

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

**MUDURNU ÇAYI HAVZASI'NIN (TAŞBURUN-ABANT GÖLÜ
BATISI ARASI) FLÜVYO-TEKTONİK JEOMORFOLOJİSİ**

BELGİN SOL
2502110005

TEZ DANIŞMANI
YRD. DOÇ. DR. T. AHMET ERTEK

İSTANBUL, 2017



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



DOKTORA
TEZ ONAYI

ÖĞRENCİNİN;

Adı ve Soyadı : Belgin SOL Numarası : 2502110005
Anabilim Dalı / Anasanat Dalı / Programı : Coğrafya Danışmanı : Yrd.Doç.Dr.Ahmet ERTEK
Tez Savunma Tarihi : 09.10.2017 Saati : 14:00
Tez Başlığı : "Mudurnu Çayı Havzası'nın (Taşburnu-Abant Gölü Batısı Arası) Flüvyo-Tektonik Jeomorfolojisi"

TEZ SAVUNMA SINAVI, İÜ Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin 50. Maddesi uyarınca yapılmış, soruların sorularına alınan cevaplar sonunda adayın tezinin KABULÜNE OYBİRLİĞİ / OYÇOKLUĞUYLA karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATI (KABUL / RED / DÜZELTME)
1-Prof.Dr.Okan TÜYSÜZ		Kabul
2-Prof.Dr.Barbaros GÖNENÇGİL		Kabul
3-Prof.Dr.A.Evren ERGİNAL		Kabul
4-Yrd.Doç.Dr.T.Ahmet ERTEK		Kabul
5-Yrd.Doç.Dr.Tolga GÖRÜM		Kabul

YEDEK JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATI (KABUL / RED / DÜZELTME)
1-Yrd.Doç.Dr.Cihan BAYRAKDAR		Kabul
2-Yrd.Doç.Dr.Atilla KARATAŞ		Kabul

ÖZ

**MUDURNU ÇAYI HAVZASI'NIN (TAŞBURUN–ABANT GÖLÜ
BATISI ARASI) FLÜVYO-TEKTONİK JEOMORFOLOJİSİ**

BELGİN SOL

Çalışma sahası Sakarya il sınırları içindeki Taşburun ile Bolu il sınırları içinde kalan Abant Gölü'nün batısı arasında yer almaktadır. Sahayı drene eden ana akarsu Mudurnu Çayı'dır. Dünyanın en önemli doğrultu atımlı faylarından biri olan sağ–yanal Kuzey Anadolu Fayı çalışma sahası içindeki başlıca yapısal unsurdur ve orta ve güney kol olmak üzere iki ana kola ayrılmaktadır.

Kanal eğimlerini ve patternlerini etkileyen tektoniğe karşı çok hassas olan akarsular, bu çalışmanın başlıca odak noktasını oluşturmaktadır. Bu bağlamda, tektonik hareketlerin akarsular üzerine olan etkilerini ortaya koymak için 34 akarsu havzası seçilmiş ve seçilen bu havzalara hipsometrik ve morfometrik indisler uygulanmıştır. Ayrıca bu 34 havzanın ana akarsularına ait akarsu boyuna profilleri çizilmiştir. Çünkü akarsu boyuna profilleri tektonik aktivitenin önemli işaretçilerinden bir olmalarının yanı sıra bu profiller üzerindeki düzensizlikler ya da anomaliler flüvyal süreçlerin fay hareketlerine özellikle de dikey yer değiştirmelere bağlı olarak gelişen deformasyona verdikleri başlıca cevap olduğundan önemlidir.

Havzanın güneyindeki ve kuzeyindeki akarsular arasında ötelenme miktarları bakımından farklılık olduğu gibi, fay segmentleri üzerindeki ötelenme miktarları da farklıdır. Havzanın güneyindeki akarsular üzerinde ötelenme miktarları yüksektir. Güney kolun batıdaki kısmını oluşturan Acalla Fayı'nın kestiği Acalla Deresi üzerindeki ötelenme miktarı 6,9 km ile havzada ölçülen en yüksek değerdir. Havzaya uygulanan hipsometrik ve morfometrik analizlerin sonuçları birlikte değerlendirildiğinde Acalla ve Karapınar dereleri arasında kalan havzanın güneybatısındaki kesimin tektonik olarak havzanın en aktif kısmını oluşturduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kuzey Anadolu Fayı, akarsu jeomorfolojisi, tektonik jeomorfoloji, akarsu boyuna profilleri, jeomorfik indisler

ABSTRACT

MUDURNU ÇAYI HAVZASI'NIN (TAŞBURUN–ABANT GÖLÜ BATISI ARASI) FLÜVYO-TEKTONİK JEOMORFOLOJİSİ BELGİN SOL

The study area is located between Taşburun (Sakarya) and the west of Lake Abant (Bolu). The main river which drains the area is Mudurnu River. The right-lateral the North Anatolian Fault, is one of the world's most important strike–slip faults, is the major structural element in this area and split into two major branches, the middle and the southern branches.

Rivers have been a major focus of this study because they are very sensitive to tectonic forcing their channel gradient and patterns. On this basis, to determine the effects of tectonic movements on rivers have been selected 34 river basins and have been applied hypsometric and morphometric analyses on them. It has been also produced the longitudinal profile of the selected rivers because longitudinal river profiles are an important indicator of tectonic activity and the irregularities in longitudinal profiles are the main response of fluvial processes to the deformation by fault movements, especially the vertical displacements.

The amount of offset is different between the rivers in the southern part and the northern part of the basin, even along the segment of the same fault. The rivers on the south of the basin have larger offsets and it has been measured the larger amount of the offset on the Acalla Fault which is the southern branch of the North Anatolian Fault. As the result of the hypsometric and morphometric analyses, the southwest part of the area, between Acalla River and Karapınar River, is the most tectonically active part of the basin.

Key Words: The North Anatolian Fault, fluvial geomorphology, tectonic geomorphology, river longitudinal profiles, geomorphic indices.

ÖNSÖZ

“Mudurnu Çayı Havzası’nın (Taşburun–Abant Gölü Batısı Arası) Flüvyo-Tektonik Jeomorfolojisi” başlıklı bu doktora çalışması, tektonik açıdan aktif olan tez sahasında akarsuların tektonik deformasyona verdiği tepkileri ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Çalışma başlıca 3 bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde sahanın genel litolojik ve tektonik özellikleri ele alınmıştır. İkinci bölümde ana morfolojik ünitelerin yanı sıra sahadaki flüvyal ve tektonik süreçlerle ilişkili yer şekillerinden bahsedilmiş ve bunlar gerek arazi gözlemleri gerekse de 1:25.000 ölçekli topografya haritalarından faydalanılarak “Çalışma Sahasının Morfotektonik Haritası” adı altında haritalanmıştır. İkinci bölümde ayrıca Mudurnu Çayı Havzası’nda seçilmiş olan 34 akarsu havzasına uygulanmış olan jeomorfik indislerden bahsedilmiş ve bu indislerin genel sonuçlarının aktarılmasının yanı sıra her bir akarsu havzası için ayrı ayrı ele alınmış ve yorumlanmıştır. Tezin üçüncü bölümünde sahanın jeolojik ve jeomorfolojik gelişimi kısaca ele alınmıştır.

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında yardım ve katkılarından dolayı başta tez danışman hocam Yrd. Doç. Dr. T. Ahmet ERTEK olmak üzere, Prof. Dr. Okan TÜYSÜZ ve Yrd. Doç. Dr. Tolga GÖRÜM’e teşekkür ederim.

BELGİN SOL
İSTANBUL, 2017

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
TABLolar LİSTESİ.....	xviii
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ	xix
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xx
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM JEOLojİK ÖZELLİKLER

A – STRATİGRAFI.....	5
1 – İstanbul Zonu	5
a. Yedigöller Formasyonu	5
b. Kurtköy Formasyonu.....	7
c. Ereğli Formasyonu	7
d. Yılanlı Formasyonu.....	7
e. Akveren Formasyonu	8
2 – Armutlu–Almacık Zonu	8
a. İznik Metamorfitleri	8
b. Akçay Metamorfitleri	9
c. Almacık Ofiyolit Topluluğu	9
d. Abant Karmaşığı.....	10
3 – Sakarya Zonu.....	12
a. Mudurnu Formasyonu	12
b. Bilecik Formasyonu	12
c. Soğukçam Formasyonu	13
d. Yenipazar Formasyonu.....	13
d.1. Değirmenözü Üyesi.....	14

4 – Örtü Birimleri	14
a. Yığılca Formasyonu	14
b. Çaycuma Formasyonu.....	14
c. Güvenç Formasyonu.....	15
d. Özlü Bazalt.....	15
e. Taşkesti Formasyonu.....	15
f. Alüvyon	16
g. Yamaç Molozu / Birikinti Yelpazesi.....	16
B – TEKTONİK.....	16
1 – Bindirme Faylar.....	20
a. Yeğen Dere Fayı.....	20
b. Çamyurdu Fayı.....	20
c. Tuzlakaşı Fayı	20
d. Kara Dere Fayı	21
2 – Doğrultu Atımlı Faylar.....	21
a. Elmacık Deresi Fayı	21
b. Mudurnu Fayı.....	21
c. Yarbaşı Fayı	22
d. Karaçomak Deresi Fayı.....	22
e. Akyokuş Fayı	22
f. Yeniköy Fayı	22
g. Pınarbaşı Fayı.....	23
h. Acalla Fayı	23
C – DEPREMSELLİK	23

İKİNCİ BÖLÜM

JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER

A – ANA JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER	27
1 – Mudurnu Çayı Vadi Tabanı	27
a. Taşkesti–Çayköy Arası.....	27
b. Çayköy–Dokurcun Arası.....	28

c. Dokurcun–Beldibi Arası.....	30
d. Beldibi–Taşburun Arası	32
2 – Platoluk Saha.....	33
3 – Dağlık Yüksek Saha	35
B – JEOMORFOLOJİK BİRİMLER.....	37
1 – Flüvyal Jeomorfoloji	37
a. Akarsular	37
b. Drenaj Tipleri	39
c. Enine Profillerine Göre Vadi Tipleri	40
d. Taraçalar	41
e. Birikinti Yelpazeleri	44
f. Flüvyo-karstik Şekiller.....	44
g. Heyelanlar	44
2 – Tektonik Jeomorfoloji.....	45
a. Fay Vadileri	45
b. Asılı Vadiler	45
c. Sırtlar ve Ötelenmiş Akarsular	46
d. Fay Façetaları	47
e. Fay Diklikleri.....	52
f. Fay Gölcüğü.....	53
g. Yel Gedikleri	54
C – MUDURNU ÇAYI HAVZALARI VE MORFOMETRİK ANALİZLERİ.....	57
1 – Morfometrik Analizler	57
a. Dağ Cephesi Sinüzitesi (Smf).....	57
b. Vadi Tabanı Genişliği–Vadi Yüksekliği Oranı (Vf)	58
c. Akarsu Uzunluk–Gradyan İndeksi (SL).....	59
d. Asimetri Faktörü (AF).....	60
e. Hipsometrik İntegral ve Eğri (HI)	61
f. Akarsu Konkavlık İndeksi (SCI).....	61
g. Akarsu Sinüslük Oranı ve Kanal Paterni.....	62
h. Havza Şekil İndeksi (Bs).....	63
i. Akarsu ve Vadi Yoğunluğu (Ds ve Dv)	63

j. Gül Diyagramları (Çizgisellikler)	64
k. Minimum Havza Yarılmı Metodu.....	64
l. Rölaf Tektonik Aktivite Sınıflaması (IAT).....	65
2 – Profiller	66
a. Akarsu Boyuna Profilleri.....	66
b. Enine Vadi Profilleri	67
c. Yüzey Profilleri	67
3 – Mudurnu Çayı Ana Alt Havzaları	68
a. Mudurnu Çayı Kuzey Ana Alt Havzası	70
a.1. Uzundere Havzası.....	70
a. 2. Değirmendere Havzası	75
a. 3. Kuru Dere Havzası	78
a. 4. Akçay Deresi Havzası	81
a. 5. Kocadere Havzası.....	85
a. 6. Dömen Dere Havzası.....	88
a.7. Beyciler Deresi Havzası	91
a. 8. Köy Deresi Havzası.....	94
a. 9. Kara Dere Havzası.....	98
a. 10. Çamyurdu Deresi Havzası.....	101
a. 11. Kurşunlu Deresi Havzası.....	105
a. 12. Bekdemirler Deresi Havzası.....	108
a. 13. Ilıca Dere Havzası	111
a. 14. Karacasu Deresi Havzası.....	114
b. Mudurnu Çayı Doğu Ana Alt Havzası.....	117
b. 1. Elmacık–Seymen Deresi Havzası	117
b. 2. Karaçomak–Bolatça Deresi Havzası.....	120
c. Mudurnu Çayı Güney Ana Alt Havzası	123
c.1. Sıçan Deresi Havzası.....	123
c. 2. Bağ Deresi Havzası	125
c. 3. Arpalık Deresi Havzası	128
c. 4. Tavşansuyu Deresi Havzası.....	131
c. 5. Çal Dere Havzası.....	135

c. 6. Derin Dere Havzası	138
c.7. Ağlan Deresi Havzası.....	142
c. 8. Bend Dere Havzası.....	146
c. 9. Horozlar Deresi Havzası	149
c. 10. Sugözü Deresi Havzası.....	152
c. 11. Yörükyeri Deresi Havzası	155
c. 12. Karapınar Deresi Havzası.....	158
c. 13. Cin Dere Havzası.....	162
c. 14. Fındıklık Deresi Havzası.....	164
c. 15. Acalla Deresi Havzası	168
c. 16. Ballıkaya Deresi Havzası	172
c. 17. Bıçkıdere Havzası.....	174
c. 18. Kamiluslanın Deresi Havzası	176
D – GENEL DEĞERLENDİRME	179
1 – Dağ Cephesi Sinüzitesi (Smf)	179
2 – Vadi Tabanı Genişliği–Vadi Yüksekliği Oranı.....	182
3 – Akarsu Uzunluk–Gradyan İndeksi (SL).....	182
4 – Asimetri Faktörü (AF)	184
5 – Hipsometrik İntegral ve Eğri (HI).....	185
6 – Akarsu Konkavlık İndeksi (SCI).....	188
7 – Akarsu Sinüslük Oranı ve Kanal Paterni	190
8 – Havza Şekil İndeksi (Bs).....	193
9 – Akarsu ve Vadi Yoğunluğu (Ds ve Dv).....	194
10 – Gül Diyagramları (Çizgisellikler)	196
11 – Minimum Havza Yarılmı Metodu.....	198
12 – Rölatif Tektonik Aktivite Sınıflaması.....	200
13 – Yüzeyler	202

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

JEOLJİK VE JEOMORFOLOJİK GELİŞİM

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TARTIŞMA	208
SONUÇLAR	213
KAYNAKÇA	215
ÖZGEÇMİŞ.....	229



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Mudurnu Çayı Havzası'nın lokasyon haritası	2
Şekil 2: Mudurnu Çayı Havzası'nın jeoloji haritası.	6
Şekil 3: Çalışma sahasının stratigrafik dikme kesiti.....	11
Şekil 4: Çakıroğlu Mahallesi ile Abant Gölü arasında ait fay haritası	18
Şekil 5: Çalışma sahasının fay haritası ve son yüzyıl içinde merkez üssü çalışma sahası içinde olan depremler	19
Şekil 6: Çalışma sahasının eğim haritası	34
Şekil 7: Çalışma sahası ve yakın çevresinin morfotektonik üniteleri haritası.....	36
Şekil 8: Çalışma sahasının drenaj ağı haritası	38
Şekil 9: Mudurnu Çayı Havzası'nın morfotektonik haritası	43
Şekil 10: Fındıklık Deresi'nin ötelenmesi ve sürgü sırtları.....	46
Şekil 11: Karapınar Deresi'nin ötelenmesi.....	47
Şekil 12: Tavşansuyu Deresi'nin ötelenmesi.....	48
Şekil 13: Derin Dere'nin ötelenmesi	49
Şekil 14: Terelpınar Deresi'nin ötelenmesi	49
Şekil 15: Bir yel gediğinin oluşumunu gösteren şematik şekil	56
Şekil 16: Akarsu konkavlık indeksi (SCI).....	62
Şekil 17: Mudurnu Çayı Havzası'nın alt havzaları	69
Şekil 18a. Beldibi–Yongalık arasında jeomorfoloji haritası ve Beldibi kuzeyinde Mudurnu Çayı'nın ötelenmesi b. Beldibi–Yongalık arasında Sayısal Yükselti Modeli (SYM)	72
Şekil 19a. Uzundere Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarıлма derecesi profilleri. b. Uzundere'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Uzundere Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Uzundere'nin SCI profili. d. Uzundere Havzası'nın minimum havza yarıلمı haritası.....	74
Şekil 20a. Değirmendere Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarıлма derecesi profilleri. b. Değirmendere'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Değirmendere Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Değirmendere'nin SCI profili. d. Değirmendere Havzası'nın minimum havza yarıلمı haritası.....	77

Şekil 21a. Kuru Dere Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri.	
b. Kuru Dere'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Kuru Dere Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Kuru Dere'nin SCI profili. d. Kuru Dere Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası	80
Şekil 22a. Akçay Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Akçay Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Akçay Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Akçay Deresi'nin SCI profili. d. Akçay Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.....	84
Şekil 23a. Kocadere Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Kocadere'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Kocadere Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Kocadere'nin SCI profili. d. Kocadere Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.....	87
Şekil 24a. Dömen Dere Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Dömen Dere'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Dömen Dere Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Dömen Dere'nin SCI profili. d. Dömen Dere Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.....	90
Şekil 25a. Beyciler Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Beyciler Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Beyciler Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Beyciler Deresi'nin SCI profili. d. Beyciler Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası	93
Şekil 26a. Köy Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Köy Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Köy Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Köy Deresi'nin SCI profili. d. Köy Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.....	97
Şekil 27a. Kara Dere Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Kara Dere'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Kara Dere Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Kara Dere'nin SCI profili. d. Kara Dere Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası	100
Şekil 28a. Çamyurdu Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Çamyurdu Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Çamyurdu Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Çamyurdu	

Deresi'nin SCI profili. d. Çamyurdu Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.....	104
Şekil 29a. Kurşunlu Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Kurşunlu Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Kurşunlu Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Kurşunlu Deresi'nin SCI profili. d. Kurşunlu Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.....	107
Şekil 30a. Bekdemirler Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Bekdemirler Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Bekdemirler Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Bekdemirler Deresi'nin SCI profili. d. Bekdemirler Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.....	110
Şekil 31a. Ilıca Dere Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Ilıca Dere'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Ilıca Dere Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Ilıca Dere'nin SCI profili. d. Ilıca Dere Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.....	113
Şekil 32a. Karacasu Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Karacasu Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Karacasu Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Karacasu Deresi'nin SCI profili. d. Karacasu Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.....	116
Şekil 33a. Elmacık–Seymen Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Elmacık–Seymen Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Elmacık–Seymen Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Elmacık–Seymen Deresi'nin SCI profili. d. Elmacık–Seymen Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.....	119
Şekil 34a. Karaçomak–Bolatça Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Karaçomak–Bolatça Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Karaçomak–Bolatça Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Karaçomak–Bolatça Deresi'nin SCI profili. d. Karaçomak–Bolatça Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.....	122

Şekil 35a. Sıçan Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarıлма derecesi profilleri.	
b. Sıçan Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değeri. c. Sıçan Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Sıçan Deresi'nin SCI profili. d. Sıçan Deresi Havzası'nın minimum havza yarıлмаı haritası.....	124
Şekil 36a. Bağ Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarıлма derecesi profilleri.	
b. Bağ Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değeri. c. Bağ Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Bağ Deresi'nin SCI profili. d. Bağ Deresi Havzası'nın minimum havza yarıлмаı haritası.....	127
Şekil 37a. Arpalık Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarıлма derecesi profilleri. b. Arpalık Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değeri. c. Arpalık Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Arpalık Deresi'nin SCI profili. d. Arpalık Deresi Havzası'nın minimum havza yarıлмаı haritası.....	130
Şekil 38a. Tavşansuyu Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarıлма derecesi profilleri. b. Tavşansuyu Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değeri. c. Tavşansuyu Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Tavşansuyu Deresi'nin SCI profili. d. Tavşansuyu Deresi Havzası'nın minimum havza yarıлмаı haritası	134
Şekil 39a. Çal Dere Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarıлма derecesi profilleri. b. Çal Dere'nin enine vadi profilleri ve Vf değeri. c. Çal Dere Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Çal Dere'nin SCI profili. d. Çal Dere Havzası'nın minimum havza yarıлмаı haritası	137
Şekil 40a. Derin Dere Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarıлма derecesi profilleri. b. Derin Dere'nin enine vadi profilleri ve Vf değeri. c. Derin Dere Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Derin Dere'nin SCI profili. d. Derin Dere Havzası'nın minimum havza yarıлмаı haritası	141
Şekil 41a. Ağlan Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarıлма derecesi profilleri. b. Ağlan Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değeri. c. Ağlan Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Ağlan Deresi'nin SCI profili. d. Ağlan Deresi Havzası'nın minimum havza yarıлмаı haritası.....	142
Şekil 42a. Bend Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarıлма derecesi profilleri. b. Bend Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değeri. c. Bend Deresi Havzası'nın	

hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Bend Deresi'nin SCI profili. d. Bend Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası	148
Şekil 43a. Horozlar Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Horozlar Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Horozlar Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Horozlar Deresi'nin SCI profili. d. Horozlar Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.....	151
Şekil 44a. Sugözü Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Sugözü Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Sugözü Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Sugözü Deresi'nin SCI profili. d. Sugözü Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası	154
Şekil 45a. Yörükyeri Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Yörükyeri Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Yörükyeri Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Yörükyeri Deresi'nin SCI profili. d. Yörükyeri Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.....	157
Şekil 46a. Karapınar Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Karapınar Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Karapınar Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Karapınar Deresi'nin SCI profili. d. Karapınar Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.....	161
Şekil 47a. Cin Dere Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Cin Dere'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Cin Dere Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Cin Dere'nin SCI profili. d. Cin Dere Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası	163
Şekil 48a. Fındıklık Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Fındıklık Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Fındıklık Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Fındıklık Deresi'nin SCI profili. d. Fındıklık Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.....	167
Şekil 49a. Acalla Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Acalla Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Acalla Deresi	

Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Acalla Deresi'nin SCI profili. d. Acalla Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.....	171
Şekil 50a. Ballıkaya Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Ballıkaya Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Ballıkaya Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Ballıkaya Deresi'nin SCI profili. d. Ballıkaya Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.....	173
Şekil 51a. Bıçkıdere Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Bıçkıdere'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Bıçkıdere Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Bıçkıdere'nin SCI profili. d. Bıçkıdere Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.....	175
Şekil 52a. Kamiluslanın Deresi Havzası'nın akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. b. Kamiluslanın Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. c. Kamiluslanın Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Kamiluslanın Deresi'nin SCI profili. d. Kamiluslanın Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası	178
Şekil 53: Çalışma sahasının Smf haritası	181
Şekil 54: Mudurnu Çayı Havzası'nın SL indeksi haritası	183
Şekil 55: Mudurnu Çayı Havzası'nın hipsometrik eğri ve AF indeksi haritası.....	187
Şekil 56: Mudurnu Çayı Havzası akarsularının sinüzite ve kanal paterni haritası ..	192
Şekil 57: Çalışma sahasına ait morfolojik haritasında gösterilmiş olan a. Fayların doğrultuları, b. Sürgü sırtlarının doğrultuları, c. Ötelenmiş akarsuların doğrultuları, d. Yel gediklerinin doğrultuları, e. Asılı vadilerin doğrultuları	197
Şekil 58: Çalışma sahasında yüzeylerin belirlenmesi için kullanılan topografik profillerin alım yerleri	203
Şekil 59: Çalışma sahasına ait a. süperimpoze profiller, b. mürtesem profiller, c. bileşik profil	204
Şekil 60: Çalışma sahasının Üst Kretase–Günümüz arasındaki jeolojik evrimi	206

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: 1900-2017 yılları arasında merkez üssü çalışma sahası içinde olan depremler	24
Tablo 2: Morfometrik indislerin tektonik aktivite derecelerine göre sınıflamalarında kullanılan değer aralıkları	65
Tablo 3: Rölatif tektonik aktivite sınıflaması.....	66
Tablo 4: Akarsu konkavlık indeksinin (SCI) tektonik aktivite derecesine göre sınıflamasında kullanılan değer aralıkları	66
Tablo 5: Mudurnu Çayı Havzası'na ait Smf ve Vf değerleri	180
Tablo 6: Mudurnu Çayı Havzası AF değerleri.....	184
Tablo 7: Mudurnu Çayı Havzası'na ait hipsometrik analiz değerleri	186
Tablo 8: Mudurnu Çayı Havzası'nda analizi yapılan 34 akarsuya ait veriler	189
Tablo 9: Mudurnu Çayı Havzası'nın Bs indeksi değerleri.....	193
Tablo 10: Mudurnu Çayı Havzası'nın havzalara göre akarsu ve vadi yoğunluğu değerleri.....	195
Tablo 11: Mudurnu Çayı Havzası'nın havzalara göre aşınan kütle hacmi değerleri ve havzaların yarılma dereceleri	199
Tablo 12: Mudurnu Çayı Havzası'nın havzalara göre rölatif tektonik aktivite derecesi değerleri ve sınıflaması	201

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Foto 1: Mudurnu Çayı'nın alüvyal taraçası üzerine kurulmuş olan Taşkesti yerleşimi ve geride Abant Dağları (Bakış güneydoğuya doğru).....	28
Foto 2: Mudurnu Çayı Vadisi'nin güney yamacında görülen eski ve yeni heyelanlar	29
Foto 3: Mudurnu Çayı'nın enine vadi kesiti (Bakış batıdan doğuya doğru).....	30
Foto 4: Yeniköy Mahallesi kuzeyinde Mudurnu Çayı'nın taşkın ovasının görünümü (Bakış kuzeydoğuya doğru)	31
Foto 5: Çakıllı Mahallesi mevkiinde Mudurnu Çayı vadi tabanı	31
Foto 6: Beldibi güneybatısında Mudurnu Çayı vadi tabanı (Bakış kuzeydoğuya doğru)	32
Foto 7a. Mudurnu Çayı alüvyal taraçaları (Çamyurdu–Akçaalan arası), b. Çamyurdu yerleşiminin üzerinde kurulmuş olduğu anakaya taraçası	42
Foto 8: Akyokuş Fayı'nın güney bloğunda gelişen fay façetaları ve Derin Dere'nin ötelenmesi (Bakış güneydoğuya doğru).....	51
Foto 9: Dömen Tepe önünde gelişmiş olan fay façetası ve Beyciler Deresi'nin ağız kesimindeki birikinti yelpazesi (Bakış güneyden kuzeye doğru)	52
Foto 10: Akyokuş Fayı'nın güney bloğu üzerinde gelişmiş olan fay dikliği (Bakış güneydoğuya doğru).....	53
Foto 11: Karamurat Gölü.....	54
Foto 12: Akçay Deresi'nin ötelenmesi (Bakış kuzeydoğuya doğru).....	83
Foto 13: Tavşansuyu Deresi'nin ötelenmesi (Bakış güneybatıya doğru).....	132

KISALTMALAR LİSTESİ

AF	: Asimetri faktörü
Bs	: Havza şekil indeksi
Ds	: Akarsu yoğunluğu
Dv	: Vadi yoğunluğu
HI	: Hipsometrik integral
IAT	: Rölatif tektonik aktivite sınıflaması
KAF	: Kuzey Anadolu Fayı
KAFZ	: Kuzey Anadolu Fay Zonu
S	: Akarsu sinüzitesi
SCI	: Akarsu konkavlık indeksi
SL	: Akarsu uzunluk – gradyan indeksi
Smf	: Dağ cephesi sinüzitesi
SYM	: Sayısal Yükselti Modeli
Vf	: Vadi tabanı genişliği – vadi yüksekliği oranı

GİRİŞ

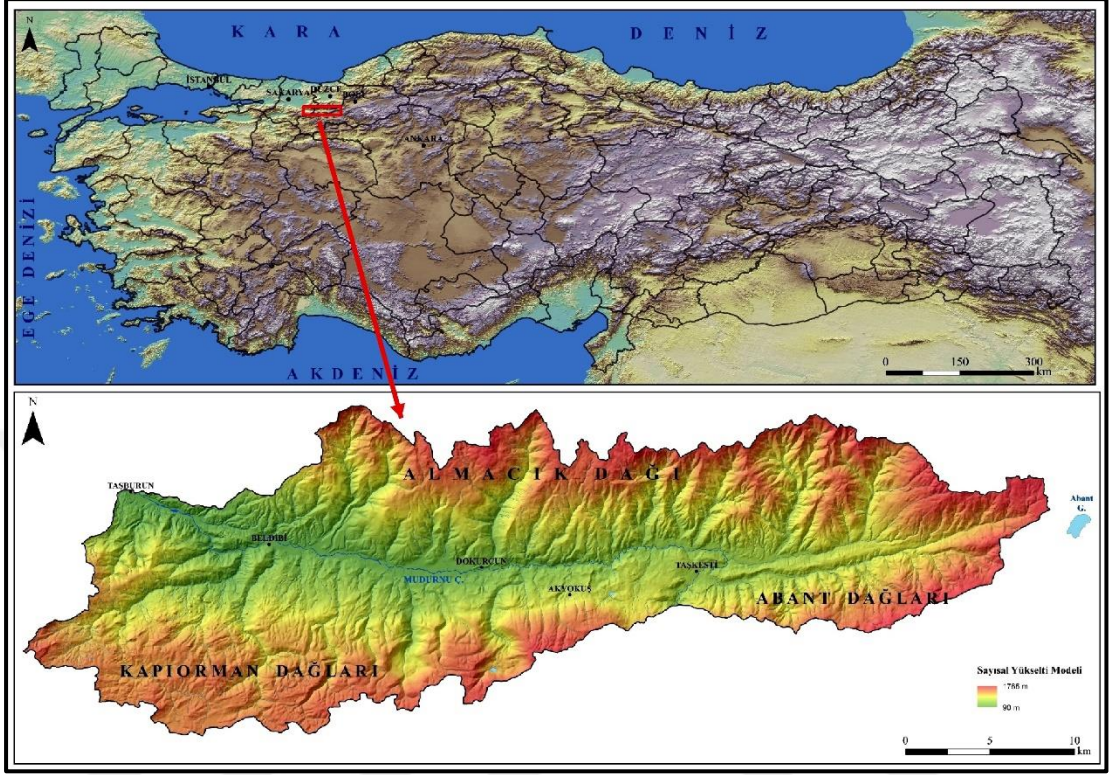
A – Araştırmanın Konusu ve Amacı

Bu çalışmanın temel amacı, dünyanın en aktif faylarından biri olan Kuzey Anadolu Fay Zonu içinde kalan Mudurnu Çayı Havzası'nın Taşburun–Abant Gölü batısı arasında kalan kesiminin morfolojik evrimi ve drenaj ağının gelişimi üzerinde neotektonik hareketlerin etkilerini ortaya koymaktır. Seçilmiş akarsu havzaları üzerinde uygulanan morfometrik ve hipsometrik analizlerin sonuçlarına dayalı olarak Mudurnu Çayı Havzası'nda tektonik aktivitenin dağılımının ve rölatif derecesinin belirlenmesi de bu çalışmanın amacı içinde yer almaktadır.

B – Araştırma Sahasının Konumu

Karadeniz Bölgesi'nin en batısında yer alan araştırma sahası Sakarya ve Bolu il sınırları içinde kalmaktadır (Şekil 1). Kuzey sınırını Almacık Dağı'nın su bölümü hattı, güney sınırını ise Kapıorman Dağları ve Abant Dağları'nın su bölümü hatları oluşturmaktadır. Batıda Akyazı ilçe sınırları içinde yer alan Taşburun yerleşiminden başlayan çalışma sahası, doğuda Abant Gölü'nün batısındaki su bölümü hattına kadar uzanmaktadır. Bu sınırlar içinde saha, 671,4 km² yüzölçümüne sahiptir.

Şekil 1: Mudurnu Çayı Havzası'nın lokasyon haritası.



C – Önceki Çalışmalar

Aşağıda yalnızca Mudurnu Çayı Havzası'nın jeolojisi, depremselliği ve jeomorfolojisi üzerine yapılmış belli başlı çalışmalara yer verilmiştir.

Abdüselamoğlu (1959), Düzce Ovası'nın güneyinden itibaren Mudurnu–Göynük arasında kalan sahanın jeolojisini aktardığı çalışmada, sahanın tektonik özellikleri ve paleocoğrafyası ile ilgili bilgiler de vermiştir.

Ambraseys ve diğ. (1968), 22 Temmuz 1967 Mudurnu Vadisi Depremi hakkında bilgiler vermişlerdir. Yazarlar tarafından bu depremle ilgili aktarılan bilgiler arasında, depremin etkilediği sahanın dağılımı ve etkileri, fayın oluşturduğu yanal ve düşey atım değerleri ile bu depremle oluşan yüzey kırığı yer almaktadır.

Ketin (1969), çalışma sahasını etkilemiş olan 2 deprem hakkında bilgiler aktarmıştır. Bu depremlerden ilki 26 Mayıs 1957 yılında meydana gelen ve büyüklüğü 7,0 olan Abant Depremi'nin çalışma sahasının doğusundaki Güney ve İğneciler yerleşiminden batıda Dokurcun'a kadar uzanan bir kesimi etkilediği ve İğneciler yakınında 1,60 m'lik bir yanal atılımın gerçekleştiği yazar tarafından aktarılmaktadır. Yazar ayrıca 22 Temmuz 1967'de meydana gelen ve büyüklüğü 7,1 olan Mudurnu Vadisi Depremi ile ilgili bilgilere de yer vermiştir.

Bilgin (1980), Orta Sakarya platolarının jeomorfolojisi ve özellikle de drenaj ağının gelişimi üzerine yaptığı bu çalışmada, Mudurnu Çayı Vadisi'ne de değinmiştir. Tez sahamız içinde kalan aşınım yüzeyleri ve bunların dağılımları ile ilgili bilgiler aktarmış, Mudurnu Çayı ve yan kollarının gelişimi üzerinde Kuzey Anadolu Fayı'nın etkilerine değinmiştir.

Yılmaz ve diğ. (1981), Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Abant–Dokurcun arasında kalan kesiminin jeolojik evrimini açıkladıkları çalışmalarında, sahada görülen kayaç topluluklarını iki gruba ayırmışlardır. Fay zonunun kuzeyinde yer alan kayaç topluluklarını Kuzey Topluluğu (İstanbul–Zonguldak Tektonik Birimi / Batı Pontid Kuşağı), güneyinde yer alan kayaç topluluklarını ise Güney Topluluğu (Sakarya Kıtası) olarak isimlendirmişler ve bu iki tektonik birlik arasında Jura–Üst Kretase döneminde bir okyanusun varlığından bahsetmişlerdir.

Yılmaz ve diğ. (1982), çalışma sahası içinde Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzeyinde eski bir okyanusun varlığına kanıt teşkil eden bir ofiyolit varlığını aktarmışlardır.

Sipahioğlu (1984), bu çalışmasında Çakıroğlu Mahallesi'nden doğuda Abant Gölü'ne kadar uzanan ve Mudurnu Çayı Vadisi'ni de içine alan 50 km'lik hat boyunca olan kesimdeki fayları haritalamıştır.

Demirtaş (1996), bu çalışmasında bir depremin tetiklediği büyük bir heyelan kütlesi nedeniyle Mudurnu Çayı'nın önünün kesildiğini ve bunun gerisinde günümüzden 82000–2500 yılları arasında geçici bir gölün oluştuğunu, bu göldeki hızlı sedimentasyon neticesinde de Taşkesti Formasyonu'nun geliştiğini aktarmıştır.

Zabcı (2005), Beldibi–Mansurlar köyleri arasındaki taraça yüzeyinden geçen 1967 Mudurnu Vadisi Depremi'nin yüzey kırığı üzerinde yapılan hendek çalışmaları sonucunda 3 fay zonu ve bunlar üzerinde de 1967 öncesi, kesin 3, olası 4 tane eski deprem tespit etmiştir. Yapılan yaşlandırma çalışmaları sonucunda deprem tekrarlanma aralığı için 2 farklı senaryo üretilmiştir. Birinci senaryoya göre bu sahada deprem tekrarlanma aralığı MS 1394'ten itibaren 286 (veya olası 191) iken, ikinci senaryoya göre ise MS 1668'den sonra 100 (veya olası 75) yıl olarak hesaplanmıştır.

Yıldırım (2008), Almacık Blok'unun morfotektonik özelliklerinin ve geçirdiği tektonik deformasyonların belirlenmesine yönelik doktora tez çalışmasında, neotektonik hareketlerin akarsu havzaları üzerindeki etkilerini ortaya koymuştur. Almacık Blok'unun güney yamaçları çalışma sahasının kuzey yarısına karşılık gelmektedir.

Herece ve Gökten (2009), Bolu'nun batısından Sapanca Gölü güneybatısına doğru KAF'ın atımını, fayın kuzey ve güneyindeki temel birimler ve aralarındaki bindirme dokanağına göre 48 km, fayın her iki tarafında her iki birimi de uyumsuzlukla örten Eosen volkanitlerinin ötelenmesine göre ise 61,5 km olarak vermektedirler.

BİRİNCİ BÖLÜM

JEOLojİK ÖZELİKLER

A – STRATİGRAFİ

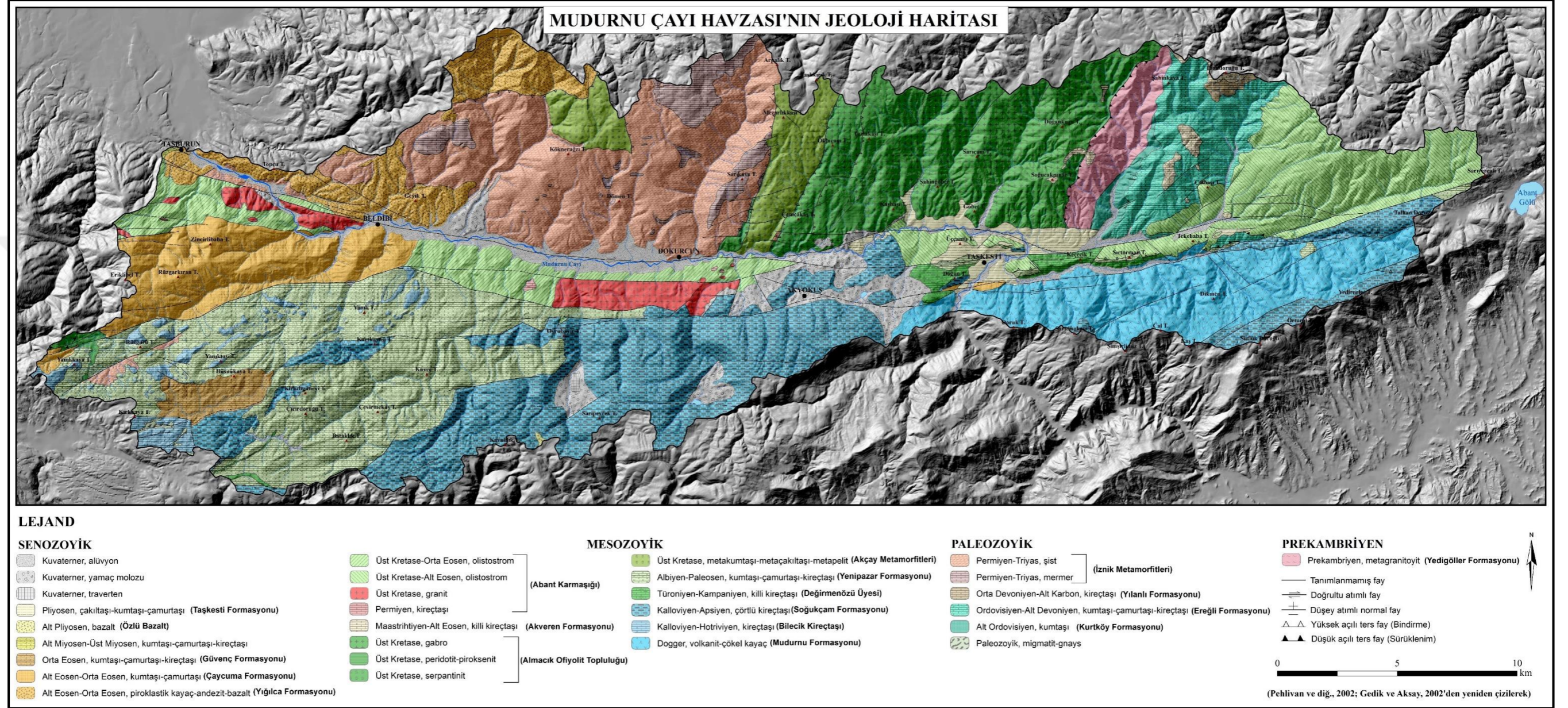
Çalışma alanı tektonostratigrafik olarak İstanbul Zonu, Armutlu–Almacık Zonu ve Sakarya Zonu olmak üzere 3 zona ayrılmaktadır (Şekil 9). Bunlardan İstanbul Zonu sahanın kuzeyinde, Sakarya Zonu ise güneyinde bulunmaktadır. Armutlu–Almacık Zonu’na ait kayaç birimleri ise daha çok sahanın kuzeyinde yayılış gösterirken, Mudurnu Çayı’nın güneyinde dar bir şerit halinde de yer alırlar. Bu üç zonun üzerinde ise örtü birimleri yer almaktadır.

1 – İstanbul Zonu

a. Yedigöller Formasyonu

Yılmaz ve diğ. (1981) tarafından Almacık Ofiyolit Topluluğu içinde ele alınan ve amfibolit, gnays, migmatit, metavolkanit, mermer ve şist gibi kayaçlardan oluşan birimi Serdar ve Demir (1983) Yedigöller Formasyonu olarak adlandırmışlardır (Pehlivan ve diğ., 2002: 6). Bu birim çalışma sahası içinde doğuda Almacık Dağı’nın güney yamacında Yeğen Dere Vadisi’nin özellikle batı yamaçlarında yüzeylemektedir (Şekil 2). Birimin stratigrafik konumuna dayalı olarak Prekambriyen yaşta olduğu düşünülmektedir (Pehlivan ve diğ., 2002: 6).

Şekil 2: Mudurnu Çayı Havzası'nın jeoloji haritası (Pehlivan ve diğ., 2002; Gedik ve Aksay, 2002'den yeniden çizilerek).



b. Kurtköy Formasyonu

İlk defa Haas (1968) tarafından Kurtköy Tabakaları adlandırılan bu birimi, Kaya (1978) Kurtköy Arkoz Birimi, Önalın (1981) ise Kurtköy Formasyonu olarak adlandırmıştır (Tüysüz ve diğ., 2004). Çalışma sahasının doğusunda Yeğen Dere aşağı mecralarına doğru vadi yamaçları ile yukarı mecralarında vadinin doğu yamaçlarını kapsayan dar bir alanda yüzeyleyen bu birim, çakıltaşı, çamurtaşı ve kumtaşları ile temsil edilmektedir. Yedigöller Formasyonu üzerinde açısız uyumsuzlukla yer alan ve Ereğli Formasyonu ile geçişli olan istif, karasal bir ortamı (örgülü–menderesli akarsu) karakterize etmektedir (Pehlivan ve diğ., 2002: 8).

c. Ereğli Formasyonu

İlk defa Serdar ve Demir (1983) tarafından isimlendirilen (Pehlivan ve diğ., 2002: 8) Ereğli Formasyonu, çalışma sahasının kuzeydoğusunda Elmacık Dere ve Yeğendere arasında yüzeylemektedir.

Kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşıdan oluşan birim, altta Kurtköy Formasyonu üstte ise Yılanlı Formasyonu ile geçişlidir (Pehlivan ve diğ., 2002: 8). Birimin oluştuğu ortam, sığ şelf ortamı ile başlayarak, derinleşen şelf, havza yamacı, havza ve tekrar şelf ortamı şeklinde bir karakter göstermektedir (Gedik ve Önalın, 2001; Pehlivan ve diğ., 2002: 9).

d. Yılanlı Formasyonu

İlk defa Saner ve diğ. (1979) tarafından adlandırılan bu birim (Gedik ve Önalın, 2001; Tüysüz ve diğ., 2004) çalışma sahasının kuzeydoğusunda İbandoruğu Tepe'nin güneyinde çok dar bir alanda yüzeylemektedir. Yılmaz ve diğ. (1981) tarafından Gelikyayla Formasyonu şeklinde adlandırılan birim, yine aynı yazarlar tarafından kumtaşı–şeyl ardalanmasından oluşan türbiditik fliş olarak nitelendirilmiştir.

İçindeki fosil bulgularına dayalı olarak Yılanlı Formasyonu'na Kipman (1974) Orta Devoniyen, Saner ve diğ. (1979) Orta Devoniyen–Vizeyen, Aydın ve

diğerleri (1987) Orta–Üst Devoniyen–Alt Karbonifer, Gedik ve Önalın (2001) ise Orta–Üst Devoniyen yaşı vermişlerdir (Pehlivan ve diğ., 2002: 9; Tüysüz ve diğ., 2004).

Altta Ereğli Formasyonu ile geçişli olan birim, üstte Akveren Formasyonu ile açışal uyumsuz olarak örtölüdür (Pehlivan ve diğ., 2002: 9).

e. Akveren Formasyonu

İlk olarak Gayle (1959) tarafından Akveren Tabakaları şeklinde adlandırılan (Tüysüz ve diğ., 2004) ve killi kireçtaşı, kıltaşı, marn, türbiditik kumtaşı, kumlu karbonat, resifal kireçtaşı ve volkanitlerden oluşan birim için Ketin ve Gümüş (1963) Akveren Formasyonu adını kullanmışlardır (Pehlivan ve diğ., 2002: 10; Tüysüz ve diğ., 2004). Çalışma sahasının kuzeydoğusunda adacıklar şeklinde görülen bu birim killi kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Ketin ve Gümüş (1963) tarafından Maastrichtiyen yaşında olduğu belirtilen birim, Gedik ve Korkmaz'a göre (1984) Maastrichtiyen–Paleosen, Akman'a göre (1992) Kampaniyen–Paleosen, Tüysüz ve diğerlerine göre (1997) ise Maastrichtiyen yaşındadır (Tüysüz ve diğ., 2004).

2 – Armutlu–Almacık Zonu

a. İznik Metamorfitlei

Gözübol (1978) tarafından İkizoluk Formasyonu adı verilen bu birim, Yılmaz ve diğerleri (1981) tarafından da aynı isimle kullanılmıştır. Yılmaz ve diğerleri (1995) aynı birimi İznik Metamorfitlei olarak adlandırırken, şist, fillat, kuvarşist, kuvarsit, mermer, kalkşist gibi kayalardan oluşan bu birim için Gedik ve Aksay (2002) Sultaniye Metamorfitlei adını kullanmışlardır. Bu çalışmada İznik Metamorfitlei adı kullanılmış, jeoloji haritasında da bu adla gösterilmiştir. Sahanın kuzeyinde Kara Dere'den batıya doğru geniş bir alanda yüzeylemektedir. Gedik ve Aksay (2002) tarafından Akçay Metamorfitlei ile Almacık Ofiyolit Topluluğu arasında tektonik bir dilim olduğu ifade edilen bu birimin üzerinde yer alan mermer yine aynı yazarlar tarafından Mermer Üyesi olarak ayırtlanmıştır.

b. Akçay Metamorfitleri

Yılmaz ve diğeri (1981) tarafından Almacık Ofiyolit Topluluğu içinde ele alınan birim, Gedik ve Aksay (2002) tarafından Akçay Metamorfitleri adıyla kullanılmıştır.

Akçay Metamorfitleri çalışma sahası içinde Mudurnu Çayı'nın kuzeyinde Çamyurdu Deresi ile Kara Dere arasında kuzeye, saha sınırına kadar uzanan bir kesimde ve daha batıda Köknerağzı Tepe'nin kuzeyinden yine kuzeye saha sınırına doğru uzanan bir alanda görülmektedir.

Metakumtaşı, metaçamurtaşı, metaşeyl, kuvarsit, kuvarslı şist, meta-konglomera, metatüf, metabazalt, rekristalize kireçtaşı, mermer gibi kayaçlarla temsil edilen ve saha sınırları içinde alt dokanağı görülemeyen bu birimin üzerinde İznik Metamorfitleri ile Almacık Ofiyolit Topluluğu tektonik olarak yer alır (Gedik ve Aksay, 2002: 16).

c. Almacık Ofiyolit Topluluğu

Peridotit, serpantin ve gabro gibi metamorfik kayaçlardan oluşan birim, Abdüsselamoğlu (1959) tarafından kristalin seri içinde değerlendirilirken, Yılmaz ve diğeri (1981) tarafından Almacık Ofiyolit Topluluğu olarak adlandırılmıştır. Almacık Ofiyolit Melanjı (Gedik ve Aksay, 2002: 17; Pehlivan ve diğ., 2002: 13) olarak da adlandırılan bu birim için bu çalışmada Almacık Ofiyolit Topluluğu adı kullanılmıştır.

Tabanda piroksenit ile başlayan Almacık Ofiyolit Topluluğu'nu üste doğru serpantin, gabro, amfibolit, spilit, çört ve grovaklar oluşturmaktadır (Yılmaz ve diğ., 1981). Birim Mudurnu Çayı'nın kuzeyinde kabaca Çamyurdu Deresi ile doğuda KD-GB uzanımlı Yeğendere Bindirme Fayı'na kadar olan kesimde yüzeylemektedir.

Akçay Metamorfitleri üzerinde tektonik olarak yer alan Almacık Ofiyolit Topluluğu, Akveren Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Pehlivan ve diğ., 2002: 13) (Şekil 3).

d. Abant Karmaşığı

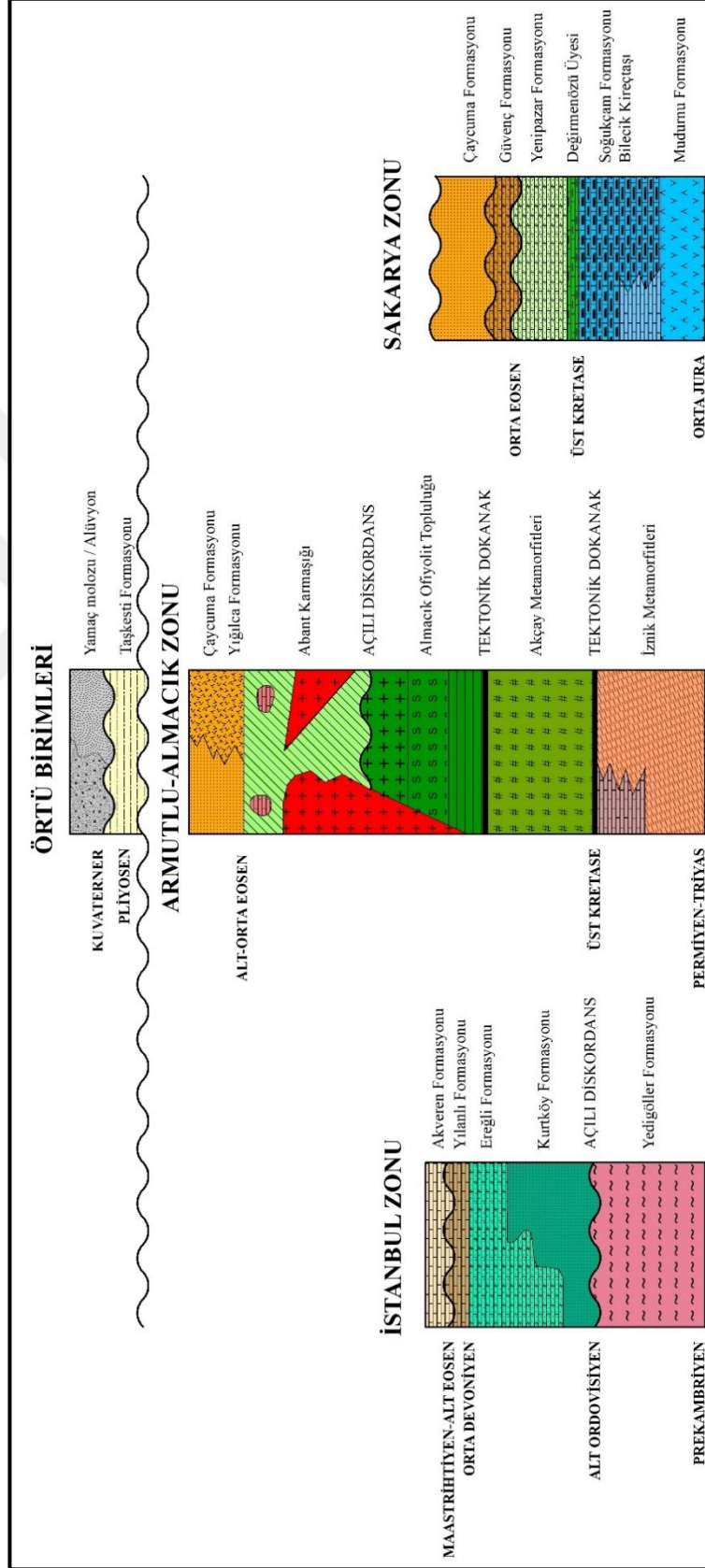
Yılmaz ve diğerleri (1981) birbirinden farklı kayaçları bünyesinde tektonik bir karışım halinde bulunduran kaotik bir topluluk olarak nitelendirdikleri bu birimi Abant Karmaşığı olarak adlandırmışlardır. Birim Gedik ve Aksay (2002) ile Pehlivan ve diğerleri (2002) tarafından ise Abant Formasyonu adı altında incelenmiştir.

Çalışma sahasının kuzeydoğu sınırından güneybatıya Seymen Dere Vadisi'ne doğru uzanan kesimde, Topçamlığı–İğneciler sırtında, Üççamlı Tepe'nin batısında ve Mudurnu Çayı'nın güneyinde Tavşansuyu'ndan batıya doğru olan kesimde yüzeylenmektedir.

Serpantinit, spilit, bazalt, çört, radyolarit vb. gibi ofiyolit kökenli türevler; kayrak, fillat, kuvarsit, mermer, rekristalize kireçtaşı gibi metamorfik kayaçlar, pelajik kireçtaşı ve fliş tipi çökel kayaçlardan oluşan bu topluluğu intrüzif bir granit damar, dayk ve stoklar halinde kesmektedir (Yılmaz ve diğ., 1981).

Birim, içindeki fosil bulgularına dayalı olarak Göncüoğlu ve diğerlerine (1986) göre Maastrichtiyen, Gedik ve Aksay'a (2002) göre ise Geç Kampaniyen–Erken Eosen yaşındadır.

Şekil 3: Çalışma sahasının stratigrafik dikme kesiti.



3 – Sakarya Zonu

a. Mudurnu Formasyonu

Bu birim ilk defa Abdüsselamoğlu (1959) tarafından Nefti Fliş olarak adlandırılmıştır. Volkanojenik kumtaşı, çamurtaşı, şeyl, tuf, aglomera, andezit, bazalt ve kireçtaşı aralanmasından oluşan bu birime daha sonra Gözübol (1978) tarafından Mudurnu Formasyonu adı verilmiştir (Pehlivan ve diğ., 2002: 16). Formasyon çalışma sahasının güneydoğusunda Abant Dağları'nın saha sınırları içinde kalan kuzey yamaçlarında yüzeylemektedir.

Alt dokanağı gözlenemeyen ve çalışma sahası dışında Bayırköy Formasyonu ile yanall geçişli olabileceği varsayılan birim üstte Soğukçam Formasyonu ile tedrici geçişlidir (Pehlivan ve diğ., 2002: 16).

Birim için farklı araştırmacılar tarafından farklı yaşlar verilmiştir. Mudurnu Formasyonu Abdüsselamoğlu (1959), Gözübol (1978) ile Yılmaz ve diğ. (1981) tarafından Jura yaşında, Saner (1980) tarafından Orta-Geç Jura yaşında, Altın ve diğ. (1991) tarafından Kalloviyen öncesi, Göncüoğlu ve diğ. (1996) tarafından Liyas-Geç Kretase yaşında ve Akyürek ve diğ. (1996) tarafından Liyas yaşında olarak değerlendirilmiştir (Pehlivan ve diğ., 2002: 16).

b. Bilecik Kireçtaşı

Bilecik civarında yüzeyleyen beyaz, bej ve pembe renkli şelf karbonatlarından oluşan bu birim ilk defa Granit ve Tintant (1960) tarafından bu isimle adlandırılmıştır (Gedik ve Aksay, 2002: 18).

Bilecik Kireçtaşı çalışma sahasının özellikle güneybatısında küçük parçalar halinde yüzeylemektedir. Çalışma sahası sınırları içinde tabanı görülemeyen bu birim, saha dışında altta Bayırköy Formasyonu ile paralel uyumsuz, yanalda ise Soğukçam Formasyonu'nun alt bölümüyle tedrici geçişlidir (Gedik ve Aksay, 2002: 19).

c. Soğukçam Formasyonu

Abdüsselamoğlu (1959) tarafından porselenimsi kireçtaşı olarak nitelendirilen birim, Altınlı (1973) tarafından Soğukçam Kireçtaşı olarak adlanmıştır (Yılmaz ve diğ., 1981). Kalloviyen–Apsiyen yaşındaki bu birim için Saner (1980) Soğukçam Formasyonu adını (Gedik ve Aksay, 2002: 20), Yılmaz ve diğerleri (1981) ise Soğukçam Kireçtaşı adını kullanmışlardır.

Yamaç–havza ortamında çökelmiş olan bu birim, altta Mudurnu Formasyonu ile düşey geçişli, Bilecik Kireçtaşı ile yanal ve düşey olarak tedrici geçişli olan Soğukçam Formasyonu, üstte Yenipazar Formasyonu ile tedrici geçişlidir (Gedik ve Aksay, 2002: 21). Güney Topluluk içinde yer alan bu birim, Karamurat Köyü’nden batıya doğru ve özellikle Akyokuş Fayı’nın güneyinde geniş bir alanda yüzeylemektedir.

Birim içinde Altıner ve diğerleri (1991) tarafından saptanan fosillere dayalı olarak formasyonun yaşı Kalloviyen–Apsiyen olarak değerlendirilmektedir (Gedik ve Aksay, 2002: 22).

d. Yenipazar Formasyonu

İlk defa Yenipazar civarında yüzeyleyen volkanitli, bloklu, kumtaşı–şeyl ardalanmasından oluşan fliş fasiyesindeki birim için Saner (1980) tarafından Yenipazar Formasyonu adı kullanılmıştır (Gedik ve Aksay, 2002: 22). Çalışma sahasının güneybatısında yüzeyleyen bu birim kuzeyden Kuzey Anadolu Fayı’nın Güney Kolu tarafından sınırlanmaktadır. Birim içindeki beyaz, bej, kırmızı renkli üst mikritik kireçtaşları Değirmenözü Üyesi olarak ayırtlanmıştır (Gedik ve Aksay, 2002: 23).

d.1. Değirmenözü Üyesi

Beyaz, bej, kırmızı renkli pelajik–yarı pelajik kireçtaşlarından oluşan birim için Saner (1977) ve Saner ve diğerleri tarafından Değirmenözü Üyesi adı kullanılmıştır (Pehlivan ve diğ., 2002: 18). Çalışma sahası için yayılışı çok dar olan bu birim, Taşkesti'nin güneybatısında ve Ortaköy ile Karaçomak Deresi arasında yüzeylemektedir. Yamaç ortamında oluşmuş olan bu birim, içinde saptanan fosil bulgularına göre Koniasiyen–Kampaniyen yaşındadır (Pehlivan ve diğ., 2002: 20).

4 – Örtü Birimleri

a. Yığılca Formasyonu

İlk defa Kaya ve diğerleri (1986) tarafından Bolu'nun Yığılca ilçesi çevresinde yüzeyleyen andezit, bazalt, tuf, aglomera ve volkanojenik kumtaşlarından oluşan birim Yığılca Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Gedik ve Aksay, 2002: 30).

Çaycuma Formasyonu ile yanal ve düşey olarak tedrici geçişli olan (Gedik ve Aksay, 2002: 31) bu birim, çalışma sahasının kuzeybatısında Mudurnu Çayı'nın kuzeyinde ve lokal olarak da Taşburun'un güneydoğusunda yüzeylemektedir.

Göncüoğlu ve diğerleri (1986) tarafından Yığılca Formasyonu'nun Armutlu Yarımadası'ndaki eşdeğerinden elde edilen fosil yaşlarına göre, formasyonun yaşı Alt–Orta Eosen'dir (Gedik ve Aksay, 2002: 31).

b. Çaycuma Formasyonu

İlk defa Tokay (1954-55) tarafından adlandırılan ve kumtaşı, silttaşı, kiltası araldanmasından oluşan bu birim tipik bir silisiklastik türbidit istifidir (Tüysüz ve diğ., 2004). Çalışma sahasının batısında Acalla Deresi ile Bıçkıdere arasında yayılış göstermektedir. Bu birime içerdiği foraminifer ve nannofosillere dayalı olarak Yergök ve diğerleri (1987) tarafından Erken–Orta Eosen yaşı verilmiştir (Tüysüz ve diğ., 2004).

c. Güvenç Formasyonu

Orkan (1972) tarafından Ciciler Formasyonu, Göncüoğlu ve diğerleri (1996) tarafından Hacılar Formasyonu olarak adlandırılan bu birim kireçtaşı, kumtaşı ve çamurtaşı ile temsil edilmektedir (Gedik ve Aksay, 2002: 31).

Bu birim çalışma sahası içinde sadece Acalla Deresi'nin yukarı mecrasında Acalla Yaylası ve çevresinde yüzeylemektedir.

Sığ şelf ortamında çökelmiş olan bu birim ile kendisinden daha yaşlı birimler arasında açısız uyumsuzluk vardır (Gedik ve Aksay, 2002: 32).

d. Özlü Bazalt

Çalışma sahası içinde çok dar bir alanda görülen ve bazaltların oluşturduğu bu birimi Akyürek ve diğerleri (1979) Aydos Bazaltı, Akyürek ve diğerleri (1984) Bozdağ Bazaltı, Türkecan ve diğerleri (1991) ise Özlü Volkaniti olarak adlandırmışlardır.

Alt Pliyosen yaşında olan ve kendinden yaşlı olan birimler tarafından üzerlenen birimin üstü aşınmalıdır (Gedik ve Aksay, 2002: 32).

e. Taşkesti Formasyonu

Çalışma sahasının doğusunda Mudurnu Çayı çevresinde yayılış gösteren bu birim, Yılmaz ve diğerleri (1981) ile Yılmaz ve diğerleri (1982) tarafından Taşkesti Formasyonun adı ile kullanılmıştır. Karasal konglomera, kumtaşı ve çamurtaşından oluşan birimi Aydın ve diğerleri ise Örencik Formasyonu olarak adlandırmışlardır. Bu birim kendisinden yaşlı birimler üzerinde açısız uyumsuzlukla yer almaktadır (Pehlivan ve diğ., 2002: 22).

f. Alüvyon

Kum ve çakıl deposundan oluşan alüvyon, sahanın ana akarsuyu olan Mudurnu Çayı'nın taşkın ovası içinde ve ona katılan özellikle büyük akarsuların ağız kesimlerinde ve vadi tabanlarında görülmektedir.

g. Yamaç Molozu / Birikinti Yelpazesi

Gevşek, tutturulmamış çakıl ve bloklardan oluşan yamaç molozları özellikle ana vadinin güneyinde Akyokuş Fayı'nın oluşturduğu dikliğin önünde görülmektedir. Birikinti yelpazeleri ise Mudurnu Çayı'na katılan bazı akarsuların ağız kesimleri ile Yeğen, Karaçomak–Bolatça, Elmacık–Seymen ve Acalla derelerinin vadi tabanlarında, onlara katılan yan kolların ağız kesimlerinde görülmektedir.

B – TEKTONİK

Doğuda Karlıova'dan batıda Saros Körfezi'ne kadar 1200 km uzunluğunda ve sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay olan Kuzey Anadolu Fayı (KAF) (Şengör ve Canitez, 1982: 205; Şengör ve diğ., 2005: 2), Bolu'nun batısında çatallanarak iki kola ayrılmaktadır. Abant Gölü'nün batısında çalışma sahasına giren Güney Kol, Yukarıgüney Mahallesi'nde tekrar çatallanarak iki kola ayrılmaktadır. Kuzeydeki kol Elmacık Deresi Vadisi ile Mudurnu Çayı Vadisi boyunca uzanmakta ve batıda Taşburun'un güneyinde tez sahasının dışına çıkmaktadır. Güneydeki kol ise Abant Dağları'nın kuzey etekleri boyunca batıya doğru devam etmektedir.

Kuzey Anadolu Fayı'nın yaşı ile ilgili farklı görüşler vardır. Bazı yazarlar fayın Oligosen'de (Kopp ve diğ., 1969; Okay ve diğ., 2006) oluştuğunu söylerken, bir kısım yazar Orta-Geç Miyosen'de (Egeran ve Lahn, 1944; Erinç ve diğ., 1961; Ketin 1969; Irrlitz 1972; Tokay 1973; Ketin 1976; Barka 1981; Şengör ve diğ., 1985; Armijo ve diğ., 1999) oluştuğunu söylemektedir. Kuzey Anadolu Fayı'nın yaşı ile ilgili bir başka görüş ise, fayın Pliyo-Kuvaterner'de (Emre ve diğ., 1998; Tüysüz ve diğ., 1998; Yaltrak 2002; Westaway, 2003) oluştuğu şeklindedir. Şengör ve diğ., (2005) ile

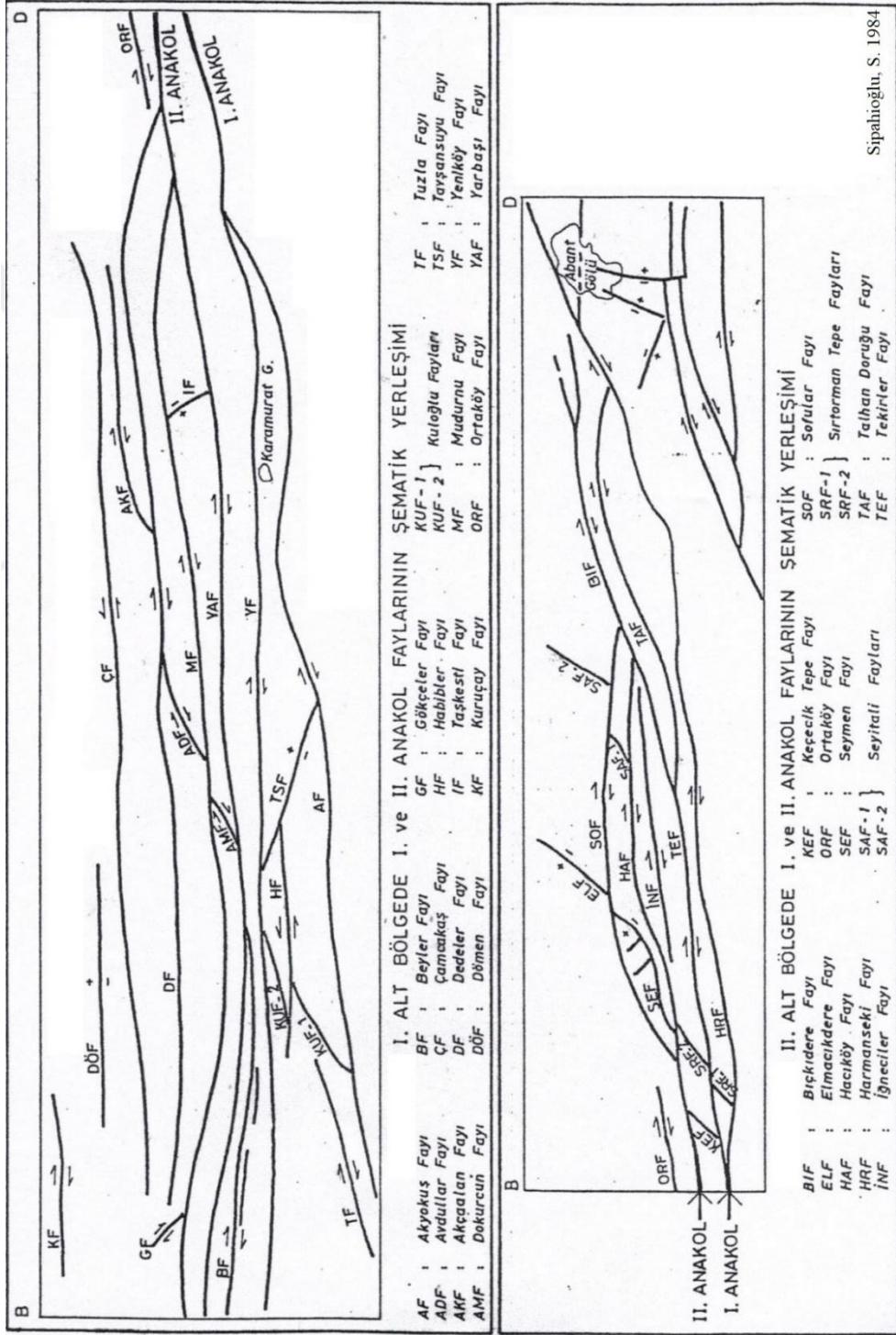
Paluska ve diğ., (1989), Kuzey Anadolu Fayı'nın Kuzey Kolu'nun oluşum yaşını 200.000 yıl olarak belirtmektedirler.

KAF'ın yaşı gibi kayma hızı ve atım miktarları ile ilgili de çok farklı görüş ve değerler mevcuttur. Bunlardan çalışma sahasını içine alan en önemli atım miktarı Herece ve Gökten tarafından (2009) verilen değerdir. Yazarlar Bolu'nun batısından Mudurnu Çayı Vadisi boyunca Sapanca Gölü güneybatısına doğru KAF'ın kuzey ve güneyindeki temel birimlerin ve aralarındaki bindirme dokanağının, fay tarafından 48 km sağ yanal olarak ötelendiğini, ancak fayın her iki tarafında her iki birimi de uyumsuzlukla örten Eosen volkanitlerinin doğu uçlarının kıyaslanmasına dayalı olarak ise ötelenme değerinin 61,5 km olduğunu belirtmişlerdir.

