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

KARLIOVA HAVZASI VE ÇEVRESİNİN (BİNGÖL) GENEL VE UYGULAMALI JEOMORFOLOJİSİ

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN **HAZIRLAYAN**
Yrd. Doç. Dr. Halil GÜNEK **Vedat AVCİ**

2014

T.C.

FIRAT ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

COĞRAFYA ANA BİLİM DALI

KARLIOVA HAVZASI VE ÇEVRESİNİN (BİNGÖL) GENEL VE UYGULAMALI JEOMORFOLOJİSİ

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Halil GÜNEK

HAZIRLAYAN

Vedat AVCİ

Jürimiz, 29.05.2014 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonunda bu doktora tezini oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile başarılı saymıştır.

Jüri Üyeleri:

1. **Prof. Dr. Saadettin TONBUL**
2. **Doç. Dr. Murat SUNKAR**
3. **Doç. Dr. Murat KARABULUT**
4. **Yrd. Doç. Dr. Halil GÜNEK**
5. **Yrd. Doç. Dr. Murat İNCEÖZ**

F. Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun ..... tarih ve ..... sayılı kararıyla bu tezin kabulü onaylanmıştır.

Prof. Dr. Zahir KIZMAZ

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

Karlıova Havzası Ve Çevresinin (Bingöl) Genel ve Uygulamalı Jeomorfolojisi

Vedat AVCİ

Fırat Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Coğrafya Anabilim Dalı
Fiziki Coğrafya Bilim Dalı
Elazığ-2014; Sayfa : XXI + 284

Karlıova Havzası, Doğu Toroslar'ın doğu bölümünde yer almaktadır. Bu saha Kuzey Anadolu Fayı (KAF), Doğu Anadolu Fayı (DAF) ve Varto Fayı'nın kesiştiği bir alana karşılık gelmektedir. Bu yapı Karlıova üçlü eklemi (triple-junction) olarak adlandırılmaktadır. Havzanın oluşum ve gelişimi bu fayların denetiminde olmuştur. Havza Doğu Anadolu Fayı'nın uzanışına bağlı olarak KD-GB yönlü bir uzanıma sahiptir.

Tektonik olarak çok önemli bir yerde olan Karlıova Havzası kuzeyde Karagöl, Şeytan ve Bingöl dağları, güneyde Şerafettin Dağları, batıda Turna Dağı ile sınırlandırılmıştır. Yakın çevresi ile düşünüldüğünde Karlıova Havzası morfolojik anlamda tam bir havzaya karşılık gelmektedir. Kuzeyden çevreleyen dağlık saha ile havza tabanı arasında yükselti farkı 500 m'den fazladır. Yükselti farkının fazla oluşu havzayı kateden faylar nedeniyle meydana gelen alçalma ve yükselmelere bağlıdır.

Karlıova Havası, KAF ve DAF arasında açılmış bir fay kaması havzasıdır. Havzanın oluşması Kuvaterner başlarında KAF ve DAF'ın birleşmesinden sonra gerçekleşmiştir. Dış drenaja açılması aynı dönemde güneybatıdan Göynük Çayı vasıtasıyla olmuştur. Karlıova Havzası tektonik bakımdan kilit noktasında yer almaktadır. Jeolojik tarihi boyunca iki önemli tektonik dönemin ayırt edildiği bu alanda birinci devreyi oluşturan Paleotektonik dönem Orta-Üst Miyosen'e kadar olan dönemi kapsamaktadır. Bu dönemde çalışma alanımızın kuzeyinde bindirme kuşağı oluşmuştur.

İkinci devreyi oluşturan Neotektonik dönem ise Orta-Üst Miyosen'den günümüze kadar olan yapıları kapsamaktadır. Bu dönemde K-G doğrultusundaki bindirmeler yerini doğrultu atımlı fay tektoniğine bırakmıştır. Dikey yöndeki tektonik hareketlerin de ağırlık kazandığı bu dönemde güneyde Doğu Anadolu Fay Zonu, doğuda Yorgançayır- Kaynarca Fayı ve tali faylar olan Bahçeköy ve Toklular Fayları boyunca dağlık alanlar yükselerek bugünkü konumlarını almışlardır. Bu dönemde yaşanan toptan yükselmeler ve fay tektoniği altında büyük ölçüde bugünkü jeomorfolojik ana birimler oluşmuştur.

Neotektonik dönemde meydana gelen yarıklar Bingöl, Şerafettin, Turna ve Şeytan Dağları'nın oluşmasını sağlamıştır. Bazalt volkanizması geniş alan kaplayan volkanik plato düzlüklerinin oluşmasını sağlamıştır. Bu platolar yükseltilerine bağlı olarak üç seviyeye ayrılmıştır. Özellikle havzanın kuzeydoğusunda ve güneyinde geniş alan kaplayan bu düzlükler çayır bitki örtüsü de barındırması nedeniyle mera alanı olarak kullanılmaktadır. Havzanın kuzeyinde ise üç farklı yükselti seviyesinde aşınım düzlükleri oluşmuştur.

Kuvaterner başlarında havzanın dış drenaja açılmasıyla Peri Suyu ve Göynük Çayı vadilerinde görülen akarsu sekileri çalışma alanının dönemler halinde yükseldiğini göstermektedir. Ancak tektonik hareketlerin etkisiyle sekiler bozulmuştur.

Doğrultu atımlı fay zonları boyunca; ***ötelenmiş vadiler ve sırtlar, fay vadileri, çizgisel uzanışlı vadiler, çizgisel çöküntü alanları, fay diklikleri, fay gölleri, birikinti koni ve yelpazeleri, kütle hareketleri, sıcak su kaynakları ve genç bazalt çıkışları*** görülmüştür.

Karlıova Havzası'nda jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerinden kaynaklanan; yanlış ***yerleşme alanı seçimi ve yanlış arazi kullanımı, erozyon, kütle hareketleri, depremsellik, çığ, taşkın ve kaya düşmesi*** gibi önemli sorunlar yaşanmaktadır. Özellikle deprem ve kütle hareketleri nedeniyle önemli ölçüde can ve mal kayıpları yaşanmaktadır. Yaşanan heyelanlar beşeri ve ekonomik faaliyetleri doğrudan etkilemektedir. Bu sorunlar aktüel olarak devam etmektedir. Bu nedenle saha için risk çalışması yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Karlıova Havzası, Üçlü Eklem, Aktif Tektonik, Fay Kaması Havzası, Göynük Çayı, Kuzey Anadolu Fayı, Doğu Anadolu Fayı

ABSTRACT

PhD Thesis

The General and Applied Geomorphology of Karlıova Basin And Its Environment (Bingöl)

Vedat AVCİ

Fırat University
Institute of Social Science
Geography Department
Elazığ-2014, Page: XXI + 284

Karlıova basin takes place in the eastern part of the Eastern Taurus Mountains. This area corresponds to the intersection area of the North Anatolian Fault (NAF), East Anatolian Fault (EAF) and Varto Fault. This structure is called as Karlıova triple junctions (triple-junction). Formation and development of the basin has taken place under the control of these faults. The basin has an extent in NE-SW direction due to the extension of Eastern Fault.

Located in a very important tectonic area, Karlıova Basin is surrounded by Karagöl, Bingöl and Şeytan Mountains in the north, Şerafettin mountains in the South and Turna Mountains in the West. Considered together with its close environment, Karlıova Basin corresponds, in morphological sense, to a basin in full sense. The elevation difference between the surrounding mountainous area of the north and basin floor is greater than 500 m. The greater elevation difference is due to the descent and rise caused by faults traversing the basin.

Karlıova Basin, is a the fault wedge basin opened between the North Anatolian and East Anatolian Fault. The formation of the basin took place at the beginning of the Quaternary after the merger of NAF and EAF. Its opening to the external drainage is through Göynük river from southwest in the same period.

Karlıova Basin is located in tectonically key point. This field in which two major tectonic phases are distinguished throughout geologic history, the first circuit period, the

Palaeotectonic period, covers the period up to Middle-Upper Miocene. In this period a thrust belt occurred in the north of the study area.

Neotectonic period forming the second half covers the structures from the Middle-Upper Miocene to the present. During this period, thrusts in NS direction were replaced by the strike-slip faulting tectonics. This period during which vertical direction of tectonic movement also gained weight, throughout the East Anatolian Fault Zone in the South, Yorgançay the-Kaynarca fault in the east, and secondary faults that Bahçeköy and Yoklular Faults the mountainous areas rose and received current position. Under the fault tectonics and general rise in this period to a large extent the current geomorphology of main units were formed.

The crevices occured in Neotectonic period led to the formation of Bingol, Şerafettin, Turna and Şeytan mountains. Basalt volcanism covering wide area led to the formation of the volcanic plateau. This plateaus are divided into three levels depending on elevation. In particular, covering wide area in the northeast and south of the basin, these flat lands due to hosting grass and pasture vegetation are used as pastureland. In the north basin erosional plains were formed at three different altitudes.

In the early Quaternary with the opening of the basin to the outside drainage river terraces seen in the the valley Peri river and Göynük river shows the rise of the study area in different periods. However, the terraces under the influence of tectonic movements are impaired. Along the strike-slip fault zone; pent-up valleys and ridges, fault valleys, linear unhooked the valleys, linear depression areas, fault scarps, fault lakes, alluvial cones and fans, mass movements, springs and young basalt output were observed.

In Karlıova Basin there are major problems resulting from geological and geomorphological features such as the improper selection of the settlements, and improper land use, erosion, mass movements, seismicity, avalanches, floods and rock falls. Especially due to the earthquake and mass movements are experienced significant losses of life and property. Experienced landslides directly affect human and economic activities. These problems continues to be current. Therefore the risk studies of field have been conducted.

