



T.C.

BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

COĞRAFYA ANABİLİM DALI

**HAMİTABAT – GEMİCİKÖY ARASINDA (BİLECİK) ORTA
SAKARYA VADİSİNİN JEOMORFOLOJİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ebubekir KARAKOCA

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Levent UNCU

BİLECİK, 2017

Referans Numarası: 10124051

T.C.

BİLCEİK ŞEYH EDEBALİ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

COĞRAFYA ANABİLİM DALI

**HAMİTABAT-GEMİCİKÖY ARASINDA (BİLECİK) ORTA SAKARYA
VADİSİNİN JEOMORFOLOJİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ebubekir KARAKOCA

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Levent UNCU

BİLECİK, 2017

Referans Numarası: 10124051



SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAVI
JÜRİ ONAY FORMU

BŞEÜ-KAYSİS Belge No	DFR-172
İlk Yayın Tarihi/Sayısı	03.01.2017 / 28
Revizyon Tarihi	
Revizyon No'su	00
Toplam Sayfa	1

Öğrencinin Adı Soyadı: Elubekir KARAKOSA
Anabilim Dalı : Coğrafya
Programı : Yüksek Lisans
Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Levent UNCU
Tezin Özgün Adı : Hamitabat - Gemicikay Arasında (Bilecik) Orta Sakarya Vadisinin Jeomorfolojisi
Tezin İngilizce Adı : Geomorphology of Central Sakarya Valley Between Hamitabat - Gemicikay (Bilecik)

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 16.06/2017

Yukarıda bilgileri verilen tez çalışması ilgili EYK kararıyla oluşturulan jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile Coğrafya Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Levent UNCU

Üye : Prof. Dr. Nurfeddin KAHRAMAN

Üye : Prof. Dr. Nihal GÖKGE

Üye : Prof. Dr. Seura GUNAY AKTAŞ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Serpil MEUTEZE

imza
[Signature]

[Signature]
[Signature]
[Signature]
[Signature]

ONAY

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun / / 20.... tarih ve sayılı kararı.

İMZA/MÜHÜR

BEYAN

“Hamitabat – Gemiciköy Arasında (Bilecik) Orta Sakarya Vadisinin Jeomorfolojisi” adlı yüksek lisans tezinin hazırlık ve yazımı sırasında bilimsel ahlak kurallarına uyduğumu, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel kurallara uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezin herhangi bir kısmını Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı beyan ederim.

Ebubekir KARAKOCA

15.05.2017

İMZA

ÖN SÖZ

“Hamitabat – Gemiciköy arasında (Bilecik) Orta Sakarya Vadisinin Jeomorfolojisi” adlı bu çalışma, Kuzeybatı Anadolu’nun en büyük akarsuyu olan Sakarya Nehri’nin bu bölgedeki jeomorfolojik özelliklerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Daha önce Turgut Bilgin (1980) tarafından hazırlanmış olan “Orta Sakarya Platolarında Yapı Satırları ve Drenaj” adlı TÜBİTAK projesinde çalıştığı sahanın hemen batısında bulunan araştırma alanı Orta Sakarya vadisinin jeomorfolojik gelişimini açıklayabilmek için küçük bir model teşkil etmektedir.

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışma, dört bölümden oluşmaktadır. Birinci kısımda araştırma sahasının yeri ve sınırları ile birlikte çalışmanın amacı, kullanılan materyal ve yöntem belirtilmiştir. İkinci kısımda sahanın oldukça tartışmalı olan jeolojik özellikleri literatüre dayalı olarak tartışılmış arazi gözlemleri dikkate alınarak yeni baştan düzenlenmiştir. Üçüncü kısımda ise tezimizin asıl konusunu oluşturan çalışma sahasının jeomorfolojik özellikleri yapılan arazi çalışmaları ile birlikte haritalanarak ortaya konulmuştur. Tezin son bölümünde ise araştırma alanının jeomorfolojik gelişimi kronolojik bir çerçeveye oturtularak açıklanmıştır.

Çalışmamın her aşamasında beni destekleyerek yönlendiren ve kendisinden çok şey öğrendiğim bana rehberlik eden saygıdeğer danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Levent UNCU’ya teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca, konu seçiminde bana destek olan ve arazi çalışmalarına da katılarak benden yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Nurfeddin KAHRAMAN, Prof. Dr. Harun TUNÇEL ve Yrd. Doç. Dr. Ali YİĞİT’e şükranlarımı sunarım. Bu arada hep yanımda olan değerli dostum Arş. Gör. Serhat AY’a da teşekkür ederim. En büyük teşekkürü ise her zaman olduğu gibi bu çalışmada da hem maddi hem de manevi desteğini benden esirgemeyen sevgili babam Mehmet Ali KARAKOCA, annem Emine KARAKOCA, kardeşim Nurgül KARAKOCA ve değerli eşim Ümmühan KARAKOCA’ya ...

ÖZET

Bu çalışma, Bilecik il sınırları içerisinde bulunan Hamitabat – Gemiciköy yerleşmeleri arasındaki sahanın jeomorfolojik ünitelerini oluşum ve gelişimleri ile birlikte ortaya koymayı amaçlamaktadır. Kuzeybatı Anadolu'nun en büyük akarsuyu olan Sakarya Nehri ve kolları tarafından akaçlanan bu sahanın seçilmesinde Orta Sakarya vadisinin jeomorfolojik gelişimini açıklamak için küçük bir model teşkil etmesi etkili olmuştur.

Anadolu'da bugünkü akarsu ağının kuruluş dönemi olarak kabul edilen Üst Pliyosen'den itibaren, Sakarya Nehri ve kolları bu sahada devam etmekte olan tektonik hareketlerle birlikte yer yer menderesler oluşturarak temele gömülmüş ve çalışma alanındaki Geçitli ve Gemiciköy kapalı havzalarını birbirine bağlayan derin epijenik (sürempoze) boğazları (Hamitabat Boğazı, Şeytankaya Boğazı ve Kırılbağı Boğazı) meydana getirmiştir. Kuvaterner sırasında ise bu kapalı havzalarda biriktirilmiş olan depolar, küresel ölçekteki deniz seviyesi değişiklikleri ve süregelen tektoniğin kontrolünde ya tamamen süpürülerek taşınmış ya da birkaç basamak halinde izlenebilen dönemli seki özelliği kazanmıştır.

Bu seviyelerin en iyi gözlemlendiği alan olan Gemiciköy havzasındaki sekiler, Üst Eosen - Alt Miyosen yaşlı Gemiciköy formasyonunun üzerine açılmalıkla gelmektedir. Yapılan metrik ölçümler bu havza içerisinde vadinin her iki yamacında izlenebilen iki basamağın bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bunlar, bugünkü deniz seviyesinden + 149 m (vadi tabanından + 29m) yükseklikte bulunan yüksek sekiler (S1) ve +131 m (vadi tabanından + 11m) yükseklikte bulunan alçak sekilerdir (S2).

Anahtar Kelimeler: Orta Sakarya Vadisi, Sakarya Nehri, Jeomorfoloji, Epijenik Boğaz, Seki

ABSTRACT

This study aims to present geomorphologic units with its formation and development of area between Hamitabat-Gemiciköy settlements which are located in Bilecik province. In deciding study area which is drained by Sakarya River that is biggest in river Northwest Anatolia, it was effective forming a small model to explain geomorphological development of central Sakarya Valley.

Sakarya River and its branches sinked into basement by partly meandering with ongoing tectonic movements in the study area from Pliocene which is regarded as establishment period of present river system in Anatolia, and created deep epeirogenic (superimpose) gorges (Hamitabat, Şeytankaya and Kıralbağı) which link Geçitli and Gemiciköy closed basins in the area. On the other hand, during the Quaternary under control of global sea level changes and ongoing tectonics, depositions aggregated in these closed basins either are transported by wholly erosion or gain a feature of terrace which can be seen as a few levels.

The terraces of Gemiciköy basin which is the best area to observe these levels, come over Upper Eocene-Lower Miocene aged Gemiciköy formation with an angular unconformity. The metric measurements reveal that there are two traceable levels in both sides of valley in the basin. These are high terraces (T1) at +149 m (from valley floor +49 m) altitude and low terraces (T2) at +131 m (from valley floor +11 m) altitude above sea level.

Key Words: Central Sakarya Valley, Sakarya Valley, Geomorphology, Epeirogenic Gorge, Terrace.

İÇİNDEKİLER

BEYAN	i
ÖN SÖZ	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	iv
KISALTMALAR	vii
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
FOTOĞRAF LİSTESİ	xi

BİRİNCİ BÖLÜM

1. GİRİŞ	1
1.1. ARAŞTIRMA ALANININ YERİ VE SINIRLARI	2
1.2. AMAÇ, MATERYAL VE YÖNTEM	7
1.3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	10

İKİNCİ BÖLÜM

2. ARAŞTIRMA ALANININ JEOLojİK ÖZELLİKLERİ	21
2.1. STRATİGRAFİ.....	21
2.2. FORMASYONLAR.....	25
2.2.1. Temel Birimler.....	25
2.2.1.1. Söğüt Metamorfitleri.....	25
2.2.1.2. Sarıcakaya Granitoyiti.....	26

2.2.2. Örtü Birimleri	27
2.2.2.1. Bayırköy Formasyonu.....	27
2.2.2.2. Bilecik Kireçtaşı.....	29
2.2.2.3. Yenipazar Formasyonu	30
2.2.2.4. Geçitli Formasyonu.....	31
2.2.2.5. Gemiciköy Formasyonu	32
2.2.2.6. Eski Alüvyonlar	33
2.2.2.7. Yamaç Döküntüleri	34
2.2.2.8. Güncel Alüvyon	35
2.3. PALEOCOĞRAFYA.....	36
2.4. TEKTONİK ÖZELLİKLER.....	46

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. ARAŞTIRMA ALANININ JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ.....	51
3.1. PLATO YÜZEYLERİ	53
3.2. SAKARYA NEHRİ VADİSİ.....	54
3.3. VADİ YAMAÇLARI	56
3.4. BOĞAZLAR.....	63
3.5. MAĞARALAR.....	70
3.6. SEKİLER	76
3.7. BİRİKİNTİ YELPAZESİ.....	85
3.8. TAŞKIN OVASI.....	88
3.9. AKARSU YATAĞI.....	90

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. HAMİTABAT-GEMİCİKÖY ARASINDA SAKARYA NEHRİ VADİSİNİN GELİŞMESİ	98
SONUÇ	101
KAYNAKLAR	103
ÖZGEÇMİŞ.....	117

KISALTMALAR

B: Batı

CBS: Coğrafi Bilgi Sistemleri

D: Doğu

DEM: Digital Elevation Model – Sayısal Yükseklik Modeli

DSİ: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

Foto: Fotoğraf

GPS: Global Positioning System - Küresel Konumlama Sistemi

KAF: Kuzey Anadolu Fay Hattı

KB-GD: Kuzeybatı-Güneydoğu

km: Kilometre

km²: Kilometre kare

m: Metre

MTA: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

N: Kuzey

%: Yüzde

°C: Santigrad Derece

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Söğüt Meteoroloji İstasyonununun 1965-1995 Yılları Arasını Kapsayan Meteorolojik Değerleri.....	5
Tablo 2: Çalışma Sahasının Tektonizma-Jeomorfoloji Gelişim Evreleri	50
Tablo 3: Akarsu Yataklarının Sınıflandırılması	95
Tablo 4: Nehir Yataklarının Sınıflandırılması	96

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Araştırma Sahasının Yeri ve Sınırları	3
Şekil 2: Araştırma Sahasının Fiziki Haritası.....	4
Şekil 3: Araştırma Sahasının Hidrografya Haritası	6
Şekil 4: Çalışma Sahasının Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti	23
Şekil 5: Hamitabat-Gemiciköy Arasında (Bilecik) Orta Sakarya Vadisinin Jeoloji Haritası	24
Şekil 6: Jura Litofasiyes Haritası	37
Şekil 7: Orta-Üst Jura Paleocoğrafya Haritası.....	38
Şekil 8: Orta-Üst Jura Litofasiyes Haritası	38
Şekil 9: Üst Kretase Paleocoğrafya Haritası.....	39
Şekil 10: Üst Kretase Litofasiyes Haritası.....	40
Şekil 11: Üst Kretase Sonlarının Paleocoğrafya Haritası	41
Şekil 12: Alt Paleosen Paleocoğrafya Haritası	41
Şekil 13: Üst Paleosen Paleocoğrafya Haritası.....	42
Şekil 14: Doğu Marmara Bölgesinin Morfotektonik Üniteleri.....	44
Şekil 15: Türkiye'nin Tektonik Üniteleri ve Bu Üniteler Arasında Çalışma Sahasının Konumunu Gösteren Harita	46
Şekil 16: Hamitabat-Gemiciköy Arasında (Bilecik) Orta Sakarya Vadisinin Jeomorfoloji Haritası	52
Şekil 17: Sakarya Nehri Vadisinin Boyuna Profili (Hamitabat-Gemiciköy Arası).....	55

Şekil 18: Çalışma Sahasının Genelleştirilmiş Vadi Enine Kesiti	57
Şekil 19: Hamitabat-Gemiciköy Arasında (Bilecik) Orta Sakarya Vadisinin Eğim Haritası	61
Şekil 20: Hamitabat-Gemiciköy Arasında Sakarya Nehri Vadisinin Enine Profilleri ...	61
Şekil 21: Hamitabat Boğazı'nın Enine Kesiti.....	64
Şekil 22: Şeytankaya Boğazı'nın Enine Kesiti.....	68
Şekil 23: Ağzı Faylanma Sonucu Açılmış Geçitli Mağarasının Oluşum ve Gelişimini Gösteren Şematik Kesit.....	72
Şekil 24: Orta Sakarya Vadisine Ait Sekilerin Genelleştirilmiş Enine Kesiti.....	78
Şekil 25 Yukarıkumlar Mevkii ve Şeytankaya Boğazı Arasında Yapılan Sondaj Çalışmaları Sonucunda Elde Edilen Kesit	94

FOTOĞRAF LİSTESİ

- Foto 1:** Muradın Tepe Kuzeybatısında Yüzeyleyen Söğüt Metamorfitleri 26
- Foto 2:** Aktepe Batısında Yüzeyleyen Kumtaşı-Çamurtaşı-Kireçtaşı Ardalanmalı Bayırköy Formasyonu 28
- Foto 3:** Hamitabat Boğazı'nda Yüzeyleyen Jura Yaşlı Birimler 30
- Foto 4:** Yenipazar Formasyonuna Ait Fliş Serisinden Kumtaşı Serisine Geçiş A: Kumtaşı, B: Fliş, C: Fliş Üzerine Diskordans Şekilde Gelen Örtü Birimi 31
- Foto 5:** Gemiciköy Formasyonuna Ait Göllenme Alanı, Yol Yarmasına Bağlı Olarak Ortaya Çıkan Akarsu (A) ve Gölsel Çökeller (B) 33
- Foto 6:** Kocadağ'ın Batı Yamaçlarında Görülen Yamaç Döküntüleri 35
- Foto 7:** Belalan Tepe Kuzeyinde Yayılış Gösteren Yamaç Döküntüleri 35
- Foto 8:** Erenler Tepe Kuzeyinde Eski Akarsu Şebekesine Ait Delta İstifi (Geçitli Kuzeyi) 42
- Foto 9:** Araştırma Sahasının Güney Sınırındaki Hamitabat Boğazı'nda Tespit Edilen Fay Dikliği 48
- Foto 10:** Faylanmaya Bağlı Olarak Açığa Çıkan Geçitli Mağarası 48
- Foto 11:** Faya Bağlı Olarak Akarsu Yatağında Meydana Gelen Değişim (Karaçam Sırtı Kuzeybatısı) 49
- Foto 12:** Orta Sakarya Platoları İçerisinde Değerlendirilen Bilecik-Söğüt Plato Alanları 53
- Foto 13:** Jura Yaşlı Birimler İçerisinde Gelişen Hamitabat Boğazı 55
- Foto 14:** Jura Yaşlı Birimler İçerisinde Gelişen Şeytankaya Boğazı 56
- Foto 15:** Dar ve Derin Bir Vadiye Sahip Olan Kırılbağı Boğazı 59

Foto 16: Gemiciköy Formasyonu Üzerinde Gelişme İmkânı Bulan Akarsu Seki Seviyeleri.....	60
Foto 17: Kozkaya ve Kuyucak Tepe Arasında KB-GD Yönlü Asılı Kalmış Vadi	62
Foto 18: Hamitabat Boğazı ve Yakın Çevresi.....	64
Foto 19: Jura Yaşlı Kalkerler İçerisinde Gelişen Hamitabat Boğazı'na Güneyden Bakış	65
Foto 20: Şeytankaya Boğazı.....	66
Foto 21: Şeytankaya Boğazı Yamaçlarındaki Omuz Yüzeyleri.....	67
Foto 22: Şeytankaya Boğazı'nın Yamaçlarında Görülen Omuz Yüzeyleri Gömülmenin Safhalar Halinde Meydana Geldiğini Göstermektedir	67
Foto 23: Şeytankaya Boğazı'na Kuzeyden Bakış	68
Foto 24: Kırılbağı Boğazı	69
Foto 25: Kırılbağı Boğazı ve Şeytankaya Boğazı'nın Meydana Getirdiği Birleştirme Boğazı	70
Foto 26: Faylanmaya Bağlı Olarak Açığa Çıkan Geçitli Mağarası ve Yakın Çevresi.....	72
Foto 27: Belalan Tepe Kuzeyinde Yer Alan Geçitli Mağarası (Geçitli Güneyi)	73
Foto 28: Mağaraların Gelişigüzel Kullanılması Sonucunda Tahrip Olması (Geçitli Mağarası).....	74
Foto 29: Mağara İçerisinin Kaçak Kazı Yapılması Sonucu Tahrip Olması (Geçitli Mağarası).....	74
Foto 30: Kuyuyanı Mağarası	75
Foto 31: Hayvan Barınağı Olarak Kullanılan Kuyuyanı Mağarası.....	75

Foto 32: Hayvan Barınağı Olarak Kullanılan Kuyuyanı Mağarasının İç Kısmı	76
Foto 33: Selbükü-Gemiciköy Arasında Yer Alan Akarsu Seki Seviyeleri (Gemiciköy Batısı)	78
Foto 34: Akarsu Seki Seviyeleri ve Yakın Çevresi, Alçak Seki Seviyesinin Nispi Yükseltisi +11 m, Yüksek Seki Seviyesinin Nispi Yükseltisi +29 m.....	79
Foto 35: Akarsu Seki Seviyeleri ve Yukarı Seki Üzerinde Yer Alan Gemiciköy, Alçak Seki Seviyesinin Nispi Yükseltisi +11 m, Yüksek Seki Seviyesinin Nispi Yükseltisi +29 m	79
Foto 36: Gemiciköy Batısındaki Yol Yarması Sonucu Ortaya Çıkan Yüksek Seki Deposu, Yarı Yuvarlaklaştırılmış-Yuvarlaklaştırılmış, Ufak-Orta Boy Çakıllardan Oluşurken Yer Yer De İri Çakıl Boyutundaki Malzemelerden Oluşmaktadır.....	80
Foto 37: Gemiciköy'ün Üzerinde Kurulmuş Olduğu Yüksek Akarsu Sekisi, Yarı Yuvarlaklaştırılmış, Ufak-Orta Boy Çakıllardan Oluşmaktadır	81
Foto 38: Yüksek Seki Deposunu Oluşturan Yarı Yuvarlaklaştırılmış-Yuvarlaklaştırılmış Malzeme (Yukarı Kumlar Mevkii Kuzeyi).....	81
Foto 39: Köşeli Taşlardan ve Kil-Silt Boyutundaki Malzemelerin Bir Araya Gelmesi Sonucu Oluşan Alçak Seki Deposu.....	82
Foto 40: Alçak Seki Üzerinde Yoğun Bir Seracılık Faaliyeti Sürdürülmektedir.....	83
Foto 41: Yüksek Seki Üzerinde Kurulmuş Olan Gemiciköy Yerleşmesi	83
Foto 42: Hamitabat Birikinti Yelpazesi ve Hamitabat Boğazı'ndan Bir Görünüm	87
Foto 43: Hamitabat Birikinti Yelpazesini Oluşturan Dokuz Dere ve Yatağı	87
Foto 44: Hamitabat Birikinti Yelpazesi ve Akarsuyun Yelpazeye Bağlı Olarak Yatağında Meydana Gelen Ötelenme.....	88

Foto 45: Sakarya Nehri Vadisinde Yer Alan Art Bataklık Alanı, Geçitli Doğusunda Pilavcı Dere'nin Sakarya Nehri ile Kavuştuğu Alan	90
Foto 46: Sakarya Nehri'nin Yatağının Genişlemesine Bağlı Olarak Yarı Sinüsel Bir Akış Göstermesi	92
Foto 47: Sakarya Nehri (Hamitabat Kuzeyi).....	93
Foto 48: Gemiciköy Batısında Bulunan Yukarı Kumlar Mevkiinde Sakarya Nehri'nin Meydana Getirdiği Çakıllı Banklar	97
Foto 49: Geçitli Kuzeyinde Tespit Edilen Delta İstifi	99

BİRİNCİ BÖLÜM

1. GİRİŞ

Akarsu vadileri, gerek içme ve sulama suyuna erişimin kolay olması gerekse taşımacılıkta sağladıkları kolaylıklar nedeniyle uygarlığın kurulduğu en erken dönemlerden beri insanların en çok tercih ettikleri yerleşme alanları olmuştur.

Tarih boyunca birçok uygarlık akarsu vadilerinde şekillenmiştir. Fırat ve Dicle'nin şekillendirdiği Mezopotamya, Nil Nehri'nin hayat verdiği Mısır medeniyeti ve Anadolu'da kurulan hemen hemen bütün medeniyetler akarsu vadilerinde kurulmuştur.

Kuzeybatı Anadolu'nun en önemli nehri olan Sakarya da birçok medeniyetlere hayat vermiştir. Özellikle Frigya'nın başkenti Gordion, Sakarya Nehri'nin önemli bir kolu olan Porsuk Çayı'nın Sakarya Nehri'ne kavuştuğu Yassihöyük yakınlarında kurulmuştur. Gordion sırasıyla Frig, Lidya, Hitit, Galat, Roma ve Osmanlı medeniyetlerinin hüküm sürdüğü yer olmuştur. Sakarya Nehri, bozkırın ortasında kurulan uygarlıklar için vazgeçilmez bir su kaynağı ve tarım için sulama imkânı oluşturmuştur.

Akarsular aynı zamanda uygarlıkların üzerinde kurulduğu topoğrafyayı şekillendiren önemli bir güçtür. Flüvyal jeomorfoloji çalışmaları, akarsuların oluşturdukları yer şekillerini, gelişim süreçleriyle birlikte ele alarak bunları kronostratigrafik bir çerçeveye oturtmayı amaçlamaktadır. Bunun yanı sıra, son birkaç on yıldır sayısal modeller, deneysel incelemeler ve saha gözlemlerini kombine ederek havza yönetimine dönük yapılan çalışmaların sayısında da önemli artışlar olmuştur. Bu çalışmalar, nehir yönetimindeki yeni uygulamaların, peyzaj restorasyonunun, afet çalışmalarının, nehir tarihinin ve jeoarkeolojinin gelişmesine olanak sağlamaktadır (Thorndycraft vd., 2008).

Aynı zamanda akarsu sistemleri, yeryüzünü şekillendiren büyük bir güç olmasının yanında, iklimsel değişimler ve tektonizma (faylanma, bölgesel yükselim, kıvrımlanma vb.) gibi çevresel değişimlere tepki veren ve bu tepkinin önemli kayıtlarını içeren morfolojik sistemlerin başında gelmektedir (Bridgland, 2000; Schumm vd., 2000; Vandenberghe, 2002; Westaway vd., 2003; Lord, 2009; Demir vd., 2004). Bu yüzden

akarsu sistemleri yeryüzünün jeomorfolojik yapısını ele alan coğrafi çalışmalar için önemli bir veri kaynağıdır.

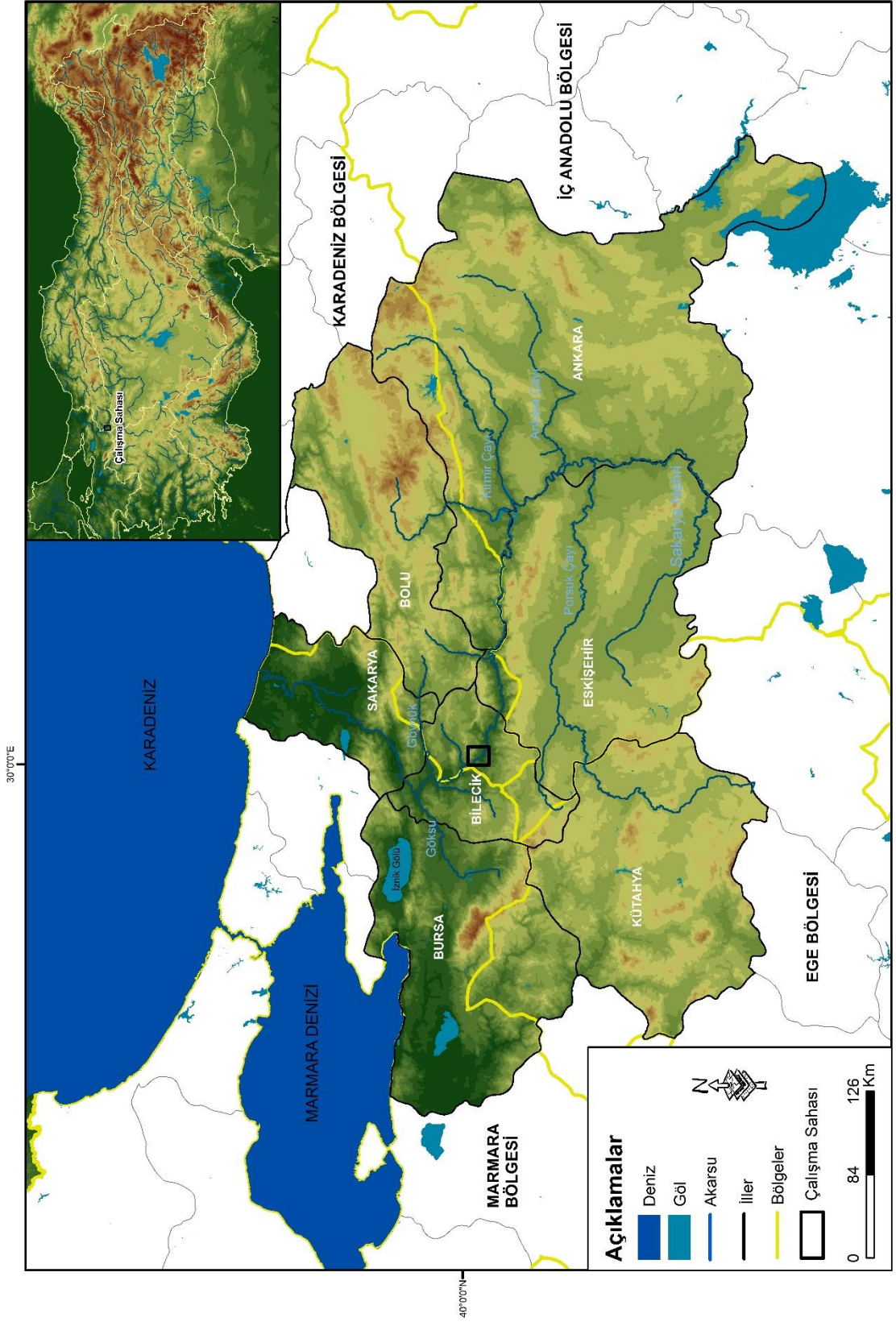
1.1. ARAŞTIRMA ALANININ YERİ VE SINIRLARI

Sakarya Nehri, 824 km uzunluğu ve yaklaşık 58.160 km² yi bulan akaçlama alanı ile Kuzeybatı Anadolu'nun en büyük akarsuyudur. Sakarya Nehri, kaynağını Eskişehir ilinin Çifteler ilçesindeki Sakaryabaşı mevkiinden alır ve kabaca batı-doğu yönünde akarak Polatlı kuzeybatısındaki Yassıhöyük yakınında Porsuk Çayı ile birleşir. Sarıyar yakınlarında ani bir dirsekle batıya doğru yönelen nehir, buradan itibaren Sündiken Dağlarının kuzey etekleri boyunca doğu-batı yönlü bir oluk içerisinde akar. Söğüt kuzeyinde kuzey-güney yönünü alarak bir dizi boğazdan (güneyden kuzeye doğru; Hamitabat, Şeytankaya, Paşalar ve Geyve Boğazı) Adapazarı ovasına ulaşır ve Karasu'dan Karadeniz'e dökülür (Şekil 1).

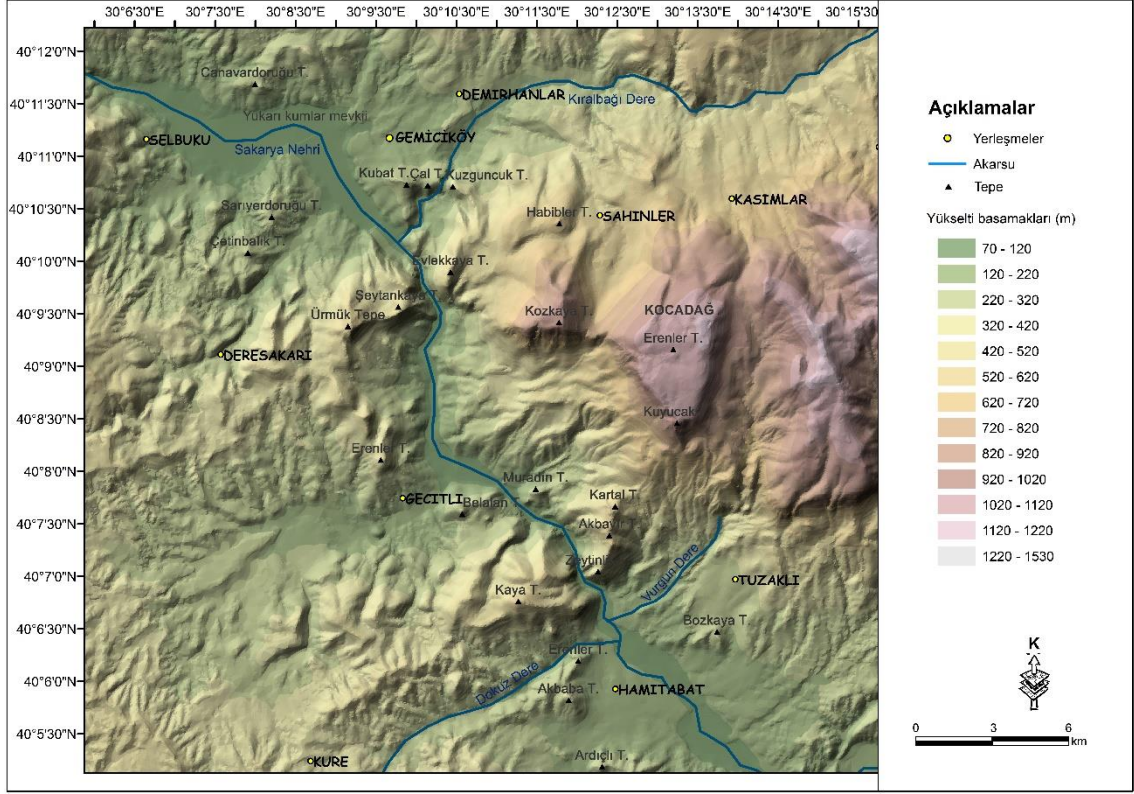
Porsuk Çayı'nın Sakarya Nehri'ne kavuştuğu bu alan ile Paşalar Boğazı arasında kalan kesim Orta Sakarya Vadisi olarak nitelendirilmektedir (Bilgin, 1980; Yazıcı, 1998).

Orta Sakarya Vadisi içerisinde yer alan çalışma sahası coğrafi bölge sınırlandırması bakımından Batı Karadeniz Bölümü'nde yer alırken idari olarak Bilecik iline bağlı Söğüt ilçesinin kuzeyinde bulunan Hamitabat, Geçitli ve Gemiciköy sınırları içerisinde yer almaktadır. Hamitabat ve Şeytankaya Boğazı'nı içeren çalışma sahası 40° 5' 30" - 40° 11' 30" kuzey enlemleri ile 30° 7' 0" - 30° 14' 0" doğu boylamları arasında bulunmaktadır (Şekil 2).

Çalışma sahası kabaca kuzeyde Gölpazarı Havzası, güneyde ise Sündiken Dağları ile sınırlandırılırken esas olarak kuzey ve kuzeydoğuda Yukarı kumlar mevki ve Gemici köyü, batıda Geçitli köyü, güney ve güneydoğuda Hamitabat köyü, doğuda ise Erenler Tepe'nin batıya bakan yamaçları ile sınırlandırılmaktadır. Çalışma sahasının doğusunda bulunan Kozkaya Tepe (974 m), Kuyucak Tepe (1019 m) ve Erenler Tepe (1139 m) en yüksek yerler durumundadır (Şekil 2).



Şekil 1: Araştırma Sahasının Yeri ve Sınırları



Şekil 2: Araştırma Sahasının Fiziki Haritası

İklim, doğal ortam ve insan yaşamının şekillenmesinde önemli rol oynayan bir etmendir. Bu nedenle, iklimin araştırma alanımızdaki yer şekillerinin oluşum ve gelişimi üzerine olan etkilerini detaylı bir şekilde ele almak gerekmektedir. Araştırma alanında günümüzde etkili olan iklim özelliklerini ortaya koyabilmek için en yakın meteoroloji istasyonu olan Söğüt meteoroloji istasyonunun 1965-1995 yılları arasında kapsayan dönemde yapmış olduğu ölçümlerden faydalanılmıştır. 725 m yükseltide bulunan bu istasyonun verilerine göre, bu sahada yıllık ortalama sıcaklık 11,8 °C olup ortalama sıcaklığın en yüksek olduğu ay Ağustos (21,2 °C) en düşük olduğu ay ise Ocak (1,9 °C) ayıdır (Tablo 1). Fakat çalışma sahasındaki iklim koşulları yükselti ve bakı koşullarına göre değişim göstermektedir. Söğüt meteoroloji istasyonu ile deniz seviyesinden 120 m yükseklikte bulunan Sakarya Nehri'nin vadi tabanı arasında belirgin bir yükseklik farkı vardır. Bu nedenle Sakarya Nehri vadisi içerisinde sıcaklık değerleri daha yüksektir. Nitekim yamaçlarda Akdeniz bitki türlerinin yayılım göstermesi iklim koşullarındaki bu değişimin sonucudur.

Çalışma sahasında toplam yıllık ortalama yağış miktarı 559,2 mm dir. Yağış miktarı Aralık (72,7 mm) ayında en yüksek Ağustos (16,9 mm) ayında ise en düşük değerine ulaşmaktadır (Tablo 1). Tabloya göre, yağışın yıl içerisinde tüm aylara dağılmış olması sahanın iklim bakımından Karadeniz Bölgesi'ne bir geçiş özelliği gösterdiğini de kanıtlamaktadır. Araştırma alanında, yine Söğüt meteoroloji istasyonunun yükseltisi esas alındığında, Sakarya Nehri'nin vadisinde yağışların daha düşük buna karşın 1000 m.yi aşan yükseltilerde ise daha yüksek değerler göstermesi gerekmektedir.