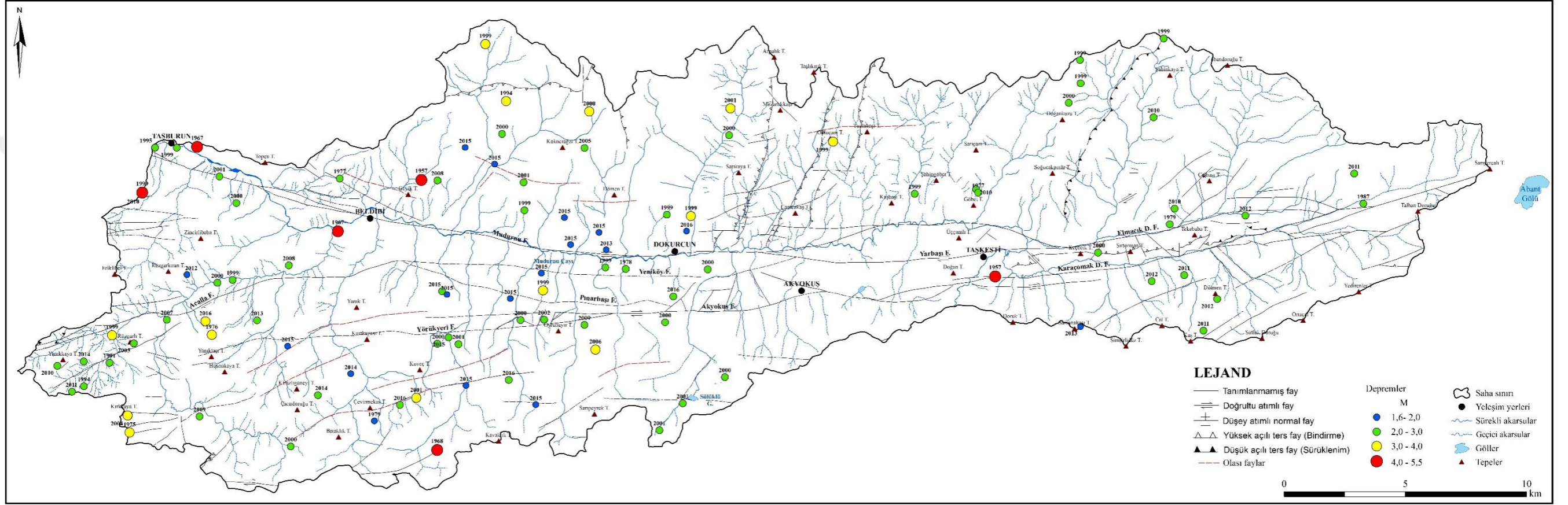
Mudurnu Çayı Havzası birbirine paralel ve yarı paralel birçok fay tarafından parçalanmıştır. Güneyinde fay yoğunluğunun daha fazla olduğu bu havza ile ilgili yapılmış eski çalışmalar, son yıllarda yapılan çalışmalarla kıyaslandığında fay hatları ve bunların izleri ile ilgili farklılıklar görülmektedir. Bu sahadaki fayların tespiti ile ilgili yapılan ilk detaylı çalışmalardan biri, Sipahioğlu'nun 1984 yılındaki çalışmasıdır. Sipahioğlu bu çalışmasında Çakıroğlu Mahallesi'nden doğuya doğru 50 km'lik bir hat içerisindeki fayları haritalamıştır (Şekil 4). Yazarın hazırladığı fay haritası ile sahanın 1/25.000 ölçekli diri fay haritaları ve yine 1/25.000 ölçekli jeoloji haritalarında gösterilen fay hatları arasında farklılıklar söz konusudur.

Bu çalışmada MTA'nın hazırladığı 1/25.000 ölçekli jeoloji haritaları baz alınmıştır. Harita üzerinde olası fay olarak gösterilen faylar ise tarafımızca haritaya eklenmiş faylardır (Şekil 5). Bu fayların varlığı ve izledikleri rota ile ilgili kanıt ve görüşler ileriki bölümlerde anlatıldığından burada değinilmemiştir.

Şekil 4: Çakıroğlu Mahallesi ile Abant Gölü arasında ait fay haritası (Sipahioglu, 1984)



Şekil 5: Çalışma sahasının fay haritası ve son yüzyıl içinde merkez üssü çalışma sahası içinde olan depremler (Deprem verileri ile ilgili kaynak B.Ü. Kandilli Ras. ve Aras. Enst.).



Aşağıda havzayı kesen başlıca önemli faylara değinilmiş ve bunların adlandırılmasında fay izi üzerindeki bir yerleşme adı ya da fay hattına yerleşmiş olan bir akarsu gibi morfolojik bir elemanın adı kullanılmıştır. Yeniköy ve Acalla fayları olarak isimlendirilmiş olan faylar, KAF'ın güney koluna karşılık gelmektedir. Elmacık Deresi ve Mudurnu Fayı ise KAF'ın ana kolunu oluşturmaktadırlar.

1 – Bindirme Faylar

a. Yeğen Dere Fayı

Bu fay Yedigöller Formasyonu ile Almacık Ofiyolit Topluluğu arasındaki tektonik dokanağı oluşturan bir bindirme faydır. Ortaköy'ün kuzeyinden KKD–GGB istikametinde Yeğen Dere Vadisi'nin batı yamaçları boyunca Almacık Dağı'nın su bölümü hattına kadar uzanır. Yedigöller Formasyonu Almacık Ofiyolit Topluluğu üzerine bindirmektedir.

b. Çamyurdu Fayı

Çamyurdu Köyü'nden KKD–GGB istikametinde sahanın kuzey sınırına kadar uzanır. Almacık Ofiyolit Topluluğu'nun Akçay Metamorfileri üzerine bindirdiği bu fay, ondan daha genç doğrultu atımlı faylar ile kesilmiş ve ötelenmiştir. Fay üzerinde Çamcakaş Tepe'nin kuzeybatısında 280 m kadar sağ yanal bir ötelenme söz konusudur. Fayın çalışma sahası sınırları içindeki uzunluğu 7 km'dir.

c. Tuzlakaşı Fayı

Çamyurdu Fayı'nın doğusunda ona paralel uzanan ve Almacık Ofiyolit topluluğu içinde gelişmiş olan bir bindirme faydır. Çamyurdu Köyü'nün 1,7 km kadar kuzey kuzeydoğusundan sahanın kuzey sınırına kadar KKD–GGB uzanan fay, Çamyurdu Fayı'nda olduğu gibi daha genç doğrultu atımlı faylar ile kesilmiştir. Fay üzerinde görülen en büyük ötelenme, İsanlar Tepe'nin kuzeyindedir. Bu kesimde 815

m kadar sağ yanal olarak ötelenmiş olan bu bindirme fayın çalışma sahası içindeki uzunluğu 7,1 km'dir.

d. Kara Dere Fayı

Avdullar Köyü'nün güneyinden Kara Dere Vadisi boyunca KKD–GGB istikametinde Mezarlıkkaşı Tepe'nin kuzeyine kadar uzanan bir bindirme faydır. İznik Metamorfitlei'nin Akçay Metamorfitlei üzerine bindirdiği fayın uzunluğu 7,2 km'dir. Bu bindirme fayı da daha genç doğrultu atımlı faylar ile kesilmiş ve ötelenmiştir.

2 – Doğrultu Atımlı Faylar

a. Elmacık Deresi Fayı

Elmacık Deresi Vadisi boyunca uzanan bu fay KAF'ın ana kolunu oluşturmaktadır. Ortaköy'ün güneyinde fay çatallanmaktadır. Hisar Tepe'nin kuzeyinden batıya doğru devam eden kuzey kolu bu çalışmada Mudurnu Fayı olarak, Hisar Tepe'nin güney eteklerinden batıya doğru devam eden güney kolu ise Yarbaşı Fayı olarak isimlendirilmiştir.

b. Mudurnu Fayı

Ortaköy'ün güneyinden başlayan ve Hisar Tepe'nin kuzey eteklerinden geçen fay, Mudurnu Çayı boyunca Beldibi'ne kadar devam eder. Burada Mudurnu Vadisi'nden ayrılan ve Civek Tepe'nin kuzeyinden geçerek Yongalık üzerinden Taşburun'un güneyine kadar devam eden fay, çalışma sahası terk eder. Bu fay Taşburun'un güneyinde belirgin bir fay dikliği oluşturmuştur. Fay izi boyunca özellikle de batıda alüvyal yelpazelerde sağ yönlü ötelenmeler görölmektedir.

c. Yarbaşı Fayı

Taşkesti'nin doğusundan başlayıp, Yarbaşı Mahallesi ve Karamurat Gölü'nün kuzeyinden Haftasız ve Şabanlar mahallelerinden geçerek Mudurnu Fayı'na kadar devam eden sağ yanal doğrultu atımlı bir faydır.

d. Karaçomak Fayı

Elmacık Deresi Fayı'nın güneyinde ona paralel olan bu fay Karaçomak Deresi boyunca DKD–BGB uzanmaktadır. Fay izi boyunca vadinin güney yamaçlarında fay façetaları gelişmiştir. Bu fayın batıya doğru devamı Akyokuş Fayı olarak adlandırılmıştır.

e. Akyokuş Fayı

Dömbecik Tepe'nin doğusundan başlayan fay, Karamurat Gölü'nün güneyinden Akyokuş ve Köşeler mahallelerinden geçer. Dikmenbaşı Tepe'nin güneyinden batıya doğru devam eden fay, D–B doğrultusunda Araplar, İlimli ve Tuzla mahallelerinden geçerek Yörükleri'nin kuzeyinden Güvençler Mahallesi'nin güneyine kadar devam eder. Fay üzerinde heyelanlar, akarsu ötelenmeleri, fay façetaları ve sürgü sırtları gelişmiştir. Sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay olan Akyokuş Fayı'nın izi üzerinde görülen fay façetaları bu fayın aynı zamanda düşey bileşene de sahip oblik bir fay olduğunu göstermektedir. Fayın güneyindeki blok kuzeyindeki bloğa nazaran yükselmiştir.

f. Yeniköy Fayı

Yeniköy Fayı, KAF'ın güney koluna karşılık gelmektedir. Şabanlar Mahallesi'nin güneyinden başlayan fay Sığırköy, Yeniköy, Haydarlar ve Beyler mahallerinden geçip, Kayabaşı Köyü'nün kuzeydoğusuna kadar uzanan sağ yönlü doğrultu atımlı bir faydır. Fay üzerinde heyelanlar, sürgü sırtları ve akarsu ötelenmeleri gelişmiştir. Fayın özellikle Tavşansuyu Deresi üzerinde yaptığı 1,5

km'lik sağ yanal ötelenme, bu faya bağlı olarak gelişmiş akarsu ötelenmelerinin en önemlisidir.

g. Pınarbaşı Fayı

Pınarbaşı Mahallesi'nin 2 km kadar doğusundan başlayıp batıya doğru, İlimli ve Horozlar mahallerinin kuzeyinden geçerek GB–KD yönünde Güvençler Mahallesi'nin 2,2 km doğusunda Yeniköy Fayı'na kadar uzanır. Bu hat boyunca birkaç heyelan gelişmiştir.

h. Acalla Fayı

Kayabaşı Köyü'nden başlayan fay, Boztepe ve Hanyatak'ın kuzeyinden geçerek KD–GB istikametinde çalışma sahasının dışında Pamukova'ya doğru devam eder. Fay üzerinde ötelenmeler ve heyelanlar gelişmiştir. Bu fayın aktivitesine bağlı olarak gelişmiş olan en büyük akarsu ötelenmesi, Acalla Deresi üzerinde görülmektedir.

C – DEPREMSELLİK

Aletsel dönemde meydana gelmiş büyük depremler içinde merkez üssü çalışma sahası yakınında yer alan ve bölgeyi etkilemiş olan 2 büyük deprem mevcuttur. Bunlardan ilki 26 Mayıs 1957 yılında meydana gelen ve 7,1 büyüklüğündeki Abant (Bolu) depremidir. Bu depremden 10 yıl sonra (22 Temmuz 1967) meydana gelen ikinci büyük depremin büyüklüğü ise 6,8'dir.

Son yüzyıl içinde merkez üssü tez sahası içinde yer alan ve büyüklüğü 1,6 – 5,5 arasında değişen toplam 99 adet deprem meydana gelmiştir (Şekil 5). Bu depremlerin yıllara göre dağılımına bakıldığında 2004 yılından günümüze kadar her yıl büyüklüğü 2,0'nin üzerinde en az bir depremin meydana geldiği görülmektedir (Tablo 1). Yıllara göre depremlerin dağılımında en dikkat çeken yıl ise 2015'tir. 2015 yılında büyüklüğü 1,6–2,2 arasında değişen 13 deprem meydana gelmiştir. Bunlardan

5'i sahanın kuzeyinde, 8'i ise KAF'ın güney kolu ve ona paralel uzanan daha güneydeki faylar üzerinde gerçekleşmiştir.

%50'den fazlası (%56,57) fay zonunun güneyinde gerçekleşmiş olan bu 99 depremin çalışma sahası içindeki dağılımına bakıldığında özellikle havzanın güneybatısında yoğunlaştığı, buna karşın Akyokuş Fayı'nın doğusu ile Yarbaşı Fayı üzerinde ise son yüzyıl içinde bir deprem aktivitesi gerçekleşmediği görülmektedir.

Tablo 1: 1900–2017 yılları arasında merkez üssü çalışma sahası içinde depremler (Kaynak: B.Ü. Kandilli Rasat. ve Deprem Aras. Enst., son erişim tarihi 31.05.2017).

	Tarih	Enlem	Boylam	M	Yer
1	10.11.2016	405.162	307.313	2,3	Yörükyeri-Akyazı (Sakarya)
2	05.07.2016	405.585	308.618	2,2	Dokurcun-Akyazı (Sakarya)
3	10.03.2016	405.467	306.348	3,7	Hanyatak-Akyazı (Sakarya)
4	03.03.2016	405.838	308.693	1,8	Avdullar-Mudurnu (Bolu)
5	25.02.2016	405.268	307.863	2,1	Yörükyeri-Akyazı (Sakarya)
6	23.12.2015	405.667	307.985	1,7	Haydarlar-Akyazı (Sakarya)
7	15.12.2015	406.068	307.752	1,8	Gökçeler-Akyazı (Sakarya)
8	11.11.2015	405.180	307.983	1,9	Yörükyeri-Akyazı (Sakarya)
9	02.11.2015	406.133	307.612	1,9	Gökçeler-Akyazı (Sakarya)
10	12.10.2015	405.880	308.095	2,0	Madenler-Akyazı (Sakarya)
11	04.10.2015	405.425	307.553	2,2	Yörükyeri-Akyazı (Sakarya)
12	03.10.2015	405.245	307.642	1,6	Yörükyeri-Akyazı (Sakarya)
13	07.08.2015	405.570	307.843	1,8	Yörükyeri-Akyazı (Sakarya)
14	24.04.2015	405.825	308.268	1,8	Dedeler-Akyazı (Sakarya)
15	13.04.2015	405.785	308.138	2,0	Dedeler-Akyazı (Sakarya)
16	18.03.2015	405.608	307.535	1,6	Güvençler-Akyazı (Sakarya)
17	18.03.2015	405.625	307.510	2,1	Güvençler-Akyazı (Sakarya)
18	17.02.2015	405.392	306.773	1,9	Boztepe-Akyazı (Sakarya)
19	09.11.2014	405.270	307.095	1,9	Boztepe-Akyazı (Sakarya)
20	18.05.2014	405.200	306.915	2,3	Boztepe-Akyazı (Sakarya)
21	11.05.2014	405.297	305.790	2,4	Hanyatak-Akyazı (Sakarya)
22	28.12.2013	405.467	306.613	2,6	Taşyatak-Akyazı (Sakarya)
23	30.07.2013	405.750	308.288	1,8	Dedeler-Akyazı (Sakarya)
24	07.01.2013	405.517	310.622	1,8	Çevreli-Mudurnu (Bolu)
25	20.07.2012	405.693	310.968	2,4	Yeğen deresi-Mudurnu (Bolu)
26	23.06.2012	405.637	306.290	1,9	Taşyatak-Akyazı (Sakarya)
27	19.05.2012	405.630	311.290	2,9	Gölcük-Mudurnu (Bolu)
28	27.04.2012	405.947	311.397	2,3	İğneciler-Mudurnu (Bolu)
29	01.10.2011	406.123	311.943	2,7	Gökören-Mudurnu (Bolu)

30	16.08.2011	405.532	311.212	2,6	Karapınar kavağı-Mudurnu (Bolu)
31	22.06.2011	405.715	311.118	3,0	Gölcük-Mudurnu (Bolu)
32	01.05.2011	405.193	305.755	2,3	Tuzla-Taraklı (Sakarya)
33	28.10.2010	405.963	311.070	2,6	Elmacık dere-Mudurnu (Bolu)
34	09.10.2010	406.298	310.947	2,7	Elmacık dere-Mudurnu (Bolu)
35	28.08.2010	405.268	305.650	2,5	Tuzla-Taraklı (Sakarya)
36	12.03.2010	406.023	310.095	2,4	Ilıca-Mudurnu (Bolu)
37	05.03.2010	405.892	306.007	2,7	Taşburun-Akyazı (Sakarya)
38	14.08.2009	405.488	308.218	2,8	Haydarlar-Akyazı (Sakarya)
39	04.02.2009	405.090	306.312	2,7	Hanyatak-Akyazı (Sakarya)
40	12.06.2008	405.675	306.760	2,5	Boztepe-Akyazı (Sakarya)
41	20.04.2008	406.003	307.477	2,7	Durmuşlar-Akyazı (Sakarya)
42	24.11.2007	405.462	306.178	2,7	Hanyatak-Akyazı (Sakarya)
43	18.06.2006	405.390	308.262	3,3	Haydarlar-Akyazı (Sakarya)
44	29.01.2005	406.142	308.200	2,9	Madenler-Akyazı (Sakarya)
45	03.01.2005	405.368	306.017	2,9	Hanyatak-Akyazı (Sakarya)
46	31.05.2004	405.100	306.000	4,0	Hanyatak-Akyazı (Sakarya)
47	10.02.2002	405.500	308.000	2,8	Yörükyeri-Akyazı (Sakarya)
48	11.12.2001	406.300	308.900	3,1	Avdullar-Mudurnu (Bolu)
49	08.12.2001	406.700	309.200	2,6	Dikmen-Hendek (Sakarya)
50	31.10.2001	405.100	308.600	2,8	Çubukköy- Göynük (Bolu)
51	31.08.2001	406.000	306.400	2,4	Taşburun-Akyazı (Sakarya)
52	19.06.2001	406.000	307.900	2,9	Gökçeler-Akyazı (Sakarya)
53	18.06.2001	405.200	307.400	3,3	Yörükyeri-Akyazı (Sakarya)
54	16.06.2001	405.400	307.600	2,9	Yörükyeri-Akyazı (Sakarya)
55	23.09.2000	405.300	308.900	2,7	Akyokuş-Mudurnu (Bolu)
56	01.09.2000	405.900	306.500	2,6	Ballıkaya-Akyazı (Sakarya)
57	17.06.2000	405.500	308.600	2,6	Dokurcun-Akyazı (Sakarya)
58	29.05.2000	405.600	306.400	2,4	Taşyatak-Akyazı (Sakarya)
59	22.05.2000	405.400	307.500	2,9	Yörükyeri-Akyazı (Sakarya)
60	08.04.2000	406.300	308.200	3,2	Madenler-Akyazı (Sakarya)
61	27.03.2000	405.500	307.900	2,5	Yörükyeri-Akyazı (Sakarya)
62	23.03.2000	406.200	308.900	2,7	Avdullar-Mudurnu (Bolu)
63	20.03.2000	405.000	306.800	2,6	Kaşıkçışeyhler- Göynük (Bolu)
64	02.03.2000	406.300	310.600	2,7	Yeğen deresi-Mudurnu (Bolu)
65	27.02.2000	405.800	310.700	2,8	Yeğen deresi-Mudurnu (Bolu)
66	06.02.2000	406.200	307.800	2,7	Gökçeler-Akyazı (Sakarya)
67	01.02.2000	406.900	311.500	2,6	Fındıklı Aksu- (Düzce)
68	15.12.1999	405.700	308.300	3,6	Dedeler-Akyazı (Sakarya)
69	03.12.1999	405.900	308.700	2,8	Avdullar-Mudurnu (Bolu)
70	30.11.1999	406.400	310.600	2,8	Yeğen deresi-Mudurnu (Bolu)
71	24.11.1999	406.000	309.800	2,9	Bekdemirler-Mudurnu (Bolu)
72	21.11.1999	406.600	311.000	2,8	Gökören-Mudurnu (Bolu)
73	16.11.1999	406.500	310.600	2,6	Yeğen deresi-Mudurnu (Bolu)

74	07.11.1999	406.100	306.200	3,0	Taşburun-Akyazı (Sakarya)
75	02.10.1999	405.900	308.600	2,9	Dokurcun-Akyazı (Sakarya)
76	17.09.1999	405.600	308.000	3,1	Haydarlar-Akyazı (Sakarya)
77	15.09.1999	406.500	307.700	3,5	Yeniyayla-Hendek (Sakarya)
78	06.09.1999	406.200	309.400	3,8	Bekdemirler-Mudurnu (Bolu)
79	02.09.1999	405.400	305.900	3,3	Hanyatak-Akyazı (Sakarya)
80	31.08.1999	405.600	306.500	2,7	Taşyatak-Akyazı (Sakarya)
81	20.08.1999	405.900	306.000	4,4	Taşburun-Akyazı (Sakarya)
82	10.05.1999	405.900	307.900	2,7	Gökçeler-Akyazı (Sakarya)
83	10.10.1995	406.100	306.100	2,8	Taşburun-Akyazı (Sakarya)
84	22.08.1994	405.200	305.800	2,9	Hanyatak-Akyazı (Sakarya)
85	17.05.1994	406.300	307.800	3,5	Gökçeler-Akyazı (Sakarya)
86	22.10.1991	405.300	305.900	3,0	Hanyatak-Akyazı (Sakarya)
87	21.04.1987	406.000	312.000	2,9	İğneciler-Mudurnu (Bolu)
88	01.04.1979	405.100	307.200	2,0	Kaşıkçışeyhler- Göynük (Bolu)
89	25.03.1979	405.900	311.000	2,2	Yeğen deresi-Mudurnu (Bolu)
90	06.08.1978	405.700	308.400	3,0	Dedeler-Akyazı (Sakarya)
91	05.09.1977	406.000	310.100	2,9	Ilıca-Mudurnu (Bolu)
92	03.05.1977	406.000	307.000	2,6	Reşadiye-Akyazı (Sakarya)
93	09.10.1976	405.400	306.400	3,3	Hanyatak-Akyazı (Sakarya)
94	05.07.1975	405.000	306.000	3,4	Kılavuzlar-Göynük (Bolu)
95	31.01.1968	405.000	307.500	4,3	Değirmenözü- Göynük (Bolu)
96	24.07.1967	405.800	307.000	4,4	Beldibi-Akyazı (Sakarya)
97	23.07.1967	406.100	306.300	4,6	Taşburun-Akyazı (Sakarya)
98	28.05.1957	405.700	310.200	4,9	Taşkesti-Mudurnu (Bolu)
99	26.05.1957	406.000	307.400	5,5	Durmuşlar-Akyazı (Sakarya)

İKİNCİ BÖLÜM

JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER

A – ANA MORFOLOJİK BİRİMLER

1 – Mudurnu Çayı Vadi Tabanı

Mudurnu Çayı Vadi tabanının genişleyip daralması, Mudurnu Çayı'nda gözlenen önemli ötelenmeler ve yatak değişimlerine dayalı olarak 4 kısma ayrılarak incelenmiştir. Bunlar Taşkesti–Çayköy arası, Çayköy–Dokurcun arası, Dokurcun–Beldibi arası ve Beldibi–Taşburun arasıdır.

a. Taşkesti–Çayköy Arası

Taşkesti'nin güneybatısında 530 m seviyesinde tez sahasına giren Mudurnu Çayı, Taşkesti'nin kuzeydoğusuna kadar GB–KD istikametinde menderi hareketler yaparak akmaktadır. Taşkesti'nin kuzeydoğusunda Hisar Tepe bir sürgü sırtı oluşturarak akarsuyun kuzeybatıya doğru olan akış yönünü doğuya doğru döndürmesine neden olmaktadır. Buradan itibaren Mudurnu Çayı Hisar Tepe'nin etekleri boyunca batıya doğru içbükey geniş bir büküm oluşturmaktadır.

Taşkesti–Çayköy arasında Mudurnu Çayı geniş bir alüvyal tabana sahiptir. Bu geniş alüvyal tabanı içinde menderesler çizerek akan akarsuyun vadisi içinde gömülmüş olduğuna kanıt teşkil eden morfolojik elemanlar mevcuttur. Bunlardan en önemlisi akarsuyun eski taşkın ovalarına karşılık gelen alüvyal taraçalardır. Özellikle Taşkesti ve çevresinde birkaç kademe halinde bu taraçaları görmek mümkündür. Taşkesti ve onun güneyindeki Arpaseki yerleşimleri de Mudurnu Çayı'nın bu alüvyal taraçaları üzerinde kurulmuşlardır (Foto 1). Vadiye gömülmeye kanıt oluşturan bir diğer morfolojik unsur ise güncel vadi tabanından daha yukarıda yer alan menderes yenikleridir. Hisar Tepe'nin güney yamacı ve Topçamlığı–İğneciler Sırtı'nın doğu ve kuzeydoğu yamaçlarında görülen menderes yenicileri bunların başlıcalarıdır.

Foto 1: Mudurnu Çayı'nın alüvyal taraçası üzerine kurulmuş olan Taşkesti yerleşimi ve geride Abant Dağları (Bakış güneydoğuya doğru).



b. Çayköy–Dokurcun Arası

Çayköy'den batıda Dokurcun'a kadar uzanmaktadır. Genel olarak vadi yöneliminin doğu–batı doğrultusunda olduğu bu kesimde vadi tabanı çok daralmakta ve bu dar vadisi içinde akarsu menderi hareketler yaparak akmaktadır. Çayköy–Dokurcun arasında vadi tabanını ve Mudurnu Çayı'nın kanal paternini etkileyen en önemli faktör heyelanlardır. Vadinin güney yamaçlarında gelişmiş olan heyelanlar bunda en büyük etkidir. Özellikle de alansal olarak Mudurnu Çayı Havzası'ndaki en büyük heyelan olan Yarbaşı Heyelanı bunların başındadır. Eski bir heyelan alanı olan bu kesimde güncel heyelanlar ve kütle hareketleri meydana gelmektedir (Foto 2). Vadinin kuzey yamacındaki heyelanlar güneydekilere kıyasla çok daha lokal ve dar bir alanı etkilemişlerdir. Bunlardan Akçaalan Mahallesi'nin güneydoğusundaki heyelan Mudurnu Çayı'nın bu kesimde güneydoğu yönünde ötelenmesine neden olmuştur (Şekil 9).

Foto 2: Mudurnu Çayı Vadisi'nin güney yamacında görülen eski ve yeni heyelanlar.



Taşkın ovasının en dar olduğu ve vadi yamaçlarının gelişiminde özellikle de güney vadi yamaçlarının bugünkü görünümünü almasında heyelanların ve kaymaların çok etkin olduğu (Foto 3) Mudurnu Çayı Vadisi'nin özellikle kuzeyinde akarsuyun yaptığı salınımlara bağlı olarak gelişmiş olan menderes yeniklerini, güneyinde ise kopmuş menderesleri görmek mümkündür. Çayköy'den Dokurcun'a kadar olan bu kesimde Mudurnu Çayı'na ait taraçalar vadinin iki tarafında birkaç kademe halinde nöbetleşe olarak yer almaktadır. Ancak bu taraça seviyeleri Yarbaşı Heyelanı'na denk gelen kesimde sadece tek bir lokalitede görülebilmektedir. Taraçalar daha çok Akçaalan Mahallesi'nin güneyinden Dokurcun'a kadar olan kesimde gelişmiştir. Bu kesimin en batısında yer alan Dokurcun yerleşimi de bir taraça üzerinde kurulmuştur.

Çayköy–Dokurcun arasında Mudurnu Çayı'na, güneyden çok fazla yan kol katılımı yoktur. Bunun başlıca nedeni buranın aktif bir heyelanın alanı olması ve bu heyelana bağlı olarak drenaj yoğunluğunun düşük ve gelişiminin sınırlı ile ilişkilidir. Güneyden Mudurnu Çayı'na katılan en önemli kol Tavşansuyu Deresi'dir.

Foto 3: Mudurnu Çayı'nın enine vadi kesiti (Bakış batıdan doğuya doğru).



c. Dokurcun–Beldibi Arası

Mudurnu Çayı taşkın ovasının en geniş olduğu kesimdir. (Foto 4). Akarsu bu geniş vadi tabanı içinde serbest menderesler yaparak akmaktadır (Foto 5). Bu kesimde vadinin genel uzanış doğrultusu DGD–BKB şeklindedir. Ana akarsuya kuzeyden ve güneyden katılan kolların ağızlarında birikinti yelpazeleri gelişmiştir. Özellikle vadinin kuzeyindeki yelpazeler alansal olarak güneydekilerden daha büyüktür ve genel olarak KD–GB doğrultusunda uzanırlar. Güneydeki birikinti yelpazelerinde özellikle de batıya doğru gidildikçe sağ yönlü ötelenmeler görülmektedir. Gökçeler güneyinde ve Çiftlik Sırtı'nın güneybatı ucunda ise menderes yarıklarını geliştirmiştir.

Foto 4: Yeniköy Mahallesi kuzeyinde Mudurnu Çayı'nın taşkın ovasının görünümü (Bakış kuzeydoğuya doğru).



Foto 5: Çakıllı Mahallesi mevkiinde Mudurnu Çayı vadi tabanı.



d. Beldibi–Taşburun Arası

Beldibi yakınında Mudurnu Çayı'nın önünde sürgü sırtı oluşturan ve onun güneybatıya doğru ötelenmesine neden olan Civek Tepe'nin doğusundan çalışma sahasının en batı ucundaki Taşburun'a kadar olan kesimdir. Beldibi'nden Yongalık'a kadar dar bir vadi içinde akan Mudurnu Çayı (Foto 6), Yongalık'tan itibaren batıya doğru örgülü bir mecra oluşturmakta ve vadi tabanı biraz genişlemektedir. Bu kesimde Mudurnu Çayı'na katılan en büyük kol, Acalla Deresi'dir.

Foto 6: Beldibi güneybatısında Mudurnu Çayı vadi tabanı (Bakış kuzeydoğuya doğru).

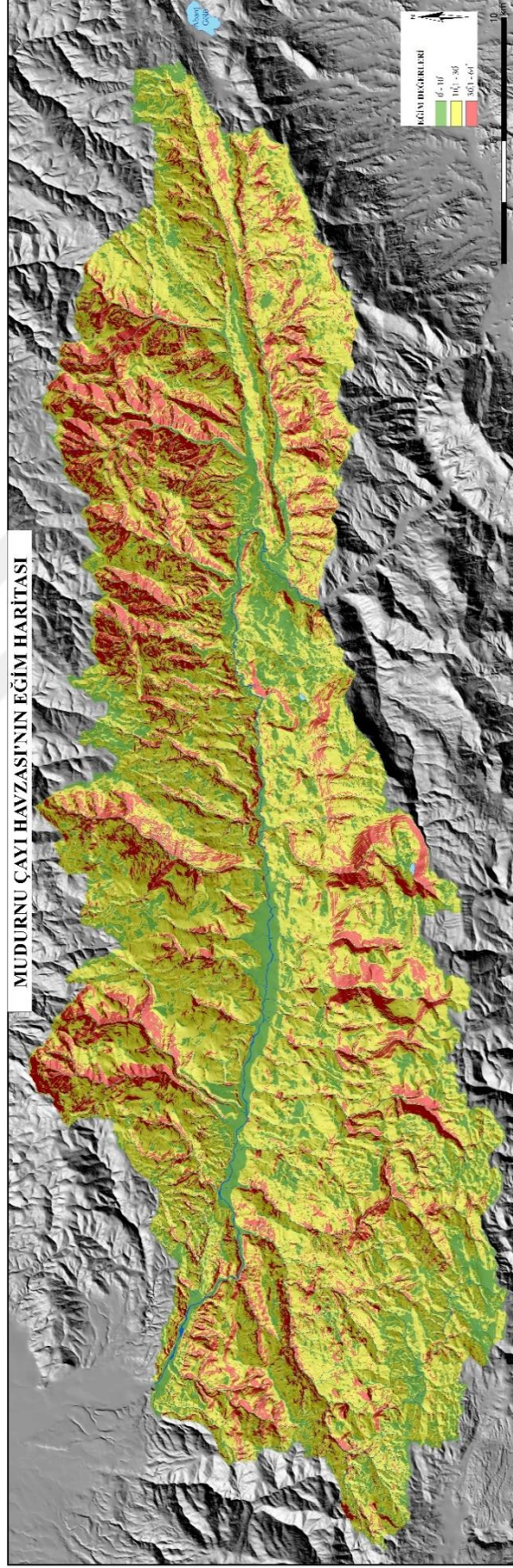


2 – Platoluk Saha

Genel olarak yüksek reliefli ve dağlık bir saha olan Mudurnu ayı Havzası'nda platolar geniş bir alan kaplamamaktadır. Morfolojik bakımdan plato özelliği gösteren saha, özellikle çalışma alanının güneybatısında dar bir kesimde Acalla ve Sultanpınar yaylaları ile çevrelerinde görülmektedir. Platoyu drene eden en önemli akarsu Acalla Deresi'dir. Eğim değerlerinin çok düşük olduğu (şekil 6) ve litolojisini farklı birimlerin oluşturduğu bu plato sahasında flüvyo–karstik şekiller gelişmiştir.



Şekil 6: Çalışma sahasının eğim haritası.



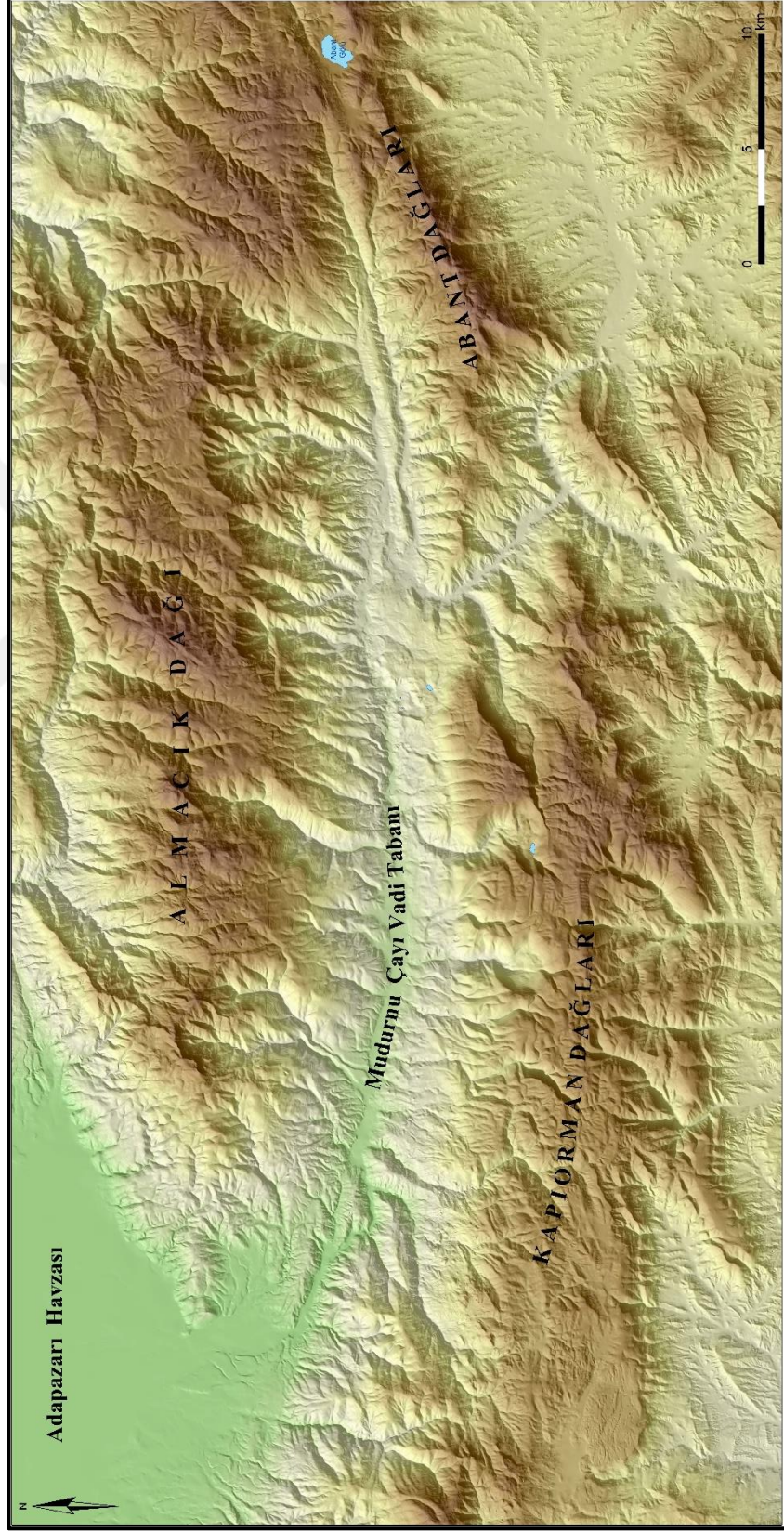
3 – Dağlık Yüksek Saha

Çalışma sahası içinde her biri bir morfolojik ünite oluşturan 3 dağlık kütle mevcuttur (Şekil 7). Bunlardan Almacık Dağı'nın güney yamaçları, saha sınırları içinde yer almaktadır. KD-GB yönelimli vadilerle çokça yarılmış olan bu dağlık kütlede eğim değerleri özellikle kuzeybatıda ve batıda çok yüksektir (Şekil 6). En yüksek yeri çalışma sahası içinde 1720 m'dir.

Samanlı Dağları'nın doğuya doğru devamı olan Kapıorman Dağları'nın kuzey yamaçları, Mudurnu Çayı Vadisi'nin güney yamaçlarını oluşturmaktadır. En yüksek yeri 1611 m olan Kapıorman Dağları batıdan doğuya doğru K-G yönünde daralmaktadır. Batıda K-G yönünde en geniş yeri yaklaşık 13 km'dir. Birbirine paralel uzanan faylarla parçalanmış olmasına bağlı olarak basamaklı bir topografyaya sahiptir. Çalışma sahasının güneydoğusunda kabaca D-B doğrultulu uzanan Abant Dağları ile Kapıorman Dağları arasındaki morfolojik sınırı Mudurnu Çayı Vadisi oluşturmaktadır.

D-B yönünde uzanan Abant Dağları ise alansal bakımdan diğer iki dağlık kütlede daha küçüktür. En yüksek yeri 1767 m ile Sütçük Doruğu olan bu dağlık kütle, birbirine paralel uzanan kısa ve küçük dereler tarafından parçalanmıştır.

Şekil 7: Çalışma sahası ve yakın çevresinin morfofototonik üniteleri haritası.



B – JEOMORFOLOJİK BİRİMLER

1 – Flüvyal Jeomorfoloji

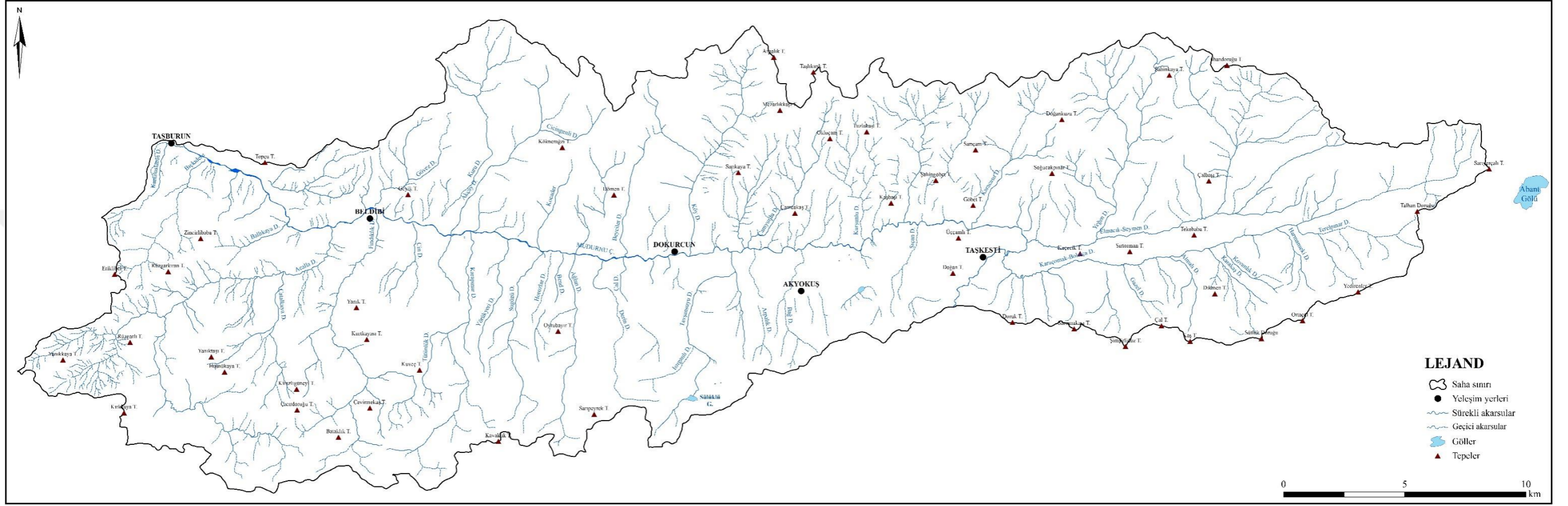
a. Akarsular

Çalışma sahasının ana akarsuyunu oluşturan Mudurnu Çayı 47,93 km uzunluğunda alüvyal bir akarsudur ve farklı litolojik birimlerden kaynaklarını alan yan kollarıyla birlikte 671,4 km²'lik bir alanı drene etmektedir (Şekil 8).

Elmacık–Seymen Deresi ile Karaçomak–Bolatça Deresi Mudurnu Çayı'na doğudan katılan iki büyük akarsudur. Birbirinden D–B yönünde uzanan ince, uzun bir sırt (Topçamlığı–İğneciler Sırtı) ile ayrılan iki akarsudan kuzeyde yer alan Elmacık–Seymen Deresi, Almacık Dağı'ndan kaynaklarını alan ve güneye doğru akışa sahip olan akarsular için bir taban seviyesi oluşturmaktadır. Yeğen Dere ve Elmalı Deresi bu kesimdeki en büyük yan kollarıdır. Sırtın güneyinde ona paralel uzanan Karaçomak–Bolatça Deresi 24,38 km uzunluğuyla Mudurnu Çayı'nın en uzun koludur ve Abant Dağları'nın batı kuzey yamaçları üzerinden kaynaklarını alan G–K akışlı küçük derelerin sularını toplamaktadır.

Mudurnu Çayı'na kuzeyden katılan akarsuların genel vadi yönelimleri Uzundere hariç KD–GB şeklindedir. Vadinin güneyindeki akarsuların vadi yönelimleri ise değişkendir. Doğu kesiminde daha çok G–K olan vadi yönelimi, batıda GB–KD doğrultusundadır.

Şekil 8: Çalışma sahasının drenaj ağı haritası.



b. Drenaj Tipleri

Çalışma sahası içinde başlıca 2 farklı drenaj tipi görülmektedir; kafesli drenaj ve bozulmuş drenaj. Bunlardan kafesli drenaj tipi yaygın olanıdır. Bu drenaj tipinin gelişiminde fay hatlarına yerleşerek, sübsekant vadiler oluşturan akarsuların etkisi söz konusudur. Mudurnu Çayı Havzası'nda kafesli drenaj tipinin 2 alt türü görülmektedir. Akarsuların birbirlerine dik veya dike yakın açılarla birleşmesi ile oluşan ortogonal drenaj tipinin görüldüğü başlıca yerler havzanın güneyinde Fındıklık ve Terelpınar dereleri ile havzanın kuzeyinde Değirmendere, Çamyurdu ve Kurşunlu dereleridir. Akarsuların birbirlerine dar açı ile birleştikleri romboidal drenajın en tipik örnekleri ise Uzundere, Sugözü, Ağlan ve Karapınar derelerinde görülebilmektedir.

Havzada görülen diğer drenaj tipi olan bozulmuş drenajın gelişiminde etkili olan başlıca faktörler tektonik hareketler ve karstlaşmadır. Tektonik hareketler gerek doğrudan gerekse de dolaylı olarak kimi yerlerde drenajın bozulmasına neden olmuştur. Bu etki ötelenmeler ve kapmalar şeklinde olabildiği gibi, aynı zamanda drenaj şebekesinin parçalanmasına ya da vadilerin kurumasına neden olarak drenaj sistemi üzerinde doğrudan bir etki bırakmıştır. Buna en iyi örneklerden biri Mudurnu Çayı'nın güneyinde yer alan Cin Dere Havzası'nda görülmektedir. Havzanın yukarı kesiminde gelişmiş bir kuru vadi ağı bulunmaktadır. Cin Dere'nin kaynak kesimini oluşturan bu kuru vadi şebekesi üzerinde sağ yönlü ötelenmeler ve kapmalar söz konusudur. Kapmalardan önce Cin Dere Havzası'nın çok daha güneye kadar uzandığı anlaşılmaktadır.

Mudurnu Çayı Havzası içinde tektonik hareketlerin bozulmuş drenaj tipinin gelişimi üzerine dolaylı etkisi, bu hareketlerin kütle hareketleri için tetikleyici bir role sahip olmalarıdır. Mudurnu Çayı'nın özellikle güneyinde fay yoğunluğunun yüksek olması, litolojik faktörlerin de etkisiyle heyelanların gelişimine katkı sağlamaktadır. Bu bakımdan sahadaki en dikkat çekici örnek Haftasız, Akyokuş, Karamurat ve Karacasu yerleşimlerini kapsayan ve Yarbaşı Heyelanı olarak bilinen kesimdir.

Sahada bozulmuş drenajın gelişimine etki eden diğer faktör ise karstlaşmadır. Karstlaşmaya bağlı olarak gelişmiş olan bozulmuş drenaj ağı çok dar bir alanda

görülmektedir. Çalışma sahasının güneyinde Kapıorman Dağları'nın zirveler kesiminde Acalla Deresi'nin kaynak kesiminde bu drenaj tipini görmek mümkündür.

c. Enine Profillerine Göre Vadi Tipleri

Sahadaki akarsuların enine profillerine göre oluşturdukları vadi tipleri genel olarak 4 farklı kategoride toplanabilmektedir. Bunlar dar ve derin "V" şekilli çentik vadiler, yayvan "V" şekilli vadiler, geniş tabanlı vadiler ve asimetric vadiler şeklindedir. Bu vadi tipleri içinde sahada en yaygın olanı çentik vadilerdir. Çentik vadilere akarsuların sadece yukarı çığırlarında değil aşağı çığırlarında da rastlamak mümkündür. Geniş tabanlı vadiler akarsuların mansap kesimlerinde görülen vadi tipidir. Ancak bu durum, sahadaki bütün akarsular için geçerli bir durum değildir. Bazı akarsuların ağız kesimlerinde çentik vadi ya da asimetric vadi tipleri de görülebilmektedir.

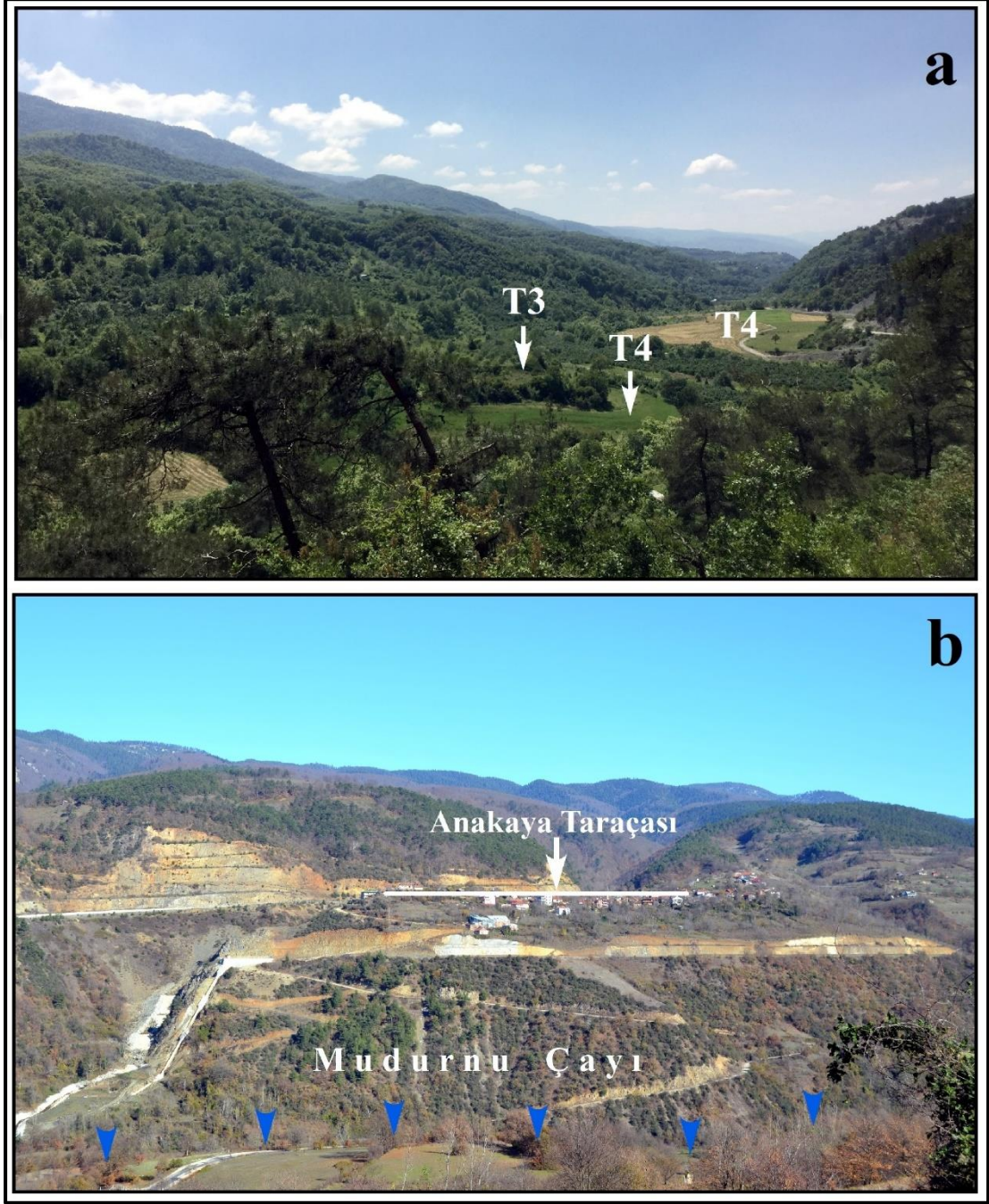
Asimetric vadi tipleri genel olarak 2 faktörün etkisi altında gelişmiştir. Birinci faktör litolojide görülen farklılıktır. Farklı dirençlerden oluşan vadi yamaçlarına sahip akarsuların enine vadi profillerinde asimetric görülmektedir. Asimetrinin derecesi ise çok değişkendir. Asimetriye etki eden diğer bir faktör ise heyelanlardır. Özellikle havzanın güney kesimindeki akarsuların enine vadi profilleri üzerinde asimetrinin görülmesindeki en önemli faktör heyelanlardır. Havzanın kuzeyinde ve güneyinde farklı fasiyeslerin görülmesi ve güneyde özellikle fliş fasiyesin yaygın olmasının yanı sıra birbirine paralel faylarla çokça parçalanmış olması burada kütle hareketlerinin yaygın olmasında önemli bir etkidir.

Enine vadi profillerinde dikkat çeken diğer önemli bir özellik de bazı vadilerin karşılıklı yamaçlarında dikkate değer yükselti farklarının olmasıdır. Karaçomak Deresi Vadisi'nde bunun örneğini görmek mümkündür. Vadinin sağ yamacını, yükseltisi çok fazla olmayan çizgisel bir sırt, sol yamacını ise Abant Dağları'nın batıya doğru olan uzantısı oluşturmaktadır. Buna bağlı olarak vadinin sağ yamacının yükseltisi kimi yerlerde sol yamacından çok daha azdır.

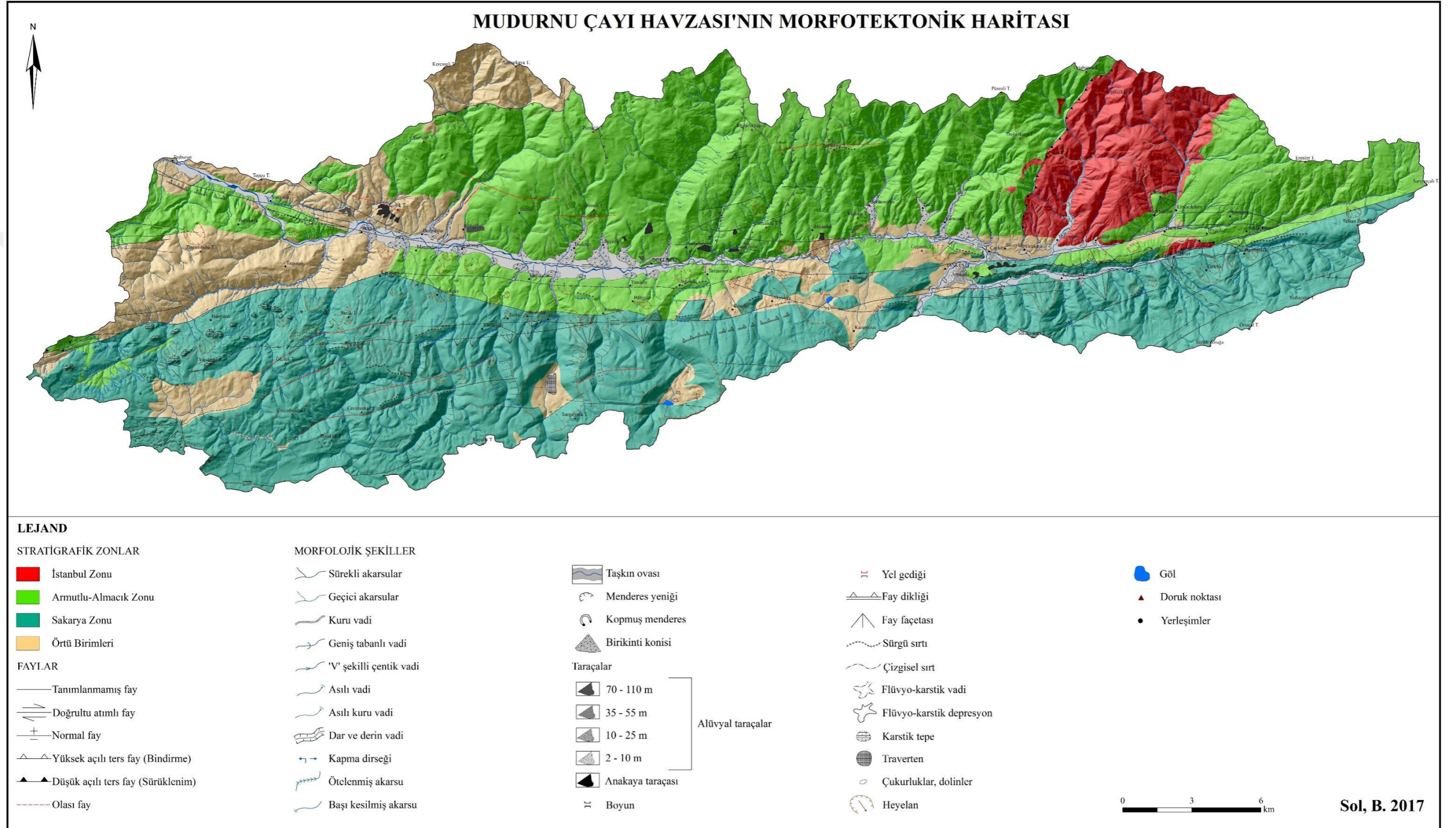
d. Taraçalar

Mudurnu Çayı Havzası içinde taraçalar ağırlıklı olarak Mudurnu Çayı Vadisi içinde Dokurcun–Akçaalan güneybatısı ile Taşkesti ve çevresinde, Elmacık–Seymen Deresi Vadisi ve Karaçomak–Bolatça Deresi Vadisi’nde görülmektedir. Elmacık–Seymen ve Karaçomak–Bolatça vadilerindeki alüvyal taraçalar alansal olarak çok küçük ve aralarındaki seviye farkı çok az olduklarından jeomorfoloji haritasına eklenememiştir (Şekil 10). Mudurnu Çayı Vadisi içinde haritalanabilmiş olan taraçalar alüvyal ve anakaya taraçaları olarak iki gruba ayrılmaktadır. Alüvyal taraçalar 70–110 m (T1), 35–55 m (T2), 10–25 m (T3) ve 2–10 m (T4) seviyeleri arasında olmak üzere 4 seviye halindedir. Bunlar Taşkesti, Çayköy, Hisar Tepe’nin kuzeyi, Akçaalan Mahallesi’nin güneydoğusu ile batıda Dokurcun arasında, Gökçeler Mahallesi ve Beldibi’nin kuzeyinde yer alırlar (Foto 7a). Anakaya taraçaları vadinin kuzey yamaçlarında görülmektedir. Avdullar doğusu, Çamyurdu ve kuzeyi, Akçaalan güneydoğusu, Topçamlığı–İğneciler sırtının özellikle kuzey yamaçlarında ve batıda Beldibi kuzeyinde yer almaktadırlar (Foto b).

Foto 7a. Mudurnu Çayı alüvyal taraçaları (Çamyurdu–Akçaalan arası), b. Çamyurdu yerleşiminin üzerinde kurulmuş olduğu anakaya taraçası.



Şekil 9: Mudurnu Çayı Havzası'nın morfotektonik haritası.



e. Birikinti Yelpazeleri

Çalışma sahası içindeki birikinti yelpazeleri Mudurnu Çayı'nın yan kollarının mansap kesimlerinde ve bazı büyük yan kollarının vadi içlerinde onlara ait talilerin mansap kesimlerinde görülmektedir. Mudurnu Çayı'nın vadi tabanı içinde gelişmiş olan birikinti yelpazeleri daha çok Dokurcun–Beldibi ile Bekdemirler–Çayköy arasında yaygın olarak görülmektedir. Bazı yelpazeler üzerinde sağ yönlü ötelenmeler söz konudur. Özellikle Fındıklık Deresi ve Cin Dere'nin mansap kesimlerinde gelişmiş olanlar üzerindeki ötelenmeler çok barizdir. Ana vadinin kuzeyindeki birikinti yelpazelerinin en dikkat çekici özelliği güneydekilerden farklı olarak ağız kesiminden vadi içine doğru devam eden uzunlamasına şekillere sahip olmalarıdır.

Mudurnu Çayı'nın büyük yan kollarından Karaçomak–Bolatça, Elmacık–Seymen, Yeğen ve Acalla derelerinin vadi tabanlarında bu akarsuların bazı talilerinin ağız kesimlerinde alansal olarak küçük birikinti yelpazeleri gelişmiştir.

f. Flüvyo-Karstik Şekiller

Sahada kartlaşmaya bağlı olarak gelişmiş olan şekiller lokal ve dar bir alanda görülmektedir. Bunlar özellikle sahanın güneybatısında Kapıorman Dağları'nın zirveler kısmında Acalla Deresi'nin yukarı çığırında görülmektedir. Karstlaşmaya bağlı olarak Acalla Deresi'nin bazı yan kolları flüvyo–karstik vadi, bazıları da flüvyo–karstik depresyon karakteri kazanmıştır.

g. Heyelanlar

Çalışma sahasında drenaj ağının bozulmasına, kimi akarsularda da ötelenmelere neden olan heyelanlar özellikle Mudurnu Çayı'nın güneyinde yoğunlaşmaktadır. Saha içinde fay yoğunluğunun en fazla olduğu bu kesimdeki heyelanlar ağırlıklı olarak Soğukçam Formasyonu ile Yenipazar Formasyonu üzerinde gelişmişlerdir. Batıdan doğuya doğru gidildikçe heyelanların daha büyük alanları etkiledikleri görülmektedir. Bu kesimdeki en büyük heyelanlar eski bir heyelan alanı

olan ve günümüzde halen aktif heyelanların görüldüğü Yarbaşı heyelanı, Sülüklü Göl heyelanı ve Ağlan Deresi'nin kaynak kesiminde gelişmiş olan heyelandır.

Heyelanların yoğun olarak görüldüğü ikinci alan sahanın doğusunda Abant Dağları'nın kuzey etekleri üzerindedir. Karaçomak–Bolatça Deresi'nin güney yamaçlarını oluşturan bu kesimdeki heyelanlar Mudurnu Formasyonu üzerinde gelişmişlerdir.

Mudurnu Çayı'nın kuzeyinde ise heyelanlar daha çok Çamyurdu–Akçaalan batısı arasında vadi tabanına yakın kesimlerde görülmektedir.

2 – Tektonik Jeomorfoloji

a. Fay Vadileri

Dünyanın en aktif fay zonlarından biri içinde yer alan çalışma sahasında doğrultu atım fay morfolojisinin karakteristik şekillerini görmek mümkündür. Bunların başında zayıflık zonları olan fay hatlarına yerleşerek bu faylar boyunca çizgisel bir uzanış gösteren fay vadileri gelmektedir. Havzanın ana akarsuyu olan Mudurnu Çayı, doğuda Çayköy'den itibaren batıya doğru KAF'ın ana kolu boyunca uzanmakta ve bu yönüyle bir fay vadisi karakteri göstermektedir. Ona doğudan katılan iki büyük yan kolu olan ve birbirine paralel fay hatları boyunca uzanan Elmacık–Seymen ve Karaçomak–Bolatça dereleri de birer fay vadisidir. Bunların dışında havzadaki kimi akarsuların mecralarının bazı kısımlarında fay hatlarını takip ettikleri ve kısmen fay vadisi karakteri gösterdikleri görülmektedir.

b. Asılı Vadiler

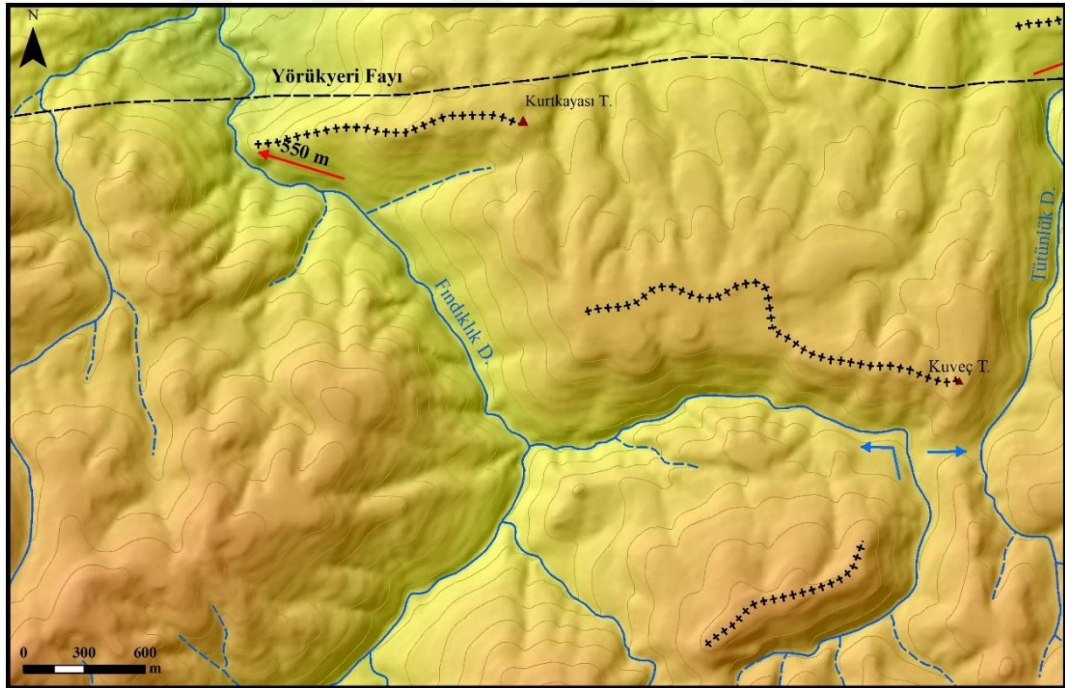
Düşey tektonik hareketlerin taban seviyesinde meydana getirdiği değişikliğe bağlı olarak oluşan ve yükselme hızının bir akarsuyun vadisini derine aşındırmasından daha hızlı olduğu koşullarda gelişmiş olan asılı vadiler çalışma sahası içinde havzanın orta kesiminde Mudurnu Çayı'nın kuzey ve güneyinde yoğunlaşmaktadır. Özellikle kuzeyde Kuru Dere ve Köy Deresi'nin vadi yamaçları ile güneyde Ağlan Deresi, Sugözü Deresi ve Derin Dere'nin vadi yamaçlarında asılı vadiler yaygındır.

c. Sırtlar ve Ötelenmiş Akarsular

Doğrultu atımlı bir faya bağlı olarak gelişen ve bir akarsuyun önünü setleyerek onu öteleyen sırta, sürgü sırtı denmektedir (Keller ve Pinter, 2002: 58; Burbank ve Anderson, 2011: 97). Çalışma sahası içinde sürgü sırtları ağırlıklı olarak ana vadinin güneyinde görülmektedir.

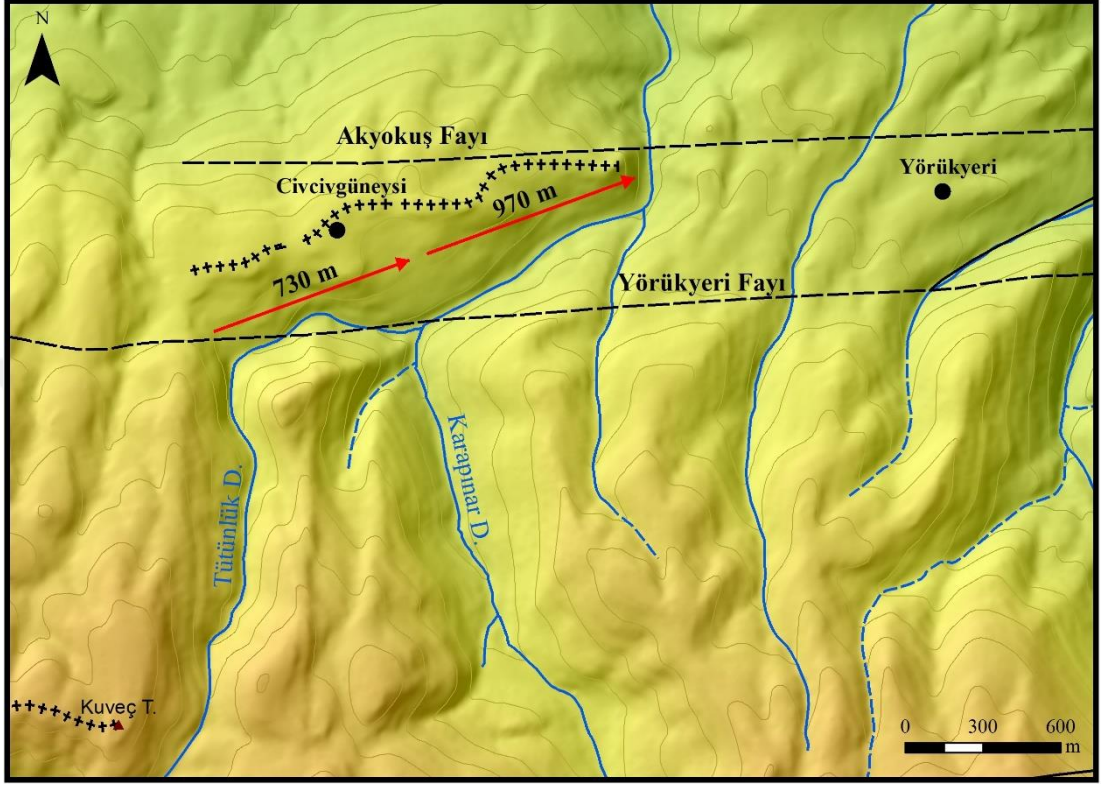
Kurtkayası Tepe'den batıya doğru uzanan 1,3 km uzunluğundaki sürgü sırtı Fındıklık Deresi'nin 550 m kadar kuzeydoğu yönünde ötelenmesine neden olmuştur (Şekil 10). Kuveç Tepe'den batıya doğru 1,8 km kadar uzanan sırt ise Fındıklık Deresi'ne güneyden katılan kollarmın önünde bir engel oluşturmaktadır (Şekil 10).

Şekil 10: Fındıklık Deresi'nin ötelenmesi ve sürgü sırtları. (Artı işaretleri sürgü sırtını, mavi oklar ise kapma dirseğini göstermektedir).



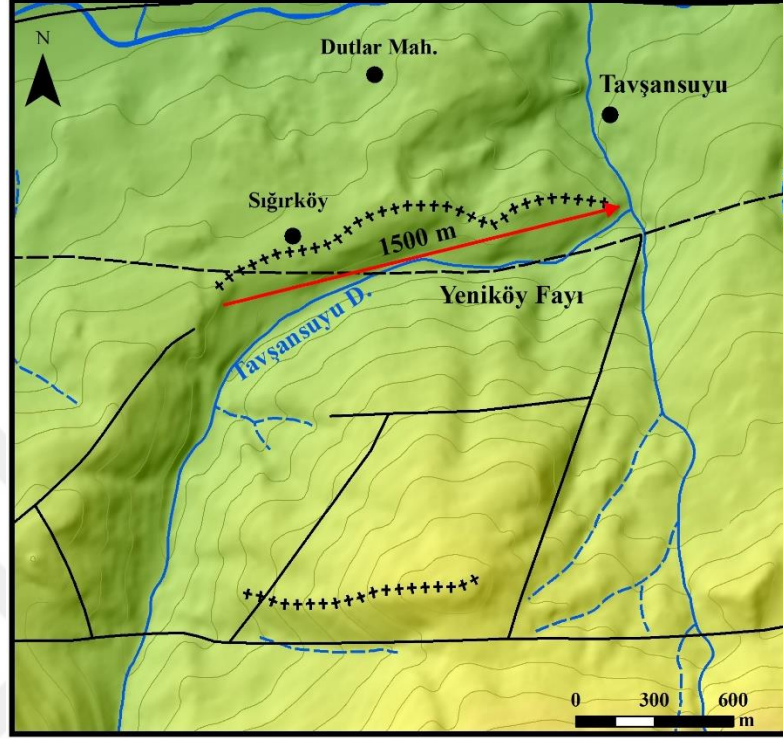
Güvençler Mahallesi'nin güneyinde Akyokuş Fayı'nın denetiminde gelişmiş olan ve yaklaşık olarak 1,7 km uzunluğundaki sırt ise hem Karapınar Deresi'nin hem de onun yan kolu olan Tütünlük Deresi'nin sağ yanal olarak ötelenmesine neden olmuştur (Şekil 11).

Şekil 11: Karapınar Deresi'nin ötelenmesi.



Tavşansuyu Deresi, aşağı çığırında Çamlık Tepe'nin güneyinde 1,5 km kadar sağ yanal olarak ötelenmiştir (Şekil 12). Burada akarsuyun kuzeyinde, üzerinde Sığırlık Mahallesi'nin de kurulmuş olduğu kabaca D–B uzanımlı bir sürgü sırtı gelişmiştir.

Şekil 12: Tavşansuyu Deresi'nin ötelenmesi.