Key Words: Karlıova Basin, Triple Junction, Active Tectonics, Fault Wedge Basin, Göynük Stream, North Anatolian Fault, East Anatolian Fault

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI ..... **I**
ÖZET II
ABSTRACT IV
İÇİNDEKİLER VI
ŞEKİLLER LİSTESİ X
TABLOLAR LİSTESİ XV
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ XVI
ÖNSÖZ XX

BİRİNCİ BÖLÜM

1.GİRİŞ

1.1. Araştırma Alanının Yeri, Sınırları ve Başlıca Coğrafi Özellikleri 1
1.2. Araştırmanın Amacı 14
1.3. Metod ve Malzeme 15
1.4. Önceki Çalışmalar 18

İKİNCİ BÖLÜM

2. JEOLOJİK ÖZELLİKLER

2.1. Litostratiğrafik Birimler 27
2.1.1. Paleotektonik Dönem Litostratigrafik Birimleri 27
2.1.1.1. Paleozoyik (Pre-Karbonifer-Prekambrien?) 27
2.1.1.1.1. Hınıs Metaofiyoliti (Pre-Karbonifer-Prekambrien?) 28
2.1.1.1.2. Anadolu Ada Yayı (Paleozoyik) 30
2.1.1.1.3. Bitlis Metamorfikleri (Paleozoyik) 30
2.1.1.2. Tersiyer-Paleojen 33
2.1.1.2.1. Elmalı Formasyonu (Üst Paleosen) 33
2.1.1.2.2.Navru Formasyonu (Alt-Orta Eosen) 34
2.1.1.2.3. Kozlu Formasyonu (Orta Eosen) 34
2.1.1.2.4. Memişkomu Formasyonu (Üst Eosen) 35
2.1.1.2.5. Mollakulaçdere Formasyonu (Oligosen) 35
2.1.1.3.Tersiyer-Neojen 36
2.1.1.3.1.Adilcevaz Kireçtaşları (Kreatese-Tersiyer) 36
2.1.2. Neotektonik Dönem Litostratigrafik Birimleri 37
2.1.2.1. Solhan Formasyonu (Üst Miyosen) 37
2.1.2.2. Hisarbabadağı Lavı (Üst Miyosen) 39

2.1.2.3. Kohkale Tepe Lavı (Üst Miyosen).....39
2.1.2.4. Hamurpet Lavı (Alt Pliyosen).....40
2.1.2.5. Zırnak Formasyonu (Orta Pliyosen).....41
2.1.2.6. Yolüstü Formasyonu (Üst Pliyosen).....41
2.1.3. Kuvaterner.....43
2.2. Tektonik Özellikler ve Jeolojik Gelişim.....47
2.2.1. Kırıklı Yapılar.....47
2.2.1.1. Doğrultu Atımlı Faylar.....48
2.2.1.1.1. Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAF).....48
2.2.1.1.1.1. Ilıpınar Fayı.....50
2.2.1.1.1.2. Toklular Fayı.....53
2.2.1.1.1.3. Bahçeköy Fayı.....55
2.2.1.1.2. Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ).....57
2.2.1.1.3. Varto Fay Zonu.....61
2.2.1.2. Bindirme Fayları.....62
2.2.2. Çizgisellik Analizi.....62
2.2.3. Karlıova Üçlü Eklemi Civarındaki Fayların Oluşum Mekanizması.....63
2.2.3.1. Karlıova Üçlü Eklemi Batısında Faylanmanın Mekaniği.....63
2.2.4. Jeolojik Gelişim.....65

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. KARLIOVA VE ÇEVRESİNİN (BİNGÖL) JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

3.1. Morfometrik ve Yüzey Analizleri.....72
3.1.1. Profil Analizleri.....72
3.1.2.Morfometrik Yüzey Analizleri.....75
3.1.2.1. Eğim Özellikleri.....76
3.1.2.2.Bakı Özellikleri.....78
3.1.2.3.Topoğrafik Heterojenlik İndeksi.....80
3.1.2.4.Eğriselikler.....83
3.1.2.5.Topoğrafik Nemlilik İndeksi (Topographic Wetness Indices).....85
3.1.3.Hipsometrik Eğri ve Hipsometrik İntegral.....87
3.1.4. Dağ Cephesi Eğrilik Oranı (Mountain-Front Sinuosity).....98
3.1.5.Vadi Tabanı Genişliğinin–Vadi Yüksekliğine Oranı (Vf).....102
3.1.6.Drenaj Havzası Asimetrisi (Drainage Basin Asymmetry).....107

3.2. Jeomorfolojik Birimler 108
3.2.1.Dağlık Alanlar 108
3.2.1.1.Bingöl Dağı 111
3.2.1.2.Kantarkaya Dağı 113
3.2.1.3.Karagöl Dağları 114
3.2.1.4. Şeytan Dağları 115
3.2.1.5.Turna Dağı 116
3.2.1.6. Şerafettin Dağları 117
3.2.2. Plato Alanları 118
3.2.2.1. En Yüksek Platolar (2500 m>) 119
3.2.2.2. Yüksek Platolar (2250-2500 m) 120
3.2.2.3. Alçak Platolar (2000-2250 m) 121
3.2.2.4. Volkanik Platolar 122
3.2.2.4.1. En Yüksek Volkanik Platolar (Üst Pliyosen-2500>m) 123
3.2.2.4.2. Yüksek Volkanik Platolar (Orta Pliyosen-2250-2500 m) 124
3.2.2.4.3. Alçak Volkanik Platolar (Alt Pliyosen-2000-2250 m) 126
3.2.3. Ova ve Havzalar 129
3.2.3.1.Karlıova Havzası 131
3.2.3.2.Yoncalık Havzası 136
3.2.3.3. Hasanova Havzası 140
3.2.4.Vadiler 141
3.2.4.1. Göynük Çayı Vadisi 145
3.2.4.2. Hasanova Çayı Vadisi 153
3.2.4.3. Peri Suyu Vadisi 153
3.2.5. Boğazlar 158
3.2.5.1. Uzunçayır Boğazı 158
3.2.5.2.Karlıova Boğazı 159
3.2.6. Vadi Tabanları (Holosen) 162
3.2.7. Sekiler 164
3.2.8. Birikinti Koni ve Yelpazeleri 168
3.2.9. Kütle Hareketleri 172
3.2.9.1. Heyelanlar 173
3.2.9.2. Kaya Düşmeleri 185
3.2.9.3. Çığ 188

3.2.10. Yapısal Şekiller 189
3.2.10.1. Faylı (Kırıklı) Yapılara Bağlı Gelişmiş Yerşekilleri 189
3.2.11. Volkanik Şekiller 197
3.2.12. Akarsu Şebekesinin Karakteri, Kuruluşu, Gelişmesi 199
3.3. Jeomorfolojik Gelişim 205
3.3.1. Paleotektonik Gelişim 205
3.3.2. Neotektonik Gelişim 208

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. UYGULAMALI JEOMORFOLOJİ

4.1. Jeomorfolojik Özelliklerin Yerleşme Alanlarına Etkisi 214
4.2. Jeomorfolojik Özelliklerin Toprak ve Arazi Kullanımına Etkisi 217
4.2.1. Toprak Özellikleri 217
4.2.1.1. Zonal Topraklar 219
4.2.1.1.1. Kestane Renkli Topraklar 219
4.2.1.1.2.Kireçsiz Kahverenkli Topraklar 220
4.2.1.1.3. Kahverenkli Orman Toprakları 220
4.2.1.2. Azonal Topraklar 220
4.2.1.2.1. Alüvyal Topraklar 220
4.2.1.2.2. Kolüvyal Topraklar 221
4.2.1.3. İntrazonal Topraklar 221
4.2.2. Genel Arazi Kullanımı 221
4.3. Jeolojik ve Jeomorfolojik Özelliklerden Kaynaklanan Bazı Problemler ve Çözüm Önerileri 224
4.3.1.Depremsellik 224
4.3.2.Kütle Hareketleri 232
4.3.3.Taşkınlar 237
4.3.4.Erozyon 240
4.3.5.Çığ 246

SONUÇ VE ÖNERİLER 250
KAYNAKÇA 255
ÖZGEÇMİŞ 284

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) lokasyon haritası 1
Şekil 2. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) Landsat TM (19/9/2011) uydu görüntüsü (5-4-3 bant kombinasyonu) 2
Şekil 3. İnceleme alanında yer alan akarsu havzaları 3
Şekil 4. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) topoğrafya haritası 4
Şekil 5. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) fiziki haritası 6
Şekil 6. İnceleme alanında yükseltinin dağılışını gösteren histogram 7
Şekil 7. Karlıova'da (Bingöl) aylık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıklar 9
Şekil 8. Karlıova'da (Bingöl) yağışın yıl içindeki dağılışı (1984-1990) 11
Şekil 9. Çalışmada kullanılan materyal ve yazılımlar 17
Şekil 10. Bingöl-Kiğı-Karlıova dolayının genelleştirilmiş dikme kesiti 28
Şekil 11. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) jeoloji haritası 29
Şekil 12. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) litoloji haritası 31
Şekil 13. Halifan kömür sahasının kesiti 44
Şekil 14. Karlıova Yöresi'nin stratigrafik kesiti 45
Şekil 15. Şaroğlu'na (1985) göre inceleme alanı ve yakın çevresindeki faylar 48
Şekil 16. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) tektonik haritası 49
Şekil 17. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) yer alan doğrultu atımlı fayları gösteren blokdiyagram 50
Şekil 18. Peri Suyu Havzası'nda meydana gelen ötelenmeler 52
Şekil 19. Göynük Çayı Havzası'nda DAF'a bağlı olarak akarsularda meydana gelen ötelenmeler 59
Şekil 20. Havza ve çevresinde çizgiselliklerden elde edilen Rose Diyagramı 63
Şekil 21. Karlıova Üçlü Eklemi civarındaki fayların oluşumunun mekanik modeli 64
Şekil 22. Karlıova Üçlü Eklemi civarında tanımlanan fayların geometrileri 65
Şekil 23. Çek-ayır havza oluşumuna ait blok diyagram ve enine kesitler 68
Şekil 24. Fay kaması havzalarının oluşumu 69
Şekil 25. Karlıova Havzası'nın (Bingöl) B-D yönlü profil serilerinden oluşan süperimpoze (çakıştırılmış) profilleri 74
Şekil 26. Karlıova Havzası'nın (Bingöl) B-D yönlü profil serilerinden oluşturulmuş, enine bileşik profili 74