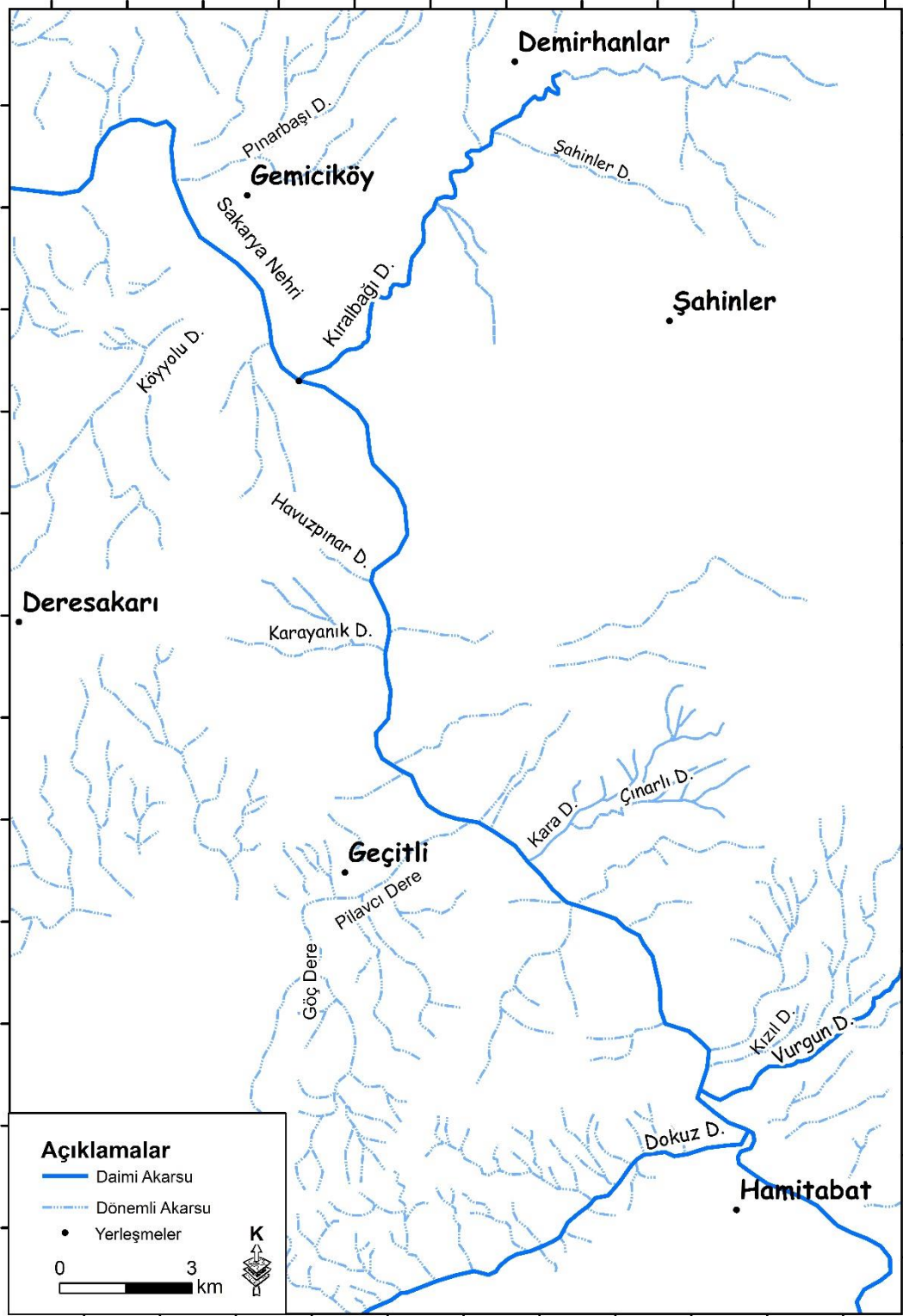
Tablo 1: Söğüt Meteoroloji İstasyonunun 1965-1995 Yılları Arasını Kapsayan Meteorolojik Değerleri

AYLAR	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	YILLIK
Ortalama Sıcaklık (°C)	1,9	3,1	6,3	11,4	15,6	19,3	21,2	21	17,7	13	8,2	3,9	11,9
Toplam Yağış Ortalaması (mm)	64,5	53	58,7	55,5	55	42,6	20,7	16,9	19,2	49,1	51,4	72,7	559,2

Kaynak: Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü (Ankara)

Thornthwaite'in iklim sınıflamasına göre, Söğüt ilçesinin “ C1B'1s2b'4” kurak ve az nemli, birinci dereceden mezotermal, kış mevsiminde çok kuvvetli su fazlası olan ve denizel şartlara yakın iklim tipine girmektedir.

Hamitabat-Gemiciköy arasında yaklaşık olarak 16 km uzunluğunda vadi boyu ile boğazların kontrolü altında olan çalışma sahası, Kuzeybatı Anadolu'nun en önemli akarsuyu olan Sakarya Nehri ve kolları (Kıralbağı Dere (Erbis Dere), Dokuz Dere ve Vurgun Dere) tarafından drene edilen bir alandır. Ayrıca, çok sayıda dönemli akarsuya sahip olan Sakarya Nehri, kurulduğu sahanın topoğrafik ve jeolojik karakterine bağlı olarak kafesli bir akarsu şebekesine sahiptir (Şekil 3).



Şekil 3: Araştırma Sahasının Hidrografiya Haritası

Çalışma sahası coğrafi olarak Karadeniz Bölgesinde yer almakla birlikte, Sakarya Nehri'nin vadisi boyunca denizel etkilerin içerilere sokulma imkanı bulması nedeniyle bitki örtüsü tür bakımından çeşitlilik göstermektedir. Bu bölgede, Avrupa-Sibirya fitocoğrafya bölgesinin yanısıra Akdeniz fitocoğrafya bölgesine ait türler de bulunmaktadır. Çalışma sahasındaki bitki formasyonlarını ağaç formasyonu, çalı formasyonu ve ot formasyonu olarak üç grupta toplayabiliriz. Sahada, ağaç türlerinden özellikle meşeler (*Quercus*) ile yer yer kızılçam (*Pinus brutia*), karaçam (*Pinus nigra*) ve ardıç (*Juniperus sp.*) yayılış göstermektedir. Bunlardan nemcil türler daha çok yağış değerlerinin arttığı yüksek sahalarda yaygındır. Aynı zamanda bölgede geniş alan kaplayan kireçtaşlarının üzerinde daha çok meşe türleri ve maki türlerinden laden (*Cistus*), karaçalı (*Paliurus aculeatus*), akçakesme (*Phillyrea latifolia*), katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus*) ve geven (*Astragalus*) gibi çalı ve otsu türler de bulunmaktadır.

1.2. AMAÇ, MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, Orta Sakarya vadisi içerisinde yer alan Hamitabat-Gemiciköy arasındaki morfolojik ünitelerin oluşum ve gelişimini bölgenin jeomorfolojik evrimi ile birlikte ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Bu amaca uygun olarak çalışma, arazi öncesi hazırlık çalışmaları, arazi çalışmaları ve toplanan verilerin değerlendirilmesi ile rapor haline getirilmesini kapsayan aşama olan arazi sonrası çalışmalar olarak üç ana bölüm altında toplanmaktadır.

İlk aşamada çalışma ile ilgili literatür taraması yapılarak flüvyal jeomorfoloji ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalar derlenmiştir.

Daha sonra sayısal yükselti verileri ve Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nden (MTA) alınan 1\25.000 ölçekli jeoloji haritası ile Harita Genel Komutanlığı'ndan temin edilen 1/25.000 ölçekli topografya haritasından yararlanılmıştır.

Tez çalışması hazırlanırken elde edilen verilerin ve malzemelerin yanı sıra arazi çalışmaları yapılmıştır. İlk aşamada Sakarya Nehri'nin akış yönüne göre sol yamacı boyunca tüm vadi incelenmiş, boğazlar, fay dikliği, birikinti yelpazesi, mağara ve taşkın ovası gibi vadinin önemli morfolojik birimleri üzerinde ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Arazi çalışmalarının ikinci bölümünde, Sakarya Nehri'nin akış yönüne göre sağ yamacında bulunan asılı vadinin oluşum nedenleri ayrıntılı bir şekilde ele alınmış ve yamaç boyunca yer alan mağaralar gözlemlenmiştir. Arazi çalışmalarının son aşamasında ise GPS ve şerit metre gibi temel gereçler kullanılarak sekilerin coğrafi koordinatları, deniz seviyesinden yüksekliği ve nehir seviyesinden yüksekliği gibi ölçümler gerçekleştirilmiştir. Böylece seki seviyeleri ve bu seviyelerin alansal dağılımları belirlenerek harita üzerinde işaretleme yapıldıktan sonra seki kesiti oluşturulmuş ve stratigrafik dizilim belirlenmiştir.

Ayrıca çalışma sahası içerisinde kalan Sakarya Nehri'nin vadisi ve boğazların enine kesitleri çizilmiştir. Vadinin ve boğazların enine kesiti, vadinin yamaç özelliklerini, nehrin kestiği jeolojik birimleri ve yatağın eğimindeki değişimleri göstermesi açısından oldukça önemlidir.

Ek olarak DSİ tarafından Sakarya Nehri vadisinde yapılan sondaj çalışmalarının sonuçlarından yararlanılmıştır. Bu verilerin ortaya koyduğu sediment birikim oranları, hızları ve zamanları Sakarya Nehri vadisinin gelişim sürecinin yorumlanmasında kullanılan önemli kaynaklardır.

Son olarak elde edilen veriler ilk olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında bir araya getirilerek araştırma sahasına ait kapsamlı bir veri tabanı oluşturmak amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin veri girişi, veri işleme, analiz ve sunu hazırlama araçlarından faydalanılmıştır.

Oluşturulan veri tabanı ArcMap 10.1 programı yardımıyla vektör veri formatından raster veri formatına dönüştürülerek Sayısal Yükseklik Modeli oluşturulmuş ve bu veri, tez çalışması kapsamında pek çok uygulamada altlık olarak kullanılmıştır. Özellikle çalışma sahasının kuzey kesiminde yer alan akarsu sekileri ile alüvyal yelpaze, taşkın ovası, akarsu yatağı, boğazlar, asılı vadi ve mağaralar gibi diğer jeomorfolojik unsurlar haritalanmıştır. Böylece bu saha da yayılım gösteren farklı morfolojik üniteler belirlenmiştir.

Tez çalışması için *araştırma soruları* belirlenmiştir. Bunlar aşağıdaki gibidir;

1. Sakarya Nehri vadisi ne zaman oluşmaya başlamış ve nasıl bir değişim geçirmiştir?
2. Sakarya Nehri vadisinin oluşumu ve gelişimi üzerinde etkili olan faktörler nelerdir?
3. Vadi içerisinde bulunan başta sekiler ve boğazlar olmak üzere vadi yamaçları, mağaralar, birikinti yelpazesi ve taşkın ovası gibi jeomorfolojik birimlerin dağılışı ve morfolojisi nasıldır? Bu birimlerin oluşumunda etkili olan faktörler nelerdir?

Bu araştırma sorularına bağlı olarak, çalışmanın *hipotezleri* şu şekildedir;

Kuzeybatı Anadolu'nun en önemli ve en büyük akarsuyu olan Sakarya Nehri ve kolları, tektonik hareketler ve iklim değişiklikleri etkisinde kalarak Üst Pliyosen'den itibaren Neojen depoları ve yapıyı kesen aşınım yüzeylerini yararak sürempoze bir şekilde yataklarına gömüldüğü düşünülmektedir.

İklim ve tektonik hareketlere bağlı olarak meydana gelen Sakarya Nehri'nin yatağına gömülmesi vadi içerisindeki jeomorfolojik birimlerin oluşumu ve gelişiminde etkili olmuştur. Sakarya Nehri vadisindeki sekiler, boğazlar, mağaralar, taşkın ovası, birikinti yelpazesi gibi jeomorfolojik birimlerin varlığı vadinin morfolojik gelişimine ilişkin problemlerin açıklanmasında ışık tutmaktadır.

1.3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ülkemizde geçmişten günümüze flüvyal jeomorfoloji konusunda birçok çalışma yapılmıştır. Akyol (1947) “*Türkiye’de Akarsu Sistemleri ve Rejimleri*”, Ardel (1955) “*Yukarı Sakarya Havzası*”, İnanlık (1955) “*Morfolojide Taraçalar Meselesi*”, Tanoğlu ve Erinç (1956) “*Garsak Boğazı ve Eski Sakarya*”, Erinç (1957) “*Türkiye’de Akarsu Rejimlerine Toplu Bakış*”, Akkan (1966) “*Şahinkaya Yarma Vadisi*”, Akkan (1970) “*Bafra Burnu-Delice Kavşağı Arasında Kızılırmak Vadisinin Jeomorfolojisi*”, Öztekin ve Erol (1970) “*Türkiye Akarsu Rejimlerine Yağış, Yer Şekli ve Yapısının Etkisi*”, Şahin (1975) “*Terme Çayı Havzasının Jeomorfolojisi*”, Doğu (1994) “*Akköprü Sekilerinin (Dalaman Çayı) Güneybatı Anadolu Jeomorfolojisindeki Önemi*”, Erol (1995) “*Asi Nehri Deltasının Jeomorfolojisi ve Dördüncü Zaman Deniz-Akarsu Sekileri*”, Uncu (1995) “*Terme Çayı ile Kocamandere Çayı Havzalarında Fiziki Coğrafya Araştırmaları ve Doğal Çevre Sorunları*”, Kayan (2000) “*İzmir ve Çevresinin Morfotektonik Birimleri ve Alüvyal Jeomorfolojisi*”, Çiçek (2001) “*İlhan-Kirmir Çayı Kavşağı Çevresinin Jeomorfolojisi*”, Çiçek (2001) “*Mut ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojisi*”, Doğan (2002) “*Manavgat Nehri Havzasının Jeomorfolojik Evrimi*”, Westeway (2003) “*Pliocene and Quaternary Surface Uplift of Western Turkey Revealed by Long-Term River Terrace Sequences*”, Demir (2004) “*River Terrace Sequences in Turkey: Sources of Evidence for Lateral Variations in Regional Uplift*”, Westeway (2004) “*Pliocene and Quaternary Regional Uplift in Western Turkey, The Gediz River Terrace Staircase and the Volcanism at Kula*”, Collins (2005) “*Fluvial Stratigraphy and Palaeoenvironments in the Pasinler Basin, Eastern Turkey*”, Maddy (2005) “*An Obliquity-Controlled Early Pleistocene River Terrace Record from Western Turkey*”, Avşin (2006) “*Sarıhıdır-Çiftedam Arasında (Avanos) Kızılırmak Vadisinin Jeomorfolojisi*”, Öner (2008) “*Asi Delta Ovasında Alüvyal Jeomorfoloji ve Paleocoğrafya Araştırmaları, Antakya*”, Doğan (2009) “*Gülşehir-Şahinler Arasında Kızılırmak’ın Uzun Dönemli Sekileri ve Taşkın Ovasının Gelişimi*”, Doğan (2010) “*Fluvial Response to Climate Change During and After the Last Glacial Maximum in Central Anatolia, Turkey*”, Avşin (2011) “*Kızılırmak Sekilerinin Oluşumunda İklim ve Tektoniğin Rolü, Avanos*”, Doğan (2011) “*Climate-Controlled River Terrace Formation in the Kızılırmak Valley, Coppadocia Section, Turkey: Inferred from Ar-Ar Dating of Quaternary Basalts and Terraces Stratigraphy*”, Avşin (2013) “

Göksu Nehri Vadisinin Flüvyal Jeomorfolojisi (Mut ve Silifke Arası”, Kazancı (2014)
“*Güney Marmara Bölgesindeki Büyük Vadilerin Olası Değişme Zamanı*”, Kayan (2015)
“*Sedimentolojik ve Paleontolojik Verilere Göre Delta Ovasında (İzmir) Alüvyal Jeomorfoloji Araştırmaları*”, Berndt vd. (2016) “*Kızılırmak Nehri Anakaya Sekilerinin ve Paleo-delta Seviyelerinin OSL Yaşlandırması: Orta Pontidler’in Yükselimi İçin Çıkarımlar*” adlı eserler başlıca çalışmalardır.

Çalışma sahası ve yakın çevresi önceki yıllarda birçok değişik çalışmaya konu olmuştur. Bu çalışmalar arasında bir kısmı çalışma alanının da içerisinde bulunduğu alanın jeolojik (Eroskay, 1965; Altınlı ve Saner, 1971; Altınlı, 1971; Demirkol, 1977; Şentürk ve Karaköse, 1979; Saner, 1980; Yılmaz, 1981, 1985; Emre vd., 1998; Akyazı vd., 2001; Soylu vd., 2007; Önde, 2012; Gürbüz ve Seyitoğlu, 2014) ve jeomorfolojik (Bilgin, 1980, 1990; Yazıcı, 1998; Ekmekçi ve Nazik, 2004; Tuncer, 2004, 2008; Tuncer vd., 2010) özelliklerini ortaya koymaya yöneliktir.

Bilgin (1980) ve Tuncer (2004) tarafından hazırlanmış olan çalışmalar çalışma sahası ve yakın çevresi açısından en kapsamlı jeomorfoloji çalışmalarıdır. Bu bölümde tarih sıralamasına göre kısaca diğer çalışmalardan söz edilecektir.

Ardel (1955) tarafından yapılmış olan “Yukarı Sakarya Havzası (Le Bassin du Haut Sakarya)” adlı çalışmada Sakarya Nehri ve kollarının Yukarı Sakarya Havzası’nda Neojen örtü üzerinde kurulduktan sonra yer yer temele gömüldüğü ortaya konulmuştur. Böylece sürempoze karakterdeki şebekenin, Anadolu’nun diğer kısımlarında olduğu gibi, çeşitli parçaların birbirine eklenmesi sonucu meydana geldiği açıklamıştır.

Tanoğlu ve Erinç (1956) tarafından yapılmış olan “Garsak Boğazı ve Eski Sakarya” adlı çalışmada Sakarya Nehri’nin daha önce kuzeye değil de batıya doğru aktığı belirtilmiştir. İznik depresyonunun batısında bugünkü göl gideğenin takip ettiği Garsak Boğazı’nı önemli bir ipucu sayarak Sakarya’nın Pleyistosen’de Karadın Oluğu-İznik depresyonunu takiben batıya doğru aktığını ve bu boğazında onun eseri olduğunu ileri sürmüşlerdir.

İnandık (1958-1959) tarafından yapılmış olan “Sakarya’nın Rejimine Dair Küçük Bir Not” adlı çalışmada Sakarya Nehri’nin rejimini yağmurlu-karlı (plüvio-nival) bir rejim olarak belirtmiştir.

Eroskay (1965) tarafından yapılmış olan “Paşalar Boğazı-Gölpazarı Sahasının Jeolojisi” adlı çalışma bölge açısından jeolojik alanında en eski çalışmadır. Bu çalışmada bölgenin 1/25000 ölçekli jeoloji haritası ve stratigrafik kesiti oluşturulmuştur. Bu kesite göre Paleozoyik yaşlı Derbent kireçtaşı ile başlayan seri Mesozoyik yaşlı Bayırköy formasyonu, Bilecik kireçtaşı, Vezirhan formasyonu, Gölpazarı grubu ile Tersiyer yaşlı Selvipınar kireçtaşı, Kızılçay formasyonu ve Gemiciköy formasyonu ile temsil edilmektedir.

Akıncı (1966) tarafından yapılmış olan “Bilecik Bölgesi Kaolin Yatakları ve Civarının Jeolojisi” adlı çalışmada kayaçların stratigrafik sıralanmaları gnays ve metamorfik şistler (Paleozoik), granodiyorit - kuvarsdiorit (Permo-Karbonifer), Bilecik kireçtaşı (Üst Jura), şistli, killi kireçtaşı (Üst Kretase), riyolit - kaolinize riyolitik tüf ve killi, nummulitli kireçtaşı (Paleojen), taban konglomerası, bazalt ve kumlu, killi, linyitli, konglomera-kumtaşı serisi (Neojen) şeklinde sıralanmıştır.

Altınlı vd. (1970) tarafından yapılmış olan “Erenköy-Deresakarı (Bilecik ili) Alanının Jeolojisi” adlı çalışmada Erenköy ve Deresakarı arasının jeolojisi açıklanmıştır. Bu doğrultuda sahaya ait genelleştirilmiş stratigrafik kesiti ve ölçülmüş stratigrafi kesiti oluşturulmuştur. Kesitlere göre çalışma sahası sınırları içerisinde kalan Bilecik formasyonunun Bayırköy formasyonu üzerine paralel uyumsuzlukla geldiği ortaya konulmuştur.

Altınlı ve Saner (1971) tarafından yapılmış olan “Bilecik Yakın Dolayının Jeoloji İncelemesi” adlı çalışmada Bilecik dolayının karmaşık jeolojisi aydınlatılmıştır. Çalışmaya göre örnek bir jeoloji haritası yapılarak en eski formasyon Paleozoik yaşlı mikali şistler, mermerler ve gnayslardan oluşan eski temel olarak belirlenmiştir. Eski temel üzerinde 1750 m kalınlığında bir örtü vardır. Bu tortul istifler, Üst Permiyen yaşlı Derbent kireçtaşı, Alt Jura yaşlı Bayırköy formasyonu, Orta-Üst Jura yaşlı Bilecik kireçtaşı, Üst Kretase yaşlı Vezirhan formasyonu, Neojen yaşlı Gemiciköy formasyonu ile Kuvaterner dönemine ait şekilleri temsil etmektedir.

Altınlı (1973) tarafından yapılmış olan “Orta Sakarya Jeolojisi” adlı çalışma, İstanbul Üniversitesi Tatbiki Jeoloji Kürsüsü’nde bir derleme çalışması olarak hazırlanmıştır. Orta Sakarya platolarının batı bölümünde Sakarya vadisini kapsayan

sahanın jeolojik özellikleri ortaya konulmuş ve genelleştirilmiş stratigrafik kesiti oluşturulmuştur. Bu kesite göre bölgedeki kaya stratigrafi birimleri Ayrılmamış temel karmaşığı, Derbent kireçtaşı, Soğukçam kireçtaşı, Vezirhan formasyonu, Gölpazarı grubu, Selvipınar kireçtaşı, Kızılçay formasyonu, Geçitli formasyonu, Gemiciköy formasyonu ve Akköy kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Ayrıca çalışmada adı geçen kaya birimlerinin litoloji toplulukları, özellikleri, yaşları, çökme ortamları açıklanmıştır.

Yılmaz (1976) tarafından yapılmış olan “Relict Pyroxenes of Söğüt Metabasite” adlı çalışmada metamorfik kayaların egemen grubunu oluşturan metabazik kayalar içerisinde iyi korunmuş olan piroksenlerin jeokimyasal özellikleri araştırılarak metamorfizmanın gelişme ortamı ve koşullarına ışık tutabilecek verilerin türetilmesi amaçlanmıştır.

Demirkol (1977) tarafından yapılmış olan “Üzümlü-Tuzaklı (Bilecik) Dolayının Jeolojisi” adlı çalışma ilk olarak 1973 yılında İstanbul Ün. Fen Fak. Tatbiki Jeoloji Kürsüsünde doktora tezi olarak hazırlanmıştır. Daha sonra bilimsel bir yayın olarak sunulmuştur. Orta Sakarya platolarının batı kısmında Sakarya’nın Jura kalkerleri içinde dar boğazlar açtığı ve Tuzaklı – Hamitabat arasında genişlediği kesim ile bunun kuzeyindeki sahanın jeolojik yapısı bu çalışma ile ortaya konulmuştur. Demirkol, Sakarya yatağının hemen kuzeyinde Jura kalkerleri ve Gölpazarı grubunun Paleosen üzerine itilmesi ile meydana gelen “Tuzaklı Bindirmesi (Sürüklenim)”ni tespit etmiştir. Sürüklenimin genişliği 4 km’yi bulmaktadır. Günümüzdeki karmaşık morfolojinin son yükselmeye bağlı yarılmalarla geliştiğini ve bu yükselmenin halen devam ettiğini belirtmektedir.

Saner (1978) tarafından yapılmış olan “Geology and the Environments of Deposition of Geyve – Osmaneli – Gölpazarı - Taraklı Area” adlı çalışmada bölge içerisinde kalan sahadaki kaya birimleri 5 kısımda toplanmıştır. Bunlar temel kayalar, Permien yaşlı kayalar, Mesozoyik-Tersiyer çanağı çökelleri, Neojen çökelleri ve Kuvaterner çökelleridir. Bunlar arasında Mesozoyik-Tersiyer çanağı çökelleri daha ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır.

Yılmaz (1978) tarafından yapılmış olan “Söğüt-Bilecik Bölgesinde Polimetamorfizma ve Bunların Jeoteknik Anlamı” adlı çalışmada mineraloji ve petrografi verileri yardımıyla çalışma alanında güneydoğudan kuzeybatıya doğru artan bir metamorfizmanın varlığı açıklanmıştır.

Şentürk ve Karaköse (1979) tarafından yapılmış olan “Orta Sakarya Dolayının Temel Jeolojisi” adlı çalışmada ayrıntılı bir şekilde Orta Sakarya bölgesinin jeolojisi ortaya konulmuştur. Bölge içerisinde yer alan formasyonlar (Harmanköy formasyonu, Geçitli kireçtaşı, Gemiciköy formasyonu gibi) ayrıntılı bir şekilde açıklanarak saha çalışmaları sırasında elde edilen mikro fauna örnekleri ışığında formasyonların yaş ve tip kesitleri hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıntılı bir şekilde jeolojisi çalışması olmasının yansira bu çalışmada önemli bir jeomorolojik birim olan sekilerden de bahsedilmiştir. Sakarya Nehri boyunca üç seki seviyesi belirlenmiş ve bu sekiler haritalanmıştır. Sakarya vadisi boyunca gözlenen sekiler, çalışma alanımızdaki seki seviyeleri ile kısmen uyum sağlamaktadır.

Bilgin (1980) tarafından yapılmış olan “Orta Sakarya Platolarında Yapı, Satırlar ve Drenaj” adlı proje çalışması bölge jeomorfolojisi açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada ayrıntılı bir şekilde Orta Sakarya bölgesinin jeomorfolojisi ortaya konulmuştur. Çalışmaya göre Üst Pliyosen başlarında bölgede kurulmaya başlayan Sakarya Nehri ve kolları Neojen depoları ile birlikte yapıyı kesen aşınım yüzeylerinden itibaren menderesler oluşturarak bugünkü yatağına kademeli bir şekilde gömülmüştür. Bu gömülmelere bağlı olarak dar ve derin vadiler ile boğazlar meydana gelmiştir. Hamitabat-Gemiciköy arasında da Sakarya Nehri ve kollarının geniş bir sahayı kaplayan Alt Miyosen yaşlı Gemiciköy formasyonuna ait birimlerinden Jura yaşlı Bilecik formasyonuna ait birimler üzerine sürempoze bir şekilde gömüldüğü ve epijenik karakterli boğazları oluşturduğu açıklanmıştır.

Saner (1980) tarafından yapılmış olan “Mudurnu-Göynük Havzasının Jura ve Sonrası Çökelim Nitelikleriyle Paleocoğrafya Yorumlanması” adlı çalışmada bölgenin paleocoğrafyası ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Paleozoyik yaşlı temel arazi ile Mesozoyik yaşlı karbonatlı kayaçların varlığı ve Tersiyer yaşlı birimlerin çökeltme ortamları hakkında bilgi verilmektedir. Ayrıca bölge için ilk paleocoğrafya çalışması

olmasından dolayı çalışma sahasının paleocoğrafyasını açıklamada temel çalışma olmuştur.

Alkaya (1981) tarafından yapılmış olan “Bilecik Yöresi Lias Ammonit Zonları” adlı çalışmada Bilecik yöresinde Paleozoyik temel üzerine doğrudan Bayırköy formasyonunun geldiği ve bu formasyonun da Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Bilecik kireçtaşı ile örtülü olduğu ortaya konulmuştur.

Yılmaz (1981) tarafından yapılmış olan “Sakarya Kıtası Güney Kenarının Tektonik Evrimi” adlı çalışmada Sakarya kıtası güney kenarında evrimlerinin farklı yer, zaman ve koşullarda geçirmiş kaya toplulukları yer aldığı açıklanmıştır. Orta Sakarya bölgesinde Sakarya nehrinin doğu-batı aktığı kesimin kuzeyinde kalan kayaların, güneyinde kalan kayalardan farklı zaman, yer ve koşullarda evrimlerini geçirdikleri belirlenmiştir. Kuzeyde granit ve metabazik kayaların bulunduğu otokton birimler yer alırken güneyde allohton ofiyolitler yer almaktadır. Otokton birimler olarak yer alan granitik kayalar (Paleozoyik) en eski jeolojik olgu olarak tanımlanmaktadır. Bu birimlerin kuzeyden güneye doğru birbirleri üzerine itilmeleri bağlı olarak bölgede önemli bir kabuk kısalımının gerçekleştiği anlaşılmıştır. Çalışmaya göre, Granit üzerinde ilk çökmenin Permo-karboniferde olduğu belirtilmiştir. Sakarya vadisi kuzeyinde yer alan ve granitik bir temelle tabanlanan kuzey otoktonda ilk sürekli izostatik alçalma ve kırıntılı çökmesi Alt Jura’da deniz ilerlemesiyle başlamış ve Bayırköy formasyonu ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu transgresyondan sonra, Nallıhan’dan Bursa’ya kadar olan bir bölgede yer alan deniz ortamında sığ karbonat platformu gelişmiştir. Jura’da gelişen karbonat platformu, denizin derinleşmesine rağmen Alt Kretase’de de varlığını sürdürmüştür (Bilecik kireçtaşı). Üst Kretase’de ise denizin giderek daha da derinleşmesi nedeniyle karbonat çökmesi yerini ince/kalın kırıntılı aralanmasından oluşan Yenipazar formasyonuna ait fliş tipi çökellere bırakmıştır. Orta Sakarya bölgesindeki denizel ortam varlığını Üst Kretase’nin sonuna kadar sürdürmüştür. Üst Kretase’nin sonunda başlayan hızlı yükselimin neden olduğu regresyon ile çökme dönemi Paleosen’de sona ermiştir. Sakarya Nehri’nin kuzeyinde kalan kesimde Üst Kretase’nin sonunda görülen karasal ortam daha kuzeyde kalan kesimlere Paleosen’de ulaşmıştır. Bu bulgu, kabuksal yükselimin güneyde başlayıp kuzeye doğru geliştiğini, buna bağlı olarak da regresyonun kuzeye ilerlediğini kanıtlamaktadır. Allohton birimler olarak yer alan ofiyolitik kayalar

ise Sakarya nehrinin güneyinde doğu-batı gidişlidir. İçinde uyumlu bir şekilde metamorfik kayalar da yer almaktadır.

Yılmaz (1985) tarafından yapılmış olan “Orta Sakarya Bölgesi Eski Temel ve Ofiyolit Sorunu” adlı çalışmada bölgede bulunan ve eski temel olarak nitelendirilen granitik ve metamorfik kayaların tek bir tektonik birim içerisinde birleştirilmemesi gerektiğini vurgulayarak aslında bu kayaların farklı yer, zaman ve koşullarda evrimlerini geçirmiş iki tektonik birim olarak oluştukları açıklanmaktadır. Orta Sakarya bölgesinde Sakarya nehrinin doğu-batı uzantılı olarak aktığı kesimin kuzeyinde yer alan granitik kayalar bölgenin asıl eski temelini oluştururken güneyindeki ofiyolit topluluğu içerisinde metamorfik kayalar yer almaktadır. Bu iki farklı tektonik birim olarak oluşan kayaların Üst Kretase’de bir araya geldiği görüşü benimsenmiştir.

Okay (1989) tarafından yapılmış olan “Tectonic Units and Sutures in the Pontides, Northern Turkey” adlı çalışmada Anadolu’nun kuzeyini doğu-batı yönünde boylu boyuna kaplayan, güneyde İzmir-Ankara Sütur Kuşağı, kuzeyde ise Intra-Pontid Kuşağı ile sınırlandırılmış tektonik birliğin Sakarya Kıtası olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma sahası da Sakarya kıtası içerisinde yer almaktadır.

Bilgin (1990) tarafından yapılmış olan “Orta Sakarya Vadisinin Jeomorfolojisi” adlı çalışmada ayrıntılı bir şekilde Orta Sakarya vadisinin jeomorfolojisi açıklanmıştır. Sakarya Nehri’nin meydana getirdiği şebekenin, Üst Pliyosen’de aşınım yüzeylerini ve havzaları birbirine bağlayan olukları takiben kurulduğu ve aynı zamanda sürempoze bir şekilde vadisini açtığı ortaya konulmuştur. Bu gömülmelerde epirojenik karakterli genç tektonik hareketlerin etkili olabileceğini de vurgulanmıştır.

Evans ve Hall (1990) tarafından yapılmış olan “Paleomagnetic Constraints on the Tectonic Evolution of the Sakarya Continent, Northwestern Anatolia” adlı çalışmalarında KB Anadolu’da, bu bölgenin Neo-Tetis öyküsünün büyük bölümünü kapsayan bir aralık olan Jura’dan Erken Tersiyer’e zamanına kadar bölgenin tektonik evrimi ile ilgili olarak paleomanyetik bilgi toplamak amaçlanmıştır. Bu doğrultuda 13 alan örneklenmiş ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda Sakarya kıtasının geçmişi ve davranışı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Emre vd. (1998) tarafından yapılmış olan “Doğu Marmara Bölgesinin Neojen-Kuvaterner Evrimi” adlı çalışmada Doğu Marmara Bölgesinin Neojen-Kuvaterner’deki Paleocoğrafik gelişim dönemleri ile birlikte morfotektonik evrimi açıklanmıştır. Bölgede Erken-Orta Miyosen, Geç Miyosen-Pliyosen ve en Geç Pliyosen-Günümüz olmak üzere üç ana şekillenme dönemi ayırt edilmiştir. Bu dönemler içerisinde farklı rölyef özelliklerine göre dört morfotektonik kuşak ayırt edilmiştir. Bunlar En Üst Pliyosen-Günümüz yaşlı Kuzey Anadolu Fay Zonu ile Samanlıdağ Rölyefi, Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı Bursa-Bilecik Rölyefi ve Alt-Orta Miyosen yaşlı Kocaeli Penepleni’dir. Bunlar arasında çalışma sahamızı kapsayan ünite Geç Miyosen-Pliyosen dönemine ait Bursa-Bilecik yöresidir.

Yazıcı (1998) tarafından yapılmış olan “Orta Sakarya Vadisi’nin Coğrafi Etüdü, Yenice-Alpagut Arası” adlı çalışmada yörenin doğal çevre özellikleri ve daha sonrasında bu özelliklerin ekonomik ve sosyal hayata etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Akyazı vd. (2001) tarafından yapılmış olan “Bilecik Yöresinin Mesozoyik Stratigrafisi” adlı çalışmada Bilecik yöresinin ayrıntılı bir şekilde jeolojisi ortaya konulmuş ve Mesozoyik yaşlı birimlerin stratigrafisi açıklanmıştır. Çalışmaya göre temelde yer alan Permo-Triyas yaşlı Karakaya Karmaşığı’na ait birimler üzerine gelen örtü kayaçları; Alt Jura yaşlı Bayırköy formasyonu, Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Bilecik kireçtaşı, Üst Kretase yaşlı Vezirhan formasyonu, Paleosen yaşlı Kızılçay formasyonu ve Alt Miyosen yaşlı Gemiciköy formasyonundan oluşmaktadır.

Çiçek (2001) tarafından yapılmış olan “İlhan-Kirmir Çayı Kavşağı Çevresinin Jeomorfolojisi” adlı çalışmada Orta Sakarya Vadisi içerisinde dört akarsu seki seviyesi tespit edilmiştir. Nispi yükseklikleri 110-120 m, 70-80 m, 40-50 m ve 10-15 m olan akarsu sekilerinin Pleyistosen dönemine ait olduğu ortaya konulmuştur.