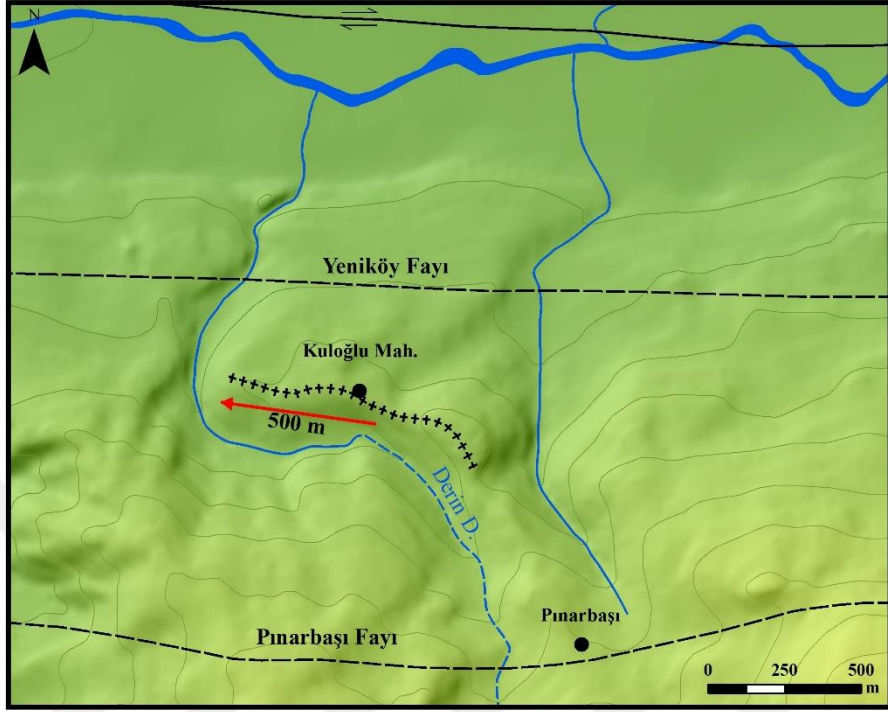


Batıda Yongalık'ın güneyinden doğuda Beldibi'ne kadar uzanan ve en yüksek yeri 369 m (Civek Tepe) olan sırt hattı gerek kuzeyden, Almacık Dağı'nın yamaçlarından kaynağını alan akarsuların önünde, gerekse de Mudurnu Çayı'nın önünde bir set oluşturmakta ve onları ötelemektedir.

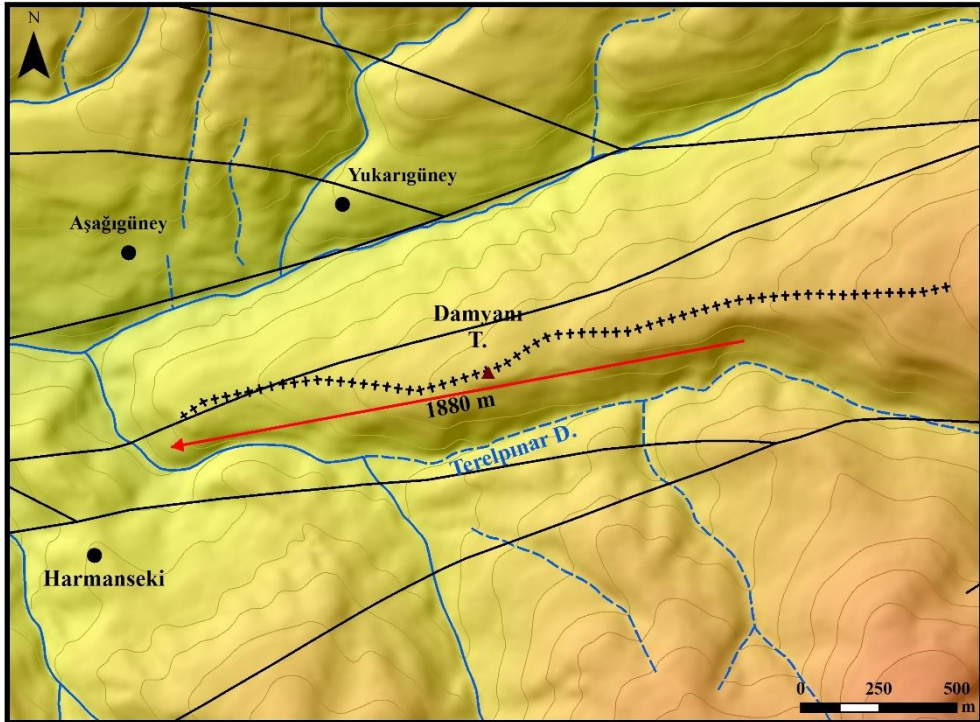
Yeniköy Fayı'nın güney bloğu üzerinde gelişmiş olan sırt, Derin Dere'yi D-B yönünde 500 m kadar ötelemiştir (Şekil 13; Foto 1). Daha doğuda, Taşkesti'nin kuzeyinde yer alan Hisar Tepe Mudurnu Çayı'nın önünde, Aşağıgüney Mahallesi'nin güneyinden doğuya doğru uzanan sırt ise hem Terelpınar Deresi hem de ona katılan yan kolların önünde bir sürgü sırtı oluşturmaktadır (Şekil 14).

Ana vadinin kuzeyinde Almacık Dağı'nın zirve kesimi yakınında Kurşunlu ve Bekdemirler dereleri arasında D-B doğrultusunda gelişmiş olan ve en yüksek yeri 1372 m olan yaklaşık 1,2 km uzunluğundaki sırt, kuzeyindeki akarsular için bir set oluşturmaktadır.

Şekil 13: Derin Dere'nin ötelenmesi.



Şekil 14: Terelpınar Deresi'nin ötelenmesi.



Doğrultu atımlı faylara bağlı olarak gelişen ve özellikle de birbirine paralel uzanan faylar arasında gelişen çizgisel sırtlara çalışma sahasının doğusunda rastlanılmaktadır. Çizgisel sırtlara Mudurnu Çayı Havzası içindeki en iyi örnek birbirine paralel uzanan Elmacık Deresi Fayı ile Karaçomak Deresi Fayı arasında gelişmiş olan ve yaklaşık olarak 12 km uzunluğundaki Topçamlığı–İğneciler Sırtı'dır. Güney yamaçları kuzey yamaçlarından daha dik olan sırtın en yüksek yeri 844 m ile Tekebaba Tepe'dir. Sahada görülen diğer çizgisel sırt, Karaçomak–Bolatça Deresi'nin yan kolları olan ve aşağı mecralarında birbirlerine paralel uzanan iki fayı takip ederek fay vadisi karakteri gösteren Karakaş ve Kovanlık dereleri arasındaki sırttır.

Mudurnu Çayı'na güneyden katılan küçük yan kollardan biri olan Bend Deresi mecrasının orta kesimlerinde Pınarbaşı Fayı tarafından kesilmekte ve sağ yanal olarak ötelenmektedir. Bu kesimde Bend Deresi'nin kaynak kesimi ile olan bağlantısı kesilmiştir. Bu yönüyle Bend Deresi başı kesilmiş akarsulara bir örnek teşkil etmektedir.

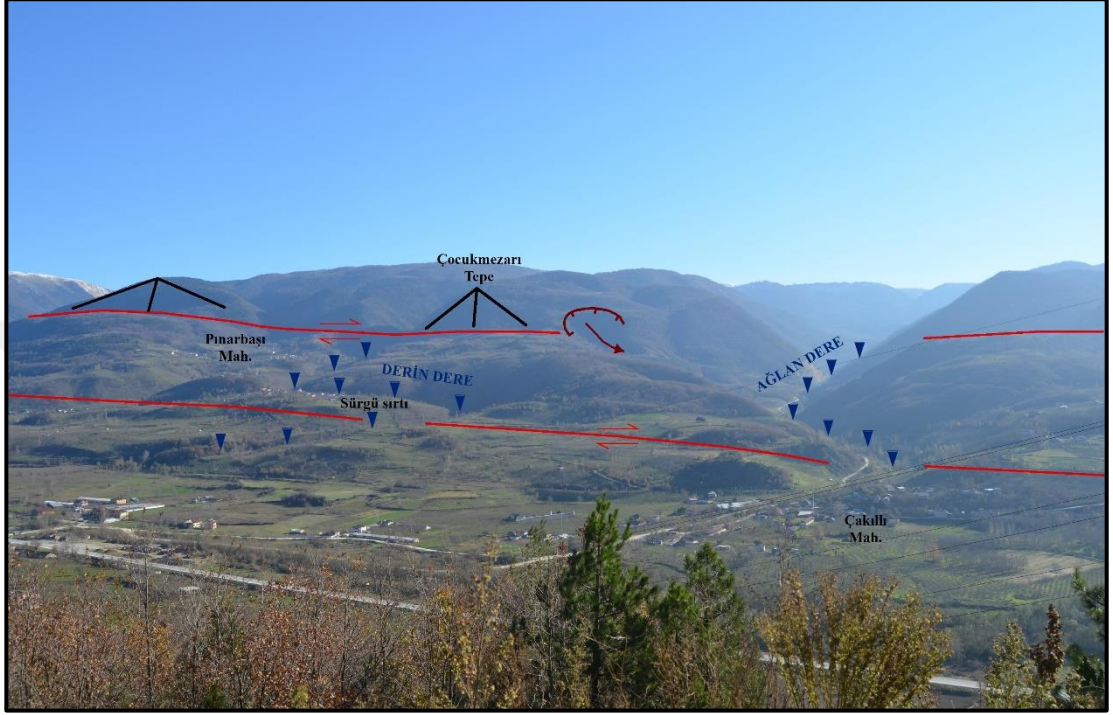
d. Fay Façetaları

Karaçomak Fayı'nın güney bloğu üzerinde doğudan batıya doğru 3 adet fay façetası gelişmiştir. Bunlar Harmanseki ve Terelpınar dereleri arasında, Karakaş ve Kovanlık dereleri arasında ve Hacıali Tepe'nin kuzey eteğinde yer almaktadır. Bu üçü arasında en büyüğü olan Hacıali Tepe'nin önündeki fay façetası yaklaşık olarak 500 m yüksekliğindedir ve küçük bir süreksiz dere (Mercimekli Deresi) tarafından parçalanmıştır.

Doğuda Çalbaş Tepe'nin önünde 230 m yüksekliğinde bir fay façetası yer almaktadır. Bu fay façetası Safiler Mahallesi'nin 1,5 km kadar doğusundan Gökören Mahallesi'nin kuzeyine kadar KD–GB istikametinde uzanan bir faya olarak gelişmiştir.

Dalınbaz Sırtı, Çocukmezarı Tepe ve Kayabaşı Sırtı'nın önünde görülen fay façetaları Akyokuş Fayı'nın denetiminde gelişmişlerdir (Foto 7). Pınarbaşı Mahallesi'nin güneybatısında Akyokuş Fayı'ndan ayrılıp batıya doğru devam eden Yörükyeri Fayı'nın güney bloğu üzerinde de belirgin fay façetaları görülmektedir.

Foto 8: Akyokuş Fayı'nın güney bloğunda gelişen fay façetaları ve Derin Dere'nin ötelenmesi (Bakış güneydoğuya doğru).



Fındıklık Deresi'nin kolu olan Kırık Dere'nin kaynak kesimi yakınında sol vadi yamacında iki küçük fay façetası yer almaktadır.

Ana vadinin kuzeyinde özellikle iki lokasyonda fay façetası görülmektedir. Bunlardan biri Bağburun Sırtı'nın kuzeyinde Akçay Deresi'nin sağ vadi yamacında yer almaktadır. Diğer fay façetası ise Dömen ve Beyciler dereleri arasında Dömen Tepe'nin önündeki fay façetasıdır (Foto 8).

Foto 9: Dömen Tepe önünde gelişmiş olan fay façetası ve Beyciler Deresi'nin ağız kesimindeki birikinti yelpazesi (Bakış güneyden kuzeye doğru).



e. Fay Diklikleri

Mudurnu ve Akyokuş faylarının izleri üzerinde belirgin fay diklikleri görülmektedir. Çalışma sahasının en batısında Taşburun'un güneyinde görülen fay dikliği Mudurnu Fayı'nın güney bloğu üzerinde gelişmiştir. Diklik Bıçkıdere ve birkaç küçük süreksiz dere tarafından yarılmıştır. Akyokuş'un güneyinden batıda Tavşansuyu Deresi'ne kadar uzanan fay dikliği Akyokuş Fayı'nın güney bloğu üzerinde ve Soğukçam Formasyonu içinde gelişmiştir (Foto 9). Diklik Küçüktavşan Deresi, Arpalık Deresi, Bağ Deresi ve birkaç süreksiz dere tarafından yarılmıştır.

Foto 10: Akyokuş Fayı'nın güney bloğu üzerinde gelişmiş olan fay dikliği (Bakış güneydoğuya doğru).



f. Fay Gölcükleri

Karamurat Köyü'nün 1,5 km kadar kuzeybatısında yer alan Karamurat Gölü, Akyokuş Fayı'nın kuzey bloğu üzerinde gelişmiş bir fay gölcüğüdür (Foto 10).

Foto 11: Karamurat Gölü.



g. Yel Gedikleri

Yel gedikleri tektonik ve flüvyal süreçlerin kombinasyonu (yükselmeye bağlı ötelenme ve kapma olayı) ile oluşabilen yer şekilleridir (Keller ve DeVecchio, 2013: 140). Yel gedikleri terk edilmiş akarsu yatak parçalarıdır. Yanal olarak büyüyen kıvrımlar üzerinde ve kapma olaylarının yaşandığı yerlerde oluşurlar.

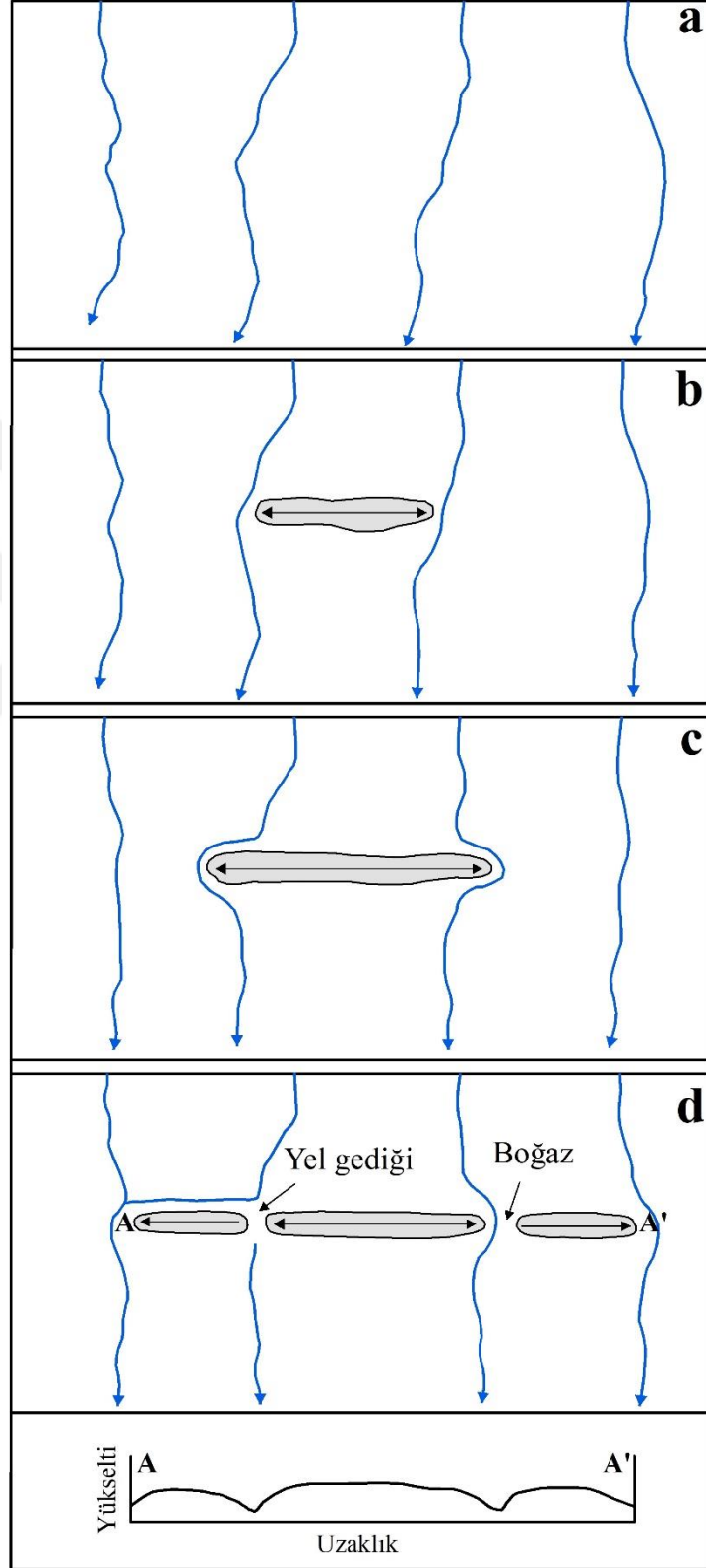
Şekil 15'te olduğu gibi yanal olarak büyüyen bir kıvrım, önce drenaj sistemi üzerinde sapmalara, akarsuların kıvrımın büyüme doğrultusunda ötelenmesine neden olacaktır. Kıvrımın büyümesi ve yükselmesi devam ederken, kıvrıma dik doğrultuda akışa sahip olan akarsuların yataklarını aşındırma kuvveti, kıvrımın yükselme hızından daha fazla olduğunda, yataklarını derine doğru hızlı bir şekilde aşındıran akarsular kıvrım eksenine dikine kesen birer boğaz oluşturacaklardır. Akarsuların yataklarını aşındırma kuvveti, kıvrımın yükselme hızından daha yavaş olduğunda ise akarsu yatağı parçalanacak ve kıvrım eksenini üzerinde terk edilmiş akarsu yatakları gelişecektir. Bu mekanizmaya bağlı olarak oluşan ve her biri bir kuru vadi oluşturan

bu terk edilmiş akarsu yatakları yel gedikleri olarak tanımlanmaktadır (Burbank ve Anderson, 2011: 115; Keller ve DeVecchio, 2013: 140). Akarsu kapmaları sonucunda da kapmanın olduğu kesimde yel gedikleri oluşur.

Mudurnu Çayı Havzası içinde yel gediklerinin dağılımına bakıldığında, bunların ağırlıklı olarak ana vadinin güneyinde, özellikle de Pınarbaşı Fayı'nın güneyinde Acalla, Fındıklık ve Karapınar derelerinin yukarı mecralarında yoğunlaştığı görülmektedir.



Şekil 15: Bir yel gediğinin oluşumunu gösteren şematik şekil.



C – MUDURNU ÇAYI ALT HAVZALARI VE MORFOMETRİK ANALİZLERİ

1 – Morfometrik Analizler

a. Dağ Cephesi Sinüzitesi (Smf)

Dağ Cephesi Sinüzite İndeksi (Smf), özellikle düşey tektonik hareketlerin etkilerinin ölçülmesinde kullanışlı bir analiz yöntemidir (Keller, 1986: 139). Bu indeks bir dağ cephesi üzerindeki aşındırma ve tektonik kuvvetler arasındaki ilişkiyi yansıtmaktadır. Smf indeksine göre düz uzanıslı bir dağ cephesi, aktif olarak yükselen bir dağ cephelerini oluşturmaktadır ve düşük Smf değerleri göstermektedir. Düzensiz bir uzanışa sahip dağ cepheleri ise aşındırma faaliyetlerinin daha etkin olduğu, tektonik aktivitenin azaldığı ya da etkisini yitirdiği dağ cepheleridir. Bu dağ cephelerinde ise yüksek Smf değerleri karakteristiktir (Bull ve McFadden, 1977: 123).

Dağ Cephesi Sinüzite İndeksi (Smf) aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır;

$$Smf = Lmf / Ls$$

Lmf: Dağ cephesinin hemen önündeki eğim kırığı boyunca çizilen dağ cephesinin uzunluğu (m)

Ls: Dağ cephesine paralel olarak çizilen hattın uzunluğu (m)

Smf değerleri aşağıdaki sınıflamaya göre değerlendirilmiştir.

1 – 1,5	aktif (yükselme egemen)
1,5 – 3	orta derecede aktif
3 – 10	inaktif (Bull, 2007: 124)

Tez sahası içinde özellikle fay façetalarının ve fay dikliklerinin daha belirgin olduğu 9 farklı lokasyondaki dağ cephelerinin sinüziteleri hesaplanmıştır. Bu her bir dağ cephesine dikey olarak akan akarsular üzerinde Vf indeksi uygulanmış ve ortalamaları alınmıştır. Bu hesaplama yapılırken dağ cephesinden kaynak tarafına doğru yaklaşık olarak 500–600 m arası bir uzaklık kullanılmıştır.

b. Vadi Tabanı Genişliği–Vadi Tabanı Yüksekliği Oranı (Vf)

Vadi Tabanı Genişliği–Vadi Yüksekliği Oranı (Vf), tektonizmanın vadi yamaçları üzerindeki etkisini ortaya koyan bir indekstir ve dağ cephesinden belli bir uzaklıkta hesaplanır (Keller, 1986: 139). Yüksek Vf değerleri düşük yükselme hızı ve geniş tabanlı vadileri, düşük Vf değerleri ise aktif yükselme, derine doğru aşındırma ve “V” şekilli vadileri karakterize etmektedir (Bull ve McFadden, 1977: 126; Keller, 1986: 139).

Vf indeksi aşağıdaki formüle göre hesaplanır;

$$Vf = 2Vfw / [(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]$$

Vfw: Vadi tabanı genişliği (m)

Eld: Sol vadi yamacının yüksekliği (m)

Erd: Sağ vadi yamacının yüksekliği (m)

Esc: Vadi tabanın deniz seviyesinden olan yüksekliği (m)

Çalışma sahasındaki akarsuların uzunlukları birkaç km ile 23 km arasında değiştiğinden, her bir akarsu için aynı sayıda Vf değeri hesaplanmamıştır. Hesaplanan Vf değerlerinin sayısı akarsuların uzunluklarına göre değişiklik göstermektedir. Vf değerinin hesaplanabilmesi için her bir akarsu üzerinde lokasyon seçimi yapılırken, özellikle farklı litolojik birimleri kat eden akarsularda bu farklı litolojik birimlerden Vf

değerinin hesaplanmasına, böylece farklı dirençteki unsurların aşınımına karşı dirençlerinin belirlenmesine dikkat edilmiştir.

c. Akarsu Uzunluk–Gradyan İndeksi (SL)

Akarsu Uzunluk–Gradyan İndeksi (SL), bir akarsu vadisi boyunca tektonizma, kayaç direnci ve topografya arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için kullanılan morfometrik indislerden biridir (Hack, 1973: 421; Keller ve Pinter, 2002: 128). Bu indeks akarsu yataklarındaki eğim değişikliklerine karşı çok hassastır (Keller ve Pinter, 2002: 128).

SL indeksi, litolojide bir değişiklik olmaksızın, yüksek değerler gösterdiği yerlerde tektonik aktiviteyi tanımlamak için kullanılmaktadır. Dirençsiz kayaçlardan oluşan bir sahada SL indeksinin yüksek değerler göstermesi, burada tektonik aktivitenin varlığına işaret edebilir. Doğrultu atımlı faylar boyunca gelişmiş olan çizgisel vadilerde SL indeksinin düşük değerler göstermesi beklenir. Çünkü bu fay vadileri boyunca fay hareketlerine bağlı olarak kayaçlar çokça deforme olmuşlardır ve bu vadiler boyunca akan akarsular düşük eğimlere sahiptirler (Keller ve Pinter, 2002: 128).

İndeks aşağıdaki formüle göre hesaplanır;

$$SL = (\Delta H / \Delta L) * L$$

ΔH : Hesaplaması yapılan kolun yükseklik değişimi (m)

ΔL : Kolun uzunluğu (m)

L: İndeksin hesaplandığı noktadan vadinin en yüksek noktasına kadar olan mesafe (m)

d. Asimetri Faktörü (AF)

Çalışma sahasında aktif tektoniğin etkisinin belirlenebilmesi için asimetri faktörü uygulanmıştır. Asimetri faktörü aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır;

$$AF = 100 * Ar / At$$

Ar: Akarsuyun akış yönüne göre sağında kalan toplam havza alanı

At: Toplam havza alanı

Asimetri değerinin 50'den yüksek olması havzada sola doğru bir tiltlenme olduğunu, değer 50'den küçük olması ise sağa doğru bir tiltlenme olduğunu göstermektedir.

AF değerlerinin yorumlanmasında Perez-Pena ve diğ.'nin (2010) yaptığı aşağıdaki sınıflama kullanılmıştır.

$$AF = \left| 50 - \frac{Ar \times 100}{At} \right|$$

	<u>Sınıf</u>
AF < 5 simetrik	1
AF = 5 – 10 az asimetric	2
AF = 10 – 15 orta derecede asimetric	3
AF > 15 çok asimetric	4

e. Hipsometrik İntegral ve Hipsometrik Eğri

Hipsometrik eğri, bir sahanın yükseklik dağılımını gösterir. Sahanın toplam yükseklik oranının, sahanın toplam alanına izdüşürülmesi ile elde edilir (Strahler, 1952: 1118). Hipsometrik İntegral ise bu eğrinin altında kalan toplam alanı ifade eder ve aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$HI = \frac{\text{Ortalama Yükseklik} - \text{Minimum Yükseklik}}$$

$$\frac{\text{Maksimum Yükseklik} - \text{Minimum Yükseklik}}$$

Litolojik ve morfolojik faktörleri de göz önüne alarak daha sağlıklı bir değerlendirme yapabilmek için her 3 alt havza kendi içlerinde daha küçük akarsu havzalarına ayrılarak, her biri için ayrı ayrı hipsometrik eğriler çizilmiş ve hipsometrik integral değerleri hesaplanmıştır.

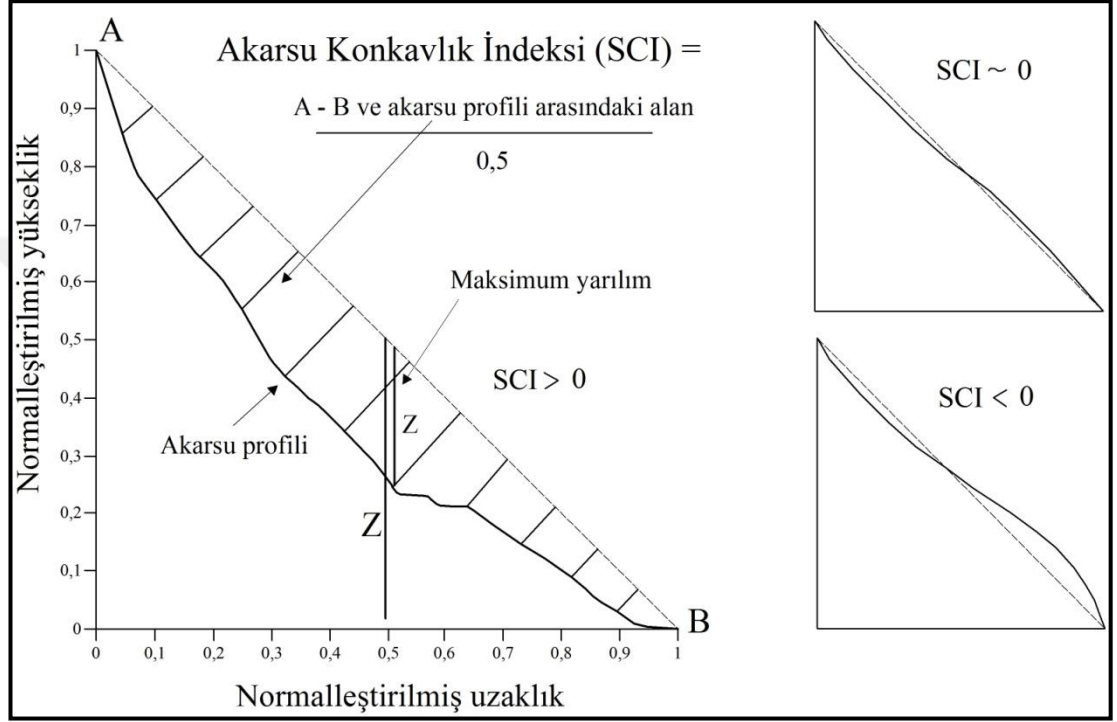
Hipsometrik eğriler konkav şekilli, “S” şekilli, konveks şekilli ve kompleks şekilli olmak üzere 4 kategoride sınıflandırılmıştır (Perez-Pena ve diğ., 2008: 80; Giaconia ve diğ., 2012: 100). Konveks şekilli eğriler aşınım döngüsünün gençlik evresindeki sahaları, konkav şekilli eğriler ise aşınım döngüsünün yaşlılık evresindeki sahaları karakterize etmektedir. “S” şekilli hipsometrik eğriler kısmen aşınmış sahaları ifade etmektedir. Düzensiz bir uzanışa sahip olan hipsometrik eğriler, olasılıkla tektonik hareketlerle ilişkili olarak gençleşme olayının yaşandığı sahalara ait eğrilerdir (Giaconia ve diğ., 2012: 100).

f. Akarsu Konkavlık İndeksi (SCI)

Akarsu Konkavlık İndeksi, normalleştirilmiş akarsu boyuna profilini ifade etmektedir. Demoulin (1998) tarafından geliştirilen bu metotta akarsuyun kaynak kesiminden (A) ağız kesimine (B) kadar olan normalleştirilmiş uzaklık ve yükseklik değerleri bir profil üzerinde gösterilir (Şekil 16). A–B çizgisi ile akarsu boyuna profili arasında kalan alanın 0,5’e bölünmesi ile akarsu konkavlık indeksi hesaplanır. Bu hesaplama sonucunda elde edilen değer 0’a yaklaşması daha konveks bir profili yani

daha genç bir akarsuyu, 0'dan uzaklaşması ise daha konkav bir profili yani denge profiline yaklaşmış veya olgun bir akarsuyu karakterize etmektedir.

Şekil 16: Akarsu konkavlık indeksi (SCI) (Demoulin, 1998'den uyarlanmıştır).



g. Akarsu Sinüslük (Eğrilik) Oranı ve Kanal Paterni

Sinüslük oranı, akarsu yatak uzunluğunun vadi uzunluğuna oranını ifade etmektedir. Bir akarsu yatağının eğiminde meydana gelecek bir değişiklik, onun sinüzitesinde de değişikliğe neden olacaktır. Bu durum da kanal paternindeki bir değişimle kendini gösterecektir (Keller ve Pinter, 2002: 174).

$$\text{Sinüzite} = Lc / Lv$$

Lc: Akarsu yatak (kanal) uzunluğu (m)

Lv: Vadi uzunluğu (m)

Akarsuların sinüzite değerleri aşağıdaki 3 kategoride sınıflandırılmıştır.

1 – 1,05 Düz kanal paterni

1,06 – 1,25 Sinüslü kanal paterni

1,26 – 3,0 Menderesli kanal paterni (Brice ve diğ., 1978; Schumm, 1985:

8)

h. Havza Şekil İndeksi (Bs)

Tektonik jeomorfolojide kullanılan indislerden biri olan havza şekil indeksi (Bs), maksimum havza uzunluğunun havzanın en geniş yerine olan oranını ifade etmektedir. Tektonik açıdan aktif olan genç drenaj havzalarında havza şekli uzun (Bull ve McFadden, 1977: 166) ve Bs değerleri de yüksektir. İndeks aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır.

$$Bs = Bl / Bw$$

Bl: Su bölümü hattından ağız kesimine kadar maksimum havza uzunluğu

Bw: Havzanın en geniş yerindeki mesafe

i. Akarsu ve Vadi Yoğunluğu (Ds ve Dv)

Akarsu yoğunluğu km^2 'ye düşen akarsu uzunluğu, vadi yoğunluğu ise km^2 'ye düşen vadi yoğunluğunu ifade etmektedir.

Tektonik hareketlerin Mudurnu Çayı Havzası'nda drenaj sistemi üzerinde olan etkisinin anlaşılabilmesi için kullanılan indislerden biri de drenaj yoğunluğudur. Bunun için 34 akarsu havzasının ayrı ayrı akarsu ve vadi yoğunlukları ve bunların aralarındaki farklar hesaplanmıştır.

Akarsu ve vadi yoğunlukları hesaplanmasında aşağıdaki formüller den yararlanılmıştır. Havzalara ait akarsu ve vadi ağlarının belirlenmesinde ise 1/25.000 ölçekli topografya haritaları altlık olarak kullanılmıştır.

$$Ds = \sum Ls / A$$

Ds: Akarsu yoğunluğu (km / km²)

$\sum Ls$: Toplam akarsu uzunluğu (km)

A: Drenaj havzasının alanı (km²)

$$Dv = \sum Lv / A$$

Dv: Vadi yoğunluğu (km / km²)

$\sum Lv$: Toplam vadi uzunluğu (km)

A: Drenaj havzasının alanı (km²)

j. Gül Diyagramları (Çizgisellikler)

Tez sahası içinde tespit edilmiş ve jeomorfoloji haritası üzerinde de gösterilmiş olan tektonik hareketlerle ilgili yer şekillerinin (asılı vadiler, ötelenmiş dereler, sürgü sırtları ve yel gedikleri) yönelimlerinin fay doğrultuları ile kıyaslanabilmesi için RockWorks 16 programı kullanılarak gül diyagramları oluşturulmuştur.

k. Minimum Havza Yarılmı Metodu

Bir akarsu havzasından aşınan minimum kütle hacmi ve yarılmı derecesini hesaplamada kullanılan bu yöntem için sahaya ait Sayısal Yükselti Modeline (SYM) ihtiyaç vardır. Bu yöntemde bir akarsu havzasından aşınan minimum kütle hacmi,

güncel topografya yüzeyi (SYM) ile havzanın su bölümü hattını oluşturan noktaların birleştirilmesi ile oluşacak yüzey arasındaki kütle hacmine, bu iki yüzey arasındaki maksimum fark ise havzanın yarılma derecesine karşılık gelmektedir (<http://gis4geomorphology.com>).

I. Rölatif Tektonik Aktivite Sınıflaması (IAT)

El Hamdouni ve diğ. (2008) tarafından geliştirilen bu sınıflamada bir sahanın ya da bir bölgenin tektonik aktivitesinin belirlenmesi için kullanılan morfometrik indislerden (Smf, Vf, SL, AF, HI ve Bs) yararlanılmaktadır. Her bir morfometrik indis kendi içinde Tablo 2’de gösterilen aktivite derecesine göre 3 sınıfa ayrılmakta ve daha sonra bu indislerin ortalamaları hesaplanmaktadır. Elde edilen değer 4 ayrı sınıfa (çok yüksek, yüksek, orta ve düşük) ayrılmış olan görece tektonik aktivite derecesini (Tablo 3) vermektedir. Bu yöntemde kullanılan 6 morfometrik indise ek olarak, Tablo 4’de gösterilen sınıflamaya göre Akarsu Konkavlık İndeksi de Rölatif Tektonik Aktivite Sınıflaması’na eklenmiştir.

Tablo 2: Morfometrik indislerin tektonik aktivite derecelerine göre sınıflamalarında kullanılan değer aralıkları (El Hamdouni ve diğ., 2008).

HI		Bs	
Sınıf 1	HI > 0,5	Sınıf 1	Bs > 4
Sınıf 2	0,4 < HI < 0,5	Sınıf 2	3 < Bs < 4
Sınıf 3	HI < 0,5	Sınıf 3	Bs < 3

AF		Smf	
Sınıf 1	AF < 35 ya da AF > 65	Sınıf 1	Smf < 1,1
Sınıf 2	57 < AF < 65 ya da 35 < AF < 43	Sınıf 2	1,1 < Smf < 1,5
Sınıf 3	43 < AF < 57	Sınıf 3	Smf > 1,5

SL		Vf	
Sınıf 1	SL > 500	Sınıf 1	Vf < 0,3
Sınıf 2	330 < SL < 500	Sınıf 2	0,3 < Vf < 1
Sınıf 3	SL < 300	Sınıf 3	Vf > 1

Tablo 3: Rölatif tektonik aktivite sınıflaması (El Hamdouni ve diğ., 2008).

Rölatif Tektonik Aktivite Sınıflaması (IAT)	
Çok yüksek	$1 < IAT < 1,5$
Yüksek	$1,5 < IAT < 2$
Orta	$2 < IAT < 2,5$
Düşük	$2,5 < IAT$

Tablo 4: Akarsu konkavlık indeksinin (SCI) tektonik aktivite derecesine göre sınıflamasında kullanılan değer aralıkları.

SCI	
Sınıf 1	$SCI < 0,1$
Sınıf 2	$0,1 < SCI < 0,3$
Sınıf 3	$SCI > 0,3$

2 – Profiller

a. Akarsu Boyuna Profilleri

Çalışma sahası içinde belirlenen 34 akarsu havzasının ana akarsuları için akarsu boyuna profilleri ve sırt profilleri çizilmiştir. Profillerin oluşturdukları eğriselliklerin (konkav ya da konveks olmaları) ve eğim kırıklarının yorumlanmasında kolaylık sağlaması açısından her bir profilin altına litoloji verisi de eklenmiştir. Akarsu boyuna profilleri ve sırt profilleri arasında yarılmın en fazla olduğu yerler tespit edilerek, profillerin üzerinde maksimum yarılm olarak gösterilmiştir. Tektonik hareketlerin akarsular üzerindeki etkisini anlayabilmek için, SL analizinden elde edilen veriler her bir akarsuya ait SL profili olarak akarsu boyuna profillerin üzerine eklenmiştir. Bunlara ek olarak her bir akarsuyun mansaptan kaynak kesimine kadar her bir kilometresinin vadi tabanı eğimi ve akarsu sinüzite değeri profillerin altında gösterilmiştir.

b. Enine Vadi Profilleri

Akarsuların mansaptan kaynak kesimine kadar olan vadi gelişimlerini ve yarılımlarını ortaya koyabilmek için her bir akarsu üzerinde çeşitli sayıda enine vadi profilleri alınmış ve elde edilen profiller mansaptan kaynağa doğru tek bir şekil üzerinde gösterilmiştir. Havzaları oluşturan akarsuların farklı uzunluklarda olması, bazı havzaların kütle hareketlerinden çok fazla etkilenmiş olması ya da yan kollarla fazlaca yarılmış olması gibi nedenlerle analizi yapılan 34 havzanın ana akarsuları için aynı sayıda ve aynı aralıklarda profil alınmamıştır. Bunun yerine farklı litolojileri kat eden akarsularda her bir litolojik birim üzerinden ve profil alınmasına en uygun görülen yerlerden profil alımı tercih edilmiştir. Alınan her bir enine vadi kesiti için Vf hesaplaması yapılmış ve profillerin üzerinde de elde edilen değerler gösterilmiştir.

c. Yüzey Profilleri

Çalışma sahası içindeki aşınım yüzeylerini tespit edebilmek için süperimpoze, mürtesem ve bileşik profiller çizilmiştir. Bu profillerin çizimi sırasında Mudurnu Çayı referans noktası alınarak, bu referans noktasından kuzeye ve güneye 12'şer km uzunluğunda olmak üzere 24 km uzunluğunda toplam 25 adet topografik profil alınmış ve bunlar tek bir şekil üzerinde gösterilmiştir.

3 – Mudurnu ayı Ana Alt Havzaları

Mudurnu ayı Havzası, yan kolların ana akarsuya katılım yönlerine göre Kuzey Ana Alt Havzası, Doğu Ana Alt Havzası ve Güney Ana Alt Havzası olarak 3 ana alt havzaya ayrılmıştır (şekil 17). Bu ana alt havzalar da kendi içlerinde akarsu havzalarına ayrılarak incelenmiştir. Kuzey Ana Alt Havza içinde 14 akarsu havzası, Doğu Ana Alt Havzası içinde 2 büyük akarsu havzası ve Güney Ana Alt Havzası içinde 18 akarsu havzası seçilmiş ve bu havzalara hipsometrik ve morfometrik analizler uygulanmıştır.



a. Mudurnu ayı Kuzey Ana Alt Havzası

a.1. Uzundere Havzası

Litolojisini ağırlıklı olarak metamorfik ve magmatik kayaların oluşturduğu Mudurnu ayı Kuzey Ana Alt Havzası'nda, hipsometrik integral değeri 0,39 ile en küçük değer olan Uzundere Havzası konkav bir hipsometrik eğriye sahiptir (Şekil 19c). Morfolojik evrim bakımından olgunluk ile yaşlılık arasında bir geçiş karakteri göstermektedir.

Mudurnu ayı'na kuzeyden katılan akarsuların oluşturduğu akarsu havzalarından farklı olarak, özellikle aşağı mecralarında Kuzey Anadolu Fay Zonu'na paralel uzanan bu havza için hesaplanan asimetri faktörü, 73,91 gibi yüksek bir değerle havzada sola doğru bir tiltlenmenin var olduğunu göstermektedir. Uzundere'nin sağ vadi yamacındaki tali kolların daha uzun, sol vadi yamacındaki talilerin ise daha az ve daha kısa olması da havzadaki sola doğru olan bu asimetrinin bir göstergesidir.

Havzanın eğim değerleri 0–50° arasında değişmektedir. 10–30° arası eğime sahip yerler toplam alanın %60'tan fazlasını oluşturmaktadır. Eğimin 10°'nin altında olduğu yerler özellikle Uzundere'nin ana akarsu olan Mudurnu ayı'na katıldığı ağız kesimi, kuzeyde Reşadiye ve çevresi ile Beldibi ve çevresidir.

Uzundere kaynaktan akış aşağı doğru kabaca K–G olan akış yönünü Civek Mahallesi doğusunda batıya doğru çevirmektedir. Burada 240 m seviyelerinde Uzundere Vadisi'nin doğusunda Mudurnu ayı'nın eski yatağı olabileceği düşünülen BKB–DGD uzanımlı bir kuru vadi yer almaktadır (Şekil 18a). Buna göre Mudurnu ayı bu kuru vadi boyunca Civek Tepe'nin kuzeyinden şimdiki Uzundere Vadisi içinde Yongalık yerleşimine kadar devam etmekteydi. Doğuda Beldibi ile batıda Yongalık arasında olduğu düşünülen bu eski yatak arasında 60 m'lik bir seviye farkı mevcuttur. Civek Tepe'nin kuzeyinde birbirine paralel uzanan faylar yer almaktadır. 160–220 m seviyelerinde Uzundere bu faylardan en kuzeyde yer alan fay boyunca oldukça düz bir uzanışa sahiptir ve bu kesimde bir fay vadisi karakteri göstermektedir. Civek Tepe'nin bu fayların denetiminde gelişmesi ve yükselmesine bağlı olarak Beldibi civarında Civek Tepe'nin Mudurnu ayı önünde bir sürgü sırtı oluşturarak akış yönünü güneybatıya çevirmesine neden olduğu düşünülmektedir (Şekil 18b). Bu

görüş doğrultusunda yukarıda bahsedilen kuru vadinin kuzeyinde, Uzundere ile Açmalar Deresi arasında ve Uzundere Vadisi'nden batıya doğru vadinin kuzeyinde 280 m seviyelerinde taraçalar yer almaktadır. Bu taraçalar ile vadi tabanı arasındaki kot farkı doğudan batıya doğru 30 m, 70 m ve 110 m olarak değişmektedir.

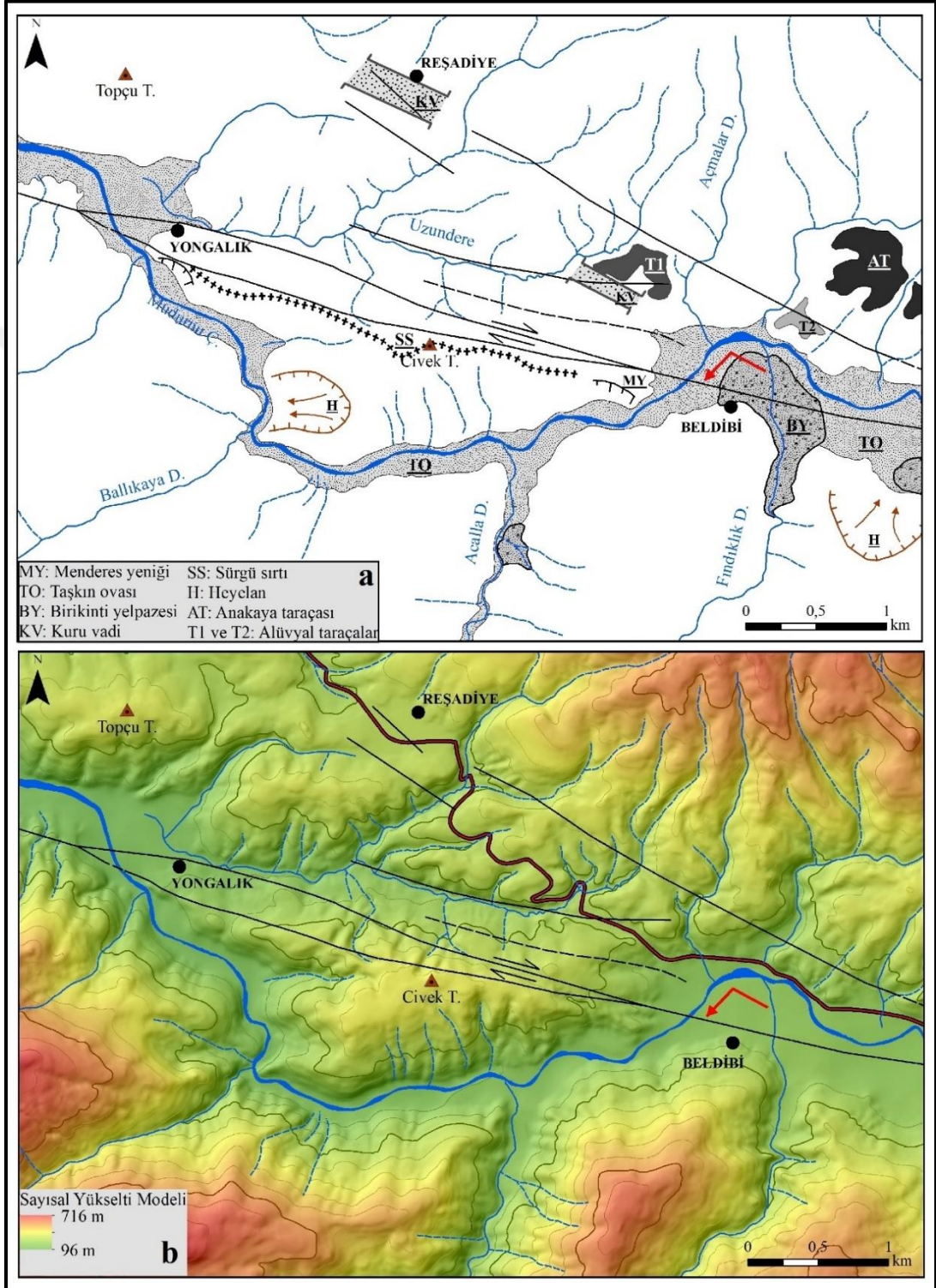
Havzanın kuzeyinde İrşadiye (Reşadiye) yerleşimi, en geniş yeri yaklaşık olarak 500 m olan bir kuru vadi içine kurulmuştur (Şekil 18a). Bu kuru vadi, tez sahasının dışında kalan ve Kuzuluk üzerinden ana vadiye (Mudurnu Çayı'na) katılan Galan Deresi'nin bir kolunun Uzundere tarafından kapılması sonucu oluşmuştur.

Talveg hattının ortalama eğim değeri 4° olan Uzundere'de eğim değerleri ağızdan kaynağa doğru düzenli bir şekilde artarken, son 1–1,5 km'sinde 12° 'ye yükselmektedir (Şekil 19a). Akarsu boyuna profilinde de görüldüğü gibi 260 m seviyesinde belirgin bir eğim kırığı ile birlikte vadi eğimi kaynak kesimine doğru artmaktadır. Vadi eğimindeki dolayısıyla akarsuyun gücündeki bu artış SL profilinde de bu kesimde bir yükselmeye kendini göstermektedir. Uzundere'nin çizilen SL profili akarsu boyuna profili ile tam bir uyumluluk göstermektedir. Ağızdan kaynağa doğru akarsuyun 4. km'sine kadar düz bir uzanış gösteren profil buradan itibaren yükselmektedir.

Akarsu boyuna profiline bakıldığında olgun bir vadi karakteri gösteren Uzundere'nin hesaplanan akarsu konkavlık indeksi (0,26) de bununla uyumludur (Şekil 19c).

Genel olarak sinüslü kanal paternine sahip olan Uzundere'nin aşağı mecralarına doğru asimetric bir vadi profiline sahip olduğu görülmektedir. Uzundere'nin Civek Tepe'nin kuzey yamaçlarına denk gelen sol vadi yamacı yatık bir eğime sahipken, sağ vadi yamacı ise daha dik bir eğime sahiptir.

Şekil 18a. Beldibi–Yongalık arasındaki jeomorfoloji haritası ve Beldibi kuzeyinde Mudurnu Çayı'nın ötelenmesi, b. Beldibi–Yongalık arasındaki Sayısal Yükselti Modeli (SYM).



Uzundere üzerinden 4 farklı noktadan alınan enine vadi profillerinden (Şekil 19b) hesaplanan Vf değerleri (0,21, 0,58, 1,68 ve 1,20) ve içbükey bir uzanış gösteren akarsu boyuna profili, havzanın hipsometrik analizinden elde edilen sonuçlarla uyumlu görünmektedir.

Akarsu boyuna profili ile sırt profilinin karşılaştırılması ile hesaplanan maksimum vadi yarıлма derecesi 107 m'dir. Minimum havza yarıلمı metoduna göre ise havzadaki maksimum yarıлма derecesi 153 m'dir (Şekil 19d).



a.2. Değirmendere Havzası

1103 m yüksekliğindeki Kel Tepe'nin kuzeybatısından doğan Değirmendere, kollarıyla birlikte 10,15 km²'lik bir alanı drene etmektedir. Kaynaktan 460 m seviyesine kadar K–G doğrultusunda uzanan akarsu buradan itibaren 1 km kadar KB–GD yönünde aktıktan sonra Soyatbelen Tepe'nin batısında batıya doğru yönelmektedir. Buradan itibaren 450 m kadar D–B yönünde akışına devam eden Değirmendere, daha sonra keskin bir dirsek yaparak güneybatıya doğru yönelmektedir. Geyik Tepe'nin kuzeybatısında tekrar batıya dönen akarsu 900 m kadar bu istikamette aktıktan sonra yaklaşık 90°'lik bir dirsek yaparak güneye dönmekte ve 170 m seviyelerinde ana vadi olan Mudurnu Çayı'na katılmaktadır. Akarsu kaynaktan mansap kesimine kadar iki yerde akış yönünü dikkat çekici bir şekilde değiştirmektedir. Özellikle ağız kesimi yakınında meydana gelen yer değiştirme önemlidir. Akarsuyun D–B yönünde olan akışının keskin bir dirsekle güneye doğru dönmesinin yanı sıra çizilen boyuna profilinde bu kesimde görülen eğim kırığı ve SL profilinin yine burada yükselmesi, bu 900 m'lik sağ yönlü ötelenmenin bir fay denetiminde gerçekleştiğini göstermektedir.

Ortalama yükseltisi 642 m olan havzanın litolojisinin %60'dan fazlasını İznik Metamorfite'nin şist ve mermerleri oluşturmaktadır. Eğim değerlerinin 0–52° arasında değiştiği havzada en yüksek eğim değerleri genellikle vadi içlerinde, özellikle de sol vadi yamaçlarında görülmektedir. KD–GB doğrultusunda bir uzanışa sahip olan havzanın hipsometrik integral değeri 0,50'dir ve "S" şekilli bir hipsometrik eğriye sahiptir (Şekil 20c). Havzanın aşağı kesimlerinde eğri konveks, yukarı kesimlerinde ise konkav bir profil göstermektedir. Buna göre havza morfolojik evrim bakımından yarı olgunluk–gençlik arası bir geçiş karakteri göstermektedir.

Havzada büyük oranda sola doğru bir asimetri (AF 73,59) söz konusudur. Sol taraftan sadece birkaç küçük ve kısa kol alan Değirmendere'nin, sağ taraftan aldığı kolların daha fazla ve daha uzun olması havzadaki sola doğru asimetrinin bir göstergesidir.

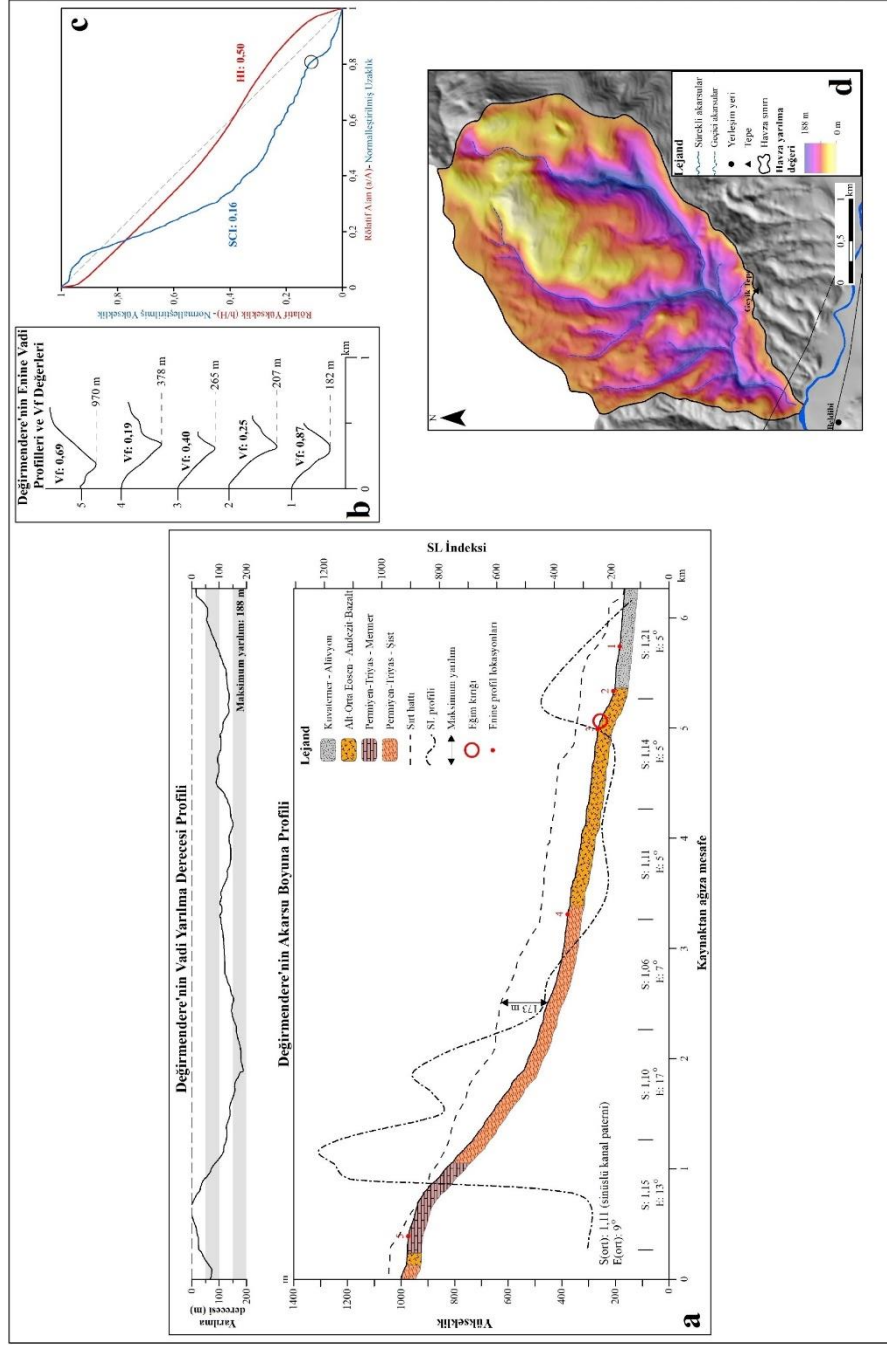
Değirmendere'nin boyuna profili genel olarak yukarı mecrasında konveks, orta kesiminde ise konkav bir uzanışa sahiptir (Şekil 20a). Akarsuyun aşağı mecrasında

profil üzerinde belirgin bir eğim kırığı ve yaklaşık olarak 70 m yüksekliğinde bir diklik dikkat çekmektedir. Bu durum yukarıda bahsedilen akarsu ötelenmesi ve buna sebep olan faylanmayla ilişkilidir. Yukarı mecrasında oldukça dik bir profile sahip olan akarsuyun vadi tabanı eğimi de 10° 'nin üzerindedir. Eğim artışına bağlı olarak akarsu gücünün de artması SL profili üzerinde bu kesimde bir yükselme olarak kendini göstermektedir. Akarsu konkavlık indeksi 0,16 olarak hesaplanan Değirmendere (Şekil 20c), morfometrik ve hipsometrik analizlerin sonuçları birlikte değerlendirildiğinde henüz olgunluk aşamasına geçmemiş bir havza karakteri göstermektedir.

Akarsu boyuna profili ve sırt profilinin karşılaştırılması ile hesaplanan vadi yarıma derecesi, yaklaşık olarak akarsuyun orta mecrasında 173 m'dir. Minimum havza yarıma metoduna göre elde edilen en yüksek yarıma değeri ise 188 m'dir ve bu değere akarsuyun ağız kesimi yakınında ve orta mecrasında erişildiği, kaynağa doğru bu değerin azaldığı görülmektedir (Şekil 20d). Havzadan aşınan minimum kütle hacmi ise $0,30 \text{ km}^3$ olarak hesaplanmıştır.

Genel olarak sinüslü kanal paterni gösteren Değirmendere, ağız kesiminde tabanlı bir vadiye sahipken, mecrasının yukarı kesimlerine doğru "V" şekilli vadi karakteri göstermektedir. Akarsu üzerinde 5 farklı lokasyondan alınan enine vadi profillerinden elde edilen Vf değerleri ağızdan kaynağa doğru sırasıyla 0,87, 0,25, 0,40, 0,19 ve 0,69'dur (Şekil 20b). Bu değerler genç bir vadi karakterini yansıtmaktadır. Değirmendere'ye ait enine vadi profillerine bakıldığında özellikle 2, 4 ve 5 numaralı profillerde vadinin sol yamacı üzerinde topografik diskordanslar dikkat çekmektedir. Eski vadi formlarına işaret eden bu uyumsuzluklar, taban seviyesinde meydana gelen bir değişikliğe bağlı olarak gerçekleşen gençleşmenin varlığını göstermektedir.

Şekil 20a. Değirmendere'nin akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. **b.** Değirmendere'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Değirmendere Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Değirmendere'nin SCI profili (SCI profili üzerindeki siyah daire önemli eğim kırılımı göstermektedir). **d.** Değirmendere'nin minimum havza yarılımı haritası.



a.3. Kuru Dere Havzası

Ortalama yükseltisi 889 m olan ve 17,12 km² yüzölçümüne sahip olan Kuru Dere Havzası, ince ve uzun bir görünüme sahiptir. Mayapınar Tepe'nin güney eteklerinden doğan Kuru Dere, Marmaralık Sırtı'na kadar çok genel olarak K–G yönünde aktıktan sonra, batıya doğru içbükey bir büküm yaparak KD–GB istikametinde Mudurnu Çayı'na katılır. Kaynak ve mansap kesimi arasında 1156 m yükselti farkı olan Kuru Dere, Yığılca Formasyonu'nun andezit ve bazaltları ile İznik Metamorfizmaları'nın şistleri üzerinde akmaktadır.

Hipsometrik integral değeri 0,50 olan ve “S” şekilli bir hipsometrik eğriye (Şekil 21c) sahip olan havzada (AF 57,28) çok düşük bir oranda sola doğru tiltlenme mevcuttur. Ancak havzadaki asimetri havzanın her yeri için aynı değildir. Havzanın özellikle ağız kesimi yakınında akarsu büyük oranda sola doğru kaymışken, orta kesiminde bu durum daha azdır. Kaynak kesimine doğru ise havzada bir simetri söz konusudur.

Havzada en yüksek eğim değeri 55°'dir ve bu değer özellikle Kuru Dere'nin sol vadi yamacı ve kaynak kesiminde görülmektedir. Akarsu boyuna profilinde de görüldüğü gibi ortalama vadi eğim değeri 10° olan Kuru Dere'de ağızdan kaynağa doğru gidildikçe eğim değerleri düzenli bir şekilde artarken, kaynak kesiminde ani bir artışla 37°'ye ulaşmaktadır. Eğim değerindeki bu artışa paralel olarak akarsu gücünün de artması SL profilinde de bu kesimde bir artış olarak izlenebilmektedir.

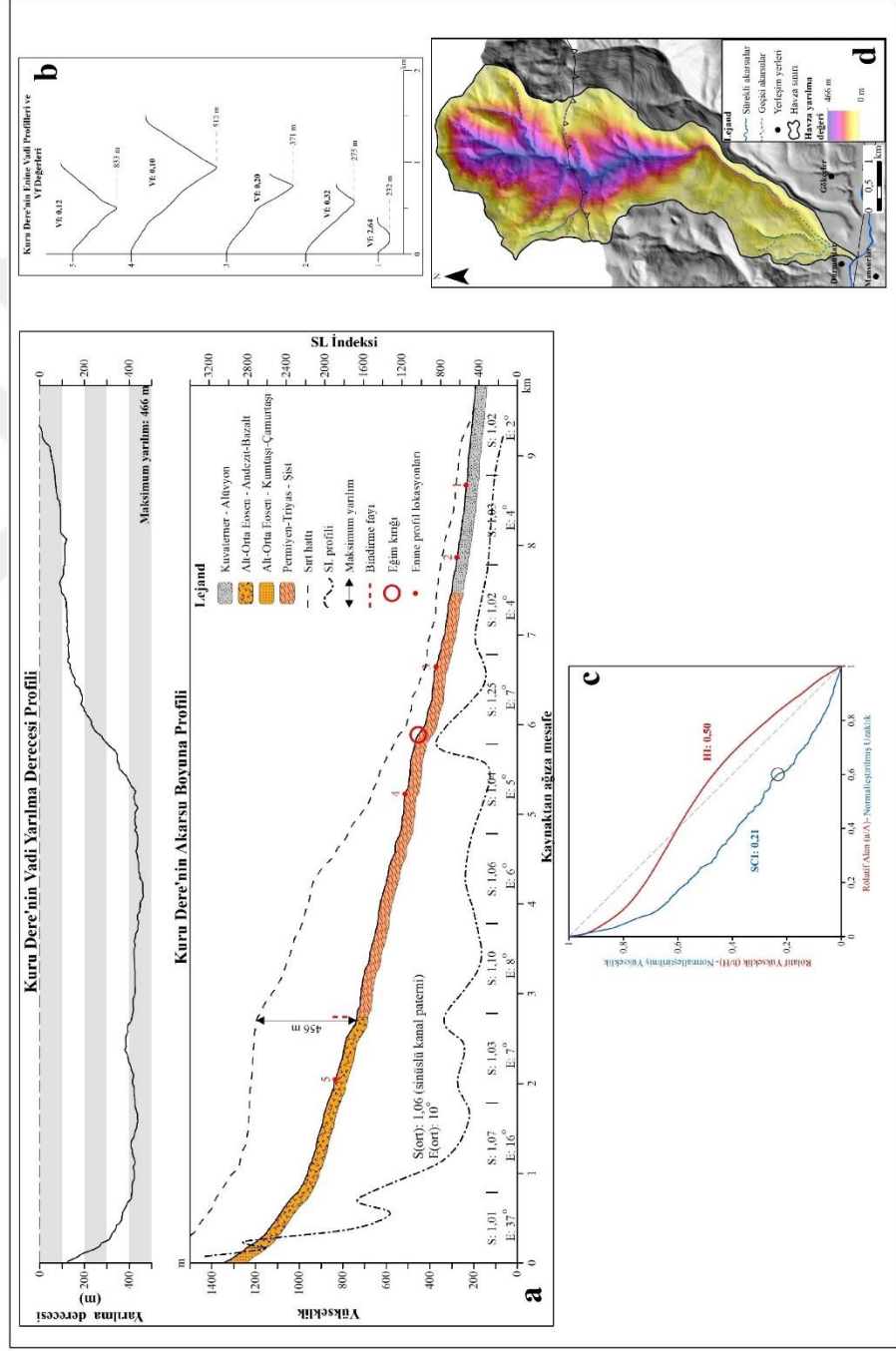
Sinüzite değeri 1,01–1,25 arasında değişen Kuru Dere düz ve sinüslü kanal paterni arasında bir geçiş karakteri göstermektedir. Ancak mansaptan kaynağa doğru 4. km'sinde dikkate değer bir patern değişikliği söz konusudur (Şekil 21a). Bu kesime kadar düz bir kanal paternine (1,02) sahip olan akarsu, buradan itibaren sinüslü kanal paternine (1,25) geçmektedir. Burada önünün bir sırt tarafından kesilmesi ile akarsu K–G olan akış yönünü güneydoğuya doğru çevirmiştir. Gerek Kuru Dere üzerinde meydana gelen yaklaşık 210 m'lik bu ötelenme ve gerekse de akarsu boyuna profilinde bu kesimde görülen eğim kırığı ve yaklaşık olarak 50 m yüksekliğindeki diklik akarsuyun 4. km'sinde meydana gelen bu gençleşme olayının tektonizma ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Boyuna profil üzerinde 740 m seviyelerinde önemli bir eğim

kırığı daha görülmektedir. Akarsu bu kesimde Yığılca Formasyonu ile İznik Metamorfileri arasındaki tektonik dokanaktan geçmektedir.

Kırıklı ve dik bir boyuna profile sahip olan Kuru Dere, bu yönüyle düzenli akarsu profilinden çok uzaktır (Şekil 21a). Akarsu üzerinde 5 farklı lokasyondan alınan enine vadi profillerinde de bu durum açıkça görülmektedir (Şekil 21b). Bu enine vadi profilleri üzerinden hesaplanan Vf değerleri vadisini derin bir şekilde yarmış, dar ve derin “V” şekilli çentik bir vadi karakteri ve havzada aktif bir yükselme ile buna paralel olarak gelişen derine doğru aşındırmanın varlığını göstermektedir. Akarsuyun özellikle sağ vadi yamacı üzerinde yer alan asılı kuru vadiler de havzadaki aktif yükselmeye kanıt oluşturmaktadırlar. Akarsuyun orta çıkırında vadi enine profillerine bakıldığında özellikle sağ vadi yamacında topografik diskordanslar dikkat çekmektedir. Litolojisini İznik Metamorfileri’nin şist ve mermerlerinin oluşturduğu havzanın bu kesiminde, yamaçlarda litolojik açıdan farklılık söz konusu olmadığından, bu uyumsuzlukların akarsuyun taban seviyesinde tektonizmaya bağlı olarak meydana gelen bir gençleşme neticesinde yatağını derine doğru aşındırması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Akarsuyun sağ vadi yamacında görülen asılı vadiler de bu savı desteklemektedir.

Sırt profili ve akarsu boyuna profili kullanılarak hesaplanan maksimum vadi yarıлма derecesi 456 m’dir. Kuru Dere’ye ait minimum havza yarıلمını haritasında da görüldüğü gibi havzanın yukarı kesimlerinde akarsuyun yatağını derine kazma derecesi aşağı yarisına kıyasla çok daha yüksektir ve elde edilen en yüksek değer 466 m’dir (Şekil 21d). Bu değer sırt ve akarsu boyuna profillerinin karşılaştırılması ile elde edilen yarıлма derecesi ile uyumluluk göstermektedir. Havzadan aşınan minimum kütle hacmi ise 2,29 km³ olarak hesaplanmıştır. Bu değer Mudurnu Çayı Kuzey Ana Alt Havzası içinde analizi yapılan 14 akarsu havzası arasında elde edilen en yüksek üçüncü değerdir.

Şekil 21a. Kuru Dere'nin akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. **b.** Kuru Dere'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Kuru Dere Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Kuru Dere'nin SCI profili (SCI profili üzerindeki siyah daire önemli eğim kırığını göstermektedir). **d.** Kuru Dere Havzası'nın minimum havza yarılma haritası.



a.4. Akçay Deresi Havzası

Ortalama yükseltisi 996 m olan ve litolojik olarak heterojen bir özellik gösteren Akçay Deresi Havzası'nın çizilen hipsometrik eğrisi konveks bir profil sunmaktadır. 0,58 olarak hesaplanan hipsometrik integral değerine ve konveks bir uzanış gösteren hipsometrik eğriye bakıldığında (Şekil 22c), havzanın morfolojik evrimin henüz gençlik evresinde olduğu görülmektedir.

Ağız kesimi yakınında oldukça dar olan havza, kaynağa doğru genişlemektedir. Havzanın bugünkü görünümünü almasında kaynak kesimi yakınlarında meydana gelmiş olan bir kapma olayı sebep olmuştur. Akçay Dere'ye sol taraftan katılan Cicingenli Deresi, daha doğudaki Dömen Dere'nin Turnalık Tepe'den doğan bir kolunu kendine bağlamıştır. Bu kapma olayı neticesinde havzasını doğruya doğru genişletmiş olan Akçay Deresi, havzası içinde asimetrik bir konuma sahiptir. Havzada büyük oranda sağa doğru bir asimetri (AF 31,17) söz konusudur. Bu kapma olayından önce havzadaki asimetrinin nasıl olduğuna bakıldığında, havza toplam alanının 14,09 km² ve AF değerinin ise 37,92 olduğu görülmektedir. Bu değerler de havzada yine sağa doğru bir asimetrinin varlığını göstermektedir. Kapma olayından öncesi ve sonrası arasında havza asimetrisindeki fark, sadece asimetrinin derecesindedir.

Eğim değerlerinin 0–57° arasında değiştiği havzada, en düşük eğim değerleri akarsuyun aşağı mecrası ile havzanın kuzeydoğusundaki platoluk sahada özellikle de Kandıra Yaylası ve çevresinde görülmektedir. Eğimin 30°'nin üzerinde olduğu yerler ise genellikle akarsuyun sol vadi yamaçlarıdır. Ortalama vadi eğim değerinin 6° olduğu Akçay Deresi'nde eğim, mansaptan kaynağa doğru düzenli bir şekilde artmakta ve kaynak kesiminde 13°'ye ulaşmaktadır.