Şekil 27. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) eğim haritası 77
Şekil 28. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) bakı haritası 79
Şekil 29. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) topoğrafik heterojenlik indeksi haritası 81
Şekil 30. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) arazinin engebelilik durumu 82
Şekil 31. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) profil yamaç eğriselliği..... 84
Şekil 32. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) plan yamaç eğriselliği 85
Şekil 33. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) topoğrafik nemlilik indeksi haritası 86
Şekil 34. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) DEM'ine ait histogram..... 88
Şekil 35. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) hipsometrik eğrisi..... 89
Şekil 36. İnceleme alanında yer alan ana havzalar..... 91
Şekil 37. Göynük Çayı Havzası'na ait hipsometrik eğri..... 92
Şekil 38. Göynük Çayı Havzası'nda seçilen alt havzalar 93
Şekil 39. Göynük Çayı Havzası'nda seçilen alt havzalara ait hipsometrik eğriler 94
Şekil 40. Peri Suyu Havzası'nın hipsometrik eğrisi 95
Şekil 41. Peri Çayı Havzası..... 95
Şekil 42. Peri Suyu Havzası'nın güneyinde seçilen alt havzalar..... 97
Şekil 43. Peri Suyu Havzası'nın güneyinde seçilen alt havzalara ait hipsometrik eğriler..... 98
Şekil 44. Dağ Cephesi Eğrilik Oranı 99
Şekil 45. Peri Suyu Havzası'nın güneybatısında dağ cephesi eğrilik oranı..... 100
Şekil 46. Göynük Çayı Havzası'nda dağ cephesi eğrilik oranı..... 101
Şekil 47. Göynük Çayı Havzası'nın kuzeyinde Vf değerlerinin ölçüldüğü noktalar 104
Şekil 48. Göynük Çayı Havzası'nda Vf değerlerinin ölçüldüğü noktalar 104
Şekil 49. Göynük Çayı Havzası'nda Vf değerlerinin ölçüldüğü noktalar 105
Şekil 50. Peri Suyu Havzası'nın kuzeyinde ölçülen Vf değerleri 106
Şekil 51. Peri Suyu Havzası'nın güneyinde ölçülen Vf değerleri..... 106
Şekil 52. Göynük Çayı Havzası'nda DAF'a bağlı olarak meydana gelen asimetri .. 107
Şekil 53. Faylanma nedeniyle havzalarda asimetri meydana gelmiştir..... 108
Şekil 54. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) jeomorfoloji haritası..... 109
Şekil 55. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) blokdiyagramı..... 110

Şekil 56. Bingöl Dağı'nın faya bağlı olarak güney yarısı kesilmiş, bu yamaçlarda kütle hareketleri yaşanmaktadır. 112
Şekil 57. İnceleme alanında yer alan başlıca havzalar 131
Şekil 58. Karlıova Havzası'nın K-G yönlü profili 132
Şekil 59. Karlıova Havzası'nın K-G yönlü profili 132
Şekil 60. Yoncalık Havzası'nın KB-GD yönlü profili 137
Şekil 61. Yoncalık Havzasının K-G yönlü profili 137
Şekil 62. Yoncalık Havzası'nın morfotektonik haritası 138
Şekil 63. Yoncalık Havzası'nın kuzeyinde görülen birikinti konileri 138
Şekil 64. Hasanova Havzası'nın KD-GB yönlü profili 140
Şekil 65. Hasanova Havzası'nın K-G yönlü profili 140
Şekil 66. Göynük Çayı'nın boyuna profili 145
Şekil 67. Göynük Çayı ve kollarına ait enine profiller 146
Şekil 68. Göynük Çayı Havzası'nın asimetriliği 147
Şekil 69. Uludere Vadisi'nin enine kesiti 149
Şekil 70. Çalkani Deresi'nin asimetriliği ve vadiden alınan enine kesitler 150
Şekil 71. Azizanyayla Deresi'nin boyuna profili 151
Şekil 72. Karikan Deresi'nin boyuna profili 152
Şekil 73. Göynük Suyu güneyinde ve Hasanova Çayı Havzası'nda yer alan akarsulara ait enine profiller 153
Şekil 74. İnceleme alanı kuzeybatısında ve kuzeydoğusunda Peri Çayı Vadisi'nin enine profilleri 154
Şekil 75. Tuzluca Deresi'nin boyuna profili 155
Şekil 76. Şığ Deresi'nin boyuna profili 156
Şekil 77. Mendik Deresi'nin boyuna profili 156
Şekil 78. Sökel Deresi'nin boyuna profili 157
Şekil 79. Peri Çayı'nın kollarına ait enine kesitler 157
Şekil 80. Taşlıçay köyü kuzeyinde Uzunçayır Boğazı 159
Şekil 81. Karlıova Boğazı 159
Şekil 82. Aşk Deresi'nin boyuna profili 161
Şekil 83. Karlıova ve Taşlıçay köyü birikinti konisi üzerinde kurulmuştur 170
Şekil 84. Karlıova'nın kuzeydoğusunda yer alan birikinti konisi 170
Şekil 85. Aşk Deresi'nin Sakaören köyünde oluşturduğu birikinti konisi 171

Şekil 86. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) akma ve kaymaların dağılışı 174
Şekil 87. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) heyelan alanlarının eğim gruplarına göre dağılışı 176
Şekil 88. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) heyelanların jeolojik formasyonlara göre dağılışı 177
Şekil 89. Türkiye'de aktif faylar ve heyelan noktasal yoğunluk haritası 178
Şekil 90. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) heyelanların NDVI gruplarına göre dağılışı 179
Şekil 91. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) heyelan alanlarının bakı gruplarına göre dağılışı 180
Şekil 92. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) heyelan alanlarının yükselti basamaklarına göre dağılışı 180
Şekil 93. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) heyelanların plan yamaç eğriselliği gruplarına göre dağılışı 181
Şekil 94. Karlıova Havzası ve çevresinde heyelanların (Bingöl) profil yamaç eğriselliği gruplarına göre dağılışı 181
Şekil 95. Karlıova Havzası'nın kuzeyinde yer alan fay diklikleri..... 191
Şekil 96. Kantarkaya Dağı'nın güneyinde Ilıpınar Fayı'na bağlı olarak oluşan diklikler..... 192
Şekil 97. Sakaören köyünün kuzeyinde DAF'ın oluşturduğu fay diklikleri..... 193
Şekil 98. Karlıova Havzası'nın güneyinde DAF Zonu boyunca göller yer almaktadır. 193
Şekil 99. Varto Fayı ve KAF'ın kesişme noktasındaki morfolojik yapılar 196
Şekil 100. Ilıpınar Fayı'nın Çatak güneyinde uzun dönem aktivitesini gösteren morfolojik veriler 196
Şekil 101. Karlıova Havzası'nda faylanmaya bağlı olarak oluşmuş şekiller..... 197
Şekil 102. Kartal Tepe'nin doğu yamaçlarında bazalt akıntıları belirgindir..... 198
Şekil 103. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) hidrografya haritası 202
Şekil 104. Oligosen dönemi Paleotektonik haritasında Karlıova Havzası'nın Neo-Tetis'in işgali altında olduğu görülmektedir 206
Şekil 105. Alt Miyosen Paleotektonik haritası..... 207
Şekil 106. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) sürekli ve mevsimlik yerleşmelerin dağılışı 216

Şekil 107. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) toprak haritası 218
Şekil 108. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) genel arazi kullanımının alansal dağılışı 222
Şekil 109. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) genel arazi kullanım haritası..... 223
Şekil 110. Bingöl ilinin depremsellik haritası..... 225
Şekil 111. İnceleme alanı ve çevresinde 1866 yılından beri meydana gelen büyük (M > 6) depremler ve bunların odak mekanizmaları. 226
Şekil 112. Karlıova üçlü eklemi civarında 1866 yılından beri meydana gelen büyük depremlerin (M>6) parametreleri 227
Şekil 113. İnceleme alanında Magnitüdü 5> den büyük olan depremlerin dağılışı 227
Şekil 114. 12, 14 Mart ve 06 Haziran 2005 Karlıova depremlerinin Lokasyonu. 230
Şekil 115. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) heyelan duyarlılığının oransal dağılışı 234
Şekil 116. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) heyelan duyarlılığının alansal dağılışı 234
Şekil 117. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) heyelan duyarlılık haritası 235
Şekil 118. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) taşkın duyarlılığının oransal dağılışı 238
Şekil 119. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) taşkın duyarlılık haritası 239
Şekil 120. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) erozyon şiddet haritası..... 241
Şekil 121. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) NDVI haritası..... 242
Şekil 122. Rusle Yöntemine göre Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) erozyon haritası 245
Şekil 123. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) çığ duyarlılığının alansal dağılışı 247
Şekil 124. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) çığ duyarlılık haritası..... 248

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Karlıova (Bingöl) Meteoroloji İstasyonu'nun 1984-1990 Dönemine Ait Aylık Ortalama, Maksimum, Minumum, En Yüksek ve En Düşük Sıcaklıkları 9

Tablo 2. Karlıova'da (Bingöl) Ortalama Aylık Yağış, Yağışlı Gün, Ortalama Kar Yağışlı Gün Sayısı 10

Tablo 3. Göynük Çayı Havzası'nda Seçilen Havzalara Ait Hipsometrik İntegral Değerleri 92

Tablo 4. Perisuyu Havzası'nda Seçilen Havzalara Ait Hipsometrik İntegral Değerleri 96

Tablo 5. Çalışma Alanına Ait Heyelan Duyarlılık Haritasının Oluşturulmasında Kullanılan Parametreler ve Değerleri 233

Tablo 6. Karlıova Havzası ve Çevresinde (Bingöl) Rusle Yöntemine Göre Toprak Kayıpları 246

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Foto 1. Hacılar köyünde Bitlis Metamorfikleri'ne bağlı olarak oluşan traverten.....32
Foto 2. Göynük Çayı Vadisi'nde litoloji ve Doğu Anadolu Fayı'na bağlı olarak Hacılar köyünde meydana gelen çizgisel dizilimli heyelanlar 32
Foto 3. Göynük Fayı Hacılar köyünde Solhan Formasyonu ile Bitlis Metamorfikleri'nin yanyana getirmiş, fayın aktifliği heyelana neden olmuştur. 32
Foto 4. Tavla Tepe'de Adilcevaz Kireçtaşları yüzeye çıkmaktadır.....37
Foto 5. Kaynak köyü güneyinde Solhan Formasyonu'na ait bazaltlar 38
Foto 6. Devecik köyünde Solhan Formasyonu'na ait tüfler üzerinde meydana gelen bir heyelan 39
Foto 7. Kaynak köyü yakınlarında Hamurpet Lavı Formasyonu'nu oluşturan kayaçlar.....40
Foto 8. Halifan (Derinçay) köyünde yer alan linyit havzası.....42
Foto 9. Kantarkaya köyünde görülen traverten taraçaları 46
Foto 10. KAF (Ilıpınar Fayı) Kargapazarı Havzası'nda basamaklı bir yapı oluşturmuştur. 51
Foto 11. Ilıpınar Fayı'na bağlı olarak Çatak köyü güneydoğusunda meydana gelen morfolojik çizgisellik.....52
Foto 12. Kantarkaya köyü güneyinde Ilıpınar Fayı'na bağlı olarak meydana gelen uzamış sırtlar 52
Foto 13. Çatak güneyinde Ilıpınar Fayı'na bağlı olarak oluşan morfolojik diklik 53
Foto 14. Kantarkaya köyünde Ilıpınar Fayı'na bağlı olarak görülen diklikler.....53
Foto 15. Toklular Fayı, Taşlıçay köyünün güneyinde Göynük Vadisi'ne ulaşmaktadır.....54
Foto 16. Toklular Fayı, Taşlıçay Deresi Vadisi'nin dar ve derin olmasını sağlamıştır.....55
Foto 17. Bahçeköy Fayı'nın oluşturduğu dik yamaçlar yerleşmeler ve yollar için kaya düşmesi riski oluşturmaktadır.....56
Foto 18. Bahçeköyünde fay akarsuları ötelemiştir.....56
Foto 19. Doğu Anadolu Fayı, Hacılar köyünden inceleme alanına girmektedir 60