Ekmekçi ve Nazik (2004) tarafından yapılmış olan “ Evolution of Gölpazarı-Huyuk Karst System (Bilecik-Turkey): Indications of Morpho-Tectonic Controls” adlı çalışmada Orta Sakarya Havzası’nda Gölpazarı-Hüyük Karst Sistemi olarak tanımladıkları bölgenin Miyosen sonrası epirojenik kıtasal yükselimle kontrol edildiği ortaya konulmuştur. Tektonik aktivitenin bir sonucu olarak bölgede drenajın değiştiği ve karbonat platform niteliğindeki alanların parçalandığı açıklanmıştır.

Tuncer (2004) tarafından yapılmış olan “Sakarya Nehri-Göynük Çayı ve Çatak Çayı Arasındaki Sahanın Karst Jeomorfolojisi” adlı doktora çalışmasında bölgenin ayrıntılı bir şekilde jeomorfolojisi açıklanmıştır. Bölgede jeomorfolojik şekillenmenin Alt-Orta Miyosen’de başladığı ve bölgede Miyosen, Pliyosen ve Pleyistosen’e ait relief şekillerinin geliştiği açıklanmıştır. Ayrıca bölgedeki karstik gelişim ayrıntılı bir şekilde ortaya konulmuş ve flüvyal süreçlerin karstik süreçlerden daha etkin olmasından dolayı bölgede karstlaşmanın ileri olgunluk devresinde olduğu belirtilmiştir.

Soylu vd. (2007) tarafından yapılmış olan “Nardın Mağarası (Bilecik) Dolgusunun Paleootamsal Koşullar Açısından Değerlendirilmesi” adlı çalışmada Nardın mağarası çökelleri stratigrafik, morfolojik ve kimyasal analizler ile paleohidrolojik ve paleoiklimsel açıdan incelenmiş ve mağaranın bulunduğu bölgedeki iklim koşullarının iki kez buzul ve bir kez buzul arası döneme maruz kaldığı ortaya konulmuştur.

Tuncer (2008a) tarafından yapılmış olan “Orta Sakarya Akarsu Havzası (Eskişehir, Bilecik ve Güney Sakarya) Karstik Evriminde Pliyo-Kuvaterner Sakarya Nehri Gelişiminin Etkisi” adlı çalışmada karbonatlı kayalar üzerinde gelişen karstik şekillerin paleokarst ve neokarst olmak üzere iki farklı gelişim dönemini karakterize ettiği ortaya konulmuştur. Kapalı Neojen havzalarının taban seviyeleri değişimine göre kurulan paleo karstik şekiller çoğunlukla parçalı halde bulunurken; Sakarya Nehri’nin yatağına yerleşmesi ve derinleşmesine bağlı olarak gelişen neo karstik şekiller çoğunlukla sığ karst halinde bulunduğu açıklanmıştır. Ayrıca Sakarya Nehri gelişiminin bölgedeki karstlaşmayı etkileyen en önemli etken olduğu belirtilmiştir.

Tuncer (2008b) tarafından yapılmış olan “Orta Sakarya Havzasında Karstın Morfojenetik Gelişimi” adlı çalışmada Oligosen’de karalaşmaya başlayan havzada sırasıyla penneplen karakterli aşınım yüzeyleri, kapalı havzalar, asılı kalmış paleo vadiler ve paleo karstik çukurluklar gibi Miyosen relief sistemlerine ait şekillerin geliştiği daha sonra asılı kalmış paleo vadiler, sıralar halinde uzanan kapalı sedimanter havzalar gibi Pliyosen dönemine ait şekillerin geliştiği ve son olarak derin vadi, birleştirme boğazları, kanyon şekilli vadiler, asılı vadiler, akarsu sekileri, kapma boğaz ve dirsekleri, traverten depoları ve mağaralar gibi Alt Pleyistosen relief sistemlerine ait şekillerin geliştiği açıklanmıştır. Bu şekillerin gelişiminde yapısal özellikler, flüvyal ve karstik aşınım, iklim

ve morfolojik taban düzeyi değişimleri etkili olmuştur. Ayrıca bölgedeki karstlaşmanın paleo ve neokarst olmak üzere çok dönemli gelişimi karakterize ettiği belirtilmiştir.

Yılmaz (2008) tarafından yapılmış olan “Orta Sakarya Yöresi’nin İklim Özellikleri” adlı yüksek lisans çalışmasında Orta Sakarya yöresinin iklim özellikleri ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Bölgenin iklim sınıflandırması yapılırken Rubinstein, De Martonne, Thornthwaite, Köppen ve Erinç yöntemlerinden yararlanılmıştır. Bu yöntemler Bilecik, Beypazarı, Nallıhan, Göynük, Gölpaazarı ve Söğüt istasyonlarının verilerine uygulanmış ve bölgenin batısının yarı nemli, doğusunun ise yarı kurak iklim özellikleri gösterdiği tespit edilmiştir. Genel olarak yarı nemli iklim tipi daha baskın olarak belirtilmiştir.

Tuncer vd. (2010) tarafından yapılmış olan “Aşağı ve Orta Sakarya Havzasının (Eskişehir, Bilecik, Sakarya) Doğal Mağaraları ve Bu Mağaraların Ekosistemlerinin Bozulmasına Yönelik Tehditler” adlı çalışmada havzanın morfojenetik gelişimi açıklanarak çok dönemli gelişimi karakterize eden mağaralardan 46 tanesi etüt edilmiştir. Hidrolojik olarak 21 tanesi düden, 23 tanesi kaynak, 2 tanesi geçit konumlu; 33 tanesi yatay, 7 tanesi dikey, 6 tanesi yarı yatay-yarı dikey olarak karakterize edilmiştir. Bu mağaraların fiziksel, kimyasal, biyolojik ve atmosferik kökenli tehditlerle karşı karşıya kaldığı açıklanmıştır.

Açıklın (2012) tarafından yapılmış olan (Orta Sakarya Bölgesi Kretase-Tersiyer İstifinin Kaynak Bölge ve İklimsel Açılardan İncelenmesi” adlı doktora çalışmasında Orta Sakarya bölgesinin jeolojisi ve litostratigrafisi açıklanmıştır. Ayrıca Geç Kretase-Erken Paleosen yaşlı çökellerin zaman içindeki değişimleri ve çökelim boyunca havzaya hâkim olan iklim şartları incelenmiştir.

Önde (2012) tarafından yapılmış olan “Gölpaazarı Havzası’nın (KB Türkiye) Jeolojik Evrimi” adlı yüksek lisans çalışmasında havzanın jeolojik evrimi ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Sakarya Nehri ve kollarının oluşum ve gelişimi göz önüne alınarak Gölpaazarı Havza’sının oluşumu için en uygun yaşın Erken-Orta Pleyistosen olduğu belirtilmiştir.

Gürbüz ve Seyitoğlu (2014) tarafından yapılmış olan “Gölpaazarı Havzası’nın Kuvaterner Gelişimi (KB Türkiye)” adlı çalışmada Pleyistosen’de kapalı bir havza

durumunda olan çek-ayır havza niteliğindeki Gölpaazarı havzası içerisindeki ana akarsu olan Akçay, bölgeye Geç Pliyosen'de yerleşen Sakarya Nehri tarafından kapılarak dış drenaja açılmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

2. ARAŞTIRMA ALANININ JEOLJİK ÖZELLİKLERİ

Anadolu'nun kuzeyini doğu-batı yönünde boylu boyuna kaplayan, kuzeyde Intra-Pontid Kuşağı, güneyde ise İzmir-Ankara Sütur Kuşağı ile sınırlandırılmış tektonik birlik "Sakarya Kıtası" olarak adlandırılmıştır (Okay, 1989). Sakarya kıtasının bir kesimini oluşturan çalışma sahası uzun ve ayrıntılı jeolojik araştırmalara konu olmuştur (Eroskay, 1965; Akıncı, 1966; Altınlı ve Saner, 1971; Altınlı, 1973, 1974, 1976; Demirkol, 1977; Saner, 1978; Şentürk ve Karaköse, 1979; Yılmaz, 1978, 1981, 1985; Saner, 1980; Okay, 1989; Emre vd., 1998; Akyazı vd., 2001; Soylu vd., 2007; Açıklın, 2012; Önde, 2012; Gürbüz ve Seyitoğlu, 2014 vb.).

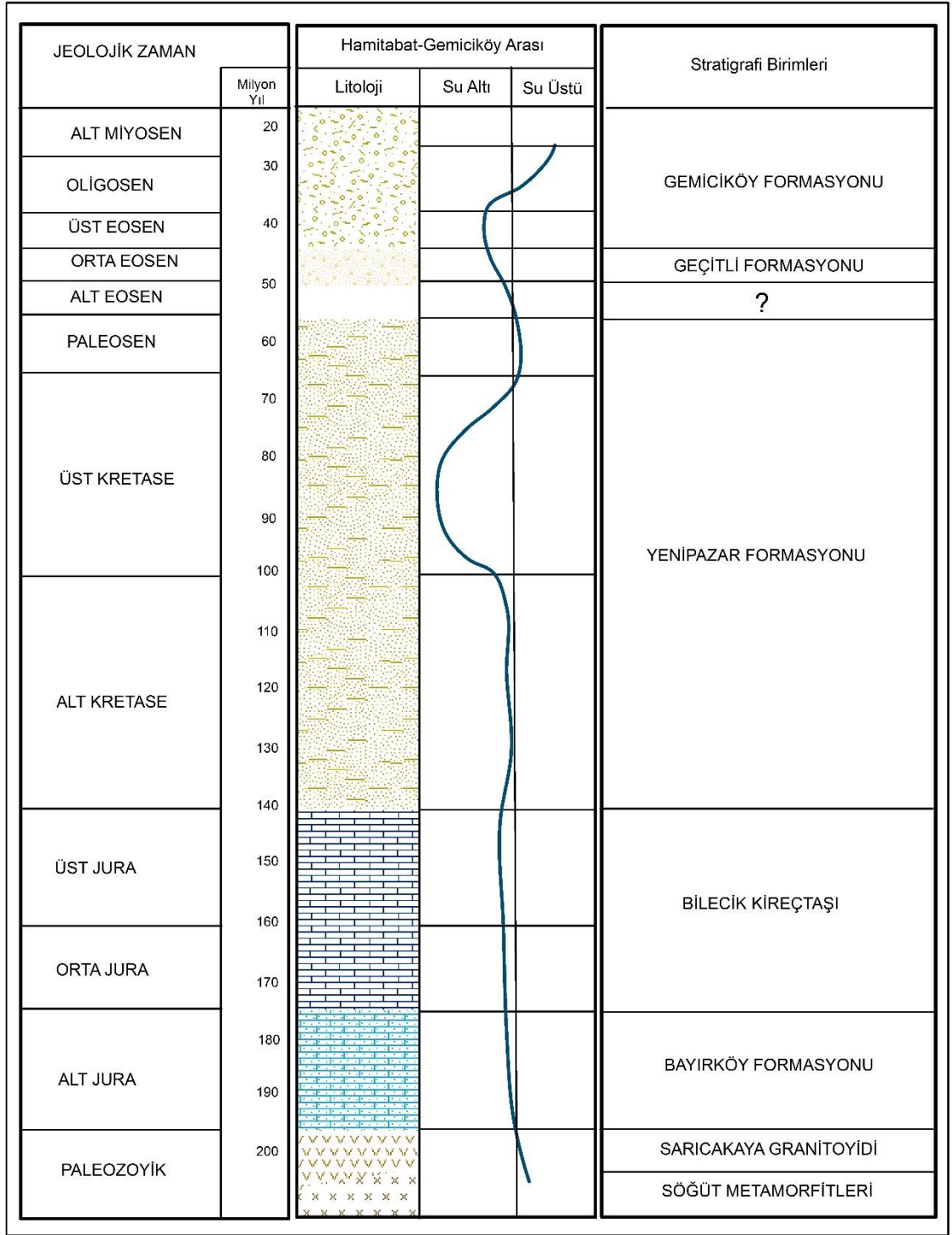
Eroskay (1965) ve Demirkol (1977) tarafından yapılmış olan çalışmalar araştırma sahası ve yakın çevresi açısından en kapsamlı jeoloji çalışmalarıdır. Çalışma sahasının jeolojik özellikleri açıklanırken Eroskay (1965) ve Demirkol (1977)'un yapmış olduğu çalışmalar esas alınmıştır.

2.1. STRATİGRAFİ

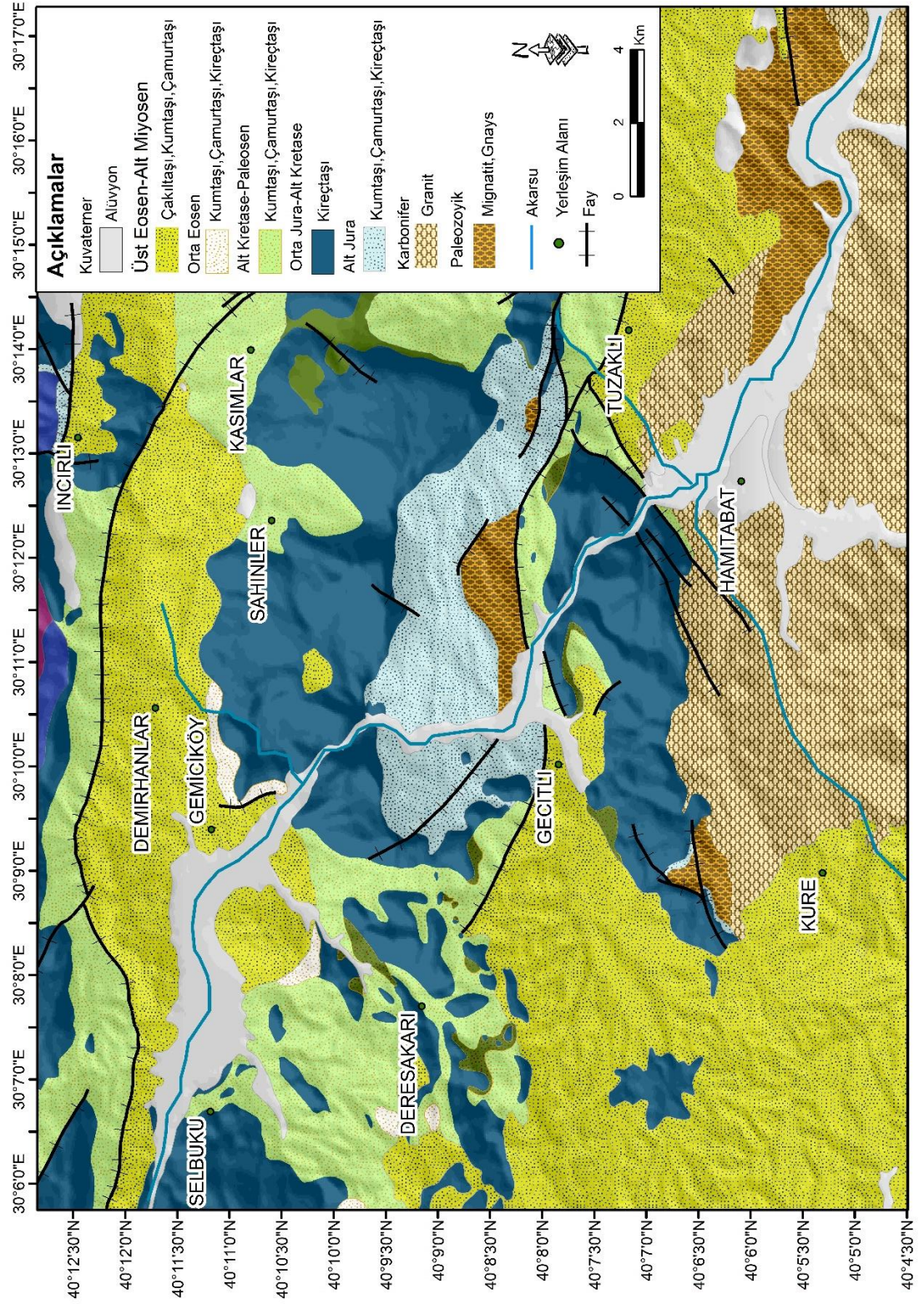
Çalışma sahası 1/25000 ölçekli Adapazarı H24 d2, H24 d3 paftalarının Sakarya vadi boyunu içine alan kesimini kapsamaktadır. Sahanın oldukça tartışmalı olan jeolojik özellikleri literatüre dayalı olarak tartışılmış arazi gözlemleri dikkate alınarak yeni baştan düzenlenmiş ve genelleştirilmiş stratigrafik kesiti oluşturulmuştur (Şekil 4).

Çalışma sahasında yer alan kayaç toplulukları en yaşlıdan en gence doğru Paleozoyik yaşlı granit toplulukları, Mesozoyik yaşlı kumtaşı ve kireçtaşı, Neojen yaşlı akarsu-gölsel çökeller ve Kuvaterner yaşlı birimlerden oluşmaktadır.

Çalışma sahası içerisinde yer alan kayaçlar, Söğüt metamorfitle ve Sarıcakaya granitoyiti ile temsil edilen *Temel Birimler* ile Bayırköy formasyonu, Bilecik kireçtaşı, Yenipazar formasyonu, Geçitli formasyonu, Gemiciköy formasyonu ve Kuvaterner oluşumları ile temsil edilen *Örtü Birimleri* olmak üzere iki litostratigrafik birim halinde tanımlanacaktır. Bu birimler içerisinde bulunan kayaç topluluklarından en fazla yüzeylenen birimler Alt Jura yaşlı kumtaşı, çakıltası ve kireçtaşı aralanmalı Bayırköy formasyonu ile Orta-Üst Jura yaşlı Bilecik kireçtaşıdır. En genç birimler Kuvaterner alüvyonları olup akarsu yatağı boyunca yüzeylenirken en yaşlı birimler ise Paleozoyik yaşlı temel kayaçlar niteliğinde olan granit ve metamorfitlelerden oluşan birimler olup çalışma sahasının doğusunda migmatit ve gnays, güneyinde ise granit toplulukları şeklinde yer almaktadır (Şekil 5).



Şekil 4: Çalışma Sahasının Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti



Şekil 5: Hamitabat-Gemiciköy Arasında (Bilecik) Orta Sakarya Vadisinin Jeoloji Haritası

2.2. FORMASYONLAR

2.2.1. Temel Birimler

Paleozoyik

Çalışma alanı içerisindeki temel birimler Paleozoyik yaşlı Söğüt metamorfileri ile Sarıcakaya granitoyitidir.

2.2.1.1. Söğüt Metamorfileri

Çalışma alanı ve yakın çevresinin en yaşlı kayaç topluluğu Söğüt metamorfileridir. İlk olarak Demirkol (1977) tarafından kullanılan Söğüt metamorfileri Söğüt çevresinde yüzeylenen yeşil ve mavişistler ile gnays, amfibolit ve granitlerden oluşan kayaçlar için kullanılmıştır. Altınlı (1973b) tarafından Ayrılmamış Temel Karmaşığı, Yılmaz (1979) tarafından Eski Temel Karmaşığı, Şentürk ve Karaköse (1979) tarafından Söğüt Metamorfileri ve Akyazı vd. (2001) tarafından Karakaya Karmaşığı içerisinde Söğüt metamorfileri adı altında incelenmiştir.

Birim genel olarak gnays ve migmatitlerden oluşmaktadır. Demirkol (1977) Söğüt metamorfilerinin Karbonifer öncesi, Alt Paleozoyik yaşta olduğunu ortaya koymuştur.

Çalışma sahası içerisinde Söğüt metamorfileri, Geçitli doğusunda (Muradın Tepe ve Kartal Tepe) Sakarya nehri boyunca olup vadinin sadece doğu yakasında D-B doğrultulu olarak yüzeylenmektedir (Foto 1).



Foto 1: Muradın Tepe Kuzeybatısında Yüzeyleyen Söğüt Metamorfitleri

2.2.1.2. Sarıcakaya Granitoyiti

Sarıcakaya granitoyiti, Sarıcakaya ilçesi (Eskişehir) kuzeyinde granit-granodiyorit için ilk kez Güncüoğlu vd. (1996) tarafından kullanılmıştır. Formasyon bir granit ve granodiyorit serisi olarak Söğüt metamorfitlerini kesmektedir. Egemen kaya türü granodiyorittir (Demirkol, 1977).

Ayrıca yapılan arazi çalışmaları sırasında Geçitli çevresinde yer yer mostra veren granitoyitin varlığı tespit edilmiştir. Granitoyit, kırmızı, mavi, yeşil renkli ve orta-iri tanelidir (Demirkol, 1977).

Sarıcakaya granitoyitinin yaşı önceki çalışmalara göre Karbonifer olarak kabul edilmektedir.

Çalışma sahasının güney sınırını oluşturan Sarıcakaya granitoyitleri, Sakarya Nehri boyunca Hamitabat köyü ve çevresinde vadinin her iki yakasında GB-KD doğrultulu olarak yüzeylemektedir.

2.2.2. Örtü Birimleri

Çalışma sahasındaki örtü birimleri arasında ilk Mesozoyik çökeli Alt Jura da başlamış, Liyas yaşlı kumtaşları topografyanın çukurluklarını doldurmuştur. Daha sonra sırasıyla kireçtaşı, fliş karakterli kumtaşı-çamurtaşı-kireçtaşı ve altta akarsu çökelleri ile başlayan ve üste doğru gölsel çökellere geçişli olan Üst Miyosen-Alt Pliyosen istifi çökelmiştir.

Son olarak Kuvaterner döneminde meydana gelen deniz seviyesi yükselmelerine bağlı olarak biriken çökeller günümüz alüvyon düzlüklerini oluşturmuştur.

Mesozoyik

2.2.2.1. Bayırköy Formasyonu

Liyas transgresyonunun ilk ürünleri olan ve temeli uyumsuz olarak örten örtü birimlerinin başlangıcını Bayırköy kumtaşı oluşturmaktadır (Eroskay, 1965; Altınlı vd., 1970; Altınlı, 1973; Alkaya, 1981; Akyazı vd., 2001).

Kuphafl (1954)'a atfen Uğuz (2013) formasyona ilk olarak "Liyas tabakaları" denildiğini belirtmiştir. Liyas yaşta olan bu birime ikinci olarak 1960 yılında Granit "Bayırköy kumtaşı" adını vermiş daha sonra Altınlı (1973) aynı birime, birçok yerde kumtaşından başka litolojileri de kapsaması nedeniyle "Bayırköy formasyonu" denmesinin daha uygun olacağını ifade etmiştir. Birim kırmızı, alacalı renkli kumtaşı,

çamurtaşı, konglomera, şeyl ve kireçtaşından oluşmaktadır. Birim içerisinde Liyas yaşlı ammonit fosilleri bulunmaktadır.

Bayırköy formasyonunun kalınlığı değişken olup, 300-650 m kalınlıkta istifler sunmaktadır (Altınlı vd., 1970). Birim altındaki temel arazi ile uyumsuz olarak yer alırken üste doğru Bilecik kireçtaşı tarafından paralel uyumsuzlukla örtülmektedir (Altınlı vd., 1970; Alkaya, 1981). Birimin alt düzeyleri karasal, üst düzeyleri ise kıyı-sığ denizel ortamı yansıtır (Akyazı vd., 2001).

Formasyon yaşının önceki çalışmalara göre Alt Jura (Liyas) yaşta olduğu kabul edilmiştir.

Bayırköy formasyonuna ait birimler, çalışma sahasını B-D doğrultusunda ikiye bölmektedir. Sakarya Nehri'nin her iki yakasında nehre paralel bir hat boyunca yüzeylenen birim kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşından oluşmaktadır (Foto 2).



Foto 2: Aktepe Batısında Yüzeylenen Kumtaşı-Çamurtaşı-Kireçtaşı Ardalanmalı Bayırköy Formasyonu (Geçitli Doğusu)

2.2.2.2.Bilecik Kireçtaşı

Bayırköy formasyonuna ait birimler üzerine paralel diskordans olarak gelen Bilecik kireçtaşı ikinci örtü birimlerini oluşturmaktadır (Eroskay, 1965; Altınlı vd., 1970; Yılmaz, 1979; Alkaya, 1981; Akyazı vd., 2001). Bilecik kireçtaşı sıg ve sıcak Üst Jura-Alt Kretase denizinin transgresyonu ile Bayırköy formasyonu üzerine çökelmiştir (Şentürk ve Karaköse,1975). Bilecik kireçtaşı ilk olarak 1960 yılında Granit tarafından tanımlanmış ve yörede çalışan bir çok araştırmacı tarafından Bilecik Kireçtaşı olarak incelenmiştir (Eroskay, 1965; Saner, 1971; Demirkol, 1977; Şentürk ve Karaköse, 1979; Yılmaz vd., 1980; Akyazı vd., 2001).

Birimin ortalama kalınlığı 250-300 m civarında olup beyaz, krem, gri ve pembemsi renklerde, orta-kalın katmanlı, yer yer masif görünümlü kireçtaşlarından oluşmaktadır. Arazide dik yamaçlar oluşturan, sert, bol kırık ve çatlaklı birimde karstik yapılar ve mostra yüzeylerinde günlenme ve çözülme yapıları yoğun olarak görülmektedir (Demirkol, 1977; Şentürk ve Karaköse, 1979; Akyazı, 2001).

Birim altta Bayırköy formasyonu ile paralel uyumsuz, üstte Yenipazar formasyonu tarafından açısal uyumsuzlukla örtülmektedir.

Bilecik kireçtaşının yaşı önceki çalışmalara göre Orta-Üst Jura – Alt Kretase olarak belirlenmiştir.

Çalışma sahası içerisinde en geniş yayılıma sahip olan Bilecik kireçtaşı, özellikle çalışma sahası içerisinde önemli bir jeomorfolojik ünite olan Şeytankaya Boğazı, Hamitabat Boğazı ve Kırılbağı Boğazı'nın meydana geldiği alanlarda, Şahinler köyü ve Geçitli köyü çevresinde yüzeylenmektedir (Foto 3).



Foto 3: Hamitabat Boğazi'nda Yüzeylenen Jura Yaşlı Birimler

2.2.2.3. Yenipazar Formasyonu

Yenipazar formasyonu adını Saner (1980) volkanitli, bloklu, kumtaşı-şeyl araldanmasından oluşan fliş fasiyesindeki çökel istifi için kullanmıştır (Foto 4).

Eroskay (1965), Altınlı ve Saner (1971), Demirkol (1977) ile Şentürk ve Karaköse (1979) tarafından yapılmış olan çalışmalarda Yenipazar formasyonu, Vezirhan formasyonu veya Gölpazarı grubu olarak adlandırılmıştır. Ancak Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından 2002 yılında hazırlanan 1/100.000 ölçekli jeoloji haritasında formasyonun yaşında herhangi bir değişiklik olmaksızın formasyonun tanımlanması genişletilerek Yenipazar formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Yenipazar formasyonu genel olarak grimsi yeşil renkli, ince-orta tabakalı kumtaşı-şeyl araldanması ile yeşil ve kahverengi volkanit, yeşil renkli marn ve beyaz, bej, kırmızı, pembe renkli, ince tabakalı mikritik kireçtaşı ve az miktarda konglomeralardan oluşmaktadır (Saner,1980).

Yenipazar formasyonun yaşı önceki çalışmalara göre Alt Kretase-Paleosen olarak belirlenmiştir.

Çalışma sahası içerisinde özellikle Deresakarı köyü çevresinde geniş bir alanda yüzeylenen formasyon çalışma sahasının diğer kesimlerinde de yer yer yüzeylenmektedir.



Foto 4: Yenipazar Formasyonuna Ait Fliş Serisinden Kumtaşı Serisine Geçiş
A: Kumtaşı, B: Fliş, C: Fliş Üzerine Diskordans Şekilde Gelen Örtü Birimi

Tersiyer

2.2.2.4. Geçitli Formasyonu

Geçitli formasyonu ilk olarak Demirkol tarafından Geçitli Kireçtaşı olarak adlandırılmıştır. Kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşından oluşmaktadır. Krem-kirli sarı, orta-sert, kaba dokulu, orta-kalın katmanlıdır (Demirkol, 1977).

Eosen'de bölge transgresyona bağlı olarak denizin basmasına uğrayınca dalga tabanı altında kalan derin yerlerde mikrit, biyomikrit; dalga tabanına yakın yerlerde de kumlu mikrit gelişmesi olmuştur (Şentürk ve Karaköse,1979).

Çalışma sahası içerisinde Geçitli formasyonu Geçitli köyü batısı, Gemiciköy güneyi ve Deresakarı köyü kuzeyinde yüzeylenmektedir. Birim Geçitli köyü batısında ve Gemiciköy güneyinde Bilecik kireçtaşı üzerine ve Deresakarı köyü kuzeyinde Yenipazar formasyonu üzerine açısız uyumsuzlukla gelmektedir.

Geçitli formasyonun yaşı önceki çalışmalara göre Orta Eosen olarak belirlenmiştir.

2.2.2.5. Gemiciköy Formasyonu

Gemiciköy formasyonu ilk olarak Eroskay (1965) tarafından kullanılmıştır. Birim çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşı aralanmalı, beyaz, kirli beyaz, kül rengi, kirli yeşil yer yer kırmızımsı; kötü tabakalanmalı; genellikle zayıf çimentolu ve orta-kalın tabakalıdır (Şentürk ve Karaköse, 1979).

Gemiciköy formasyonu, allta Geçitli formasyonu ile paralel uyumsuz üstte Kuvaterner yaşlı birimler tarafından açısız uyumsuz olarak örtülmektedir. Birim karasal ve gölsel ortamda çökelmiştir (Foto 5).

Gemiciköy formasyonun yaşı önceki çalışmalara göre Üst Eosen-Alt Miyosen olarak belirlenmiştir.

Gemiciköy formasyonu çalışma sahası içerisinde Gemici köy çevresinde tipik kesit sunmaktadır. Gemiciköy'ün yanısıra Geçitli köyü çevresinde de geniş bir alanda yüzeylenmektedir.

Çalışma sahası içerisinde önemli bir jeomorfolojik ünite olan sekiler Gemiciköy formasyonu üzerine açısız bir uyumsuzlukla gelmektedir.

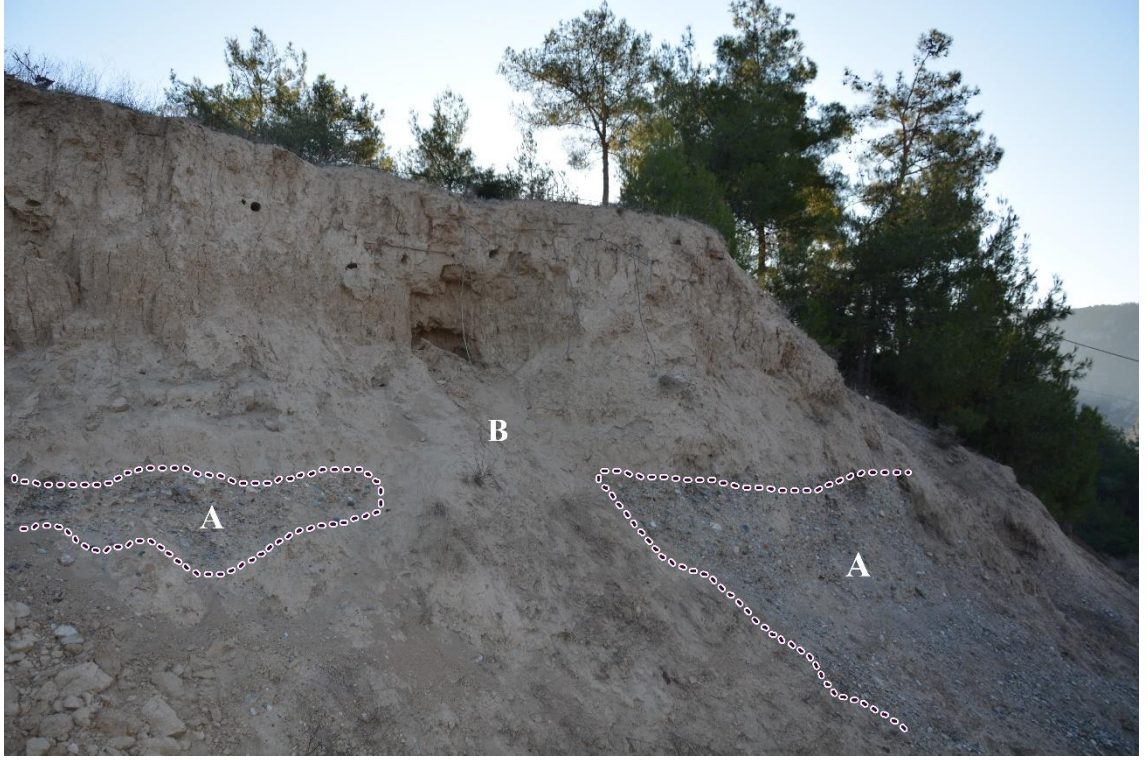


Foto 5: Gemiciköy Formasyonuna Ait Göllenme Alanı, Yol Yarmasına Bağlı Olarak Ortaya Çıkan Akarsu (A) ve Gölsel Çökeller (B)

Kuvaterner

2.2.2.6. Eski Alüvyonlar

Çalışma alanı içerisinde, Sakarya nehri boyunca vadiye paralel olarak dizilim gösteren seki depoları gevşek malzeme ile tutturulmuş birikme şekilleri görüntüsündedir. Gemicik köyü-Selbükü köyü arasında Sakarya Nehri boyunca S1 (+29 m) ve S2 (+11 m) olmak üzere iki seki seviyesi haritalanmıştır. Birimlerin, Şentürk ve Karaköse (1979), Emre (1998) ile Çiçek (2001) tarafından Pleyistosen yaşta olduğu ortaya konulmuştur.

Çalışma alanı içerisinde yer alan eski alüvyonlar, Sakarya Nehri vadisi boyunca akarsuyun akış yönüne göre sağ ve sol yamaçlarında kesintili olarak devam etmektedir. Özellikle Gemiciköy batısında Sakarya Nehri boyunca görülmektedir. Seki malzemesi uzak bölgeler ile ilgili olmayıp, çevredeki kaya türlerinden oluşmuştur. Sekiler arasında

seviyenin korunduğu gözlenmektedir. Bu nedenlerden dolayı sekilerin oluşum nedenleri yersel kıvrımlanma veya faylarla ilgili olmayıp epirojenik hareketlerle ilgilidir (Şentürk ve Karaköse, 1979).

2.2.2.7. Yamaç Döküntüleri

Tutturulmamış veya az tutturulmuş, blok ve çakıllar, dağların yamaçlarında veya eteklerinde yer yer birikintiler halinde görülmektedir.

Çalışma sahası içerisinde özellikle yer yer Şahinler köyü güneyinde yer alan asılı vadi önünde geniş bir alanda yüzeyleyen yamaç döküntüleri, Geçitli köyü çevresinde olduğu gibi çalışma sahasının diğer kesimlerinde de yer yer yüzeylenmektedir (Foto 6). Çoğunlukla Bilecik kireçtaşının dik yarılar yaptığı yerlerde izleniyor olması litoloji ile formasyon arasında doğrudan bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. (Foto 7).



Foto 6: Kocadağ'ın Batı Yamaçlarında Görülen Yamaç Döküntüleri



Foto 7: Belalan Tepe Kuzeyinde Yayılış Gösteren Yamaç Döküntüleri (Geçitli Güneyi)

2.2.2.8. Güncel Alüvyon

Birim çalışma alanı içerisinde Sakarya Nehri boyunca yer almaktadır. Sakarya nehri boyunca yüzeylenen alüvyonlar diğer birimlerin ayrışma, aşınma ve taşınması sonucu oluşmuştur.