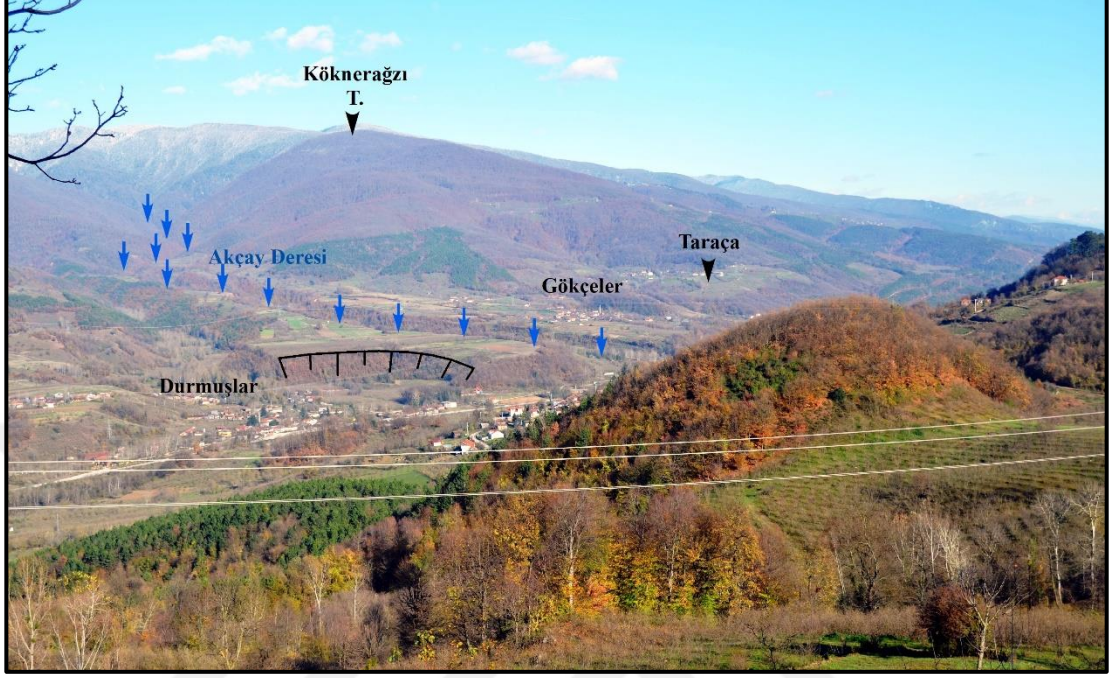
Sinüzite değeri 1,01–1,14 arasında değişen Akçay Deresi, düz ve sinüslü kanal paterni arasında bir geçiş karakteri göstermektedir. Mansaptan kaynağa doğru 4. km'sinde paternde önemli bir değişiklik söz konusudur (Şekil 22a). Burada akarsu sağ tarafa doğru 640 m kadar ötelenmiştir (Foto 11). Ötelenme BKB–DGD uzanımlı sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay denetiminde meydana gelmiştir. Zira 2,5 km kadar doğuda Kocadere üzerinde de aynı faya bağlı olarak geliştiği düşünülen sağ yönlü bir ötelenme daha mevcuttur.

Yukarı mecrasında oldukça dar ve derin bir vadi içinde akan Akçay Deresi, yaklaşık olarak 350 m seviyelerinde vadisinin genişlemesine bağlı olarak tabanlı bir vadi içinde akmakta ve 200 m seviyelerinde Mudurnu Çayı'na katılmaktadır. Akçay Deresi üzerinde 5 lokasyondan enine vadi profili alınmış ve Vf değerleri hesaplanmıştır (Şekil 22b). Elde edilen değerler (2,81, 1,48, 0,60, 0,04 ve 0,06) özellikle de havzanın yukarı kesimlerinde aktif bir yükselmeyi ve buna koşut olarak gelişen derine doğru bir aşındırmanın varlığını göstermektedir.

Akarsuya ait 3 numaralı enine vadi profilinde de görüldüğü gibi KD-GB yönünde Akçay Deresi'ne paralel uzanan ve yaklaşık 980 m uzunluğunda bir fay mevcuttur. Bu faya bağlı olarak doğudan Akçay Deresi'ne katılan küçük bir süreksiz dere, asılı bir vadi olarak kalmıştır. 4 numaralı enine vadi profilinde ise konveks bir görünüme sahip olan sağ vadi yamacı üzerinde biri vadi tabanı yakınında diğeri ise kaynak kesimi yakınında olmak üzere iki yerde topografik diskordansın mevcudiyeti, tektonizmanın bu vadi üzerindeki etkinliğini gösteren kanıtlardan birini oluşturmaktadır.

Ağız kesimi ile kaynak kesimi arasında 860 m'lik seviye farkı olan Akçay Deresi'nin çizilen sırt profili ve akarsu boyuna profilinin karşılaştırılması ile hesaplanan maksimum vadi yarıma derecesi 510 m'dir. Boyuna profilde de görüldüğü gibi maksimum yarımanın hesaplandığı yer yukarıda da bahsedildiği gibi akarsuyun 4 numaralı enine vadi profilinin alındığı yere çok yakındır. Burası akarsuyun vadisini en derin şekilde yardığı kesime karşılık gelmektedir. Havzadaki yarıma derecesi havzanın yukarı yarısında ve özellikle de batı kesiminde çok yüksektir. Minimum havza yarıma metoduna göre havzadaki en yüksek yarıma derecesi 490 m'dir. Havzanın doğusuna doğru özellikle Kandıra Yaylası ve çevresinde değerler çok düşmektedir (Şekil 22d). Burada görülen olgun vadi profilleri de dikkat çekicidir.

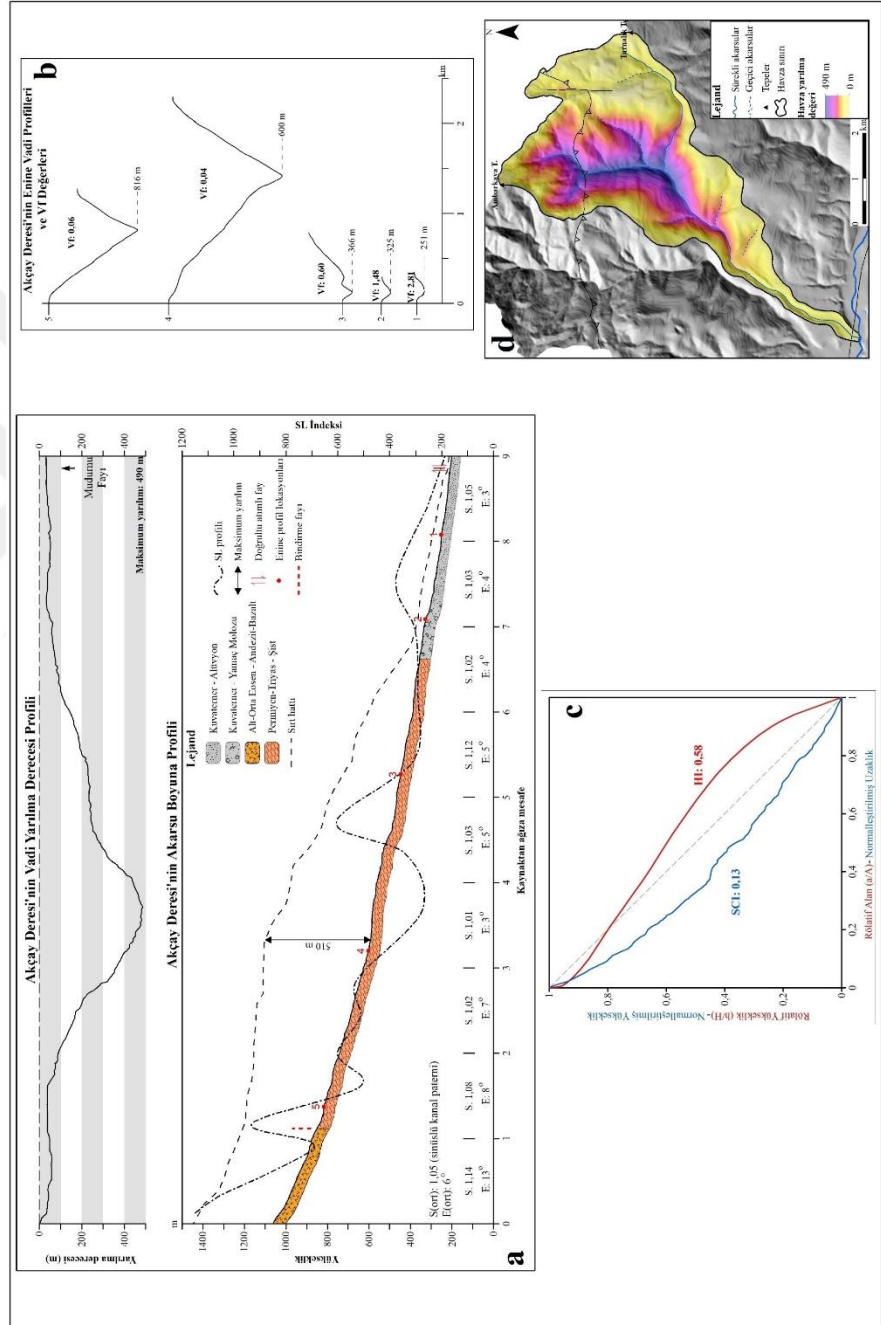
Foto 12: Akçay Deresi'nin ötelenmesi (Bakış kuzeydoğuya doğru).



Gerek havzanın hipsometrik analizi gerekse de Akçay Deresi'nin çizilen boyuna profili ve enine vadi profilleri bu havzanın gençlik aşamasında olduğunu göstermektedir. Akarsuyun hesaplanan konkavlık indeksi (0,13) de bunu desteklemektedir (Şekil 22c).

Akçay Deresi'ne ait SL değerlerine bakıldığında en yüksek değere yukarı mecrasında erişildiği ve bu durumun Yığılca Formasyonu'nun andezit ve bazaltları ile İznik Metamorfittleri'nin şistleri arasındaki bindirme faya bağlı olarak geliştiği görülmektedir.

Şekil 22a. Akçay Deresi'nin akarsu boyunca ve vadi yarılma derecesi profilleri. **b.** Akçay Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Akçay Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Akçay Deresi'nin SCI profili. **d.** Akçay Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.



a.5. Kocadere Havzası

Mudurnu Çayı Kuzey Ana Alt Havzası içinde analizi yapılan akarsu havzaları arasında alansal olarak en küçük iki havzadan biri olan Kocadere Havzası (5,68 km²), litolojik olarak homojen, K–G doğrultusunda uzanan ve ortalama yükseltisi 696 m olan bir havzadır. Hipsometrik integral değeri 0,50 olan havzanın çizilen hipsometrik eğrisi “S” şekilli bir profil sunmaktadır (Şekil 23c). Eğri havzanın aşağı kesiminde hafifçe konveks, yukarı kesiminde ise konkavdır.

Havzaya uygulanan asimetri faktörüne (AF 66,31) göre Kocadere Havzası büyük bir oranda sola doğru tiltlenmiştir. Havzanın geneli için geçerli olan bu durum detayda değişiklik göstermektedir. Akarsu ağız kesimi yakınında sağa doğru kaymıştır. Mecrasının ortalarına doğru ise sola doğru tiltlenmiş olan akarsuyun özellikle kaynak kesiminde iyice sola doğru kaydığı, su bölümü hattına çok yakınlaştığı görülmektedir ki, burada en dar yerinde mesafe 36 m’dir.

Havzada eğim değerleri 0–48° arasında değişmektedir. 10–30° arası eğime sahip alanlar yaklaşık olarak havzanın %80’ini oluşturmaktadır. En az eğimin görüldüğü yerler akarsuyun ağız kesimi ile Dutlar Mahallesi ve Köknerağzı Tepe’nin batısıdır. 30°’nin üzerinde eğime sahip alanlara ise özellikle havzanın orta kesiminde Kocadere’nin vadi yamaçlarında rastlanır.

Genel vadi yönelimi KKD–GGB olan Kocadere 640–790 m seviyeleri arasında 370 m kadar sağ yanal olarak ötelenmiştir. Akarsu boyuna profilinde bu seviyeler arasında bir eğim kırığından sonra bir dikliğin varlığı ve SL profilinin de bu kesimde en yüksek değere ulaşması, buna karşın litolojide herhangi bir değişikliğin mevcut olmaması, bu ötelenmenin dekstral bir doğrultu atımlı fayın denetiminde gerçekleştiğini göstermektedir. Fay haritasına olası fay olarak eklenen bu fayın varlığı ile ilgili çalışmalardan biri Sipahioğlu’nun 1984 yılındaki çalışmasıdır. Yazar tarafından Kuruçay Fayı olarak adlandırılan bu fayın izlerini daha batıda yer alan Akçay Deresi Havzası içinde de gerek ötelenme gerekse de fayın kuzey bloğu üzerinde gelişmiş olan fay façetası ile görmek mümkündür.

Mansap ile kaynak kesimi arasında 774 m seviye farkı olan Kocadere’nin ortalama vadi eğimi 11°’dir. Mansap kesiminde 4° olan vadi eğimi kaynağa doğru

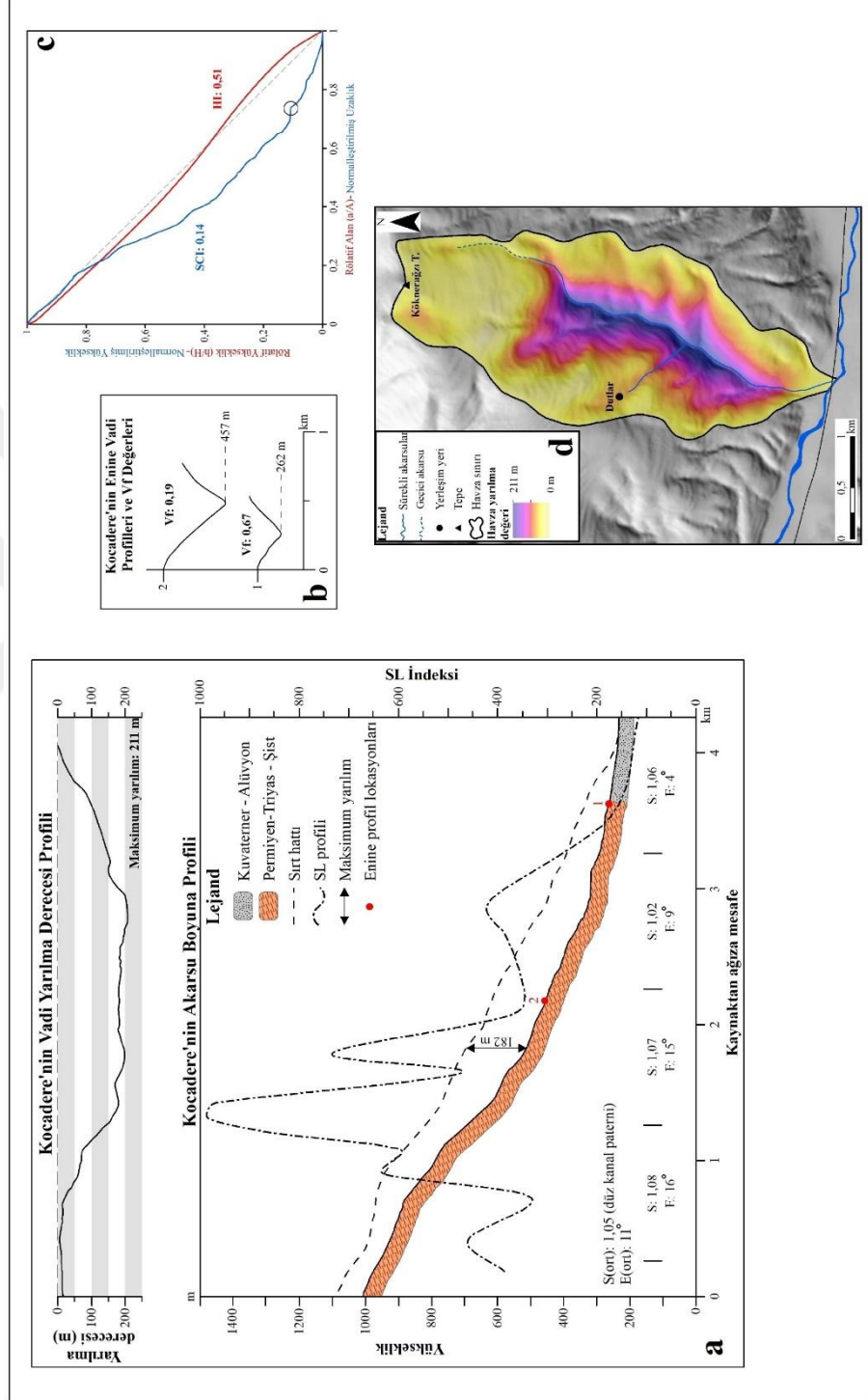
artmakta ve 16°'nin üzerine çıkmaktadır. Batıda Dutlar Mahallesi'nden aldığı kol haricinde başka tali kolu olmayan Kocadere sinüslü kanal paternine sahiptir.

Özellikle kaynak kesiminde konveks bir uzanış gösteren akarsu boyuna profilinin 600 m'den sonra çok dikleştiği dikkat çekmektedir (Şekil 23a). Kaynaktan itibaren kabaca K–G yönünde akışa sahip olan akarsu, 790–610 m seviyeleri arasında DKD–BGB yönünde yaklaşık olarak 370 m kadar akmaktadır. Bu kesimde Kocadere sağ yönlü doğrultu atımlı bir faya bağlı olarak ötelenmiştir. Litoloji de herhangi bir değişiklik olmaksızın SL profilinin bu kesimde en yüksek değere ulaşması da burada tektonik aktivitenin varlığına işaret etmektedir.

Permiyen–Triyas yaşlı şistler üzerinde 2 lokaliteden enine vadi profillerinden elde edilen Vf değerleri mansaptan kaynağa doğru sırasıyla 0,67 ve 0,19'dur (Şekil 23b). Bu değerler havzanın aktif olarak yükseldiğini, aşındırma faaliyetlerinin etkin olarak meydana geldiğini göstermektedir.

Akarsu boyuna profili ile sırt profilinin karşılaştırılması ile hesaplanan maksimum vadi yarıлма derecesi 182 m'dir. Minimum havza yarıلمı metoduna göre havzanın maksimum yarıлма derecesi 211 m'dir (Şekil 23d). Havzanın yarıлма derecesi orta kesimlerinde yüksektir. Havzadan aşınan minimum kütle hacmi ise 0,24 km³'tür.

Şekil 23a. Kocadere'nin akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. **b.** Kocadere'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Kocadere Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Kocadere'nin SCI profili (SCI değeri ile Kocadere'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri). **d.** Kocadere Havzası'nın minimum havza yarılma haritası.



a.6. Dömen Dere Havzası

Ortalama yükseltisi 782 m olan havza 9,61 km² yüzölçümüne sahiptir. Litolojisinin %80'ini İznik Metamorfitleri'nin şist ve mermerlerinin oluşturduğu havzanın kuzeyinde dar bir alanda Akçay Metamorfitleri yüzeyletir. KKD–GGB doğrultusunda uzun eksenli 6,32 km olan Dömen Dere Havzası'nın hipsometrik integral değeri 0,43'tür. Havzanın hipsometrik eğrisi ise konkav bir profile sahiptir (Şekil 24c).

Eğim değerlerinin 0–48° arasında değiştiği havzada, en düşük eğime sahip alanlar özellikle havzanın aşağı kesiminde Dömen Dere'nin ağız kesiminde gelişmiş olan birikinti yelpazesi üzerinde ve Dedeler Mahallesi'nin doğusunda görülmektedir. Eğim değerlerinin 30°'den fazla olduğu yerler ise akarsuyun orta ve yukarı mecrasında vadi içlerinde ve özellikle de sol vadi yamaçlarındadır.

Ağız kesiminde 3° olan vadi eğimi, akarsuyun 3. km'sinden sonra 16°'ye çıkmakta ve kaynak kesiminde 19°'ye ulaşmaktadır. Dömen Dere'ye ait SL değerleri de akarsu boyuna profilinde açıkça görülen vadi eğimindeki artışa paralel olarak mansaptan kaynağa doğru artmaktadır. Ağız kesiminden akarsuyun 4. km'sine kadar oldukça düz olan SL profili, buradan itibaren kaynağa doğru inişli çıkışlı bir uzanışa sahiptir.

Havzada büyük oranda sola doğru bir asimetri (AF 79,68) söz konusudur. Vadisinin sol tarafından hiç kol almayan Dömen Dere'ye sağdan katılan yan kolların daha fazla ve daha uzun olmaları da havzanın sola doğru tiltlenmiş olduğunu göstermektedir.

Özellikle kaynak kısmında konveks olan akarsu boyuna profili 590 m seviyesinden itibaren çok dik bir uzanış göstermektedir (Şekil 24a). Bu kesimde 50 m'lik bir diklik söz konusudur. Dömen Dere 630–660 m seviyeleri arasında 120 m kadar sağ yanal olarak ötelenmiştir. 790–910 m seviyeleri arasında da 330 m'lik bir sağ yanal ötelenme ve 120 m yüksekliğinde bir diklik gelişmiştir. Her iki lokasyonda da SL profilinin yükselmesi ve pik yapması, bu dikliklerin ve ötelenmelerin oluşumunda havzayı D–B doğrultusunda kesen sağ yönlü doğrultu atımlı fayların etkili olduğunu göstermektedir. Dömen Tepe'nin güneyinden geçerek batıya doğru

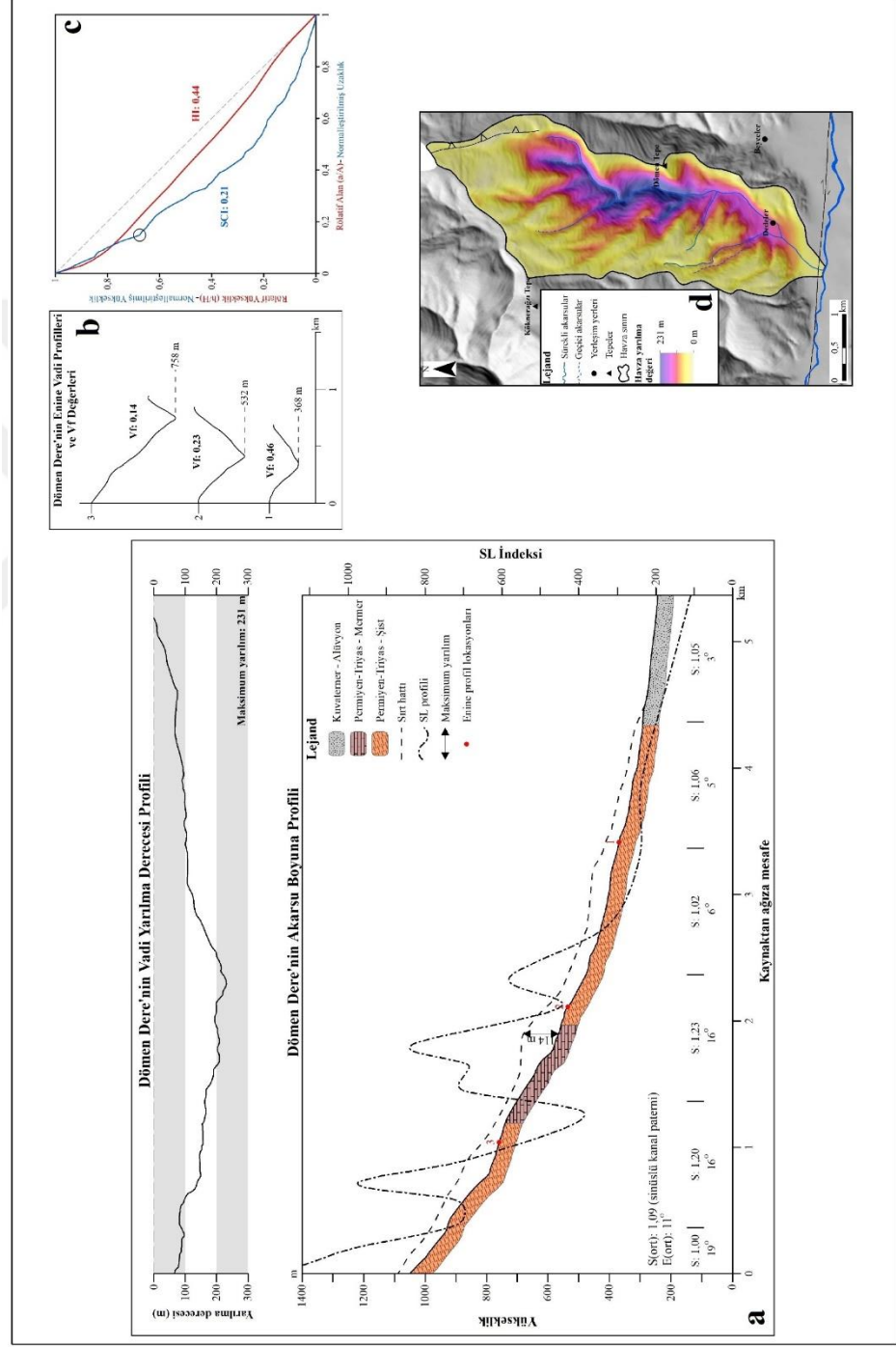
devam eden ve Sipahioğlu (1984) tarafından Dömen Fayı olarak isimlendirilen fay, havzanın doğusunda bir fay façetası oluşturmuş ve fayın güney bloğu üzerinde güneybatıya doğru bir heyelan gelişmiştir.

Sinüzite değeri 1,00–1,23 arasında değışen Dömen Dere genel olarak sinüslü kanal paterni göstermektedir. Akarsuyun ağızdan kaynağa doğru 4. km’inde akarsu kanal paterninde görülen değışiklik, Dömen Dere’nin bu kesimdeki ötelenmesi ile ilişkilidir.

Şistler üzerinde 3 farklı lokaliteden alınan enine vadi profillerinden hesaplanan Vf değeri mansaptan kaynağa doğru sırasıyla 0,46, 0,23 ve 0,14’tür (Şekil 24b). Bu değere göre Dömen Dere vadisini dar ve derin bir şekilde yarmış genç bir akarsu karakterine sahiptir. Aşğı mecrasında tabanlı bir vadiye sahip olan Dömen Dere genel olarak yayvan “V” şekilli bir vadi içinde akmaktadır.

Dömen Dere’nin vadisini yarma derecesi, akarsu boyuna profili ve sırt profilinin çakıştırılması ile yapılan hesaplama göre maksimum 114 m’dir. Havzadaki görece yarılım derecesini ortaya koyabilmek için uygulanan minimum havza yarılımı metoduna göre ise en yüksek yarılma değeri 231 m’dir ve bu değere havzanın özellikle orta kesiminde erişilir (Şekil 24d). Havzadan aşınan minimum kütle hacmi ise 0,39 km³tür.

Şekil 24a. Dömen Dere'nin akarsu boyunca ve vadi yarıлма derecesi profilleri. **b.** Dömen Dere'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Dömen Dere Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Dömen Dere'nin SCI profili (SCI profili üzerindeki siyah daire önemli eğim kırığını göstermektedir). **d.** Dömen Dere Havzası'nın minimum havza yarıلمası haritası.



a.7. Beyciler Deresi Havzası

5,9 km uzunluğunda olan Beyciler Deresi, 5,73 km² alan kaplayan, K–G yönünde ince ve uzun bir havzaya sahiptir. 1270 m’lerden doğan akarsu, 260–270 m seviyelerinde ana vadi olan Mudurnu Çayı’na katılmaktadır. Litolojisinin %80’den fazlası İznik Metamorfiklerinin şist ve mermerlerinden oluşan havzanın hipsometrik integral değeri 0,42’dir. Havzanın çizilen hipsometrik eğrisi ise kompleks şekilli bir profile sahiptir (Şekil 25c).

Havzada genel olarak düşük oranda sola doğru bir tiltlenme (59,35) görülmektedir. Özellikle havzanın yukarı kesiminde bu asimetri daha belirgindir. Havzanın orta kesiminde ise akarsu çok az da olsa sağa doğru kaymış bir konumdadır.

Havzada eğim değerleri 0–47° arasında değişmektedir. Eğimin 10° ve altında olduğu yerler havzanın yukarı kesimi ile ağız kesiminde alüvyal fan üzerinde, en fazla olduğu yerler ise havzanın orta kesiminde özellikle Beyciler Deresi’nin sol vadi yamacında görülmektedir. Havzanın yukarı ve aşağı kesimlerindeki eğim değerleri, havzanın orta kesiminden çok daha düşüktür.

Talveg hattının ortalama eğim değeri 10° olan Beyciler Deresi’nde vadi eğimi mansaptan kaynağa doğru 2. km’inde artmakta, 4. km’inde en yüksek değere (21°) ulaşmakta ve bu kesimden itibaren eğim değeri yavaşça azalmaktadır.

Mansap ve kaynak kesiminde sinüslü kanal paternine sahip olan akarsuyun mecrasının orta kesimlerinde düz kanal paterni görülmektedir.

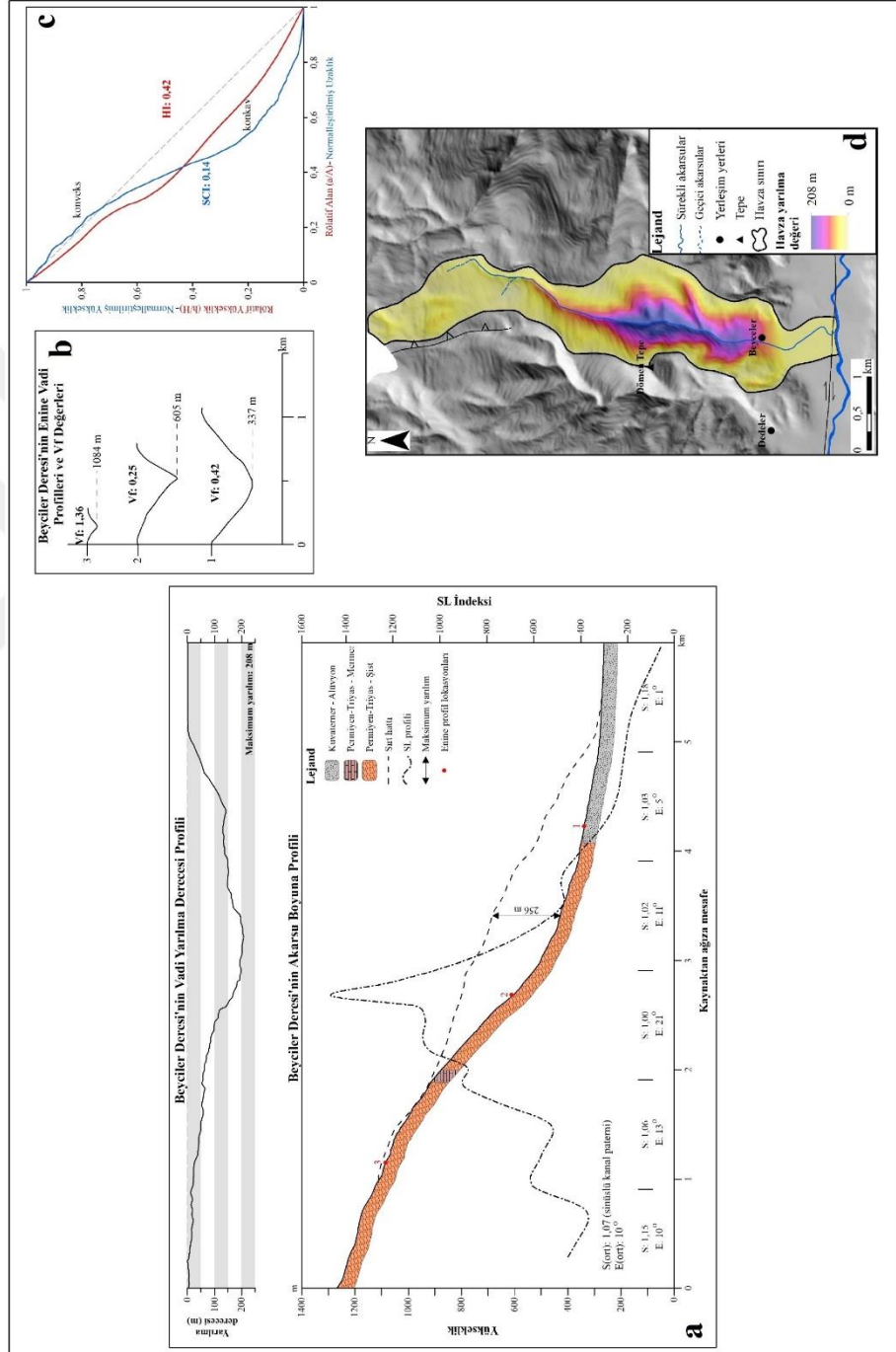
Beyciler Deresi’nin boyuna profili, ağız kesiminden 550 m seviyesine kadar konkav, 550 m’den kaynak kesimine kadar konveks bir uzanış göstermektedir (Şekil 25a). Profil üzerinde 370 m’de görülen eğim kırığı gençleşme başına karşılık gelmektedir. Bu noktadan Mudurnu Çayı’na kadar, Beyciler Deresi’nin oluşturduğu birikinti yelpazesi uzanmaktadır. Yelpazenin uzun eksenini 1840 m, eğimi ise %8,15’dir. Beyceler Mahallesi, yelpazenin taç kısmının yaklaşık 700 m güneyinde, yelpaze üzerinde kurulmuştur.

Beyciler Deresi’ne ait SL profili havzanın orta kesiminde pik yapmakta, daha sonra kaynağa doğru inişli çıkışlı bir uzanış göstermektedir.

Beyciler Deresi üzerinde 3 farklı lokasyondan ve şistler üzerinden alınan enine vadi profillerinden elde edilen Vf değerleri mansaptan kaynağa doğru sırasıyla 0,42, 0,25 ve 1,36 şeklindedir (Şekil 25b). Özellikle yukarı mecrasında asimetrik bir vadi karakteri göstermektedir.

Dömen Dere'ye ait akarsu boyuna profili ve sırt profilinin karşılaştırılması ile hesaplanan maksimum vadi yarılım değeri 256 m'dir ve bu değere akarsuyun mansaptan kaynağa doğru 3. km'sinde erişilmektedir. Minimum havza yarılımı metoduna göre ise havzadaki en yüksek yarılma derecesi 208 m'dir (Şekil 25d). Drenaj yoğunluğunun çok düşük olduğu havzanın yukarı kesiminde yarılma derecesi de çok düşüktür.

Şekil 25a. Beyciler Deresi'nin akarsu boyunca ve vadi yarılma derecesi profilleri. **b.** Beyciler Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Beyciler Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Beyciler Deresi'nin SCI profili. **d.** Beyciler Deresi Havzası'nın minimum havza yarılma haritası.



a.8. Köy Deresi Havzası

Ortalama yükseltisi 1092 m olan ve litolojisini metamorfik kayalar ile alüvyonun oluşturduğu havza, Mudurnu Çayı Kuzey Ana Alt Havzası içindeki analizi yapılan 14 akarsu havzası arasında yüzölçüm bakımından en geniş drenaj alanına (31 km²) sahip olan havzadır. Hipsometrik integral değeri 0,56 olarak hesaplanan havzanın çizilen hipsometrik eğrisi konveks bir profile sahiptir (Şekil 26c). Bu hipsometrik analizlerin bir sonucu olarak Köy Deresi Havzası'nın morfolojik evrimin henüz gençlik aşamasında olduğu görülmektedir.

Havzaya uygulanan asimetri faktörü indeksine göre (AF 68,73) havzada büyük oranda sola doğru bir tiltlenme söz konusudur. Köy Deresi'ne sağ taraftan katılan kolların sol taraftan katılan kollardan daha uzun olması da havzadaki sola doğru olan bu asimetrinin bir göstergesidir.

Havzada eğim değerleri 0–59° arasında değişmektedir. 10–30° arası eğime sahip alanlar toplam alanının yaklaşık olarak %65'ini oluşturmaktadır. Havzanın en yüksek eğim değerine sahip yerleri ise özellikle Köy Deresi'nin sol vadi yamaçları ile talilerine ait vadi yamaçlarındadır.

Talveg hattının ortalama eğim değeri 6° olan Köy Deresi'nde vadi eğimi ağız kesiminden akarsuyun 5. km'sine kadar düzenli bir şekilde artmakta, buradan itibaren azalmakta ve kaynak kesimine doğru tekrar yükselerek 18°'ye ulaşmaktadır.

9,98 km uzunluğa sahip olan Köy Deresi, genel olarak düz kanal paterni göstermektedir. Akarsuyun tali kollarında da hâkim kanal paterni, düz kanal paternidir.

Mansap ve kaynak kesimi arasında 1080 m'lik bir seviye farkı olan Köy Deresi'ne ait akarsu boyuna profili özellikle orta kesiminde konkav bir uzanışa göstermektedir (Şekil 26a). Profil üzerinde eğim kırıkları ve diklikler dikkat çekmektedir. 550 m seviyesinden itibaren konveks bir uzanış gösteren profil kaynak kesiminde oldukça dikleşmektedir. 550 m'de görülen bu eğim kırığına kadar düz bir uzanış gösteren SL profilinin litolojide herhangi bir değişiklik olmaksızın burada yükselmesi havzanın bu kesiminde aktif bir yükselmeye koşut olarak derine doğru aşındırmanın etkinliğini göstermektedir. Köy Deresi'ne ait enine vadi profillerinde özellikle sağ vadi yamaçlarında havzada tektonizmaya bağlı olarak gerçekleşmiş olan

genleşmenin izleri mevcuttur. 3 ve 4 numaralı enine vadi profillerinde sağ vadi yamacında görülen topografik diskordanslar havzadaki bu genleşmenin izlerini yansıtmaktadır. Havzanın aşağı kesimlerinde akarsuyun sol vadi yamacında görülen asılı vadiler de havzada tektoniğe bağlı olarak taban seviyesinde bir değişikliğin gerçekleştiğini göstermektedir. Köy Deresi'nin hesaplanan akarsu konkavlık indeksi (SCI 0,18) de genç bir akarsuya işaret etmektedir (Şekil 26c).

Ağız kesiminde düz, akarsuyun mecrasının ortalarında inişli çıkışlı bir uzanış gösteren SL profili, kaynak kesimine doğru yükselmekte ve pik yapmaktadır. SL profilinin burada en yüksek değere ulaşması eğim artışına bağlı olarak akarsuyun gücünün artması ile ilişkilidir.

Mansaptan kaynağa doğru Köy Deresi üzerinde 4 lokaliteden alınan enine vadi profilleri kullanılarak hesaplanan Vf değerleri mansaptan kaynağa doğru sırasıyla 0,85, 0,23, 0,08 ve 0,04 şeklindedir (Şekil 26b). Bu değerler havzanın aktif olarak yükseldiğini ve Köy Deresi'nin vadisini bu yükselmeye koşut olarak dar ve derin bir şekilde yardığını göstermektedir. Akarsu enine vadi profilleri de bu yarılmının kaynağa doğru gidildikçe arttığını açıkça göstermektedir.

Akarsu boyuna profili ve sırt profilinin karşılaştırılması ile hesaplanan maksimum yarılm 605 m gibi yüksek bir değer göstermektedir. Bu değer aynı zamanda çalışma sahası içinde analizi yapılan 34 akarsu havzası arasında elde edilen en yüksek yarılm derecesidir. Havzadaki aktif yarılmaya kanıt teşkil eden bu değere yaklaşık olarak havzanın ortalarında erişilmektedir. Köy Deresi'ne ait hazırlanan minimum havza yarılmı haritasında da bu durumu görmek mümkündür (Şekil 26d). En yüksek yarılm değerine 650 m ile yine akarsuyun orta çığırında erişilmektedir. Havzadaki en düşük yarılm derecesi özellikle havzanın kuzeybatısında görülmektedir.

Kuzey Ana Alt Havzası içinde yüzölçüm bakımından en büyük havza olmasına, oldukça derin bir şekilde yarılmış vadisine ve havzadan aşınan minimum kütle hacminin $5,34 \text{ km}^3$ gibi yüksek bir değer göstermesine karşın Köy Deresi'nin ağız kesiminde alansal bakımdan çok dar, ince bir birikinti yelpazesi yer almaktadır. Hemen batısında yer alan ve yüzölçüm olarak Köy Deresi Havzası'ndan çok daha küçük bir havzaya sahip olan ($5,73 \text{ km}^2$) Beyciler Deresi'nin ağız kesiminde ise daha

geniş bir birikinti yelpazesi gelişmiştir. İki havza arasındaki bu tezat durum, Köy Deresi'nde vadi eğim değerlerinin daha yüksek olması ve ana akarsu olan Mudurnu Çayı'nın bu kesimde dar bir vadi içinde yüksek enerjiyle akması neticesinde taşınan sedimentin depolanma imkânı bulamadan ortamdaki uzaklaştırılması ile ilişkili olmalıdır.



a.9. Kara Dere Havzası

Ortalama yükseltisi 915 m olan ve KKD–GGB doğrultusunda bir uzanışa sahip olan Kara Dere Havzası'nın hipsometrik integral değeri 0,52'dir. "S" şekilli bir hipsometrik eğriye sahip olan havzada eğri özellikle aşağı kesimlerde konveks, yukarı kesimlerde ise konkav bir şekilde uzanır (Şekil 27c). Bu hipsometrik analizlere dayalı olarak havzanın gençlik aşamasını tamamlamamış bir havza karakteri yansıttığı söylenebilir.

Eğim değerlerinin 0–57° arasında değiştiği Kara Dere Havzası'nda, en yüksek eğim değerlerine özellikle akarsuyun ağız kesimi ve çevresinde, mecrasının orta kesimlerinde sağ vadi yamacında ve akarsuya doğudan katılan Molla Dere'nin sol vadi yamacında erişilmektedir. Talveg hattının ortalama eğim değeri 11° olan Kara Dere'de en yüksek vadi eğimi ise 13° ile akarsuyun mansaptan kaynağa doğru 3. km'sinde görülmektedir.

Havzada büyük oranda sola doğru bir asimetri (AF 71,21) söz konusudur. Bu asimetri durumu havzanın yukarı kesimlerine doğru daha fazladır. KKD–GGB yönlü bir akışa sahip olan akarsu 430 m seviyelerinde önce güneydoğuya doğru yönelmekte ve ardından güneybatıya doğru içbükey bir kavis yaparak, KB–GD doğrultusunda ana vadi olan Mudurnu Çayı'na katılmaktadır. Kara Dere, havzasının yukarı kesimlerinde Akçay Metamorfileri ile İznik Metamorfileri arasındaki tektonik dokanağı, 650–700 m seviyeleri arasında ise Almacık Ofiyolit Topluluğu ile İznik Metamorfileri arasındaki tektonik dokanağı takip etmektedir. Havzada sola doğru görülen asimetri üzerinde, akarsuyun kaynaktan ağıza doğru olan akışı boyunca büyük oranda bu tektonik dokanakların oluşturduğu zayıflık zonlarını takip etmesi de etkili olmuştur.

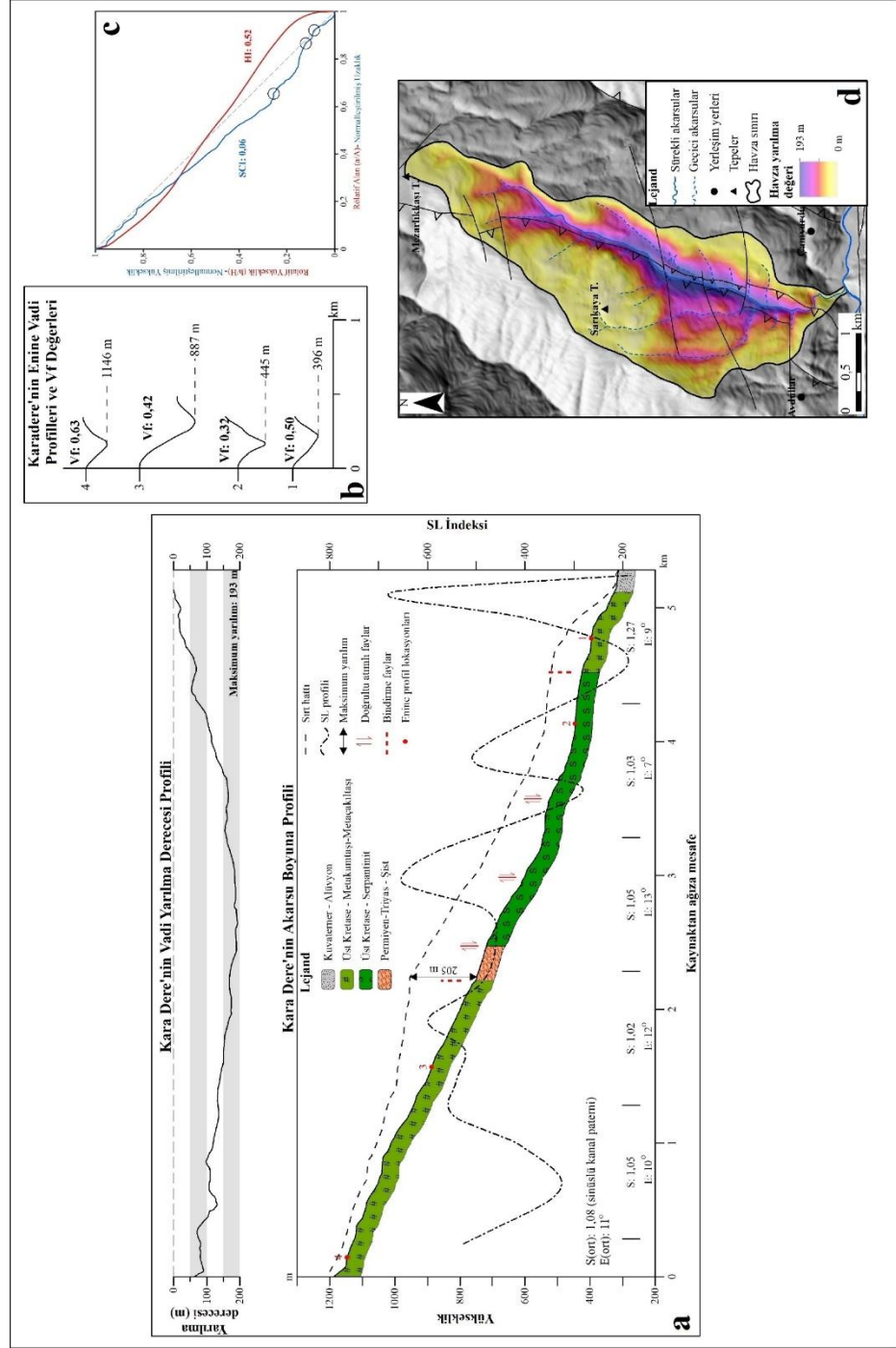
Genel olarak sinüslü kanal paternine sahip olan akarsu, ağız kesiminde menderesli kanal paterni göstermektedir. Kanal paternindeki bu durum akarsuyun bu kesimde sağ yanal olarak ötelenmesine bağlı olarak kanal uzunluğunun artması ile ilişkilidir. Zira akarsuyun ağız kesiminde 350 m seviyelerinde akarsu boyuna profili üzerinde bir eğim kırığı ve 50 m'lik bir diklik görülmektedir. Bu kesimde Kara Dere, 100 m kadar sağ yanal olarak ötelenmiştir. Akarsudaki bu ötelenme düşey bileşene de sahip olan dekstral doğrultu atımlı bir faya bağlı olarak gelişmiştir. Burada SL

profilinin de pik yapması akarsuyun ağız kesiminde tektoniğe bağılı olarak gerçekleşen bir gençleşmenin varlığına işaret etmektedir. Konveks bir boyuna profile sahip olan akarsuyun neotektonik hareketlerden önemli oranda etkilendiğı görölmektedir (şekil 27a). Akarsu boyuna profili gibi, Kara Dere'ye ait akarsu konkavlık indeksi (SCI 0,06) de genç bir akarsu karakterini yansıtmaktadır (şekil 27c).

Kara Dere üzerinde 4 ayrı lokaliteden alınan enine vadi profillerinden elde edilen Vf değerleri mansaptan kaynağa doğru sırasıyla 0,50, 0,32, 0,42 ve 0,63'tür (şekil 27b). Bu değerlere göre Kara Dere, vadisini dar ve derin bir şekilde yarmış, "V" Şekilli, genç bir vadi karakteri göstermektedir.

KKD–GGB doğrultulu bindirme faylar ile D–B ve KD–GB uzanımlı doğrultu atımlı faylarla çokça parçalanmış olan bu havzada yarıma derecesi havzanın aşağı kesimlerinde daha fazladır. Minimum havza yarıımı haritasında da göröldüğü gibi en yüksek değer 193 m'dir (şekil 27d). Akarsuyun vadisini yarma derecesi, akarsu boyuna profili ile sırt profilinin çakıştırılması ile yapılan hesaplamaya göre ise 205 m'dir.

Şekil 27a. Kara Dere'nin akarsu boyunca ve vadi yarılma derecesi profilleri. **b.** Kara Dere'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Kara Dere Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Kara Dere'nin SCI profili (SCI profili üzerindeki siyah kırıkları eğim kırıklarını göstermektedir). **d.** Kara Dere Havzası'nın minimum havza yarılma haritası.



a.10. Çamyurdu Deresi Havzası

8,14 km uzunluğa sahip olan Çamyurdu Deresi genel olarak KD–GB istikametinde bir vadi yönelimine sahiptir. 10,84 km² yüzölçümüne sahip olan Çamyurdu Deresi Havzası ile ilgili olarak ilk bakışta dikkat çeken özelliklerden birini havzanın şekli oluşturmaktadır. İnce, uzun bir havza olması yanında akarsuyun aşağı mecrasında ağız kesimi yakınında havzada sağ yönlü bir ötelenmenin söz konusu olduğu çok açık bir şekilde görülmektedir. Burada Çamyurdu Deresi sağ yanal olarak yaklaşık 510 m kadar ötelenmiştir. Akarsuyun sol vadi yamacında yer alan eski adıyla Yürse yeni adıyla Çamyurdu yerleşmesi Mudurnu Çayı'nın taraçası üzerinde kurulmuştur. Taraçanın güney sınırını Mudurnu Çayı'nın salınımları sırasında oluşturduğu bir menderes yeniği meydana getirmektedir. 180 m'lik bir yüksekliğe sahip olan bu menderes yeniği, küçük bir süreksiz dere tarafından yarılmıştır.

Mansap kesimindeki ötelenmenin yanı sıra Çamçakaş Tepe'nin batısında, 600–650 m seviyeleri arasında akarsuda bir ötelenme daha söz konusudur. Bu kesimde Çamyurdu Deresi yaklaşık olarak 640 m kadar ötelenmiştir. Ayrıca burada bir kapma olayı da gerçekleşmiştir. Çamyurdu Deresi vadisini geriye doğru aşındırmasına bağlı olarak, Çamçakaş Tepe'nin hemen kuzeyinde doğuya doğru akan Cehennem Deresi'ni kendisine bağlamıştır. Çamçakaş Tepe'nin kuzeyinde yer alan kuru vadi, Cehennem Deresi'nin eski yatağına karşılık gelmektedir.

Havzada dikkat çeken diğer bir özellik havzada görülen asimetridir. Çamyurdu Deresi Havzası büyük oranda sola doğru (AF 76,64) tiltlenmiştir. Havzada bu asimetriye çok açık bir kanıt da Çamyurdu Deresi'ne sağ taraftan katılan tali kollarin daha fazla ve daha uzun olmasıdır. Kaynak kesimi yakınındaki kol hariç, akarsu sol taraftan hiçbir tali kol almamaktadır.

Litolojisinin %80'ini Akçay Metamorfileri'nin metakumtaşı–metaçakıltası–metapelitlerinin oluşturduğu havzada akarsu kimi yerlerde bir tektonik dokanağı takip etmektedir. Bu tektonik dokanak Akçay Metamorfileri ile Almacık Ofiyolit Topluluğu arasındaki yüksek açılı bir bindirme faydır. Çamyurdu Deresi kaynak kesimi yakınında ve mecrasının orta kesimlerinde zaman zaman bu faya bağlı olarak oluşan zayıflık zonunu takip etmektedir.

Mudurnu Çayı Kuzey Ana Alt Havzası içinde en yüksek hipsometrik integral değerine sahip olan (HI 0,63) havzanın çizilen hipsometrik eğrisi konveks bir profil sunmaktadır (Şekil 28c). Bu yönüyle Çamyurdu Deresi Havzası, Mudurnu Çayı'nın kuzeyinde analizi yapılan akarsu havzaları içinde en geç havzadır. Çamyurdu Deresi'nin konveks ve kırıklı bir boyuna profile sahip olmasının yanı sıra hesaplanan akarsu konkavlık indeksinin de 0,03 (Şekil 28c) gibi çok düşük bir değer göstermesi bu görüşü desteklemektedir. Aynı zamanda akarsu üzerinde 6 farklı lokaliteden alınan enine vadi profilleri ve hesaplanan Vf değerleri vadisini dar ve derin bir şekilde yarmış, "V" şekilli genç bir vadi karakterini yansıtmaktadırlar (Şekil 28b). Kimi yerlerde konveks yamaç profili gösteren Çamyurdu Deresi Vadisi'nde topografik diskordanslar da dikkat çekmektedir. 3 numaralı enine vadi profilinde sağ vadi yamacında, 4 numaralı enine vadi profilinde ise her iki vadi yamacında bu uyumsuzlukları görmek mümkündür. Eski vadi formlarına işaret eden bu uyumsuzluklar tektoniğe bağlı olarak taban seviyesinde meydana gelen değişikliklerle ilişkilidir.

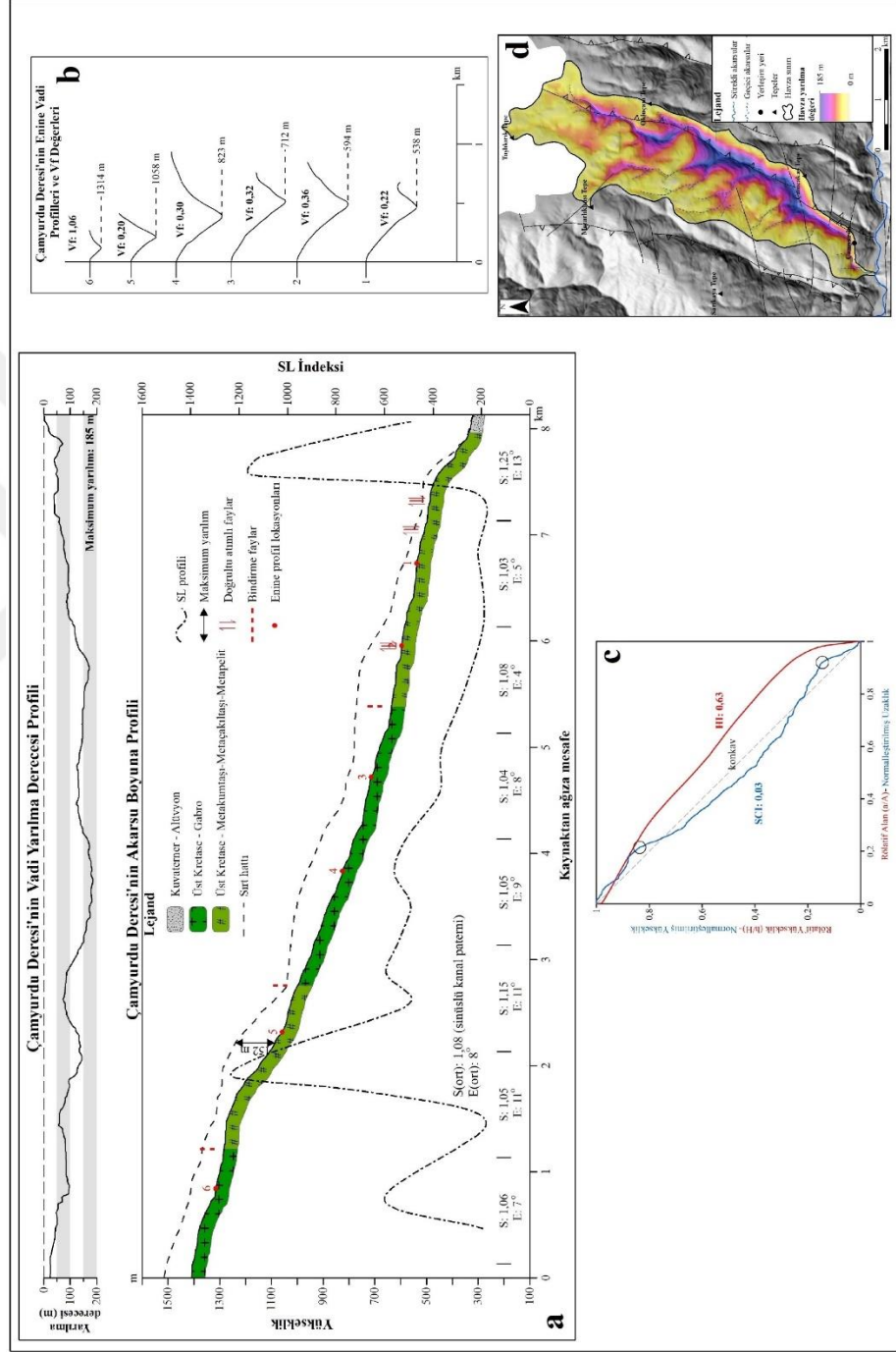
Havzada en yüksek eğim değerleri akarsuyun ağız kesiminde ve vadi yamaçlarında, en düşük eğim değerleri ise havzanın batısında su bölümü yakınında ve havzanın yukarı kesiminde görülmektedir.

Talveg hattının ortalama eğim değeri 8° iken, en yüksek eğim değeri 13° ile akarsuyun ağız kesiminde görülmektedir (Şekil 28a). Bu durum yukarıda da bahsedilmiş olan akarsuyun ötelenmesine neden olan faylanmayla ilişkilidir. Burada akarsuyu D-B yönünde kesen doğrultu atımlı bir faya (eski adıyla Yürse Fayı) bağlı olarak Çamyurdu Deresi sağ yanal olarak ötelenmiştir. Bu ötelenmenin bir sonucu olarak da genel olarak sinüslü kanal paternine sahip olan Çamyurdu Deresi bu kesimde menderesli kanal paternini yansıtmaktadır. Aynı zamanda akarsuyun ağız kesiminde eğim değerindeki ani artış ve akarsu boyuna profilinde bu kesimde görülen eğim kırığı ve yaklaşık 150 m'lik diklik, bu doğrultu atımlı fayın düşey bileşeni de olan oblik bir fay olduğunu göstermektedir. Litolojide herhangi bir değişiklik olmamasına karşın Çamyurdu Deresi'ne ait SL indeksinin burada en yüksek değere ulaşması da tektonizmanın bu kesimde aktif olduğuna kanıt oluşturmaktadır. SL profilinin en yüksek değere ulaştığı ikinci lokasyon ilkinde olduğu gibi Akçay Metamorfileri üzerindedir. Burada akarsu boyuna profilinin konveks bir uzanışa sahip olması,

havzanın bu kesiminde bir gençleşmenin gerçekleşmiş olabileceğini göstermektedir. 5 numaralı enine vadi profili SL profilinin en yüksek olduğu bu ikinci noktadan ve aynı zamanda boyuna profile de görüldüğü gibi vadi eğiminin arttığı kesimden alınmıştır. Bu enine vadi profilinden alınan Vf değeri, hesaplaması yapılan 6 lokasyon arasından en düşük değere sahip olmaktadır. Bu durum vadinin bu kesiminde aktif bir yükselmenin ve buna bağlı olarak gelişen derine doğru aşındırmanın varlığını göstermektedir.

Akarsu boyuna profili ve sırt profilinin karşılaştırılması ile hesaplanan maksimum vadi yarıma derecesi 152 m'dir ve bu değere akarsuyun yukarı çıkışında erişilmektedir. Minimum havza yarıma metoduna göre ise havzada ölçülen en yüksek yarıma derecesi 185 m'dir ve bu değer akarsuyun orta çıkışında görülmektedir (Şekil 28d).

Şekil 28a. Çamyurdu Deresi akarsu boyunca ve vadi yarılma derecesi profilleri. **b.** Çamyurdu Deresi enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Çamyurdu Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Çamyurdu Deresi'nin SCI profili (SCI profili üzerindeki siyah daireler önemli eğim kırıklarını göstermektedir). **d.** Çamyurdu Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.



a.11. Kurşunlu Deresi Havzası

8,65 km² yüzölçümüne sahip olan havzanın litolojisinin %97'sini Almacık Ofiyolit Topluluğu'na ait kayalar oluşturmaktadır. K–G doğrultusunda uzun eksen 6 km olan havzanın hipsometrik integral değeri 0,53'tür. “S” şekilli bir hipsometrik eğriye sahip olan havzada, eğri havzanın aşağı kesimlerinde konkav, yukarı kesimlerinde ise konvektir (Şekil 29c).

6,57 km uzunluğa sahip olan Kurşunlu Deresi, genel akış yönü olan K–G doğrultusundan iki yerde sapmaktadır. Akarsu 740 m seviyesinde önce güneydoğuya doğru yönelmekte ardından 650 m seviyesinde tekrar akış yönünü doğuya doğru değiştirerek 330 m kadar B–D istikametinde aktıktan sonra güneye dönmekte ve K–G doğrultusunda 400 m seviyelerinde Mudurnu Çayı'na katılmaktadır.

Simetrik (AF 50,97) bir havza karakteri gösteren Kurşunlu Deresi Havzası'nda eğim değerleri 0–47° arasında değişmektedir. En yüksek eğim değerleri vadi yamaçlarında, en düşük eğim değerleri ise akarsuyun mansap kesimi ile havzanın yukarı kesiminde platoluk sahada görülmektedir. Ortalama vadi eğiminin 10° olduğu Kurşunlu Deresi Vadisi'nde eğim değerleri akarsuyun ağız kesiminden kaynak kesimine doğru artmakta ve 16°'ye ulaşmaktadır.

Mansap ile kaynak kesimi arasında 1069 m seviye farkı bulunan Kurşunlu Deresi'ne ait boyuna profil akarsuyun aşağı mecrasında konkav, orta mecrasında konveks ve yukarı mecrasında tekrar konkav bir görünüme sahiptir (Şekil 29a). Profil kaynak kesimine doğru çok dikleşmektedir. İnişli–çıkışlı bir uzanışa sahip olan SL profili de akarsuyun kaynak kesimine doğru yükselmektedir.

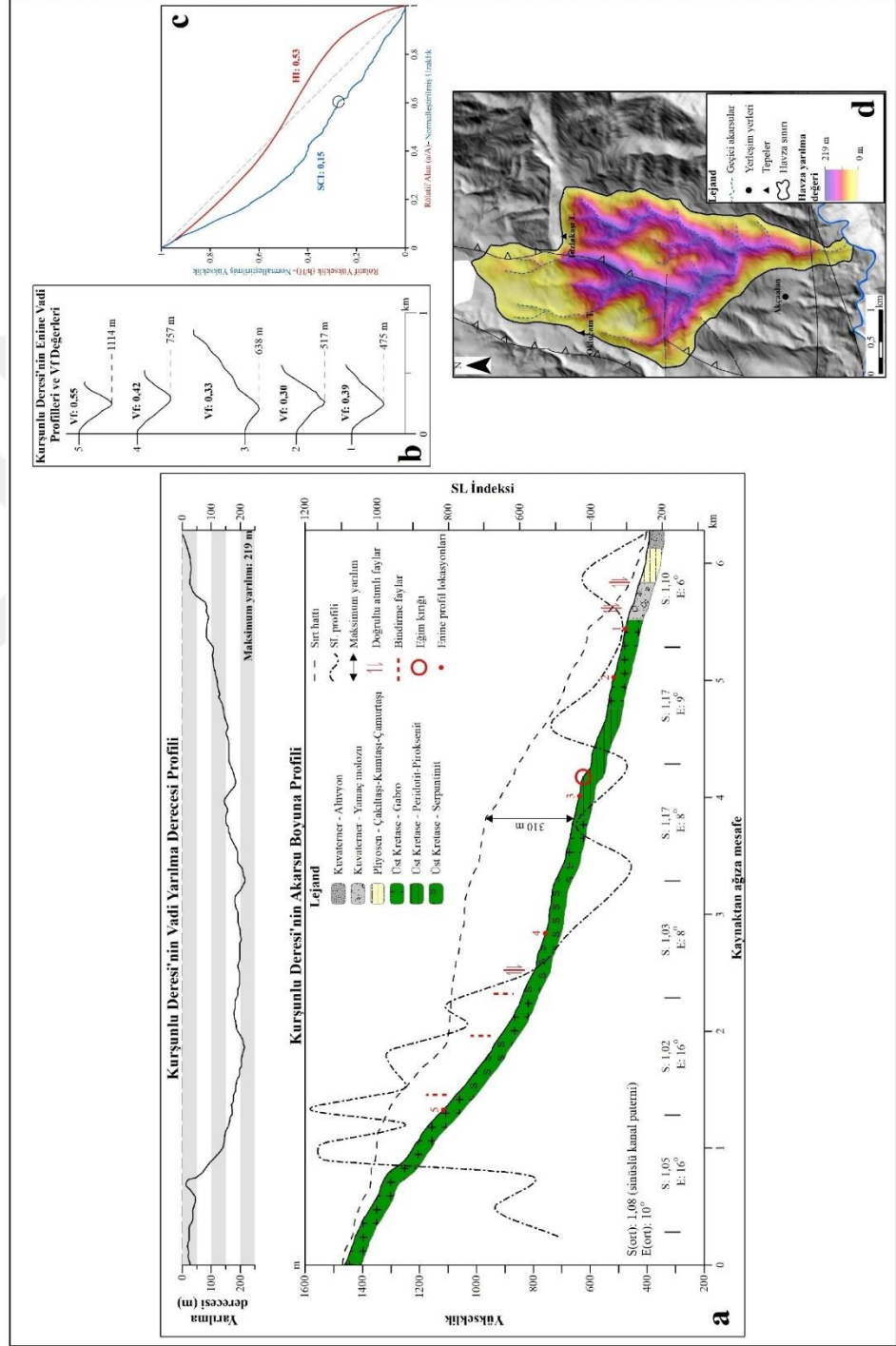
Kurşunlu Deresi üzerinde 5 farklı lokasyondan alınan enine vadi profillerinden hesaplanan Vf değerleri ağızdan kaynağa doğru sırasıyla 0,39, 0,30, 0,33, 0,42 ve 0,55'dir (Şekil 29b). Enine vadi profillerinde de görüldüğü gibi “V” şekilli çentik vadi karakteri gösteren ve akarsu konkavlık indeksi 0,15 (Şekil 28c) olan Kurşunlu Deresi bu yönüyle genç bir akarsuyu karakterize etmektedir.

Akarsuyun vadisini yarma derecesi sırt ve boyuna profillerin karşılaştırılması ile yapılan hesaplama göre 310 m'dir. Minimum havza yarılımı metoduna göre ise havzadaki maksimum yarılma derecesi 219 m'dir. Yarılma derecesinin en fazla olduğu

yerler havzanın orta kesimi, en az olduğu yerler ise havzanın yukarı kesimidir (Şekil 29d).



Şekil 29a. Kurşunlu Deresi'nin akarsu boyunca ve vadi yarılma derecesi profilleri. **b.** Kurşunlu Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Kurşunlu Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Kurşunlu Deresi'nin SCI profili (SCI profili üzerindeki siyah daire önemli eğim kırılımı göstermektedir). **d.** Kurşunlu Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.



a.12. Bekdemirler Deresi Havzası

6,6 km uzunluğunda olan Bekdemirler Deresi, kollarıyla birlikte 14,25 km²'lik bir alanı drene etmektedir. Ortalama yükseltisi 1087 m olan ve K–G doğrultusunda uzanan havzanın litolojisinin büyük bölümünü Almacık Ofiyolit Topluluğu'nun kayaları oluşturmaktadır. Hipsometrik integral değeri 0,53 olan havzanın, hipsometrik eğrisi ise “S” şekilli bir profile sahiptir (Şekil 30c).

Aşağı kesimlerinde oldukça dar olan ve kuzeye doğru genişleyen havzada, drenaj sistemindeki asimetri çok açık bir şekilde görülmektedir. Bekdemirler Deresi büyük oranda doğuya doğru kaymıştır. Havzadaki sola doğru tiltlenmeden kaynaklanan bu asimetri havzaya uygulanan asimetri faktörü (AF 76,30) indeksinde de görülmektedir.

Havzada eğimin 10° ve altında olduğu alanlar Bekdemirler yerleşimi ve çevresi ile havzanın kuzeybatısındadır. Eğimin 30°'nin üzerinde olduğu yerler ise havzanın kuzey kesimleri, Bekdemirler Deresi'nin vadi yamaçları özellikle de sol vadi yamaçları ile Bekdemirler yerleşiminin ortasından geçen yan kolun oluşturduğu vadinin yukarı kesimleridir.

Ağız kesiminde 4° olan vadi eğimi kaynağa doğru düzenli bir şekilde artarken, kaynak kesiminde vadi eğimi çok artarak 23°'ye ulaşmaktadır. Vadi eğimindeki bu artış Bekdemirler Deresi'ne ait SL profilinde de bu kesimde keskin bir yükseliş ile kendini göstermektedir.

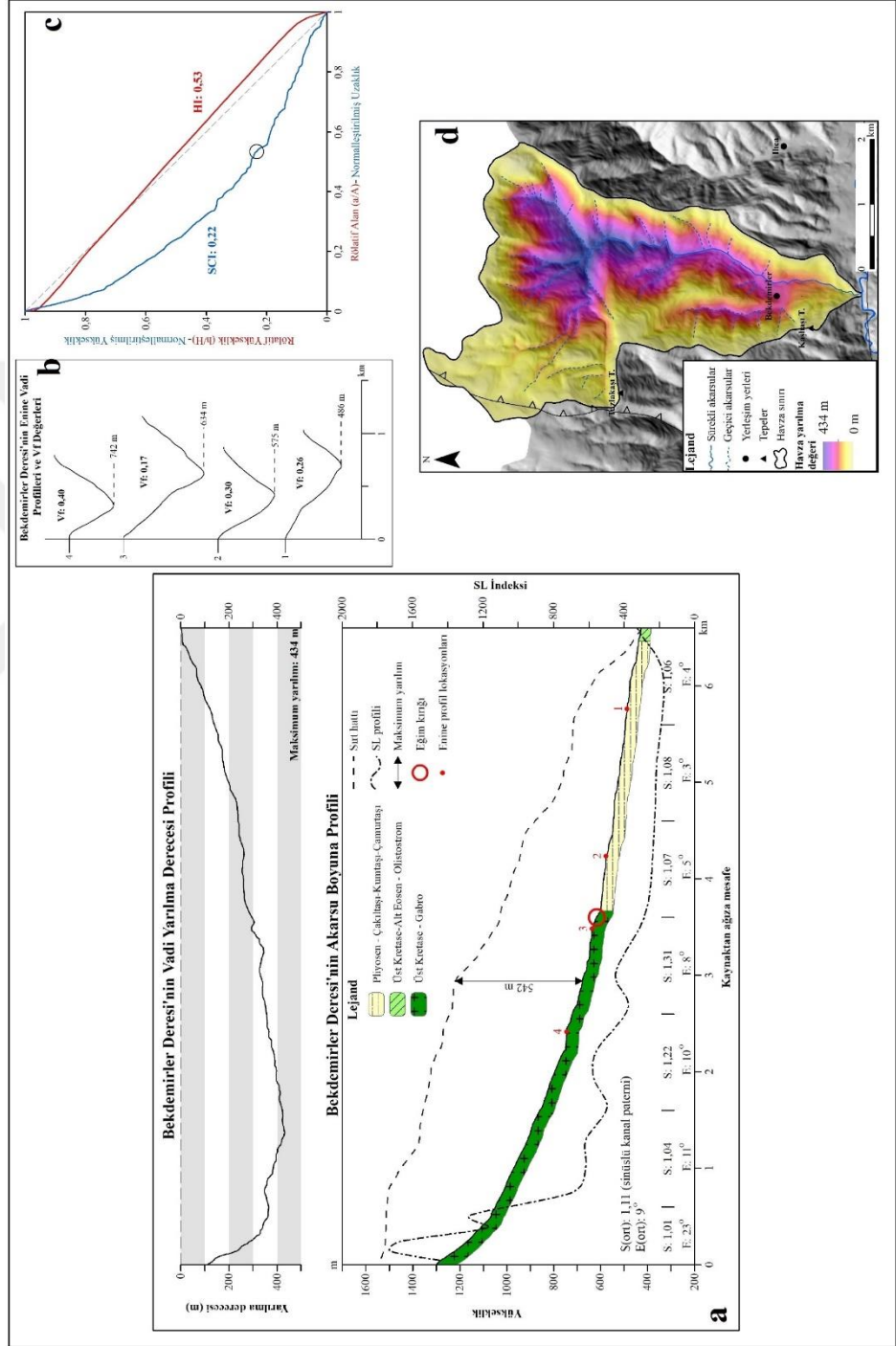
Konkav bir boyuna profile sahip olan (Şekil 30a) ve akarsu konkavlık indeksi 0,22 (Şekil 29c) olarak hesaplanan Bekdemirler Deresi, bu yönüyle olgun bir akarsu karakteri göstermesine karşın, boyuna profil üzerinde eğim kırıkları görülmektedir. Genel olarak yayvan “V” şekilli vadi tipini karakterize eden enine vadi profillerinde topografik diskordanslar da dikkat çekmektedir. Özellikle 1 ve 3 numaralı vadi profillerinde bu uyumsuzlukları görmek mümkündür (Şekil 30b). Enine vadi profillerinden hesaplanan Vf değerleri ağızdan kaynağa doğru sırasıyla 0,26, 0,30, 0,17 ve 0,40'tır. Bu değerler de genç bir vadi karakterini yansıtmaktadırlar.