Foto 20. a)Sakaören köyünde DAF'a bağlı olarak dik yamaçlar oluşmuştur. b)DAF'ın inceleme alanında oluşturduğu Sakaören Gölü.....60
Foto 21. Kıraçtepe köyünde DAF'a bağlı olarak oluşmuş çizgisellik 60
Foto 22. Doğu Anadolu Fayı boyunca Sakaören köyünde oluşmuş bir çöküntü alanı 61
Foto 23. Çalışma alanında dağ cephesi eğrilik oranı hesaplanan sahalar 102
Foto 24. Karlıova Havzası'nın kuzeyinde yer alan Kantarkaya Dağı.....113
Foto 25. Karagöl Dağları oldukça engebelidir. Suçatı köyünde Peri Suyu Vadisi'nde oluşan taraçalar görülmektedir.....114
Foto 26. Turna Dağı üzerinde farklı düzlük seviyeleri dikkat çeker.....117
Foto 27. Peri Suyu Vadisi' nin kuzeyinde alçak plato alanları yer alır.....121
Foto 28. Kantarkaya Dağı'nın kuzeyinde geniş alan kaplayan alçak platolar.....122
Foto 29. Havzanın batısında yer alan Kartal Tepesi'nde en yüksek ve alçak volkanik platolar.....124
Foto 30. Kargapazarı Havzası'nın doğusunda faya bağlı basamaklanan alçak volkanik platolar.....126
Foto 31. Devecik Köyü güneybatısında alçak volkanik platolar 127
Foto 32. Göynük Çayı Vadisi'nin güneyinde alçak volkanik platolar DAF tarafından parçalanmıştır. 128
Foto 33. Karlıova Havzası ve çevresindeki faylı yapılar 133
Foto 34. Karlıova Havzası'nın doğusunda faya bağlı olarak meydana gelen diklikler.....133
Foto 35. Karlıova Havzası'nın güneyinde DAF'a bağlı olarak meydana gelmiş diklikler.....134
Foto 36. Ilıpınar Fayı'na bağlı olarak oluşan Yoncalık Havzası. 139
Foto 37. Karlıova Havzası'nın kuzeyinde yer alan Büyüksu Havzası.....141
Foto 38. a) Devecik köyü batısında Göynük Vadisi daralmaktadır b) Boncukgöze köyü yakınlarında Göynük Vadisi.....146
Foto 39. Kaynak köyü kuzeyinde Uludere Vadisi 148
Foto 40. Derinçay köyü kuzeyinde Çalkani Deresi Vadisi 150
Foto 41. Sudurağı köyünde Azizanyayla Deresi Vadisi.....151
Foto 42. İnceleme alanında Peri Suyu Vadisi a) Çatak Köyü doğusunda Perisuyu Vadisi b) Ilıpınar Köyü doğusunda Perisuyu Vadisi.....154

Foto 43. Karlıova Boğazı 160
Foto 44. Aşk Deresi Boğazı..... 160
Foto 45. Peri Suyu Vadisi'nin tabanı Çatak köyü batısında genişlemektedir 162
Foto 46. Suçatı köyünün doğusunda vadi tabanı oldukça daralmaktadır..... 163
Foto 47. Kıraçtepe köyü yakınlarında Göynük Çayı Vadisi 163
Foto 48. Suçatı köyünün batısında görülen sekiler Peri Suyu'nun kolları tarafından yarılmıştır..... 165
Foto 49. Peri Suyu Vadisi'nde Ilıpınar köyünün batısında taraçalar oluşmuştur..... 166
Foto 50. Peri Suyu Vadisi'nde görülen yüksek sekiler a)Ilıpınar köyü çevresi b)Suçatı köyü çevresi 166
Foto 51. Çatak Köyü doğusunda Peri Suyu Vadisi'ndeki alçak sekiler..... 167
Foto 52. Boncukgöze köyü yakınlarında orta yükseklikteki sekiler..... 168
Foto 53. Sakaören Köyü doğusunda DAF'a bağlı olarak oluşmuş birikinti konisi.... 171
Foto 54. Sudurağı Köyü'nde Azizanyayla Deresi'nin oluşturduğu birikinti konisi ... 172
Foto 55. Göynük Çayı Vadisi'nde meydana gelen heyelanlar nedeniyle Bingöl'ün içme suyu şebekesi zarar görmektedir..... 175
Foto 56. Derinçay köyü ile Devecik köyü arasında aktif heyelanlar..... 182
Foto 57. Bingöl-Karlıova karayolunun Sudurağı mevkiinde zeminin hareketli olması karayolu için tehdit oluşturmaktadır. 183
Foto 58. Karlıova Havzası'nın güneybatısında yer alan Kalecik köyünde meydana gelen heyelanlar beşeri ve ekonomik sorunlara yol açmaktadır 183
Foto 59. Suçatı köyünde meydana gelen heyelan..... 184
Foto 60. Devecik köyü ile Bahçeköy arasında görülen kaya düşmeleri 186
Foto 61. Uludere Vadisi'nin yamaçlarında kaya düşmeleri yaşanmaktadır..... 187
Foto 62. Sakaören köyünde kaya düşmeleri..... 187
Foto 63. Karlıova Havzası'nın kuzeyinde yer alan fay diklikleri..... 191
Foto 64. Bahçeköyde oluşan fay dikliğinde düşey atım 1000 m'nin üzeridedir 192
Foto 65. İnceleme alanınya yer alan başlıca göller..... 194
Foto 66. DAF'ın Aşağı Derinçay köyünde oluşturduğu çizgisel çöküntü alanı..... 195
Foto 67. Devecik köyü kuzeyinde alçak volkanik plato üzerinde bazalt akıntıları yer alır. 199
Foto 68. Karlıova Havzası ve çevresinde bitki örtüsü arıcılık ve mera hayvancılığını olumlu yönde etkilemektedir. 222

Foto 69. 12 Mart 2005 Karlıova depreminden etkilenen yapılar.....228
Foto 70. 12 Mart 2005 Karlıova depreminden sonra kütle hareketleri yaşanmıştır. ..229
Foto 71. Karlıova ve Ilıpınar gevşek dolgulu zemin üzerine kurulmuştur.....231
Foto 72. Kalecik köyü yakınlarında meydana gelen heyelan.....236
Foto 73. Sudurağı köyünde karayolu yakınlarında meydana gelen akmalar.....237

ÖNSÖZ

İnsanın ihtiyaçlarını karşılayabilmesi ve yaşadığı gezegende mutlu olabilmesi içinde bulunduğu çevreyi tanımasına bağlıdır. İnsanın yaşadığı çevrede beşeri ve ekonomik faaliyetlerini etkileyen önemli unsurlarından biri yer şekilleridir. Yer şekilleri bölgeden bölgeye hatta aynı bölge içerisinde bile çok farklı özellikler göstermektedir. Ülkemizde ve özellikle inceleme alanının kuzeyinde bu durum belirgindir.Bu farklılıkta coğrafi konum, enlem ve yerkabuğu bileşenleri ve yerşekillerinin oluşumunu denetleyen faktörlerin çeşitliliği etkili olmuştur. İnsanla yaşadığı ortam arasındaki en önemli unsurlardan birini oluşturan yer şekillerinin oluşum ve gelişiminin açıklanması, insan yaşamına önemli katkılar sağlayacaktır. Yer şekillerinin çeşitliliği bir yerden diğerine değişen farklı çevre problemlerinin ortaya çıkmasını sağlamaktadır.

Türkiye'de yer şekillerinde kısa mesafelerde çeşitlilik yaşanmaktadır. Bu morfolojik çeşitlilik insan yaşamını olumlu ve olumsuz bir şekilde etkilemektedir. İnsan yaşamını doğrudan etkileyen yer şekillerinin oluşum ve gelişimi jeomorfolojinin konusunu oluşturmaktadır.

Daha iyi bir gelecek ve daha kaliteli bir yaşam ve dengeli bir doğal çevre için ülkemizin lokal jeomorfolojik özelliklerinin araştırılması ve problemlerin tespit edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla jeomorfoloji bilimi için çalışılmamış, Kuzey Anadolu, Doğu Anadolu ve Varto Fayları'nın kesişme bölgesinde olmasından dolayı oldukça önemli bir konumda bulunan Karlıova (Bingöl) Havzası Genel ve Uygulamalı Jeomorfolojisi tez konusu olarak seçilmiştir.

Bu çalışma 2009-2014 yılları arasında ortaya çıkarılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında çok farklı bilimleri içine alan kapsamlı bir literatür çalışması yapılmış olup, temel haritalar temin edilmiş ve bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Yaz aylarında araziye gidilerek problemler yerinde incelenmiş, eldeki verilerle sahanın coğrafi karakteri ortaya konmaya çalışılmıştır. Tezde kullanılan haritaların çiziminde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) yazılımları kullanılmıştır.

Çalışmanın önemli bir kısmını Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama yöntemleri için gerekli olan sayısal veri tabanının oluşturulması olmuştur. Böylece arazi gözlemleri ve sayısal veriler ışığında tezde kullanacağımız haritalar oluşturulmuştur. Uydu görüntüleri üzerinde yapılan değerlendirmelerle maksimum hassasiyet sağlanmıştır.

Karlıova Havzası'nın jeomorfolojik özelliklerinin ortaya konulduğu bu doktora tezi ile havzanın oluşumu, gelişimi ve morfolojik birimler konusunda önemli sonuçlara ulaşılmıştır. Havzanın jeolojik ve jeomorfolojik açıdan çok karmaşık bir sahada olması bütün coğrafi özelliklerini ortaya koymayı imkânsızlaştırmıştır.