Çalışma sahası içerisinde çok geniş alanlarda yayılış göstermeyen güncel alüvyonlar çoğunlukla akarsu yatağının genişleme imkanı bulduğu alanlarda yayılış göstermektedir. Nitekim Hamitabat Boğazı, Şeytankaya Boğzaı ve Kırılbağı Boğazı'nın dar vadisinde çok geniş alanlarda yayılış göstermeyen güncel alüvyonlar vadinin genişlediği Hamitabat köyü, Geçitli köyü ve Gemici köyü yakınlarında geniş alanlarda yüzeylenmektedir.

Sakarya Nehri vadisindeki güncel alüvyonların yanı sıra, akarsuya katılan Vugun Dere, Kırılbağı Dere ve Dokuz Dere gibi yan kollarm da malzeme getirmesi sonucunda geniş bir alüvyon örtüsü söz konusudur.

Birim miltaşı, kıltaşı, kumtaşı ve çakıl taşlarından oluşmaktadır. Kil-kum-çakıl boyu malzemeden oluşan birim kum ve çakıl boyu malzemenin daha egemen olduğu genç çökellerdir.

Güncel alüvyonlar oluşumunu halen devam ettirmektedir. Bu yüzden Holosen yaşatır.

2.3. PALEOCOĞRAFYA

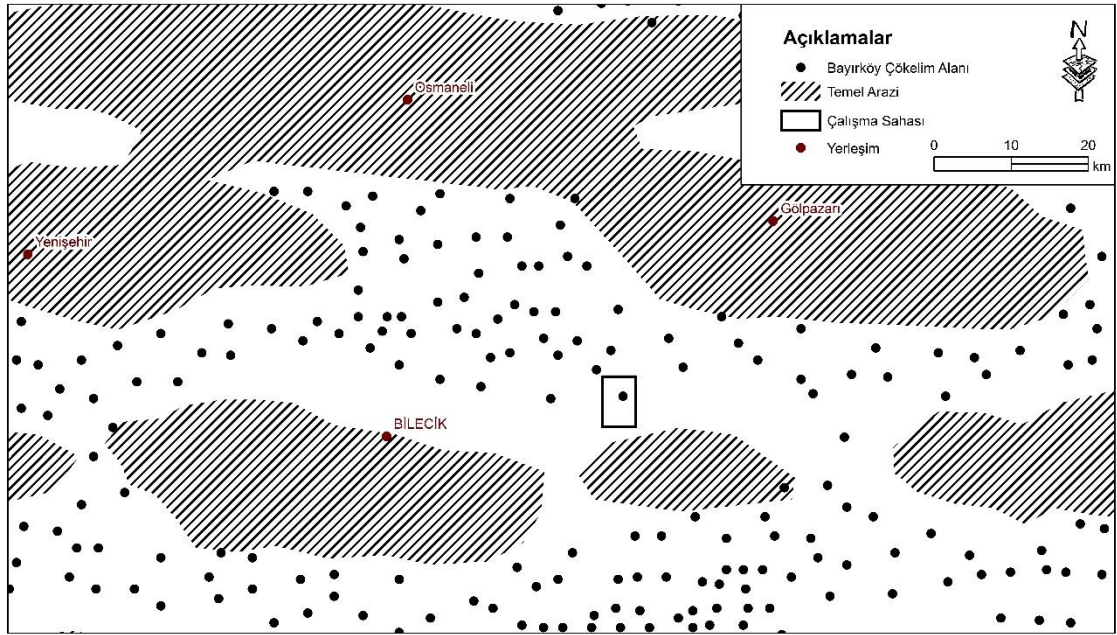
Türkiye'nin 250 milyon yıl önce Permien devri sonuna kadar deniz halinde olması ve en eski karalarının bu dönemden sonra oluşmaya başlaması nedeniyle ülkemizin ve dolayısıyla çalışma sahasının paleocoğrafyası Triyas döneminden itibaren anlatılmaktadır. Üst Triyas'tan itibaren Türkiye'nin kara ve deniz dağılışı sürekli değişmiştir.

Çalışma sahası içerisinde Paleozoyik yaşlı Söğüt metamorfileri ve Karbonifer yaşlı Sarıcakaya granitoyiti temel birimlerdir. Liyas transgresyonun ilk ürünleri olan ve temeli uyumsuz olarak örten örtü birimlerinin başlangıcını Bayırköy formasyonu oluşturmaktadır. Bu yüzden çalışma sahasının paleocoğrafyası açıklanırken temel birimlerden sonra Liyas yaşlı kumtaşları başlangıç noktasını oluşturmaktadır.

Sakarya Nehri'nin D-B yönünde aktığı kesimin kuzeyinde kalan kayalar bölgede temel arazi konumunda olup Paleozoyik yaşlı granitik kayalardır (Yılmaz, 1981).

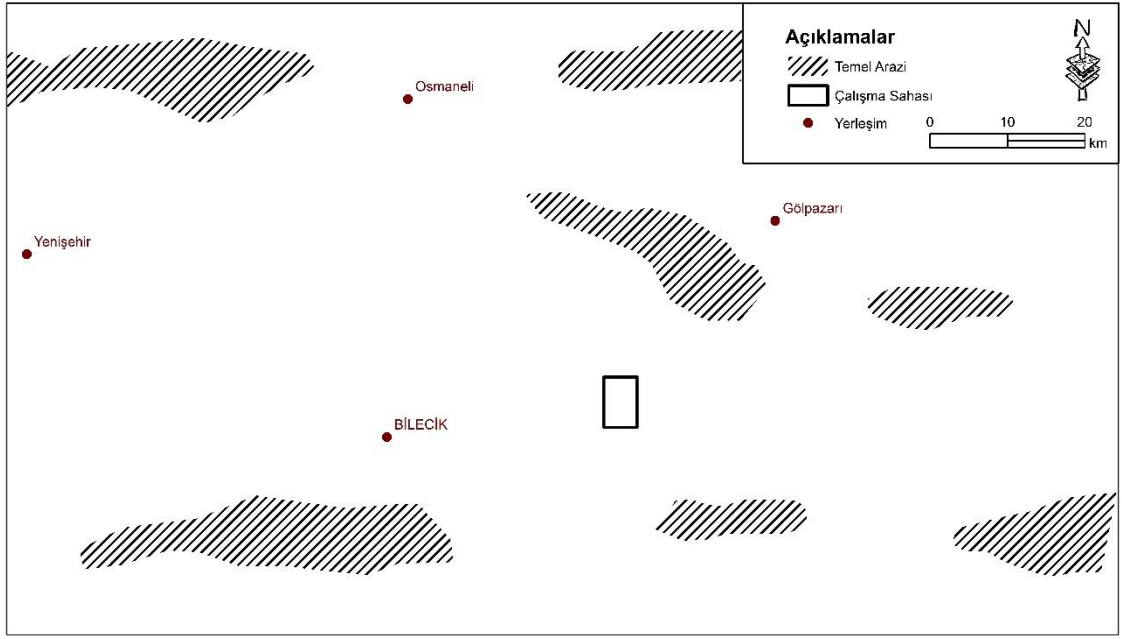
Sakarya vadisi kuzeyinde yer alan ve granitik bir temelle tabanlanan kuzey otoktonda nemli bir iklim şartları altında ilk sürekli izostatik alçalma ve kırıntılı çökmesi Alt Jura'da deniz ilerlemesi ile başlamıştır (Yılmaz, 1981). Granitik temel üzerine transgresif ve açılı diskordanslı gelen ilk birim Alt Jura yaşlı kırıntılardan oluşan Bayırköy formasyonudur (Saner, 1980). Bayırköy formasyonu genellikle orta-iri kumtaşlarından oluşmuştur. Bazı yerlerde temel üzerinde çakıltaşı halindedir. Bayırköy formasyonunu oluşturan kumtaşları ve çakıltaşıları granitik temelden türemiştir. Saner (1980) çalışma sahası ve yakın çevresi hakkında yapmış olduğu çalışma sonucunda

taşınmaya karşı tepkisiz olan feldispatların varlığını belirtmiş ve bu feldispatların çok yakın bir kaynaktan türediğini ve sığ bir ortamda çökeldiğini açıklamıştır. Ayrıca Bayırköy formasyonuna ait yüzleklerin Bilecik kireçtaşı altında devamlı bir uzanış göstermemesi ve kalınlığının da kısa mesafelerde değişmesi, formasyonun büyük bir havza da değil de bir takım küçük çukurluklarda çökelmiş olmasından ileri gelmektedir (Saner, 1980) (Şekil 6).

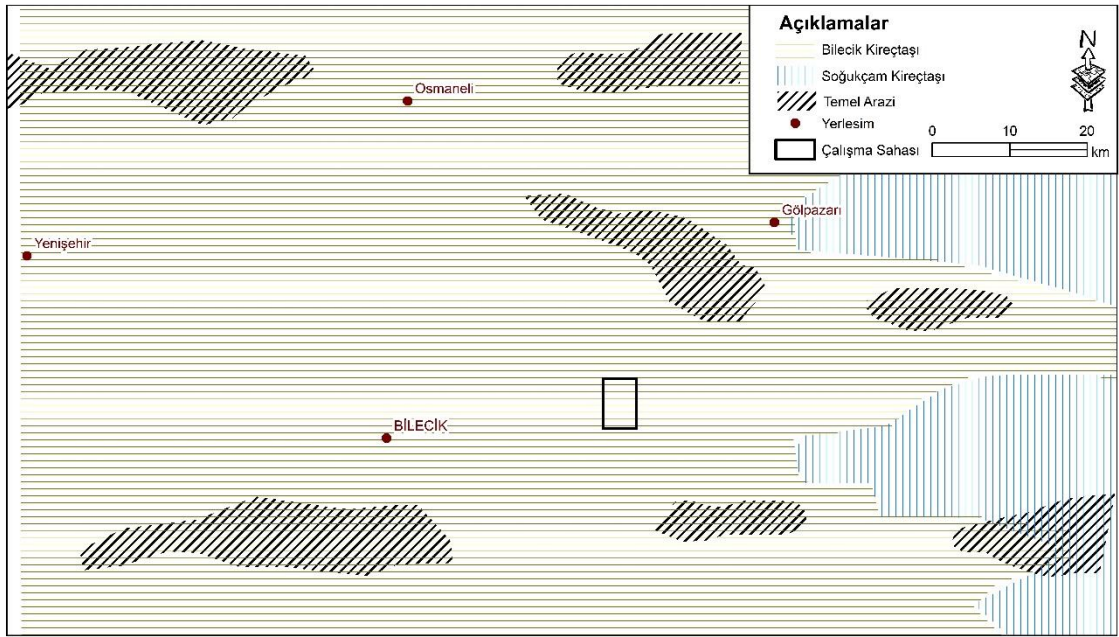


Şekil 6: Jura Litofasiyes Haritası (Saner, 1980'den değiştirilerek alınmıştır)

Orta-Üst Jura ve Alt Kretase döneminde sıcak iklim şartları altında deniz ilerlemiş ve Alt Jura döneminde kara halinde olan alanları kaplamıştır. Bayırköy formasyonu, konkordans ve transgresif olarak 300-500 m kalınlıkta Orta-Üst Jura yaşlı Bilecik kireçtaşı ile örtülmüştür. Özellikle derin şelf bölgelerinde yoğun karbonat birikimi söz konusudur. Bu nedenle bazı yerlerde Bayırköy formasyonu olmaksızın temel üzerinde Bilecik Kireçtaşı yüzlekleri (mostra) bulunmaktadır (Şekil 7, 8). Çökeltme Üst Jura'dan Alt Kretase'ye kadar devam etmiştir (Saner, 1980).

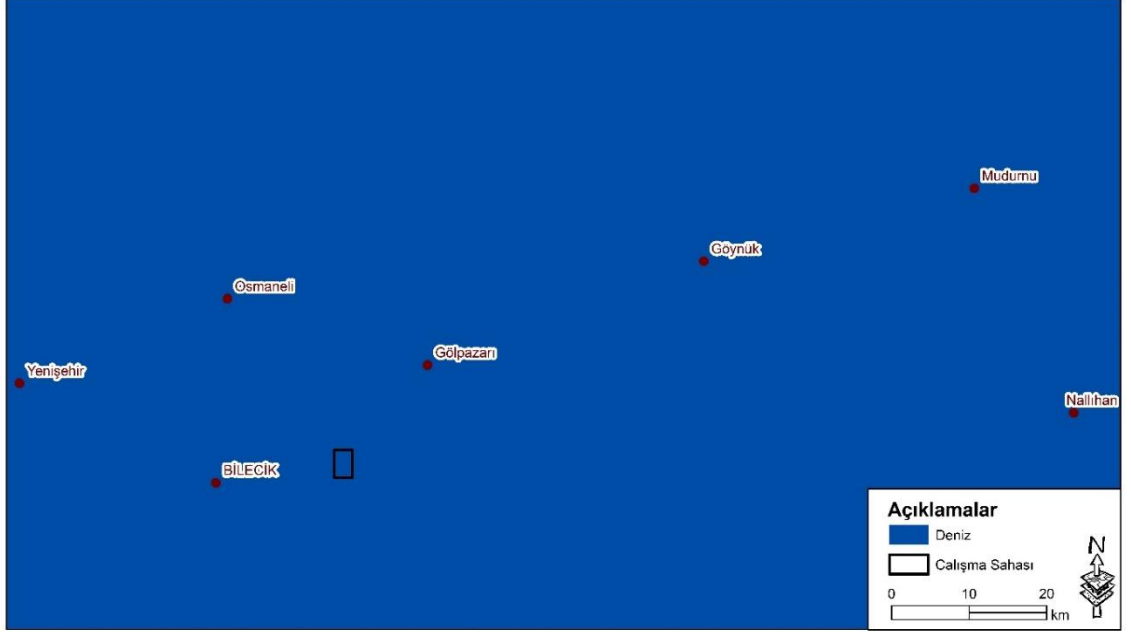


Şekil 7: Orta-Üst Jura Paleocoğrafya Haritası (Saner, 1980'den değiştirilerek alınmıştır)

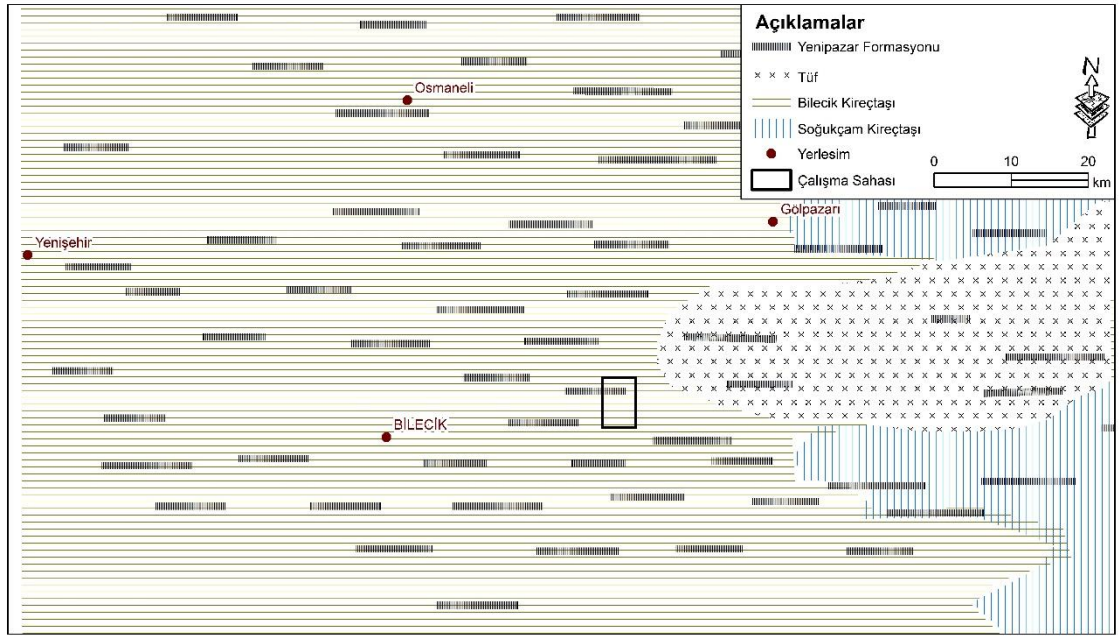


Şekil 8: Orta-Üst Jura Litofasiyes Haritası (Saner, 1980'den değiştirilerek alınmıştır)

Üst Kretase başlarından itibaren başlayan blok faylanmalar ile sıcak iklim şartları altında havza derinleşmiş ve en derin konumuna gelerek tümüyle deniz altında kalmıştır. Üst Kretase’de çökelen ve en derin evreyi yansıtan kumtaşı-şeyl ardalı Yenişehir formasyonuna ait fliş tipi çökellerdir (Şekil 9,10).



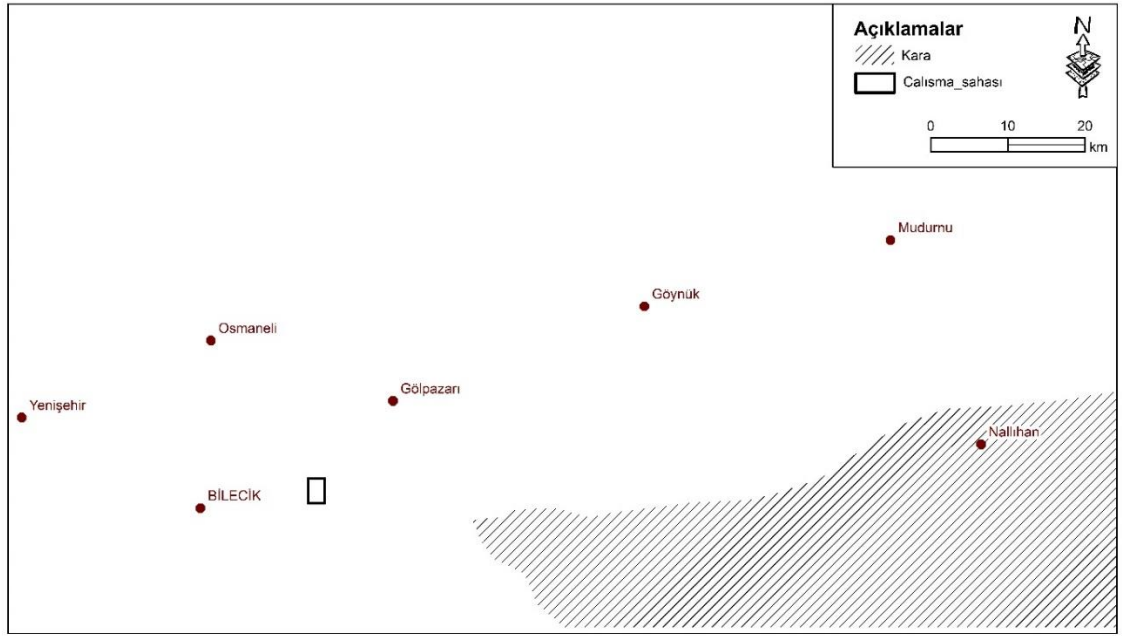
Şekil 9: Üst Kretase Paleocoğrafya Haritası (Saner, 1980’den değiştirilerek alınmıştır)



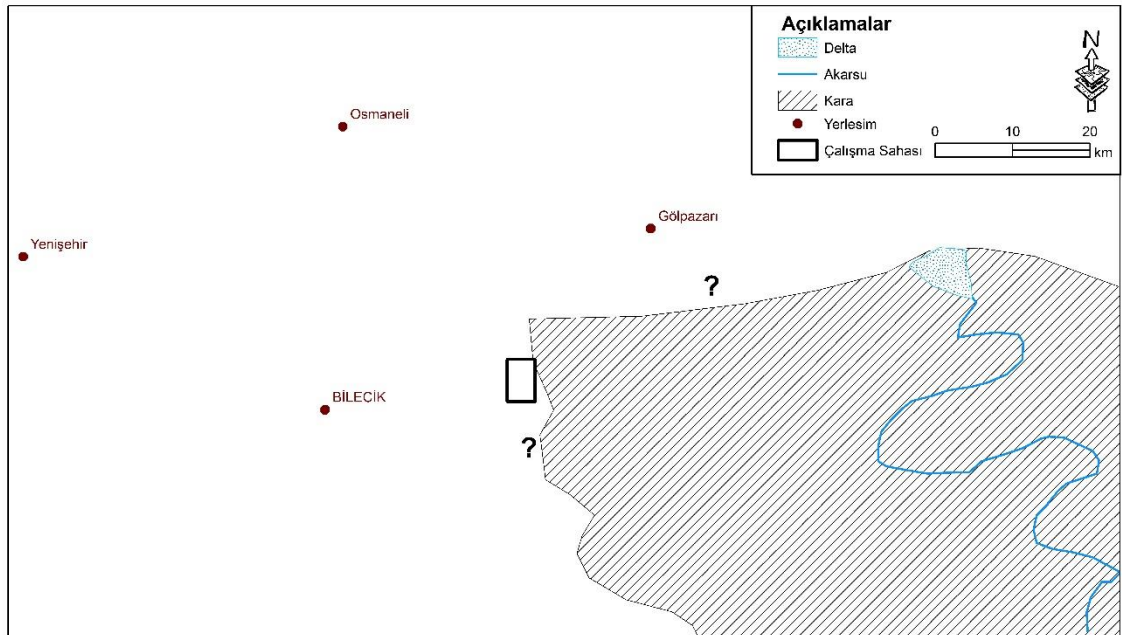
Şekil 10: Üst Kretase Litofasiyes Haritası (Saner, 1980’den değiştirilerek alınmıştır)

Üst Kretase sonlarına doğru başlayan orojenik hareketler ile birlikte havzanın güneyi yükselmiş ve havza ilk defa su üstüne çıkmıştır. Bunun sonucu olarak doğu-batı uzanışlı bir sahil çizgisi meydana gelmiştir. Bu alanlarda bir yandan aşınma bir yandan da alüvyal çökme başlamış ve sahil çizgisinin güneyi boyunca karasal Kızılçay grubu çökelmiştir. Sahil çizgisinin kuzeyinde ise denizel çökme devam etmiştir. Denizin güneyden kuzeye regresyonu ile regresif kumtaşı istif ve deltayik çökme tarzında alüvyal çökme olmuştur (Saner, 1980) (Şekil 11, 12, 13).

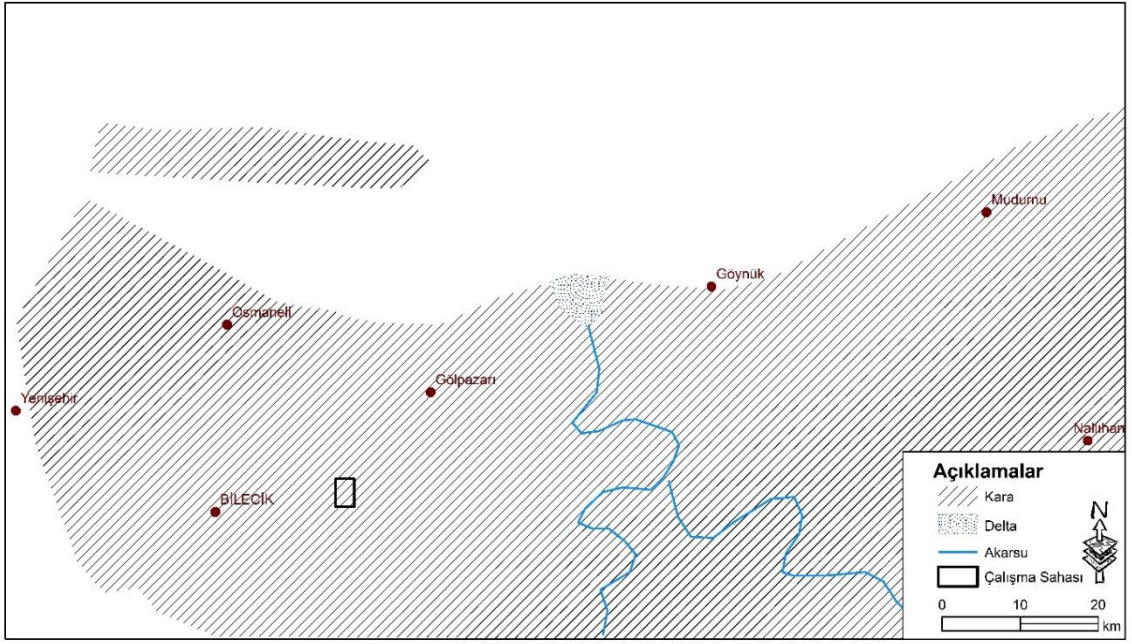
Yapmış olduğumuz arazi çalışmaları sırasında Geçitli köyünün kuzeyinde yer alan Erenler Tepe’nin kuzeybatısında eski bir akarsu şebekesine ait izler olabileceğini düşündüğümüz delta istifinin tespit edilmiş olması doğu-batı uzanımlı sahil çizgisinin çalışma sahasının kuzeyine kadar ilerlemiş olabileceğini ve bu alanda bir deltayik çökmenin söz konusu olabileceğini düşündürmektedir (Foto 8).



Şekil 11: Üst Kretase Sonlarının Paleocoğrafya Haritası (Saner, 1980'den değiştirilerek alınmıştır)



Şekil 12: Alt Paleosen Paleocoğrafya Haritası (Saner, 1980'den değiştirilerek alınmıştır)



Şekil 13: Üst Paleosen Paleocoğrafya Haritası (Saner, 1980'den değiştirilerek alınmıştır)

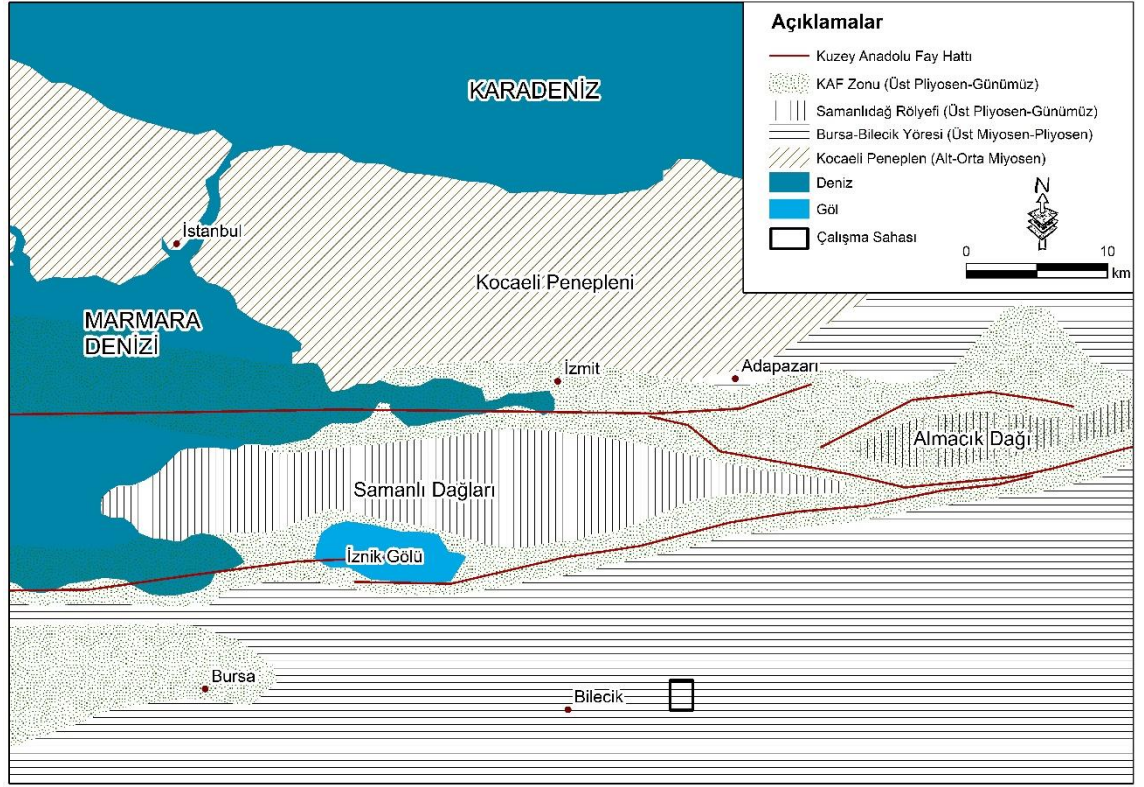


Foto 8: Erenler Tepe Kuzeyinde Eski Akarsu Şebekesine Ait Delta İstifi (Geçitli Kuzeyi)

Üst Kretase sonlarında başlayan hızlı yükselmenin neden olduğu regresyon Eosen başlarına kadar devam etmiştir. Eosen'de ise sıcak/ılıman ve yağışlı bir iklim etkisi altında yeni bir transgresyon meydana gelmiştir. Bu dönemde sıkışma ve yükselmeye bağlı olarak kara haline gelen bölgelerde oluşan kapalı havzalarda sel ve taşkın karakterli suların biriktirdiği akarsu ve gölssel çökeller Geçitli formasyonunu meydana getirmiştir.

Eosen dönemi ile Üst Oligosen arasında dünya genelinde iklimde belirgin bir soğuma yaşanmıştır. Küresel ölçekte azalan sıcaklığa bağlı olarak deniz seviyelerinde dereceli bir düşme yaşanmıştır.

Oligosen sonunda Sakarya kıtasının kuzeyinde bulunan Intra-Pontid okyanusunun kapanması sonucu bölge karasal aşınım alanı haline gelmiş ve Orta Miyosen sonlarına kadar etkisini sürdürmüştür. Böylece bölge Alt-Orta Miyosen boyunca paleotektonik dönem olaylarının etkisinde kalmıştır. Ayrıca Alt Miyosen döneminde sıcak-yağışlı, yarı tropikal bir iklimin etkisi altında akarsu ve gölssel çökeller havzaları doldurmuş ve böylece çalışma sahası içerisindeki Gemiciköy formasyonu meydana gelmiştir. Orta Miyosen sonlarında ise geniş alanlara yayılan bir penneplen morfolojisi gelişmiş ve karasal kıyıları çökelmeye başlamıştır (Emre vd., 1998) (Şekil 14).



Şekil 14: Doğu Marmara Bölgesinin Morfotektonik Üniteleri (Emre vd., 1998'den değiştirilerek alınmıştır)

Çalışma sahası Üst Miyosen başlarında kurak iklim şartları ve neotektonik dönem olaylarının etkisi altında büyük morfolojik değişime uğramıştır (Yılmaz ve Şengör, 1981; Emre vd., 1998). Emre vd., (1998) Doğu Marmara'nın morfotektonik ünitelerini açıklarken neotektonik dönemde yaşanan olayları iki farklı evrede açıklamış ve bu iki farklı evre çalışma sahasının neotektonik dönemde yaşanan olaylarını açıklamada esas alınmıştır.

Üst Miyosen-Pliyosen dönemini kapsayan ilk evre de bölge K-G yönlü sıkışma rejimi etkisi altında kalarak morfolojik olarak tümünden yükselmeye uğramış ve peneplen morfolojisi deforme olmaya başlamıştır. İlk deformasyonlar geniş boyutlu ondülasyonlar(dalgalanmalar) şeklinde gerçekleşmiştir. Bu süreç içerisinde kara halinde olan bölgeler üzerinde geniş ölçekli gölsel ve akarsu kökenli karasal havzalar gelişmiştir. Çalışma sahası içerisinde yer alan Geçitli ve Gemiciköy kapalı sedimanter havzaları bu şekilde meydana gelmiştir.

Üst Pliyosen'den itibaren ikinci evre olarak nitelendirilen dönem Kuzey Anadolu Fay rejiminin kurulmasıyla başlamıştır (Emre vd., 1980). Anadolu'da bugünkü akarsu ağının kuruluş dönemi olarak kabul edilen Üst Pliyosen'den itibaren Sakarya Nehri ve kolları bu sahada devam etmekte olan tektonik hareketler ile birlikte yatağına gömülmüş ve çalışma sahasındaki Geçitli ve Gemiciköy kapalı havzalarını birbirine bağlayan derin epijenik boğazları meydana getirmiştir. Böylece Üst Pliyosen öncesinde kapalı havzalara göre kurulan drenaj ağı Üst Pliyosen'den itibaren Karadeniz deniz seviyesine göre kurulmuştur.

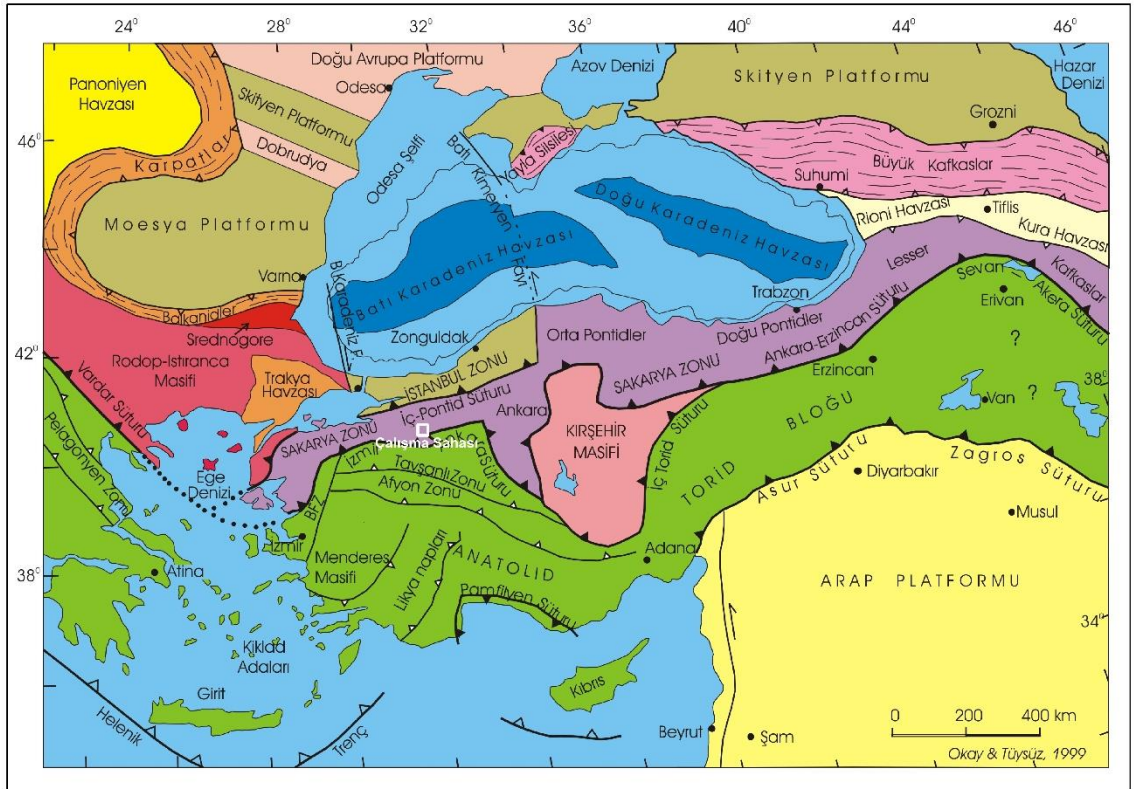
Üst Pliyosen'den itibaren Sakarya Nehri ve kollarının günümüzdeki yatağına yerleşmesiyle birlikte bölge Üst Miyosen sonrasında tekrardan büyük bir morfolojik değişime uğramıştır.

