Güveçci · Çamlıca · Bölcek · İnköy · Yenibosna · Perli · Çayca · Kızılcakaya · Köprüören · Aliköy · Karaağaç · Ortaca · Sekiören · Gümüşköy · Dereköy · Demirciören · Dulkadir · Vakıf · Karakişi · Şahin · Köreken · Kirazlıyayla · Aydoğdu · Kumarı · Yellice Dağı · Dudaş · Kızık · Ağızören · Dedik · İsaköy · Gümüşgölcük · Şenlik · Kepez · Örenköy · Qal · Qy · Qk · Qkü · Qt · Tk · Tb · Tt · Tç · Tsç · Tsk · Te · Pa · Ps · Kk · Ko · Kko · KaF · GF · DF · YF · TF · KFZ · KF · IF · PF · AFZ

KÜTAHYA ve ÇEVRESİNİN JEOLOJİ ENİNE KESİTLERİ

EK 2

LEJAND



AÇIKLAMALAR