Türkiye'nin tektonik açıdan çok önemli olan Karlıova yöresinde özellikle yer şekilleri açısından aydınlatılmaya, mevcut ve muhtemel risklerinin ortaya konmaya çalışıldığı bu doktora tezi, bütün soru işaretlerine açıklık getirmiş olmayabilir. Bu nedenle bu çalışmanın bundan sonra Karlıova Havzası ile ilgi yapılacak çalışmalara kaynak olacağını ümit ediyoruz

Tez çalışmasının her kademesinde bir rehber ve yol gösterici olarak engin bilgilerinden faydalandığım, arazi gezilerine katılma nezaketinde bulunan ve hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen danışman Hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Halil GÜNEK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Değerli tavsiye ve katkılarından dolayı Hocalarım Sayın Prof. Dr. Saadettin TONBUL ve Doç. Dr. Murat SUNKAR'a ve tez izleme komitesi üyelerine teşekkür ederim.

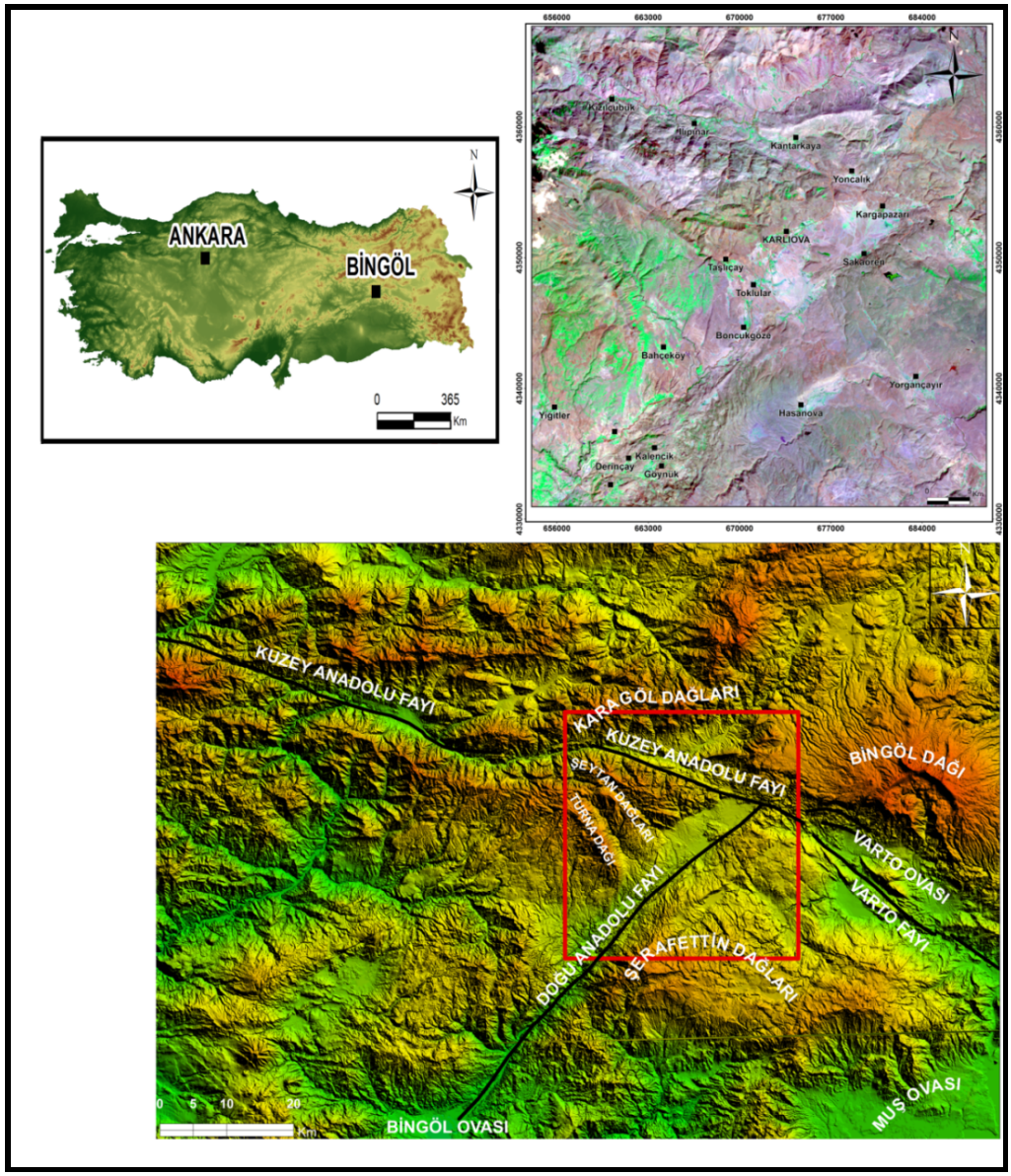
Elazığ -2014 **Vedat AVCİ**

BİRİNCİ BÖLÜM

1. GİRİŞ

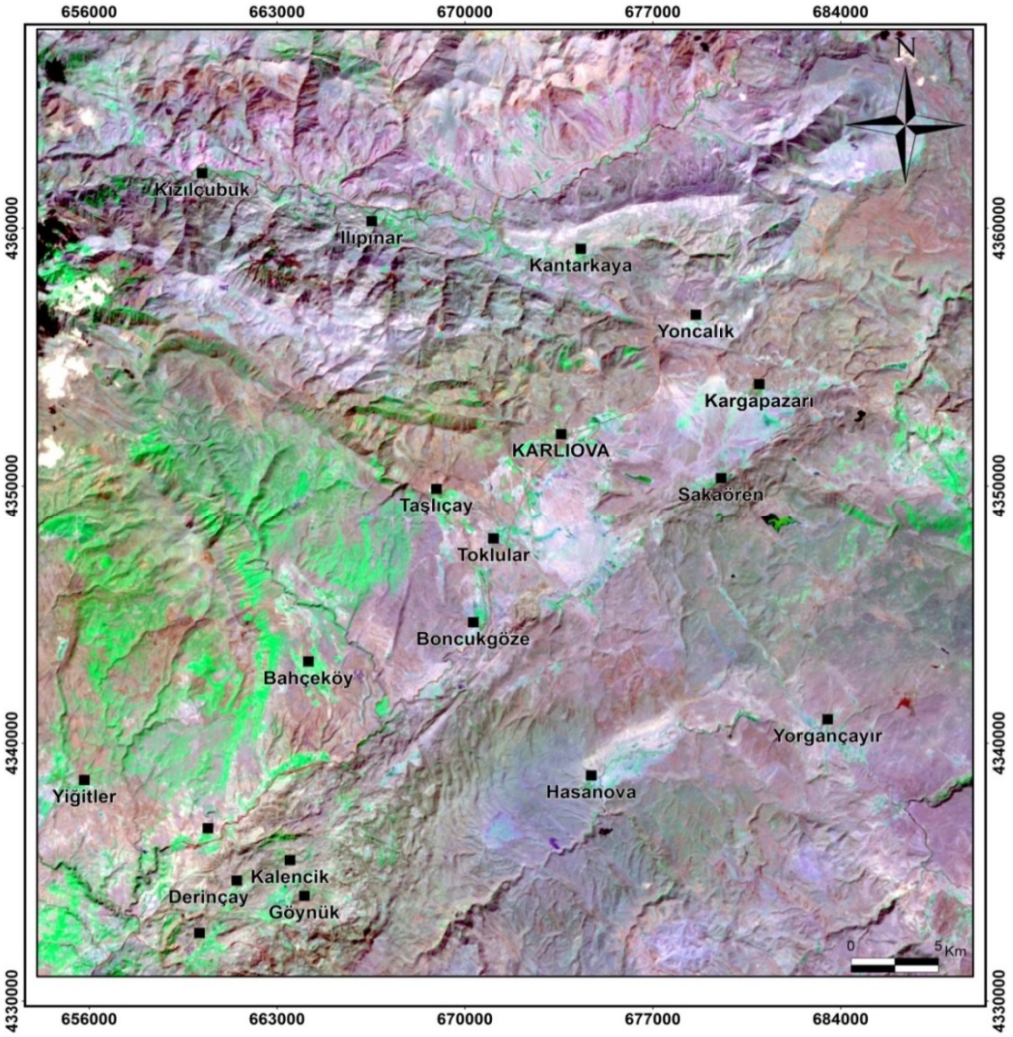
1.1. Araştırma Alanının Yeri, Sınırları ve Başlıca Coğrafi Özellikleri

İnceleme alanı, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nde yer alan Karlıova Havzası ve çevresini oluşturmaktadır. Karlıova idari bakımından Bingöl ili sınırları içinde yer almaktadır. Araştırma sahası kuzeydoğudan Erzurum ili, güneydoğudan Muş ili ile komşu olup, coğrafi olarak $38^0.9'–39^0.7'$ kuzey enlemleri ile $39^0.7'-42^0.09'$ doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) lokasyon haritası

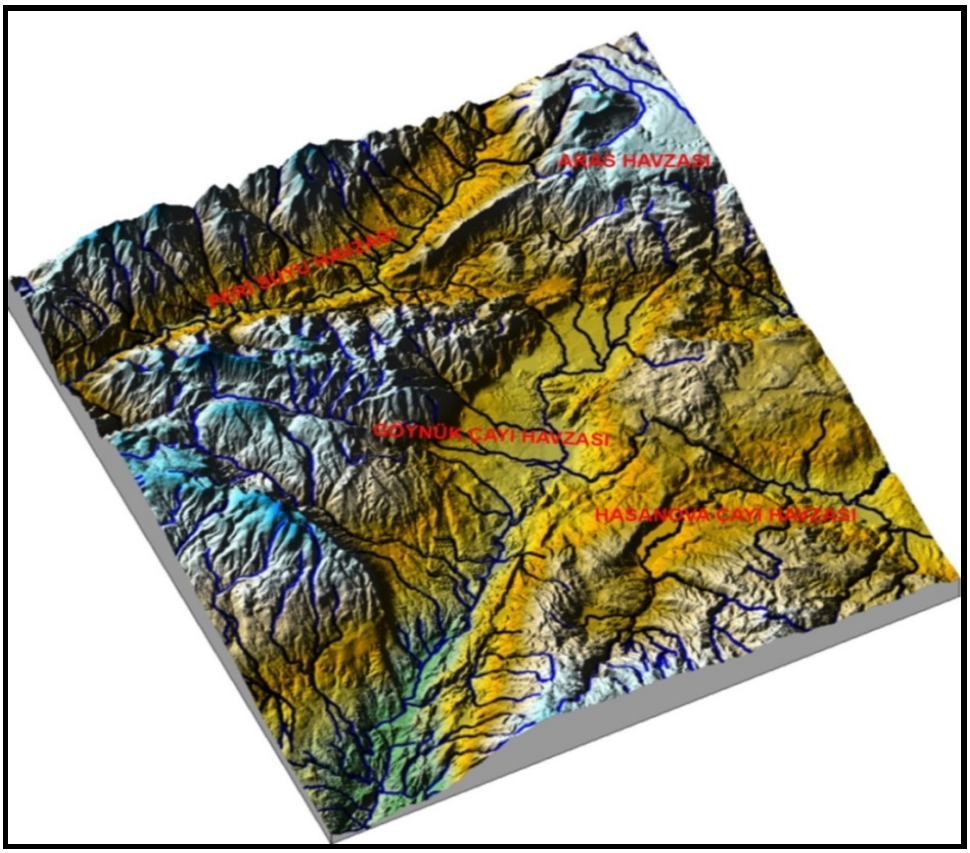
İnceleme sahasını güneyden Şerafettin Dağları'nın uzantıları sınırlandırmaktadır. Bu dağlar yüzeylerini örten volkanik malzemeden ötürü engebesiz bir yapıya sahiptir. Araştırma alanını kuzeyden sınırlandıran Karagöl Dağları akarsular tarafından aşırı bir şekilde parçalanmıştır. Bu saha havza ve çevresinde en sarp kısımlarından birine karşılık gelmektedir. Şeytan Dağları ve Turna Dağı inceleme alanını batıdan sınırlandırmış olup, bu kütlelerin üzerinde lav platoları geniş alan kaplamaktadır. Bir bölümü inceleme alanında kalan Bingöl Dağı, araştırma alanını kuzeydoğudan sınırlandırmaktadır. Güneybatıdan Göynük Çayı'nın oluşturduğu Hacılar Boğazı ile çalışma alanı sınırlandırılmıştır (Şekil 1 ve 2).