Almacık Dağı'nın zirvelerinden kaynağını alan Bekdemirler Deresi'nin vadi yönelimi çok genel olarak K–G şeklindedir. Ancak detayda akarsu salınımlar ve

büklümler yapmaktadır. Bu durum akarsuyun kanal paternine de yansımıştır. Genel olarak sinüslü kanal paternine sahip olan akarsu ağızdan kaynağa doğru 4. km’inde menderesli kanal paterni göstermektedir. Yine ağızdan kaynağa doğru 5. km’inde akarsuyun yaptığı salınımlara bağlı olarak sinüzite değeri ortalama değerin (1,22) üzerindedir. Buradan itibaren kaynağına kadar Bekdemirler Deresi düz kanal paterni özellikleri gösterir. Akarsuyun yan kollarında hâkim olan kanal paterni ise yine düz kanal paternidir.

Akarsu boyuna profili ve sırt profilinin çakıştırılması ile hesaplanan maksimum vadi yarıлма derecesi 542 m’dir ve bu değere akarsuyun orta çığırında erişilmektedir. Minimum havza yarıلمı haritasında da görüldüğü gibi havzadaki en yüksek yarıлма derecesi akarsuyun yukarı çığırındadır ve maksimum değer 434 m’dir. En düşük yarıлма derecesi ise havzanın batısında, özellikle de kuzeybatısında görülmektedir (Şekil 30d). Havzadan aşınan minimum kütle hacmi ise 1,77 km³tür.

Şekil 30a. Bekdemirler Deresi'nin akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. **b.** Bekdemirler Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Bekdemirler Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Bekdemirler Deresi'nin SCI profili (SCI profili üzerindeki siyah daire önemli eğim kırılımı göstermektedir). **d.** Bekdemirler Deresi Havzası'nın minimum havza varılı mı haritası.



a.13. Ilıca Dere Havzası

Ilıca Dere, kollarıyla birlikte 8,08 km²'lik bir alanı drene etmektedir. Ortalama yükseltisi 923 m olan Ilıca Dere Havzası'nın litolojisinin büyük bir kısmını Almacık Ofiyolit Topluluğu'na ait gabrolar oluşturmaktadır. Hipsometrik integral değeri 0,45 olarak hesaplanan havzanın çizilen hipsometrik eğrisi konkav bir profile sahiptir (Şekil 31c).

Havzaya uygulanan asimetri faktörü indeksine (AF 48,01) göre genel olarak havzada bir simetri söz konusudur. Ancak bu simetri durumu detayda çok az bir farkla değişiklik göstermektedir. Havzanın özellikle yukarı kesimlerinde görülen simetri durumu, havzanın orta kesimine doğru değişmekte ve akarsuyun, havzası içinde daha çok sağa doğru kaydığı görülmektedir.

Kaynaktan Sarıçam Tepe'nin güneybatısına kadar KD-GB doğrultusunda akan akarsu, buradan itibaren yönünü KB-GD'ya döndürmekte ve mansap kesimi yakınında ana akarsu olan Mudurnu Çayı'na katılmadan önce 200 m kadar sağ yönlü ötelenmektedir.

Eğim değerlerinin 0-53° arasında değiştiği havzada en az eğimler Ilıca Dere'nin vadi tabanında ve ağız kesimindeki birikinti yelpazesi görülmektedir. Eğim değerlerinin en yüksek olduğu yerler ise akarsuyun yukarı kesimlerinde vadi yamaçlarıdır.

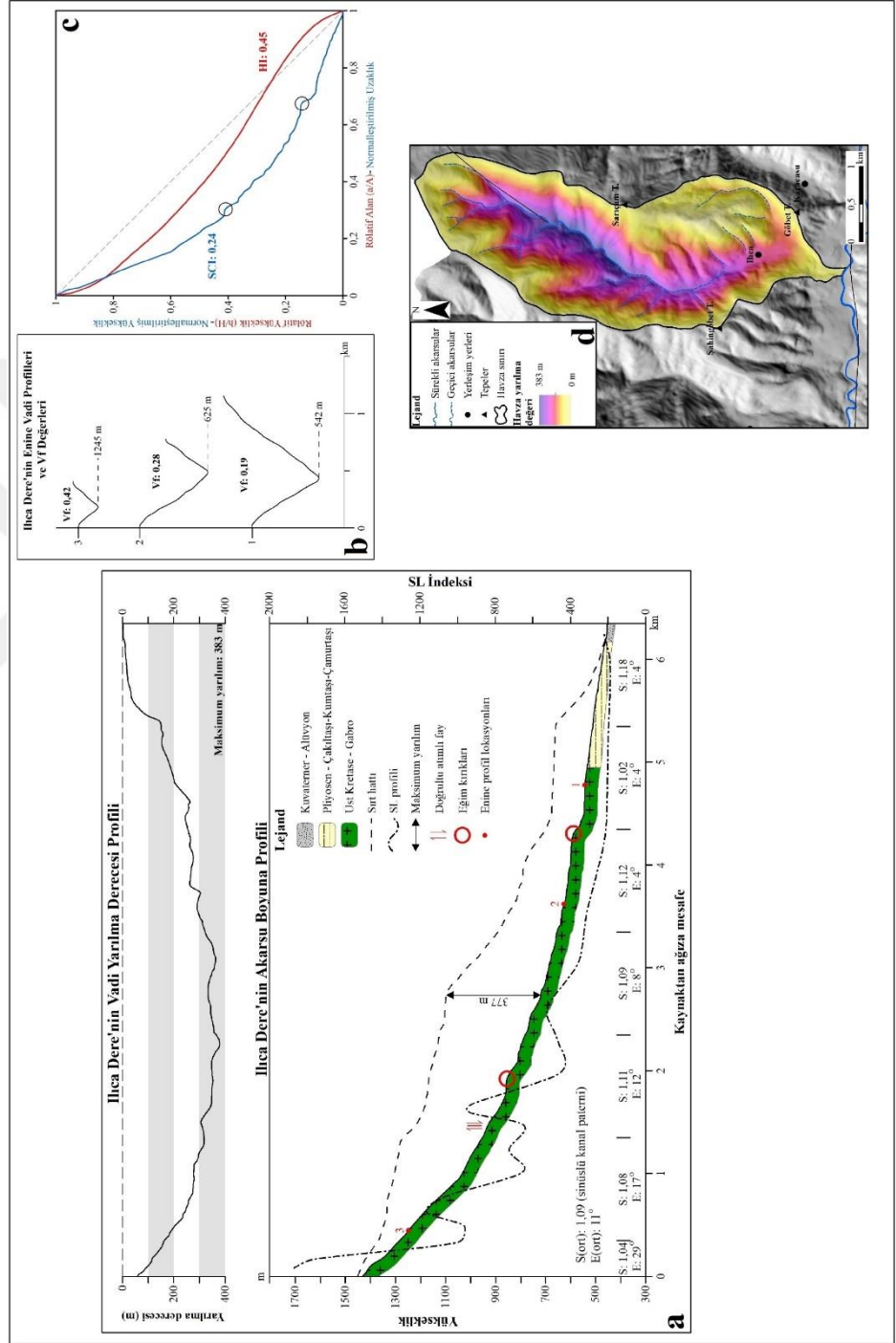
Aşağı mecrasında 4° olan vadi eğimi, akarsuyun mansaptan kaynağa doğru 3. km'sinde iki katına çıkmakta ve kaynak kesiminde 29° gibi yüksek bir değere erişmektedir. Genel olarak sinüslü kanal paternine sahip olan Ilıca Dere'nin yan kollarında hâkim olan kanal paterni, düz kanal paternidir.

Mansap ve kaynak kesimi arasında 978 m seviye farkı olan Ilıca Dere, konkav bir boyuna profile sahiptir (Şekil 31a). Akarsuyun kaynak kesimine doğru çok dikleşen profil üzerinde eğim kırıklıkları dikkat çekmektedir. 550 m'de görülen eğim kırığı ve 40 m'lik diklik ile 850 m seviyesindeki eğim kırığı ve 40 m'lik diklik en önemlileridir. SL profilinin akarsuyun aşağı mecrasında düze yakın uzanışa sahipken, akarsuyun kaynak kesimine doğru yükseldiği görülmektedir.

Ilıca Dere üzerinden 3 farklı lokasyondan alınan enine vadi profillerinden hesaplanan Vf değerleri, mansaptan kaynağa doğru sırasıyla 0,19, 0,28 ve 0,42'dir (Şekil 31b). Bu değerler her ne kadar genç bir vadi karakterini yansıtsa da Ilıca Dere'nin konkav bir boyuna profile sahip olması ve akarsu konkavlık indeksinin de 0,24 (Şekil 31c) gibi değer göstermesinin yanı sıra havzanın hipsometrik analizleri de göz önüne alındığında, Ilıca Dere Havzası morfolojik evrimin gençlik ve olgunluk arasında yer aldığı görülmektedir.

Akarsuyun vadisini yarma derecesi sırt ve boyuna profillerin karşılaştırılması ile yapılan hesaplama göre 377 m'dir. Bu yarıma derecesine akarsuyun orta çığırında erişilmektedir. Minimum havza yarıımı metoduna göre havzadaki yarıma derecesi maksimum 383 m'dir (Şekil 31d).

Şekil 31a. Ilıca Dere'nin akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri **b.** Ilıca Dere'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Ilıca Dere Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Ilıca Dere'nin SCI profili (SCI profili üzerindeki siyah daireler önemli eğim kırıklarını göstermektedir). **d.** Ilıca Dere Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.



a.14. Karacasu Deresi Havzası

Ortalama yükseltisi 1028 m olan Karacasu Deresi Havzası, KKD–GGB doğrultusunda uzanmaktadır. 14,53 km² yüzölçümüne sahip olan havzanın litolojisini, akarsuyun aşağı mecrasında vadi tabanında depolanmış genç yelpaze çökelleri dışında, Almacık Ofiyolit Topluluğu içinde yer alan gabrolar oluşturmaktadır. Hipsometrik integral değeri 0,52 olan havzanın hipsometrik eğrisi “S” şekilli bir profile sahiptir (Şekil 32c). Eğri havzanın aşağı kesiminde konveks, yukarı kesiminde ise konkav bir uzanış göstermektedir.

Eğim değerlerinin 0–52° arasında değiştiği havzada en düşük eğim değerleri akarsuyun aşağı mecrasında vadi tabanında ve özellikle havzanın kuzeybatısında sırt hatları üzerinde, en yüksek eğim değerleri ise vadi yamaçlarında görülmektedir. Vadi eğim değerinin ortalama 9° olduğu Karacasu Deresi’nde genel olarak sinüslü kanal paterni hakimdir.

Karacasu Deresi Havzası, Kuzey Ana Alt Havzaları içinde akarsu yoğunluğu (Ds 1,39) ve vadi yoğunluğu (Dv 4,49) arasındaki farkın en fazla (3,10) olduğu havzadır.

Karacasu Deresi’ne ait akarsu boyuna profili konkav bir uzanışa sahiptir (Şekil 32a). Profil özellikle akarsuyun kaynak kesiminde dik bir uzanış göstermektedir. Akarsuya ait SL profili de boyuna profil ile tam bir uyumluluk göstermektedir. Kaynak kesimine doğru artan vadi eğimi, dolayısıyla artan akarsu gücüne paralel SL değerleri de yükselmektedir.

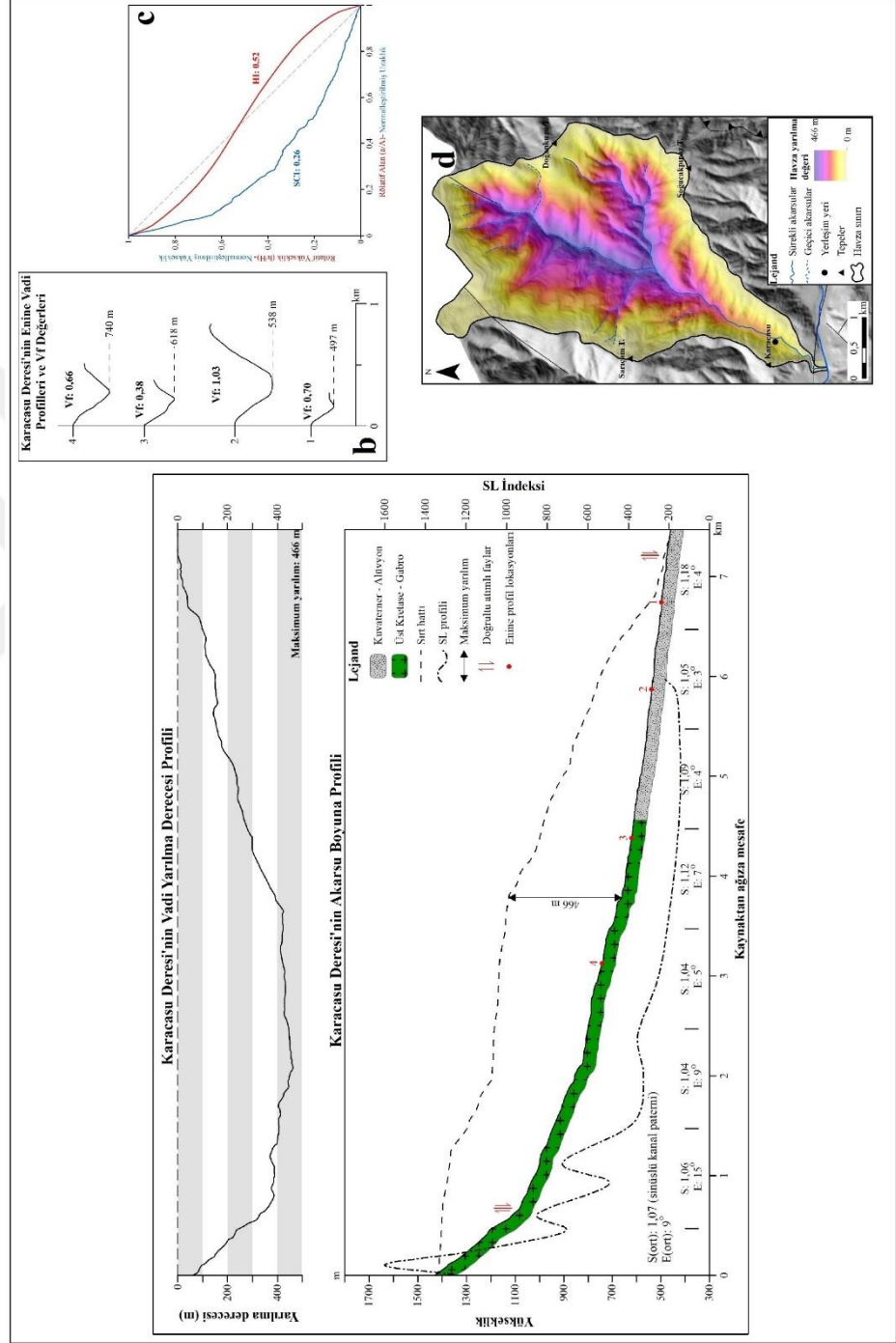
Akarsu üzerinden 4 lokasyondan alınan enine vadi profillerinden hesaplanan Vf değerleri mansaptan kaynağa doğru sırasıyla 0,70, 1,03, 0,38 ve 0,66’dır (Şekil 32b). Enine vadi profillerine göre mansap kesiminde olgun bir vadi karakteri gösteren Karacasu Deresi, kaynak kesimine doğru daha genç bir vadi karakterini yansıtır.

Karacasu Deresi’nde maksimum vadi yarıлма derecesi, sırt ve akarsu boyuna profillerin karşılaştırılması ile yapılan hesaplama göre 466 m’dir. Havzadaki yarıлма derecesini ortaya koyabilmek için uygulanan minimum havza yarıلمayı yöntemine göre maksimum yarıлма derecesi, profillerden elde edilen değerle aynı, 466 m’dir (Şekil

32d). Havzadan aşınan minimum kütle hacmi ise 2,41 km³'tür. Bu değer Kuzey Ana Alt Havzası içinde Köy Deresi Havzası'ndan sonra en yüksek 2. değerdir.



Şekil 32a. Karacasu Deresi'nin akarsu boyunca ve vadi yarılma derecesi profilleri. **b.** Karacasu Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Karacasu Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Karacasu Deresi Havzası'nın minimum havza yarılma derecesi haritası.



b. Mudurnu Çayı Doğu Ana Alt Havzası

b.1. Elmacık–Seymen Deresi Havzası

Mudurnu Çayı'na doğudan katılan iki büyük koldan biri olan Elmacık–Seymen Deresi DKD–BGB doğrultusunda sübsekant bir vadi içinde akmaktadır. Hemen güneyinde yer alan Karaçomak–Bolatça Deresi Havzası'ndan yaklaşık olarak 12 km uzunluğundaki çizgisel bir sırt (Topçamlığı–İğneciler Sırtı) ile ayrılmaktadır. Güneyden herhangi bir kol almayan Elmacık–Seymen Deresi, kuzeyden ona katılan kollarıyla birlikte 81,99 km²'lik bir alanı drene etmektedir. Aynı zamanda bir fay vadisi olan Elmacık–Seymen Deresi Vadisi'ne kuzeyden katılan iki büyük koldan biri olan ve batıda yer alan Yeğen Dere, 28,29 km²'lik bir drenaj havzasına sahiptir. Aşağı mecrasında geniş tabanlı bir vadi içinde akan akarsuyun, Karacasu Deresi ve Kestane Deresi gibi yan kollarının ağızlarında küçük birikinti yelpazeleri gelişmiştir. Yeğen Dere yukarı mecrasında ise daha çok yayvan “V” şekilli bir vadi karakteri göstermektedir.

Elmacık–Seymen Deresi'ne kuzeyden katılan iki büyük koldan daha doğuda yer alan Elmalı Deresi ise ağız kesiminde dar, kaynak kesimine doğru genişleyen 23,78 km²'lik bir havzaya sahiptir. Ağız kesiminde tabanlı vadi, orta ve yukarı çıkırında ise yayvan “V” şekilli bir vadi içinde akan akarsu, havzası içinde simetrik bir konuma sahiptir.

Litolojik olarak heterojen bir havza karakteri gösteren ve “S” şekilli bir hipsometrik eğriye sahip olan Elmacık–Seymen Deresi Havzası'nın hipsometrik integral değeri 0,49'dur (Şekil 33c). Hipsometrik eğri havzanın aşağı kesiminde konveks, yukarı kesiminde ise konkav bir uzanış göstermektedir.

Elmacık–Seymen Deresi, havzası içinde büyük oranda sola doğru bir asimetri (AF 92,35) göstermektedir.

Eğim değerlerinin 0–55° arasında değiştiği havzada, bu değerler genel olarak havzanın doğusuna doğru azalmaktadır. Eğimin 10°'nin altında olduğu yerler akarsu vadi tabanları ve sırt hatları üzerinde görülmektedir. Ortalama vadi eğimi değerinin 5° olduğu Elmacık–Seymen Deresi'nde vadi eğimi akarsuyun özellikle aşağı mecrasında çok düşüktür. Kaynağa doğru son iki kilometresinde ise bir artış görülmektedir.

Genel olarak sinüslü kanal paternine sahip olan akarsuyun ağız kesiminde ise menderesli kanal paterni görülmektedir.

Elmacık–Seymen Deresi'nin akarsu konkavlık indeksi 0,33'tür (Şekil 33c). Bu değer analizi yapılan 34 akarsu içinde elde edilen en yüksek değerdir. Konkavlık indeksinin yanı sıra akarsu boyuna profilinin konkav bir uzanışa sahip olması (Şekil 33a), bu akarsuyun olgun bir akarsu karakterine sahip olduğunu göstermektedir. Akarsuya ait SL profili akarsu boyuna profil ile uyumludur. Kaynak kesimindeki eğim artışına bağlı olarak SL değerleri de yükselmektedir. Akarsuya ait enine vadi profilleri de özellikle akarsuyun aşağı mecrasında olgun vadi formları göstermektedir (Şekil 33b).

Elmacık–Seymen Deresi'nin vadi yarılım derecesi sırt ve boyuna profillerin üst üste çakıştırılması ile yapılan hesaplama göre 114 m'dir. Havzadaki yarılma derecesi minimum havza yarılımı metoduna göre 689 m'dir ve bu değere Yeğen Dere'nin yukarı mecrasında erişilmektedir (Şekil 33d). Havzadan aşınan minimum kütle hacmi ise 13,36 km³'tür.

b.2 Karaçomak–Bolatça Deresi Havzası

Ortalama yükseltisi 1148 m olan ve DKD–BGB doğrultusunda uzanan havza, 80,44 km² alan kaplamaktadır. Havzanın litolojisinin %50'den fazlasını (%53,80) Mudurnu Formasyonu'nun volkanit çökel kayaçları oluşturmaktadır. Hipsometrik integral değeri 0,52 olan havza, “S” şekilli bir hipsometrik eğriye sahiptir (Şekil 34c). Eğri havzanın yukarı kesiminde konkav, aşağı kesiminde konveks bir uzanış göstermektedir. Bu hipsometrik analizlerin sonucuna göre havza, henüz gençlik aşamasını tamamlamamıştır.

Karaçomak–Bolatça Deresi, havzası içinde büyük oranda sağa doğru (AF 25,06) kaymıştır. Özellikle aşağı ve orta mecrasında kuzeyden hiç kol almayan akarsuyun yan kolları büyük oranda kaynağını Abant Dağları'nın kuzey yamaçlarından alan kısa ve GD–KB doğrultulu küçük derelerdir.

Havzanın güneyinde özellikle de Mudurnu Formasyonu üzerinde heyelanlar gelişmiştir. Geyikgeçidi ve Köy dereleri arasında, Almalı Deresi'nin vadisinin iki tarafında, Gölcük ve Harmanseki mahalleleri ile Talhan Doruğu'nun kuzey yamacı üzerinde görülen heyelanlar bunların başlıcalarıdır.

Karaçomak–Bolatça Deresi'nin tali kolları üzerinde ötelenmeler görülmektedir. Bunlardan en önemlisi Terelpınar Deresi'nde görülen yaklaşık 1,8 km'lik ötelenmedir. Bu ötelenme sağ yönlü doğrultu atımlı bir fayın denetiminde DKD–BGB doğrultusunda gelişen bir sürgü sırtının Terelpınar Deresi'nin önünü kesmesi ile ilişkilidir.

Aşağı ve orta mecrasında ortalama 1° olan vadi eğimi, kaynak kesimine doğru artmaktadır. Karaçomak–Bolatça Deresi'nde genel olarak düz ve sinüslü kanal paterni görülmektedir. Ancak mansap kesiminde ilk 3 km'sinde menderesli kanal paterni görülmektedir. Almalı Deresi'ne batıdan katılan yan kol üzerinde yaklaşık 450 m'lik bir sağ yanal ötelenme mevcuttur. Almalı Deresi'nin kendisi de mansap kesimi yakınında önünün bir sürgü sırtı ile kesilmesi nedeniyle 150 m kadar ötelenmiştir. Bir diğer ötelenme Kovanlık Deresi'nin yan kolu üzerinde görülmektedir. Dere yaklaşık 400 m sol yanal olarak ötelenmiştir. Bu ötelenmelerin dışında Köy Deresi ve Sazak Dere gibi yan kollarda da ötelenmeler söz konusudur.

Aşağı mecralarında GD–KB doğrultulu fay hatlarını takip eden Karakaş ve Kovanlık dereleri fay vadisi karakteri gösterirler. Bu iki dere arasında bir çizgisel sırt ve bu sırtın önünde de bir fay façetası gelişmiştir. Gazel ve İslam dereleri ile Harmanseki ve Terelpınar dereleri arasında da belirgin fay façetaları görülmektedir.

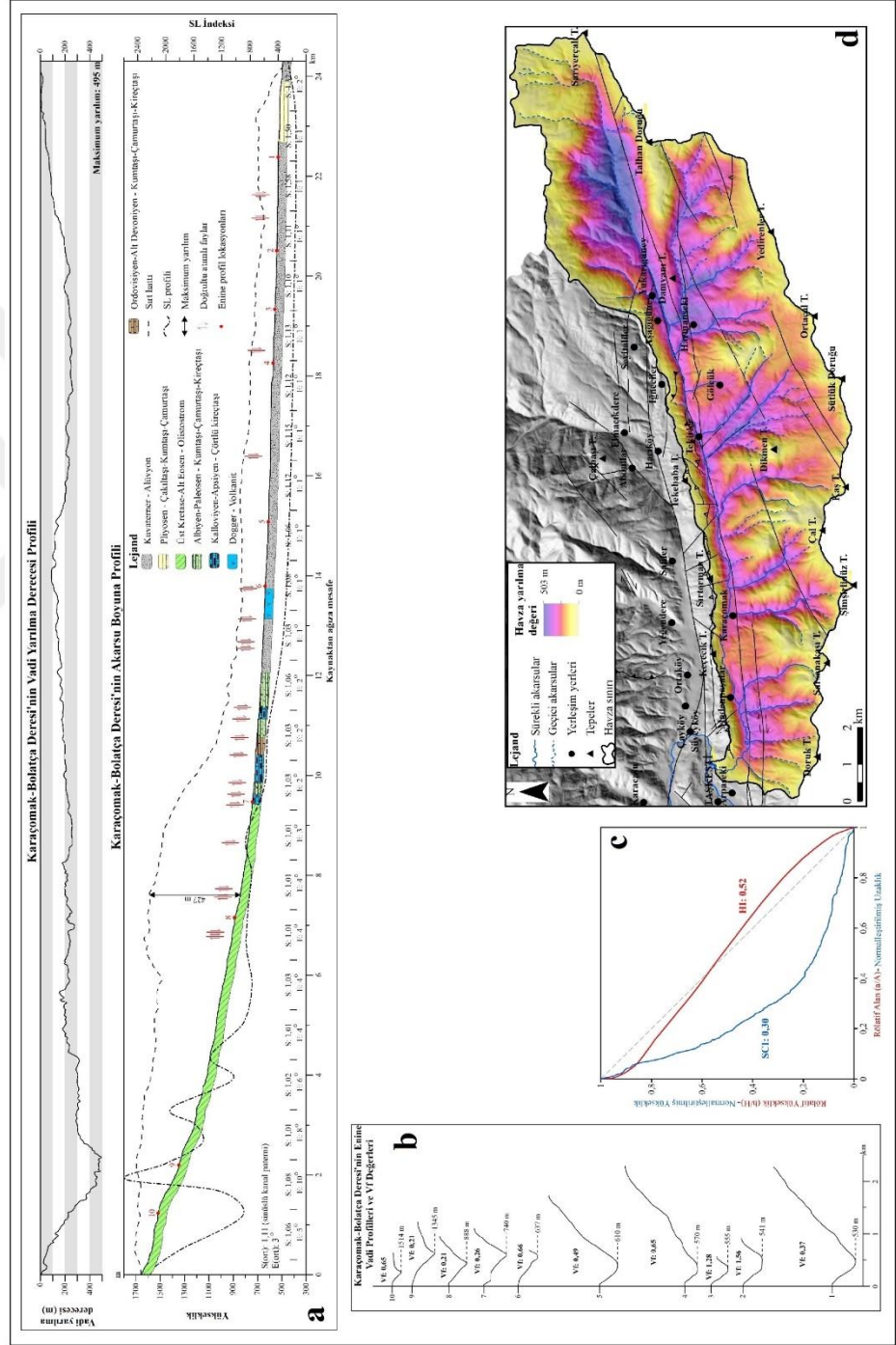
Eğim değerlerinin 0–56° arasında değiştiği havzada en düşük eğim değerleri havzanın ana akarsuyu olan Karaçomak–Bolatça Deresi'nin özellikle aşağı ve orta mecrasında vadi tabanı ile havzanın doğu kuzeydoğu ucunda görülmektedir. En yüksek eğim değerleri ise akarsu vadi yamaçlarında, özellikle de Köy, Gazel ve Koçanlı derelerinin vadi yamaçlarında ve Hacıali Tepe'nin kuzey yamacında görülmektedir.

Konkav bir boyuna profile sahip olan akarsu, denge profiline yaklaşmış bir akarsu karakterini yansıtmaktadır (Şekil 34a). Profil kaynak kesiminde konveks bir görünüm almaktadır. Akarsu boyuna profili ile uyumluluk gösteren SL profili, kaynak kesimi yakınında pik yapmaktadır. Abant Karmaşığı içinde yer alan olistostromlar üzerinde SL değerlerinin bu kadar yüksek bir değer göstermesi ve boyuna profilin bu kesimdeki dışbükeyliği bu durumun tektonizma ile ilişkili olduğunu düşündürmektedir. Akarsu konkavlık indeksi 0,30 olan Karaçomak–Bolatça Deresi (Şekil 34c), uygun bir akarsu karakteri göstermektedir.

Akarsu üzerinde 10 lokasyondan alınan enine vadi profillerinden hesaplanan Vf değerleri 0,21–1,56 arasında değişmektedir (Şekil 34b). Enine vadi profillerinde de görüldüğü akarsu aşağı mecrasında tabanlı bir vadi içinde akmaktadır. Profillerde dikkat çeken diğer iki özellik kimi yerlerde akarsuyun asimetrik bir vadiye sahip olması ve vadi yamaçlarında (özellikle de 4, 5, 6 ve 7 numaralı profillerde) görülen topografik diskordanslardır.

Havzadaki maksimum yarılma derecesi, minimum havza yarılımı yöntemine göre 503 m olarak ölçülmüştür (Şekil 34d). Bu değere ana akarsuyun yukarı mecrasında, Talhan Doruğu'nun kuzeyinde erişilmektedir. Bu kesim aynı zamanda yukarıda bahsedilen SL değerinin en yüksek değere ulaştığı yere karşılık gelmektedir. Havzadan aşınan minimum kütle hacmi 11,19 km³'tür.

Şekil 34a. Karaçomak–Bolatça Deresi'nin akarsu boyunca ve vadi yarılma derecesi profilleri. **b.** Karaçomak–Bolatça Deresi'nin emine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Karaçomak–Bolatça Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Karaçomak–Bolatça Deresi'nin SCI profili. **d.** Karaçomak–Bolatça Deresi Havzası'nın minimum havza yarılma haritası.



c. Mudurnu Çayı Güney Ana Alt Havzası

c.1. Sıçan Deresi Havzası

Ortalama yükseltisi 768 m olan ve 5,71 km² yüzölçümüne sahip olan havza, litolojik açıdan heterojen bir karakter göstermektedir. Hipsometrik integral değeri 0,41 olan havzanın hipsometrik eğrisi “S” şekilli bir profile sahiptir (Şekil 35c). Eğri havzanın aşağı kesiminde konveks, yukarı kesiminde ise konkav bir şekilde uzanmaktadır. Bu hipsometrik analizlere göre Sıçan Deresi Havzası, morfolojik evrimin olgunluk ve yaşlılık evresi arasında bir havza karakteri göstermektedir.

Büyük bir heyelan alanı (Yarbaşı Heyelanı) içinde yer alan Sıçan Deresi Havzası'nda eğim değerleri 0–46° arasında değişmektedir. Havza alanın %44'ü 10° ve altında eğim değerlerine sahiptir. Sıçan Deresi'nin ortalama vadi eğimi ise 7°'dir.

Kaynak ve mansap kesimi arasında 479 m seviye farkı olan akarsuyun boyuna profili düze yakın bir uzanış göstermektedir (Şekil 35a). Akarsu konkavlık indeksinin 0,08 (Şekil 35c) olduğu Sıçan Dere'ye ait SL değerleri akarsuyun özellikle orta çığırında yamaç molozları üzerinde en düşük değere sahiptir.

Akarsu üzerinde 3 farklı lokasyondan alınan enine vadi profilleri yayvan “V” şekilli vadi karakteri göstermektedir (Şekil 35b). Aynı zamanda vadi yamaçlarında bir asimetri de söz konusudur. Enine vadi profillerine ait Vf değerleri mansaptan kaynağa doğru 2,58, 1,14 ve 1,12'dir. Bu değerler de olgun bir vadi karakterini yansıtmaktadır. Profillerde görülen bu durum, eski ve büyük bir heyelan alanı içinde gelişmiş ve halen aktif heyelanların görüldüğü Sıçan Deresi Havzası'nda bu heyelanların ve özellikle de aşınımına karşı dirençsiz kayaçların sahanın litolojisinde önemli bir alan kaplamasının, vadi yamaçlarının işlenmesinde etkili olması ile ilişkilidir.

Sırt ve akarsu boyuna profillerinin karşılaştırılması ile hesaplanan maksimum vadi yarılımı 93 m, havzadaki yarılma derecesi ise 102 m'dir ve bu değere havzanın orta kesiminde Alaçam Mahallesi ve çevresinde erişilmektedir (Şekil 35d.). Havzada maksimum yarılımın görüldüğü bu kesim, havzayı D–B ve DKD–BGB doğrultusunda kesen iki fay arasında kalmaktadır.

c.2. Bağ Deresi Havzası

1055 m ortalama yükseltiye sahip olan havzanın litolojisinin büyük bir bölümünü Soğukçam Formasyonu'nun çörtlü kireçtaşları oluşturmaktadır. Aşağı kesiminde heyelanlardan önemli oranda etkilenen havzanın hipsometrik integral değeri 0,56 olarak hesaplanmıştır. Havzanın çizilen hipsometrik eğrisinde anomaliler görülmektedir ve bu nedenle kompleks bir hipsometrik eğri olarak tanımlanmıştır (Şekil 36c). Bu anomaliler havzayı etkileyen heyelanlara bağlı olarak gelişmişlerdir. Özellikle de havzayı KD-GB istikametinde kesen Akyokuş Fayı'nın kuzey bloğu üzerinde gelişen heyelanların bu anomaliler üzerindeki etkisi önemlidir.

Sola doğru tiltlenmenin (AF 63,56) görüldüğü havzada eğim değerleri 0-47° arasında değişmektedir. Eğimin en fazla olduğu yerler özellikle Akyokuş Fayı'na bağlı olarak gelişen fay dikliği üzerinde görülmektedir.

Talveg hattının ortalama eğim değeri 14° olan Bağ Deresi'nde vadi eğimi ağız kesiminde 12° iken eğim değerleri kaynağa doğru azalıp artan bir şekilde değişiklik göstermektedir. En yüksek eğim değerine (19°) akarsuyun 4. km'sinde rastlanır ki akarsuya ait SL profili de eğimdeki bu artışa paralel olarak en yüksek değere burada ulaşmaktadır.

Kaynak ve mansap kesimi arasında yükselti farkı 1111 m olan Bağ Deresi oldukça dik bir boyuna profile sahiptir (Şekil 36a). Profil, özellikle 480-1100 m seviyeleri arasında etkin olan kütle hareketlerine bağlı olarak konkav bir şekilde uzanmaktadır. İnişli-çıkışlı bir uzanişaya sahip olan SL profilinin özellikle akarsuyun ağız kesiminde aşınımına karşı dirençsiz yamaç molozları üzerinde yaptığı pik önemlidir. Akarsu boyuna profilinde de bu kesimde bir yükselme görülmektedir. Bu durumun GD-KB istikametinde havzayı kesen Yarbaşı Fayı'nın aktivitesiyle ilişkili olduğu düşünölmektedir. Akarsu konkavlık indeksi 0,08 (Şekil 36c) gibi düşük bir değeri olan Bağ Deresi denge profilinden çok uzak, genç bir akarsu karakteri göstermektedir.

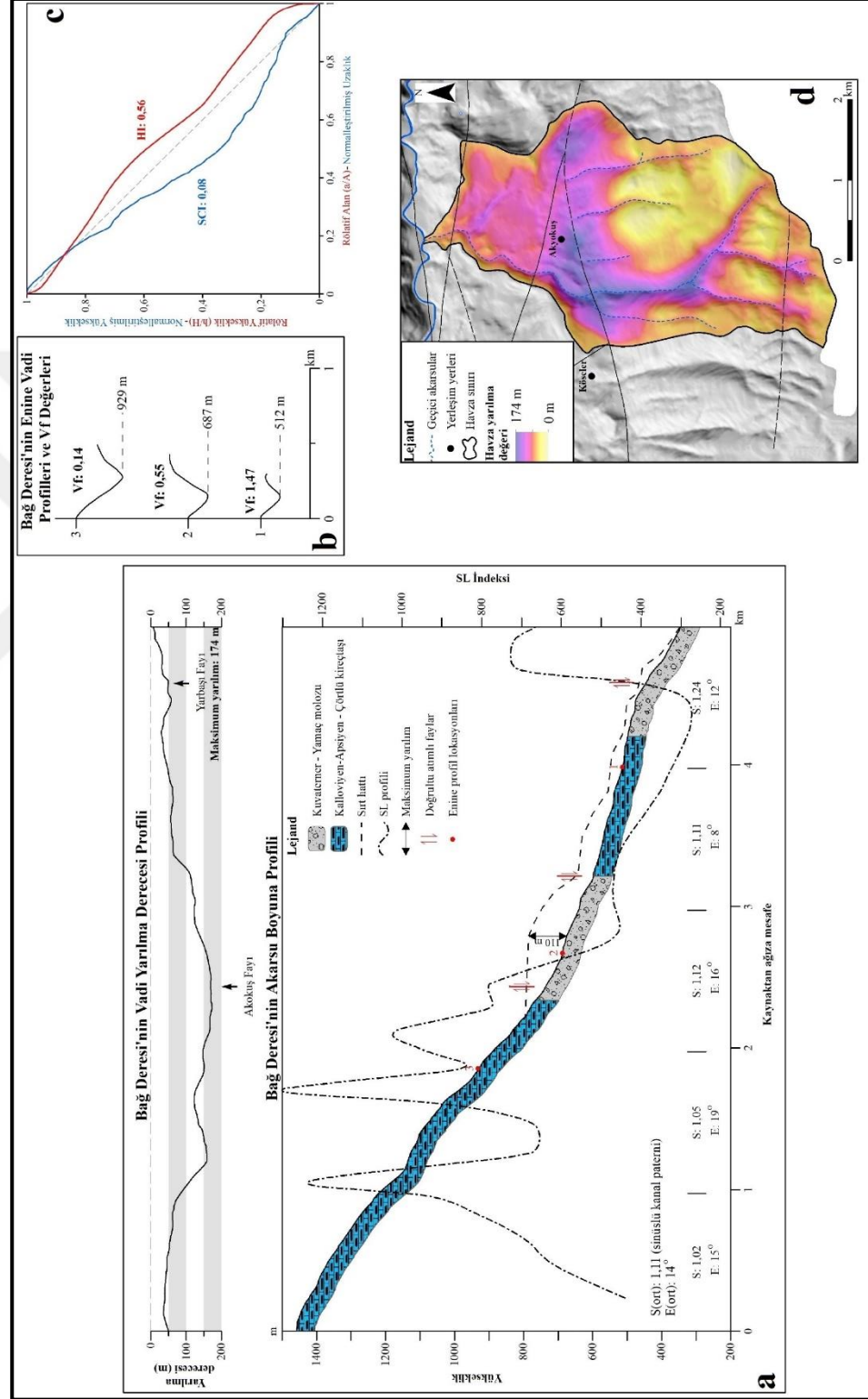
Kaynaktan Akyokuş Fayı'na kadar çok fazla salınım yapmayan akarsuyun, Akyokuş Fayı'ndan mansap kesimine kadar doğuya doğru içbükey kavisler resmettiği görölmektedir. Akarsuyun bu salınımları yapmasındaki başlıca etken havzanın

özellikle aşağı kesimlerinde etkin olan heyelanlardır. KB–GD istikametinde gelişen bu heyelanlara bağlı olarak Bağ Deresi bu istikamette ötelenmiştir. Bu durum akarsu kanal paterninde de kendini göstermektedir. Akarsu yukarı kesimlerinde düz kanal paternine sahipken, aşağı mecrasında sinüslü kanal paterni göstermektedir. Kaynak kesiminde 1,02 olan sinüzite değeri ağız kesimine doğru artarak mansapta 1,24'e ulaşmaktadır.

Bağ Deresi üzerinde 3 lokaliteden alınan enine vadi profillerinden elde edilen Vf değerleri mansaptan kaynağa doğru sırasıyla 1,47, 0,55 ve 0,14'tür (Şekil 36b). Bu değerler Bağ Deresi'nin, kaynak kesimine doğru vadisini daha derin bir şekilde yarıdığını, özellikle de havzanın bugünkü morfolojik görünümünü almasında büyük etkisi olan Akyokuş Fayı'nın gerisinde bu vadi yarılımın daha fazla olduğunu göstermektedir. Vadi enine profillerine bakıldığında sol vadi yamaçlarının konveks bir profil sunması ve bu yamaçlar üzerinde topografik diskordansların varlığı taban seviyesinde bir değişikliğe ve yeniden canlanan derine doğru aşındırmaya işaret etmektedir.

Yarılım derecesi havzanın aşağı yarısında özellikle de Akyokuş Fayı çevresinde daha fazladır. Bağ Deresi Havzası için en yüksek yarılım değeri 174 m'dir ve bu değere akarsuyun orta çığırında erişilmektedir (Şekil 36d). Yarılmanın en az olduğu yerler ise Susuzyayla ve çevresidir. Havzadan aşınan minimum kütle hacmi ise $0,38 \text{ km}^3$ 'tür.

Şekil 36a. Bağ Deresi'nin akarsu boyunca ve vadi yarıлма derecesi profilleri. **b.** Bağ Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Bağ Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Bağ Deresi'nin SCI profili. **d.** Bağ Deresi Havzası'nın minimum havza yarıлма haritası.



c.3. Arpalık Deresi Havzası

Ortalama yükseltisi 1077 m olan Arpalık Deresi Havzası, 2,96 km² yüzölçümüne sahiptir. G–K yönünde uzanan havza, D–B yönünde çok dardır. Uzun eksen 5,16 km, en geniş yeri ise yaklaşık 1 km'dir.

Çökekkaşı Tepe'nin kuzey yamaçlarından kaynağını alan Arpalık Deresi, bir heyelana bağlı olarak 800–750 m seviyeleri arasında kesintiye uğramaktadır. Arpalık Deresi, heyelan alanı içinde kurulmuş olan Köselers Mahallesi'nin kuzeyinden itibaren GD–KB istikametinde akmakta ve 480 m seviyesinde kuzeydoğuya yönelerek 600 m kadar bu yönde devam ettikten sonra GGD–KKB istikametinde Mudurnu Çayı'na katılmaktadır.

Hipsometrik integral değeri 0,59 olan havzanın hipsometrik eğrisi kompleks bir profil sunmaktadır (Şekil 37c). Hipsometrik eğri üzerinde havzayı kesen faylar ve bu faylara bağlı olarak gelişmiş olan heyelanlar sebebiyle anomaliler görülmektedir. Bu anomalilerden birinin görüldüğü 820 m seviyesinde havza, DKD–BGB doğrultusunda Akyokuş Fayı tarafından kesilmektedir. Bu fayın kuzey bloğu üzerinde heyelanlar gelişmiştir.

Litolojisini çörtlü kireçtaşı, olistostrom ve yamaç molozlarının oluşturduğu ve D–B ve DKD–BGB yönelimli faylarla kesilmiş olan havza içinde Arpalık Deresi'nin gösterdiği asimetri (AF 57,43) yer yer değişmektedir. Aşağı mecrasında sola doğru kaymış olan akarsu, orta kesimlerinde ise havzası içinde sağa doğru kaymıştır. Arpalık Deresi'nin gösterdiği bu asimetri havza içinde özellikle fay denetiminde gelişmiş olan heyelanlara bağlı olarak ötelenmesi ile ilişkilidir.

Havzada eğim değerleri 0–42° arasında değişmektedir. En yüksek eğim değerleri Akyokuş Fayı'nın güneyinde bu faya bağlı olarak gelişmiş olan fay dikliği üzerinde, en az eğim değerleri ise Köselers Mahallesi ve çevresi ile havzanın yukarı kesimlerinde su bölümü yakınlarında görülmektedir.

4,69 km uzunluğundaki Arpalık Deresi'nde vadi eğimi yüksek değerler göstermektedir. Ağız kesiminde 10° olan vadi eğimi kaynağa doğru artmaktadır. Genel olarak sinüslü kanal paternine sahiptir. Bu kanal paterni özellikle akarsuyun aşağı

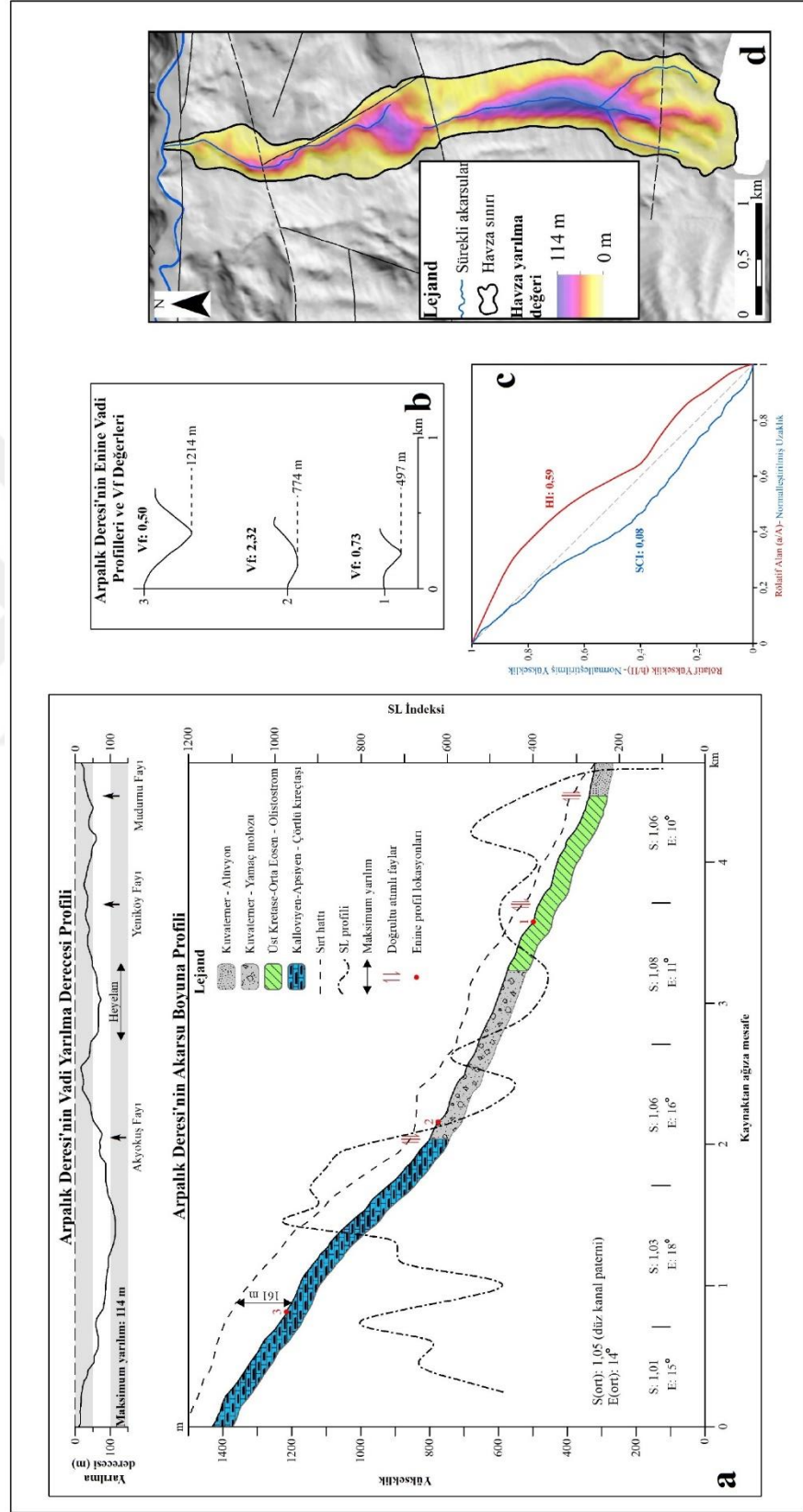
kesimlerinde yukarıda bahsedilen heyelanlar neticesinde gelişmiş olan kanal paternidir.

Kaynak ile mansap kesimi arasında 1109 m'lik yükselti farkı olan Arpalık Deresi dik bir akarsu boyuna profiline sahiptir (Şekil 37a). Genel olarak konveks bir görünüme sahip olan profil, akarsuyun orta çıkırında gelişmiş olan heyelana bağlı olarak hafifçe konkav bir uzanışa sahiptir. Akarsu konkavlık indeksi 0,08 (Şekil 37c) gibi düşük bir değer gösteren Arpalık Deresi, genç bir akarsuyu karakterize etmektedir. İnişli-çıkışlı bir SL profiline sahip olan akarsu üzerinde SL değerleri, Akyokuş Fayı'nın güneyinde kireçtaşları üzerinde en yüksek değere ulaşmaktadır.

Arpalık Deresi üzerinde 3 lokasyondan alınan enine vadi profillerinden elde edilene Vf değerleri ağızdan kaynağa doğru sırasıyla 0,73, 2,32 ve 0,50'dir (Şekil 37b). Akarsuyun aşağı ve yukarı mecrasında vadi profili "V" şekilli genç vadi karakteri gösterirken, orta mecrasında yayvan "V" şekilli bir vadi karakteri göstermektedir.

Arpalık Deresi Havzası'nda, sırt profili ve akarsu boyuna profilinin karşılaştırılması ile hesaplanan maksimum vadi yarıлма derecesi 161 m'dir ve bu değere akarsuyun yukarı çıkırında erişilmektedir. Havzaya ait minimum havza yarıلمı haritasına bakıldığında (Şekil 37d), havzadaki yarıлма derecesinin havzanın aşağı kesiminde Yeniköy Fayı yakınında, havzanın orta kesiminde Akyokuş Fayı'na bağlı olarak fayın kuzey bloğu üzerinde gelişen heyelan alanında ve yine Akyokuş Fayı'nın güneyinde daha fazla olduğu dikkat çekmektedir. Havzadaki en yüksek yarıлма derecesi 114 m ile akarsuyun yukarı çıkırında görülmektedir.

Şekil 37a. Arpalık Deresi'nin akarsu boyunca ve vadi yarımla derecesi profilleri. **b.** Arpalık Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Arpalık Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Arpalık Deresi'nin SCI profili. **d.** Arpalık Deresi Havzası'nın minimum havza yarımla haritası.



c.4. Tavşansuyu Deresi Havzası

Litolojisini Soğukçam Formasyonu ve Abant Karmaşığı'nın kayaçları ile Kuvaterner yaşlı yamaç molozlarının oluşturduğu havza, 22,53 km²'lik bir yüzölçümüne sahiptir. Havza D–B yönünde birbirlerine paralel uzanan Yeniköy ve Akyokuş fayları ile kesilmektedir. Bu fayların denetiminde özellikle aşağı kesimlerinde basamaklı bir topografyaya sahip olan havzanın hipsometrik integral değeri 0,58 olarak hesaplanmıştır. Konveks bir hipsometrik eğriye (Şekil 38c) sahip olan havza morfolojik evrimin henüz gençlik aşamasındadır.

Havzayı D–B yönünde kesen Yeniköy Fayı'na bağlı olarak gelişen ve üzerinde Sığırköy yerleşiminin kurulu olduğu sürgü sırtı Tavşansuyu Deresi'nin bu kesimde 1,5 km kadar sağ yanal olarak ötelenmesine neden olmuştur (Foto 12).

Havzaya uygulanan asimetri faktörü indeksine (AF 64,62) göre havzada orta derecede sola doğru bir asimetri söz konusudur. Detayda havzadaki bu sola doğru asimetri durumu, havzanın özellikle orta kesiminde daha belirgindir. Havzanın yukarı kesimine doğru ise bir simetri görülmektedir.

Eğim değerlerinin 0–52° arasında değiştiği havzada 10°'nin altında eğime sahip olan yerler ağırlıklı olarak havzanın yukarı kesimlerinde, Sülüklü Göl çevresinde ve Tavşansuyu Deresi'nin ağız kesiminde vadi tabanıdadır. Eğimin en yüksek olduğu yerler ise Tavşansuyu Deresi'nin vadi yamaçlarında özellikle de yukarı mecrasında görülmektedir.

Ortalama vadi eğiminin 6° olduğu Tavşansuyu Deresi'nde vadi eğimi değerleri ağızdan kaynağa doğru çok değişkendir. En yüksek eğim değeri (19°) akarsuyun ağızdan kaynağa doğru 7. km'sinde görülmektedir. Tavşansuyu Deresi'nin kanal paterni düz ve sinüslü kanal paterni arasında değişmektedir. Yan kollarında hâkim olan kanal paterni ise düz kanal paternidir.

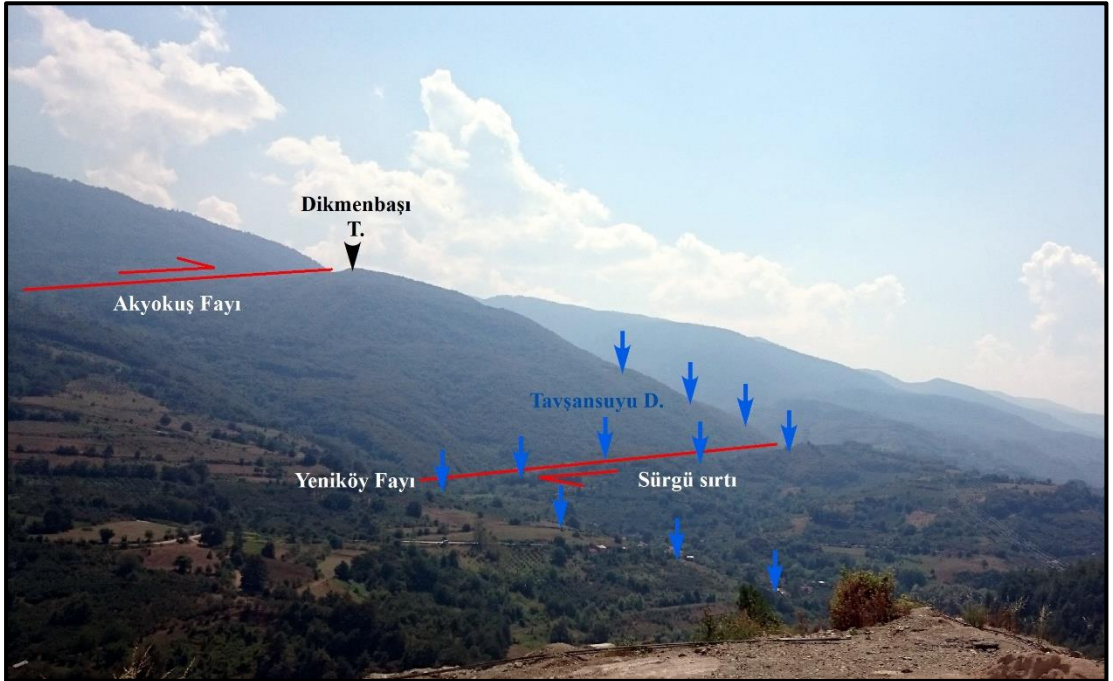
Akarsuyun yukarı mecrasında büyük bir heyelan alanı yer almaktadır. Bu heyelana bağlı olarak bu kesimde vadi tabanı genişleyen Tavşansuyu Deresi, orta ve aşağı mecrasında dar ve derin bir vadi içinde akmaktadır.

Litolojisinin büyük bir kısmını kireçtaşlarının oluşturduğu havzada akarsu yoğunluğu (Ds 0,97) çok düşüktür. Çok fazla tali kola sahip olmayan akarsuyun en önemli yan kolları Isırganlı ve Küçüktavşan dereleridir.

Akarsu boyuna profili, Tavşansuyu Deresi'nin özellikle yukarı mecrasında konveks bir görünüme sahiptir (Şekil 38a). Bu kesim Sülüklü Göl heyelan alanına karşılık gelmektedir. Profil özellikle 700 m seviyesinden sonra çok dikleşmektedir. Akarsuya ait SL profili iki yerde pik yapmaktadır. SL değerinin en yüksek olduğu noktada vadinin enine kesiti (5 numara) dar ve derin bir şekilde yarılmış bir vadi karakteri göstermektedir. Boyuna profil üzerinde yine bu kesimde bir eğim kırığının varlığı havzada tektoniğe bağlı bir gençleşmenin gerçekleştiğini göstermektedir.

SL profilinin pik yaptığı ikinci yer, kaynak yakınında çörtlü kireçtaşları üzerindedir. Bu kesimde talveg hattının eğim değeri 16°'dir. Tavşansuyu Deresi'nin talveg rekonstrüksiyonuna bakıldığında Tavşansuyu Deresi'nin vadisini mansaptan kaynağa doğru derinleştirdiği görülmektedir.

Foto 13: Tavşansuyu Deresi'nin ötelenmesi (Bakış güneybatıya doğru).

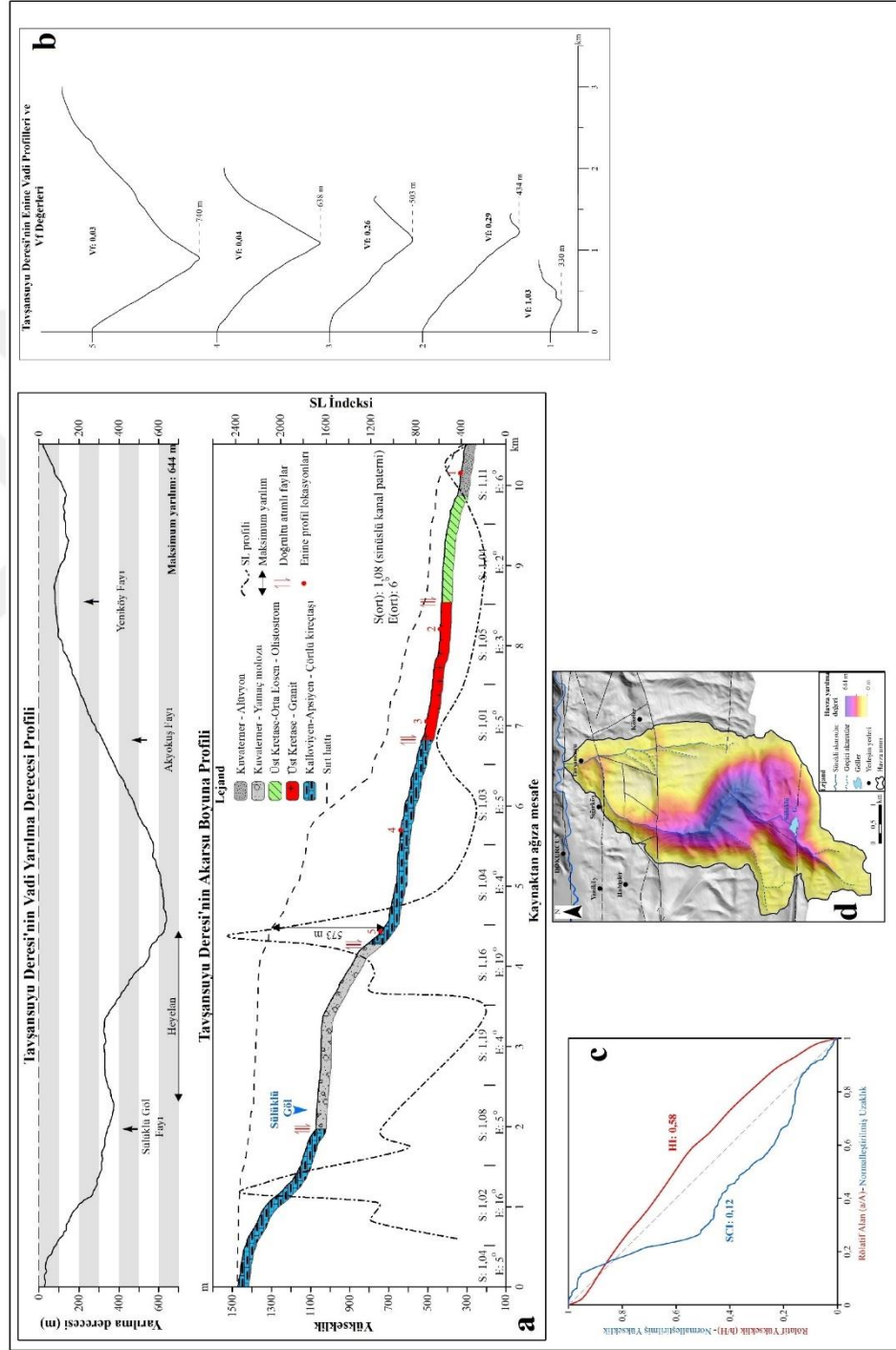


Tavşansuyu Deresi üzerinde 5 lokasyondan alınan enine vadi profillerinden elde edilen Vf değerleri mansaptan kaynağa doğru sırasıyla 1,03, 0,29, 0,26 0,04 ve 0,03'tür (Şekil 38b). Bu değerler havzada aktif bir yükselme ve buna koşut olarak gelişen derine doğru aşındırmanın varlığına işaret etmektedir.

Akarsuyun vadisini yarma derecesi sırt ve akarsu boyuna profillerinin çakıştırılması ile yapılan hesaplama göre 573 m'dir. Havzadaki yarıma derecesi minimum havza yarılım metoduna göre 644 m'dir ve bu değere havzanın orta kesiminde erişilmektedir (Şekil 38d). Havzadan aşınan minimum kütle hacmi ise 3,05 km³'tür.



Şekil 38a. Tavşansuyu Deresi'nin akarsu boyunca ve vadi yarılma derecesi profilleri. **b.** Tavşansuyu Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Tavşansuyu Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Tavşansuyu Deresi'nin SCI profili. **d.** Tavşansuyu Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası



c.5. Çal Dere Havzası

4,57 km² alana sahip olan havzanın litolojisinin %60'dan fazlasını (%68,71) Soğukçam Formasyonu'nun çörtlü kireçtaşları oluşturmaktadır. Hipsometrik integral değeri 0,55 olarak hesaplanan Çal Dere Havzası'nın çizilen hipsometrik eğrisi konveks bir profile sahiptir (Şekil 39c). Bu hipsometrik analizlere dayalı olarak havzanın henüz gençlik aşamasını tamamlamadığı anlaşılmaktadır.

Havzada bir simetri (AF 45,14) durumu söz konusudur. Çok genel olan bu durum detayda değişiklik göstermektedir. Havzanın yukarı kesiminde sağa doğru bir asimetri mevcutken, aşağı kesiminde sola doğru bir asimetri görülmektedir.

Havzada eğim değerleri 0–43° arasında değişmektedir. En az eğime sahip yerler akarsuyun ağız kesimi ile havzanın yukarı kesimlerinde su bölümü hattı yakınındadır. Eğimin 30°'nin üzerinde olduğu yerler ise özellikle havzayı D–B yönünde kesen Akyokuş Fayı'nın güney bloğunda, fayın oluşturduğu diklik üzerinde görülür. 5,02 km uzunluğunda olan Çal Dere'nin ortalama vadi eğimi 12°'dir. Ağız kesiminde 5° olan eğim artarak kaynak kesiminde 17°'ye ulaşmaktadır.

Havzayı yaklaşık olarak orta kesiminde D–B yönünde kesen Akyokuş Fayı'nın güneyindeki blok yükselirken, kuzeyindeki blok alçalmıştır. Kuzeyindeki alçalan blok üzerinde kuzeybatıya doğru bir heyelan gelişmiştir. Heyelanın topuk kısmında Pınarbaşı Mahallesi yer almaktadır. Havzanın doğusunda Akyokuş Fayı'nın güney bloğu üzerinde görülen fay façetası, bu fayın düşey bileşene sahip oblik bir fay olduğunu göstermektedir. Fayın gerisinde vadinin sol yamacında asılı vadiler yer almaktadır.

Çal Dere'ye ait akarsu boyuna profili konveks ve dik bir uzanışa sahiptir (Şekil 39a). Akarsuyun yukarı mecrasında belirgin bir eğim kırığı dikkat çekmektedir. SL profilinin bu kesimde en yüksek değeri göstermesi bu eğim kırığının oluşumunun tektonizma ile ilişkili olduğunu düşündürmektedir.

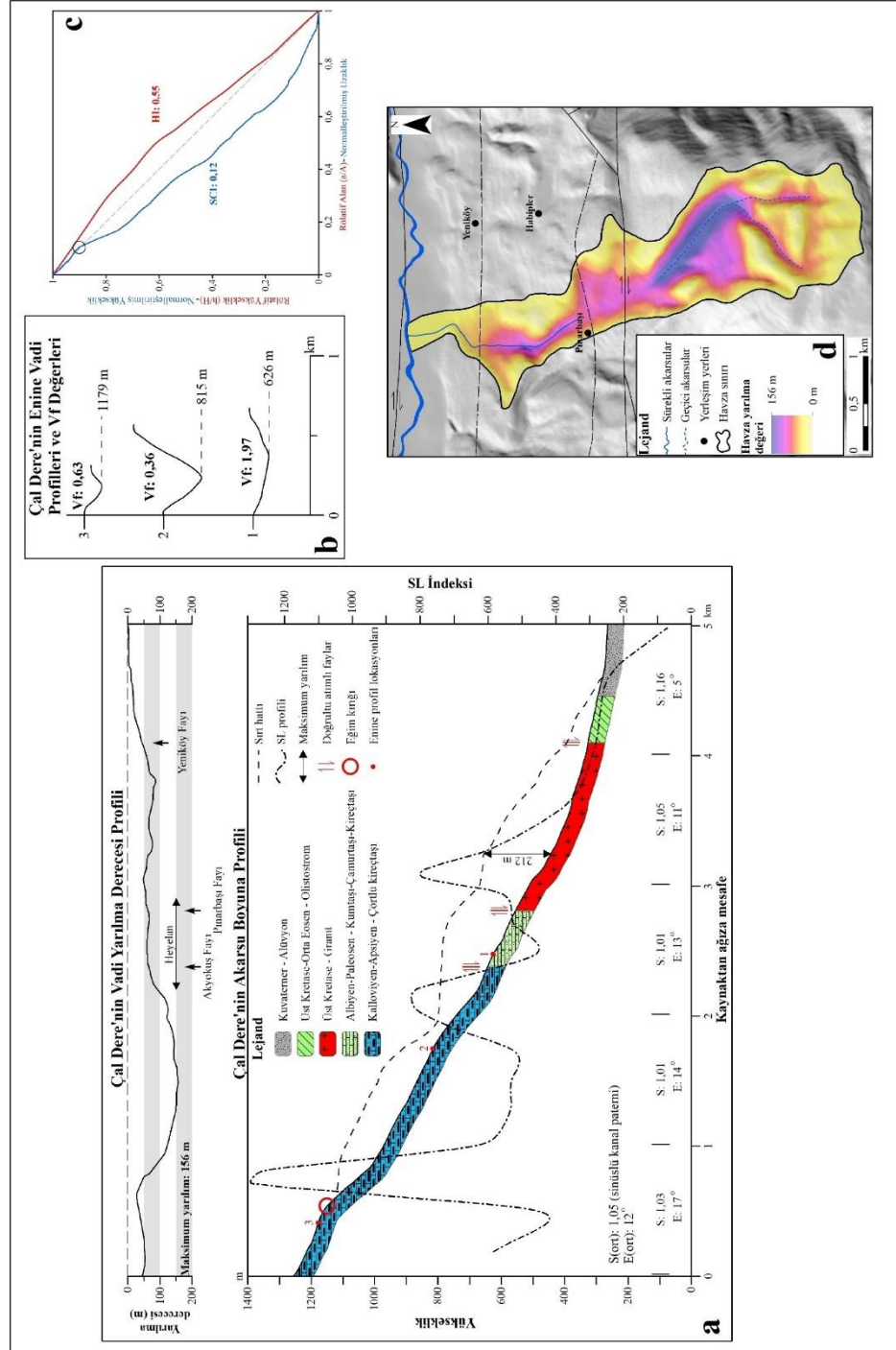
Çal Dere üzerinde 3 lokasyondan alınan enine vadi profillerinden hesaplanan Vf değerleri mansaptan kaynağa doğru sırasıyla 1,97, 0,36 ve 0,63'tür (Şekil 39b). 1 numaralı profil (Vf 1,97) Pınarbaşı Mahallesi'nin hemen güneyinden alınmıştır. İki fay arasında kalan ve heyelan alanına denk gelen bu kesimde havzada bir açılma

görülmektedir. Buna bağlı olarak vadi yamaçları çok yatıktır. 2 ve 3 numaralı profiller Akyokuş Fayı'nın güneyinde kireçtaşları üzerinden alınmıştır.

Akarsu boyuna profili ile sırt profilinin çakıştırılması ile hesaplanan maksimum vadi yarılımı değeri 212 m'dir. Minimum havza yarılımı yöntemine göre havzadaki yarılma derecesi ise 156 m olarak bulunmuştur. Bu maksimum yarılma derecesine Akyokuş Fayı'nın hemen gerisinde erişilmektedir (Şekil 39d).



Şekil 39a. Çal Dere'nin akarsu boyuna ve vadi yarıлма derecesi profilleri. **b.** Çal Dere'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Çal Dere Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Çal Dere'nin SCI profili (SCI profili üzerindeki siyah daire önemli eğim kırılımı göstermektedir). **d.** Çal Dere Havzası'nın minimum havza yarıلمı haritası



c.6. Derin Dere Havzası

8,53 km'lik bir uzunluğa sahip olan ve Karaçalılık Tepe'nin kuzeydoğusundan doğan Derin Dere, kaynağından itibaren 1,5 km kadar D-B yönünde aktıktan sonra Kuloğlu Mahallesi'ne kadar kabaca G-K istikametinde akışına devam etmektedir. Kuloğlu Mahallesi'nde önünün bir sürgü sırtı ile kesilmesiyle akış yönünü batıya doğru çeviren akarsu 500 m kadar D-B doğrultusunda akmakta ve sonrasında tekrar yönünü kuzeye döndürerek, 250 m seviyelerinde ana vadi olan Mudurnu Çayı'na katılmaktadır. Kaynaktan mansaba kadar herhangi bir kol almayan akarsu, mecrasının orta kesiminde boğaz şekilli, dar ve derin bir vadi içinde akmaktadır. Derin Dere'nin kireçtaşları içinde açtığı bu dar ve derin vadisi, 600 m seviyesinden itibaren vadi tabanı genişleyen ve daha yatık yamaçlara sahip bir vadi karakteri göstermektedir. Derin Dere'nin vadi formunda görülen bu değişiklik, akarsuyun bu kesimde Soğukçam Formasyonu'nun kireçtaşları ile Yenipazar Formasyonu içinde yer alan ve aşınma karşı daha dirençsiz olan kumtaşı-çamurtaşı-kireçtaşı birimi arasındaki tektonik dokanaktan geçmesinin yanı sıra bu tektonik dokanağı oluşturan Akyokuş Fayı'nın kuzey bloğu üzerinde gelişen ve vadi yamaçlarının işlenmesinde önemli etkileri olan heyelanlarla ilişkilidir.