Pleyistosen'de yaşanmaya devam eden genç tektonik hareketlerin yanı sıra küresel ölçekte yaşanan iklim değişiklikleri ve dolayısıyla deniz seviyesinde meydana gelen değişimler Sakarya Nehri'nin oluşum ve gelişiminde önemli rol oynamışlardır. Kuvaterner sırasında özellikle kapalı havzalarda (Geçitli ve Gemiciköy) biriktirilmiş olan depolar küresel ölçekteki deniz seviyesi değişiklikleri ve devam eden tektonik hareketlerin kontrolünde Geçitli kapalı havzasında olduğu gibi ya tamamen süpürülmüş ya da Gemiciköy havzasında olduğu gibi birkaç basamak halinde izlenebilen dönemli seviye özelliği kazanmıştır.

Son olarak, postglasiyal dönemde yaşanan ılıman iklim koşullarına altında günümüz morfolojisi tamamen şekillenmiştir.

2.4. TEKTONİK ÖZELLİKLER

Çalışma sahası Sakarya kıtası tektonik kuşağı içerisinde yer almaktadır. Anadolu'nun kuzeyini doğu-batı yönünde boylu boyuna kaplayan, güneyde İzmir-Ankara Sütur Kuşağı, kuzeyde ise İntra-Pontid Kuşağı ile sınırlanmış tektonik birlik "Sakarya Kıtası" olarak adlandırılmıştır (Şekil 15) (Okay,1989).



Şekil 15: Türkiye'nin Tektonik Üniteleri ve Bu Üniteler Arasında Çalışma Sahasının Konumunu Gösteren Harita (Okan ve Tüysüz, 1999)

Çalışma sahası neotektonik dönem başında peneplen morfolojisi gösterirken neotektonik dönem ile birlikte K-G yönlü sıkışmalı tektonik rejimi ve Kuzey Anadolu Fay zonu ile temsil edilen transform karakterli yatay tektonik hareketlerin etkisi altında kalmıştır (Tablo 2).

Çalışma sahasının genel rölyefi neotektonik dönem faylarının doğrultusu ile uyumlu olarak çok çeşitli yönlü uzanımlardan oluşmaktadır. Nitekim çalışma alanındaki fayların büyük bölümü normal fay olup KB-GD ve GB-KD doğrultusunda gelişmiştir. Bu faylar, en son Alt Miyosen kayaçlarını kestiği için büyük olasılıkla Alt Miyosen sonrası gelişmiştir.

Çalışma sahası ve yakın çevresi Üst Miyosen’de K-G yönlü sıkışmalı tektonik rejimi altında tektonik deformasyona uğramış ve temel kayalar üzerinde gelişmiş olan peneplen morfolojisini bozarak dalgalı bir topoğrafik yapı kazanmasına sebep olmuştur. Deformasyonların ileri aşamasında bölge yükselmiş ve KD-GB ve KB-GD doğrultu atımlı faylar ile aynı doğrultuda bindirme fayları meydana gelmiştir. Nitekim Miyosen öncesi gelişmiş peneplen morfolojisinin özellikle Jura yaşlı birimlerin morfometrik olarak günümüzde yüksek dağ ve platolar seviyelerinde izlenmesi ve çeşitli yönlerde eğimlenmiş, kubbeleşmiş ve bloklanmış bir yapı sunması sıkışarak yükselen rölyef değişiminin göstergesidir (Emre vd., 1998).

Orta Sakarya vadisinin Söğüt kuzeyindeki sahayı ilgilendiren çalışmalarda, kuzeyden güneye doğru bir itilmenin meydana geldiği ve bunun bindirmelere (şaryaj) sebep olduğu anlaşılmaktadır. Bu tektonik hareketler Bilecik-Söğüt platolarının yapısında önemli tektonik hatları oluşturur. Nitekim çalışma sahası içerisindeki önemli bir yan kol olan Dokuz Dere’nin vadisi tektonik oluşu takip ederek bu bindirmelerin sebep olduğu zayıf direnç hatlarına uyarak yatağına yerleşmiştir. Çalışma sahası içerisinde en önemli bindirme “Tuzaklı Bindirmesi (sürüklenme)”dir. Çalışma sahası içerisinde Hamitabat kuzeyinde KB-GD uzanımlı olan bu bindirme Hamitabat kuzeyinden güneybatıya doğru uzanır ve Küre güneyinde Neojen depoları altında kalır fakat batıda Kızıldağlar’dan itibaren tekrar takip edilerek Küplü güneyinden Bilecik güneyine kadar devam etmektedir (Bilgin,1980). Demirkol (1977) bindirmenin Jura kalkerleri ve Gölpazarı grubunun (Yenipazar formasyonu) Paleosen arazisi üzerine itilmesi ile meydana geldiğini ve sürüklenimin genişliğinin 4 km’yi bulduğunu açıklamıştır.

Tez kapsamında yürütülen arazi çalışmaları sırasında normal fay ve fay dikliği gözlemlenmiştir (Foto 9). Bu faylar çalışma sahasındaki çok sayıda mağaranın açığa çıkmasında birinci derecede etkili olmuştur (Foto 10).

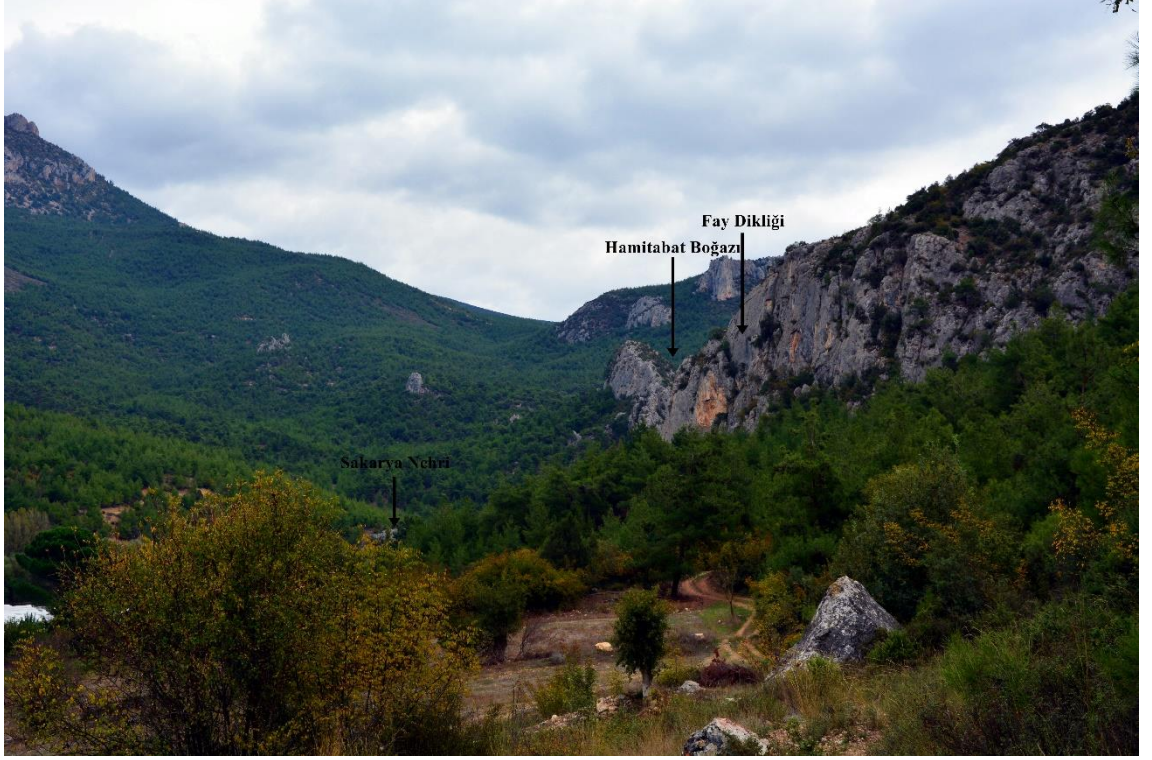


Foto 9: Araştırma Sahasının Güney Sınırındaki Hamitabat Boğazı'nda Tespit Edilen Fay Dikliği
(Kuzeybatıdan Bakış)



Foto 10: Faylanmaya Bağlı Olarak Açığa Çıkan Geçitli Mağarası

Ayrıca çalışma sahası içerisinde yer alan faylar bazı yan kolların yatakları üzerinde değişikliklerine sebep olmuştur. Özellikle Şahinler Köyü güneyinde Kozkaya Tepe ile Kuyucak Tepe arasında yer alan Karaçam Sırtı mevkiisinde KB yönünde akan yan kol faya bağlı olarak yönünü değiştirerek GB yönünde akmaktadır (Foto 11).



Foto 11: Faya Bağlı Olarak Akarsu Yatağında Meydana Gelen Değişim (Karaçam Sırtı Kuzeybatısı)

Sonuç olarak gerek tektonik hareketlere bağlı olarak gerekse küresel ölçekte yaşanan iklim değişikliklerine bağlı olarak ağırlık kazanan erozyon süreçleri çalışma sahasının morfolojisinde önemli değişikliklere sebep olmuştur. Yüksek aşınım haline gelen bölgede Üst Pliyosen'den itibaren Sakarya Nehri ve kolları sahada devam etmekte olan tektonik hareketlerle birlikte yer yer menderesler oluşturarak temele gömülmüş ve kanyon şekilli dar ve derin vadileri meydana getirmiştir. Holosen'de ise yaşanan genel taban seviyesindeki yükselmeye bağlı olarak günümüzdeki alüvyal düzlükler meydana gelmiş ve günümüz morfolojisi şekillenmiştir.

Tablo 2: Çalışma Sahasının Tektonizma-Jeomorfoloji Gelişim Evreleri

YAŞ		TEKTONİZMA		MORFOTEKTONİK BÖLGELER		
				BİLECİK BÖLGESİ		
NEOJEN	KUVATERNER	HOLOSEN	NEOTEKTONİK DÖNEM	KAF EVRESİ	EROZYON	
		PLEYİSTOSEN				
	PLİYOSEN	ÜST				KAF
		ALT				
MİYOSEN	ÜST	K-G SIKIŞMA EVRESİ	Kıvrım ve Doğrultu Atımlı Faylarla Bölgesel Olarak Tümden Yükselme			
	ALT-ORTA			PALEOTEKTONİK DÖNEM	DURAĞAN	PENEPLENLEŞME

Kaynak: Emre vd., 1998

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. ARAŞTIRMA ALANININ JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

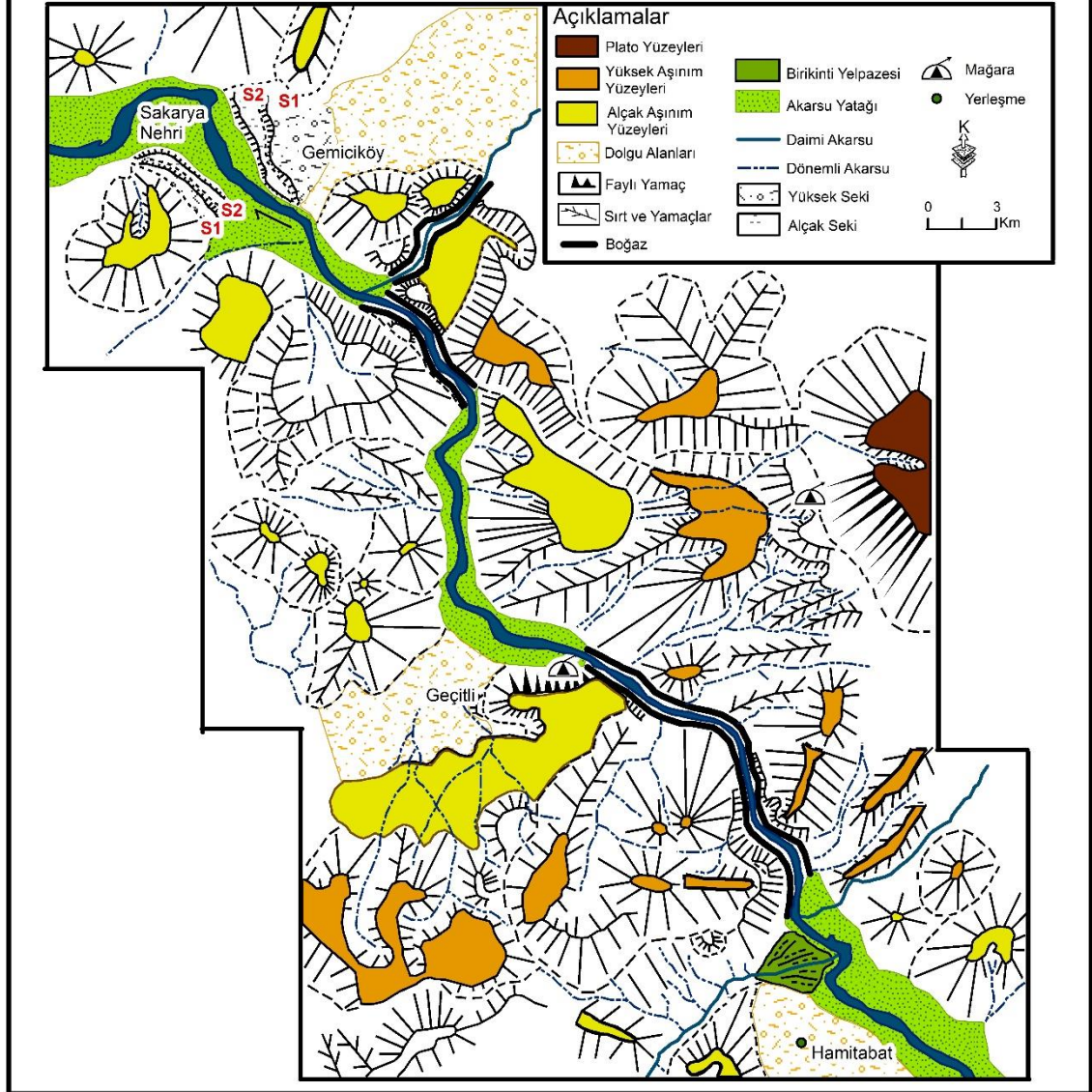
Yeryüzünü şekillendiren en önemli dış kuvvetler arasında akarsular olduğu için jeomorfoloji bilimi içerisinde bir alt bilim dalı olarak yer alan flüvyal jeomorfoloji en ilgi çeken konuların başında gelmektedir.

Yağmur halinde yeryüzüne düşen sular, esas olarak iki akış şekli gösterirler. Bunlar ya belli bir yatağa bağlı olarak (çizgisel akış) ya da topoğrafya yüzeyini bir tabaka halinde kaplayarak (yüzeysel akış) akarlar. Bu iki farklı akış şekli, belirli şartlara bağlı olarak meydana gelir ve topoğrafya üzerinde de farklı değişikliklere yol açar. Akarsular yeryüzünü ilk olarak vadilerini oluşturmak yoluyla şekillendirir ve sonrasında vadiler boyunca gözlenen aşındırma ve biriktirme şekilleri meydana gelir. Bu süreçte sadece akarsuyun aşındırma yapması söz konusu değildir. Aşındırmanın meydana gelişi bir taraftan çözülme ve kütle hareketlerine, bir taraftan da döküntünün taşınması ile sıkı sıkıya bağlı olduğu gibi vadilerde görülen birçok şekiller de biriktirmenin eseridir (Erinç, 2000).

Sakarya Nehri'nin Üst Pliyosen'de bugünkü yatağına yerleşmesi çalışma alanının morfolojisinde belirleyici olmuştur. Sakarya Nehri, çalışma sahası içerisinde yer alan jeomorfolojik birimlerin oluşumu ve gelişiminde en önemli etkidir.

Çalışma alanı içerisinde Sakarya Nehri; Kırılbağı Dere (Erbis Dere), Vurgun Dere ve Dokuz Dere gibi önemli kolları ile birlikte yaklaşık olarak 26 km kat etmektedir. Bu mesafe boyunca, vadi içerisinde ve yakın çevresinde gözlenen plato yüzeyleri, Sakarya Nehri vadisi, vadi yamaçları, boğazlar, mağaralar, taşkın ovası, sekiler, birikinti yelpazesi ve akarsu yatağı gibi flüvyal oluşumları alt başlıklar altında toplayabiliriz (Şekil 16).

Hamitabat-Gemiciköy Arasında (Bilecik) Orta Sakarya Vadisinin Jeomorfoloji Haritası



Şekil 16: Hamitabat-gemiciköy Arasında (Bilecik) Orta Sakarya Vadisinin Jeomorfoloji Haritası

3.1. PLATO YÜZEYLERİ

Orta Sakarya platoları, kuzeyde Adapazarı-Düzce-Bolu depresyonlar dizisi ile güneyde Eskişehir-Porsuk oluk sahası arasında ve batıda Osmaneli-Bilecik ile doğuda Ayaş-Kızılcabamam'a kadar geniş bir sahada gelişmiş yüksek düzlükler ve bunlar arasında yer alan bazı dağlık kısımlardan meydana gelmiştir (Bilgin, 1980).

Orta Sakarya platolarının batıdaki devamı niteliğinde olan Bilecik-Söğüt platoları, kısmen Neojen örtüsüyle kaplı olan fakat genel olarak metamorfik şist ve mermerlerin, Jura yaşlı kumtaşı ve kalkerlerinin, Kretase flişinin ve çeşitli orojenez safhalarında kıvrılmış olarak yer aldığı, Neojen öncesi temelin aşınması ve daha sonra da derin bir şekilde yarılması sonucu 600-800 m yükseltide gelişmiş olarak buradaki topoğrafyaya hâkim karakterini vermiş bulunmaktadır. Buradaki yapı hatları kabaca D-B veya KD-GB yönündedir (Bilgin,1980) (Foto 12).

Çalışma sahası içerisinde yer alan Hamitabat köyü çevresinde granitik kayalar geniş alanlar kaplamaktadır. Bilecik-Söğüt platolarının genel yapısının Söğüt metamorfikleri tarafından meydana getirildiği ve plato yüzeylerinin bu kıvrımlı metamorfik seri üzerinde iyi korunduğu aşınım yüzeylerinden açıkça görülmektedir (Bilgin, 1980).



Foto 12: Orta Sakarya Platoları İçerisinde Değerlendirilen Bilecik-Söğüt Plato Alanları

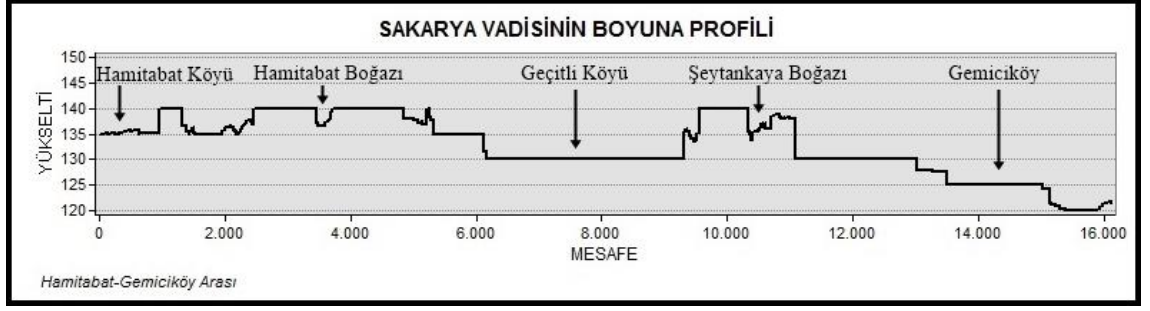
3.2. SAKARYA NEHRİ VADİSİ

Batı Karadeniz Bölümü'nde bulunan çalışma sahasında iklim, jeolojik yapı, litolojik özellikler ve eğim koşulları vadilerin oluşumları, gelişimleri ve özelliklerini belirleyen başlıca etmenlerdir.

Çalışma sahasında Sakarya Nehri ve kollarından oluşan bir akarsu ağı bulunmaktadır. Sakarya Nehri, 824 km uzunluğu ile ülkemizin en uzun akarsularından biridir ve yaklaşık 58.160 km² lik bir alanı akaçlamaktadır. Kaynağını İçbatı Anadolu eşiğinde bulunan Eskişehir ilinin Çifteler ilçesindeki Sakaryabaşı mevki'nden alan Sakarya Nehri, 824 km'lik yolculuğuna Karasu'dan Karadeniz'e dökülerek son vermektedir

Sakarya Nehri, izlediği yol boyunca, Porsuk, Ankara, Kirmir, Göynük, Karasu, Göksu çayı gibi yan kolları ile birlikte çeşitli litolojik birimleri kesmekte ve bu birimlerin etkisiyle bazı yerlerde geniş bazı yerlerde ise dar ve derin vadiler oluşturmaktadır.

Çalışma sahasının sınırlarını oluşturan Hamitabat-Gemiciköy arasındaki mesafe yaklaşık olarak 16 km'dir (Şekil 17). Çalışma sahası içerisinde Sakarya Nehri Vadisi epijenik boğazların varlığından dolayı genellikle dar ve derindir. Fakat vadinin yer yer genişlediği alanlar vardır. Nitekim Hamitabat ve Gemiciköy ile nispeten Geçitli civarında geniş bir alüvyal taban söz konusudur. Vadinin daraldığı kesimler, kuzeyde Şeytankaya Boğazı ve Kırılbağı Boğazı ile güneyde Hamitabat Boğazı'dır. Bu kesimlerde Sakarya Nehri, Jura yaşlı karbonatlı kayalar içerisinde zayıf dirençli alanlara gömülmesinden dolayı vadi dar ve derindir. Dolayısıyla litolojik yapı ile ilgili olarak aşınma karşı dirençli olan Jura yaşlı kalkerlerin zayıf dirençli alanlarında gömülen Sakarya Nehri'nin vadisi dar ve derin bir profil sergilemektedir (Foto 13, 14).



Şekil 17: Sakarya Nehri Vadisinin Boyuna Profili (Hamitabat-Gemicköy Arası)



Foto 13: Jura Yaşlı Birimler İçerisinde Gelişen Hamitabat Boğazı

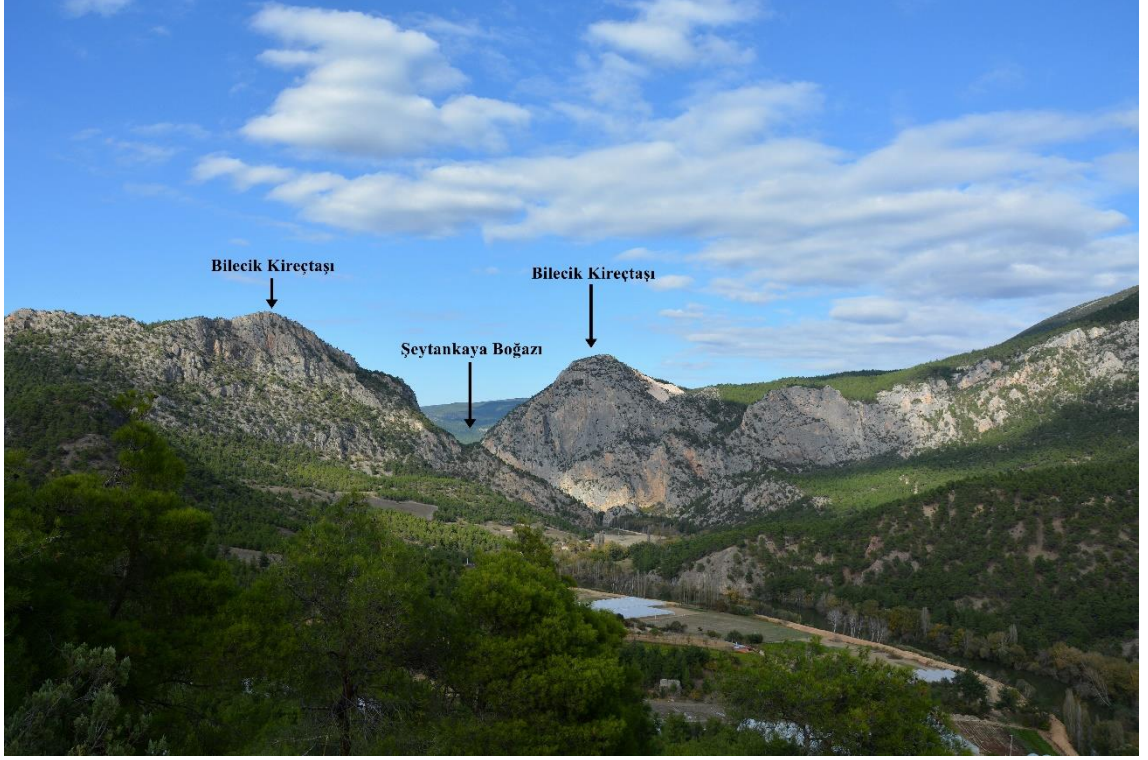


Foto 14: Jura Yaşlı Birimler İçerisinde Gelişen Şeytankaya Boğazı

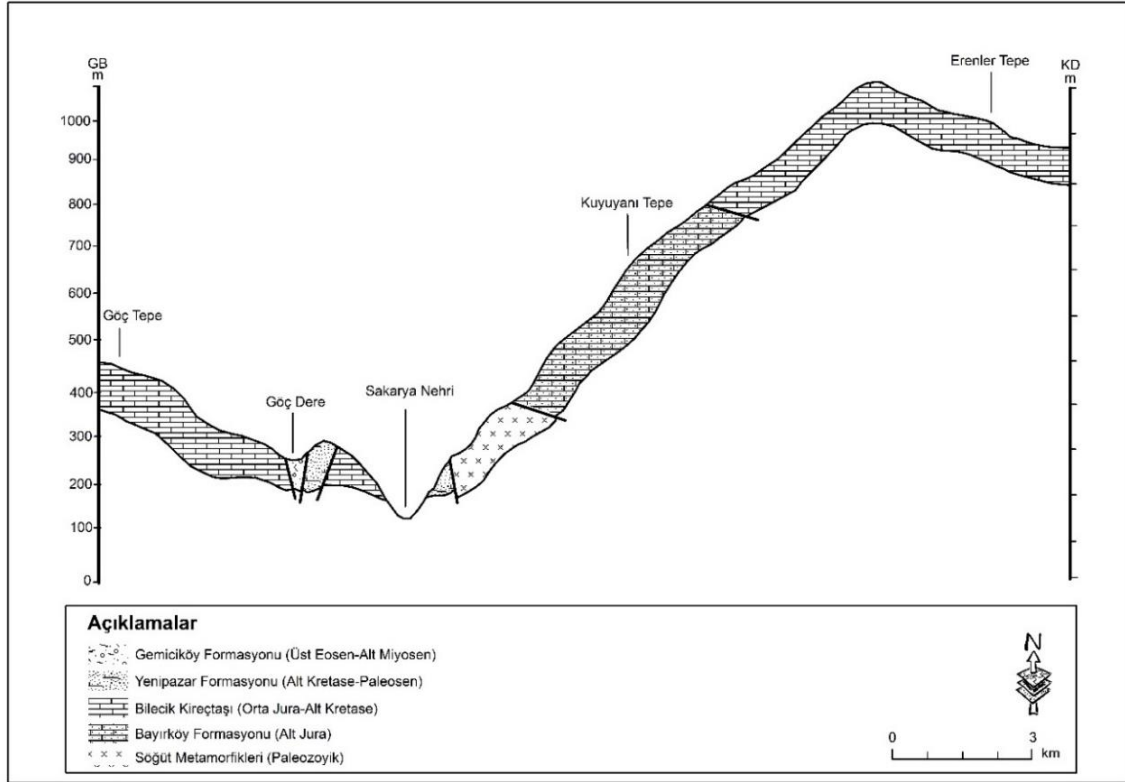
3.3. VADİ YAMAÇLARI

Herhangi bir vadinin özelliği, boyuna ve enine profili boyunca sunduğu şekillerden ileri gelmektedir. Vadinin karakterini belirleyen vadinin enine profilidir yani yamaç şekilleridir. Aslında yamaç profili sadece vadiler bakımından değil, fakat vadilerin dışında genel olarak yamaçların ne şekilde aşınarak şekillendiklerini göstermek bakımından önemlidir (Erinç, 2000).

Gerek vadilerde, gerekse vadilerin dışında yamaçların özelliklerini, yapı, morfolojik evrim, litoloji ve iklim gibi faktörler belirlemektedir (İnandık, 1957; Erinç, 2000). Vadi yamaçları söz konusu olduğu zaman yamaç gelişmesinin veya bir başka ifadeyle vadi genişlemesinin genel aşınmadaki rolü büyüktür. Flüvyal süreç ile bir sahanın aşınmasında en önemli rolü yamaç işlenmesi oynamaktadır (Erinç, 2000).

Sonuç olarak, yamaçların şekillenmesinde birinci derece etkin rol oynayan faktörler arasında yana aşındırma, çözülme, kütle hareketleri, yüzeysel akış ve sel yarınları sayılabilmektedir.

Çalışma alanı içerisinde Sakarya Nehri'nin oluşturduğu vadi yamaçları tek tip profile sahip değildir. Vadinin yamaç özellikleri, Sakarya Nehri'nin kestiği jeolojik birimler ve akarsu yatağının eğiminde meydana gelen değişimleri göstermesi açısından çalışma sahasına ait “genelleştirilmiş vadi enine kesiti “ oluşturulmuştur. Bu kesitte Sakarya Nehri vadisinin her iki yamacında da gerek eğim şartları gerekse basamaklanma durumunun aynı olmadığı göze çarpmaktadır. Bu kesit çalışma sahası içerisindeki yamaçların özelliklerini göstermelerinin yanısıra vadinin jeomorfolojik gelişiminin aydınlatılmasında da büyük katkı sağlamaktadır (Şekil 18).



Şekil 18: Çalışma Sahasının Genelleştirilmiş Vadi Enine Kesiti

Çalışma alanı içerisinde yamaç gerilemesinin çok fazla etkin olmadığı fakat buna karşılık derine aşındırmanın oldukça etkin olduğu Hamitabat Boğazı, Şeytankaya Boğazı ve Kırılbağı Boğazı gibi epijenik karakterli boğazların olduğu vadilerde yamaçlar oldukça dar ve derindir (Foto 15). Vadi yamaçlarının dik olmasında gömülmenin şiddetli ve ani olması önemli rol oynamıştır.

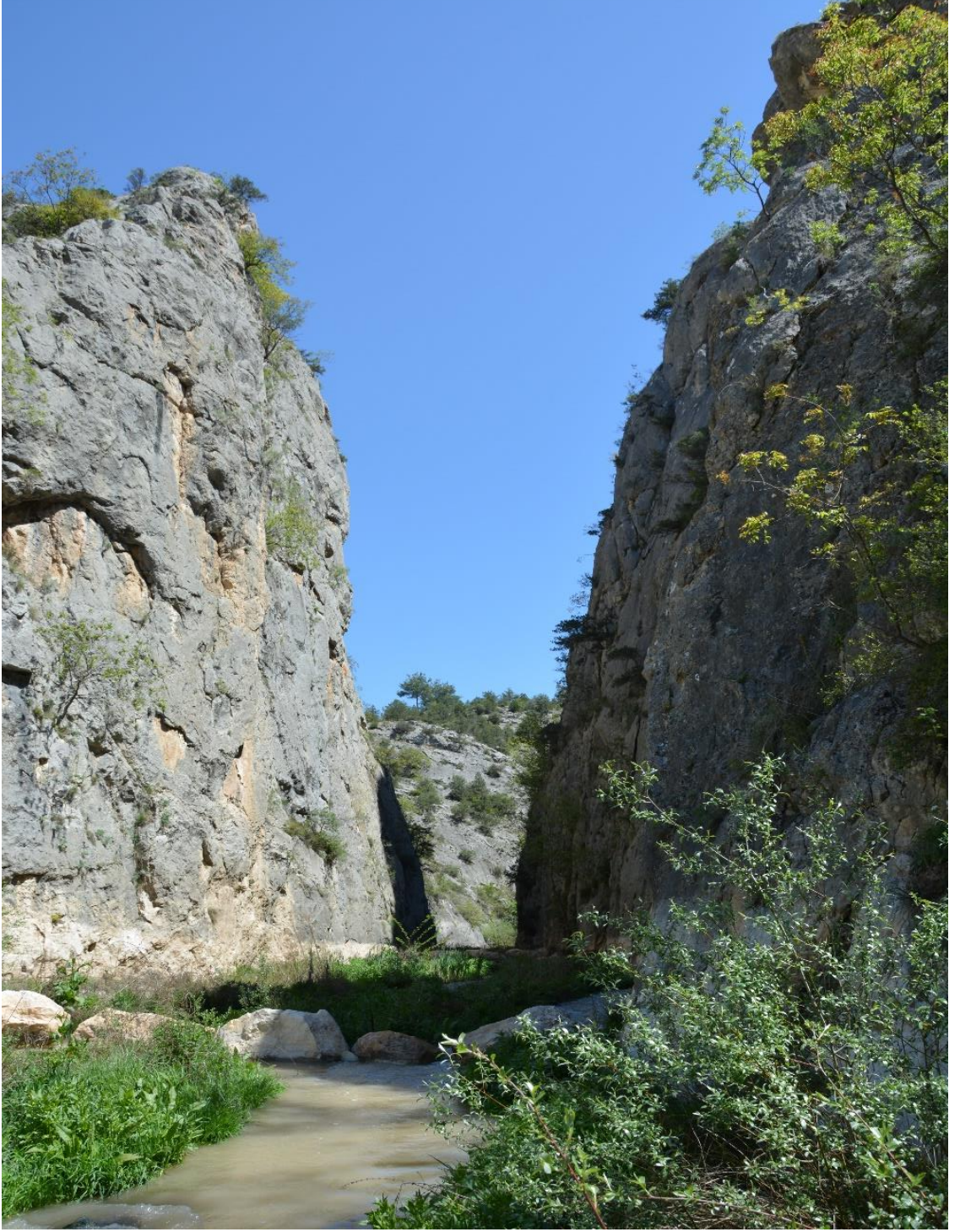


Foto 15: Dar ve Derin Bir Vadiye Sahip Olan Kırılbağı Boğazı

Çalışma alanı içerisinde eski akarsu depoları olan sekiler tarafından sınırlandırılan yamaçlar ise sadece Selbükü-Gemiciköy arasında iki seviyeyi yansıtacak şekilde basamaklı yapı göstermiştir (Foto 16). Burası aynı zamanda çalışma sahası içerisinde Sakarya Nehri vadisinin en iyi genişlediği alandır.