Şekil 2. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) Landsat TM (19/9/2011) uydu görüntüsü (5-4-3 bant kombinasyonu)

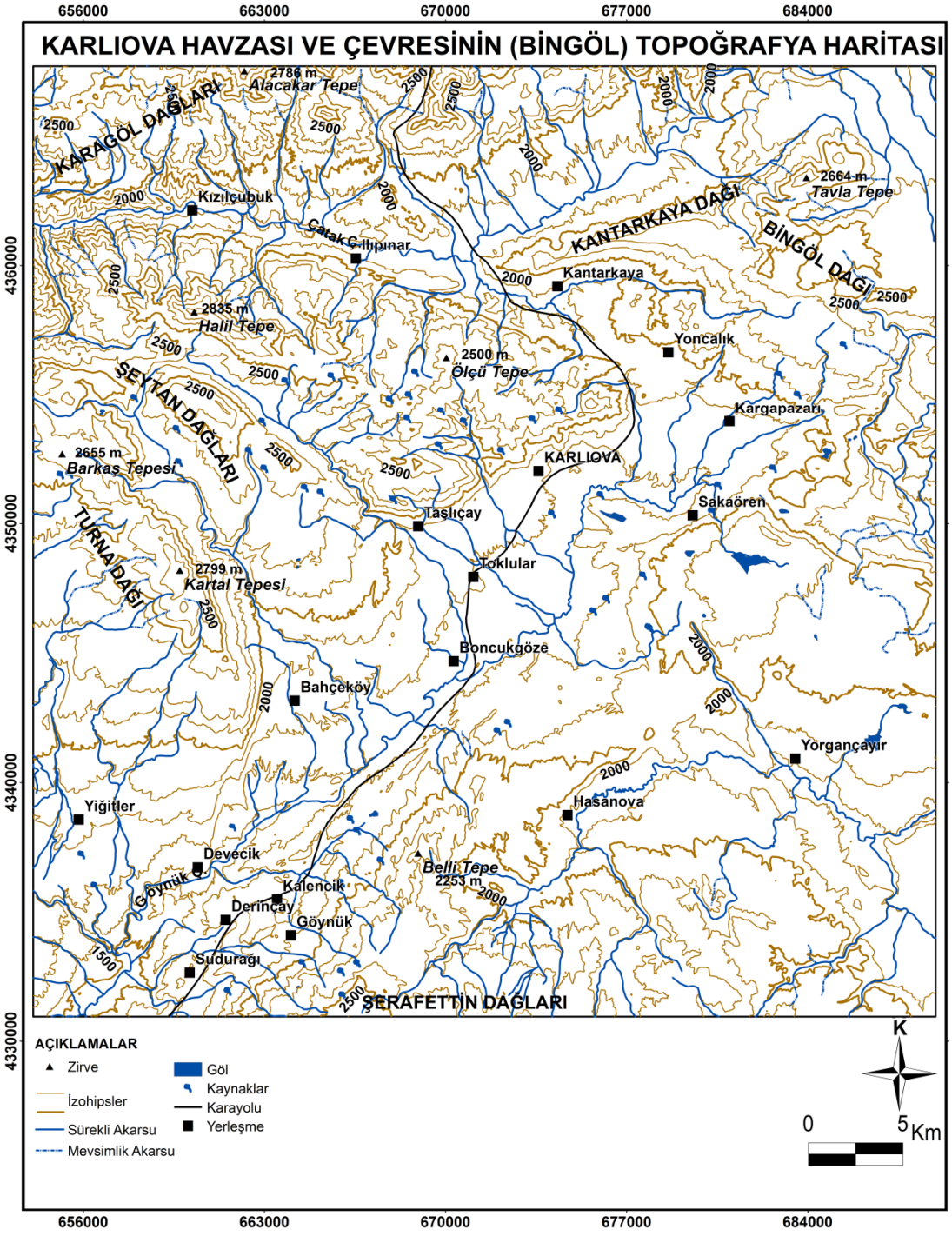
Karlıova Havzası aynı zamanda Fırat Nehri'nin iki önemli kolu olan Peri Suyu ve Murat Nehri'nin su toplama alanına karşılık gelmektedir. Peri Suyu Havzası'nın yukarı ve orta çığırı, Murat Nehri'nin önemli kollarından olan Göynük Çayı'nın yukarı

ve orta çığırı, Hasanova Çayı'nın yukarı çığırı inceleme alanında yer almaktadır. Kuzeybatıda sınırlı bir alan Aras Havzası'na su göndermekte olup, bu yönüyle inceleme alanı hidrografik bakımdan Basra Körfezi'ne dökülen akarsular ile Hazar Gölü Kapalı Havzası'na su gönderen akarsular arasında su bölüm hattına karşılık gelmektedir. Bu özelliği ile iki farklı havzaya su gönderen akarsuların, su bölümlerinin kesiştiği çatı konumundadır. Karlıova Havzası yakın çevresi ile birlikte düşünüldüğünde morfolojik olarak bir havzayı karşılamakta olup, Karlıova (Bingöl) ve yakın çevresini kapsamaktadır. Ancak inceleme alanı Karlıova Havzası ile sınırlı tutulmayıp, kuzeyde Peri Çayı Havzası'na, güneyde Hasanova Çayı Havzası'na kadar genişletilmiştir. Araştırma sahasının geniş tutulmasının nedeni, havzanın Kuzey Anadolu Fayı (KAF-Ilıpınar Fayı) ile Doğu Anadolu Fayı'nın (DAF-Göynük Segmenti) etkileriyle oluşmasıdır (Şekil 2). Karlıova Havzası'nın oluşmasında üçlü eklemin etkisinin anlaşılabilmesi açısından KAF'ın daha etkili olduğu Peri Çayı Havzası'nın büyük bir bölümü yine güneyde Murat Nehri'ne su gönderen Hasanova Çayı Havzası da çalışma alanına dahil edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. İnceleme alanında yer alan akarsu havzaları

Karlıova Havzası, çevresindeki dağlık alanlara göre alçak bir alan olarak belirmektedir. Havza tabanında 1800 m'ye kadar düşen yükselti, kuzeyde Karagöl Dağları üzerinde 2766 m'ye çıkmaktadır. Kuzeybatıda Şeytan Dağları'nın uzantıları üzerinde yer alan Halil Tepesi'nde 2835 m'ye, batıda Kartal Tepesi'nde 2799 m'ye kadar çıkmaktadır (Şekil 4).



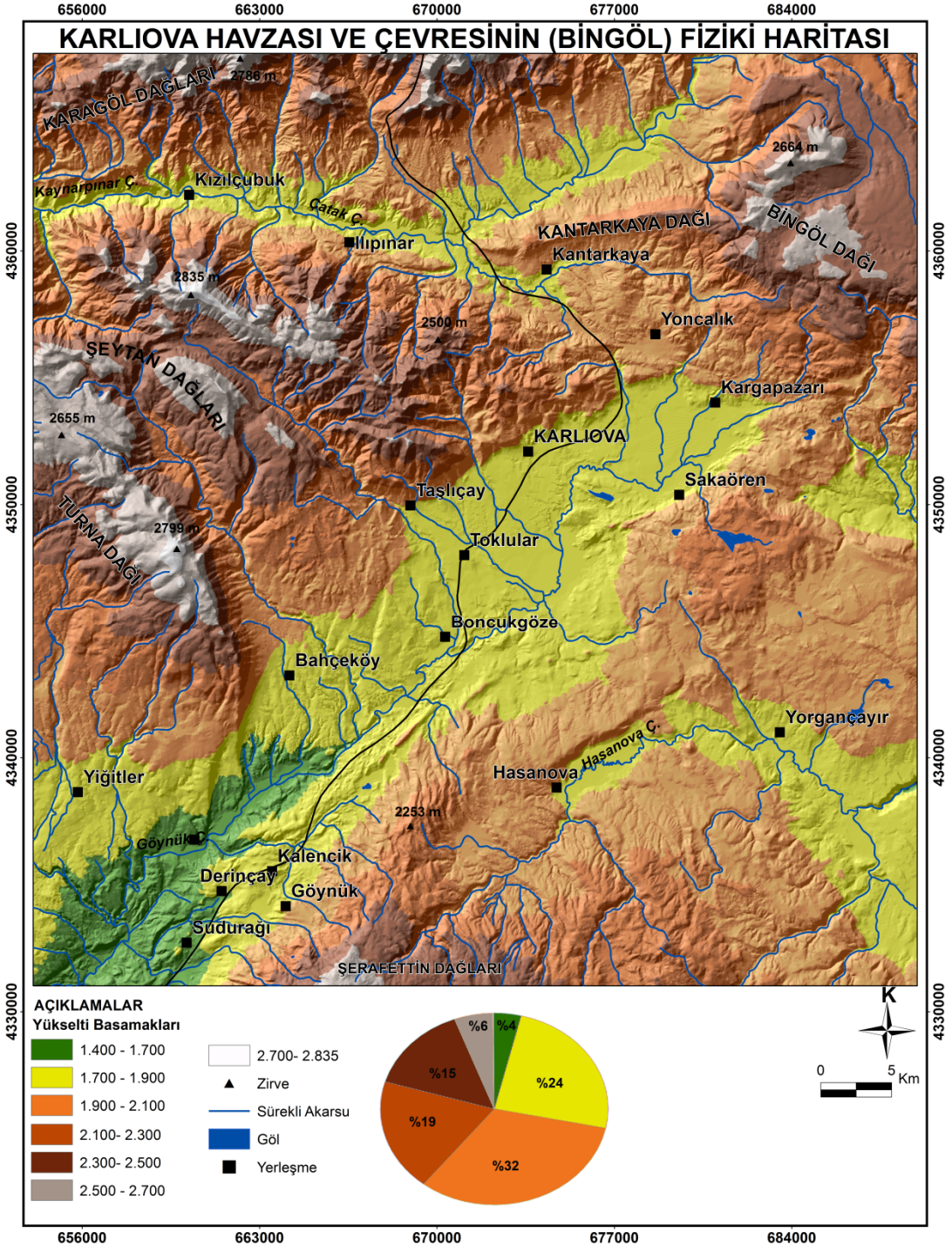
Şekil 4. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) topoğrafya haritası