Çocukmezarı Tepe'nin kuzeyinde havzayı D-B yönünde kesen ve aynı zamanda birer tektonik dokanak oluşturan iki faydan daha güneyde olan Akyokuş Fayı, bu kesimde sağ yönlü doğrultu atımlı oblik bir fay karakteri göstermektedir. Derin Dere Vadisi'nin her iki tarafında görülen fay façetaı da bunu desteklemektedir. Bu kesimden itibaren aşağı akış yönünde havzada bir açılma görülmektedir. Bu durum üzerinde yukarıda da bahsedildiği gibi havza içinde meydana gelen heyelanların vadi yamaçlarının aşındırılmasındaki rolü etkili olmuştur.

Hipsometrik integral değeri 0,59 olan havzanın hipsometrik eğrisi, konveks bir profile sahiptir (Şekil 40c). Hipsometrik eğri üzerinde anomaliler görülmektedir. Bu anomaliler ötelenme ve yukarıda bahsedilen litolojik geçişlerden kaynaklanmaktadır.

Havzaya uygulanan asimetri faktörüne (AF 47,61) göre havzada bir simetri söz konusudur. Ancak drenaj sisteminde görülen ötelenme ve heyelanların, detayda bakıldığında Derin Dere'nin, havzası içindeki bu simetri durumunu kimi yerlerde

değiştirdiği görülmektedir. Özellikle 400–600 m seviyeleri arasında akarsu daha çok doğruya doğru kaymıştır.

Eğim değerlerinin 0–49° arasında değiştiği havzada en düşük eğim değerleri akarsuyun aşağı mecrasında ve sırt hatları üzerinde görülmektedir. En yüksek eğim değerlerine ise Derin Dere'nin vadisini derin bir şekilde yarıldığı orta mecrasında vadi yamaçlarında görülmektedir.

Mansap ve kaynak kesimi arasında 1213 m yükselti farkı olan Derin Dere, konveks bir boyuna profile sahiptir (Şekil 40a). Aşağı mecrasında 5° olan vadi eğimi, akarsuyun 2. km'sinden sonra 2 katına çıkmakta ve en yüksek vadi eğimi değerine akarsuyun orta çıkırında erişilmektedir. Boyuna profil de özellikle akarsuyun bu kesiminde daha dik bir uzanışa sahiptir. Akarsu konkavlık indeksinin 0,05 (Şekil 40c) gibi çok küçük bir değer gösterdiği Derin Dere, genç bir akarsuyu karakterize etmektedir.

Derin Dere'ye ait SL değerlerinden oluşturulan profil çok düzensiz bir uzanış göstermektedir. SL profilinin aynı litolojik birimler üzerinde de düzensizlik göstermesi, bu durum üzerinde litolojiden çok tektoniğin etkisi olduğunu düşündürmektedir.

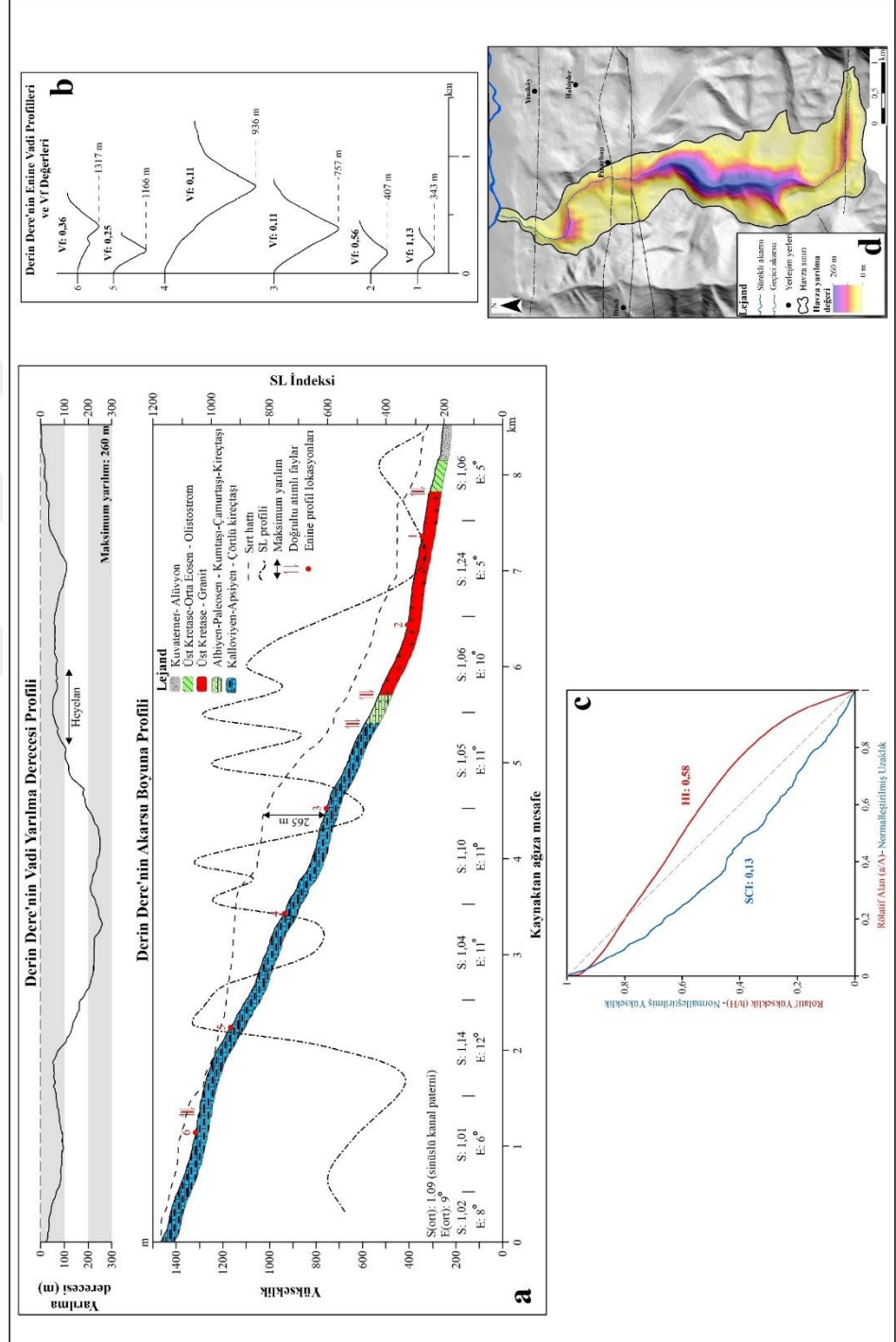
Genel olarak sinüslü kanal paternine sahip olan akarsuyun mansaptan kaynağa doğru 2. km'sinde sinüzite değerinin 1,05'ten 1,24'e yükseldiği görülmektedir. Sinüzite değerindeki bu artış, akarsuyun bu kesimde D–B yönünde gelişmiş olan bir sürgü sırtına bağlı olarak ötelenmesi ile ilişkilidir.

Derin Dere üzerinde 6 lokaliteden ve 2 farklı litolojik birim üzerinden alınan enine vadi profillerinden elde edilen Vf değerleri granitler üzerinde 1,13 ile 0,56, çörtlü kireçtaşları üzerinde ise 0,11, 0,11, 0,25 ve 0,36'dır (Şekil 40b). Bu değerler havzada aktif bir yükselme ve buna koşut olarak gelişmiş olan derine doğru bir aşındırmanın varlığına işaret etmektedir. Birçok fay tarafından kesilen havza üzerinde özellikle Akyokuş Fayı'nın etkinliğinin çok daha fazla olduğu görülmektedir. Derin Dere, bu fayın taban seviyesinde meydana getirdiği değişikliğe bağlı olarak gençleşmeye uğramış ve vadisini derine doğru aşındırmıştır. Bu derine doğru aşındırma hızlı bir şekilde gerçekleşmiş olmalıdır, zira akarsuyun orta çıkırında

vadinin her iki yamacında asılı kalmış vadiler mevcuttur. Yine bu kesimde vadi yamaçlarının konveks bir profile sahip olmaları ve yamaçlar üzerinde topografik diskordansların (3 ve 4 numaralı enine vadi profilleri) görülmesi, havzadaki gençleşmenin diğer kanıtlarını teşkil etmektedirler.

Akarsu boyunca profili ile sırt profilinin karşılaştırılması ile hesaplanan Derin Dere'nin vadisini maksimum aşındırma derecesi 256 m, minimum havza yarılımı metoduna göre ise havzadaki maksimum yarılma derecesi 260 m'dir. Her iki durumda da en yüksek yarılma değerine akarsuyun orta çığında erişilmektedir. Akyokuş Fayı'nın havza morfolojisi üzerinde meydana getirdiği ve yukarıda bahsedilen etkisi minimum havza yarılımı haritasında da çok açık bir şekilde görülebilmektedir (Şekil 40d).

Şekil 40a. Derin Dere'nin akarsuyu boyuna ve vadi yarıлма derecesi profilleri. **b.** Derin Dere'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Derin Dere Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Derin Dere'nin SCI profili. **d.** Derin Dere Havzası'nın minimum havza yarıлма haritası.



c.7. Ağlan Deresi Havzası

8,58 km uzunluğa sahip olan Ağlan Deresi G–K yönünde bir akışa sahiptir. Yukarı mecrasında çörtlü kireçtaşları (Soğukçam Formasyonu) üzerinde akan akarsu, dar ve derin bir vadi oluşturmaktadır. Ancak 550–1000 m seviyeleri arasında havzada meydana gelmiş olan büyük bir heyelana bağlı olarak vadi tabanı genişlemekte ve vadi yamaçları yatıklaşmaktadır. Akarsuya ait 4 numaralı enine vadi profilinde de havza tabanının yanal olarak genişlemesi görülebilmektedir (Şekil 41b). Bu büyük heyelan bu kesimde havza boşalmasına neden olmuştur. Heyelan alanından sonra Ağlan Deresi G–K yönünde dar ve dik vadisi içinde Araplar Mahallesi güneyine kadar akmaktadır. Buradan itibaren akarsu birbirine paralel uzanan kabaca D–B doğrultulu 4 fay tarafından kesilmektedir. Akarsuyun ağız kesiminden kaynağına doğru havzayı kesen bu faylardan ikincisi (Pınarbaşı Fayı) doğuda Pınarbaşı Mahallesi’nden batıya doğru İlimli Mahallesi’nin kuzeyi boyunca uzanmaktadır. Gerek Pınarbaşı Fayı gerekse de onun hemen güneyinde ve ona paralel uzanan Akyokuş Fayı birer tektonik dokanak oluşturmaktadır. Bu iki fay arasında heyelanlar gelişmiştir. Vadinin batı yamacındaki İlimli Mahallesi bu heyelanlardan biri içine kurulmuştur. Gerek bu iki faya bağlı olarak gerekse de litolojiye bağlı olarak bu kesimde vadinin her iki tarafında heyelanlar gelişmiştir. Belirtilen bu iki fayın denetiminde ve litolojinin de etkisiyle gelişmiş olan bu heyelanlara bağlı olarak Ağlan Deresi Havzası bu kesimde D–B yönünde açılmış ve yamaç eğimleri azalmıştır. Akarsuyun aşağı mecrasında ağız kesimi yakınlarında da vadinin her iki tarafında heyelanlar gelişmiştir.

Hipsometrik integral değeri 0,53 olan Ağlan Deresi Havzası’nın hipsometrik eğrisi kompleks bir profile sahiptir (Şekil 41c). Hipsometrik eğri üzerinde görülen anomaliler havzayı önemli oranda etkilemiş olan heyelanlarla ve litolojik geçişlerle ilişkilidir.

Havzada düşük bir oranda sola doğru tiltlenme (AF 58,21) söz konusudur. Ancak bu asimetri durumu özellikle havzanın yukarı kesimi için geçerli bir durumdur. Bu kesimde gelişmiş olan büyük heyelana bağlı olarak akarsu sola doğru kaymıştır. Havzanın orta yarısından itibaren aşağı kesimlerine doğru ise daha çok bir simetriden söz edilebilir.

Havzada eğim değerleri 0–53° arasında değişmektedir. En az eğimler akarsuyun ağız kesiminde, su bölümü hattı yakınlarında ve akarsuyun yukarı mecrasındaki büyük heyelan alanının olduğu kesimde havza tabanında görülmektedir. En yüksek eğim değerine sahip alanlar ise akarsuyun orta mecrasında ve havzanın yukarı kesimlerinde Ağlan Deresi'nin vadi yamaçlarında görülmektedir.

Ağlan Deresi'nin vadi eğimi ağızdan kaynağa doğru düzenli bir şekilde artarken, akarsuyun 6. km'sinde 2 katına çıkmakta, 8. km'sinde ise en yüksek eğim değerine (18°) ulaşmaktadır. Ortalama vadi eğim değerinin 8° olduğu Ağlan Deresi'nin boyuna profili, özellikle orta kesiminde konkav bir uzanışa sahiptir (Şekil 41a). Akarsuyun yukarı mecrasında konveks bir görünüm alan profil üzerinde eğim kırıkları dikkat çekmektedir. Özellikle aşağı mecrasında ve 625 m seviyesinde görülen eğim kırıkları önemlidir.

Ağlan Deresi'ne ait SL değerleri akarsuyun aşağı mecrasında düşük değerler göstermekte, yukarı mecrasına doğru ise bu değerler artmakta ve inişli–çıkışlı bir profil oluşturmaktadır. En yüksek SL değeri akarsuyun kaynak kesimi yakınında kireçtaşları üzerinde görülmektedir. Burada KD–GB doğrultulu ve yaklaşık olarak 3 km uzunluğunda bir fay yer almaktadır. Bu fay ayrıca Ağlan Deresi'ni 340 m kadar sağ yanal olarak ötelemiştir.

Genel olarak sinüslü kanal paternine sahip olan akarsuyun, yan kollarında hâkim olan kanal paterni, düz kanal paternidir.

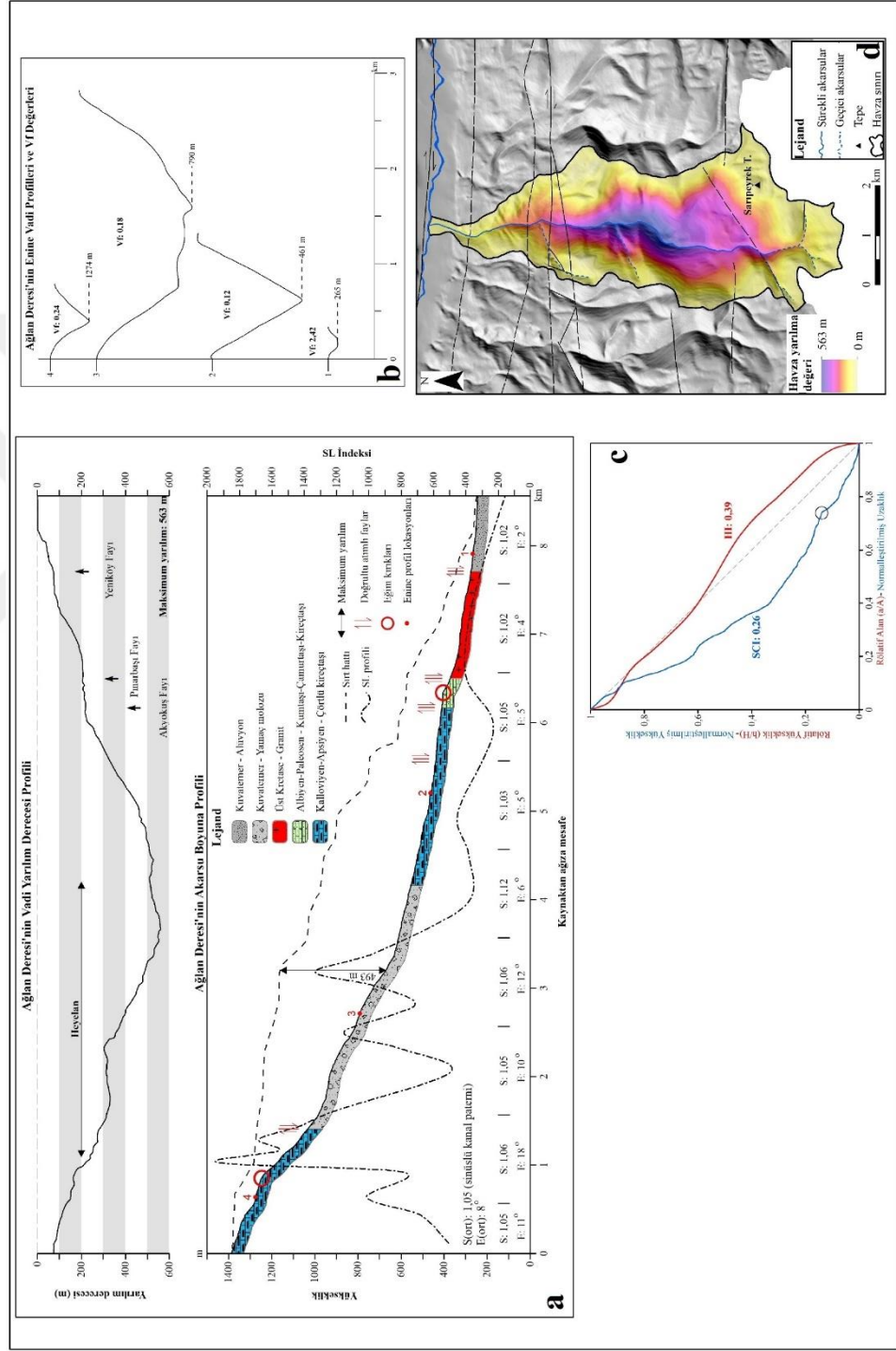
Ağlan Deresi üzerinde 4 farklı lokasyon üzerinden alınan enine vadi profillerinden elde edilen Vf değerleri ağızdan kaynağa doğru sırasıyla 2,42, 0,12, 0,18 ve 0,24'tür (Şekil 41b). Bu değerlere göre özellikle 340 m seviyesinde akarsu boyuna profili üzerinde de açıkça görülen eğim kırığından itibaren havzada bir gençleşmenin gerçekleştiği, buna koşut olarak da akarsuyun vadisini derine doğru kazdığı görülmektedir.

Ağlan Deresi'nin vadisini derine doğru rölatif yarma derecesi, akarsuya ait boyuna profil ve sırt profilinin karşılaştırılması ile 493 m olarak hesaplanmıştır. Havzadaki yarıma derecesi minimum havza yarılmı metoduna göre ise 563 m olarak bulunmuştur. En fazla yarıma derecesi havzanın orta kesimine karşılık gelmektedir

(Şekil 41d). Havzadan aşınan minimum kütle hacmi ise $2,35 \text{ km}^3$ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 41a. Ağlan Deresi'nin akarsu boyunca ve vadi yarılma derecesi profilleri. **b.** Ağlan Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Ağlan Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Ağlan Deresi'nin SCI profili (SCI profili üzerindeki siyah daire önemli eğim kırılımı göstermektedir). **d.** Ağlan Deresi'nin minimum havza yarılımı haritası.



c.8. Bend Deresi Havzası

Ortalama yükseltisi 736 m olan ve 2,86 km² yüzölçümüne sahip olan havza, litolojik açıdan heterojen bir karaktere sahiptir. Kabaca D–B doğrultusunda birbirine paralel faylarla parçalanmış olan havzanın orta kesiminde Yenipazar Formasyonu üzerinde gelişmiş bir heyelan alanı mevcuttur. Horozlar Mahallesi, B–D yönünde gelişmiş olan bu heyelanın taç kısmı üzerinde kurulmuştur. Bu heyelanın güney sınırını Yenipazar Formasyonu ile Abant Karmaşığı arasındaki bir tektonik dokanak oluşturmaktadır.

Hipsometrik integral değeri 0,50 olarak hesaplanan havzanın çizilen hipsometrik eğrisi, üzerinde anomalilerin görüldüğü kompleks bir profile sahiptir (Şekil 42c). Bu anomaliler yukarıda da bahsedilen heyelan ve tektonik dokanak yani litolojik geçişle ilişkilidir.

Asimetri faktörü indeksine (AF 53,49) göre, simetrik bir havza olan Bend Deresi Havzası'nda eğim değerleri 0–51° arasında değişmektedir. 10°'nin altındaki eğimler akarsuyun ağız kesimi ile Horozlar Mahallesi ve çevresinde görülmektedir. Eğim değerlerinin en yüksek olduğu yerler akarsuyun yukarı mecrasında vadi yamaçları ve Kayabaşı Sırtı'nın kuzeyinde gelişmiş fay şevi üzerinde görülmektedir.

Ortalama vadi eğiminin 9° olduğu ve en yüksek vadi eğim değerinin 11° ile akarsuyun orta ve kaynak kesiminde görüldüğü Bend Deresi, genel olarak düz kanal paternine sahiptir.

Ağız ve kaynak kesiminde konkav bir uzanış gösteren akarsu boyuna profili, akarsuyun orta kesiminde taban seviyesinde meydana gelen bir değişiklik ve gençleşme olayına bağlı olarak konveks bir görünüm almıştır (Şekil 42a). Akarsuya ait SL değerlerinden oluşturulan profilin bu kesimde pik yapması da bu görüşü desteklemektedir.

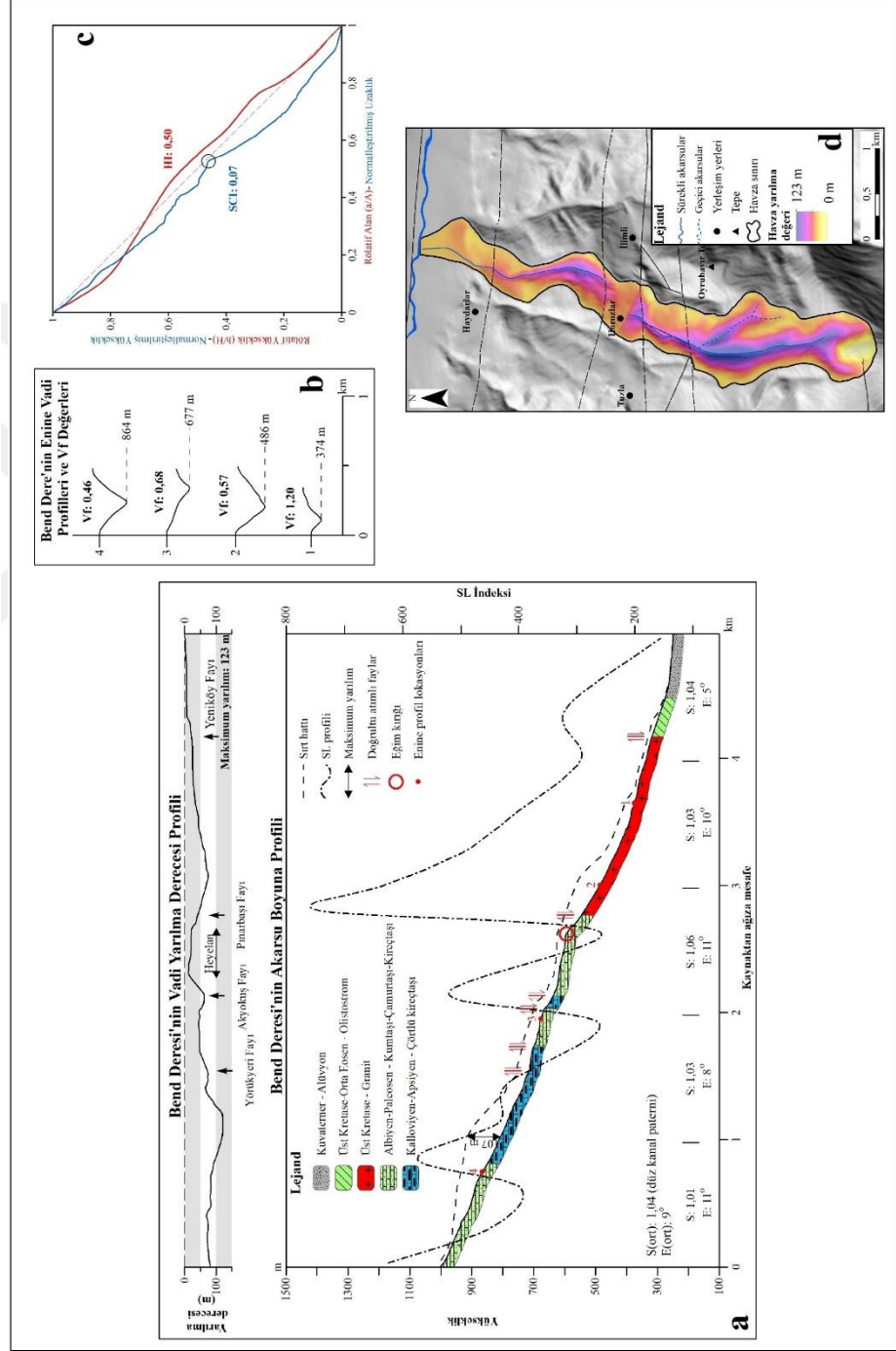
Dört farklı lokasyondan alınan enine vadi profillerinden hesaplanan Vf değerleri mansaptan kaynağa doğru sırasıyla 1,20, 0,57, 0,68 ve 0,76'tır (Şekil 42b). Akarsuyun orta çıkırında vadi profilleri asimetrik bir görünüme sahiptir.

Bend Deresi'nin vadisini derine doğru yarma derecesi akarsu boyuna profili ve sırt profilinin karşılaştırılmasıyla yapılan hesaplamaya göre 107 m'dir ve bu değere

akarsuyun yukarı mecrasında kireçtaşları üzerinde erişilmektedir. Minimum havza yarılımı metoduna göre de havzada yarılma derecesinin en fazla olduğu kesim akarsuyun yukarı mecrasıdır ve elde edilen rölatif değer 123 m'dir (Şekil 42d).



Şekil 42a. Bend Deresi'nin akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. **b.** Bend Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Bend Deresi'nin hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Bend Deresi'nin SCI profili (SCI profili üzerindeki siyah daire önemli eğim kırığını göstermektedir). **d.** Bend Deresi Havzası'nın minimum havza yarılma haritası.



c.9. Horozlar Deresi Havzası

Ortalama yükseltisi 506 m olan havzanın litolojisini, yukarı kesiminde Yenipazar Formasyonu'nun kayaçları ile aşağı kesiminde Abant Karmaşığı'nın olistostromları oluşturmaktadır.

Hipsometrik integral değeri 0,48 olan ve kompleks bir hipsometrik eğriye (Şekil 43c) sahip olan havza, morfolojik evrimin olgunluk ile gençlik evresi arasında bir havza karakteri göstermektedir.

Havzaya uygulanan asimetri faktörüne göre (AF 37,50) havza düşük bir oranda sola doğru tiltlenmiştir. Bu asimetrik durum havzanın özellikle orta kesiminde daha belirgindir.

Eğim değerlerinin 0–44° arasında değiştiği havzada en düşük eğimler, akarsuyun aşağı mecrasında ve Tuzla Mahallesi'nin doğusunda görülürken, eğimin 30°'nin üzerinde olduğu yerler akarsuyun orta mecrasında özellikle sağ vadi yamacında çok dar bir alanda görülmektedir.

Mansap kesiminde 6° olan vadi eğimi akarsuyun orta mecrasında 14° ile en yüksek değere ulaşan Horozlar Deresi genel olarak düz bir kanal paternine sahiptir.

Akarsuya ait boyuna profil orta kesimde konkav, kaynağa doğru ise konveks bir uzanış göstermektedir (Şekil 43a). 340–600 m seviyeleri arasında görülen konkav profilin gelişimi üzerinde, 340 m ve 600 m seviyelerinde kabaca D–B doğrultusunda havzayı kesen sağ yanal doğrultu atımlı faylar ile belirtilen bu iki seviye arasında litolojinin olistostromlardan oluşması ve buna bağlı olarak da kütle hareketlerinin yaşanması etkili olmuştur. Horozlar Deresi'ne ait SL değerlerinden çizilen profilin bu kesimde aşınma karşı dirençsiz kayaçlar (olistostrom) üzerinde pik yapması tektonik aktiviteye işaret etmektedir.

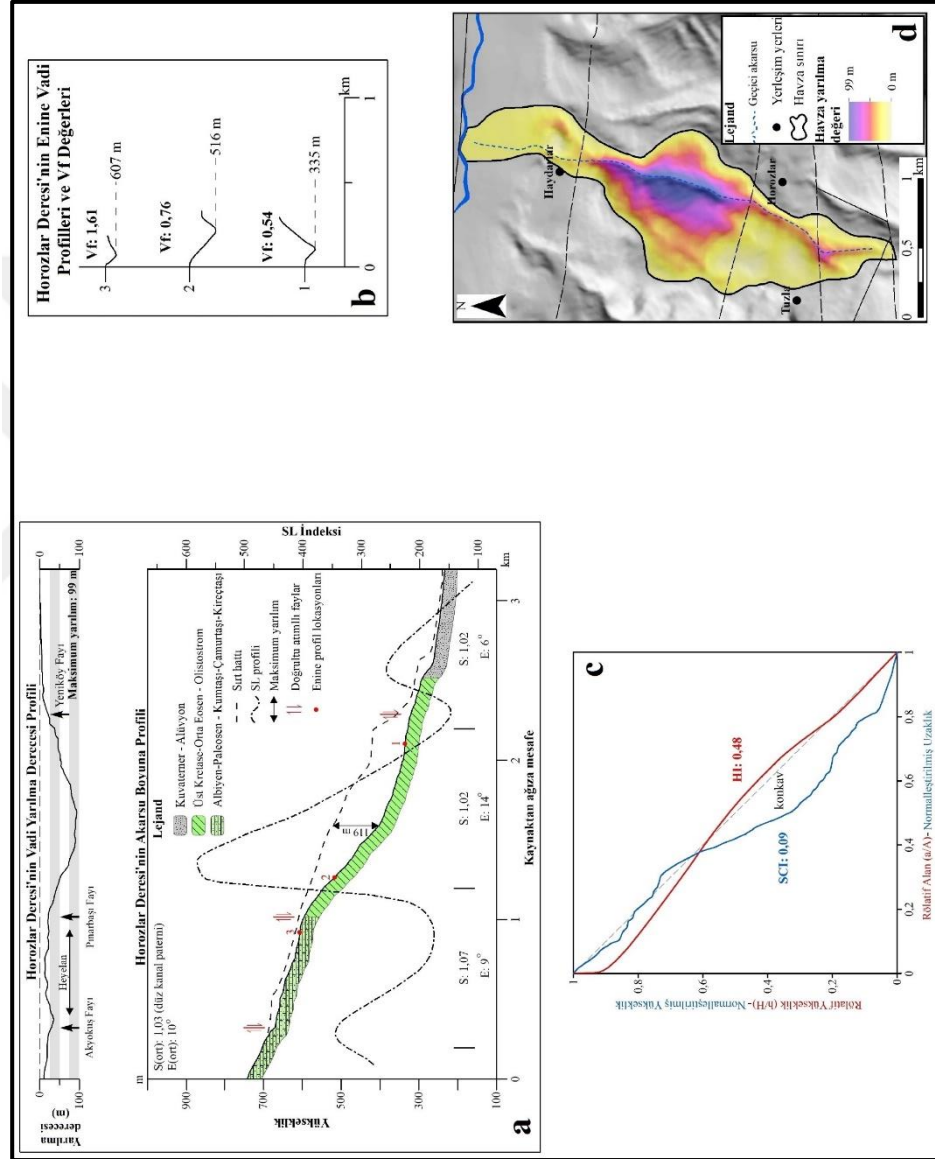
Horozlar Deresi üzerinde 3 farklı lokasyondan alınan enine vadi profillerinden hesaplanan Vf değerleri mansaptan kaynağa doğru sırasıyla 0,54, 0,76 ve 1,61'dir (Şekil 43b).

Sırt profili ve akarsu boyuna profilinin karşılaştırılması ile hesaplanan maksimum yarılm 119 m iken, minimum havza yarılmı metoduna göre havzadaki maksimum

yarılma derecesi ise 99 m'dir (Şekil 43d). Her iki değere de akarsuyun orta çığırında erişilmektedir.



Şekil 43a. Horozlar Deresi'nin akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. **b.** Horozlar Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Horozlar Deresi Havzası'nın hipsometrik integral eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Horozlar Deresi'nin SCI profili. **d.** Horozlar Deresi Havzası'nın minimum havza yarılma haritası.



c.10. Sugözü Deresi Havzası

8061 m uzunluğunda ve genel akış yönü G–K şeklinde olan Sugözü Deresi, kendi içinde yer yer salınımlar yapmakta ve özellikle aşağı mecrasında Mudurnu Çayı'na katılmadan önce akış yönünü değiştirerek, GB–KD istikametinde akmaktadır. Farklı litolojik birimler üzerinde akan akarsu özellikle yukarı mecrasında dar ve derin bir vadi içinde akmaktadır.

Ortalama yükseltisi 954 m olan havza, birçok fay tarafından kesilmektedir. Bu durum, Sugözü Deresi ve yan kolları üzerinde ötelenmeler ve kapmalar şeklinde görülmektedir. Boğmalık Sırtı'ndan doğan ve Sugözü Deresi'ne batıdan katılan en kuzeydeki tali kol G–K olan akış yönünü 760 m seviyesinde kuzeydoğuya çevirmekte ve 640 m seviyelerinde ana akarsuya katılmaktadır. 640–760 m seviyeleri arasında bu tali kol, 820 m kadar sağ yanal olarak ötelenmiştir. Sugözü Deresi'ne batıdan katılan ve daha güneyde yer alan ikinci bir tali kol ise G–K olan akış yönünü 970 m seviyesinden itibaren 90°'ye yakın keskin bir dirsekle GB–KD'ya çevirmiş ve 770–970 m seviyeleri arasında yaklaşık olarak 900 m kadar sağ yanal ötelenmiştir. Kaynağa en yakın olan Armutlu Deresi ise Büyükçayırılık Sırtı doğusunda, D–B yönünde uzanan bir faya bağlı olarak meydana gelen bir kapma olayı sonucu Sugözü Deresi'ne bağlanmıştır. Doğuda yer alan Ağlan Deresi'nin bir kolu olan bu dere, Büyükçayırılık Sırtı doğusunda bir kapma hadisesi sonucunda, Sugözü Deresi'ne bağlanmıştır.

Havzada birkaç küçük heyelan alanı mevcuttur. Bu heyelanlar Yenipazar Formasyonu ve Abant Karmaşığı'nın olistostromları üzerinde gelişmişlerdir.

11,40 km² yüzölçümüne sahip olan Sugözü Deresi Havzası'nın hipsometrik integral değeri 0,60 olarak hesaplanmıştır. Çizilen hipsometrik eğrisi ise konveks bir profil sunmaktadır (Şekil 44c). Havzanın hipsometrik analizlerinden elde edilen bu sonuçlar havzanın morfolojik evrimin henüz gençlik safhasında olduğunu göstermektedir.

Havzada eğim değerleri 0–50° arasında değişmektedir. Eğimin en az olduğu yerler akarsuyun mansap kesimi, Yörükyeri yerleşimi ve çevresi ile havzanın yukarı kesiminde sırt hatları üzerindedir. Havzada en yüksek eğim değerleri ise akarsuyun orta ve yukarı çıkırında vadi yamaçları ile tali kolların özellikle sağ vadi yamaçlarında

görülmektedir. Sugözü Deresi'nin vadi tabanı eğimi ise ortalama 9° 'dir. Mansaptan kaynağa doğru değişiklik gösteren vadi eğimi en yüksek değere 12° ile kaynak kesiminde ulaşmaktadır.

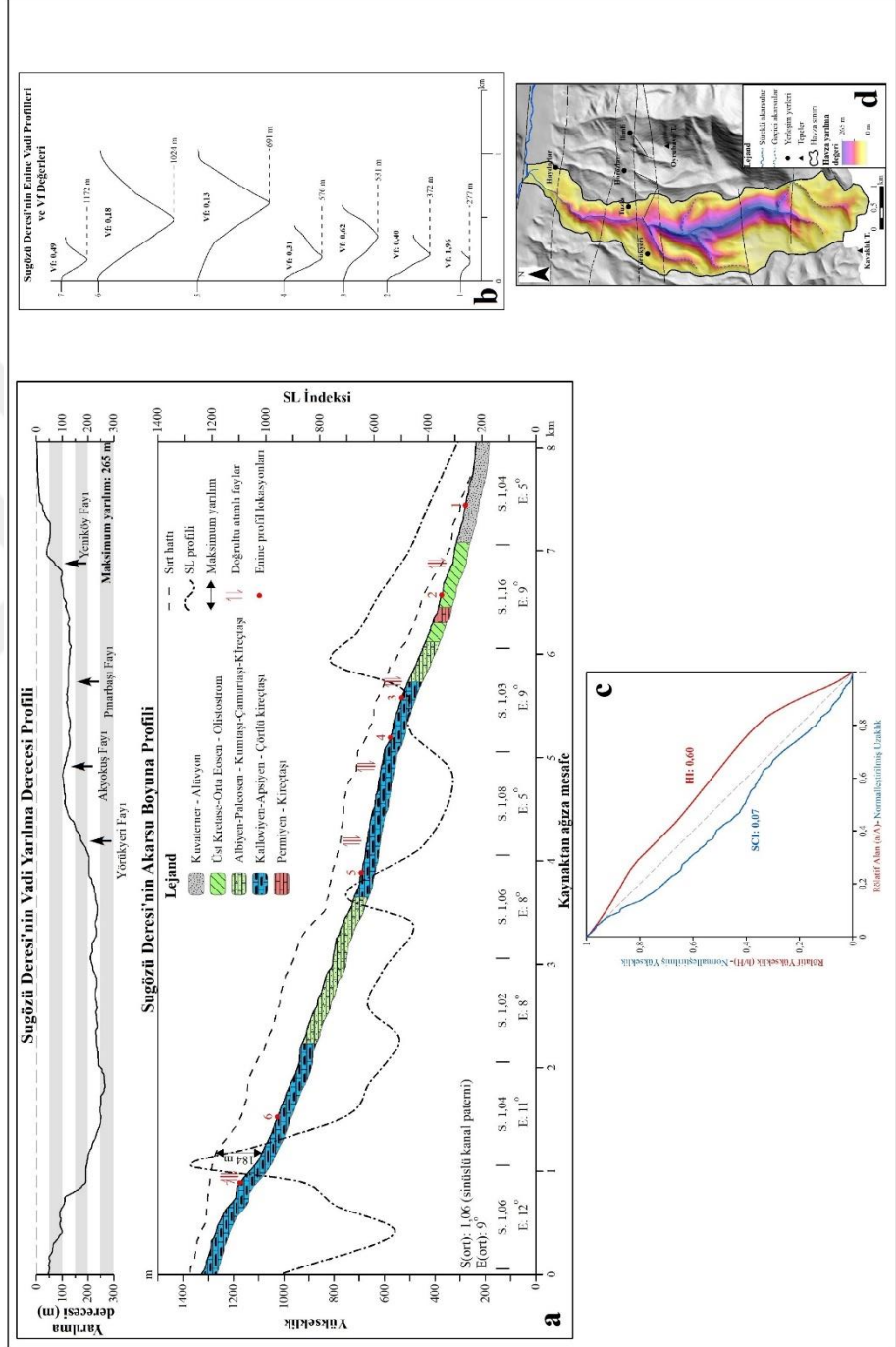
Havzaya uygulanan asimetri faktörüne göre havzada genel olarak bir simetri (AF 48,82) durumu söz konusudur.

Mansap ve kaynak kesimi arasında 1090 m seviye farkı olan akarsu, konveks bir boyuna profile sahiptir (Şekil 44a). Akarsuyun ağız kesiminden kaynağına doğru 2. km'sinden itibaren profil dik bir şekilde uzanmaktadır. SL profilinin bu kesimde aşınımına karşı dayanıksız olan kayalar üzerinde yüksek bir değer göstermesi, havzanın aşağı kesiminde tektonizmaya bağlı olarak taban seviyesinde bir değişimin yaşandığını düşündürmektedir. Oldukça dik ve kırıklı bir boyuna profile sahip olmasının yanı sıra hesaplanan akarsu konkavlık indeksinden de 0,07 (Şekil 44c) gibi düşük bir değer elde edilmesi, Sugözü Deresi'nin genç bir akarsuyu karakterize ettiğini göstermektedir.

Akarsu üzerinden 7 lokasyondan alınan enine vadi profillerine ait Vf değerleri mansaptan kaynağa doğru sırasıyla 1,96, 0,40, 0,62, 0,31, 0,13, 0,18 ve 0,49'dur (Şekil 44b). Bu değerlere göre havzada aktif bir yükselme ve buna bağlı olarak gelişen derine doğru bir aşındırmanın varlığına işaret etmektedir. Bu derine doğru aşındırma akarsuyun özellikle orta çığırında en yüksek seviyededir. Havzanın bu kesimindeki yükselme ve yeniden canlanan aşındırmanın izleri vadi yamaçlarında topografik diskordanslar olarak izlenebilmektedir. Yine bu kesimde vadinin her iki yamacı üzerinde görülen asılı vadiler, bu aşındırmanın çok hızlı bir şekilde gerçekleştiğini göstermektedir.

Sugözü Deresi'nin vadisini yarma derecesi, akarsuya ait sırt ve boyuna profillerinin çakıştırılması ile yapılan hesaplama göre 184 m'dir. Minimum havza yarılımı metoduna göre ise havzadaki en yüksek yarılma derecesi 265 m'dir (Şekil 44d).

Şekil 44a. Sugözü Deresi'nin akarsu boyunca ve vadi yarılma derecesi profilleri. **b.** Sugözü Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Sugözü Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Sugözü Deresi'nin SCI profili. **d.** Sugözü Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.



c.11. Yörükyeri Deresi Havzası

Ortalama yükseltisi 670 m olan ve G–K doğrultusunda uzanan havza, Güney Ana Alt Havzası içinde yüzölçüm bakımından (3,96 km²) küçük havzalardan biridir. Hipsometrik integral değeri 0,43 olan havzanın hipsometrik eğrisi kompleks bir profile sahiptir (Şekil 45c). Eğri üzerinde anomaliler görülmektedir. Bu anomaliler özellikle havzanın yukarı kesimlerinde litolojiyle ilişkilidir.

Asimetri faktörüne (AF 35,63) göre havzada orta derecede sağa doğru bir tiltlenme söz konusudur. Havzadaki asimetri durumu özellikle 350–750 m seviyeleri arasında çok nettir.

Havzada eğim değerleri 0–44° arasında değişmektedir. Eğimin en az olduğu yerler akarsuyun ağız kesiminde, Kayabaşı Tepe ve çevresi ile Döşemekaya Tepe’de, en yüksek eğim değerleri ise akarsuyun aşağı ve yukarı mecrasında vadi yamaçlarında görülmektedir.

Vadi eğiminin ortalama 9° olduğu Yörükyeri Deresi’nde, vadi eğim değerleri ağızdan kaynağa doğru düzenli bir dağılım göstermemektedir. Ağız kesiminde 6° olan vadi eğimi akarsuyun 2. km’sinde 2 katına çıkmaktadır. 3. km’sinden sonra tekrar 6°’ye inen vadi eğimi kaynak kesiminde 12°’ye yükselmektedir.

Yukarı mecrasında düz kanal paternine sahip olan Yörükyeri Deresi, aşağı mecrasında ise sinüslü kanal paterni karakteri göstermektedir.

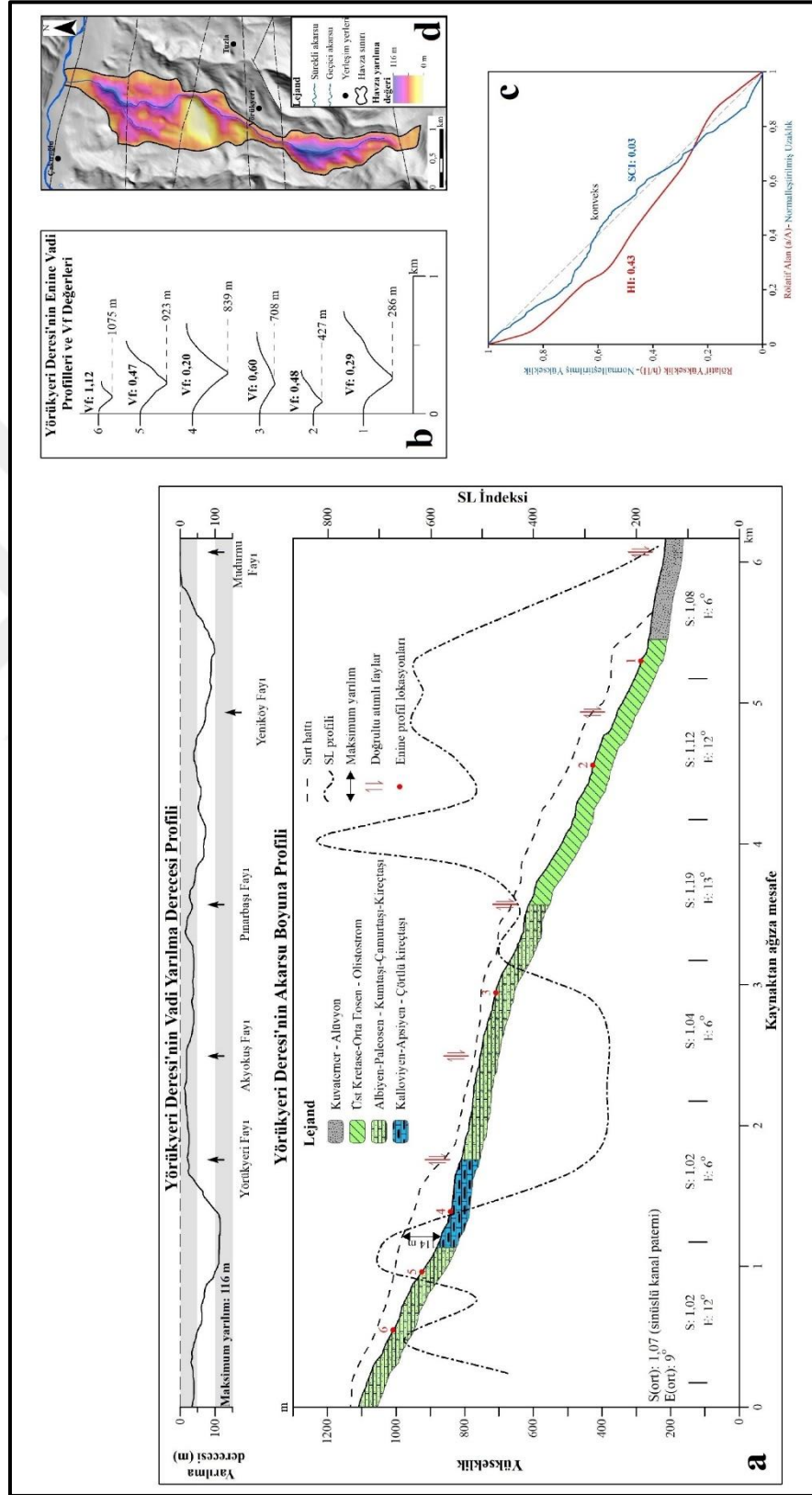
Yörükyeri Deresi’ne ait akarsu boyuna profili genel olarak konveks bir uzanış göstermektedir (Şekil 45a). Bu konveks durum akarsuyun orta çıkırında daha belirgindir. Profil özellikle 270 m seviyesinden itibaren çok dik bir uzanışa sahiptir. Profil bu yönüyle çok genç bir akarsuyu karakterize etmektedir. 0,03 olarak hesaplanan akarsu konkavlık indeksi (Şekil 45c) de bunu desteklemektedir. Akarsuyun SL değerleri akarsuyun aşağı mecrasında olistostromlar üzerinde en yüksek değere sahiptir. Dirençsiz kayalar üzerinde bu yüksek değerın görülmesi tektonizma ile ilişkilidir.

Yörükyeri Deresi üzerinde 6 lokasyondan alınan enine vadi profillerinden elde edilen Vf değerleri mansaptan kaynağa doğru sırasıyla 0,29, 0,48, 0,60, 0,20, 0,47 ve 1,12’dir (Şekil 45b).

Sırt profili ile akarsu boyuna profilinin çakıştırılması ile hesaplanan havzadaki görece maksimum yarılım derecesi ile minimum havza yarılımı metoduna göre elde edilen değer birbirine çok yakındır (sırasıyla 114 m ve 116 m). Akarsuyun aşağı ve yukarı mecrasında yarılma derecesi daha fazladır (şekil 45d). Havzanın aşağı kesiminde bu değerin yüksek olması litoloji ile yakından ilişkilidir.



Şekil 45a. Yörükleri Deresi'nin akarsu boyunca ve vadi yarılma derecesi profilleri. **b.** Yörükleri Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf profilleri. **c.** Yörükleri Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Yörükleri Deresi'nin SCI değeri ile Yörükleri Deresi Havzası'nın minimum havza yarılımı haritası.



c.12. Karapınar Deresi Havzası

K–G yönünde uzun eksenli 10,82 km olan havza, 21,26 km² yüzölçümüne sahiptir. Mudurnu Çayı Güney Ana Alt Havzası içinde ortalama yükseltisi en fazla olan (1095 m) Karapınar Deresi Havzası'nın litolojisini havzanın yukarı kesiminde çörtlü kireçtaşları, orta kesiminde kumtaşı–çamurtaşı–kireçtaşı birimi, aşağı kesiminde ise olistostromlar oluşturmaktadır.

0,71 olarak hesaplanan havzanın hipsometrik integral değeri, analizi yapılan 34 akarsu havzası içindeki en yüksek değerdir. Konveks bir hipsometrik eğriye (Şekil 46c) sahip olan Karapınar Deresi Havzası'nın morfolojisinin şekillenmesinde kapma ve ötelenmelerin önemli bir etkisi vardır. 920 m seviyelerinde Karapınar Deresi, batısında yer alan Cin Dere'nin bir kolu olan Tütünlük Deresi'ni kaparak kendisine bağlamıştır. Tütünlük Deresi 860 m'de kabaca G–K olan akış yönünü bu kesimdeki D–B uzanımlı fayın etkisi ile doğuya doğru çevirmiştir. 1090 m seviyelerinde ise Tütünlük Deresi'nin kaynak kısmı Fındıklık Deresi'nin bir kolu tarafından kapılmıştır.

Karapınar Deresi, Büyükgüney Sırtı ile Gözügöcek Tepe arasında kireçtaşları içinde 300 m derinliğinde K–G yönlü dar bir boğaz açmıştır. Akarsuyun boğazdan çıktığı 950 m seviyesinde önünün bir sürgü sırtı ile kesilmesi nedeniyle G–K olan akış yönünü, GB–KD olarak değiştirmiştir. Buradaki ötelenme miktarı yaklaşık olarak 500 m'dir.

Eğim değerlerinin 0–57° arasında değiştiği havzada en düşük eğim değerleri akarsuyun ağız kesiminde ve havzanın yukarı kesimindeki platoluk sahada, en yüksek eğim değerleri ise akarsuyun özellikle yukarı kesiminde vadi yamaçlarında görülmektedir. Ortalama vadi eğim değerinin 5° olduğu Karapınar Deresi'nde vadi eğimi mansaptan kaynağa doğru düzensizlik göstermektedir. En yüksek vadi eğimi, 10° ile akarsuyun mansaptan kaynağa doğru 2. ve 4. km'lerinde görülmektedir.

Sinüzite değeri 1,00–1,18 arasında olan akarsuyun kanal paterni, düz ve sinüslü kanal paterni arasında değişmektedir. Değerin en yüksek olduğu (1,18) akarsuyun mansaptan kaynağa doğru 8. km'de paternde meydana gelen değişiklik, akarsuyun önünün D–B uzanımlı bir faya bağlı olarak gelişmiş olan bir sürgü sırtı tarafından

kesilmesi neticesinde, G–K olan akış yönünün kuzeydoğuya doğru dönmesiyle ilişkilidir.

Karapınar Deresi'ne ait boyuna profil konveks bir uzanış göstermektedir (Şekil 46a). Profil üzerinde belirgin eğim kırıkları dikkat çekmektedir. Özellikle 420 m, 640 m 900 m ve 1170 m seviyelerinde görülen eğim kırıkları önemlidir. 420 m'de olistostromlar üzerinde görülen eğim kırığı, KAF'ın güney kolu olan ve havzayı D–B yönünde kesen fayın (Yeniköy Fayı) denetiminde gelişmiştir. İkinci eğim kırığı da Yörükyeri ve Cıvcıvgüneysi yerleşmeleri arasında D–B yönünde uzanan Akyokuş Fayı'nın aktivitesi ile oluşmuş bir eğim kırığıdır. Akarsu boyuna profilinde de görüldüğü gibi bu fay 640–720 m seviyeleri arasında 80 m'lik bir diklik meydana getirmiştir. Her iki eğim kırığının görüldüğü yerde de vadi tabanı eğimi (10°), Karapınar Deresi'ndeki en yüksek eğim değerlerine sahiptir. Aşınımına karşı dirençsiz kayalar üzerinde gelişmiş olan bu eğim kırıklarının görüldüğü yerlerde akarsuya ait SL profilinin pik yapması, havzanın bu kesiminde tektonik aktivitenin etkinliğini açıkça göstermektedir. 900 m seviyesinde görülen eğim kırığının ise, havzayı KD–GB doğrultusunda kesen doğrultu atımlı bir faya bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir. Fay haritasına (Şekil 5) olası fay olarak eklenen bu fay, doğuda Sugözü Deresi'nden başlayarak KD–GB istikametinde Fındıklık Deresi'ne kadar devam etmektedir. Sugözü Deresi'nin yan kolunun sağ yanal olarak ötelenmesine neden olan fayın Karapınar Deresi'ni kestiği yerde fayın güney bloğunda vadinin her iki yamacında heyelanlar gelişmiştir. Daha batıda Kuveç Tepe'nin güneyinde aynı faya bağlı olarak bir kapma olayı yaşanmış ve Fındıklık Deresi'nin bir kolu Karapınar Deresi'nin bir tali kolunu kendine bağlamıştır. 1170 m seviyesinde görülen eğim kırığı da bir fay denetiminde gelişmiş olmalıdır. Zira bu kesimde akarsuda 140 m kadar sağ yanal bir yer değiştirmenin görülmesinin yanı sıra SL değerlerinin de yükselmesi bu olasılığı desteklemektedir.

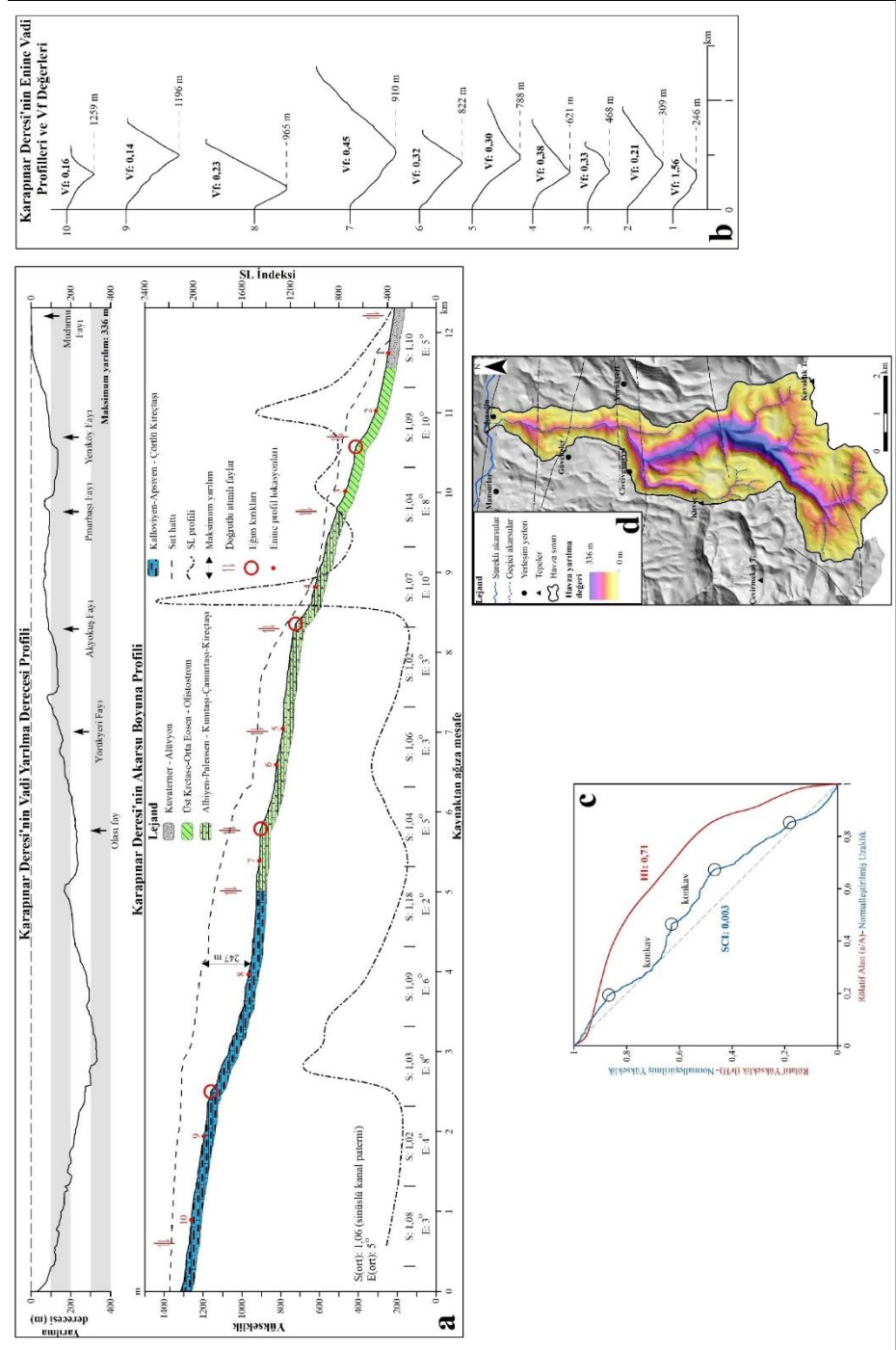
Karapınar Deresi üzerinde 10 farklı lokasyondan alınan enine vadi profillerinden elde edilen Vf değerleri 0,14 ile 1,56 arasında değişmektedir (Şekil 46b). Bu değerler, havzada aktif bir yükselme ve buna koşut olarak gelişen derine doğru aşındırmanın varlığını işaret etmektedir. Konveks bir boyuna profile sahip olması, Vf değerlerinin düşük değerler göstermesi ve akarsu konkavlık indeksinin 0,003 (analizi

yapılan 34 akarsu havzası içindeki en düşük değer) olması (Şekil 46c), Karapınar Deresi'nin çok genç bir akarsu olduğunu göstermektedir.

Karapınar Deresi'nde 3 vadi tipi birlikte görülmektedir; "V" şekilli çentik vadi, yayvan "V" şekilli vadi ve geniş tabanlı vadi. Geniş tabanlı vadi örneğine akarsuyun Mudurnu Çayı'na katıldığı mansap kısmı yakınlarında rastlanmaktadır. Kaynaktan mansap kesimine doğru gidildikçe Karapınar Deresi'nin aşınma karşı dirençleri birbirinden farklı litolojik birimlerden geçmesine bağlı olarak da "V" şekilli çentik vadi ve yayvan "V" şekilli vadi karakteri birlikte görülmektedir.

Sırt profili ve akarsu boyuna profilinin çakıştırılması ile yapılan hesaplama göre Karapınar Deresi'ndeki görece maksimum yarılim değeri 247 m'dir. Minimum havza yarılimi metoduna göre bu değer 336 m'dir (Şekil 46d). Havzadaki yarılim derecesinin en fazla olduğu yer, havzanın yukarı kesiminde akarsuyun kireçtaşları içinde boğaz şekilli, dar ve derin vadisine karşılık gelmektedir. Havzadan aşınan minimum kütle hacmi ise 1,36 km³'tür.

Şekil 46a. Karapınar Deresi'nin akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. **b.** Karapınar Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Karapınar Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Karapınar Deresi'nin SCI profili (SCI profili üzerindeki siyah daireler önemli eğim kırıklarını göstermektedir). **d.** Karapınar Deresi Havzası'nın minimum havza yarılım haritası.



c.13. Cin Dere Havzası

Ortalama yükseltisi 769 m olan Cin Dere Havzası, 10,33 km² yüzölçümüne sahiptir. G–K yönünde uzanan ve aşağı kesimine doğru daralan havzanın D–B yönünde en geniş yeri 2,75 km'dir. Konveks bir hipsometrik eğriye sahip olan havzanın, hipsometrik integral değeri 0,59'dur (Şekil 47c). Bu yönüyle Cin Dere morfolojik evrimin henüz gençlik aşamasında yer alan bir havza karakterini yansıtmaktadır.

Cin Dere Havzası ile ilgili en dikkat çeken özelliklerden biri, havzanın yukarı kesiminde gelişmiş bir kuru vadi ağının varlığıdır (Şekil 9). Bu durum havzaya ait akarsu yoğunluğu (0,76) ve vadi yoğunluğu (4,95) değerleri arasındaki farkla da açıkça anlaşılmaktadır. Güneydoğudan Karapınar Deresi Havzası, batıdan ve güneyden Fındıklık Deresi Havzası ile komşu olan bu havzanın bugün gösterdiği drenaj ağının gelişimi üzerinde bu havzalar arasında meydana gelmiş olan kapma olaylarının önemli etkileri olmuştur.

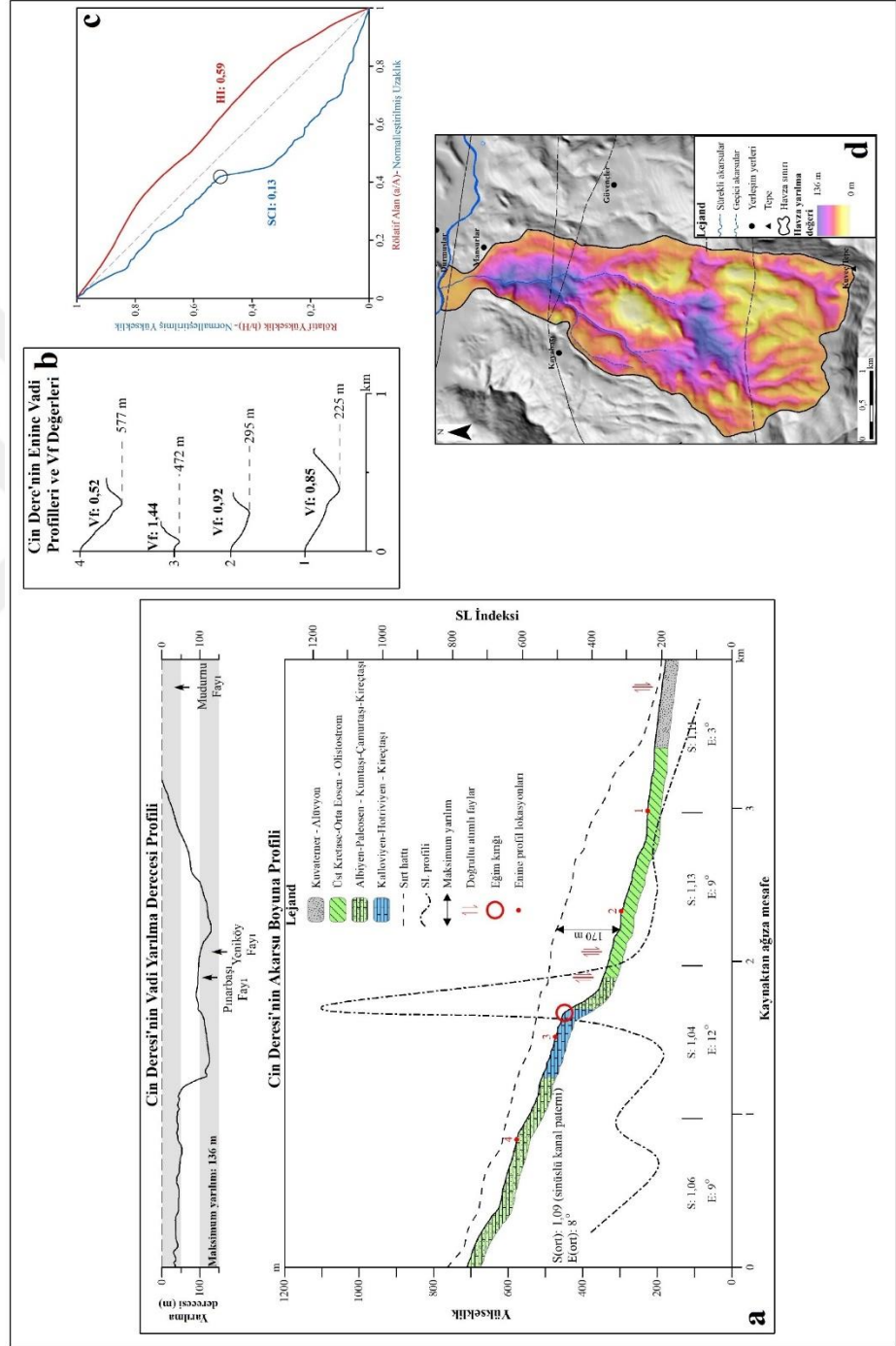
Havzada eğim değerleri 0–53° arasında değişmektedir. Eğimin en az olduğu yerler akarsuyun mansap kesiminde ve sırt hatları üzerinde görülmektedir. Ortalama 8° olan vadi eğimi ise akarsuyun 3. km'sinde 12° ile en yüksek değere ulaşmaktadır.

Akarsu boyuna profili üzerinde 450 m seviyesinde önemli bir eğim kırığı görülmektedir (Şekil 47a). Bu eğim kırığı 90 m'lik bir diklik oluşturmaktadır. Akarsuya ait SL profilinin bu kesimde pik yapması, havzada tektoniğe bağlı olarak bir gençleşmenin gerçekleştiğini göstermektedir.

Akarsu üzerinden 4 lokasyondan enine vadi profillerinden hesaplanan Vf değerleri mansaptan kaynağa doğru sırasıyla 0,85, 0,92, 1,44 ve 0,52'dir (Şekil 47b).

Akarsu boyuna profili ve sırt profilinin karşılaştırılması ile hesaplanan maksimum vadi yarılımı 170 m'dir. Havzadaki yarılım derecesi minimum havza yarılımı metoduna göre 136 m'dir (Şekil 47d). Havzada yarılma derecesinin en yüksek olduğu yerler havzanın aşağı kesiminde KAF'ın Güney Kol'u çevresinde ve havzanın yukarı kesimindedir. Yarılma derecesinin en az olduğu yerler ise özellikle Bilecik Kireçtaşı'nın yüzeylendiği yerlere karşılık gelmektedir.

Şekil 47a. Cin Deresi'nin akarsu boyunca ve vadi yarıлма derecesi profilleri. **b.** Cin Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Cin Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Cin Deresi'nin SCI profili (SCI profili üzerindeki siyah daire önemli eğim kırığı göstermektedir). **d.** Cin Deresi Havzası'nın minimum havza yarıлма haritası.



c.14. Fındıklık Deresi Havzası

K–G doğrultusunda uzun eksenli 11,55 km olan Fındıklık Deresi Havzası, kapladığı alan (32,74 km²) bakımından Mudurnu Çayı Güney Ana Alt Havzası içindeki 2. büyük akarsu havzasıdır. Aşağı kesiminde dar ve uzun olan havza, yukarı kesimine doğru genişlerken akarsuyun kaynağı yakınlarında tekrar daralmaktadır.

Bugünkü morfolojik görünümünü almasında drenaj sistemini etkilemiş olan kapmaların ve ötelenmelerin önemli etkilerinin görüldüğü Fındıklık Deresi Havzası, dışbükey bir hipsometrik eğriye sahiptir (Şekil 48c) ve hipsometrik integral değeri 0,67'dir. Bu hipsometrik analizlere göre havza, morfolojik evrimin gençlik aşamasında bir havza karakteri göstermektedir.

Asimetri faktörüne (AF 49,62) göre havzada bir simetri mevcuttur. Eğim değerlerinin 0–58° arasında değiştiği havzada, en yüksek değerler özellikle ana akarsuyun mecrasının orta kesimlerinde vadi yamaçlarında, en düşük eğim değerleri akarsuyun ağız kesimi ile sırt hatları üzerinde görülmektedir. Fındıklık Deresi'nin vadi eğiminin ortalama değeri 6°'dir. Mansap kesiminde 1° olan vadi eğimi kaynak kesimine doğru düzensiz bir şekilde değişmektedir. En yüksek değer 12° ile akarsuyun mansaptan kaynağa doğru 7. km'sinde ölçülmektedir. Hemen ardından vadi eğimi çok azalmakta (2°) ve kaynağa doğru yavaş bir şekilde tekrar artmaktadır.

Ana akarsu ve tali kollarında genel olarak görülen kanal paterni sinüslü kanal paternidir. Ancak ana akarsu olan Fındıklık Deresi'nin mansaptan kaynağa doğru 11. (1,33) ve 13. km'lerinde (1,32) kanal paterninde bir değişiklik söz konusudur. Bu iki lokasyonda akarsu menderesli kanal paternine sahiptir.

Vadi yönelimlerinin genel olarak GD–KB ve GB–KD şeklinde olduğu ve kafesli drenaj tipinin görüldüğü havzada, drenaj ağının bu görünümü almasında havzayı GD–KB doğrultusunda kesen ve kabaca birbirlerine paralel uzanan faylar etkili olmuştur. Özellikle bazı yan kolların, drenajda ötelenme ve kapmalara neden olan bu fayları takip ettiği ve sübsekant vadi karakteri gösterdikleri görülmektedir.

Fındıklık Deresi'ne batıdan katılan ve kaynağını Çırçırdoruğu Tepe'nin kuzey eteğinden alan yaklaşık 4 km uzunluğundaki yan kolu 90°'ye varan dirsekler yapmaktadır. Yine bu kol üzerinde sağ yönlü ötelenmeler dikkat çekmektedir. Dere

önce Çifttemezar Mevkii'nin doğusunda 700 m kadar KD–GB doğrultusunda ötelenmekte, daha sonra yine aynı doğrultuda 945 m kadar ötelenmektedir. Kaynak kesimi yakınında Çevirmekaş Tepe'nin doğusundaki yan kolda ise ötelenme miktarı yaklaşık olarak 980 m'dir.

Fındıklık Deresi, 1090 m seviyelerinde Mollaahmet Yolkaşağı Mevkii'nde komşu akarsu havzası olan Karapınar Deresi'nin bir kolunu kaparak kendine bağlamıştır. Kapılan bu derenin kaynak kısmı yakınında da bir kapma olayı daha söz konusudur. Bir diğer kapma hadisesi ise 1170 m seviyelerinde Çifttemezar Mevkii'nde görülmektedir. Çatalkaya Deresi'nin kolu Fındıklık Deresi'nin kolu tarafından kapılmıştır.