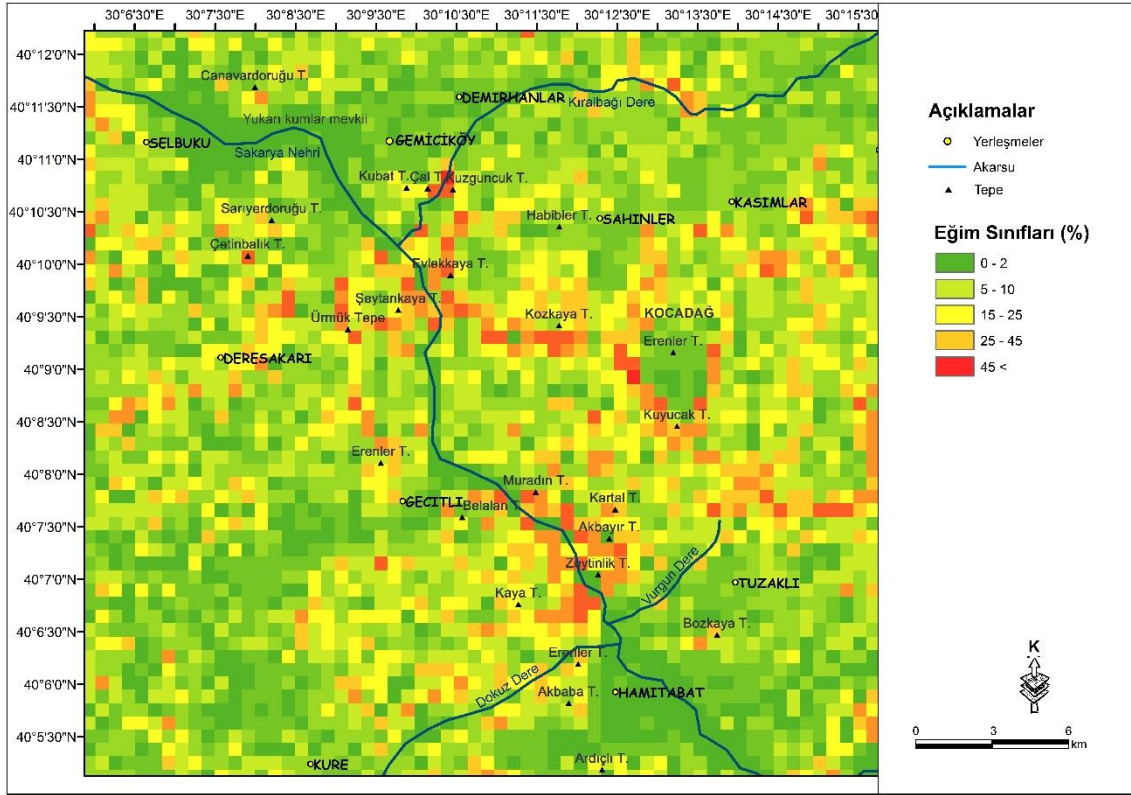


Foto 16: Gemiciköy Formasyonu Üzerinde Gelişme İmkânı Bulan Seki Seviyeleri

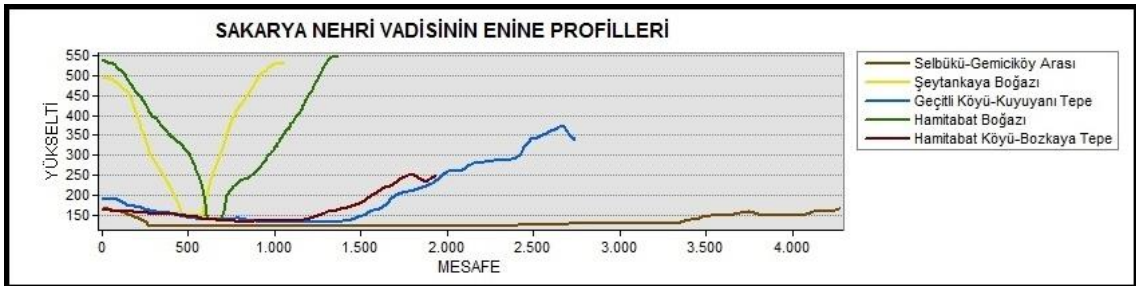
Çalışma alanı içerisinde Sakarya Nehri vadisinin doğu ve batı yamaçlarına bakıldığı zaman özellikle Hamitabat, Geçitli ve Gemiciköy çevresinde vadinin batı yamaçları daha basamaklı olduğu halde doğu yamaçları neredeyse kesintisiz uzanan daha sade bir yapı sunmaktadır.

Sakarya Nehri boyunca yamaçların bazı yerlerde basamaklı yapı sunması bazı yerlerde ise yamaç eğimlerine göre farklılık göstermesinin nedeni akarsuyun derine aşındırması, tektonik hareketler ve farklı litolojik birimlerin uzanması ile ilgilidir. Bu faktörlere bağlı olarak özellikle boğazların geliştiği alanlarda eğim değerleri en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Nitekim eğim değerlerinin %45'ten fazla olduğu alanlar boğazların ve faylı yamaçlı yüzeylerin bulunduğu alanlara denk düşmektedir (Şekil 19). Vadinin bazı kesimlerinde özellikle Geçitli ve Hamitabat çevresinde doğu yamaçların daha dik, batı yamaçlarının ise daha eğimli olması nedeniyle karşılıklı iki yamaç arasında bir asimetriklik söz konusudur (Şekil 20). Bu farklılık birbirinden farklı litolojik

birimlerin var olmasının yanısıra özellikle tektonik hareketliliğin neden olduğu düşünülmektedir.



Şekil 19: Hamitabat-Gemiciköy Arasında (Bilecik) Orta Sakarya Vadisinin Eğim Haritası



Şekil 20: Hamitabat-Gemiciköy Arasında Sakarya Nehri Vadisinin Enine Profilleri

Genel olarak değerlendirdiğimiz zaman çalışma sahasının güney sınırını oluşturan Hamitabat civarında vadinin batı yamaçları birikinti yelpazesine bağlı olarak basamaklı bir yapı sunarken doğu yamacı Karbonifer yaşlı temel kayaların varlığından dolayı çok fazla geriletilmemiştir. Hamitabat kuzeyinde Sakarya Nehri'nin Jura yaşlı Bilecik kalkerleri içerisinde gömülerek oluşturduğu Hamitabat Boğazı'nda vadi dar ve derindir.

Geçitli civarında batı yamaçlar tektonik aktivite, taşkın ovası ve yan kolların ana akarsuyu karışmasından dolayı basamaklı bir yapı sunarken, doğu yamaçlar ise tektonik yükselmeye bağlı olarak batı yamaçlara göre daha dik bir karakter kazanmıştır. Geçitli köyünden itibaren kuzeye doğru vadi profili hemen hemen V profili andıran bir vadi görünümünde olsa da Sakarya Nehri'nin Şeytan Tepe ve Evlak Tepe arasında Jura yaşlı Bilecik kalkerleri içerisine gömülerek oluşturduğu Şeytankaya Boğazı'nda vadi yine dar ve derindir. Şeytankaya Boğazı'nda dar ve derin vadi içinde akan Sakarya Nehri çalışma sahasının kuzey sınırını oluşturan Gemiciköy ve yakın çevresinde tabanlı bir vadi oluşturmaktadır. Selbükü-Gemiciköy arasında sekiler tarafından sınırlandırılan yamaçlar birkaç farklı seviye yansıtabilecek şekilde basamaklı bir yapı sunmaktadır.

Çalışma alanı içerisinde en karakteristik şekillerden birisi de “asılı vadi”dir. Neojen'de Geçitli ve Gemiciköy kapalı havzasına bağlı olarak gelişen D-B, KD-GB veya KB-GD yönlü paleo vadiler, Üst Pliyosen'de bugünkü yatağına kurulan Sakarya Nehri ve kolları tarafından kapılarak asılı kalmıştır. Şahinler köyü güneyindeki Kozkaya ve Kuyucak tepe arasında eski drenaj sistemine göre kurulmuş olan fakat daha sonra Sakarya Nehri ve kolları tarafından kapılarak KB-GD yönlü asılı kalmış bir vadi bulunmaktadır (Foto 17).



Foto 17: Kozkaya ve Kuyucak Tepe Arasında KB-GD Yönlü Asılı Kalmış Vadi

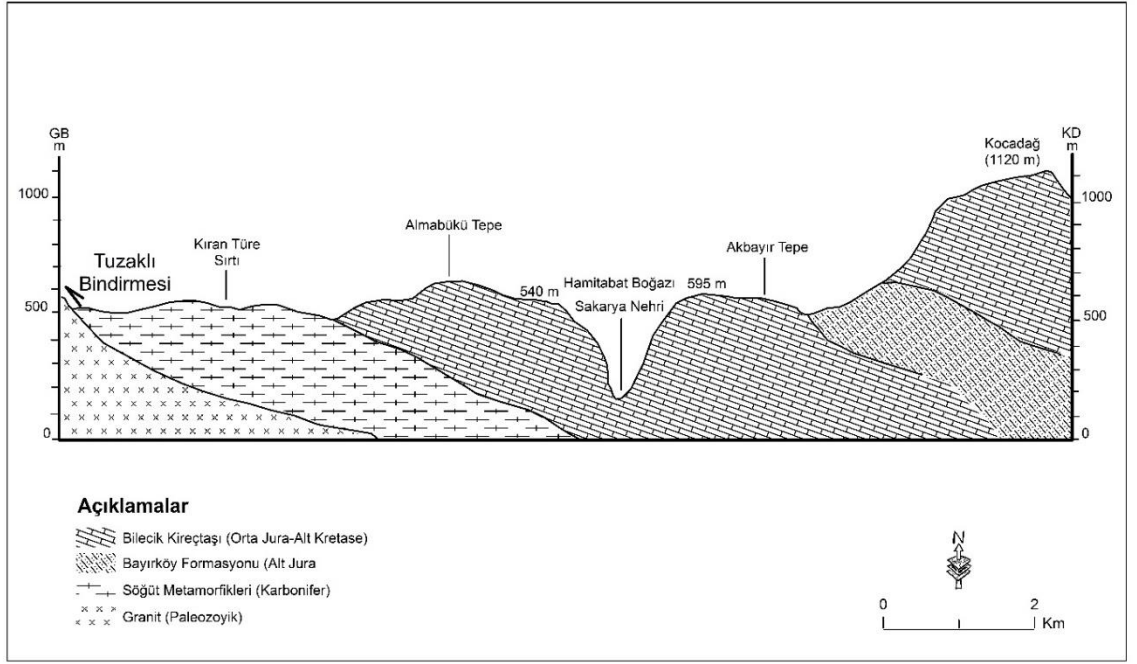
3.4. BOĞAZLAR

Orta Sakarya vadisi boyunca D-B yönünde akışını sürdüren Sakarya Nehri Hamitabat köyü yakınlarında GD-KB yönünü alır ve 1 km genişliğinde bir alüvyal taban oluşturur. Sakarya Nehri, Hamitabat kuzeyinden itibaren çalışma sahası için önemli jeomorfolojik birimlerden olan boğazları sırasıyla oluşturmaktadır.

Anadolu'da bugünkü akarsu ağının kuruluş dönemi olarak kabul edilen Üst Pliyosen'den itibaren Sakarya Nehri ve kolları bu sahada devam etmekte olan tektonik hareketlerle birlikte yer yer menderesler oluşturarak temele gömülmüş ve aynı zamanda çalışma alanındaki Geçitli ve Gemiciköy kapalı havzalarını birbirine bağlayan derin epijenik (sürempoze) boğazları (Hamitabat Boğazı, Şeytankaya Boğazı ve Kırılbağı Boğazı) meydana getirmiştir. Bu gömülmede epirojenik karakterli genç tektonik hareketler önemli rol oynamıştır (Ardel, 1955; Bilgin, 1980).

Çalışma sahası içerisinde yer alan Sakarya Nehri ve kolları geniş bir sahayı kaplayan Gemiciköy formasyonuna ait Miyosen örtüsünden, Bilecik formasyonuna ait Jura yaşlı kalkerlerin oluşturduğu temele sürempoze olarak gömülmüşlerdir. Pleyistosen'de epirojenik yükselmelere karşılık Sakarya Nehri'nin yatağına gömülmesi sonucu derin vadiler ve Hamitabat Boğazı, Şeytankaya Boğazı ve Kırılbağı Boğazı gibi epijenik karakterli boğazlar meydana gelmiştir.

Sakarya Nehri'nin Hamitabat kuzeyinde Jura yaşlı Bilecik kireçtaşlarının zayıf dirençli alanları boyunca yatağına gömülmesi sonucu kalker kütle yarılmış ve 350 m derinliğe sahip dik yamaçlı dar ve derin bir boğaz olan Hamitabat Boğazı açılmıştır. Hamitabat Boğazı'na ait enine kesit profilinde görüldüğü gibi boğaz dar ve derindir (Şekil 21). Vadi yamaçlarının dik olmasında gömülmenin şiddetli ve ani olması önemli rol oynamıştır. Oluşum mekanizması bakımından epijenik (sürempoze) karakterli boğazdır (Bilgin, 1980).



Şekil 21: Hamitabat Boğazı'nın Enine Kesiti

Hamitabat köyü kuzeyinden başlayan Hamitabat Boğazı 3 km'lik bir uzunluğa sahip olup Sakarya Nehri'nin oldukça dik yamaçlı dar ve derin bir vadi içinde akmasına neden olmuştur (Foto 18, 19). Sakarya Nehri'nin yarma vadiyi terk ettiği kısımda dimdik bir duvar halinde uzanan yamacı da morfolojiye yansıyan bir fay yüzeyidir. Ayrıca Bilecik kireçtaşı kütesinin bazı kesimlerinde de karstik mağara ağzları bulunmaktadır.



Foto 18: Hamitabat Boğazı ve Yakın Çevresi



Foto 19: Jura Yaşlı Kalkerler İçerisinde Gelişen Hamitabat Boğazı'na Güneyden Bakış

Hamitabat Boğazı'ndan sonra Geçitli köyü yakınlarında nispeten genişleyen Sakarya Nehri'nin vadisi, kuzeydeki Bayırköy formasyonu içinde tekrar daralır ve 2 km sonra Şeytan Tepe ve Evlek Tepe kalker kütleleri yakınlarında boğazın varlığına bağlı olarak tekrar daralır. Sakarya Nehri'nin Gemiciköy güneyinde Jura yaşlı kalkerlerin zayıf dirençli alanları boyunca yatağına gömülmesine bağlı olarak kalker kütleleri yarılmış, dar ve derin bir boğaz olan Şeytankaya Boğazı açılmıştır (Bilgin, 1980) (Foto 20).



Foto 20: Şeytankaya Boğazı

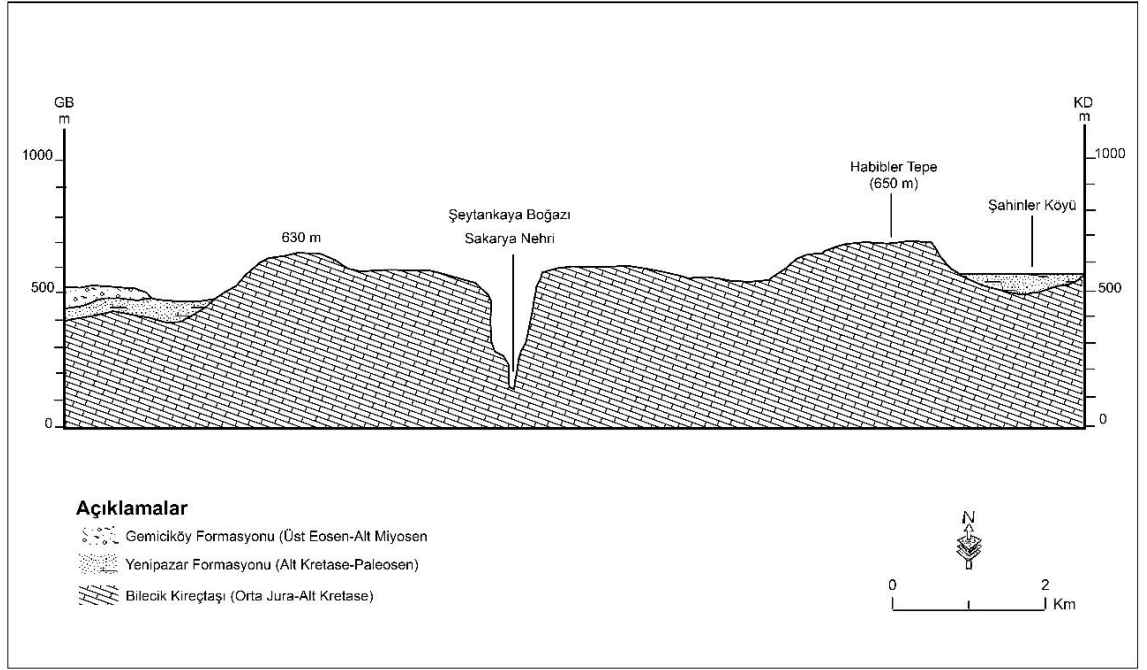
Şeytankaya Boğazı'nın oluşması belirli safhalar halinde meydana gelmiştir. Boğazın yamaçlarında görülen omuz yüzeyleri gömülmenin safhalar halinde meydana geldiğini anlamamızda önemli ipuçlarıdır (Foto 21, 22). Sakarya'nın Şeytankaya Boğazı'ndaki vadisi orta kısımda 25-30 m'ye kadar daralırken boğazın derinliği 370 m'dir (Şekil 22). Şeytankaya Boğazı oluşum mekanizması bakımından Hamitabat Boğazı gibi epijenik karakterli bir boğazdır (Foto 23).



Foto 21: Şeytankaya Boğazi Yamaçlarındaki Omuz Yüzeyleri



Foto 22: Şeytankaya Boğazi'nin Yamaçlarında Görülen Omuz Yüzeyleri Gömülmenin Safhalar Halinde Meydana Geldiğini Göstermektedir



Şekil 22: Şeytankaya Boğazı'nın Enine Kesiti



Foto 23: Şeytankaya Boğazı'na Kuzeyden Bakış

Şeytankaya Boğazı'nın ayrı bir özelliği daha vardır. Şeytankaya Boğazı çıkışında Sakarya Nehri ile kavuşan Kırılbağı Deresi KD-GB yönünde uzanarak D-B yönlü uzanımlara sahip yapı hatlarını kanyon vadilerle keserek Sakarya Nehri'ne ulaşmıştır. Fakat Kırılbağı deresi Gemiciköy havzasına girdikten sonra Sakarya Nehri'ne 3 km kadar yaklaştığı kısımda bugün 200 m civarındaki bir oluğu takip edeceği yerde güneybatıya doğru yönelerek 300-325 m'lik Çal Tepe ve Kuzguncuk Tepe kalker kütesini yararak Sakarya Nehri'ne ulaşmıştır. Burada Kırılbağı Deresi, Sakarya Nehri ile birlikte gömülerek Kırılbağı Boğazı'nı meydana getirmiş ve Şeytanka Boğazı ile birlikte bir birleştirme boğazı açmıştır (Bilgin, 1980) (Foto 24, Foto 25).

Tuncer (2004) Kırılbağı Boğazı'nın açılmadan önce, kireçtaşı kütesi üzerinde dolin veya dolinlerle beslenen bir mağara sistemi olduğunu ve Kırılbağı derenin de bu sistemi besleyen en önemli akarsu olduğunu belirtmiştir. Daha sonra mağara sisteminin tavanı çökmesi sonucu bugünkü boğazın açıldığını ve mağara içinde görülebilen mercan yapılarını, basınçlı zonlardaki su yalama izlerinin mevcut olmasını ve aynı zamanda boğazın burgulu bir yapı göstermesini eski bir mağaranın morfolojik taban düzeyinin aşağıya düşmesine bağlı olarak derinleşmesinin bir sonucu olduğunu ortaya koymaktadır.



Foto 24: Kırılbağı Boğazı



Foto 25: Kırılbağı Boğazı ve Şeytankaya Boğazı'nın Meydana Getirdiği Birleştirme Boğazı

Şeytankaya ve Kırılbağı birleştirme boğazından sonra çalışma alanının kuzey sınırını oluşturan Gemiciköy havzasında ise Sakarya Nehri yaklaşık 1 km'yi bulan bir alüvyal taban oluşturmaktadır.

3.5. MAĞARALAR

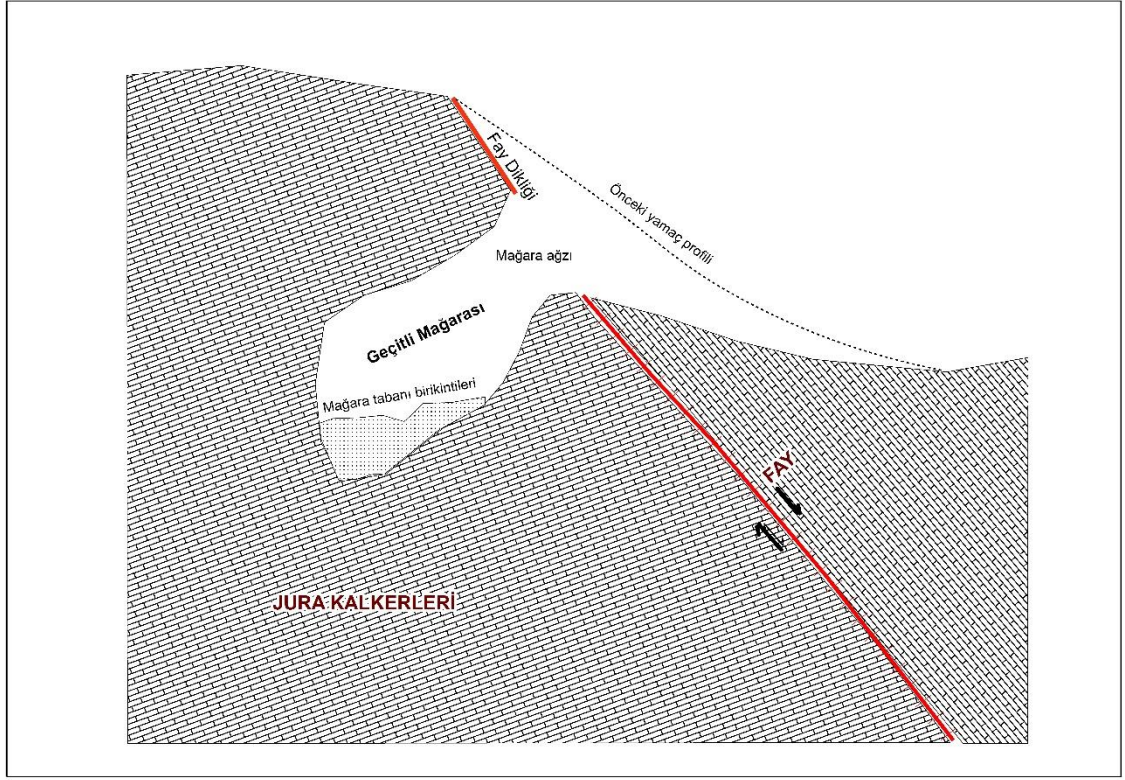
Çalışma sahası içerisinde mağaralar önemli bir jeomorfolojik ünedir. Üst Miyosen sonundan itibaren nitelendirilen neotektonik dönemde yeni bir relief sistemi gelişmeye başlamıştır. Orta Miyosen döneminde aşınım ile başlayan karstlaşma Pliyosen dönemindeki tektonik hareketlerle yükselen bölgelerde kırık ve çatlakların da artmasıyla hız kazanmıştır (Tuncer, 2004).

Genel olarak faylarla parçalanarak ve buna bağılı olarak Pliyosen sonunda Sakarya Nehri tarafından derince yarıma sonucu morfolojik yükselmeye uğrayan bölgede Miyosen sistemleri plato karakteri kazanmışlardır. Bu platoların etrafında veya onların arasına sokulan paleo subsekant vadiler boyunca gelişmiş Pliyosen relief sistemlerindeki kireçtaşlarında yapısal özelliklere bağılı olarak sığ bir karst gelişmiştir (Tuncer vd., 2010). Bu karstik şekiller arasında en karakteristik olanlardan bir tanesi mağaralardır.

Çalışma sahası içerisinde Jura yaşlı karbonatlı kayalardan olan Bayırköy kumtaşı ve Bilecik kireçtaşları karstlaşma ve mağara gelişimi için son derece uygun yapısal özellikler gösterir. Fakat bu kayaların kalınlıkları ve yayılışları sınırlı olduğundan dolayı ve aynı zamanda alttan ve yanlardan erimeye uygun olmayan geçirimsiz birimler ile kuşatılmış olmalarından dolayı mağara gelişimi sınırlı ve sığ bir özellik göstermektedir.

Arazi gözlemleri sırasında çalışma sahası içerisinde yer alan Belalan Tepe kuzeyi, Kuyuyanı Tepe güneybatısı ve Arabın Sırtı mevkiisinde üç adet mağara tespit edilmiştir. Mağaralar daha önce isimlendirilmediğinden dolayı tarafımızca bulunduğu mevki adları dikkate alınarak isimlendirme yapılmıştır. Belalan Tepe kuzeyinde yer alan mağaranın ismi Geçitli mağarası; Kuyuyanı Tepe güneybatısında yer alan mağaranın ismi Kuyuyanı mağarası ve son olarak Arabın sırtı mevkiisinde bulunan mağaraya da Arabın sırtı mağarası isimleri verilmiştir.

Mağaralar Jura yaşlı kalkerler içerisinde oluşmuştur. Mağaranın oluşumunda fazla kırıklı ve çatlaklı kalkerlerin kimyasal olarak aşındırılması ile tektonik etkilerin önemli rolü vardır. Kireçtaşları içinde hidrostatik basınçla dolaşan karbonik asitli yer altı suyu kayayı çözerek mağaraları oluştururlar (Bekdemir vd., 2004; Zeybek, 2003). Özellikle Belalan Tepe kuzeyinde yer alan Geçitli mağarasının çevresindeki ana kayanın faylarla kesildiği ve mağaranın hemen kuzey kenarı boyunca geçen fay hattının mağara ağzının ortaya çıkmasında etkili olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 23) (Foto 26).



Şekil 23: Ağız Faylanma Sonucu Açılmış Geçitli Mağarasının Oluşum ve Gelişimini Gösteren Şematik Kesit



Foto 26: Faylanmaya Bağlı Olarak Açığa Çıkan Geçitli Mağarası ve Yakın Çevresi

Mağaralar turizme açılmadığı ve kontrollü bir şekilde denetim altında olmadığı için mağaralara kontrolsüz giriş ve çıkışlar söz konusudur. Mağara duvarları üzerine yazılan yazılar, çöplerin rastgele atılması, kaçak kazılarla mağaranın tahrip edilmesi ve hayvan barınağı olarak kullanılması sonucu mağaralar tahrip edilmekte ve zarar görmektedir (Foto 27, 28, 29, 30, 31, 32).



Foto 27: Belalan Tepe Kuzeyinde Yer Alan Geçitli Mağarası (Geçitli Güneyi)



Foto 28: Mağaraların Gelişigüzel Kullanılması Sonucunda Tahrip Olması (Geçitli Mağarası)



Foto 29: Mağara İçerisinin Kaçak Kazı Yapılması Sonucu Tahrip Olması (Geçitli Mağarası)

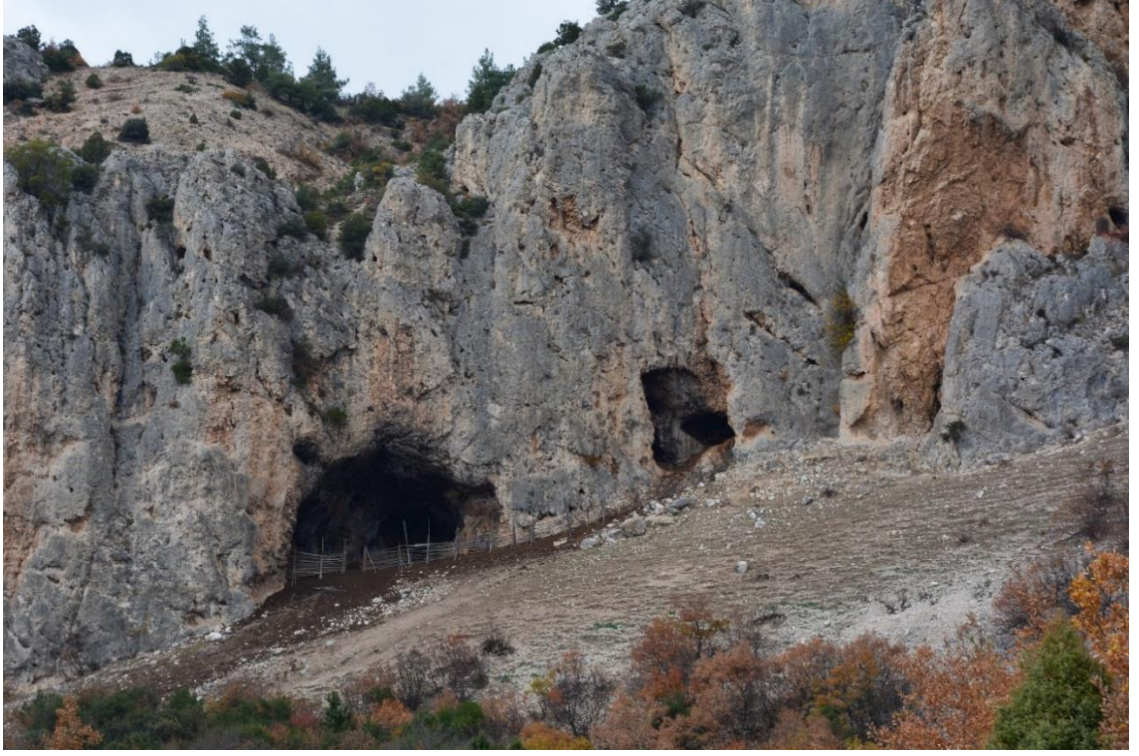


Foto 30: Kuyuyanı Mağarası



Foto 31: Hayvan Barınağı Olarak Kullanılan Kuyuyanı Mağarası



Foto 32: Hayvan Barınağı Olarak Kullanılan Kuyuyanı Mağarasının İç Kısmı

3.6. SEKİLER

Vadilerin yamaçlarında ya da tabanlarının yüksek kısımlarında görülen sahanlığa benzer eski vadi tabanlarına seki (taraça) denir.

Sekiler, akarsuyun eski tabanına ait kalıntıları olmaları nedeniyle, havzanın jeomorfolojik, hidrolojik, sedimentolojik ve aşınımsal geçmişini kavramada önemli bir rol oynar. Yani meydana geldikleri dönemde nehrin akış koşullarını, su potansiyelini, sediment özelliklerini ve çevresel değişimlere karşı akarsu tepkiselliğini yansıtmaları açısından oldukça önemlidir (Avşin, 2011; Larson vd., 2015).

Akarsu sekilerine ait çalışmalar son 200 yıldır devam etmektedir. Akarsu teraslarının önemini ilk olarak Playfair (1802) ve Miller (1883) ortaya koymuştur. Modern anlamda ise akarsu terasları hakkındaki çalışmalar büyük ölçüde G.K. Gilbert (1887) ve W.M. Davis (1902)'in temel çalışmalarında yer almaktadır. Gilbert (1887)'e

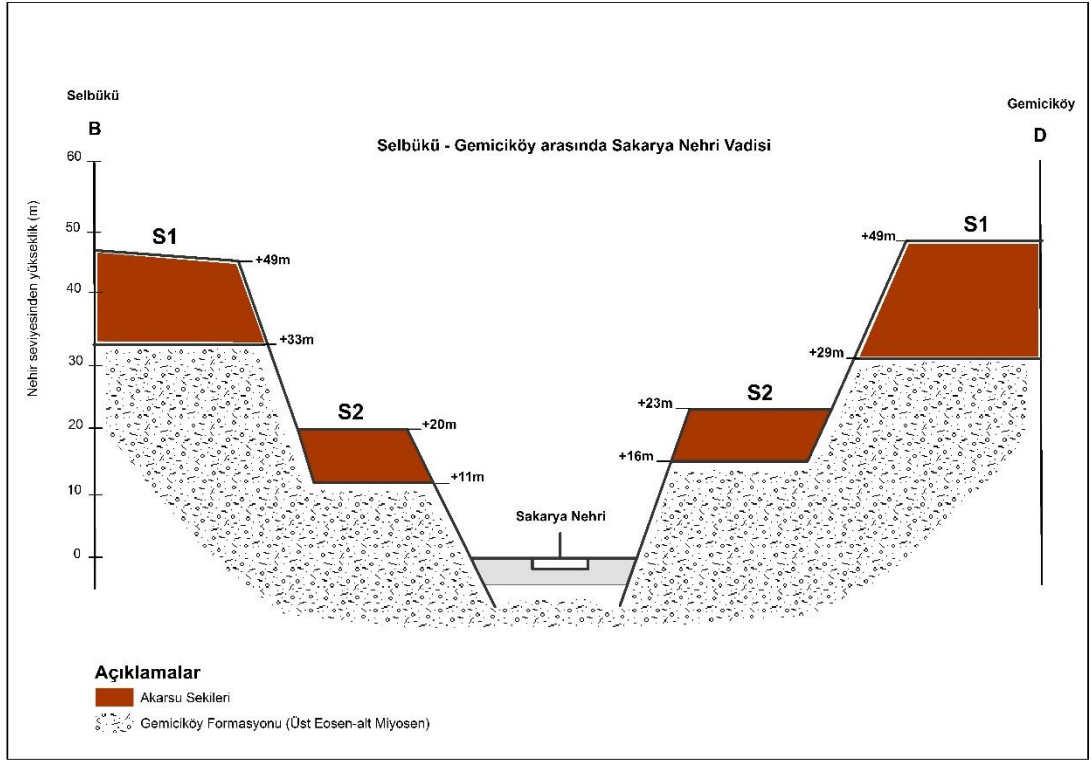
atfen Larson (2015) sekilerin oluşum mekanizması açısından esas olarak aşınım borçlu olduğunu belirtmektedir. Nitekim sekiler, vadilerde flüvyal sürecin birikim ve yalnız yana aşınım olduğu bir safhayı, derine doğru aşındırmanın canlandığı bir yarılma safhasını izlemesi sonucunda meydana gelirler. Bu koşullar bir aşınım döngüsünün kesintiye uğraması ve yeni bir döngünün başlaması halinde gerçekleşir.

Sekiler çoğunlukla gençleşmeye bağlı olarak yani aşındırmada canlanma sonucu meydana gelmiş dönemli sekiler karakterindedir. Dönemli sekiler, taban seviyesinde meydana gelen değişikliklere bağlı olarak akarsuların yatakları içinde gömülmeleri sonucunda meydana gelirler. Seki seviyeleri sonradan herhangi bir tektonik harekete bağlı olarak bozulmamışlarsa birbiriyle uyumludur. Selbükü-Gemiciköy arasında yer alan akarsu sekilerinin enine kesitine bakıldığı zaman birbirine uyumlu olduğu görülmektedir (Şekil 24).

Sekilerin oluşumunu etkileyen mekanizmaların başında ise küresel ölçekteki iklim değişimleri, tektonik hareketler ve taban seviyesinde meydana gelen değişimler gelmektedir (İnandık, 1955).

Kuvaterner döneminde Pliyosen kapalı havzalarda biriktirilmiş olan depolar küresel ölçekteki deniz seviyesi değişiklikleri ve süregelen tektoniğin kontrolü altında ya tamamen süpürülmüş ya da birkaç basamak halinde izlenebilen dönemli seki özelliği kazanmıştır. Çalışma sahası içerisinde en önemli jeomorfolojik birim olarak sekilerin en iyi gözlemlendiği alan olan Gemiciköy havzasındaki sekiler, Üst Eosen-Alt Miyosen yaşlı Gemiciköy formasyonunun üzerine açısız uyumsuzlukla gelmektedir.

Yapılan jeomorfolojik çalışmalar sonucunda çalışma sahasında iki seki seviyesi tespit edilmiştir. Çalışmada, seki seviyelerinin nispi yükseltilerini vermek amacıyla nehir seviyesi 0 m olarak kabul edilmiş ve çizimlerde bu şekilde belirtilmiştir. Çalışma alanındaki seki seviyeleri; en alçak ve en genç sekiden başlamak üzere; +11 m (S2) ve +29 m (S1)'dir (Şekil, 21) (Foto 33). Söz konusu seviyeler vadinin her iki yamacında da gözlenmektedir. Buna göre, çalışma alanında tespit edilen en eski seki deniz seviyesinden 149 metre yüksekte yer alırken en genç seki ise deniz seviyesinden 131 metre yüksekte yer almaktadır (Şekil 24) (Foto 34, 35).



Şekil 24: Orta Sakarya Vadisine Ait Sekilerin Genelleştirilmiş Enine Kesiti



Foto 33: Selbükü-Gemicköy Arasında Yer Alan Akarsu Seki Seviyeleri (Gemicköy Batısı)



Foto 34: Akarsu Seki Seviyeleri ve Yakın Çevresi, Alçak Seki Seviyesinin Nispi Yükseltisi +11 m, Yüksek Seki Seviyesinin Nispi Yükseltisi +29 m.