Genel olarak havzayı çevreleyen dağlık kütleler üzerinde (kuzeyindeki dağlık saha hariç), fazlaca yarılmamış yüksek plato düzlükleri görülmektedir. Kuzeyde Peri Suyu Havzası, batıda Bahçeköy ve Toklular Fayları'nın oluşturduğu belirgin çıkıntılar dışında engebeli topoğrafyadan bahsetmek güçtür. Peri Suyu Havzası, Toklular ve Bahçeköy Fayları boyunca yarılmanın miktarı fazla olup, özellikle Bahçeköy ve Toklular Fayları'nın kestikleri yüzeyler boyunca birden bire yükselen bir topoğrafyadan bahsetmek mümkündür. Peri Suyu Havzası'nda yarılmanın miktarı 1000 m'ye ulaşmaktadır. İnceleme alanının güney ve güneydoğusunda yer yer geniş plato sahalarında yarılma azalmaktadır. Bu durum havzanın güneyinde akıcı volkanik malzemeden oluşan yüzeylerin geniş yer kaplaması sağlamıştır.

Havzayı doğudan sınırlandıran Bingöl Dağı, Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı, kalkan veya tabla-kalkan şeklinde sönmüş bir volkanik dağdır (Tonbul, 1996). Dağın güney yarısı Kuzey Anadolu/Varto Fayı tarafından kesilmiş olup, Aras Havzası'na dahil olan akarsuların kaynaklandığı bir çatı görevi görmektedir. Bingöl Dağı'nı oluşturan bazalt lavları yamaçlardan her yöne yayılmış olup, dağlık kütle üzerinde radyal drenaj sistemi gelişmiştir. Karlıova Havzası'nın batısında yer alan Şeytan Dağları, Peri Suyu Havzası ile Göynük Suyu Havzası'nı birbirinden ayırmaktadır. Bu yönüyle lokal bir su bölümü hattını oluşturan Şeytan Dağları üzerinde faylanmaya bağlı olarak çarpılmış yüzeyler ve volkanik platolar görülmektedir. Karlıova Havzası'nı güney ve güneydoğudan Şerafettin Dağları sınırlandırmaktadır. Şerafettin Dağları bir dağdan ziyade plato görünümündedir. Zira bu kütle üzerinde geniş volkanik platolar görülmektedir Hasanova Çayı'nın Yukarı Havzası dışında Şerafettin Dağları üzerinde engebelilik oldukça az olup, bu plato sahaları yayla alanı olarak kullanılmaktadır. Sudurağı, Göynük ve Kalencik köylüleri yaz mevsiminde bu yaylalara çıkmaktadır.

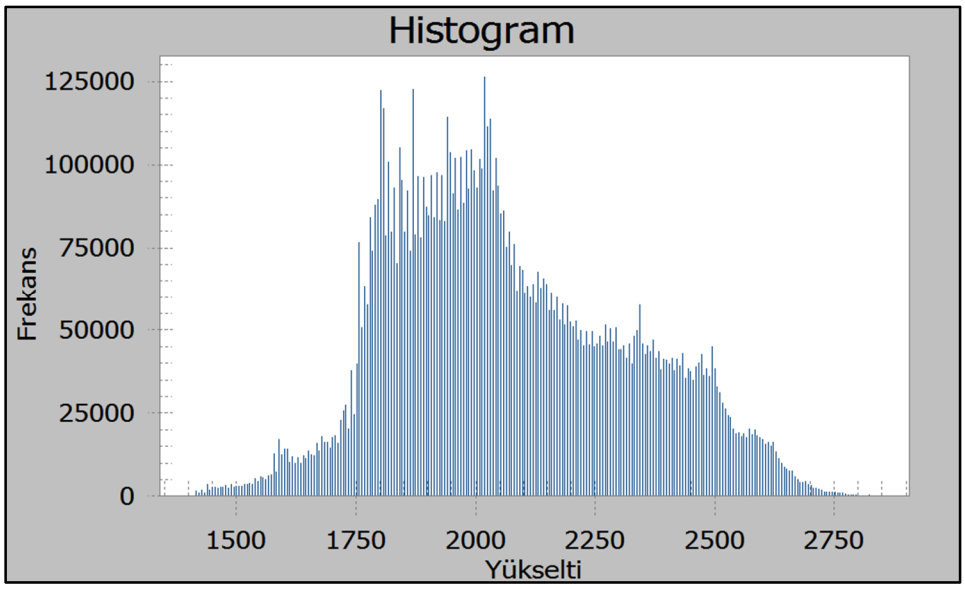
Karlıova Havzası'nın kuzeybatısında yer alan Karagöl Dağları akarsularca derin vadilerle parçalanmıştır. Dağlık kütleyi D-B yönünde kateden Bindirme Fayı belirgin bir eğim farkı meydana getirmiştir. Karlıova Havzası'nı batıdan sınırlandıran Turna Dağı'nın doğu ve batı yamaçlarında, faylanma nedeniyle meydana gelen çarpılmalar eğim farklılaşmasına neden olmuştur. İnceleme alanında yer alan başlıca zirveler şunlardır: Kuzeyde Alacakar Tepe (2766 m) ve Ölçü Tepe (2500) m, kuzeydoğuda Tavla Tepe (2664 m), kuzeybatıda Halil Tepe (2835 m), güneyde Belli Tepe (2300 m), batıda Barkaş Tepe (2656 m) ve Kartal Tepesi (2799 m).

Karlıova Havzası'nda eğim değerleri 0^0-65.2^0 arasında değişmekte olup, ortalama eğim 12^0'yi bulmaktadır. Karlıova Havzası ve çevresinde eğim dağılışında tektonik aktivite, akarsu aşındırması ve volkanik faaliyet etkili olmuştur. Fay yamaçları ve derin akarsu vadileri eğimin arttığı kısımlara karşılık gelirken, volkanik faaliyet sonucu oluşan plato yüzeylerinde eğim değerleri düşmektedir. İnceleme alanında havza tabanı ile dağlık alanlar arasında yükselti farkı 1400 m'yi geçmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) fiziki haritası

İnceleme alanının kuzeyinde Peri Suyu'nun bir kolunu oluşturan Çatak Çayı Vadisi ile onu çevreleyen dağlık alanlar arasında yükselti farkı yarılmış topografya nedeniyle daha fazladır. Havza ve çevresinde 2000 m'nin üstündeki yükseltiler araştırma sahasının % 55'ini kaplamaktadır. 1900-2100 m yükselti basamağı çalışma alanının % 32'sini kaplamaktadır. 2600 m'nin üstündeki yükseltiler yaklaşık 2.7 km^2'lik alan kaplamaktadır (Şekil 5). Şekil 6'daki histogram incelendiğinde yükseltinin 1700-2250 m'ler arasında toplandığı dikkat çekmektedir.



Şekil 6. İnceleme alanında yükseltinin dağılışını gösteren histogram

İnceleme alanı faylarla parçalanmasına rağmen bu yükselti basamağındaki arazinin fazla alan kaplaması, volkanik plato düzlüklerinin fazla olmasının sonucudur. İnceleme alanı D-B yönünde 34.8 km genişliğinde, K-G yönünde 35.6 km uzunluğunda kabaca bir kare şeklinde olup, toplam alanı 1282,25 km^2'dir.

Karlıova Havzası'nda Paleozoyik'ten günümüze farklı dönemler içinde oluşmuş mağmatik, metamorfik ve tortul kayaçlar bulunmaktadır. Sahadaki en yaşlı birimler Hınıs Metaofiyoliti'ne ait birimler ile Paleozoyik-Alt Miyosen yaşlı olan metamorfiklerdir. Çalışma alanının kuzeydoğusunda çok sınırlı bir yayılışa sahip olan Hınıs Metamorfitleri peridodit ile temsil edilmektedir. Paleozoyik yaşlı diğer metamorfikler inceleme alanının kuzeyinde yayılış gösteren Anadolu Ada Yayı ürünleri ile güneybatıda Bitlis Metamorfikleri'ne ait mermer ve şistlerden oluşmaktadır. Üçüncü dönem kayaçları ise Eosen-Alt Miyosen yaşlı olup, Karlıova Havzası'nın kuzeyinde geniş bir yayılış alanına sahiptir. Orta-Üst Miyosen'den günümüze kadar devam eden

dördüncü dönemi temsil eden kayaçlar ise karasal ortamda gelişmiş çökellerle temsil edilir. Karlıova Havzası'nda bu dönemde oluşan Solhan Volkanitleri geniş alanlarda yüzeylenmektedir. Solhan Volkanitleri, lavlarla arakatkılı çökellerden oluşmuş karasal ortam ürünlerinden oluşmaktadır. Neojen dönemine ait karasal ayrılmamış birimler Sudurağı ve Kalencik yerleşmeleri arasında yüzeylenirler. Pliyo-Kuvaterner depolar ise Karlıova ilçe merkezi yakınlarında, Erzurum-Bingöl karayoluna paralel bir şerit halinde uzanmaktadır. Kuvaterner'de yeni alüvyonlar, heyelan ve travertenler oluşmuştur (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986). Kuvaterner birimleri Karlıova ve Hasanova Havzası, Göynük ve Peri Suyu Vadileri boyunca yüzeylenmektedir.