Havzanın özellikle orta kesiminde Boztepe ve Kiremitlik mahalleleri arasında Yenipazar Formasyonu üzerinde lokal küçük heyelanlar gelişmiştir. Bu kesimde akarsu yoğunluğu azalmaktadır.

Genel olarak konveks bir akarsu boyuna profiline sahip Fındıklık Deresi üzerinde önemli eğim kırıkları görülmektedir (Şekil 48a). Özellikle akarsuyun mansaptan kaynağa 7. ve 13. km'lerinde görülen eğim kırıkları dikkat çekicidir. Akarsuyun orta çıkırında görülen ilk eğim kırığı yaklaşık 50 m'lik bir diklik oluşturmaktadır. Bu kesimde akarsuya ait SL değerleri en yüksek değere ulaşmaktadır. Yenipazar Formasyonu ile Soğukçam Formasyonu arasındaki tektonik dokanak arasında yer alan bu eğim kırığı bir gençleşme başına karşılık gelmekte ve havzanın bu kesiminde bir gençleşme olayına işaret etmektedir. Zira eğim kırığının öncesinde ve sonrasında akarsu boyuna profilinin konkav bir uzanışa sahip olduğu görülmektedir.

Fındıklık Deresi üzerinde farklı litolojik birimler üzerinden 7 lokasyondan alınan enine vadi profillerine ait Vf değerleri 0,09–1,73 arasında değişmektedir (Şekil 48b). Akarsuyun mansap kesiminden alınan ve 1,73 değeri elde edilen enine vadi profili hariç tutulduğunda, Fındıklık Deresi'nin derine aşındırmanın hâkim olduğu genç bir vadi profiline sahip olduğu görülmektedir. Akarsuya ait konkavlık indeksinin de 0,06 (Şekil 48c) gibi çok düşük bir değer göstermesi de bu durumu desteklemektedir. Enine vadi profillerinde yamaçlarda görülen topografik

diskordanslar yukarıda bahsedilen gençleşme olayının kanıtlarından birini oluşturmaktadırlar.

Fındıklık Deresi'nin vadisini yarma derecesi, akarsu boyuna profili ve sırt profilinin karşılaştırılması ile yapılan hesaplama göre 393 m'dir ve bu değere akarsuyun orta çığırında erişilmektedir. Minimum havza yarılımı metoduna göre havzadaki yarılma derecesi 331 m olarak hesaplanmıştır (Şekil 48d). Havzadan aşınan minimum kütle hacmi ise 2,66 km³'tür. Bu değer Mudurnu Çayı Güney Ana Alt Havzası içinde analizi yapılan 18 akarsu havzası arasındaki en yüksek 3. değerdir.



c.15. Acalla Deresi Havzası

Çalışma sahası içinde Mudurnu Çayı'nın en uzun 2. kolu (22044 m) olan Acalla Deresi kollarıyla birlikte 76,44 km²'lik bir alanı drene etmektedir. Birçok yan kola sahip olan akarsuyun iki büyük yan kolu Çatalkaya ve Beygular dereleridir. Ortalama yükseltisi 1495 m olan ve litolojik olarak heterojen bir özellik gösteren havzanın hipsometrik integral değeri 0,66'dır. Havzanın çizilen hipsometrik eğrisi ise konveks bir profile sahiptir (Şekil 49c).

Kaynağını Kapıorman Dağları üzerindeki platoluk sahadan alan akarsu, kaynaktan mansaba kadar olan akışı sırasında tam bir yarım daire çizmektedir. Özellikle yukarı mecrasında kabaca GD–KB doğrultusunda menderesler çizerek akan akarsu, bu kesimde çok fazla yan kola sahip değildir. Akarsu yoğunluğunun havzada en düşük olduğu bu kesimde, bu durum üzerinde sahanın litolojik özelliklerinin (kireçtaşı ve kumtaşı) etkisi söz konusudur.

Asimetri faktörüne (AF 50,19) göre havzada bir simetri durumu mevcuttur. Ancak detayda bu durum değişiklik göstermektedir. Akarsu özellikle orta çığırında daha çok batıya doğru kaymıştır.

Eğim değerleri 0–64° arasında değiştiği havzada, en yüksek eğim değerleri ana akarsuyun mansap kesiminde vadi yamaçları ile orta çığırında sol vadi yamacında ve özellikle de Bilecik Kireçtaşı'nın yüzeylendiği ve dik yamaçlı tepelikler oluşturduğu kesimlerde görülmektedir. En düşük eğim değerlerinin görüldüğü yerler ise akarsuyun ağız kesiminde vadi tabanı ile havzanın güneyindeki platoluk sahadır. Vadi eğiminin ortalama 3° olduğu Acalla Deresi'nde, eğim değerleri akarsuyun orta çığırında ortalamanın üzerindedir.

Genel olarak sinüslü kanal paternine sahip olan akarsuyun yukarı mecrasında hâkim olan kanal paterni menderesli kanal paternidir. Akarsuyun mansaptan kaynağa 10. km'sinde kanal paterninde önemli bir değişiklik söz konusudur. Burada 1,22 olan sinüzite değeri, akarsuyun 9. km'sinde 1,04'e düşmektedir. Kanal paterninde görülen bu değişikliğin akarsuyu bu kesimde D–B doğrultusunda kesen KAF'ın Güney Kol'u ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Genel olarak konveks bir görünüme sahip olan akarsu boyuna profilinde dikkat çekici 2 durum söz konusudur (Şekil 49a). Bunlardan ilki akarsuyun yukarı çıkırına karşılık gelen kesiminin profil üzerinde çok düz bir uzanış göstermesinin yanı sıra SL değerlerinin de çok düşük olmasıdır. Bu durum üzerinde bir kapma olayının etkili olduğu düşünülmektedir. Acalla Deresi, vadisini geriye doğru aşındırmasına bağlı olarak, güneye akışlı bir akarsuyun kaynak kesimini kendisine bağlamış ve havzasını genişletmiştir. Havzanın bu kesiminde olgun bir topografya özelliği görülmektedir. Eğim değerlerinin çok düşük olduğu bu kesimde karstlaşmanın da drenaj üzerinde etkisi söz konusudur. Özellikle bazı yan kollar flüvyo–karstik vadi karakteri göstermektedirler.

İkinci dikkat çeken özellik ise profil üzerinde görülen önemli eğim kırıklarındır (Şekil 49a.). Akarsu boyuna profili üzerinde kırmızı daireler içinde gösterilen eğim kırıklarının her biri bir gençleşme başına karşılık gelmektedir. Özellikle orta çıkırında görülen eğim kırığı bunların en önemlisidir. Kireçtaşları üzerinde gelişen ve yaklaşık olarak 150 m'lik bir diklik oluşturan bu eğim kırığı tektonizma ile ilişkilidir. Bu kesimde akarsuya ait SL profilinin pik yapması da bunu kanıtlamaktadır. Bu eğim kırığının oluşumuna neden olan faylanma, Acalla Deresi Havzası'nın bugünkü morfolojik görünümünü almasında etkili olan olayların başında gelmektedir. Taban seviyesinde meydana getirdiği bir değişiklikle havzada gençleşme olayının gerçekleşmesine neden olan bu tektonik olay, aynı zamanda yukarıda bahsedilen kapma olayının da sebebinin oluşturmaktadır. Bu eğim kırığının hemen ardından alınan enine vadi profilinde (6 numaralı profil) gençleşme kanıtlarından biri olan içi içe vadi topografyasının görülmesi ve yine bu eğim kırığı ile 480 m seviyesinde görülen eğim kırığı arasında akarsu boyuna profilinin konkav bir uzanışa sahip olması havzadaki taban seviyesi değişiminin dolayısıyla da gençleşme olayının başlıca işaretçileridir.

Acalla Deresi üzerinde 8 farklı lokasyondan alınan enine vadi profillerinden hesaplanan Vf değerleri 0,08–0,45 arasında değişmektedir (Şekil 49b). Bu değerlere göre Acalla Deresi, dar ve derin bir şekilde yarılmış genç bir vadi karakteri göstermektedir. Vadi yamaçlarında topografik diskordansların da görüldüğü akarsuyun konkavlık indeksi (SCI 0,006) (Şekil 49c), analizi yapılan 34 akarsu

arasında Karapınar Deresi'nden sonra hesaplanan en küçük 2. değerdir. Bu yönüyle Acalla Deresi çalışma sahası içindeki en genç akarsulardan birini oluşturmaktadır.

Sırt profili ve akarsu boyuna profilinin karşılaştırılması ile yapılan hesaplama göre Acalla Deresi'nin vadisini yarma derecesi 282 m'dir. Minimum havza yarılmı metoduna göre havzadaki yarılmı değeri ise en fazla 485 m'dir ve bu değere özellikle KAF'ın Güney Kol'u çevresinde erişilmektedir (Şekil 49d). Havzadan aşınan minimum kütle hacmi ise 8,27 km³ ile Mudurnu Çayı Güney Ana Alt Havzası içindeki en yüksek değerdir.



c.16. Ballıkaya Deresi Havzası

Ortalama yükseltisi 606 m olan ve litolojik açıdan homojen bir havza karakteri gösteren Ballıkaya Deresi Havzası'nın hesaplanan hipsometrik integral değeri 0,56'dır. Hipsometrik eğrisi ise "S" şekilli bir profile sahiptir. Profil, havzanın aşağı kesimlerinde konveks, yukarı kesimlerinde ise konkav bir uzanış göstermektedir (Şekil 450c).

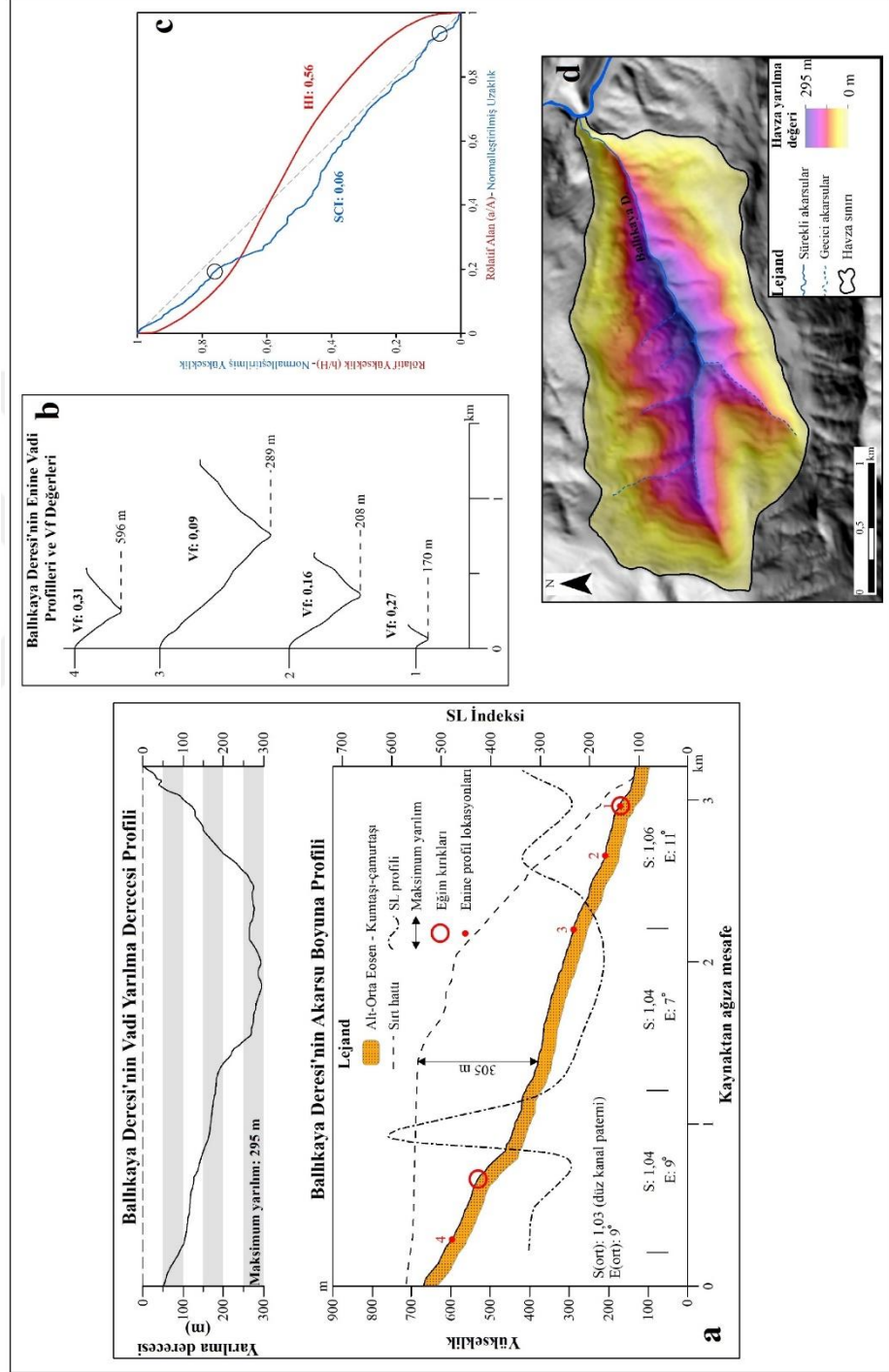
GB–KD doğrultusunda uzanan ve simetrik (AF 48,83) bir görünüme sahip olan havzada eğim değerleri 0–52° arasında değişmektedir. En yüksek değerleri havzanın özellikle doğu yarısında vadi yamaçlarında görülmektedir. Ortalama vadi eğim değerinin 9° olduğu Ballıkaya Deresi'nde en yüksek eğim değeri 11° ile mansap kesimindedir ve 3,2 km uzunluğundaki bu akarsuda görülen kanal paterni düz kanal paternidir.

Konveks bir uzanışa sahip olan akarsu boyuna profili üzerinde akarsuyun mansap ve kaynak kesimi yakınında iki eğim kırığı görülmektedir (Şekil 50a). 180 m seviyesindeki ilk eğim kırığı 40 m'lik bir diklik oluşturmaktadır. 535 m seviyesindeki ikinci eğim kırığı ise yaklaşık 75 m'lik oluşturmaktadır. Ballıkaya Deresi'ne ait SL profili eğim kırıklarının görüldüğü iki lokasyonda yükselmektedir.

Akarsu üzerinden 4 farklı lokasyondan alınan enine vadi profillerinden elde edilen Vf değerleri mansaptan kaynağa doğru sırasıyla 0,27, 0,16, 0,09 ve 0,31'dir (Şekil 50b). Bu değerler "V" şekilli genç bir vadiyi karakterize etmektedir.

Akarsuya ait boyuna profil ve sırt profilinin çakıştırılması ile hesaplanan maksimum yarılm miktarı 305 m'dir. Havzadaki maksimum yarılm derecesi ise 295 m'dir ve yarılm derecesi havzanın aşağı kesiminde daha fazladır (Şekil 50d).

Şekil 50a. Ballıkaya Deresi'nin akarsu boyunca ve vadi yarılma derecesi profilleri. **b.** Ballıkaya Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Ballıkaya Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Ballıkaya Deresi'nin SCI profili (SCI profili üzerindeki siyah daireler önemli eğim kırıklarını göstermektedir). **d.** Ballıkaya Deresi'nin minimum havza yarılma haritası.



c.17. Bıçkıdere Havzası

11,24 km² alan kaplayan havza litolojik açıdan heterojen bir karaktere sahiptir. Hipsometrik integral değeri 0,55 olan havzanın çizilen hipsometrik eğrisi konveks bir profil göstermektedir (Şekil 51c). Bu hipsometrik analizlerin sonucuna göre havza, morfolojik evrimin gençlik aşamasındadır.

Düşük oranda sola doğru bir asimetrinin (AF 59,05) görüldüğü havzada eğim değerleri 0–60° arasında değişmektedir. En yüksek eğim değerleri vadi yamaçlarında, en düşük eğim değerleri ise akarsuyun ağız kesiminde ve sırt hatları üzerinde görülmektedir.

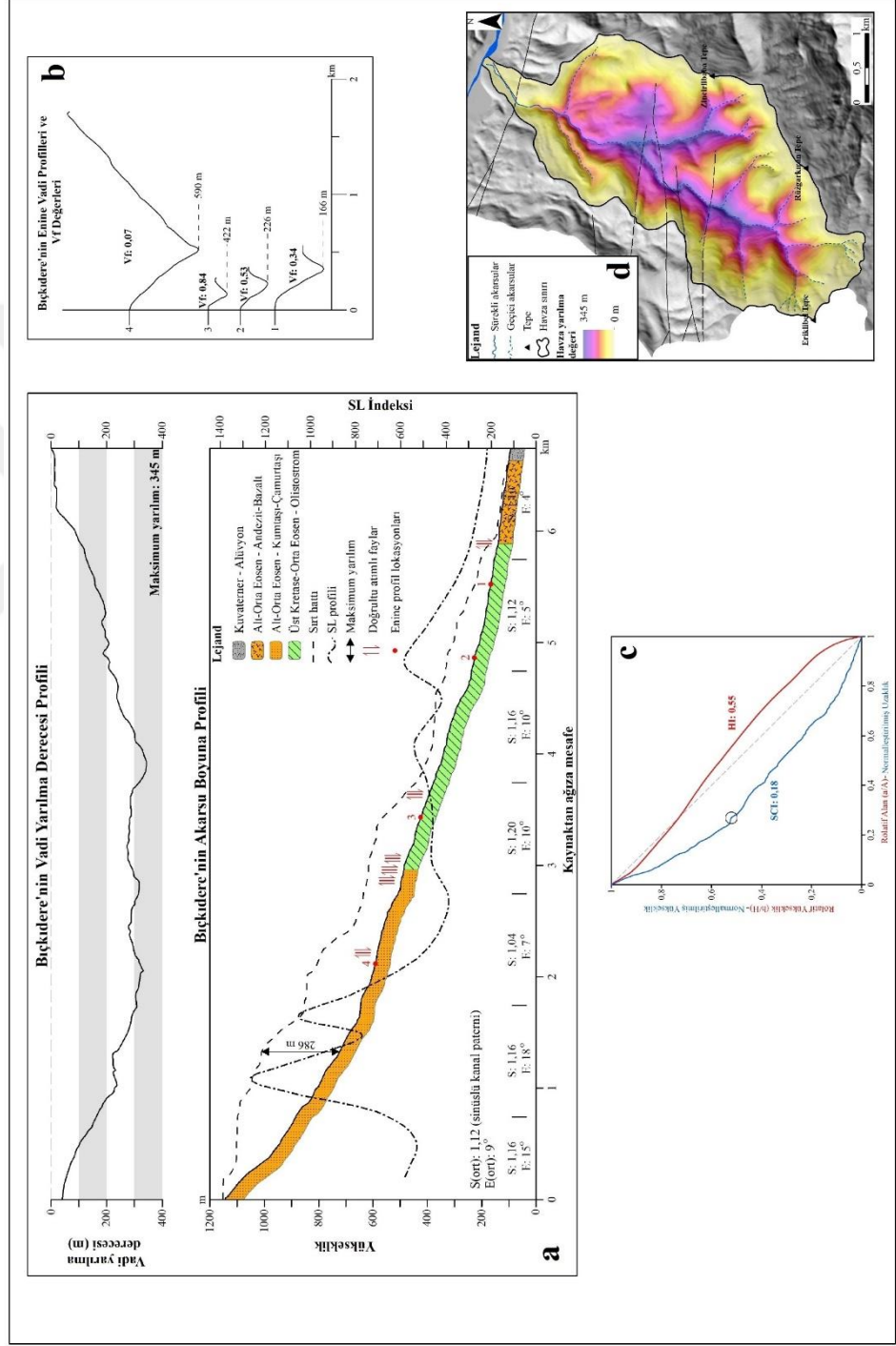
Mansap kesiminde 4° vadi eğimi kaynak kesimine doğru düzensiz bir değişmektedir. Vadi eğim değerinin ortalama 9° olduğu Bıçkıdere, genel olarak sinüslü kanal paternine sahiptir.

Konveks bir boyuna profile sahip olan Bıçkıdere'nin SL profili, akarsuyun mansaptan kaynağa doğru 6. km'sinde en yüksek değere ulaşmaktadır (Şekil 51a).

Akarsu üzerinden 4 farklı lokasyondan alınan enine vadi profillerinden hesaplanan Vf değerleri mansaptan kaynağa doğru sırasıyla 0,34, 0,53, 0,84 ve 0,07'dir (Şekil 51b). Bu değerler havzada aktif bir yükselme ve buna koşut olarak gelişen derine doğru bir aşındırmanın varlığını göstermektedir.

Sırt profili ve akarsu boyuna profilinin karşılaştırılması ile hesaplanan maksimum yarılm miktarı 286 m ile kaynak kesimi yakınındadır. Minimum havza yarılmı metoduna göre ise havzadaki yarılm değeri 345 m'dir (Şekil 51d). Havzadan aşınan minimum kütle hacmi 1,29 km³'tür.

Şekil 51a. Bıçkıdere'nin akarsu boyuna ve vadi yarımla derecesi profilleri. **b.** Bıçkıdere'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Bıçkıdere Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Bıçkıdere'nin SCL profili (SCL profili üzerindeki siyah daire önemli eğim kırılımı göstermektedir). **d.** Bıçkıdere Havzası'nın minimum havza yarımlı haritası.



c.18. Kamiluslanın Deresi Havzası

4,24 km² yüzölçümüne sahip olan havza, çalışma sahasının en batısında yer almaktadır. Havzayı oluşturan ana akarsu olan Kamiluslanın Deresi güneyde 1090 m seviyelerinde, Eosen yaşlı kumtaşı–çamurtaşı birimi (Çaycuma Formasyonu) üzerinden kaynağını almaktadır. 950 m'den sonra KD–GB istikametinde ve Üst Kretase–Orta Eosen yaşlı olistostromlar üzerinde akan akarsu, 107 m seviyesinde yönünü doğuya doğru çevirerek 694 m bu yönde aktıktan sonra Mudurnu Çayı'na katılmaktadır. 107 m seviyesi ile akarsuyun Mudurnu Çayı'na katıldığı 90 m seviyesi arasında 678 m'lik bir sağ yanal ötelenme söz konusudur. Kamiluslanın Deresi'ne batıdan katılan tali kolunda da 106 m'lik sağ yanal ötelenme görülmektedir. Her iki akarsu üzerinde toplamda 784 m'lik ötelenmeye neden olan fayın düşey bileşene de sahip sağ yanal doğrultu atımlı bir fay olduğu ve fayın güneyinde kalan bloğun kuzey bloğa nazaran yükseldiği Kamiluslanın Deresi'nin çizilen akarsu boyuna profilinde görülebilmektedir (Şekil 52a). Fay bu kesimde akarsu üzerinde yaklaşık olarak 50 m'lik bir diklik oluşturmaktadır.

Ortalama yükseltisi 1115 m olan havzanın hipsometrik integral değeri 0,47 olarak hesaplanmıştır. Morfolojik evrimin yarı olgunluk ile gençlik evresi arasında bir havza karakteri gösteren Kamiluslanın Deresi Havzası'nın çizilen hipsometrik eğrisi kompleks bir profile sahiptir (Şekil 52c). Eğri üzerinde anomaliler görülmektedir. Litolojisini ağırlıklı olarak kumtaşı, çamurtaşı ve olistostrom gibi dirençsiz kayaların oluşturduğu havzada eski ve yeni heyelanlar söz konusudur. Bu durumun hipsometrik eğri üzerinde anomaliler oluşturduğu düşünülmektedir.

Kamiluslanın Deresi Kuzey Anadolu Fay Zonu içinde kalan ve ana faya paralel uzanan D–B uzanımlı birçok fay tarafından kesilmektedir. Kırıklı bir görünüme sahip olan akarsu boyuna profilinde bu durumu görmek mümkündür. Özellikle de 660 m ve 750 m seviyelerinde görülen eğim kırıkları havzayı kesen faylara bağlı olarak gelişmiş eğim kırıklarına karşılık gelmektedirler.

Hesaplanan asimetri faktörüne göre (AF 49,65) havzada bir simetri söz konusudur. Ancak havzanın geneli için söylenebilecek bu durum, detayda değişiklik göstermektedir. Havzanın ağız kesimi yakınında havzada sola doğru bir tiltlenme

görülürken, havzanın kaynak kesimi yakınlarında sağa doğru bir tiltlenme söz konusudur.

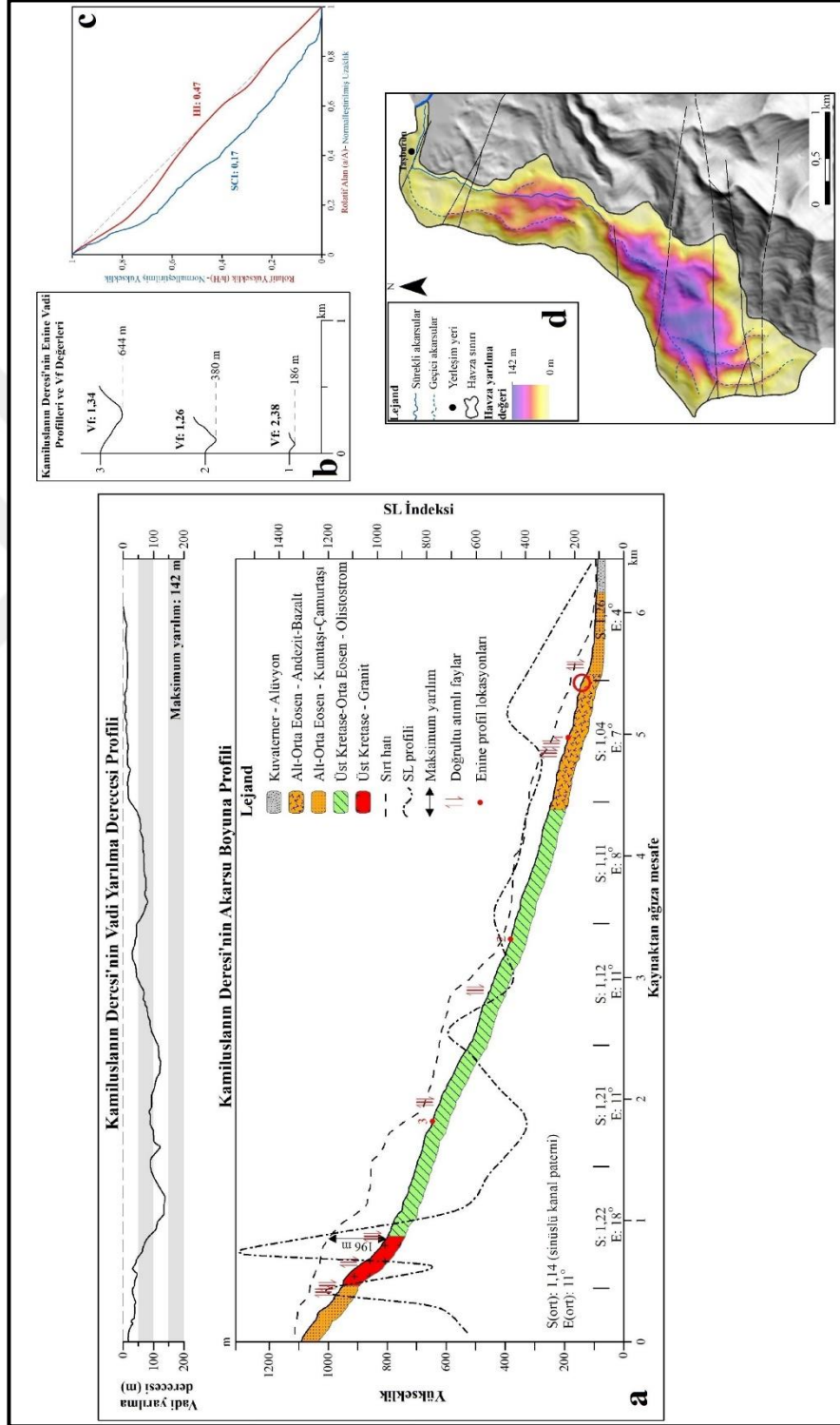
Havzada eğim değerleri 0–53° arasında değişmektedir. En az eğim değerinin görüldüğü yerler özellikle akarsuyun aşağı mecrasında iken, en fazla eğime sahip alanlar havzanın batısındaki Kızılcıklı Sırtı'nın doğu yamaçları ile havzanın güneyinde görülmektedir.

Vadi eğimin mansap kesiminde 4° olduğu Kamuluslanın Deresi'nde, vadi eğimi kaynak kesimine doğru kademeli bir şekilde artmaktadır. Akarsuyun talveg hattı boyunca her bir kilometresinde hesaplanan sinüzite değerleri 1,02–1,26 arasında değişmektedir. Ortalama sinüzite değeri 1,14 olan akarsu genel olarak sinüslü kanal paternine sahiptir. Akarsuyun kanal paterninde 1. km, 5. km ve 6. km'sinde görülen değişiklikler fay denetiminde gelişen akarsu ötelenmeleri ile ilişkilidir.

Kaynak ve mansap kesimi arasında 1 km'lik bir yükselti farkı olan akarsuyun boyuna profili dik bir uzanışa sahiptir (Şekil 52a). İnişli çıkışlı bir uzanış gösteren SL profili akarsuyun kaynak kesiminde en yüksek değere ulaşmaktadır.

Akarsu üzerinde 3 lokasyondan alınan enine vadi profillerinden hesaplanan Vf değerleri mansaptan kaynağa doğru sırasıyla 2,38, 1,26 ve 1,34'tür (Şekil 52b). Sırt profili ve akarsu boyuna profilinin karşılaştırılması ile hesaplanan maksimum vadi yarılımı değeri 196 m'dir. Minimum havza yarılımı metoduna göre havzadaki yarılma değeri ise 142 m'dir (Şekil 52d). En fazla yarılma değeri havzanın yukarı kesimindedir.

Şekil 52a. Kamiluslanın Deresi'nin akarsu boyuna ve vadi yarılma derecesi profilleri. **b.** Kamiluslanın Deresi'nin enine vadi profilleri ve Vf değerleri. **c.** Kamiluslanın Deresi Havzası'nın hipsometrik eğrisi ve hipsometrik integral değeri ile Kamiluslanın Deresi'nin SCI profili. **d.** Kamiluslanın Deresi Havzası'nın minimum havza yarılma haritası.



D – GENEL DEĞERLENDİRME

1 – Dağ Cephesi Sinüzitesi (Smf)

Çalışma sahasının en batısında ve Mudurnu Fayı'nın güneyindeki 1 numaralı dağ cephesinin Smf değeri 1,31 olarak hesaplanmıştır. Kamiluslanın, Ballıkaya ve Taşlı dereleri ile küçük sel yarıntılarıyla parçalanmış bu dağ cephesini yaran derelerin Vf ortalamaları 1,18'dir (Tablo 5).

Yığılca Formasyonu'nun andezit ve bazaltları üzerinde gelişmiş olan 2 numaralı dağ cephesi, Mudurnu Fayı'nın kuzeyinde yer almaktadır. Uzundere ve Değirmendere tarafından yarılmış olan bu dağ cephesinin sinüzite değeri 1,66 olarak hesaplanmıştır ki bu değer hesaplaması yapılan 9 dağ cephesi arasında en yüksek değere sahip olmaktadır. Dolayısıyla aktivite bakımından diğer segmentlerden daha düşük bir karakter göstermektedir. Bu dağ cephesi üzerindeki derelerden hesaplanan Vf değerlerinin ortalaması ise 0,92'dir.

3 numaralı dağ cephesi İznik Metamorfizmaları'nın şistleri üzerinde gelişmiştir. Kocadere ve bazı küçük dereler tarafından yarılmış olan ve fay zonunun kuzeyinde yer alan bu dağ cephesinin sinüzite değeri 1,40 ve hesaplanan Vf değerlerinin ortalaması ise 0,76'dır.

Üst Kretase–Orta Eosen yaşlı olistostromlar ve Üst Kretase yaşlı granitler üzerinde gelişmiş olan 4 numaralı dağ cephesi, Yeniköy Fayı'nın güneyinde yer almaktadır. Sugözü, Ağlan, Tavşansuyu ve Derin Dere gibi büyük akarsular ile bir takım küçük dereler tarafından yarılmış olan dağ cephesinin sinüzitesi 1,48 ve hesaplanan Vf değerlerinin ortalaması 0,34'tür (Şekil 53).

Soğukçam Formasyonu üzerinde gelişmiş olan ve küçük–büyük birçok dere tarafından parçalanmış 5 numaralı dağ cephesinin sinüzite değeri 1,25 ve Vf değerlerinin ortalaması ise 0,09'dur. Bu Vf değerleri hesaplaması yapılan 9 dağ cephesi içinde en düşük değerdir. Akyokuş Fayı'nın aktivitesine bağlı olarak gelişmiş, oldukça dik, fay façetalarının çok belirgin olduğu bu dağ cephesini kesen akarsular, dağ cephesinin gerisinde vadilerini derine doğru kazmış, dar “V” şekilli çentik vadi karakteri göstermektedirler. Vf değerleri de bunu göstermektedir.

Arpaseki ve Madenpaşalar mahallerinin güneyinde ve Mudurnu Formasyonu'nun volkanik çökel kayaçları üzerinde gelişmiş olan 6 numaralı dağ cephesinin sinüzite değeri 1,45 ve Vf değerlerinin ortalaması ise 0,48'dir.

Karaçomak ve Tekirler mahalleleri arasında, Karaçomak–Bolatça Deresi'nin sol vadi yamaçlarına karşılık gelen 7 numaralı dağ cephesinin sinüzite değeri 1,47'dir. Bu dağ cephesini yaran küçük derelere ait Vf indeksinin ortalaması 0,28'dir.

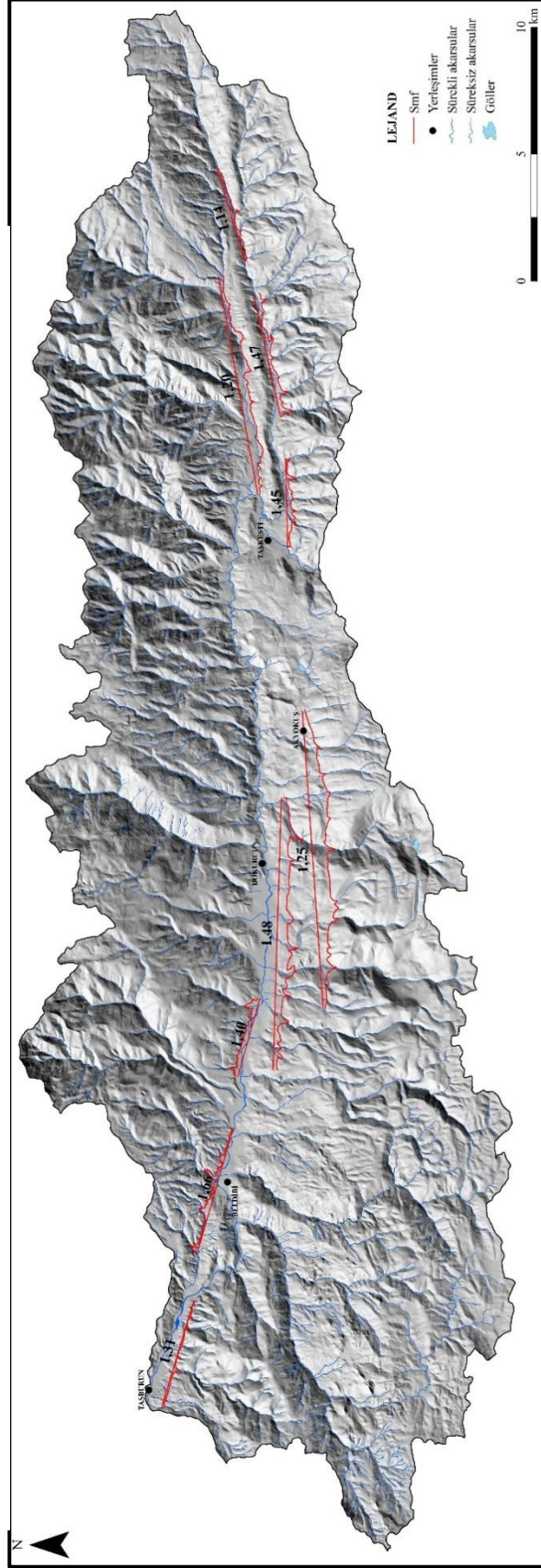
Çalışma sahasının en doğusunda yer alan 8 numaralı dağ cephesi, Terelpınar ve Harmanseki dereleri tarafından aşındırılmaktadır. KD–GB uzanımlı bu dağ cephesinin sinüzite değeri 1,14 ve Vf değerlerinin ortalaması ise 0,38'dir.

9 numaralı dağ cephesi Elmacık–Seymen Deresi ile Karaçomak–Bolatça Deresi arasında, D–B doğrultusunda uzanan çizgisel sırtın kuzey yamaçlarını oluşturmaktadır. Killi kireçtaşı ve olistostromlar üzerinde gelişmiş olan bu dağ cephesini kat eden bir dere söz konusu değildir, daha çok küçük sel yarıntıları mevcuttur. Bu nedenle Vf indeksi bu dağ cephesine uygulanamamıştır. Dağ cephesinin sinüzite değeri ise 1,20'dir.

Tablo 5: Mudurnu Çayı Havzası'na ait Smf ve Vf değerleri

Segment No.	Lmf (m)	Ls (m)	Smf	Vf (ort)
1	5687	4346	1,31	1,18
2	8603	5165	1,66	0,92
3	4503	3219	1,40	0,76
4	15852	10742	1,48	0,34
5	14668	11696	1,25	0,09
6	5047	3481	1,45	0,48
7	7260	4924	1,47	0,28
8	4354	3798	1,14	0,38
9	10474	8732	1,20	–

Şekil 53: Çalışma sahasının Smf haritası.



2 – Vadi Tabanı Genişliği–Vadi Yüksekliği Oranı (Vf)

Mudurnu Çayı Kuzey Ana Alt Havzası içindeki 14 akarsuyun Vf değerleri ortalamaları 0,27–1,00 arasında değişmektedir. Özellikle Kuru Dere, Akçay Deresi ve Köy Deresi'nin mecralarının orta ve yukarı kesimlerinde Vf değerleri 0,15'in altında değerler ve dar, derin yarılmış vadi karakterleri göstermektedir.

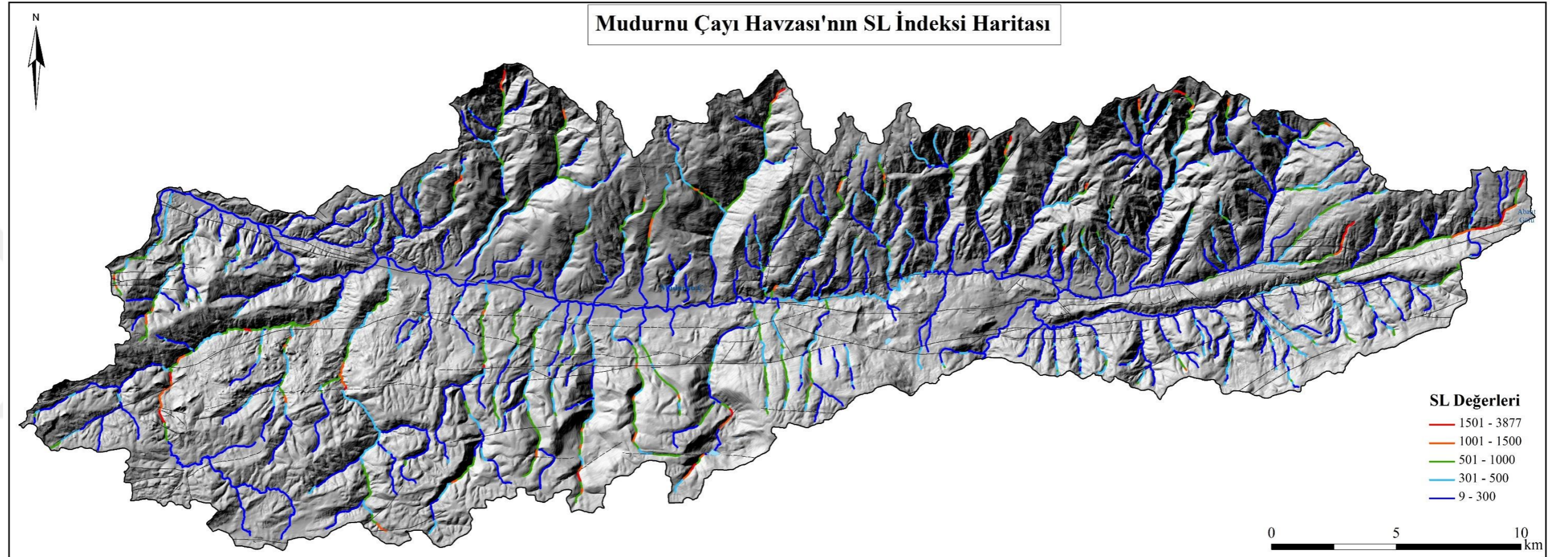
Güney Ana Alt Havzası içinde akarsuların Vf değerleri ortalamaları 0,19–1,65 arasında değişmektedir. Karapınar, Tavşansuyu ve Fındıklık derelerinin yukarı çığırlarında, Derin, Ağlan, Sugözü ve Acalla derelerinin orta çığırlarında Vf değerleri çok düşük (0,20'nin altında) değerlere sahiptir.

3 – Akarsu Uzunluk–Gradyan İndeksi (SL)

Analizi yapılan 34 akarsu arasında SL değerleri ortalamasının en yüksek olduğu akarsu Mudurnu Çayı Güney Ana Alt Havzası içinde yer alan Acalla Deresi'dir (Şekil 54). Özellikle de orta mecrasında KAF'ın güney koluna karşılık gelen ve bu çalışmada Acalla Fayı olarak isimlendirilen fayın gerisinde akarsuyun kaynak tarafına doğru SL değerleri çok yükselmektedir. Mudurnu Çayı Kuzey Ana Alt Havzası içinde SL değerleri ortalamasının en yüksek olduğu akarsu ise Kuru Dere'dir. Kuru Dere'ye ait SL değerleri akarsuyun kaynak kesiminde Yığılca Formasyonu ile İznik Metamorfileri arasındaki tektonik dokanağı oluşturan bindirme fayın gerisinde yükselmektedir.

Fay hatlarına yerleşerek sübsekant vadi karakteri gösteren başta Mudurnu Çayı, Elmacık–Seymen Deresi ve Karaçomak–Bolatça Deresi gibi akarsular üzerinde SL değerleri düşüktür.

Şekil 54: Mudurnu Çayı Havzasının SL indeksi haritası.



4 – Asimetri Faktörü (AF)

Kuzey Ana Alt Havzası'ndaki 14 akarsu havzasından 11'inde sola doğru bir asimetri söz konusudur ve 11 akarsu havzasından 9'unda asimetri değeri çok yüksektir (Tablo 6).

Doğu Alt Havzası içindeki iki akarsu havzasında birbirinin zıttı bir durum söz konusudur. Elmacık–Seymen Deresi Havzası yüksek bir oranda sola doğru tiltlenmişken, Karaçomak–Bolatça Deresi Havzası yüksek bir oranda sağa doğru tiltlenmiştir (Şekil 55).

Mudurnu Çayı Güney Ana Alt Havzası içinde yer alan 18 akarsu havzasının asimetri durumları diğer iki ana alt havzaninkilerden daha komplikedir. Bu ana alt havza içindeki 9 havzada simetri görülmektedir. 2 havzada sağa doğru, 7 havzada ise sola doğru asimetri görülmektedir. Asimetri dereceleri ise değişkendir.

Tablo 6: Mudurnu Çayı Havzası AF değerleri

Havza No.	Havza Adı	AF	AF – 50	AF Sınıf	Asimetri durumu
1	Uzundere	73,91	23,91	4	sol
2	Değirmendere	73,57	23,57	4	sol
3	Kuru Dere	57,28	7,28	2	sol
4	Akçay Deresi	31,17	18,83	4	sağ
5	Kocadere	66,31	16,31	4	sol
6	Dömen Dere	79,68	29,68	4	sol
7	Beyciler Deresi	59,35	9,35	2	sol
8	Köy Deresi	68,73	18,73	4	sol
9	Kara Dere	71,21	21,21	4	sol
10	Çamyurdu Deresi	76,64	26,64	4	sol
11	Kurşunlu Deresi	50,97	0,97	1	simetrik
12	Bekdemirler Deresi	76,30	26,30	4	sol
13	Ilıca Dere	48,01	1,99	4	sağ
14	Karacasu Deresi	74,03	24,03	4	sol
15	Elmacık–Seymen Deresi	91,73	41,73	4	sol
16	Karaçomak–Bolatça Deresi	25,07	24,93	4	sağ
17	Sıçan Deresi	68,69	18,69	4	sol
18	Bağ Deresi	63,55	13,55	3	sol
19	Arpalık Deresi	57,43	7,43	2	sol
20	Tavşansuyu Deresi	64,62	14,62	3	sol

21	Çal Dere	45,14	4,86	1	simetrik
22	Derin Dere	47,61	2,39	1	simetrik
23	Ağlan Deresi	58,21	8,21	2	sol
24	Bend Deresi	53,49	3,49	1	simetrik
25	Horozlar Deresi	37,50	12,50	2	sağ
26	Sugözü Deresi	48,82	1,18	1	simetrik
27	Yörükyeri Deresi	35,63	14,37	3	sağ
28	Karapınar Deresi	53,05	3,05	1	simetrik
29	Cin Dere	87,35	37,35	4	sol
30	Fındıklık Deresi	49,62	0,38	1	simetrik
31	Acalla Deresi	50,19	0,19	1	simetrik
32	Ballıkaya Deresi	48,83	1,17	1	simetrik
33	Bıçkıdere	59,05	9,05	2	sol
34	Kamiluslanın Deresi	49,65	0,35	1	simetrik

5 – Hipsometrik İntegral ve Eğri (HI)

Mudurnu Çayı Kuzey Ana Alt Havzası içinde yer alan 14 akarsu havzasına ait hipsometrik integral değerleri 0,39 (Uzundere Havzası) – 0,63 (Çamyurdu Deresi Havzası) arasında değişmektedir (Tablo 7). Havzalardan sadece 1'inin hipsometrik integral değeri 0,40'ın altındayken, 8'inin hipsometrik integral değeri 0,50'nin üzerindedir. Havzaların %50'si "S" şekilli hipsometrik eğrilere sahiptir.

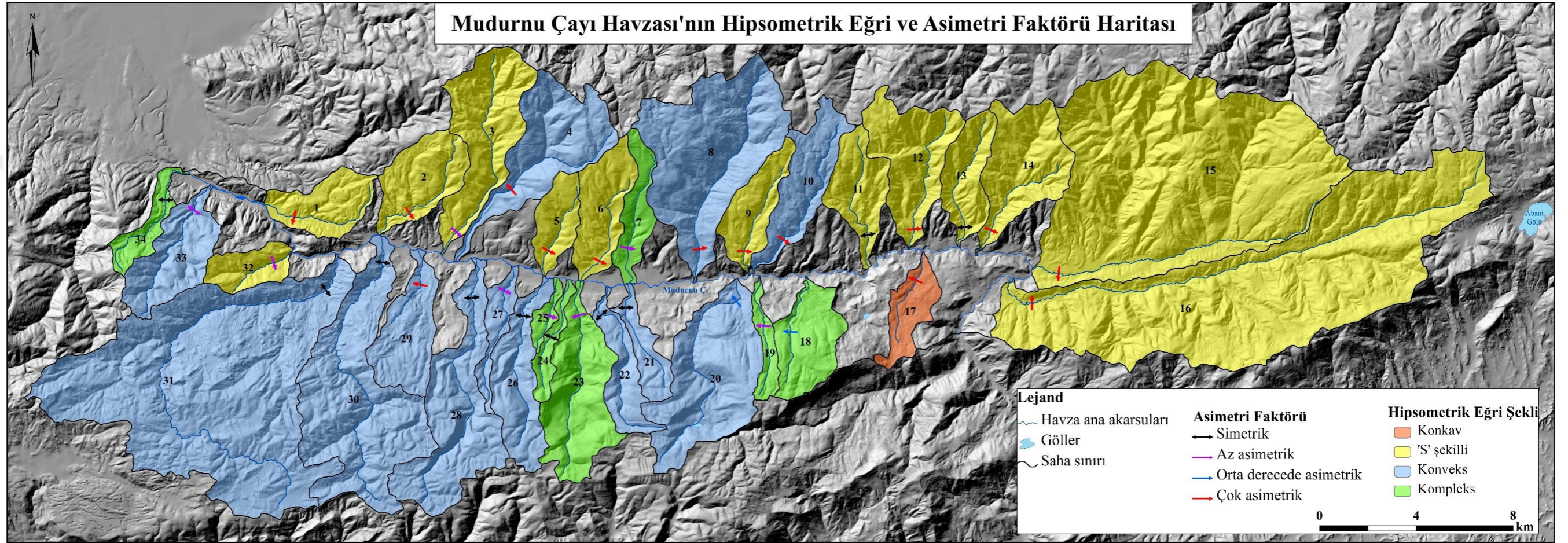
Mudurnu Çayı Doğu Ana Alt Havzası içindeki iki akarsu havzası "S" şekilli hipsometrik eğrilere sahiptir. Kuzeyde yer alan Elmacık–Seymen Deresi Havzası'nın hipsometrik integral değeri 0,49, güneyde yer alan Karaçomak–Bolatça Deresi Havzası'nın hipsometrik integral değeri ise 0,52 olarak hesaplanmıştır. Her iki havza da yarı olgun–genç evreyi karakterize etmektedir (Şekil 55).

Mudurnu Çayı Güney Ana Alt Havzası içinde yer alan 18 akarsu havzasının hipsometrik integral değerleri 0,41 (Sıçan Deresi Havzası) – 0,71 (Karapınar Deresi Havzası) aralığında değişiklik göstermektedir. Bu 18 havzadan 13'ünün 0,50'nin üzerinde değerlere sahip olması, Güney Ana Alt Havza'nın morfolojik evriminin henüz gençlik aşamasında olduğunu göstermektedir.

Tablo 7: Mudurnu Çayı Havzası'na ait hipsometrik analiz değerleri (Kk: konkav, S: "S" şekilli, Kv: konveks, K: kompleks)

Havza No.	Havza Adı	H _{min}	H _{mak}	H _{ort}	HI	EĞRİ
1	Uzundere	106	585	294	0,39	Kk
2	Değirmendere	163	1130	642	0,50	S
3	Kuru Dere	189	1576	889	0,50	S
4	Akçay Deresi	200	1576	996	0,58	Kv
5	Kocadere	233	1162	696	0,51	S
6	Dömen Dere	241	1486	782	0,44	Kk
7	Beyciler Deresi	259	1485	769	0,42	K
8	Köy Deresi	291	1721	1092	0,57	Kv
9	Kara Dere	313	1475	915	0,52	S
10	Çamyurdu Deresi	316	1545	1087	0,63	Kv
11	Kurşunlu Deresi	393	1541	1001	0,53	S
12	Bekdemirler Deresi	426	1684	1087	0,53	S
13	Ilıca Dere	451	1531	923	0,45	Kk
14	Karacasu Deresi	459	1562	1028	0,52	S
15	Elmacık–Seymen Deresi	482	1645	1048	0,49	S
16	Karaçomak–Bolatça Deresi	491	1765	1148	0,52	S
17	Sıçan Deresi	439	1233	768	0,41	Kk
18	Bağ Deresi	347	1611	1055	0,56	K
19	Arpalık Deresi	322	1596	1077	0,59	K
20	Tavşansuyu Deresi	308	1581	1046	0,58	Kv
21	Çal Dere	260	1392	884	0,55	Kv
22	Derin Dere	252	1476	979	0,59	Kv
23	Ağlan Deresi	241	1536	934	0,53	K
24	Bend Deresi	238	1241	736	0,50	K
25	Horozlar Deresi	234	799	506	0,48	K
26	Sugözü Deresi	234	1442	954	0,60	Kv
27	Yörükyeri Deresi	214	1284	670	0,43	K
28	Karapınar Deresi	202	1467	1095	0,71	Kv
29	Cin Dere	175	1176	769	0,59	Kv
30	Fındıklık Deresi	158	1431	1013	0,67	Kv
31	Acalla Deresi	150	1495	1037	0,66	Kv
32	Ballıkaya Deresi	130	981	606	0,56	S
33	Bıçkıdere	91	1191	696	0,55	Kv
34	Kamiluslanın Deresi	90	1115	572	0,47	K

Şekil 55: Mudurnu Çayı Havzasının hipsometrik eğri ve AF indeksi haritası.



6 – Akarsu Konkavlık İndeksi (SCI)

Akarsu konkavlık indeksinin Mudurnu Çayı Alt Havzaları içindeki genel dağılışına bakıldığında, Güney Ana Alt Havzası içindeki akarsularda değerlerin 3 ana alt havza arasında en düşük değerler olduğu görülmektedir (Tablo 8). Mudurnu Çayı Güney Ana Alt Havzası'ndaki 18 akarsuyun SCI ortalaması 0,09 gibi çok küçük bir değer göstermektedir. Bu 18 akarsudan 11'inin SCI değerleri havza ortalamasının altında yer almaktadır. Özellikle Acalla (SCI 0,06) ve Karapınar (SCI 0,003) dereleri, sadece bu ana alt havza akarsuları arasında değil, aynı zamanda çalışma sahası içinde analizi yapılan 34 akarsu arasında en düşük SCI değerlerine sahiptirler.

SCI değeri ortalaması 0,17 olan Mudurnu Çayı Kuzey Ana Alt Havzası içinde en düşük değer, 0,03 ile Çamyurdu Deresi'ne aittir. Ona en yakın değer ise hemen batısında yer alan Kara Dere'ye (0,06) aittir. Bu ana alt havza içindeki 14 akarsudan 7'sinin SCI değeri havza ortalamasının altında kalmaktadır.

Mudurnu Çayı Doğu Ana Alt Havzası'nın SCI ortalaması 0,32'dir ve bu ana alt havza içindeki iki akarsuyun değerleri birbirine çok yakındır. Bu iki akarsudan daha kuzeyde yer alan Elmacık–Seymen Deresi'ne kuzeyden katılan iki büyük yan kol olan Yeğen Dere ve Elmalı Deresi'nin de akarsu konkavlık indeksleri hesaplanmıştır. Bu iki akarsuya ait SCI değerleri (sırasıyla 0,29 ve 0,30) de yüksektir. Genel olarak Doğu Ana Alt Havzası akarsularına ait SCI değerleri 34 akarsu arasında en yüksek değerleri göstermektedir.

Tablo 8: Mudurnu Çayı Havzası'nda analizi yapılan 34 akarsuya ait veriler (h_{mak} : sırt ve akarsu boyuna profilleri arasında hesaplanan maksimum vadi yarılma derecesi, E: vadi eğimi, S: akarsu sinüzitesi).

No.	Akarsu Adı	L (m)	SCI	h_{mak} (m)	E (ort.)	S (ort.)	SL (ort.)	Vf (ort.)
1	Uzundere	6042	0,26	107	4	1,10	332	0,90
2	Değirmendere	6261	0,16	173	9	1,11	600	0,48
3	Kuru D.	9790	0,21	456	10	1,06	975	0,67
4	Akçay D.	9008	0,13	510	6	1,05	553	1,00
5	Kocadere	4258	0,14	182	11	1,05	515	0,43
6	Dömen D.	5364	0,21	114	11	1,09	584	0,27
7	Beyciler D.	5903	0,14	256	10	1,07	706	0,67
8	Köy D.	9982	0,18	605	6	1,04	804	0,30
9	Kara D.	5280	0,06	205	11	1,08	466	0,47
10	Çamyurdu D.	8140	0,03	152	8	1,08	676	0,41
11	Kurşunlu D.	6574	0,15	310	10	1,08	657	0,40
12	Bekdemirler D.	6601	0,22	542	9	1,11	712	0,28
13	Ilıca D.	6349	0,24	377	11	1,09	722	0,29
14	Karacasu D.	7474	0,26	466	9	1,07	590	0,69
15	Elmacık– Seymen D.	14100	0,33	114	5	1,20	1082	0,71
16	Karaçomak– Bolatça D.	24382	0,30	427	3	1,11	1056	0,63
17	Sıçan D.	4357	0,08	93	7	1,07	251	1,61
18	Bağ D.	4972	0,08	110	14	1,11	678	0,72
19	Arpalık D.	4690	0,08	161	14	1,05	596	1,18
20	Tavşansuyu D.	8100	0,12	573	6	1,08	1028	0,33
21	Çal D.	5028	0,12	212	12	1,05	613	0,98
22	Derin D.	8535	0,05	265	9	1,09	697	0,42
23	Ağlan D.	8580	0,18	493	8	1,05	829	0,74
24	Bend D.	4990	0,07	107	9	1,04	438	0,72
25	Horozlar D.	3196	0,09	119	10	1,03	322	0,97
26	Sugözü D.	8061	0,07	184	9	1,06	624	0,58
27	Yörükyeri D.	6169	0,03	114	9	1,07	497	0,52
28	Karapınar D.	12370	0,003	247	5	1,06	739	0,41
29	Cin D.	3970	0,13	170	8	1,09	364	0,93
30	Fındıklık D.	14229	0,06	393	6	1,13	765	0,37
31	Acalla D.	22044	0,006	282	3	1,19	1090	0,19
32	Ballıkaya D.	3208	0,06	305	9	1,03	300	0,21
33	Bıçkıdere	6744	0,18	286	9	1,12	612	0,44
34	Kamiluslanın D.	6443	0,17	196	11	1,14	634	1,65

7 – Akarsu Sinüslük Oranı ve Kanal Paterni

Çalışma sahası içinde sinüzite değerleri ve kanal paternlerinde dikkate değer değişiklikler özellikle Mudurnu Çayı, Acalla Deresi, Kamiluslanın Deresi, Kuru Dere, Kara Dere, Çamyurdu Deresi, Elmacık–Seymen Deresi, Karaçomak–Bolatça Deresi üzerinde görülmektedir (Şekil 56).

Taşkesti'nin doğusundan Çayköy'e olan kadar kesimde Mudurnu Çayı'nın sinüzite değeri artmakta ve akarsu menderesli kanal paterni göstermektedir. Sinüzite değerindeki bu artış akarsuyun bu kesimdeki ötelenmesi ile ilişkilidir. Bekdemirler güneyinden batıda Akçaalan güneyine kadar olan kesimde ise akarsu yine menderesli kanal paternine sahiptir. Ancak akarsuyun bu kesimde sinüzite değerinde görülen artışın nedeni, vadinin her iki tarafında gelişen heyelanlara bağlı olarak ötelenmesi ve salınımlarının arttırması ile ilişkilidir.

Acalla Deresi'nin ağızdan kaynağa doğru 10. km'sinde 1,22 olan sinüzite değeri 9. km'sinde 1,04'e düşmektedir. Bu değişiklik akarsuyu bu kesimde D–B doğrultusunda kesen Acalla Fayı (KAF'ın güney kolu) ile ilişkilidir. Akarsuyun yukarı mecrasında sinüzite değerleri ve kanal paternlerinde görülen değişiklikler ise akarsu vadi eğiminin çok düşük olmasına bağlı olarak gelişmiştir.

Kamiluslanın Deresi ve ona batıdan katılan yan kolunun mansap kesimlerinde görülen sinüzite artışının nedeni, her iki akarsuyun faylanmaya bağlı olarak ötelenmeleri neticesinde kanal uzunluklarının artmasıdır.

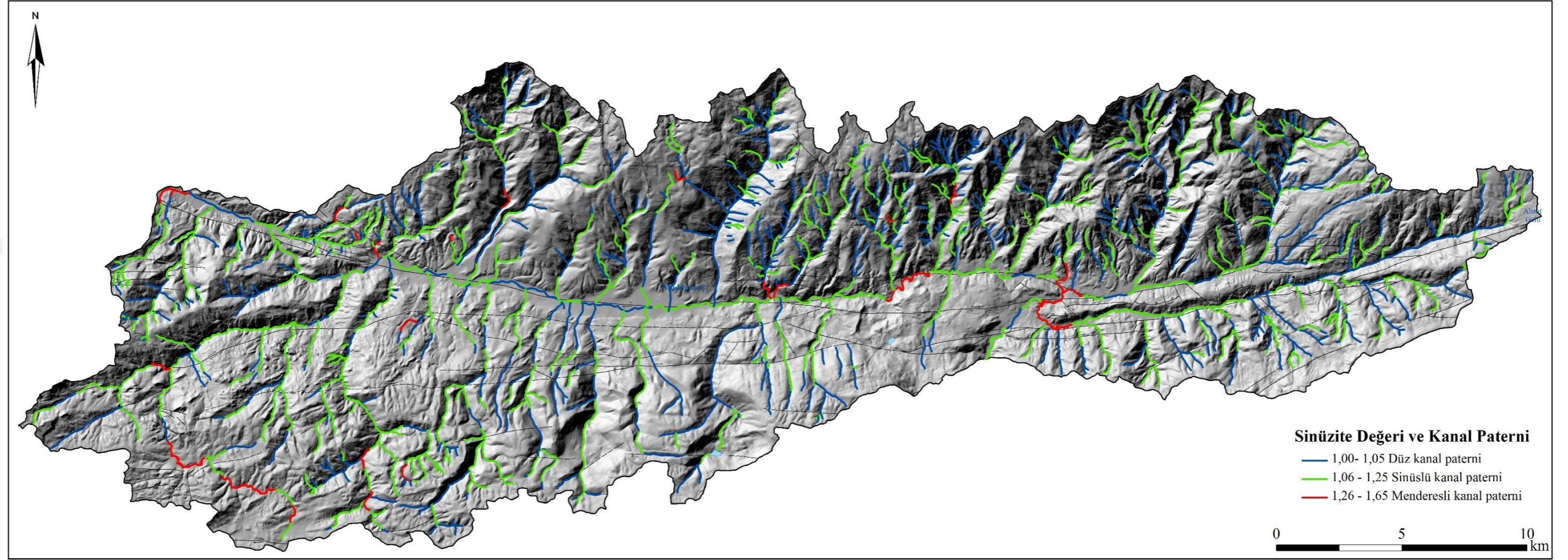
Mudurnu Çayı'na kuzeyden katılan kollardan biri olan Kuru Dere'nin ağızdan kaynağa 4. km'sinde akarsuyun gerek sinüzite değerinde gerekse de kanal paterninde önemli bir değişiklik söz konusudur. Kaynaktan ağıza doğru olan akışı sırasında bu kesimde akarsuyun sinüzite değeri 1,04'ten 1,25'e yükselmekte ve akarsu düz kanal paterninden sinüslü kanal paternine geçmektedir. Akarsuyun bu kesimde sağ yönlü doğrultu atımlı bir fayın denetiminde doğuya doğru ötelenmiş olması ve buna bağlı olarak da kanal uzunluğunun artması, onun sinüzitesindeki ve kanal paternindeki değişikliğin başlıca nedenidir.

İki komşu akarsu olan ve Mudurnu Çayı'nın kuzeyinde yer alan Kara Dere ve Çamyurdu derelerinin mansap kesimlerinde sinüzite değerleri ve kanal paternlerindeki değişiklikler de tektonizma ile ilişkilidir. Bu değişiklikler her iki akarsuyun da ağız kesimlerinde meydana gelen ötelenmelere bağlı olarak gelişmiştir.

Mudurnu Çayı'na doğudan katılan iki kol olan Elmacık–Seymen ve Karaçomak–Bolatça derelerinin ağız kesimlerinde akarsuların sinüzite değerleri her iki akarsu için de yüksek değerler göstermektedir. Bu yüksek değerler akarsuların ağız kesimlerinde eğim değerlerinin çok düşük olması ve alüvyal bir taban içinde akmaları ile ilişkilidir.



Şekil 56: Mudurnu Çayı Havzası akarsularının sinüzite ve kanal paterni haritası.



8 – Havza Şekil İndeksi (Bs)

Havza şekil indeksinin uygulandığı 34 akarsu havzası içinde en yüksek değerler Mudurnu Çayı Güney Ana Alt Havzası içinde yer alan akarsu havzalarında (Arpalık, Bend ve Yörükleri dereleri) görülmektedir (Tablo 9). Kuzey Ana Alt Havza içinde en yüksek Bs değeri Beyciler Deresi Havzası'na aittir.

Tablo 9: Mudurnu Çayı Havzası'nın Bs indeksi değerleri

avza No.	Havza Adı	B1	Bw	Bs
1	Uzundere	4829,89	2456,82	1,97
2	Değirmendere	5269,71	2774,93	1,90
3	Kuru Dere	9012,3	3805,07	2,37
4	Akçay Deresi	9160,17	4432,28	2,07
5	Kocadere	4500,2	1931,46	2,33
6	Dömen Dere	6320,56	2355,75	2,68
7	Beyciler Deresi	6398,88	1520,75	4,21
8	Köy Deresi	9841,28	6465,84	1,52
9	Kara Dere	5942,75	2203,54	2,70
10	Çamyurdu Deresi	7971,17	2290,15	3,48
11	Kurşunlu Deresi	6005,34	2661,53	2,26
12	Bekdemirler Deresi	6836,09	4247,89	1,61
13	Ilıca Dere	5821,74	2039,15	2,85
14	Karacasu Deresi	7133,4	3488,6	2,04
15	Elmacık-Seymen Deresi	13961,2	8667,11	1,61
16	Karaçomak-Bolatça Deresi	20126,7	5567,43	3,62
17	Sıçan Deresi	5062,59	2120,38	2,39
18	Bağ Deresi	5174,18	3121,95	1,66
19	Arpalık Deresi	5168,74	1001,7	5,16
20	Tavşansuyu Deresi	8756,85	4790,66	1,83
21	Çal Dere	5043,29	1487,88	3,39
22	Derin Dere	6353,37	2136,65	2,97
23	Ağlan Deresi	8363,56	3485,09	3,40
24	Bend Deresi	5197,35	1007,96	5,16
25	Horozlar Deresi	3254,15	1083,88	3,00
26	Sugözü Deresi	8019,66	2039,11	3,93
27	Yörükleri Deresi	6162,7	1303,95	4,73
28	Karapınar Deresi	10824,7	3659,51	2,96
29	Cin Dere	6118,74	2765,07	2,21
30	Fındıklık Deresi	11548,3	5826,17	1,98

31	Acalla Deresi	14216,1	12838,4	1,11
32	Ballıkaya Deresi	3925,25	1843,37	2,13
33	Bıçkıdere	6276,68	3349,4	1,87
34	Kamiluslanın Deresi	5101,2	1366,29	3,73

9 – Akarsu ve Vadi Yoğunluğu (Ds ve Dv)

Çalışma sahası içinde belirlenen 34 akarsu havzasına ait Ds ve Dv değerlerine bakıldığında en düşük Ds değerinin (0,76) Cin Dere Havzası'na ait olduğu görülmektedir. Bu havzanın akarsu ve vadi yoğunlukları arasındaki fark ise 34 akarsu havzası arasındaki en yüksek (4,19) değerdir (Tablo 10). Bu farkın başlıca nedeni tektonik hareketlerdir. Havzanın özellikle yukarı kesiminde gelişmiş bir kuru vadi ağı görülmektedir. Bu kuru vadi ağı üzerinde havzanın bu kesiminde doğrultu atımlı faylardan etkilendiğini gösteren sağ yanal ötelenmeler söz konusudur. Bu ötelenmelerin yanı sıra Cin Dere Havzası'nın bugünkü görünümünü almasında etkili olan diğer bir faktör, yine dekstral doğrultu atımlı fayların denetiminde gelişmiş olan kapmalardır. Cin Dere'nin kaynak kesimi, komşu akarsu havzası olan Karapınar Deresi tarafından kapılmıştır.

Kocadere Havzası, Ağlan Deresi Havzası ve Tavşansuyu Deresi Havzası akarsu yoğunluklarının düşük (sırasıyla 0,88, 0,84 ve 0,97) olduğu diğer havzalardır. Bu durum üzerinde litolojik özelliklerin (ağırlıklı olarak kireçtaşı ve şistler) ve son iki havzada görülen heyelanların etkileri söz konusudur. Mudurnu Çayı Güney Ana Alt Havzası'nın özellikle doğru yarısında gelişmiş olan eski ve yeni heyelanların drenaj sistemi üzerinde önemli etkileri görülmektedir. Sıçan Deresi Havzası da eski ve büyük bir heyelan alanı (Yarbaşı Heyelanı) içinde yer almaktadır. Halen aktif heyelanların görüldüğü bu havzanın akarsu yoğunluğu (1,00) da oldukça düşüktür.

Tablo 10: Mudurnu Çayı Havzası'nın havzalara göre akarsu ve vadi yoğunluğu değerleri (A: havza alanı, Ls: toplam akarsu uzunluğu, Lv: toplam vadi uzunluğu, Ds: akarsu yoğunluğu, Dv: vadi yoğunluğu, Dv – Ds: vadi ve akarsu yoğunluğu arasındaki fark).