Foto 35: Akarsu Seki Seviyeleri ve Yukarı Seki Üzerinde Yer Alan Gemiciköy, Alçak Seki Seviyesinin Nispi Yükseltisi +11 m, Yüksek Seki Seviyesinin Nispi Yükseltisi +29 m.

Seki depoları barındırdığı malzeme bakımından benzer özellikler taşımaktadır. Yüksek sekiyi (S1) oluşturan malzemeler genellikle çakılardan oluşurken yarı yuvarlaklaştırılmış-yuvarlaklaştırılmış, ufak-orta boy çakılardan oluşurken yer yer de iri çakıl boyutundaki malzemelerin de varlığı söz konusudur (Foto 36). Çakılların yarı yuvarlak-yuvarlaklaştırılmış olması malzemenin akarsular tarafından uzak mesafeler boyunca taşınıp depolandığını göstermektedir (Foto 37, 38). Alçak seki (S2) malzemeleri ise daha çok irili ufaklı köşeli taşlar ve kil-silt boyutundaki malzemelerden oluşmaktadır (Foto 39).



Foto 36: Gemiciköy Batısındaki Yol Yarması Sonucu Ortaya Çıkan Yüksek Seki Deposu, Yarı Yuvarlaklaştırılmış-Yuvarlaklaştırılmış, Ufak-Orta Boy Çakılardan Oluşurken Yer Yer İri Çakıl Boyutundaki Malzemelerden Oluşmaktadır.



Foto 37: Gemiciköy'ün Üzerinde Kurulmuş Olduğu Yüksek Akarsu Sekisi, Yarı Yuvarlaklaştırılmış, Ufak-Orta Boy Çakıllardan Oluşmaktadır.



Foto 38: Yüksek Seki Deposunu Oluşturan Yarı Yuvarlaklaştırılmış-Yuvarlaklaştırılmış Malzeme (Yukarı Kumlar Mevkii Kuzeyi)



Foto 39: Köşeli Taşlardan ve Kil-Silt Boyutundaki Malzemelerin Bir Araya Gelmesi Sonucu Oluşan Alçak Seki Deposu

Alçak seki üzerinde (S2) vadi tabanına yakın olmaları, sulama kolaylığı ve kalın bir toprak örtüsünün bulunmasından dolayı yoğun bir tarımsal faaliyet olarak özellikle seracılık faaliyetleri yapılmaktadır (Foto 40). Yüksek seki üzerinde (S1) ise Gemiciköy yerleşmesi bulunmaktadır (Foto 41).



Foto 40: Alçak Seki Üzerinde Yoğun Bir Seracılık Faaliyeti Sürdürülmektedir (Tunçel, 2017)



Foto 41: Yüksek Seki Üzerinde Kurulmuş Olan Gemiciköy Yerleşmesi

Bu çalışmada sekiler hakkında mutlak yaş tayini yapmak mümkün olmadığından dolayı sekilerin detay yaşlandırılması yapılamamıştır. Şentürk ve Karaköse (1979), Emre vd., (1998) ve Çiçek (2001) tarafından yapılan çalışmalarda çalışma sahasındaki sekilerle benzer yükseltilere sahip sekiler belirlenmiştir. Sekiler hakkında bu çalışmalardan çıkarılacak sonuç ile oluşum mekanizmaları açısından benzer bir oluşum ve gelişim sürecine sahip sekilerin Pleyistosen yaşında oldukları ve oluşumunda tektonik hareketlerin yani epirojenik hareketlerin etkili olduğu vurgulanmıştır. Nitekim Çiçek (2001) “*İlhan-Kirmir Çayı Kavşağı Çevresinin Jeomorfolojisi*” adlı çalışmasında Pleyistosen’e ait olan 110-120 m, 70-80 m, 40-50 m ve 10-15 m nispi yükseltiye sahip dört seki seviyesi tespit etmiştir. Emre vd., (1998) “*Doğu Marmara Bölgesinin Neojen-Kuvaterner’deki Evrimi*” adlı çalışmalarında Adapazarı güneyinde, Sakarya Nehri batısında yüzeyleyen Geç Pleyistosen yaşlı iki seki seviyesi tespit etmişlerdir. Emre vd., (1998) seki depolarının üst düzeylerini kahve, sarımsı renkli silt ve kil boyutundaki taşkın çökellerinden, alt seviyeleri ise genelde kum ve iyi yuvarlanmış akarsu çakıllarından meydana geldiğini belirtmiştir. Şentürk ve Karaköse (1979) “*Orta Sakarya Dolayının Temel Jeolojisi*” adlı çalışmalarında Sakarya Nehri boyunca üç seki seviyesi tespit etmişlerdir. Sekiler arasındaki seviyelerin sürekli korunmasından dolayı sekilerin oluşumu hakkında epirojenik hareketlerin etkin olduğu, yersel kıvrımlanma ve faylarla ilgili olmadığı açıklanmıştır.

Sonuçları verilen çalışmalara göre akarsu sekilerinin yaşı Pleyistosen olarak belirlenmiş ve oluşumunda epirojenik hareketlerin etkili olduğu ortaya konulmuştur.

3.7. BİRİKİNTİ YELPAZESİ

Akarsularla yeryüzünün şekillendirilmesi incelenirken, gerek önemli relief farklılıklarına neden olması gerekse daha yaygın olmalarından dolayı aşınım şekilleri üzerinde fazla durulmaktadır. Fakat alüvyal süreç sadece aşınım olaylarından ibaret değildir. Aynı zamanda biriktirme şekilleri de belirli koşullar altında büyük önem arz etmektedir. Biriktirme şekillerinin de kendine özgü bir reliefleri vardır. Örneğin taşkın ovaları, birikinti yelpazeleri gibi şekiller ilk bakışta düz sanılabilecek birikim yüzeyleri olarak nitelendirilse de ayrıntıda birçok küçük şekillerin varlığı görülmektedir (Erinç, 2000).

Birikinti yelpazeleri boyutları, eğimleri, çökme türleri ve kaynak alanı özellikleri bakımında oldukça çeşitlidir. Dünyanın çeşitli bölgelerinde biriken birikinti yelpazeleri ortak özelliklere sahiptir (Bull, 1977).

Genel olarak akarsu gücünün azalması (Bull, 1977; Erinç, 2000; Guide, 2004; Harvey vd.,2005), taşınan yükün artmasına (Erinç, 2000; Guide, 2004; Harvey vd., 2005) ve kaynak alana göre çökme alanının taban seviyesinde meydana gelen alçalma (Bull, 1977) sonucu oluşurlar.

Döküntü ile yüklü bir akarsu dik eğimli yamaçlardan inerek, ana nehrin geniş yatağına ulaştığı zaman, eğim birdenbire azalır ve akarsuyun taşıma gücü buna bağlı olarak birdenbire zayıflar. Bunun sonucunda daha önce eğimin fazla oluşu sayesinde sürüklenen yükün büyük bir kısmı, eğim kırığının bulunduğu yerde bırakılır (Erinç, 2000). Bu şekilde meydana gelen birikinti yelpazelerinin geliştikleri yamaçların eğimleri 1-25° arasında değişmekle beraber eğimleri bazen 10°'yi geçse de çoğunlukla 5° kadardır (Bull, 1977).

Oluşum mekanizması bakımından dağ cephelerinde ve ana akarsuya karışan yan kolun birleşen yerlerinde meydana gelen (Guide, 2004) birikinti yelpazelerinin boyuna kesitleri hafifçe konkav (iç bükey), enine kesitleri ise konveks (dış bükey) özelliktedir (Karakaş, 2015). Ayrıca yelpazeleri oluşturan malzemeler, kaynağa en yakın malzemeler olmasının yanısıra bu malzemelerin tane boyları kaynak kısmından etek kısımlarına doğru incelmektedir (Kerey ve Erkal, 2014).

Çalışma sahası içerisinde Sakarya Nehri vadisinin doğu – batı yamaçlarından Sakarya Nehri vadisine karışan irili ufaklı birçok yan kolu vardır. Özellikle kaynağını çevredeki engebeli ve yüksek arazilerden alan Hamitabat batısındaki Dokuz Dere, Sakarya Nehri'ne kavuştuğu alanda önemli bir eğim kırıklığı ile karşılaşmakta ve taşımakta olduğu yükü uygun ortam şartlarında biriktirme koşuluyla alüvyal yelpazeyi oluşturmaktadır (Foto 42, 43). Çalışma sahası içerisinde sadece Hamitabat birikinti yelpazesinin olması ve başka bir yerde yelpazenin bulunmaması, Sakarya Nehri'nin dar bir vadiye sahip olması, sürempoze boğazların varlığı ve Sakarya Nehri yatağının yelpazenin oluşmasına imkân verebilecek şekilde geniş bir yatağa sahip olmaması gibi nedenlerle açıklanabilir.

Birikinti yelpazesinin kapladığı alan yelpazeyi besleyen drenaj alanının büyüklüğü ile doğru orantılıdır. Drenaj alanı ne kadar büyükse yelpaze de o kadar büyük olma eğilimindedir (Kerey ve Erkal, 2014). Hamitabat birikinti yelpazesini besleyen drenaj alanı çok büyük olmadığı için yelpaze de daha fazla gelişme imkânı bulamamıştır. Aynı zamanda kaynak alanında yer alan kayaçların cinsi, eğim, alanın iklimi, yan kolların taşıma gücü gibi faktörler yelpazenin büyüklüğünü, çökel miktarını ve malzeme boyutunu belirlemektedir (Erinç,2000; Kerey ve Erkal, 2014). Hamitabat birikinti yelpazesini oluşturan Dokuz Dere ile Sakarya Nehri'nin aynı iklim bölgesi içerisinde yer alması birikinti yelpazesinin iklimsel açıdan büyük bir farklılık göstermesini engellemektedir. Buna karşılık eğim ve litoloji önemli farklılıklara neden olmaktadır. Dokuz Dere, kuzeyinde yer alan Tuzaklı bindirmesinin güney parçasına uyum sağlamakta ve mevsimsel yan kolları ile birlikte dantritik bir drenaj alanı oluşturmaktadır. Dokuz Dere kurulduğu alanda, diğer yan kollar gibi Sakarya Nehri'nin gömülmesine uyum sağlayarak sürempoze bir şekilde granitik kütleyi yarmıştır. Böylece kaynak alanından çökelim alanına doğru nispeten bir eğime sahip olması ve malzeme taşınması yelpazenin oluşumundan kolaylaştırıcı etkenler olmuştur.

Sakarya Nehri'nin kendi yatağına doğru ilerleyen yelpazeyi tamamen ortadan kaldırmamış olması ve buna bağlı olarak yatağının bir tarafa doğru ötelenmiş bir yapı sunması yelpazenin meydana geldiği dönemde birikimin hızlı olduğunu göstermektedir (Foto 44).



Foto 42: Hamitabat Birikinti Yelpazesini Oluşturan Dokuz Dere ve Yatağı



Foto 43: Hamitabat Birikinti Yelpazesini Oluşturan Dokuz Dere ve Yatağı



Foto 44: Hamitabat Birikinti Yelpazesi ve Akarsuyun Yelpazeye Bağlı Olarak Yatağında Meydana Gelen Ötelenme (Google Earth Görüntüsü, Erişim 01.04.2017)

3.8. TAŞKIN OVASI

Erozyonel (aşınma) ve çökme (birikme) süreçlerinin bir sonucu olarak oluşan taşkın ovaları, yeryüzü şekilleri arasında yaygın olarak görülebilen ve en kolay ayırt edilebilen morfolojik birimdir (Brown, 1977). Taşkın ovaları en basit tanımıyla sel karakterli nehirlerin kenarında yer alan düzlükler olarak nitelendirilirken birçok morfolojik birimin bir araya gelmesinden dolayı karmaşık bir yapı göstermektedir (Nanson ve Croke, 1992).

Taşkın ovaları üzerinde ortak olan ana morfolojik özellikleri yatak şekilleri, barlar, banklar, taşkın ovası yüzey şekilleri (leveler, bataklıklar vb.) ve kanallar olarak kategorize edilebilirler (Brown, 1977). Fakat zamanla taşkın ovaları da her yeryüzü şekli gibi gelişebilir veya değişebilir. Bu yüzden taşkın ovası, bir morfolojik birim olarak

Sakarya Nehri'nin geçmişten günümüze geçirmiş olduğu süreci anlamak açısından oldukça önemlidir.

Taşkın ovası depoları içerisinde barındırdığı malzemenin boyutuna göre *çakıllı* veya *çakılsız depolar* olarak sınıflandırılabilir. Çakılsız depolar da kendi içerisinde oluşturmuş olduğu topoğrafik özelliklere göre menderes kuşağı depoları (burun seti depoları, terk edilmiş çığır dolguları, doğal set depoları-levee, krevas), art bataklık depoları, örgülü çığır depoları ve delta depoları olmak şeklinde dört grupta toplanabilir.

Çalışma alanı kapsamındaki Sakarya Nehri vadisinde iyi gelişmiş bir taşkın ovasının mevcut olmadığı söylenebilir. Dar ve derin vadi gelişimi, taşkın ovası oluşumunu engellemiştir. Çalışma alanının orta kısımlarında yer alan Pilavcı derenin Sakarya Nehri ile kavuştuğu alanda oldukça dar bir taşkın ovası söz konusudur. Buna karşılık olarak nehrin diğer tarafında da aynı seviyelere karşılık gelebilecek şekilde dar bir taşkın ovası söz konusudur. Bu taşkın ovası depoları, doğal leveler ile yerli kayadan oluşan yamaçlar arasındaki alçak ve bataklık sahalara yayılan suların bıraktıkları maddelerden meydana gelen art bataklık depoları olup çok ince unsurlu maddelerden, killerden ve millerden oluşmaktadır (Foto 45).



Foto 45:Sakarya Nehri Vadisinde Yer Alan Art Bataklık Alanı, Geçitli Doğusunda Pilavcı Dere'nin Sakarya Nehri ile Kavuştuğu Alan

3.9. AKARSU YATAĞI

Flüvyal jeomorfolojinin önemli çalışma konularından birisi de akarsu yataklarında meydana gelen kısa veya uzun süreli değişimlerdir. Çünkü akarsuyun yatak şekli, akarsuyun sahip olduğu enerjinin, geçtiği çevresel koşulların, iklim ve tektonizmanın önemli bir göstergesidir (Avşin, 2010).

Akarsu yatak tiplerindeki çeşitlilik, dünya nehirlerinin hidrolojik koşulları, tortu özellikleri ve jeolojik geçmişinin geniş bir sonucudur (Schumm, 1985). Akarsu yatak şekillerini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen birçok faktör vardır. En önemli değişkenler arasında akarsu akışı, boyuna eğim, sediman yükü, akarsuyun hareketine yatak ve bankların direnci, vejetasyon, sıcaklık, litoloji ve beşeri faaliyetler sayılabilir (Lane, 1957). Bundan dolayıdır ki akarsu yatak şekli sınıflandırılmasında çok sayıda

yöntem kullanılmıştır. Lane (1957) kumlu nehir yatakları ile ABD ve diğer ülkelerdeki iri materyalli nehirlerden elde ettiği verileri analiz edip nehirleri kabaca *düz, menderesli ve örgülü yatak* şekillerine göre sınıflandırmıştır. Leopold ve Wolman (1957), Lane (1957)'in kullandığı sınıflandırmayı izleyerek sediman taşınması ile akarsu yatak tipinin şekillenmesi arasında önemli bir ilişkinin varlığını belirtmiş ve yatak tiplerini *düz, örgülü ve menderesli yataklar* olarak sınıflandırmıştır. Ayrıca Lane (1957) ve daha sonrasında Garde (2002) nehir yataklarının yoğunluğuna göre *tek ve çok kanallı sistemler* olarak yatak şekilleri sınıflandırılmıştır (Tablo 3). Schumm (1963, 1985) ise farklı bir yöntem kullanmıştır. Schumm (1963) alüvyal yataklarda taşınan sediment tipine göre *asılı yüklü, karışık yüklü ve yatak yüklü yataklar* ile akarsuların erozyon ve depolanma sırasında geçirdikleri süreçlere göre (Schumm, 1963; Bledsoe ve Watson, 2001) *sabit, depolama yapan ve aşındırma yapan yataklar* olarak sınıflandırmıştır (Tablo 4). Bu sınıflandırmalar, alüvyal nehir kanallarının morfolojisinin bağlı olduğu iki bağımsız değişken olan boşaltım ve sediman yüküne göre nehrin özelliğini vermektedir. Schumm (1985) ayrıca daha önce yapmış olduğu sınıflandırma yöntemlerine katkı sağlaması açısından nehrin aktığı malzemenin tabiatına bağlı olarak yatak şekillerini *ana kaya kontrollü, yarı kontrollü ve alüvyon kontrollü kanallar* olmak üzere üç büyük kategori altında toplamıştır. Erinç (2000) de akarsu yataklarını Schumm gibi kategorize etmiş fakat akarsu yataklarını *alüvyon kontrollü ve ana kaya kontrollü kanallar* olmak üzere iki başlık altında toplamıştır.

Çalışma sahası sınırları içerisinde Sakarya Nehri'nin yatağı, akarsuların mendereslenme derecesi dikkate alınarak belirtilmiştir. Menderesli akarsular üzerine yapılan çalışmalarda, yatağın mendereslenme derecesini ölçmek için kullanılan en yaygın yöntem vadi boyunun yatak kıvrımlarına bölünmesi yani kuş uçuşu mesafenin akarsu uzunluğuna bölünmesidir (Avşin, 2006; Çiçek, 2001). Sakarya Nehri'nin çalışma alanına girdiği güneydoğu ile çalışma alanını terk ettiği kuzeybatı köşesi arasındaki kuş uçuşu mesafe yaklaşık 12 km'dir. Çalışma alanında 12 km'lik kuş uçuşu mesafeye sahip olan Sakarya Nehri yaklaşık olarak 16 km'lik bir akarsu uzunluğuna sahiptir. Bu durumda nehrin bu kesimindeki mendereslenme derecesi 1.33 olarak hesaplanmıştır. Yani kuş uçuşu mesafe ile gerçek uzunluk arasında 1/1,33'lük bir oran vardır. Bu durumda 1 km'lik izdüşüm mesafede Sakarya Nehri 1.33 km'lik bir uzunluğa sahiptir. Tam menderesli bir nehir için mendereslenme alt sınırı olarak 1.5 değerinin kabul edildiği (Avşin, 2006)

düşünülürse 1,33 oranıyla Sakarya Nehri yarı sinüsel bir akış tarzı yansıttığı söylenebilir. Nitekim Sakarya Nehri tarafından dar ve derin bir şekilde yarılan boğazların varlığı tam menderesli bir akış göstermemesinin en önemli nedeni olarak gösterilmektedir.

Bu sonuçlara göre Schumm (1963)'un yatak duraylılığı/kararlılığına göre yapmış olduğu akarsu yataklarının sınıflandırmasında Sakarya Nehri yatağı *sabit yatak yüklü* yatak tipi sınıfı içerisinde yer almaktadır (Tablo 3).

Ayrıca Schumm (1985)'un akarsu yataklarını ana kaya kontrollü, yarı kontrollü ve alüvyon kontrollü kanallar olmak üzere kategorize etmesine bakılarak Sakarya Nehri, çalışma sahası içerisinde yer alan Hamitabat Boğazı, Şeytankaya Boğazı ve Kırılbağı Boğazı'nın açmış olduğu dik yamaçlı vadisi dışında alüvyon kontrollü yataklar grubuna girmektedir.

Nitekim Sakarya Nehri yatağı boyunca Hamitabat kuzeyindeki birikinti yelpazesinin bulunduğu alan ile Geçitli köyü doğusu ve Gemiciköy batısında akarsuyun yarı sinüsel bir akış gösterdiği ortaya konulmuştur (Foto 46, 47).

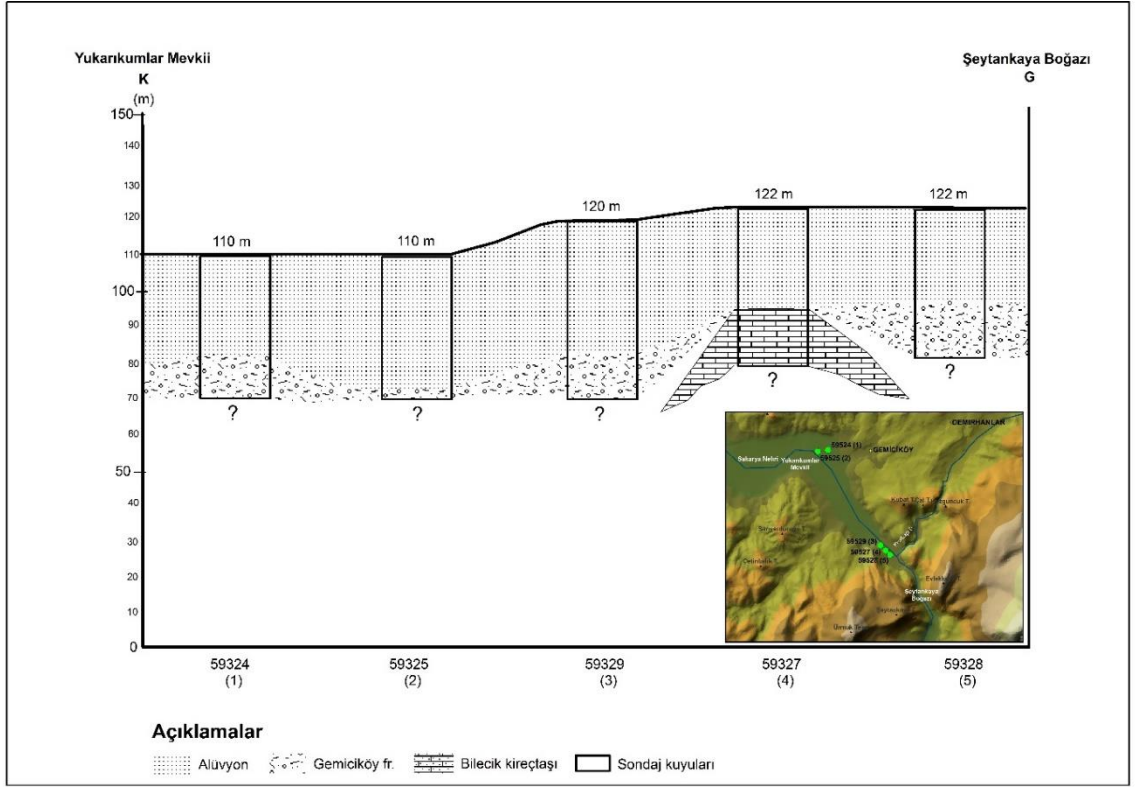


Foto 46: Sakarya Nehri'nin Yatağının Genişlemesine Bağlı Olarak Yarı Sinüsel Bir Akış Göstermesi



Foto 47: Sakarya Nehri (Hamitabat Kuzeyi)

Çalışma sahası içerisinde akarsu yatağının en fazla gelişmeye imkân bulduğu alanlar Hamitabat, Geçitli ve Gemiciköy köyü yakın çevresidir. Aynı zamanda akarsu yatağını oluşturan alüvyal malzeme de en fazla kalınlığa bu alanlarda ulaşmaktadır. DSİ tarafından yapılan sondaj çalışmaları sonucunda elde edilen verilere göre akarsuyun boğazları terk ettiği alanlarda biriken alüvyal malzemenin kapalı havzalarda biriken malzeme ile aynı olmadığı görülmektedir. Bu boğazlardan Kırabalbağı ve Şeytankaya birleştirme boğazının olduğu mevki de yapılan 59527 kodlu sondaj çalışmasında yüzeyden derine doğru yaklaşık 30 m alüvyal kalınlıktan sonra doğrudan Bilecik kireçtaşına geçiliyor olması boğazların oluşmaya başladığı Üst Pliyosen'den itibaren Üst Eosen-Alt Miyosen yaşlı Gemiciköy formasyonun ortamdaki tamamen süpürülerek taşındığını göstermektedir. Bunun aksine Gemiciköy havzasında Yukarıkumlar mevkiinin hemen doğusunda yapılan 59524 ve 59525 kodlu sondaj çalışmalarında yaklaşık 40 m alüvyal kalınlıktan sonra Gemiciköy formasyonuna geçiliyor olması havzanın dış drenaja açılmadan önce bir göllenme alanı olması ve malzeme birikimine uygun ortam şartları sağlamasından dolayıdır (Şekil 25).



Şekil 25: Yukarıkuşlar Mevkii ve Şeytankaya Boğazi Arasında Yapılan Sondaj Çalışmaları Sonucunda Elde Edilen Kesit

Tablo 3: Akarsu Yataklarının Sınıflandırılması

Akarsu Yatak Tipi ve Sediment Taşınma Şekli	Yatak Sediment Miktarı (%)	Toplam Sediment Yük Oranı		Yatak Duraylılığı/Karalılığı		
		Asılı Yük %	Yatak Yükü %	Sabit	Depolanma	Aşınma
Asılı Yük	30 - 100	85-100	0-15	Sabit asılı yüklü yatakta genişlik/derinlik oranı < %7; genellikle sinüsellik oranı > 2.1; eğim nispeten hafif	Depolanma yapan asılı yüklü yatakta banklardaki depolanma yatağın daralmasına neden olur, ilksel akarsu yatağında birikme küçüktür.	Aşınma yapan asılı yüklü yatakta nehir yatağında aşınma baskındır. İlksel yatak genişliği küçüktür.
Karışık Yük	8 - 30	65-85	15-35	Sabit karışık yüklü yatakta genişlik/derinlik oranı > 7 - < 25; sinüsellik oranı genellikle < 2.1 - >1.5; ortalama eğim söz konusudur.	Depolanma yapan karışık yüklü yatakta nehir yatağı depolanmasının ardından banklarda büyük depolanmalar olmaktadır.	Aşınma yapan karışık yüklü yatakta yatak genişlemesinin ardından nehir yatağının erozyonu gerçekleşmektedir.
Yatak Yükü	0 - 8	30-65	35-70	Sabit yatak yüklü yataklarda genişlik/derinlik oranı > 25; sinüsellik oranı genellikle < 1.5; eğim nispeten diktir.	Depolanma yapan yatak yüklü nehirlerde nehir yatağı depolaması ve ada oluşumu söz konusudur.	Aşınma yapan yatak yüklü nehirlerde nehir yatağı erozyonu az olurken yatak genişliği baskındır.

Kaynak: Kondolf, 2003:178'den Schumm, 1963, 1977'ye Atfen Değiştirilerek Alınmıştır

Tablo 4: Nehir Yataklarının Sınıflandırılması

Nehir Yataklarının Sınıflandırılması	Tek Kanallı Akarsular	Düz				
		Gömük Menderes	Düzensiz	Düzenli	Basit	
				Bileşik		
		Taşkın Ovalarında Menderes	Harekete Göre Sınıflandırma	Aşağıya Doğru Yer Değiştiren		
				Serbest (Yanal Yer Değiştiren)		
				Durgun / Pasif		
			Vadi Genişliğine Göre Sınıflandırma	Uyumsuz		
				Uyumlu		
			Şekline Göre Sınıflandırma	Düzenli	Basit	
		Bileşik				
Çok Kanallı Akarsular	Kollara Ayrılma (Dallanma)					
	Şebekeli					
	Delta					
	Örgülü					

Kaynak: Garde, 2002

Çalışma sahası içerisinde önemli bir jeomorfolojik birim olarak akarsu yatağı kenarı da alınabilir. Taşkın olaylarının olmadığı dönemlerde akarsu yatağının her iki kenarında dolgu malzemesinden oluşan az yüksek dikliklere “akarsu yatağı kenarı” veya “bank” ismi verilir.

Akarsu yataklarındaki bank materyali, pek çok etkene bağlı olarak çeşitlilik göstermekle birlikte, çakıl ve kum boyutundaki materyaller genellikle bankların alt kenarını oluştururken üst kenarını silt ve kil boyutundaki materyallerin baskın olduğu ince taneli malzemeler oluşturmaktadır (Özbek, 1986).

Sakarya Nehri’ne ait yatak kenar diklikleri (banklar) her yerde aynı olmamakla birlikte, genel olarak çok belirgin değildir. Araştırma alanı içerisinde yer yer gözlenen banklar özellikle Gemiciköy yakınlarında akarsuyun menderes yaptığı Yukarı kumlar mevkiisinde gözlenmektedir. Akarsu yatağı kenarını oluşturan malzemeler genellikle çakıl ve kum boyutundaki materyallerdir. Bu kesimde nehir 1-1,5 metre yüksekliğinde banklara sahiptir (Foto 48).



Foto 48: Gemiciköy Batısında Bulunan Yukarı Kumlar Mevkiinde Sakarya Nehri’nin Meydana Getirdiği Çakıllı Banklar

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. HAMİTABAT-GEMİCİKÖY ARASINDA SAKARYA NEHRİ VADİSİNİN GELİŞMESİ

Akarsu şebekesinin oluşum ve gelişiminde yapı özellikleri, epirojenik hareketler ve iklim değişiklikleri esas rolü oynamaktadır.

Anadolu'nun günümüzdeki yer şekilleri esas itibariyle Oligosen sonlarındaki tektonik hareketlerle birlikte belirlenmeye başlamış ve Neojen ile Kuvaterner boyunca iç ve dış kuvvetlerin karşılıklı etkileri altında gelişen süreçlerle bugünkü şeklini almıştır (Uncu, 1995).

Çalışma sahası, Oligosen sonunda Intra-Pontid okyanusunun kapanmasıyla birlikte karasal aşınım haline dönüşmüş ve paleotektonik dönem olaylarının etkisi altında kalmıştır (Okay ve Görür, 1995; Emre vd., 1998). Orta Miyosen sonlarına kadar süren bu aşınım dönemi sonunda sıcak ve nemli iklim koşulları altında gerçekleşen bir peneplen morfolojisi gelişmiş ve karasal kıvrıntılar çökelmiştir.

Üst Miyosen'den itibaren değişen iklim koşulları ve başlayan neotektonizma ile birlikte bölge K-G yönlü sıkışma rejimi etkisi altında kalarak peneplen morfolojisi deforme olmaya başlamıştır. Bunun sonucunda gelişen D-B yönlü kıvrımlar ile KD-GB ve KB-GD uzanımlı doğrultu atımlı faylarla bölge morfolojik olarak tümünden yükselime uğramıştır (Emre vd., 1998). Üst Miyosen sonuna doğru akarsu-göl ortamı yaygınlaşmış ve bu süreç içerisinde başlangıçta altta akarsu çökelleri ile başlayan ve üste doğru gölsel ve denizele geçişli olan Üst Miyosen-Alt Pliyosen istifi çökelmiştir. Böylece çalışma sahası içerisinde yer alan Geçitli ve Gemiciköy kapalı sedimanter havzaları oluşmuştur. Üst Pliyosen'de ise bölge yüksek aşınım alanı haline gelmiştir.

Nowack (1933)'a atfen Bilgin (1980) bugünkü akarsu şebekesinin epijenik olarak Neojen depoları ve onların üzerinde gelişmiş Pliyosen aşınım yüzeyleri üzerinde kurulmuş eski bir şebekeden türediğini belirtmiştir. Bölge için yapılan çeşitli çalışmalarda da (Ardel, 1955; Saner, 1980; Emre vd., 1998) Sakarya Nehri'nin atası sayılabilecek bir akarsu şebekesinin kurulduğu belirtilmiştir. Yapmış olduğumuz arazi çalışmalarında Geçitli kuzeyinde eski akarsu şebekesine ait izler olabileceğini düşündüğümüz delta istifinin tespit edilmiş olması da konuyu destekler niteliktedir (Foto 48).



Foto 48: Geçitli Kuzeyinde
Tespit Edilen Delta
İstifi

Anadolu'nun bugünkü akarsu ağının kuruluş dönemi olarak kabul edilen Üst Pliyosen'den itibaren Sakarya Nehri ve kolları bu sahada devam etmekte olan tektonik hareketler ile birlikte yer yer menderesler oluşturarak temele gömülmüş ve çalışma alanı içerisindeki Pliyosen kapalı havzalarını birbirine bağlayan derin epijenik boğazları meydana getirmiştir. Bu gömülmede epirojenik karakterli genç tektonik hareketler önemli rol oynamıştır (Ardel, 1955; Bilgin, 1980). Çalışma sahası sınırları içerisinde yer alan Sakarya Nehri ve kolları (özellikle Kırılbağı Dere-Erbis Dere) geniş bir sahayı kaplayan Gemiciköy formasyonuna ait Miyosen örtüsünden, Bilecik formasyonuna ait Jura yaşlı kalkerlerin oluşturduğu temele sürempoze olarak gömülmüşlerdir. Sakarya Nehri'nin ve kollarının yatağına gömülmesine bağlı olarak açtığı derin vadiler ve sürempoze boğazlar (Hamitabat Boğazı, Şeytankaya Boğazı ve Kırılbağı Boğazı), sahadaki jeomorfolojik gelişimin önemli ipuçlarını oluştururlar. Fakat bu gömülmeler epirojenik yükselmelere bağlı olarak safhalar halinde gerçekleşmiştir. Özellikle boğazların (özellikle Şeytankaya

Boğazı) yamaçlarında görülen omuz yüzeyleri olarak nitelendirdiğimiz morfolojik birimler nehrin oluşumunun safhalar halinde gerçekleştiğini göstermektedir.

Üst Pliyosen'de Sakarya Nehri drenajının kurulmasıyla birlikte Pleyistosen'de bölge tümüyle Karadeniz yönünde akaçlamaya başlamıştır. Fakat bu konuda Sakarya Nehri'nin daha önce kuzeye değil de batıya doğru aktığı yönünde bazı görüşler öne sürülmüştür. Risch (1909)'e atfen Bilgin (1980) Sakarya'nın bir zamanlar batıya doğru Sapanca Gölü'ne ve o yol ile İzmit Körfezi'ne döküldüğünü belirtmiştir. Daha sonra Tanoğlu ve Erinç (1956) İznik depresyonunun batısında bugünkü göl gideğenin takip ettiği gömük menderesli Garsak Boğazı'nı önemli bir delil sayarak Sakarya'nın Pleyistosen'de Karadeniz Oluşu-İznik depresyonunu takiben batıya doğru aktığını ve bu boğazında onun eseri olduğunu ileri sürmüşlerdir. Yalçınlar (1957) ise bu fikre karşılık, Karadeniz Oluşunu takiben doğuya gelen bir kolun Sakarya'ya kavuştuğunu belirtmiştir. Son olarak Bilgin (1967) ise Sakarya'nın Pleyistosen'de batıya akmasının kabul edilemeyeceğini belirtmiş ve kuzeydeki jeomorfolojik deliller ve nehrin gelişimine dayanarak fikrini desteklemiştir (Bilgin, 1980).

Kuvaterner'in başlarından itibaren yaşanan iklim değişiklikleri ve dolayısıyla deniz seviyesinde meydana gelen değişimler ile süregelen tektoniğin kontrolünde çalışma alanının jeomorfolojisinde önemli değişiklikler olmuştur. Özellikle Pliyosen kapalı havzaları olan Geçitli ve Gemiciköy havzalarında biriktirilmiş olan depolar bu faktörlere bağlı olarak ya tamamen süpürülerek taşınmış ya da birkaç basamak halinde izlenebilen dönemli seki özelliği kazanmıştır.

Son olarak postglasiyal dönemde yaşanan ılıman iklim koşulları altında günümüz morfolojisi tamamen şekillenmiştir.

SONUÇ

Çalışma sahanının oldukça tartışmalı olan jeolojik özellikleri literatüre dayalı olarak tartışılmış arazi gözlemleri dikkate alınarak yeni baştan düzenlenmiş ve sahanın geliştirilmiş stratigrafik kesiti oluşturulmuştur. Genelleştirilmiş stratigrafi kesitine göre çalışma sahasında yer alan kayaç toplulukları en yaşlıdan en gence doğru Paleozeyik yaşlı granit toplulukları, Mesozoyik yaşlı kumtaşı ve kireçtaşı, Neojen yaşlı akarsu-göl çökelleri ve Kuvaterner yaşlı birimlerden oluşmaktadır.