Havza No.	A (km ²)	Ls (km)	Lv (km)	Ds (km/km ²)	Dv (km/km ²)	Dv – Ds
1	8,36	20,71	43,84	2,48	5,24	2,76
2	10,15	15,36	37,50	1,51	3,69	2,18
3	17,12	22,61	65,35	1,32	3,81	2,49
4	17,13	18,84	54,34	1,08	3,17	2,09
5	5,68	5,01	16,29	0,88	2,86	1,98
6	9,61	12,69	32,11	1,32	3,34	2,02
7	5,73	6,25	19,15	1,09	3,34	2,25
8	31	41,66	79,43	1,34	2,56	1,22
9	7,62	18,10	28,93	2,38	3,79	1,41
10	10,84	21,92	41,50	2,02	3,82	1,80
11	8,65	21,33	31,18	2,47	3,60	1,13
12	14,25	28,94	53,48	2,03	3,75	1,72
13	8,08	12,76	33,96	1,58	4,20	2,62
14	14,53	20,20	65,33	1,39	4,49	3,10
15	81,99	129,49	332,82	1,58	4,06	2,48
16	80,44	109,88	311,70	1,37	3,87	2,50
17	5,71	5,73	18,85	1,00	3,30	2,30
18	9,88	13,76	36,69	1,39	3,71	2,32
19	2,96	6,32	10,66	2,14	3,60	1,46
20	22,53	21,88	61,89	0,97	2,74	1,77
21	4,57	5,10	15,53	1,12	3,99	2,87
22	6,70	8,53	22,02	1,27	3,28	2,01
23	16,27	13,60	41,69	0,84	2,56	1,72
24	2,86	5,64	9,61	1,97	3,36	1,39
25	1,68	3,11	7,33	1,85	4,36	2,51
26	11,40	15,08	38,29	1,32	3,35	2,03
27	3,96	6,93	14,54	1,75	3,67	1,92
28	21,26	29,16	74,68	1,37	3,51	2,14
29	10,33	7,82	51,14	0,76	4,95	4,19
30	32,74	47,40	134,11	1,45	4,09	2,64
31	76,44	147,34	351,69	1,93	4,60	2,67
32	4,71	6,26	19,48	1,33	3,74	2,41
33	11,24	20,01	40,92	1,78	3,64	1,86
34	4,24	11,67	19,47	2,75	4,59	1,84

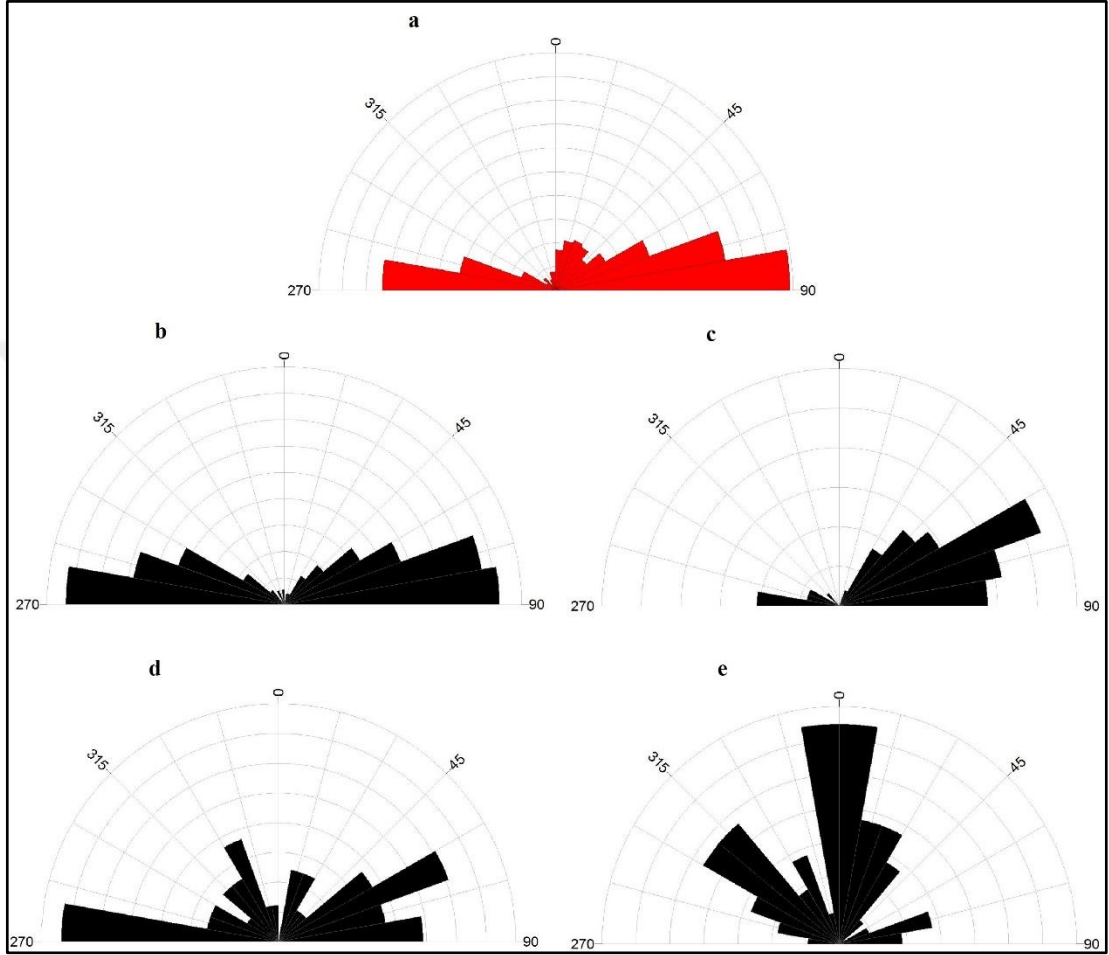
10 – Göl Diyagramları (Çizgisellikler)

Çalışma sahası içindeki faylar genel olarak D–B doğrultusunda bir uzanışa sahiptir. Taban seviyesinde meydana gelen değişikliğe bağlı olarak oluşmuş olan asılı vadiler ise ağırlıklı olarak K–G ve KB–GD yönelimi göstermekte, yani faylara dik veya dike yakın açılarda gelişmiştir (Şekil 57).

Sahada tespit edilmiş ve jeomorfoloji haritasına da işlenmiş olan yel gediklerinin genel yönelimi D–B ve DKD–BGB şeklindedir ve ağırlıklı olarak faylara paralel uzandıkları görülmektedir.

Doğrultu atımlı faylanmaya bağlı olarak ötelenmeye maruz kalmış akarsuların bu ötelenme olayının gerçekleştiği kesimlerdeki yönelimleri DKD–BGB ve D–B şeklindedir ve bu durum akarsuların yönlerindeki değişikliklerinin, ötelenmelerin fay denetiminde gerçekleştiğini göstermektedir. Yine doğrultu atımlı fayların kontrolünde gelişmiş olan ve fay hatları boyunca onlara paralel olarak uzanan sırtlar olan sürgü sırtlarının yönelimi ise bire bir fay doğrultuları ile uyumlu, yani D–B doğrultuludurlar.

Şekil 57: Çalışma sahasına ait morfotektonik haritasında gösterilmiş olan a. Fayların doğrultuları, b. Sürgü sırtlarının doğrultuları, c. Ötelenmiş akarsuların doğrultuları, d. Yel gediklerinin doğrultuları, e. Asılı vadilerin doğrultuları.



11 – Minimum Havza Yarılımı

34 akarsu havzasından aşınan minimum kütle hacmi, Mudurnu Çayı'na doğudan katılan iki büyük kolun drenaj havzasında en yüksek değerleri (Elmacık–Seymen Deresi Havzası'nda 13,36 km³, Karaçomak–Bolatça Deresi Havzası'nda 11,19 km³) göstermektedir (Tablo 11). Diğer iki ana alt havzadaki duruma bakıldığında, Güney Ana Alt Havzası içinde Acalla Deresi Havzası'ndan (8,27 km³) aşınan minimum kütle hacmi, Kuzey Ana Alt Havzası içinde ise Köy Deresi Havzası'ndan (5,34 km³) aşınan minimum kütle hacmi değeri en yüksektir. Ancak bu değerler görecelidir. Çünkü havzaların yüzölçümleri (1,68–81,99 km²) çok değişkendir. Bu durumu ortadan kaldırmak ve daha sağlıklı bir sonuca ulaşabilmek için her bir havzada 1 km²'de aşınan kütle hacmi değeri hesaplanmıştır. Buna göre bu 34 havza içinde aşınan kütle hacmi bakımından en yüksek değer, Mudurnu Çayı'nın kuzeyinde yer alan Köy Deresi (0,17 km³) ve Karacasu Deresi (0,17 km³) havzalarındadır. Yapılan bu son hesaplama göre Güney Ana Alt Havzası'ndaki değerlerde de değişiklikler görülmektedir. Ağlan Deresi ve Tavşansuyu Deresi havzalarından 1 km²'de aşınan kütle hacmi 0,14 km³ ile en yüksek değerdir.

Tablo 11: Mudurnu Çayı Havzası'nın havzalara göre aşınan kütle hacmi değerleri ve havzaların yarıлма dereceleri (A: havza alanı, V: havzadan aşınan minimum kütlenin hacmi, V / A: 1 km²'de aşınan kütle hacmi değeri).

Havza No.	Havza Adı	A (km ²)	V (km ³)	V / A	Havza yarıлма derecesi (m)
1	Uzundere	8,36	0,19	0,02	153
2	Değirmendere	10,15	0,30	0,03	188
3	Kuru Dere	17,12	2,29	0,13	466
4	Akçay Deresi	17,13	0,98	0,06	490
5	Kocadere	5,68	0,24	0,04	211
6	Dömen Dere	9,61	0,39	0,04	231
7	Beyciler Deresi	5,73	0,19	0,03	208
8	Köy Deresi	31	5,34	0,17	650
9	Kara Dere	7,62	0,32	0,04	193
10	Çamyurdu Deresi	10,84	0,35	0,03	185
11	Kurşunlu Deresi	8,65	0,56	0,07	219
12	Bekdemirler Deresi	14,25	1,77	0,12	434
13	Ilıca Dere	8,08	0,89	0,11	383
14	Karacasu Deresi	14,53	2,41	0,17	466
15	Elmacık–Seymen Deresi	81,99	13,36	0,16	689
16	Karaçomak–Bolatça Deresi	80,44	11,19	0,14	503
17	Sıçan Deresi	5,71	0,15	0,03	102
18	Bağ Deresi	9,88	0,38	0,04	174
19	Arpalık Deresi	2,96	0,07	0,02	114
20	Tavşansuyu Deresi	22,53	3,05	0,14	644
21	Çal Dere	4,57	0,13	0,03	156
22	Derin Dere	6,70	0,31	0,05	260
23	Ağlan Deresi	16,27	2,35	0,14	563
24	Bend Deresi	2,86	0,06	0,02	123
25	Horozlar Deresi	1,68	0,02	0,01	99
26	Sugözü Deresi	11,40	0,62	0,05	265
27	Yörükyeri Deresi	3,96	0,06	0,02	116
28	Karapınar Deresi	21,26	1,36	0,06	336
29	Cin Dere	10,33	0,22	0,02	136
30	Fındıklık Deresi	32,74	2,66	0,08	331
31	Acalla Deresi	76,44	8,27	0,11	485
32	Ballıkaya Deresi	4,71	0,42	0,09	295
33	Bıçkıdere	11,24	1,29	0,11	345
34	Kamiluslanın Deresi	4,24	0,16	0,04	142

12 – Rölatif Tektonik Aktivite Sınıflaması (IAT)

Çalışma sahası içinde analizi yapılan 34 akarsu havzasına ait IAT değerlerinin genel durumuna bakıldığında, bu değerlerin orta derecede aktivite ile çok yüksek derecede aktivite arasında değiştiği ve düşük derecede aktivitenin görülmediği dikkat çekmektedir (Tablo 12). Mudurnu Çayı Havzası'nda tektonik aktivitenin en yüksek olduğu kesim Güney Ana Alt Havzası'dır. Bu ana alt havza içindeki 18 akarsu havzasından Kamiluslanın Deresi Havzası orta derecede, Arpalık Deresi Havzası çok yüksek derecede aktif iken, geriye kalan 16 havzanın aktivite derecesi yüksektir.

Kuzey Ana Alt Havzası içindeki 14 akarsu havzasından Kara Dere ve Çamyurdu Deresi havzalarına IAT dereceleri çok yüksektir. Her iki akarsu da özellikle ağız kesimleri yakınında meydana gelen tektonik hareketlere bağlı olarak meydana gelen taban seviyesi değişimleri nedeniyle gençleşmeye uğramış akarsular olmaları yanı sıra her iki akarsu da kaynakta mansaba doğru olan akışları sırasında kimi yerlerde tektonik dokanakların oluşturdukları zayıflık zonlarını takip etmektedirler. Bu ana alt havza içindeki 5 akarsu havzası orta derecede tektonik aktivite sınıfındadır. Bu havzalardan 3'ü çalışma sahasının en batısında yer alan ve birbirine komşu olan havzalardır.

Doğu Ana Alt Havzası içindeki iki akarsu havzasından kuzeyde yer alan Elmacık–Seymen Deresi Havzası orta derecede aktiviteye sahipken, güneydeki Karaçomak–Bolatça Deresi Havzası çok yüksek derecede aktiviteye sahiptir.

Tablo 12: Mudurnu Çayı Havzası'nın havzalara göre rölatif tektonik aktivite derecesi değerleri ve sınıflaması.

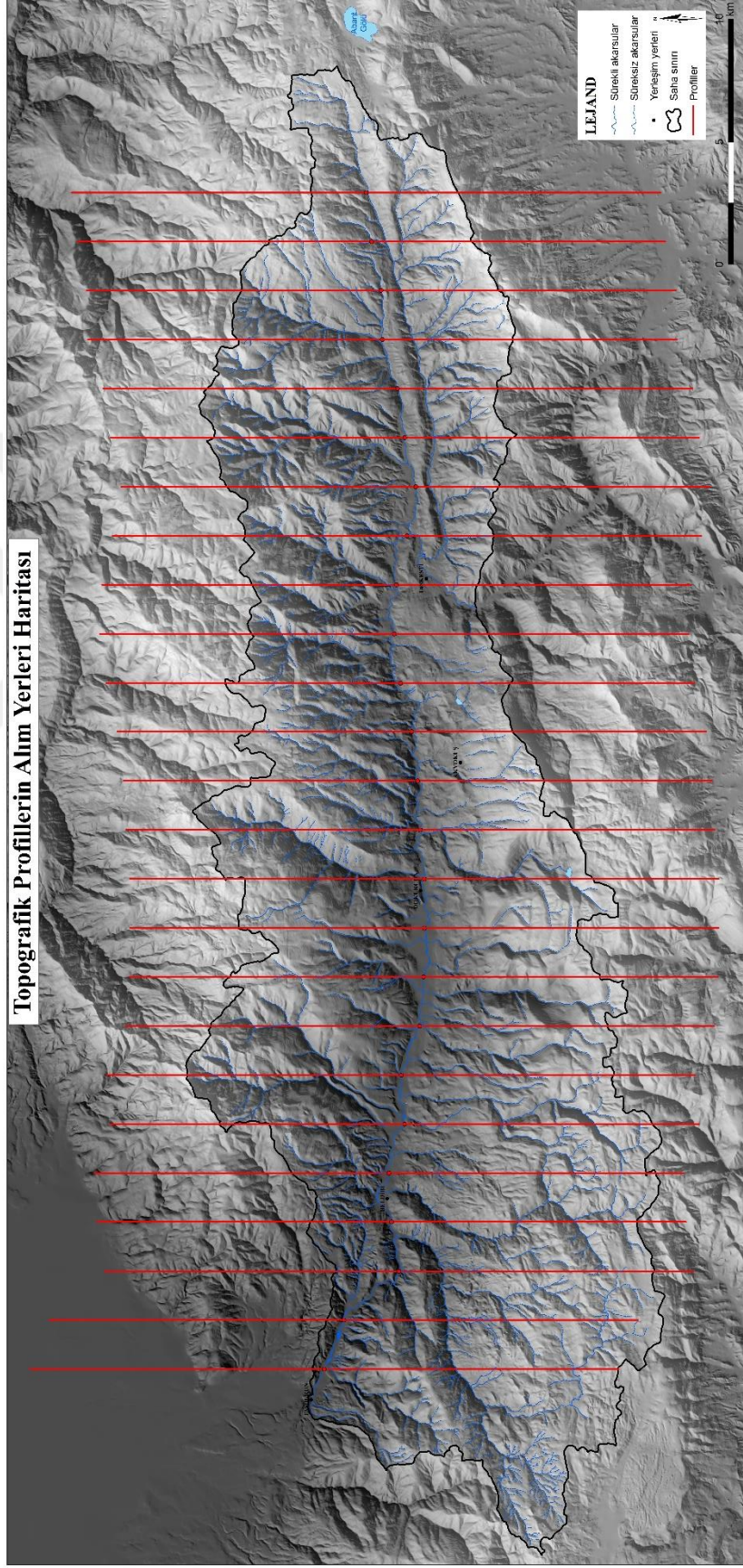
Havza No.	HI Sınıf	AF Sınıf	SL Sınıf	Bs Sınıf	Smf Sınıf	Vf Sınıf	SCI Sınıf	Ort.	IAT Sınıf	Aktivite Derecesi
1	3	1	1	3	3	2	2	2,14	3	Orta
2	2	1	1	3	3	2	2	2,00	3	Orta
3	2	2	1	3	-	-	2	2,00	3	Orta
4	1	1	1	3	-	-	2	1,60	2	Yüksek
5	1	1	1	3	2	2	2	1,71	2	Yüksek
6	2	1	1	3	-	-	2	1,80	2	Yüksek
7	2	2	1	1	-	-	2	1,60	2	Yüksek
8	1	1	1	3	-	-	2	1,60	2	Yüksek
9	1	1	1	3	-	-	1	1,40	1	Çok yüksek
10	1	1	1	2	-	-	1	1,20	1	Çok yüksek
11	1	3	1	3	-	-	2	2,00	3	Orta
12	1	1	1	3	-	-	2	1,60	2	Yüksek
13	2	3	1	3	-	-	2	2,20	3	Orta
14	1	1	1	3	-	-	2	1,60	2	Yüksek
15	2	1	1	3	-	-	3	2,00	3	Orta
16	1	1	1	2	-	-	2	1,40	1	Çok yüksek
17	2	1	1	3	-	-	1	1,60	2	Yüksek
18	1	2	1	3	2	2	1	1,71	2	Yüksek
19	1	2	1	1	2	2	1	1,43	1	Çok yüksek
20	1	1	1	3	2	1	2	1,57	2	Yüksek
21	1	3	1	2	-	-	2	1,80	2	Yüksek
22	1	3	1	3	2	1	1	1,71	2	Yüksek
23	1	2	1	2	2	1	2	1,57	2	Yüksek
24	2	3	1	1	2	1	1	1,57	2	Yüksek
25	2	2	1	3	-	-	1	1,80	2	Yüksek
26	1	3	1	2	2	1	1	1,57	2	Yüksek
27	2	2	1	1	2	2	1	1,57	2	Yüksek
28	1	3	1	3	-	-	1	1,80	2	Yüksek
29	1	1	1	3	-	-	2	1,60	2	Yüksek
30	1	3	1	3	-	-	1	1,80	2	Yüksek
31	1	3	1	3	-	-	1	1,80	2	Yüksek
32	1	3	1	3	-	-	1	1,80	2	Yüksek
33	1	2	1	3	2	2	2	1,86	2	Yüksek
34	2	2	1	2	2	3	2	2,00	3	Orta

13 – Yüzeyler

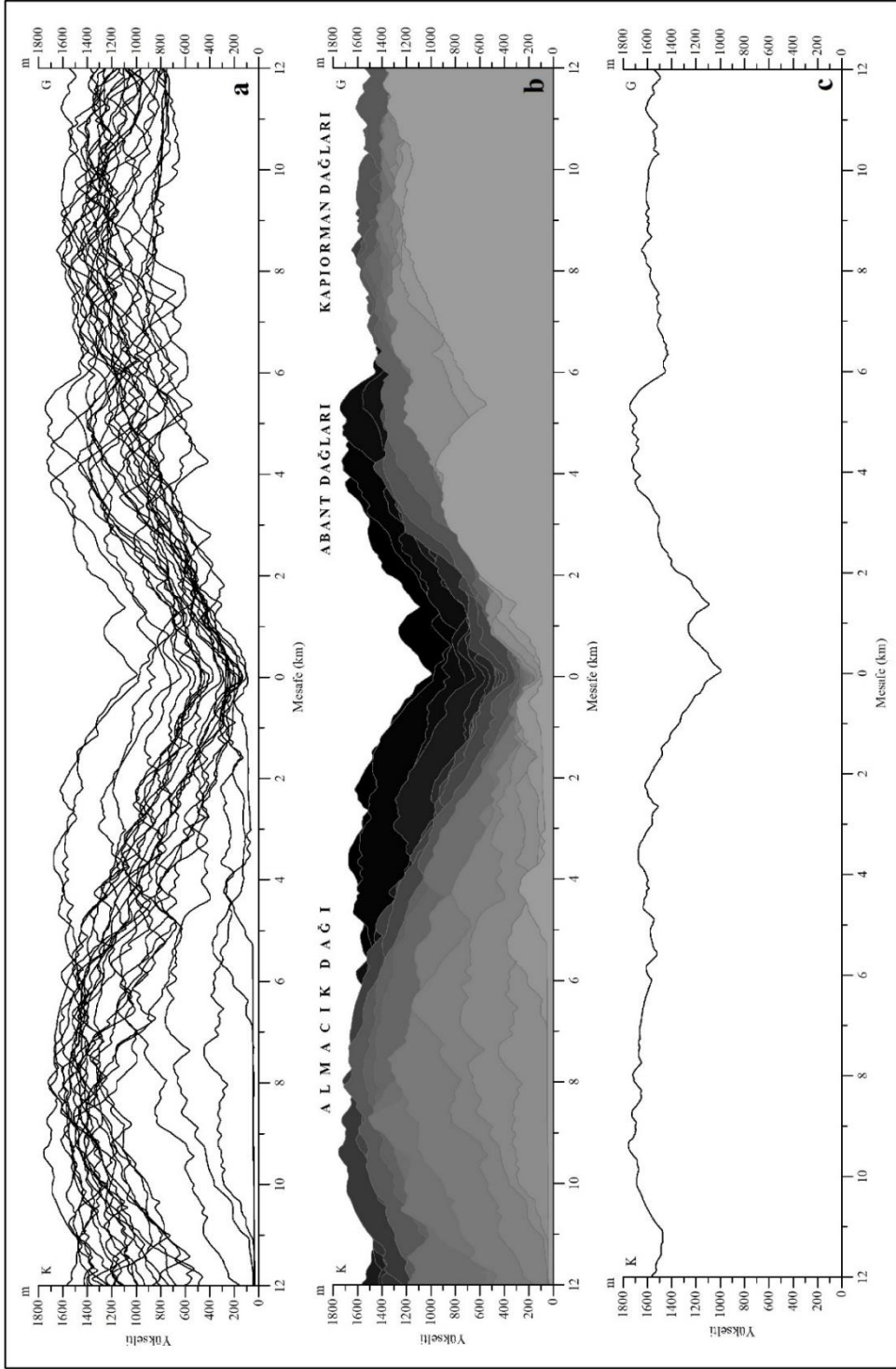
Çalışma sahasındaki yüzeylerin tespiti için batıdan doğuya doğru her iki kilometrede bir alınan topografik profiller (Şekil 58) kullanılarak süperimpoze, mürtesem ve bileşik profiller çizilmiştir (Şekil 59). Bu profillerden elde edilen sonuçlara göre güneyde Kapıorman Dağları üzerinde aşınım yüzeyleri özellikle 2 farklı kademede görülmektedir. Akarsular tarafından çokça parçalanmış olan bu yüzeyler 1200–1350 m seviyeleri ile 1400–1650 m seviyelerinde küçük parçalar halinde yayılış gösterirler. Ağırlıklı olarak Orta Jura–Alt Kretase yaşlı kireçtaşları üzerinde gelişmiş olan ve eğimleri çok az olan bu aşınım yüzeyleri blok halinde bir yükselmeyi yansıtmaktadırlar ve hemen önlerinde eğimleri ortalama 60°'yi bulan fay yüzeyleri yer almaktadır.

Kuzeyde Almacık Dağı üzerindeki aşınım yüzeyleri güneydekilerden farklı olarak 3–4° kadar kuzeye doğru eğimlidirler. Bu yüzeylerin önlerinde Mudurnu Çayı vadi tabanına doğru uzanan ve eğimleri yaklaşık olarak 30°'yi bulan yüzeyler görülmektedir.

Şekil 58: Çalışma sahasında yüzeylerin belirlenmesi için kullanılan topografik profillerin alım yerleri.



Şekil 59: Çalışma sahasına ait a. Süperimpoze profiller, b. mürtesem, profiller c. bileşik profil.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

JEOLojİK VE JEOMORFOLOJİK GELİŞİM

Çalışma alanı içinde görülen en yaşlı birim Prekambriyen yaşındaki Yedigöller Formasyonu'dur. Bu birimin üzerinde Alt Ordovisiyen yaşlı Kurtköy Formasyonu yer alır. İki birim arasında açılal diskordansın bulunması ve Kurtköy Formasyonu'nun karasal bir ortamı karakterize etmesi, Ordovisiyen'in başında sahanın kara halinde olduğunu göstermektedir.

Sahanın güneyinde Liyas'ta riftleşme başlamış ve saha Üst Jura sonuna doğru bir karbonat platformu haline gelmiştir. Bölgenin yavaş bir şekilde alçalması Alt Kretase'de devam etmiş ve derin denizel kireçtaşları çökelmiştir. Saha Jura-Üst Kretase arasında devamlı sular altında kalmıştır (Abdüsselamoğlu, 1959). Jura, Alt Kretase ve Üst Kretase'ye ait tabakalardan sadece Üst Kretase'ye ait olanların Almacık Dağı üzerinde bulunması, D-B doğrultusunda uzanan bu denizin güneyden kuzeye doğru transgresyon yaptığını göstermektedir (Abdüsselamoğlu, 1959). Bu transgresyon Üst Kretase ortasına kadar Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun güneyinde kuzeye bakan Atlantik tipi bir kıta kenarı geliştirmiştir (Yılmaz ve diğ., 1981).

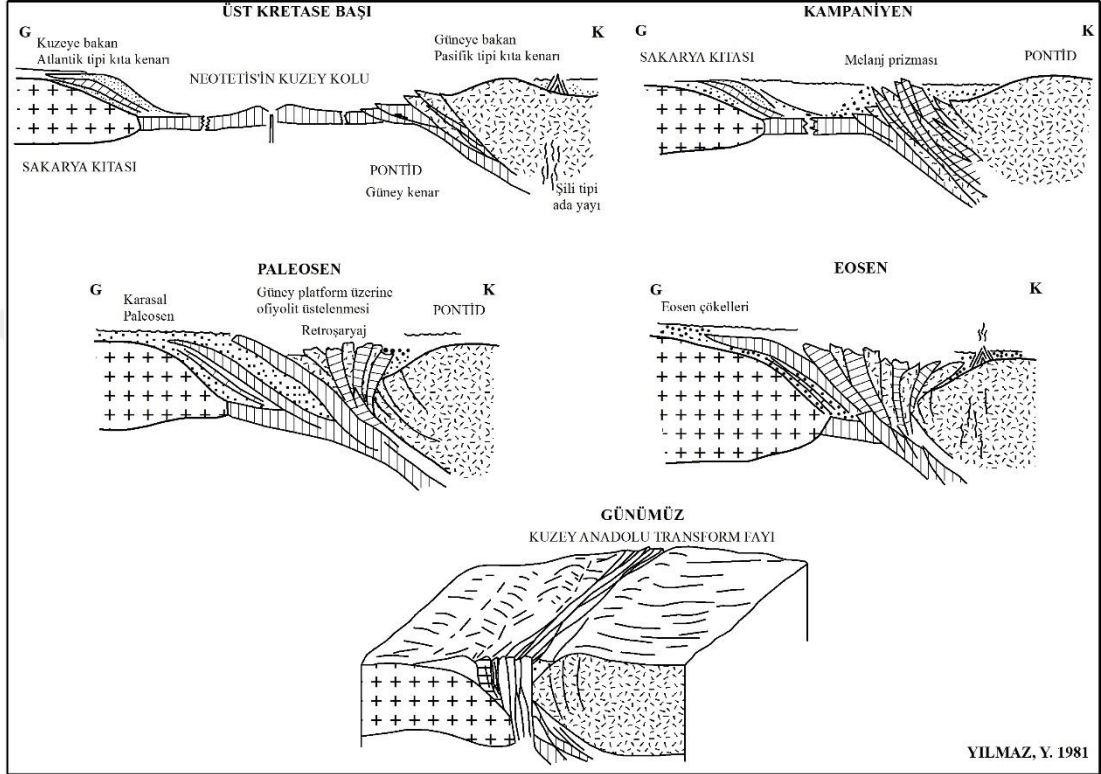
Kampaniyen'de (Üst Kretase) platformun devam etmekte olan bu yavaş alçalımı, fliş istifine çekim kayması yoluyla ofiyolit, metaofiyolit ve mavi şist bloklarının yerleşmesi ile sürmüştür (Yılmaz ve diğ., 1981). Güneydeki Atlantik tipi kıta kenarının kuzeyinde yer alan Mesozoyik Denizi'nin kuzeye doğru dalmaya başlaması ile kuzeydeki Batı Pontid kıtasının önünde bir melanj prizması gelişmiştir (Şekil 60).

Sakarya Kıtası ile Batı Pontidler arasında devam eden dalma batmaya bağlı olarak gelişen şiddetli sıkışma rejimi nedeniyle Pontidler'in ön ucundaki dilimler sıkıştırılarak önce yukarıya doğru yükseltilmiş, sıkışmanın artmasıyla da geriye doğru ilerleyerek retroşaryajlar oluşturmuştur. Bu olaya bağlı olarak gelişmiş olan dilimler Abant Karmaşığı'na karşılık gelmektedirler (Yılmaz ve diğ., 1981).

Okyanus tabanının dalıp batması, Pontidler ve Sakarya Kıtası'nın tam çarpışması ile sona ermiş (Şengör ve Yılmaz, 1981) ve bu olay olasılıkla batıda Eosen

sonunda bitmiş olmalıdır (Yılmaz ve diğ., 1981). Eosen sonunda bölge tamamen kara haline gelmiştir (Abdüsselamoğlu, 1959).

Şekil 60: Çalışma sahasının Üst Kretase – Günümüz arasındaki jeolojik evrimi (Yılmaz, 1981).



Orta Miyosen sonu–Üst Miyosen’de, Doğu Anadolu’da Arabistan levhası ile Anadolu levhası arasında meydana gelen kıta–kıta çarpışması Anadolu’da Neotektonik Dönemi’n başlangıcını oluşturmaktadır (Şengör, 1980; Şengör ve Yılmaz, 1981). Neotektonik Dönem bölgede Geç Miyosen–Pliyosen arasında K–G yönlü sıkışma rejimi, Geç Pliyosen–günümüz arasında ise Kuzey Anadolu Fay Zonu ile temsil edilen transform karakterli yatay tektonik hareketler etkili olmuştur (Emre ve diğ., 1998).

Geç Pliyosen’de Kuzey Anadolu Fayı’nın gelişimi (Emre ve diğ., 1998) ile birlikte bugünkü drenaj ağı da gelişmeye başlamıştır. Bu zayıflık zonuna yerleşen ve derin bir vadi açan Mudurnu Çayı’nın özellikle kuzey yamaçları üzerinde farklı yükseltilerde yer alan anakaya taraçaları, akarsuyun taban seviyesinde meydana gelen değişikliklere bağlı olarak hızlı bir şekilde vadisini derine doğru aşındırdığını

göstermektedir. Havzayı etkileyen en önemli olaylardan biri vadinin güneyinde meydana gelen büyük bir heyelanın (Yarbaşı Heyelanı) akarsuyun önünü setleyerek gerisinde doğuya doğru uzanan bir heyelan gölü oluşturmasıdır. Bir deprem tarafından tetiklenen bu heyelan günümüzden yaklaşık olarak 2500 yıl önce aşındırılarak ortadan kaldırılmıştır (Paluska ve diğ., 1989).



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TARTIŞMA

Birbirine paralel ve yarı paralel birçok fay tarafından parçalanmış olan Mudurnu Çayı Havzası'nın jeolojisi ve tektoniği üzerine daha önce yapılmış olan çalışmalar ile daha güncel çalışmalar karşılaştırıldığında bölgedeki faylar ve bunların izledikleri rotalar ile ilgili farklılıkların olduğu dikkat çekmektedir. Bu çalışmada faylar ile ilgili olarak MTA'nın hazırlamış olduğu jeoloji haritaları kaynak olarak kullanılmış ve bunlar yine MTA tarafından hazırlanmış olan 1/25.000 ölçekli diri fay haritaları ile birlikte değerlendirilmiştir. Bu her iki haritadan farklı olarak başka fayların da olduğu yapılan analizler ve gözlemlere dayalı olarak tespit edilmiş ve bunlar olası fay olarak ele alınmıştır.

Fındıklık ve Karapınar derelerinin yukarı mecralarında, doğuda Ağrıdağı Tepe'nin kuzeyinden başlayıp batı güneybatı doğrultusunda Komyatak Yaylası'nın güneyine kadar uzanan fayın, daha batıda Çevirmekaş Tepe'ye kadar uzandığı düşünülmektedir. Buna kanıt olarak yukarıda bahsedilen iki derenin yan kollarında görülen ötelenmeler ve Çevirmekaş Tepe'nin doğusundaki kapma olayının yanı sıra, belirtilen hat üzerinde 2001 yılında meydana gelen 3,3 büyüklüğündeki deprem gösterilebilir. Yine bu hat boyunca çizgisel sırtlar gelişmiş ve bu sırtlar daha güneyden doğan derelerin önlerinde bir sürgü sırtı oluşturarak akış yönlerini değiştirmişlerdir.

Yukarıda bahsedilen hattın hemen kuzeyinde Mollaahmet Yolkaşağı'nın güneyinde, bu faya paralel uzanan ikinci bir fayın daha olduğu düşünülmektedir. Bahsedilen bu ikinci fay boyunca doğudan batıya doğru morfolojiye bakıldığında bu fayın kanıtlarını görmek mümkündür. Öncelikle drenaj sisteminde görülen sağ yönlü ötelenme buna başlıca kanıtı oluşturmaktadır. Sugözü Deresi, Karapınar Deresi ve Fındıklık Deresi'nin yan kollarındaki ötelenmeler buna örnektir. Fındıklık Deresi'nin yan kolundaki ötelenme sağ yanal doğrultu atımlı bu faya olarak gelişen yaklaşık 2 km uzunluğundaki bir sürgü sırtına bağlı olarak meydana gelmiştir. Kuveç Tepe'nin güneydoğusunda bir yel gediğinin güneyinde ise bir kapma dirseğinin varlığı ve bu hat üzerinde 2014 yılında 1,9 büyüklüğünde bir depremin kaydedilmiş olması bu fayın diğer kanıtları arasındadır.

Boztepe Yaylası'nın güneyinden geçerek kuzeye doğru uzanan fayın Kuruçay Yaylası'ndan kuzeydoğudaki Kurtkayası Tepe'nin kuzeyinden geçen fay ile birleştiği düşünülmektedir. Belirtilen bu hat üzerinde drenaj sistemi üzerinde ötelenmeler görülmektedir. Özellikle Kirazlıgüney Tepe'nin güneyinden doğup, kuzeye doğru akan ve Fındıklık Deresi'nin yan kollarından biri olan derede meydana gelen kuzeydoğuya doğru yaklaşık olarak 700 m'lik ötelenme bunların en dikkat çekicisidir.

Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun kuzeyinde ve güneyindeki akarsu havzaları gerek vadi yarılım derecelerine gerekse de bu havzalardan aşınan minimum kütle hacmine göre değerlendirildiğinde en yüksek değerlere kuzeydeki havzalarda erişildiği görülmektedir. Kuzeyde analizi yapılmış olan 14 akarsu havzası arasında vadi yarılım derecesi en yüksek olan havza Köy Deresi Havzası'dır. Özellikle orta ve yukarı mecrasında dar ve derin bir vadiye sahip olan akarsu, İznik Metamorfizmaları'nın şist ve mermerleri üzerinde akmaktadır. 1 km²'de havzadan aşınan minimum kütle hacmi bakımından 11 km kadar doğusunda yer alan Karacasu Deresi Havzası ile aynı değere (0,17 km³) sahiptir. Buna karşın bu iki havzanın vadi yarılım dereceleri birbirinden çok farklıdır. Köy Deresi'nin vadisini yarma derecesi 600 m'den fazla iken, Karacasu Deresi'nde bu değer 466 m'dir. Bu iki havza arasında görülen bu farklılığın Köy Deresi Havzası'nı etkilemiş olan tektonik hareketler ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Zira Köy Deresi'nin enine vadi profilleri, Karacasu Deresi'ne ait enine vadi profilleri ile kıyaslandığında Köy Deresi'nin daha dar ve derin, genç vadi formlarına sahip olmasının yanı sıra vadi yamaçlarında görülen topografik diskordanslar da bu akarsuyun neotektonik hareketlerden etkilendiğine kanıt teşkil etmektedir. Karacasu Deresi'nin enine vadi profilleri aşağı mecrasında geniş tabanlı, orta ve yukarı mecrasında yayvan "V" şekilli vadileri karakterize etmektedir. Buna göre Köy Deresi'nde derine aşındırmanın Karacasu Deresi'nden daha fazla olduğu ve Karacasu Deresi'nde yamaç işlenmesinin (yana aşındırmanın) derine aşındırmadan daha etkin olduğu söylenebilir.

Fay zonunun kuzeyindeki akarsu havzalarından biri olan Akçay Deresi Havzası, vadi yarılım derecesi ve havzadan aşınan kütle hacmi bakımından bir anomali göstermektedir. Bu havzadan 1 km²'de aşınan kütle hacmi 0,06 km³ iken vadi yarılım derecesi 500 m gibi yüksek bir değer göstermektedir. Bu vadi yarılım derecesi

Mudurnu Çayı Kuzey Ana Alt Havzası içinde yer alan havzalar arasında 2. en yüksek değerdir ve yukarıda bahsedilen Karacasu Deresi'nin vadi yarılım derecesinden de fazladır. Ancak bu iki havza aşınan kütle hacmi bakımından birbiri ile kıyaslandığında arada ciddi bir fark görülmektedir. Akçay Deresi'nde en yüksek vadi yarılım derecesi orta mecrasında, akarsuyu D–B doğrultusunda kesen ve onu bu kesimde 640 m kadar öteleyen doğrultu atımlı bir fayın kuzey bloğu üzerinde görülmektedir. Ayrıca bu fayın gerisinde akarsuyun yukarı mecrasına doğru Akçay Deresi'nin vadisini çok derinleştirdiği, “V” şekilli çentik vadi içinde aktığı görülmektedir.

Mudurnu Çayı Güney Ana Alt Havzası içinde 1 km²'de aşınan minimum kütle hacmi bakımından en yüksek değerler 0,14 km³ ile Ağlan Deresi ve Tavşansuyu Deresi havzalarında görülmektedir. Akarsu ve vadi yoğunluklarının düşük olduğu bu iki havzada (Tablo 10), bu yüksek değerlerin görülmesi flüvyal aşınımından çok, havzaları büyük oranda etkilemiş olan heyelanlarla ilişkilidir. Her iki akarsuyun da yukarı mecralarında, havzaların bu kesimlerinde D–B yönünde genişlemelerine sebep olan büyük heyelan alanları mevcuttur. Soğukçam Formasyonu'nun çörtlü kireçtaşları üzerinde gelişmiş olan bu heyelanlar, depremlerin tetiklediği heyelanlardır. Daha doğuda yer alan Tavşansuyu Deresi'nin kaynak kesimindeki heyelan aynasının gerisinde D–B doğrultusunda bir fay yer almaktadır. Daha batıdaki Ağlan Deresi'nin kaynak kesimindeki heyelan aynasının gerisinde ise KD–GB doğrultusunda bir fay uzanmaktadır.

Doğrultu atım fay morfolojisinin en karakteristik özelliklerinden biri olan akarsu ötelenmeleri çalışma sahası içinde farklı değerler göstermektedir. Sahanın özellikle güney yarısındaki akarsular üzerinde ötelenme miktarları, sahanın kuzey yarısından çok daha yüksek değerlere ulaşmaktadır. Mudurnu Çayı'na güneyden katılan kollar arasında en yüksek ötelenme miktarı, Güney Kol (Acalla Fayı) tarafından kesilen Acalla Deresi üzerindedir. Akarsu yaklaşık olarak 6,9 km kadar sağ yönlü ötelenmiştir. Güney Kol'un doğu kısmını oluşturan Yeniköy Fayı, Tavşansuyu Deresi ve Derin Dere üzerinde sırasıyla 1,5 km ve 500 m'lik ötelenmeye neden olmuştur. Derin Dere'deki ötelenme Tavşansuyu Deresi'nden farklı olarak Yeniköy Fayı'nın denetiminde gelişmiş bir sürgü sırtının akarsuyun önünü kesmesi ile oluşmuştur. Güney Kol'a paralel uzanan Yörükleri Fayı'nın kestiği akarsular

üzerindeki en önemli ötelenme Karapınar Deresi'nde görülmektedir. Karapınar Deresi ve onun yan kolu olan Tütünlük Deresi toplamda 1,7 km kadar sağ yanal olarak ötelenmişlerdir. Çalışma sahasının güneydoğusundaki önemli bir akarsu ötelenmesi de Terelpınar Deresi üzerinde görülmektedir. Akarsuyun GD–KB doğrultusunda olan akış yönü bir sürgü sırtına bağlı olarak DKD–BGB yönünde 1880 m kadar ötelenmiştir.

Ana vadiye kuzeyden katılan akarsular arasında en yüksek ötelenme miktarı 900 m ile Değirmendere üzerindedir. Kaynağını Almacık Dağı'nın zirvelerinden alan Çamyurdu Deresi üzerinde iki ötelenme mevcuttur. Akarsu ağız kesimi yakınında 510 m, Çamçakaş Tepe'nin kuzeydoğusunda ise 640 m sağ yanal olarak ötelenmiştir. Akçay Deresi üzerindeki ötelenme miktarı ise 640 m'dir. Bunların dışında Kocadere, Dömen Dere, Kara Dere ve Kuru Dere gibi akarsular üzerinde de 100–400 m arasında değişen ötelenme miktarları mevcuttur.

Güney Kol ile ona paralel uzanan ve bu çalışmada Yörükyeri Fayı olarak adlandırılan fay üzerindeki akarsu ötelenme miktarları en yüksek değerleri göstermektedir. Son yüzyıl içinde merkez üssü çalışma sahası içinde olan depremlerin dağılımına bakıldığında özellikle 2000 yılından sonra bu iki segmentte bir yoğunluk görülmektedir. Bu veriler ile 34 akarsu havzası için yapılmış olan hipsometrik ve morfometrik analizler çalışma sahasının güneybatısında özellikle de Acalla Deresi ile Karapınar Deresi arasında kalan sahada tektonik aktivitenin çok yüksek olduğunu göstermektedir.

Kuzey Anadolu Fayı'nın toplam kayma miktarı ile ilgili olarak günümüze kadar farklı araştırmacılar tarafından farklı değerler verilmiştir. Bunlardan en önemlisi Seymen (1975) tarafından ileri sürülen 85 ± 5 km'lik toplam atım miktarıdır. Bu değer KAF'ın ana kolu için verilen bir değerdir. KAF'ın Güney Kol'u için Koçyiğit (1988) Pamukova Havzası'nda Sakarya Nehri'nin ötelenmesine dayalı olarak atım miktarını $15\pm 0,5$ km olarak vermektedir. Çalışma alanı ve yakın çevresi ile ilgili en önemli değer ise Herece ve Gökten tarafından (2009) verilen değerdir. Yazarlar Bolu'nun batısından Mudurnu Çayı Vadisi boyunca Sapanca Gölü güneybatısına doğru KAF'ın kuzey ve güneyindeki temel birimlerin ve aralarındaki bindirme dokanağının, fay tarafından 48 km sağ yanal olarak ötelendiğini, ancak fayın her iki tarafında her iki birimi de

uyumsuzlukla örten Eosen volkanitlerinin doğu uçlarının kıyaslanmasına dayalı olarak ise ötelenme değerinin 61,5 km olduğunu belirtmişlerdir.

KAF'ın toplam atım miktarı gibi güncel kayma hızıyla da ilgili farklı değerler söz konusudur. KAF'ın tek bir kol için güncel kayma hızı 22 ± 3 mm/yıl, 24 mm/yıl ve 25 mm/yıl gibi değerler verilmiştir (McKenzie, 1972; Straub ve diğ., 1997; McClusky ve diğ., 2000). Reilinger ve diğ. (2006) tarafından verilen güncel kayma hızı değeri ise $24,2\pm 0,2$ mm/yıl– $25,8\pm 0,2$ mm/yıl arasındadır.

Çalışma alanı içinde en önemli akarsu ötelenmelerinin başında Acalla Deresi üzerinde görülen 6,9 km'lik sağ yanal ötelenme gelmektedir. KAF'ın Güney Kol'una bağlı olarak gerçekleşen bu ötelenme, Güney Kol'un kayma hızı 5–9 mm/yıl (Straub ve diğ., 1997; Reilinger ve diğ., 2006) olarak alındığında ve kayma hızının zaman içinde sabit kaldığı farz edilirse 766.000–1.380.000 yıllık bir sürede gerçekleşmiş olması gerekir.

SONUÇLAR

Çalışma sahası içinde akarsular üzerinde aktif tektoniğin izlerini akarsu ötelenmeleri, taban seviyesinde meydana gelen değişikliğe bağlı olarak boyuna profillerinde eğim kırıkları yani gençleşmeler ve buna koşut olarak gerçekleşen derine aşındırmalar şeklinde görmek mümkündür.

Çalışma sahasının güneyindeki akarsuların yanal tektonik aktiviteye ötelenmeler şeklinde verdiği cevap, kuzeydeki akarsulardan daha yüksek değerler göstermektedir. En büyük akarsu ötelenmeleri fay zonunun güneyinde özellikle de KAF'nın Güney Kol'u üzerinde görülmektedir.

Mudurnu Çayı'na güneyden katılan ve Güney Kol tarafından kesilen Acalla Deresi üzerinde hesaplanan sağ yanal ötelenme 6,9 km'dir ve bu değer Güney Kol'un güncel kayma hızının 5–9 mm/yıl olduğu düşünüldüğünde, 766.000– 1.380.000 yıllık bir zamanda gerçekleşmiştir.

Fay zonunun güneyindeki havzalar gerek litolojinin etkisine bağlı olarak gerekse de burada fay yoğunluğunun fazla olması nedeni ile kütle hareketlerinden çokça etkilenmişlerdir. Bu kütle hareketlerinin, drenaj ağında bozulmalara neden olmasının yanı sıra özellikle de vadi yamaçlarının işlenmesine katkı sağlayarak havzalardan aşınan sediman oranının yani havzaların aşındırılmasında önemli etkileri söz konusudur.

Mudurnu Çayı Havzası'nda aşınım yüzeyleri akarsular tarafından çokça parçalanmıştır. Vadinin kuzeyindeki aşınım yüzeylerinde kuzeye doğru 3–4° arasında bir tiltlenme söz konusu iken, güneydeki aşınım yüzeyi parçaları özellikle de Kapıorman Dağları üzerinde blok halinde bir yükselmeyi göstermektedirler.

Çalışma sahası içinde analizi yapılan 34 akarsu havzasına ait indisler birlikte değerlendirildiğinde, güneydeki akarsuların aktif tektonik hareketlerden daha çok etkilenen, gençleşme olaylarına maruz kalan, akarsu denge profilinden çok uzak genç akarsular oldukları görülmektedir. Özellikle akarsu boyuna profilleri, akarsu konkavlık indisleri ile havzaların aşınım oranları ve vadi yarılım derecelerine göre sahada analizi yapılan akarsu havzaları dört gruba ayrılabilir. Birinci grup vadi yarılım derecesinin 350 m'nin üzerinde olduğu ve konkav boyuna profile sahip olan

akarsulara ait akarsu havzalarıdır. Bu havzalar, Mudurnu ayı'nın kuzeyindeki havzalar oluşturmaktadır (3, 4, 8, 12, 13, 14 ve 16 numaralı havzalar). İkinci grubu vadi yarılım derecesinin düşük olduğu ve konveks akarsu boyuna profillerine sahip havzalardır. Bunlar 9, 10, 24, 26 ve 27 numaralı havzalardır. Bu beş havzadan sahanın kuzeyinde yer alan Kara Dere ve amyurdu Deresi'ne (9 ve 10 numaralı havzalar) ait olan havzaların özellikle ağız kesimi yakınlarında neotektonik hareketlerden etkilendikleri görülmektedir. nc grubu vadi yarılım derecelerinin yüksek olduğu ve kompleks boyuna profillere sahip olan havzalardır. Bu havzalar (20 ve 23 numaralı havzalar) kaynak kesimi yakınlarında büyük heyelanların grldğu havzalardır. Bu heyelanlar, bu iki havzadan aşınan kütle hacim miktarları ve vadi yarılım derecelerinin yüksek olmasındaki başlıca faktördür. Dördüncü grup vadi yarılım derecelerinin orta–yüksek arasında değiştiği ve kompleks ya da konveks akarsu boyuna profile sahip havzalardır. Boyuna profiller üzerinde gençleşmeye karşılık gelen önemli eğim kırıklarının grldğu akarsulara ait bu havzaların (22, 28, 30 ve 31 numaralı havzalar) tamamı sahanın güneyinde yer almaktadır.

KAYNAKÇA

- ABDÜSSELAMOĞLU, M. Ş. 1959. “Almacık Dağı ile Mudurnu ve Göynük Civarının Jeolojisi”. **İ.Ü. Fen Fak. Monografileri (Tabii İlimler Kısmı)**, Sayı: 14, İstanbul.
- AKMAN, Ü. 1992. **Amasra–Arıt arasının jeolojisi**. Doktora Tezi Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 209 s.
- AKYÜREK, B., BİLGİNER, E., DAĞER, Z., SUNU, O. 1979. “Hacılar (K.Çubuk–Ankara) Bölgesinde Alt Triyas’ın Varlığı”. **Türkiye Jeoloji Kur. Bülteni**, 22/2, s. 169-174, 1979.
- AKYÜREK, B., BİLGİNER, E., ABAŞ, B., HEPŞEN, N., PEHLİVAN, Ş., SUNU, O., SOYSAL, Y., DAĞER, Z., ÇATAL, E., SÖZERİ, B., YILDIRIM, H., HAKYEMEZ, H. 1984. “Ankara–Elmadağ–Kalecik Dolayının Temel Jeolojik Özellikleri”. **Jeoloji Müh. Der.**, 20, s. 31-46.
- AKYÜREK, B., DURU, M., SÜTÇÜ, Y.F., PAPAK, İ., ŞAROĞLU, F., PEHLİVAN, N., GÖNENÇ, O., GRANİT, S., YAŞAR, T. 1996. **Ankara İlinin Çevre Jeolojisi ve Doğal Kaynaklar Projesi (1994 Yılı Jeoloji Grupları Çalışmaları)**. MTA Rap. No. 9961 (yayınlanmamış).

- ALTINER, D.,
KOÇYİĞİT, A.,
FARRİNACCİ, A.,
NİCOSİA, U., CONTİ,
M.A. 1991. **Jurassic–Lower Cretaceous Stratigraphy and Paleogeographic Evolution of the Southern Part of North-western Anatolia (Turkey)**. Geology and Paleontology of western Pontides, Turkey. (Eds. A. Farrinacci, D. V. Ager, U. Nicosia), *Geologica Romana*.
- ALTINLI, İ. E. 1973. “Bilecik Jurasîği”. **50. Yıl Yerbilimleri Kongresi, Tebliğler Dergisi**, MTA Yayını, s. 112-113.
- AMBRASEYS, N. N.,
ZATOPEK, A.,
TAŞDEMİROĞLU, M.,
AYTUN, A. 1968. “The Mudurnu Valley (West Anatolia) Earthquake of 22 July 1967”. **UNESCO Consultants Report**, Serial No. 622, June 1968, Paris.
- ARMIJO, R., MEYER,
B., HUBERT, A.,
BARKA, A.A. 1999. “Westward propagation of the North Anatolian Fault into the northern Aegean: Timing and kinematics”. **Geology**, Vol. 27. p. 267-270.
- AYDIN, M., SERDAR,
H.S., ŞAHİNTÜRK, Ö.,
YAZMAN, M.,
ÇOKUĞRAŞ, R.,
DEMİR, O., ÖZÇELİK,
Y. 1987. “Çamdağ (Sakarya)–Sünnice Dağı (Bolu) Yöresinin Jeolojisi”. **Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni**, 30 (1), 1-14.
- BARKA, A. A. 1981. **Seismo-Tectonic Aspects of the North Anatolian Fault**. Doktora Tezi. Bristol.
- BİLGİN, T. 1980. “Orta Sakarya Platolarında Yapı, Satırlar ve Drenaj”. **TÜBİTAK TBAG/275 No.lu Proje Kesin Raporu** (yayınlanmamış).

- BRICE, J. C.,
BLODGETT, J. C.
1978. “Countermeasures for Hydraulic Problems at Bridges”. **Fed. Highw. Adm. Report** FHWA-RD-78-162, Vol. 1-2, Washington, D.C.
- BULL, W. B. 2007. **Tectonic Geomorphology of Mountains: A New Approach to Paleoseismology**. Wiley–Blackwell, p. 328.
- BULL, W. B., MC
FADDEN, L. D. 1977. **Tectonic Geomorphology North and South of the Garlock Fault, California**. In Doehring, D.O. (Ed.), *Geomorphology in Arid Regions. Proceedings of the Eighth Annual Geomorphology Symposium*. State University of New York, Birmingham, p. 115–138.
- BURBANK, D.W.,
ANDERSON, R.S.
2011. **Tectonic Geomorphology**. 2nd Edition Wiley – Blackwell.
- DEMİRTAŞ, R. 1998. “Kuzey Anadolu Fayı’nın Paleosismisitesi: Mudurnu Vadisi Segmentinde Örnek Çalışma”. **49. Türkiye Jeoloji Kurultayı (Yapısal Jeoloji Oturumu) Bildiri Özleri**.
- DEMOULIN, A. 1998. “Testing the Tectonic Significance of Some Parameters of Longitudinal River Profiles: The Case of the Ardenne (Belgium, NW Europe)”. **Geomorphology** 24, p. 189 – 208.
- EGERAN, N., LAHN,
E. 1944. “1/2.400.000 Mikyaslı Türkiye Yer Depremleri Haritası Hakkında Muhtıra”. **MTA Dergisi**, Sayı: 32, s. 270-289, Ankara.

- EL HAMDOUNI, R.,
IRIGARAY, C.,
FERNANDEZ, T.,
CHACON, J.,
KELLER, E. A. 2008. “Assessment of Relative Active Tectonics, Southwest Border of the Sierra Nevada (southern Spain)”. **Geomorphology** 96, p. 150–173.
- EMRE, Ö., ERKAL, T.,
TCEPALYGA, A.
KAZANCI, N.,
KEÇER, M., ÜNAY, E.
1998. “Doğu Marmara Bölgesi’nin Neojen–Kuvaterner’deki Evrimi”. **MTA Dergisi**, Sayı: 120, s. 233-258, Ankara.
- ERİNÇ, S., BİLGİN, T.,
BENER, M. 1961. “Gerede civarında akarsu şebekesi”. **İ.Ü. Coğ. Enst. Derg.** Sayı: 6, s. 90–99.
- GAYLE, R. B. 1959. **Sinop Yöresi İle İlgili Çalışma**. Petrol İşleri Arşiv No. 17.
- GEDİK, İ., AKSAY, A.
2002. “1:100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Adapazarı G25 Paftası. No. 32”, **MTA Jeoloji Etütleri Dairesi**, Ankara.
- GEDİK, A.,
KORKMAZ, S. 1984. “Sinop Havzası’nın Jeolojisi ve Petrol Olanakları”. **Jeoloji Müh. Der.**, 19, s. 53-80.
- GEDİK, İ., ÖNALAN,
M. 2001. “Çamdağ (Sakarya ili) Paleozoyik Stratigrafisine Yeni Bir Yaklaşım”. **İ.Ü. Müh. Fak., Yerbilimleri Dergisi**, 14, 1-2, 61-76.
- GIACONIA, F.,
BOOTH-REA, G.,
MARTINEZ-
MARTINEZ, J.,
AZANON, J. M. –

- PEREZ-PENA, J. V.,
PEREZ-ROMERO, J.,
VİLLEGAS, I. 2012.
- GÖNCÜOĞLU, M.C.,
ERENDİL, M.,
TEKELİ, O., ÜRGÜN,
B.M., AKSAY, A.,
KUŞÇU, İ. 1986.
- GÖNCÜOĞLU, M.C.,
TURHAN, N.,
ŞENTÜRK, K.,
UYSAL, Ş., ÖZCAN,
A., IŞIK, A. 1996.
- GÖZÜBOL, A.M.
1978.
- GRANIT, Y.,
TINTANT, H. 1960.
- HAAS, W. 1968.
- HACK, J. T. 1973.
- HERECE, E.,
GÖKTEN, E. 2009.
- “Armutlu Yarımadası’nın Doğu Kesiminin Jeolojisi”.
MTA Raporu No. 7786 (yayınlanmamış).
- “Orta Sakarya’da Nallıhan–Sarıcakaya Arasındaki
Yapısal Birliklerin Jeolojik Özellikleri”. **MTA
Raporu** 10094 (yayınlanmamış).
- Mudurnu – Dokurcun – Abant (Bolu ili) Alanının
Jeoloji İncelemesi ve Kuzey Anadolu Yarılığının
Yapısal Özellikleri.** İ.Ü. Fen Fak. Doktora Tezi.
- “Observation Preliminaires sur le Jurassie de la
Region de Bilecik (Turquie)”. **Compts Rendus Acad.
Science**, Paris, V. 251, p. 1801-1803.
- “Das Alt-Paleozoikum von Bşthynien (Nordwest-
Tükie)”. **N. Jb. Geol. Paleont.** Alh, 132, 2, 178-242.
- “Stream Profile Analysis and Stream–gradient Index”.
Jour. Research U.S. Geol. Survey, Vol. 1, No. 4,
July – Aug., p. 421–429.
- “Total offset, slip rate, and age of the North Anatolian
fault system between Bayramören-Akyazı”. **2.**

Uluslararası Karadeniz Bölge Jeolojisi Sempozyumu, 5-9 Ekim 2009, Bildiri özleri.

- IRRLITZ, W. 1972. “Lithostratigraphie und tektonische Entwicklung des Neogens in Nordostanatolien (Kanozoikum und Braunkohlen in der Türkei 6) Beih”. **Geol. Jahrb.**, 120, p. 111-123.
- KAYA, O. 1978. “İstanbul Ordovisiyeni ve Silüryeni”. **Yerbilimleri**, 4, 1-2, s. 1-22.
- KAYA, O.,
WIEDMANM, J.,
KOZUR, H. 1986. “Preliminary Report on the Stratigraphy, Age and Structure of the So-called Late–Paleozoic and/or Triassic Melange or Suture Zone Complex of Northwestern and Western Turkey”. **Hacettepe Üniversitesi, Yerbilimleri**, 13, 1-16.
- KELLER, E. A. 1986. **Investigation of Active Tectonics: Use of Surficial Earth Processes**. Active Tectonics: Washington, D.C., National Academy Press, p. 136–147.
- KELLER, E. A.,
DeVECCHIO, D. E. 2013. “Tectonic Geomorphology of Active Folding and Development of Transverse Drainages”. in **Treatise on Geomorphology**. Ed. in chief J.F. Shroder, Elsevier, p. 6386.
- KELLER, E. A.,
PINTER, N. 2002. **Active Tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscapes**. 2nd Edition. Prentice Hall. P. 362.
- KETİN, İ. 1969. “Kuzey Anadolu Fayı Hakkında”. **MTA Dergisi**, Sayı: 72, s. 1-27, Ankara.
- KETİN, İ. 1976. “San Andreas ve Kuzey Anadolu Fayları Arasında Bir Karşılaştırma”. **Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni**, Sayı: 19, s. 149-154.

- KETİN, İ., GÜMÜŞ, A. 1963. “Sinop–Ayancık Güneyinde Üçüncü Bölgeye Dahil Sahaların Jeolojisi Hakkında Rapor (2. Kısım: Jura ve Kretase Formasyonlarının Etüdü)”. **TPAO Rap.** No. 288.
- KİPMAN, E. 1974. “Sakarya Çamdağ (Kestanepınar–Yassıgeçit köyleri arası) Deniz Çökeltisi Demir Cevherinin Jeolojisi”. **İ.Ü. Fen Fak. Monografileri**, S. 25, 1-72.
- KOÇYİĞİT, A. 1988. “Tectonic setting of the Geyve Basin: age and total displacement of the Geyve Fault Zone”. **METU Journal of Pure and Applied Sciences**, 21, p. 81-104.
- KOPP, K.O., PAVONI, M., SCHINDLER, O. 1969. “Geologie Trakiens IV: das Ergene Becken”. **Beih. Geol. Jb.**, 76, p. 1-136.
- MCCLUSKY, S.,
BALASSANIAN, S.,
BARKA, A.A.,
DEMİR, C.,
ERGİNTAV, S.,
GEORGIEV, I.,
GÜRKAN, O.,
HAMBURGER, M.,
HURST, K., KAHLE,
H., KASTENS, K.,
KEKELIDZE, G.,
KING, R., KOTZEV,
V., LENK, O.,
MAHMOUD, S.,
MISHIN, A.,
- “Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus”. **Journ. Geophys. Res.**, 105, p. 5695-5719.

NADARIYA, M.,
OUZOUNİS, A.,
PARADİSSİS, D.,
PETER, Y., PRİLEPİN,
M., REİLINGER, R.,
ŞANLI, İ., SEEGER,
H., TEALEB, A.,
TOKSÖZ, M.N., VEİS,
G. 2000.

McKENZIE, D.P. 1972. “Active tectonics of the Mediterranean region”.
Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, 30, p. 109-185.

OKAY, A., ZATIN, M.,
CAVAZZA, W. 2006. “Kuzey Anadolu Fayı’nın Trakya’da Oligosen’de ve
Orta Miyosen’de Aktif Olduğunda Dair”. **59. Türkiye
Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri Kitabı**, s. 74–76,
Ankara.

ORKAN, N. 1972. **Osmaneli–Ciciler (Bilecik ili) Alanının Jeoloji
İncelemesi**. Tatbiki Jeoloji Kürsüsü Arşivi.

ÖNALAN, M. 1981. “İstanbul Ordovisiyen ve Silüryen İstifinin Çökeltme
Ortamları”. **İ.Ü. Mühendislik Fakültesi
Yerbilimleri Dergisi** 2, 3-4, s. 161-177.

PALUSKA, A.,
POETSCH, T.,
BARGU, S. 1989. “Tectonics, Paleoseismic Activity and Recent
Deformation Mechanisms in the Sapanca – Abant
Region (NW Turkey, North Anatolian Fault Zone)”.
In Zschau, J., and Ergünay, O., eds., **Proceedings of
the Turkish-German Earthquake Research
Project**, p. 18-32.

- PEHLİVAN, Ş.,
BİLGİNER, E.,
AKSAY, A. 2002. “1:100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Adapazarı G26 Paftası. No. 33”, **MTA Jeoloji Etütleri Dairesi**, Ankara.
- PEREZ – PENA, J. V.,
AZOR, A., AZANON,
J. M., KELLER, E. A.
2010. “Active Tectonics in the Sierra Nevada (Betic Cordillera SE Spain): Insights from Geomorphic Indexes and Drainage Pattern Analysis”. **Geomorphology** 119, p. 74–87.
- REILINGER, R.,
McCLUSKY, S.,
VERNANT, P.,
LAWRENCE, S.,
ERGİNTAV, S.,
ÇAKMAK, R.,
ÖZENER, H.,
KADİROV, F.,
GULIEV, İ.,
STEPANYAN, R.,
NADARIYA, M.,
HAHUBIA, G.,
MAHMOUD, S.,
SKAR, K., ARRAJEHI,
A., PARADISSIS, D.,
AYDRUS, A.,
PRILEPIN, M.,
GUSEVA, T., EVREN,
E., DMIRTRO TSA, A.,
FİLİKOV, S.V.,
GOMEZ, F., AL-
GHAZZI, R., KARAM,
G. 2006. “GPS constraints on continental deformation in the Africa – Arabia – Eurasia continental collision zone and implications for the dynamic of plate interactions”. **Journal of Geophysical Research**, Vol. 111, p. 1-26.

- SANER, S. 1977. “Batı Pontidler’in ve Komşu Havzaların Oluşumlarının Levha Tektoniği Kavramı ile Açıklanması”. **MTA Der.** 93/94, 1-19.
- SANER, S., TANER, I., AKSOY, Z., SİYAKO, M., BÜRKAN, K. 1979. “Karabük–Safranbolu Bölgesinin Jeolojisi”. **TPAO Rap.** No. 1322.
- SANER, S., TANER, I., AKSOY, Z., SİYAKO, M., BÜRKAN, K. 1980. “Safranbolu Havzası’nın Jeolojik Yapısı ve Tersiyer Paleocoğrafyası”. **Türkiye 5. Petrol Kongresi**, s.111-122.
- SCHUMM, S. A. 1985. “Patterns of Alluvial Rivers”. **Ann. Rev. Earth Planet. Sci.** 1985. 13: 5 – 27.
- SERDAR, H.S., DEMİR, O. 1983. “Bolu, Mengen, Devrek Dolayının Jeolojisi ve Petrol Olanakları”. **TPAO Rap.** No. 1322 (yayınlanmamış).
- SEYMEN, İ. 1975. **Kelkit Vadisi Kesiminde Kuzey Anadolu Fay Zonu’nun Tektonik Özelliği.** Doktora Tezi, İTÜ Maden Fak.
- SİPAHİOĞLU, S. 1984. “Kuzey Anadolu Fay Zonu’nun Yapısı ve Abant-Dokurcun Arasındaki Yerleşimi ve Fizyografik-Jeomorfolojik Özellikleri”. **Kuzey Anadolu Fay Zonu’nun İzmit–Kastamonu Kesiminde Depremleri Önceden Belirleme Projesi Neotektonik Çalışma Grubu**, İ.Ü. Müh. Fak. Jeofizik Müh. Böl.

- STRAHLER, A. N. 1952. “Hypsometric (Area–Altitude) Analysis of Erosional Topography”. **Bull. of the Geological Soc. of America** No. 63, p. 1117–1142.
- STRAUB, C., KAHLE, H.G., SCHINDLER, C. 1997. “GPS and geologic estimates of the tectonic activity in the Marmara region, NW Anatolia”. **Journal of Geophysical Research**, Vol. 102, p. 27587-27601.
- ŞENGÖR, A.M.C. 1980. “Türkiye’nin Neotektoniğinin Esasları”. **Türkiye Jeoloji Kurumu Yayını**, s. 40.
- ŞENGÖR, A.M.C., CANITEZ, N. 1982. “The North Anatolian Fault”. In **Alpine-Mediterranean Geodynamics, Geodynamics**, ed. H Berekhemer, K Hsü, Ser. 7, pp. 205–16. Boulder, CO: Geol. Soc. / Washington, DC: Am. Geophys. Union.
- ŞENGÖR, A. M. C., GÖRÜR, N., ŞAROĞLU, F. 1985. “Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study”. In **Strike-slip Deformation, Basin Formation, and Sedimentation**, Soc. Econ. Paleontol. Miner. Spec. Publ. 37 (in honor of J.C. Crowell), ed. KT Biddle, N Christie-Blick, p. 227–264.
- ŞENGÖR, A.M.C., TÜYSÜZ, O., İMREN, C., SAKINÇ, M., EYİDOĞAN, H., GÖRÜR, N., LE PICHON, X., RANGIN, C. 2005. “The North Anatolian Fault: A New Look”. **Annu. Rev. Earth Planet. Sci**, Vol. 33, pp. 37-112.
- ŞENGÖR, A.M.C., YILMAZ, Y. 1981. “Tethyan Evolution of Turkey: A plate tectonic approach”. **Tectonophysics**, 75, p. 181-241.

- TOKAY, M. 1954-55. “Filyos Çayı Ağzı–Amasra–Bartın–Kozcağız–Çaycuma Bölgesinin Jeolojisi”. **MTA Der.** 46/47, s. 58-74.
- TOKAY, M. 1973 “Kuzey Anadolu Fay Zonunun Gerede ile Ilgaz arasındaki kısmında jeolojik gözlemler”. **Kuzey Anadolu Fayı ve Deprem Kuşağı Simp.**, 29–31 Mart 1972, Ankara, s. 12–29. Tebliğler: M. T. A. Enst.
- TÜRKECAN, A.,
HEPŞEN, N., PAPAĞ, İ.,
AKBAŞ, B.,
DİNÇEL, A.,
KARATAŞ, S.,
ÖZGÜR, B.İ., AKAY, E.,
BEDİ, Y., SEVİN, M.,
MUTLU, G.,
SEVİN, D., ÜNAY, E.,
SARA., G. 1991. “Seben–Gerede (Bolu)–Güdül–Beypazarı (Ankara) ve Çerkeş–Orta–Kurşunlu (Çankırı) Yörelerinin (Koroğlu Dağları) Jeolojisi ve Volkanik Kayaçların Petrolojisi”. **MTA Rap.** No. 9193, Ankara (yayımlanmamış).
- TÜYSÜZ, O., AKSAY, A.,
YİĞİTBAŞ, E. 2004. **Batı Karadeniz Bölgesi Litostratigrafi Birimleri.** MTA Stratigrafi Komitesi Litostratigrafi Serisi–1, Ankara.
- TÜYSÜZ, O., BARKA, A. A.,
YİĞİTBAŞ, E. 1997. “Geology of the Saros Graben: Its Implications on the Evolution of the North Anatolian Fault in the Ganos–Saros Region, NW Turkey”. **Tectonophysics**, 293, p. 105–126.
- TÜYSÜZ, O., KIRICI, S.,
SUNAL, G. 1997. “Cide–Kurucuşile Dolayının Jeolojisi”. **TPAO Rap.** No. 3736.

- WESTAWAY, R. 2003. “Kinematics of the Middle East and Eastern Mediterranean Updated”. **Turkish Journal of Earth Sciences** 12, p. 5- 46.
- YALTIRAK, C. 2002. “Tectonic Evolution of the Marmara Sea and its Surroundings”. **Mar. Geol.** 190, p. 493–529.
- YERGÖK, A. F.,
AKMAN, Ü., İPLİKÇİ,
E., KARABALIK, N.
N., UMUT, M.,
ARMAĞAN, F.,
ERDOĞAN, K.,
KAYMAKÇI, H.,
ÇETİNKAYA, A. 1987. “Batı Karadeniz Bölgesi’nin Jeolojisi”. **MTA Rap.** No. 8273.
- YILDIRIM, C. 2008. **Almacık Bloku ve Yakın Çevresinin Morfotektoniği.** İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2008, İstanbul.
- YILMAZ, Y.,
GÖZÜBOL, A. M.,
TÜYSÜZ, O. 1982. “Geology of an Area in and Around the Northern Anatolian Fault Zone Between Bolu and Akyazı”. A. M. Işıkkara – A. Vogel (eds): **Multidisciplinary approach to earthquake prediction** 45-65.
- YILMAZ, Y.,
TÜYSÜZ, O.,
GÖZÜBOL, A.M.,
YİĞİTBAŞ, E. 1981. “Abant (Bolu)–Dokurcun (Sakarya) Arasındaki Kuzey Anadolu Fay Zonu’nun Kuzey ve Güneyinde Kalan Tektonik Birliklerin Jeolojik Evrimi”. **MTA Enst. Jeoloji Dairesi**, Ocak 1981.
- YILMAZ, Y., GENÇ,
Ş.C., YİĞİTBAŞ, E., “Geological evolution of the late Mesozoic continental margin of Northwestern Anatolia”. **Tectonophysics**, 243, p. 155-171.

BOZCU, M., YILMAZ,

K. 1995.

ZABCI, C. 2005.

**Dokurcun-Beldibi (Adapazarı) Arasının
Morfotektonik ve Paleosismolojik Özellikleri. İTÜ
Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Katı Yer Bilimleri
Yüksek Lisans Tezi.**

İNTERNET KAYNAKLARI

<http://gis4geomorphology.com> (Son erişim tarihi 08.05.2017).

<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/earthquake-catalog/> (Son erişim tarihi
31.05.2017)

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel bilgiler:

Doğum yeri: Rotterdam (NL)
Uyruk: T.C.
e-mail: solbelgin@gmail.com

Eğitim:

2008-2011 Yüksek Lisans
İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
Coğrafya ABD
“Gümüşyaka-Eminönü Arası Kıyı Bölgesinin
Jeomorfolojisi, Değişimi ve Gelişimi”
2001-2005 Lisans
İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
Coğrafya Bölümü

Yabancı diller:

İngilizce İyi

Bilgisayar becerileri:

ArcGIS 10.3 İyi
MATLAB Başlangıç
Python Başlangıç

İş deneyimi:

2012-2017 Araştırma görevlisi
İstanbul Üniversitesi Fiziki Coğrafya ABD