Çalışma sahasının jeomorfolojik özellikleri yapılan arazi çalışmaları ile birlikte haritalanarak ortaya konulmuş ve araştırma alanının jeomorfolojik gelişimi sistematik bir çerçeveye oturtularak açıklanmıştır.

Kuzeybatı Anadolu'nun en önemli ve en büyük akarsuyu olan Sakarya Nehri ve kolları, tektonik hareketler ve iklim değişiklikleri etkisinde kalarak Üst Pliyosen'den itibaren bölgede yer yer menderesler oluşturarak temele gömülmüş ve çalışma alanı içerisinde yer alan Geçitli ve Gemiciköy kapalı havzalarını birbirine bağlayan derin epijenik boğazları meydana getirmiştir. Hamitabat Boğazı, Şeytankaya Boğazı ve Kırılbağı Boğazı epijenik (sürempoze) karakterli boğazlardır.

Çalışma alanı içerisinde küresel ölçekte meydana gelen deniz seviyesi değişimleri ve süregelen tektonik hareketlerin kontrolünde özellikle mağaralar ve sekiler meydana gelmiştir.

Mağaralar tektonik hareketler kontrolünde faylanma sonucu ağız kısmının açılmasına bağlı olarak oluşmuştur. Geçitli ve Kuyuyanı mağarası faylanmaya bağlı olarak ağız kısmının açılması sonucunda ortaya çıkmıştır.

Sakarya Nehri vadisinde toplam iki seki seviyesi (+11 m ve +29 m) belirlenmiştir. Bu seviyelerin en iyi gözlendiği alan olan Gemiciköy havzasındaki sekiler, Üst Eosen-Alt Miyosen yaşlı Gemiciköy formasyonunun üzerine açılmal bir uyumsuzlukla gelmektedir. Yapılan metrik ölçümler sonucunda bugünkü vadi tabanından +29 m yükseklikte bulunan yüksek sekiler ve +11 m yükseklikte bulunan alçak sekiler tespit edilmiştir. Sekilerin mutlak yaş tayinini yapmak mümkün olmadığından dolayı sekilerin detay yaşlandırılması yapılamamıştır. Sakarya Nehri vadisindeki sekiler üzerine yapılan

muhtelif çalışmalara göre sekilerin Pleyistosen (Alt Pleyistosen) yaşında olduğu belirtilmiştir. Geçmişten günümüze Sakarya Nehri vadisinin nasıl bir değişim sürecinde olduğunu ifade etmesi açısından seki seviyeleri oldukça önemlidir.

Sakarya Nehri'nin yatağı mendereslenme derecesi dikkate alınarak belirtilmiştir. Sakarya Nehri 1 km'lik izdüşüm mesafede 1,33 km'lik uzunluğa sahiptir. Bu sonuca göre Sakarya Nehri yarı sinüsel bir akış tarzı yansıtır. Bu sonuçlar doğrultusunda Sakarya Nehri Schumm (1963)'un akarsu yatakları sınıflandırmasında kullandığı yöntemle göre sabit yatak yüklü sınıfına girmektedir.

Bir diğer belirtilmesi gereken morfolojik birim ise birikinti yelpazesidir. Çalışma alanı içerisinde sadece Hamitabat birikinti yelpazesi bulunmaktadır. Hamitabat kuzeyinde, Sakarya Nehri vadisine batı yamaçtan karışan Dokuz dere ve kolları ana akarsu vadisine getirdikleri malzemeleri biriktirmeleri sonucunda yelpazeyi meydana getirirler. Birikinti yelpazesi ana akarsu yatağına doğru ilerleyerek Sakarya Nehri yatağının ötelenmesine neden olmuştur. Çalışma sahası içerisinde Hamitabat birikinti yelpazesinden başka herhangi bir yerde yelpazenin olmaması Sakarya Nehri'nin genellikle dar bir vadiye sahip olması, epijenik boğazların varlığı ve Sakarya Nehri yatağının yelpaze oluşmasına imkân verebilecek düzeyde geniş bir yatağa sahip olmaması gibi nedenlerle açıklanabilir.

Ayrıca çalışma sahası içerisinde dar ve derin vadi gelişimine bağlı olarak iyi gelişmiş bir taşkın ovasından da bahsetmek mümkün değildir. Sadece Geçitli doğusunda oldukça dar bir taşkın ovası söz konusudur.

Sonuç olarak, iklim ve tektonik hareketlere bağlı olarak Sakarya Nehri'nin yatağına gömülmesi vadi içerisindeki jeomorfolojik birimlerin oluşumu ve gelişiminde etkili olmuştur. Sakarya Nehri vadisindeki sekiler, boğazlar, mağaralar, taşkın ovası, birikinti yelpazesi gibi jeomorfolojik birimlerin varlığı vadinin morfolojik gelişimine ışık tutmaktadır.

KAYNAKLAR

- Açıklan, Sanem (2011) *Orta Sakarya Bölgesi Kretase-Tersiyer İstifinin Kaynak Bölge Ve İklimsel Açılardan İncelenmesi*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Alkaya, Füsün (1981), “Bilecik Yöresi Lias Ammonit Zonları”, *İstanbul Yerbilimleri Dergisi*, C.2, S.3-4, s.297-302.
- Akıncı, Ömer (1966), “Bilecik Bölgesi Kaolin Yatakları ve Civarının Jeolojisi”, *MTA Dergisi*, Ankara.
- Akkan, Erdoğan (1966), “Şahinkaya Yarma Vadisi”, *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, C.1, S.1, Ankara.
- Akkan, Erdoğan (1970), *Bafra Burnu-Delice Kavşağı Arasında Kızılırmak Vadisinin Jeomorfolojisi*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Yayınları, 191, Ankara.
- Akyazı, M., Toprak, Ö., Erdoğan, T., Karabaşoğlu, A., Ursavaş, T.Ş. (2001), “Bilecik Yöresinin Mesozoyik Stratigrafisi”, *Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, Seri A, Yerbilimleri C.16, S.1, s.27-46, Sivas.
- Akyol, İbrahim Hakkı (1947), “Türkiye’de Akarsu Sistemleri ve Rejimleri”, *Türk Coğrafya Dergisi*, S.9-10, Ankara.
- Akyol, İbrahim Hakkı (1948-1949), “Türkiye’de Akarsu Rejimleri”, *Türk Coğrafya Dergisi*, S. 11-12, Ankara.
- Altın, Turkan (2009), “Pleistocene and Holocene Fluvial Development of the Ecemiş Valley (Central Anatolia, Turkey)”, *Quaternary International*, 204, 76-83.
- Altınlı, İ. E., Gürpınar, O., Erşen, S. (1970), “Erenköy-Deresakarı (Bilecik ili) Alanının Jeolojisi”, *İ.Ü. Fen Fak. Mec.*, Seri B, C.XXXV, S.1-2, İstanbul.

- Altınlı, İ.E., Saner, S. (1971), “Bilecik Yakın Dolayının Jeoloji İncelemesi”, *İ.Ü. Fen Fak. Mec.*, Seri B, C.36, S.9-21.
- Altınlı, İ.Enver (1973), “Bilecik Jurasığı”, *Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğleri*, MTA Yayını, s.103-111, Ankara.
- Altınlı, İ. Enver (1974), “The Problem Of The Depositional Environments Of The Kızılçay Group Along The Sakarya Rivers Middle Reach”, *İstanbul Üniversitesi Fen Fak. Mec.* Seri B, 39 (3-4), 223-240.
- Altınlı, İ.Enver (1975), “Orta Sakarya Jeolojisi”, *Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğleri*, MTA Yayını, s.159-191, Ankara.
- Ardel, Ahmet (1955), “Yukarı Sakarya Havzası”, *Türk Coğrafya Dergisi*, 13, 3-24, Ankara.
- Ardos, Mehmet (1993), “Türkiye Akarsu Şebekesinin Kuvaterner'deki Oluşum ve Gelişimi”, *İ.Ü Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Dergisi*, S.4, s.1-6, İstanbul.
- Avşin, Nurcan (2006), *Sarıhıdır-Çiftedam Arasında (Avanos) Kızılırmak Vadisinin Jeomorfolojisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Ankara.
- Avşin, Nurcan (2010a), “Göksu Nehri Kuvaterner Sekilerinin Stratigrafisi, İklim Denetimine İlişkin İlk Bulgular”, *A.Ü. TÜCAUM VI. Ulusal Coğrafya Sempozyumu*, s.1-5, Ankara.
- Avşin, Nurcan (2010b), “1954 ve 2009 Yılları Arasında Kızılırmak'ın Yatak Tipinde Gözlenen Değişimler, Avanos”, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 8 (1), 93-104.
- Avşin, Nurcan (2011), “Kızılırmak Sekilerinin Oluşumunda İklim ve Tektoniğin Rolü, Avanos”, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9(2), 221-238.
- Avşin, Nurcan (2012), “Göksu Nehri'nin Geç Kuvaterner İklim Değişimine Tepkisi, OSL Tarihlendirmesi Işığında İlk Bulgular”, *65.Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara.

- Avşin, Nurcan (2013), *Göksu Nehri Vadisinin Flüvyal Jeomorfolojisi (Mut-Silifke Arası)*.
Yayınlanmamış Doktora Tezi, A.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya
Anabilim Dalı, Ankara.
- Avşin, Nurcan (2014), “Göksu Nehri Vadisinin Flüvyal Jeomorfolojisi (Mut-Silifke
Arası)”, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, C.7, S.34, S.314-334.
- Avşin, Nurcan (2014), “Karasu Nehri Vadisinin Morfotektonik Gelişiminde Tiltlenme
Etkisi, İlk Bulgular”, *A.Ü. TÜCAUM VIII Ulusal Coğrafya Sempozyumu*,
Ankara
- Barka, A.Aykut (1992), “The North Anatolian Fault Zone”. *Annales Tectonicae*, S.VI,
s.164-195.
- Bekdemir, Ü., Sever, R., Uzun, A., Elmacı, S. (2004), “Yıldızkaya Mağarası”, *Doğu
Coğrafya Dergisi*, 12, 309-324, Erzurum.
- Berndt, C., Ertunç, G., Yıldırım, C., Çiner, A., Sarıkaya, M.A., Öztürk, T., Kıyak, N.G.
(2016), “Kızılırmak Nehri Anakaya Sekilerinin ve Paleo-delta Seviyelerinin
OSL Yaşlandırması: Orta Pontidler’in Yükselimi İçin Çıkarımlar”, *TMMOB
Jeoloji Mühendisleri Odası, 69. Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara.
- Bilgin, Turgut (1980), “Orta Sakarya Platolarında Yapı Satırları ve Drenaj”, *TBTAK
Projesi*, Proje No: TBAG275, s.302.
- Bilgin, Turgut (1990), “Orta Sakarya Vadisinin Jeomorfolojisi”, *Atatürk Kültür, Dil ve
Tarih Yüksek Kurumu, Coğrafya Bilim ve Uygulama Kolu, Coğrafya
Araştırmaları*, C.1, S.2.
- Bledsoe, B.P., Watson, C.C. (2001), “Logistic Analysis of Channel Pattern Thresholds:
Meandering, Braiding and Incising”, *Geomorphology*, 38, 281-300.
- Bridgland D.R. (2000), “River Terrace Systems in North-West Europe An Archive of
Environmental Change, Uplift and Early Human Occupation”, *Quaternary
Science Reviews*, 19, 1293-1303.

- Bridgland, D., Westaway, R. (2008), "Climatically Controlled River Terrace Staircases, A Worldwide Quaternary Phenomenon", *Geomorphology*, 98, 285-315.
- Bridgland D.R., Demir, T., Seyrek, A., Daoud, M., Romieh, M.A., Westaway, R. (2017), "River Terrace Development in the NE Mediterranean Region (Syria and Turkey): Patterns in Relation to Crustal Type", *Quaternary Science Reviews*, xxx, 1-17.
- Brown A.G. (1997), *Alluvial Geoarchaeology*, Cambridge University Press. Cambridge.
- Bull, W.B. (1977), *The Fluvial-Fan Environment*. Progress in Physical Geography, 1, 222-270.
- Bull, W.B. (1990), "Stream-Terrace Genesis: Implications for Soil Development", *Geomorphology*, V.3, p.351-367.
- Charlton, R. (2008), *Fundamentals of Fluvial Geomorphology*. Routledge, London and New York.
- Cordier, S., Bridgland, D., Vandenberghe, J., Harmand, D. (2014), *Fluvial Archives from Past to Present-Introduction*. Boreas, Vol.43, pp.377-383.
- Çiçek, İhsan (2001a), "İlhan-Kirmir Çayı Kavşağı Çevresinin Jeomorfolojisi", *Ankara Üniversitesi TÜCAUM Dergisi*, S.8, s.27-48, Ankara.
- Çiçek, İhsan (2001b), "Mut ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojisi", *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, C.11, S.2, s.1-20, Elazığ.
- Çiner, A., Doğan, U., Yıldırım, C., Akçar, N., Ivy-Ochs, S., Alifimov, V., Kubik, P.W., Schlüchter, C. (2015), "Quaternary Uplift Rates of the Central Anatolian Plateau, Turkey Insights from Cosmogenic Isochron-Burial Nuclide Dating of the Kızılırmak River Terraces", *Quaternary Science Reviews*, 107, 81-97.
- Demir, T., Yeşilnacar, İ., Westaway, R. (2004), "River Terrace Sequences in Turkey: Sources of Evidence for Lateral Variations in Regional Uplift", *Proceeding of the Geologists Association*, 115, 289-311.

- Demirkol, Cavit (1977), “Üzümlü-Tuzaklı (Bilecik) Dolayının Jeolojisi”, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, C. 20/1, 9 -16, Ankara.
- Doğan, Uğur (2002), “Manavgat Nehri Havzasının Jeomorfolojik Evrimi”, *Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, C.22, S.2.S.51-65, Ankara.
- Doğan, U., Bekaroğlu, E. (2008), “Kızılırmak’ın İklim Değişimine Tepkisi: Son Buzul Maksimumu ve Sonrası”, *Ankara Üniversitesi TÜCAUM V. Ulusal Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, s.299-301, Ankara.
- Doğan, Uğur (2009), “Gülşehir-Sahinler Arasında Kızılırmak’ın Uzun Dönemli Sekileri ve Taşkın Ovasının Gelişimi”, *A.Ü. Bilimsel Araştırma Raporu*, Ankara
- Doğan, Uğur (2010), “Fluvial Response to Climate Change During and After the Last Glacial Maximum in Central Anatolia, Turkey”, *Quaternary International*, 222, 221-229
- Doğan, Uğur (2011), “Climate-Controlled River Terrace Formation in the Kızılırmak Valley, Cappadocia Section, Turkey: Inferred from Ar–Ar Dating of Quaternary Basalts and Terraces Stratigraphy”, *Geomorphology*, 126, 66-81.
- Doğu, Ali Fuat (1994), “Akköprü Sekilerinin GB Anadolu Jeomorfolojisindeki Önemi”, *A.Ü. Türkiye Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, s.162-177, Ankara.
- Ekmekçi, M., Nazik, L. (2004), “Evolution of Golpazari-Huyuk Karst System (Bilecik-Turkey): Indications of Morpho-Tectonic Controls”, *International J. Speleol*, 33 (1/4), 49-64.
- Emre, Ö., Erkal, T., Tchepalyga, A., Kazancı, N., Keçer, M., Ünay, E. (1998a), “Neogene-Quaternary Evolution of the Eastern Marmara Region, Northwest Turkey”, *Mineral Res. Expl. Bull.*, 120, 119-145.
- Emre, Ö., Erkal, T., Tchepalyga, A., Kazancı, N., Keçer, M., Ünay, E. (1998b), “Doğu Marmara Bölgesinin Neojen-Kuvaternerdeki Evrimi”, *MTA Dergisi*, S.120, s.233-258, Ankara.

- Erinç, Sırrı (1957), “Türkiye’de Akarsu Rejimlerine Toplu Bakış”, *Türk Coğrafya Dergisi*, S.17, Ankara.
- Erinç, Sırrı (1973), “Türkiye’nin Şekillenmesinde Neotektoniğin Rolü ve Jeomorfoloji-Jeodinamik İlişkileri”, *Cumhuriyetin 50.Yılı Yerbilimleri Kongresi*, Ankara.
- Erinç, Sırrı (2000), *Jeomorfoloji I*, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enst. Yay., No:23, İstanbul.
- Erol, Oğuz (1983), “Türkiye’nin Genç Tektonik ve Jeomorfolojik Gelişimi”, *Jeomorfoloji Dergisi*, S.11, s.1-22, Ankara.
- Erol, Oğuz (1989), “Türkiye Jeomorfolojisi: Türkiye’nin Jeomorfolojik Evrimi ve Bugünkü Genel Jeomorfolojik Görünümü”, Yayınlanmamış Ders Notu, İstanbul.
- Eroskay, S.O. (1965), “Paşalar Boğazı – Gölpaazarı Sahasının Jeolojisi”, *İ.Ü. Fen Fak. Mec.*, Seri B, C.XXX, S.3-4. s. 135-187, İstanbul.
- Evans, I., Hall,S.A. (1990), “Paleomagmatic Constraints On The Tectonic Evalotion Of The Sakarya Continent, Northwestern Anatolia”, *Tectonophysics*, 182, 357-372.
- Ferguson, R.I. (2012), “River Channel Slope, Flow Resistance and Gravel Entrainment Thresholds”, *Water Resources Research*, V.48, p.1-13.
- Garde R.J. (2002), *River Morphology*. New Age International Publishers. New Dalhi.
- Goudie A. S. (2004), *Encyclopedia of Geomorphology*. Routledge, London and New York.
- Görür, N., Şengör, A.M.C., Akkök, R., Yılmaz, Y. (1983), “Pontidlerde Neo-Tetis’in Kuzey Kolunun Açılmasına İlişkin Sedimentolojik Veriler”, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, S.26, s.11-20.
- Gregory, K.J. (2006), “The Human Role in Changing River Channels”, *Geomorphology*, 79, 172–191.
- Gürbüz, E., Seyitoğlu, G. (2014), “Gölpaazarı Havzası’nın Kuvaterner Gelişimi”, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, C.57, S.2, Ankara.

- Gürer, A. (1996), “Deep Conductivity Structure of the North Anatolian Fault Zone and the İstanbul and Sakarya Zones Along the Gölpaazarı-Akçaova Profile, Northwest Anatolia”, *International Geology Review*, Vol.38, pp.727-736.
- Ferguson, R.I. (2012), “River Channel Slope, Flow Resistance, and Gravel Entrainment Thresholds”, *Water Resources Research*, Vol. 48.
- Haslam, S.M. (2008), *The Riverscape And The River*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Harvey A.M., Mather, A.E., Stokes, M. (2005), *Alluvial Fans: Geomorphology, Sedimentology, Dynamics*, Geological Society Special Publication, 251, London.
- Hogan, D.L., Luzi, D.S. (2010), *Channel Geomorphology, Fluvial Forms Processes and Forest Management Effects. Chapter 10*, In Compendium of Forest Hydrology and Geomorphology in British Columbia.
- İnandık, Hamit (1952-1953), “Adapazarı Ovası ve Çevresinin Jeomorfolojik Etüdü”, *İ.Ü. Coğ. Ens. Dergisi*, C.2, S.3-4, s.107-138, İstanbul.
- İnandık, Hamit (1955), “Morfolojide Taraçalar Meselesi”, *Türk Coğrafya Dergisi*, S. 13-14. Ankara.
- İnandık, Hamit (1957), “Vadi Yamaçlarının Teşekkülü”, *Türk Coğrafya Dergisi*, S.17, s.124-127, Ankara.
- İnandık, Hamit (1958-1959), “Sakarya Rejimine Dair Küçük Bir Not”, *Türk Coğrafya Dergisi*, S.18-19, Ankara.
- İnandık, H., Cöntürk, H. (1960), “Türkiye Akarsularının Bazı Hidrolojik Özellikleri”, *Türk Coğrafya Dergisi*, S.20, s.65-71, Ankara.
- Kahraman, Nurfeddin (2007), “Burdur Havzasında Kütle Hareketleri ve Yarılımların Jeomorfolojik Özellikleri”, *Türk Coğrafya Dergisi*, S.49, s.43-72.

- Karakaş, Atilla (2015), “Serinyol Birikinti Yalpazesinde (Hatay) Antropojenik Degradasyon ve Hidrojeomorfolojik Etkileri”, *Mustafa Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, C.12,S,29,s.319-329.
- Kart, Firdevs (2007), *İnhisar-Yakacık-Çaltı-Küre Bölgesindeki Pegmatitik ve Aplitik Granit ve Granodiyorit Kompleksi ile Sedimanter Birimlerdeki Kaolen Yataklarının Jeolojisi, Mineralojisi, Jeokimyası ve Kökenlerinin İrdelenmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bil. Ens. Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Kayan, İlhan (1990), “Tarih Öncesi Yerleşme Yeri Olarak Antalya Mağaralarının Jeomorfolojik Özellikleri”, *Ege Coğrafya Dergisi*, S.5, s.10-31, İzmir.
- Kayan, İ., Öner, E. (2015), “Sedimentolojik ve Paleontolojik Verilerle Gediz Delta Ovasında (İzmir) Alüvyal Jeomorfoloji Araştırmaları”, *Ege Coğrafya Dergisi*, 24/2, 1-27, İzmir.
- Kazancı, N., Emre, Ö., Erturaç, K., Leroy, S.A.G., Öncel, S., İleri, Ö., Toprak, Ö. (2014), “Güney Marmara Bölgesindeki Büyük Vadilerin Olası Deşilme Zamanı”, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 148, 1-17, Ankara.
- Kerey, İ.E., Erkal, T. (2014), *Sedimentoloji*, Nobel Yayıncılık, Yayın No:931, Ankara.
- Kondolf G.M., Piegay, H. (2003), *Tools in Fluvial Geomorphology*, Willey-Blackwell, England.
- Lane E.W. (1957), *A Study of Shape of Channels Formed by Natural Streams Flowing in Erodible Material*, US Army Engineers Division, M.R.D. Sediment Series, No.9. U.S.A
- Larson P.H., Dorn, R.I., Faulkner, D.J., Friend, D.A. (2015), “Toe-cut Terraces A Review and Proposed Criteria to Differentiate from Traditional Fluvial Terraces”, *Progress in Physical Geography*, Vol.39 (4), 417-439.
- Leopold L. B., Wolman, G.M. (1957), *River Channel Patterns: Braided, Meandering and Straight*, Geological Survey Hydraulic Studies of Rivers, USGS Prof Paper, 282.

- Leopold, L.B., Wolman, M.G. (1960), "River Meanders", *Bulletin of the Geological Society of America*. V.71, pp,759-794.
- Lord M.D., Germanoski, D., Allmendinger, N.E. (2009), "Fluvial geomorphology: Monitoring Stream Systems in Response to a Changing Environment", *The Geological Society of America*.
- Maddy, D., Demir, T., Bridgland, D.R., Veldkamp, A., Stemerink, C., Schriek, T.V.D., Westaway, R. (2005), "An Obliquity-controlled Early Pleistocene River Terrace Record from Western Turkey", *Quaternary Research*, 63, 339-346.
- Maddy, D., Veldkamp, A., Demir, T., Gorp, W.V., Wijbrans, J.R., Hinsbergen, D.J.J., Dekkers, M.J., Schreve, D., Schoorl, J.M., Scaife, R., Stemerink, C., Schriek, T.V.D., Bridgland, D.R., Aytaç, A.S. (2016), "The Gediz River Fluvial Archive: A Benchmark for Quaternary Research in Western Anatolia", *Quaternary Science Reviews*, xxx, 1-18.
- Miall A.D. (2006), *The Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany.
- Miall A.D. (2014), *Fluvial Depositional Systems*. Springer International Publishing, Switzerland.
- Nanson, G.C., Croke, J.C. (1992), "A Genetic Classification Of Floodplains", *Geomorphology*, 4, 459-486.
- Okay, Aral (1989), "Tectonic Units And Sutures İn The Pontides, Northern Turkey. Tectonic Evolution of the Tethyan Region", *Kluwer Academic Publishers*, 109-116.
- Okay, A., Tüysüz O. (1999), "Tethyan Sutures Of Northern Turkey", *Geological Society, London Special Publications*, V. 156, P. 475-515, London.
- Okay, A, Güncüoğlu, M.C. (2004), "The Karakaya Complex: A Review of Data and Concepts", *Turkish Journal of the Earth Sciences*, Vol.13, pp.77-95.
- Okay, Aral (2008), "Geology Of Turkey: A Synopsis", *Anschmitt*, 21, 19-42

- Önde, Esra (2012), *Gölpazarı Havzasının Jeolojik Evrimi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Öner, Ertuğ (2016), *Fiziki Coğrafyada Araştırma Yöntemleri ve Teknikler, Alüvyal Jeomorfoloji Paleocoğrafya ve Jeoarkeoloji Araştırmaları*. Pegem Akademi, s.92-119, Ankara.
- Özbek, T. (1986), “Nehir Kenarlarının Duyarlılığı”, *Jeomorfoloji Dergisi*, S.14, s.49-56, Ankara.
- Öztekin, N., Erol, O. (1970), “Türkiye Akarsu Rejimlerine Yağış, Yer Şekli ve Yapısının Etkisi”, *Jeomorfoloji Dergisi*, S.2, s.36-49, Ankara.
- Reading, H.G. (1996), *Sedimentary Environments: Processes, Facies And Stratigraphy*, Blackwell Publishing. USA.
- Saner, Salih (1978), “Geology and the Environments of Deposition of Geyve-Osmaneli-Gölpazarı-Taraklı Area”, *İstanbul Üniversitesi Fen Fak. Mec.*, Seri B, 43, 63-91.
- Saner, Salih (1980a), “Batı Pontidlerin ve Komşu Havzaların Oluşumlarının Levha Tektoniği Kuramıyla Açıklanması, KB Türkiye”, *MTA Enstitü Dergisi*, S.93-94, s.1-19.
- Saner, Salih (1980b), “Mudurnu - Göynük Havzasının Jura ve Sonrası Çökelme Nitelikleriyle Paleocoğrafya Yorumlaması”, *Türkiye Jeoloji Kurum Bülteni*, C.23, S.1, s.39-52, Ankara.
- Slaymaker, O. (2004), *Fluvial Geomorphology*. Routledge, USA and Canada.
- Schumm S.A. (1963), *A Tentative Classification of Alluvial River Channels*. Geological Survey Circular 477, Washington.
- Schumm, S.A. (1977), *The Fluvial System*. The Blackburn Press, New Jersey.
- Schumm S.A. (1981), “Evolution and Response of the Fluvial System, Sedimentologic Implications”, *Special Publication*, No. 31, p. 19-29.

- Schumm S.A. (1985), "Patterns of Alluvial Rivers", *Ann. Rev. Earth Planet Science*. 13, 5-27.
- Schumm S.A. (2005), *River Variability and Complexity*, Cambridge University Press, New York.
- Soylu, M.E., Ekmekçi, M., Aydın, H. (2007), "Nardın Mağarası Bilecik Dolgusunun Paleortamsal Koşullar Açısından Değerlendirilmesi", *Yerbilimleri Dergisi*, 28(1), 15-31, Ankara.
- Sunkar, M., Tonbul, S., Özdemir, M.A. (2008), "Çaltı Çayı Yukarı Havzası'nın (Kangal Doğusu) Jeomorfolojisi", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 6 (2), 141-158.
- Sür, Özdoğan (1986), *Strüktürel Jeomorfoloji*, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Basımevi, Ankara.
- Stott, T. (2010), *Fluvial Geomorphology*, *Progress in Physical Geography*, 34(2), 221-245.
- Şengör, A.M.Celal (1980), "Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları", *Türkiye Jeoloji Kurumu*, Ankara.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y. (1983), "Türkiye'de Tetis'in Evrimi, Levha Tektoniği Açısından Bir Yaklaşım", *Türkiye Jeoloji Kurumu, Yerbilimleri Özel Dizisi*, No.1.Ankara.
- Şentürk, K., Karaköse, C. (1979), "Orta Sakarya Dolayının Temel Jeolojisi", *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Temel Araştırmalar Daire Başkanlığı, MTA Raporu*, No: 6642, Ankara.
- Tanoğlu, A., Erinç, S. (1956), "Garsak Boğazı ve Eski Sakarya", *İ.Ü. Coğ. Ens. Dergisi*, C.4, S.7, s.17-30, İstanbul.
- Thorndycraft, V.R., Benito, G., Gregory, K.J. (2008), "Fluvial Geomorphology: A Perspective on Current Status and Methods", *Geomorphology*, 98, 2-12.

- Tuncer, Kadir (2004), *Sakarya Nehri Göynük Çayı-Çatak Çayı Arasındaki Sahanın Karst Jeomorfolojisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Tuncer, Kadir (2008a), “Orta Sakarya Akarsu Havzası (Eskişehir, Bilecik ve Güney Sakarya) Karstik Evriminde Pliyo-Kuvaterner Sakarya Nehri Gelişiminin Etkisi”, *61. TJK Bildiri Özetleri Kitabı*, s.102-103, Ankara.
- Tuncer, Kadir (2008b), “Orta Sakarya Havzasında Karstın Morfojenetik Gelişimi”, *Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu*, Çanakkale.
- Tuncer, K., Nazik, L., Poyraz, M., Ferudun, D. (2010), “Aşağı ve Orta Sakarya Havzasının (Eskişehir,Bilecik,Sakarya) Doğal Mağaraları ve Bu Mağaraların Ekosistemlerinin Bozulmasına Yönelik Tehditler”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu*, Afyonkarahisar.
- Uğuz, Mehmet Fuat (2013), “Orta Sakarya Bölgesinde Yeni Bir Yaş Bulgusu”, *MTA Dergisi*,146:1-25, Ankara.
- Uncu, Levent (1995), *Terme Çayı ile Kocamandere Çayı Havzalarında Fiziki Coğrafya Araştırmaları ve Doğal Çevre Sorunları*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Ankara.
- Uncu, Levent (2016), *Türkiye Coğrafyası ve Jeopolitiği: Türkiye'nin Jeolojik ve Jeomorfolojik Özellikleri (Bölüm 2)*. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti., Ankara.
- Westaway, R., Pringle, M., Yurtmen, S., Demir, T., Bridgland, D., Rowbotham, G., Maddy, D. (2003), “Pliocene and Quaternary Regional Uplift in Western Turkey Revealed by Long-term River Terrace Sequences”, *Current Science*, Vol. 84, No:8, 25.
- Westaway, R., Pringle, M., Yurtmen, S., Demir, T., Bridgland, D., Rowbotham, G., Maddy, D. (2004), “Pliocene and Quaternary Regional Uplift in Western Turkey: the Gediz River Terrace Staircase and the Volcanism at Kula”, *Tectonophysics*, 391, 121-169.

- Vandenberghe, J. (1995), "Timescales, Climate and River Development", *Quaternary Science Reviews*, Vol. 14, pp. 631-638.
- Vandenberghe, J. (2002), "The Relation between Climate and River Processes, Landforms and Deposits During the Quaternary", *Quaternary International*, 91, 17-23.
- Vandenberghe, J. (2003), "Climate Forcing of Fluvial System Development: An Evolution of Ideas", *Quaternary Science Reviews*, 22, 2053-2060.
- Vandenberghe, J. (2008), "The Fluvial Cycle at Cold-Warm-Cold Transitions in Lowland Regions: A Refinement of Theory", *Geomorphology*, 98, 275-284.
- Vandenberghe, J. (2012), "Natural Change and Human Impact in a Present-Day Fluvial Catchment: The Geul River, Southern Netherlands", *Geomorphology*, xxx,xxx.
- Veldkamp, A., Baartman, J.E.M., Coulthard, T.J., Maddy, D., Schoorl, J.M., Storms, J.E.A., Temme, A.J.A.M., Balen, R.V., Wiel, M.J.V.D., Gorp, W.V., Viveen, W., Westaway, R., Whittaker, A.C. (2016), "Two Decades of Numerical Modelling to Understand Long Term Fluvial Archives: Advances and Future Perspectives", *Quaternary Science Reviews*, xxx, 1-11.
- Yalçınlar, İsmail (1957), "Eskişehir Bilecik Arasında Morfolojik Müşahadeler", *Türk Coğrafya Dergisi*, S.17, s.143-145, Ankara.
- Yalçınlar, İsmail (1993-1996), "Türkiye'nin Bazı Akarsu ve Vadileri Üzerine Araştırmalar", *İ.Ü. Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Dergisi*, S.4, s.355-364, İstanbul.
- Yazıcı, Hakkı (1998), *Orta Sakarya Vadisinin Coğrafi Etüdü (Yenice-Alpagut Arası)*, Anadolu Üniversitesi Yayınları, No:1040, Eskişehir.
- Yılmaz, Mehtap Mutlu (2008), *Orta Sakarya Yöresi'nin İklim Özellikleri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul.

- Yılmaz, Yücel (1976), “Relict Phyrozenes Of Söğüt Metabasite”, *İ.Ü. Fen Fak. Mec.*, Seri B, 41 (1-4), 27-33
- Yılmaz, Yücel (1979), “Söğüt-Bilecik Bölgesinde Polimetamorfizma ve Bunların Jeoteknik Anlamı”, *TJK Bülteni*, 22, 85-100, Ankara.
- Yılmaz, Yücel (1981), “Sakarya Kıtası Güney Kenarının Tektonik Evrimi”, *İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi Yayın Organı*, C.1, S.1-2, s.33-52, İstanbul.
- Yılmaz, Y., Şengör, A.M.C. (1983), “Pontidlerde Neo-Tetis'in Kuzey Kolunun Açılmasına İlişkin Sedimentoljik Veriler”, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, C.26, 11-20.
- Yılmaz, Yücel (1985), “Orta Sakarya Bölgesi Eski Temel ve Ofiyolit Sorunu. Sixth Colloquium on the Aegean Region, Second Edition”, *Piri Reis International Contribution Series Publ.*, No.2, pp.699-704.
- Yılmaz, Y., Genç, S.C., Yiğitbaş, E., Bozcu, M., Yılmaz, K. (1995), “Geological Evolution of the late Mesozoic continental margin of Northwestern Anatolia”, *Tectonophysics*, 243, 155-171.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C., Şengör, A.M.C. (1997), “Geology and Tectonic Evolution of the Pontides, Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region”, *AAPG Memoir*, 68, p.183-226.
- Zeybek, Halil İbrahim (2003), “Akdağ'ın (Tokat) Doğal Ortam Özellikleri ve Turizm Potansiyeli”, *Doğu Coğrafya Dergisi*, 9, 1, Erzurum.

ÖZGEÇMİŞ



Ebubekir KARAKOCA 1991 senesinde Ankara ilinin Haymana ilçesinde doğdu. İlköğretimini Çankaya ilçesine bağlı Ahmet Yesevi İlköğretim okulunda başladıktan sonra ortaöğretimini Sincan ilçesine bağlı Ahmet Andiçen Ortaöğretim okulunda tamamladı. Lise öğrenimini 2008 yılında Çankaya ilçesine bağlı Balgat Anadolu Teknik ve Meslek Lisesi Endüstriyel Elektronik Bölümü'nde, lisans öğrenimini ise 2014 yılında Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nde tamamladı. 2014 yılında Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde yüksek lisans öğrenimine başladıktan sonra 12.07.2015 yılında Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Coğrafya Bölümü Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı araştırma görevlisi kadrosuna yerleşmesi ile birlikte yüksek lisans öğrenimine Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde devam etti. Şuanda yüksek lisans son sınıf öğrencisi durumdadır.