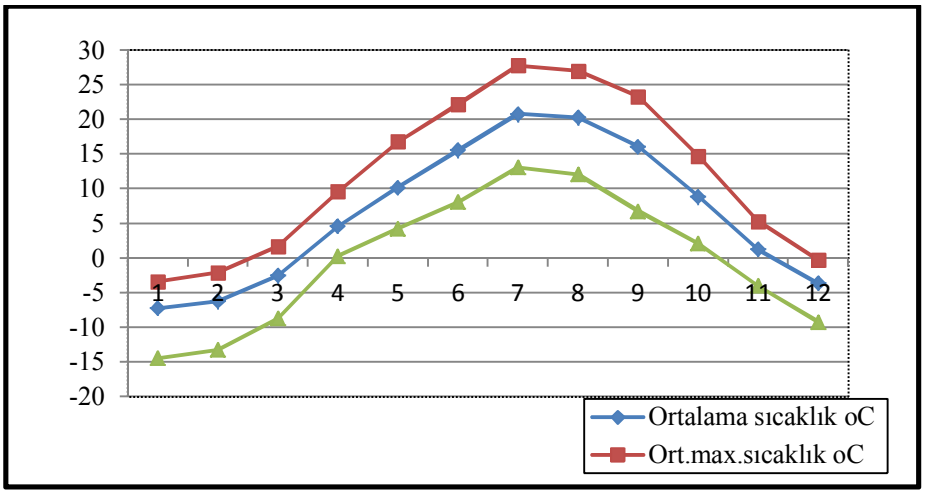
Karlıova ve çevresinin bugünküne benzer görünümünü kazanması Neotektonik dönemde gerçekleşmiştir. Sahanın Neotektonik evrimi üç devre halinde olmuştur. Karlıova ve çevresi Alt Miyosen'den sonra kara durumuna geçmiştir. Orta-Üst Miyosen'de meydana gelen kıta-kıta çarpışması sonucu doğrultu atımlı faylar oluşmuş, bu faylar boyunca mağma çıkışları gerçekleşmiş, bunun sonucunda volkanik dağlar ve volkanik platolar oluşmuştur. Havza kuzey kenarından geçen KAF ile güney kenarı boyunca uzanan DAF arasında Kuvaterner'de açılmaya başlamış tektonik kökenli bir depresyondur. Tabanında aynı yaşlı genç çökeller bulunur. Bunlar üzerinde gelişmiş olan ova yüzeyi, çeşitli büyüklükteki birikinti konisi ve yelpazesiyle maskelenmiş durumdadır (Tonbul, 1990/a:264).

Karlıova Havzası'nın iklim özellikleri üzerinde enlem, hava kütleleri ve topografik faktörler etkili olmaktadır. Havza yaz mevsiminde güneyden gelen hava kütlelerinin, kış mevsiminde ise polar hava kütlelerinin etkisinde kalmaktadır. Karlıova Havzası'nın genel iklim karakterini verebilmek açısından sadece sıcaklık ve yağış ile ilgili değerlendirmeler yapılarak, inceleme alanı içindeki jeomorfolojik yapı farklılığıyla ilişki kurulacaktır. Karlıova Havzası'nda çok kısa ve serin yaz mevsimi, uzun, sert ve yağışlı bir kış mevsimi yaşanmaktadır. Karlıova Meteoroloji İstasyonu verilerine göre (1984-1990) yıllık ortalama sıcaklık 6,5 ^{0}C, 4 ayın ortalama sıcaklığı ise 0 ^{0}C'nin altındadır (Tablo 1, Şekil 7).

Tablo 1. Karlıova (Bingöl) Meteoroloji İstasyonu'nun 1984-1990 Dönemine Ait Aylık Ortalama, Maksimum, Minumum, En Yüksek ve En Düşük Sıcaklıkları (Sever, 2008)

Aylar	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (^{0}C)	-7.2	-6.2	-2.5	4.6	10.2	15.6	20.8	20.3	16.1	8.9	1.3	-3.6	6.5
Ortalama Mak.Sıc. (^{0}C)	-3.4	-2.1	1.7	9.6	16.8	22.2	27.8	27.0	23.3	14.7	5.3	-0.3	11.9
Ortalama Min.Sıc. (^{0}C)	-14.4	-13.2	-8.7	0.3	4.3	8.1	13.1	12.1	6.8	2.1	-4.0	-9.2	-0.2
En Yük. Sıc. (^{0}C)	3.0	7.0	12.5	21.6	26.1	29.2	32.3	31.4	30.0	24.0	18.2	10.0	32.3
En Düş. Sıc. (^{0}C)	-30.8	-29.1	-29.0	-13.0	-3.2	2.2	5.0	5.5	1.0	-5.3	-20.0	-26.2	-30.8

Ortalama, maksimum ve minimum değerler incelendiğinde; yaz ve kış mevsimlerinde sıcaklıkların diğer bölgelerimize göre çok düşük değerler gösterdiği görülmektedir. Dört ayın ortalama sıcaklığının ^{0}C'nin altında olması kış mevsiminde sıcaklığın çok düşük olduğunu göstermektedir.



Şekil 7. Karlıova'da (Bingöl) aylık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıklar

İnceleme alanında yükselti, bakı, yamaç eğimi ve orografik faktörlere bağlı olarak sıcaklık kısa mesafelerde değişmektedir. 1400 m'nin üzerindeki yükselti farkı, yarılmış topografya lokal ölçekte sıcaklık farklılıklarına neden olmaktadır. Karlıova Havzası'nın tabanı ile onu çevreleyen dağlık saha arasında yükselti farkı 500 m'den fazladır. Bu durum havza tabanı ile onu çevreleyen dağlık alanlar arasında sıcaklık farkını doğurmaktadır.

Karlıova Havzası'nda yağışın miktarı ve dağılışı incelendiğinde; yıllık ortalama toplam yağış 713.7 mm, yağışlı gün sayısı 72.5, yağış şiddeti 9.8, ortalama kar yağışlı gün sayısı 32,4 gündür (Tablo 2).

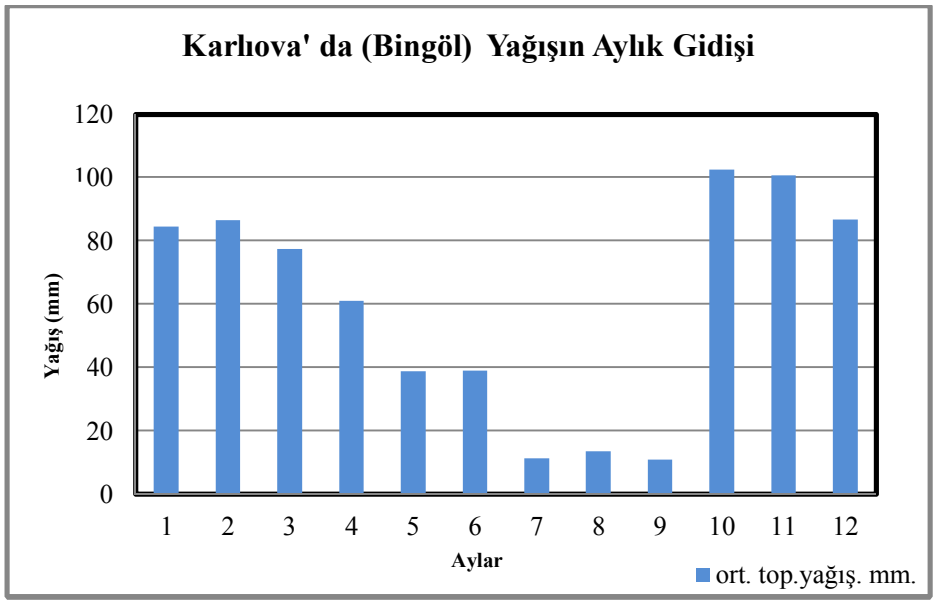
Tablo 2. Karlıova'da (Bingöl) Ortalama Aylık Yağış, Yağışlı Gün, Ortalama Kar Yağışlı Gün Sayısı

Aylar	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Ort. top. yağış mm	84.6	86.6	77.5	61.1	38.8	39.0	11.4	13.6	10.9	102.6	100.8	86.8	713.7
Yağış. Gün Say. (yağış>.0.1 mm	9.7	8.7	8.8	7.7	7.0	3.6	1.6	1.7	1.4	7.9	8.0	6.4	72.5
Ort. kar yağ.gün say.	11.4	7.6	6.7	2.0	0.3	-	-	-	-	0.9	4.4	6.8	32.4

Karlıova Havzası'nın güneybatısında bulunan ve yükseltisi daha az olan Bingöl'de yağış miktarı 967.5 mm iken, kuzeydeki istasyonlardan Çat'ta (1920 m) 467.6 mm, Erzurum'da (1757 m) 411.1 mm'dir. Karlıova'nın daha kuzeyde ve daha yüksek olmasına karşın Bingöl'e göre daha az yağış alması özellikle kış mevsiminde kararlı hava kütlelerinin etkisinde kalmasına bağlıdır. Bunun yanında Bingöl'ün güneybatıdan sokulan hava kütlelerine açık olması daha fazla yağış almasını sağlamıştır.

Havzanın batısında Şeytan Dağları üzerinde yer alan Kartal Tepesi çevresi, inceleme alanında en fazla yağış alan kesimlere karşılık gelmektedir. Bu sahada Bahçeköy Fayı'nın etkisiyle yükselti birden bire artmaktadır. Buna karşın Göynük Vadisi yağışın en az olduğu alana karşılık gelmektedir. Karlıova Havzası ve çevresinde yağış dağılışı yerleşme adlarına da yansımıştır. Göynük Vadisi'nin kuzeyinde yer alan Karlıca, Yukarı ve Aşağı Yağmurlu köyleri bu duruma örnek olarak verilebilir.

Araştırma sahasında yağışın mevsimlere dağılışına bakıldığında; yağışın % 36,2'lik bölümü kış mevsiminde düşmektedir. Kış mevsiminden sonra yağışın en fazla olduğu mevsim % 30'la sonbahardır (Şekil 8).



Şekil 8. Karlıova'da (Bingöl) yağışın yıl içindeki dağılışı (1984-1990)

Yağışın bu dönemlerde toplanması frontal faaliyetlere bağlıdır. En yağışlı ay Kasım ayı olup, kış mevsiminde sıcaklıkların 0^0C'nin altında oluşu yağışın kar şeklinde düşmesine neden olmaktadır. Yaz mevsiminin serin ve yağışlı geçmesi hayvancılık faaliyetleri açısından elverişli bir ortam oluşturmaktadır.

Karlıova Havzası'nda en önemli doğal problemlerden biri olan kütle hareketlerinin meydana gelmesinde yörede etkili olan iklim koşullarının etkisi fazladır. Kütle hareketlerinin meydana gelmesinde eğim ve jeolojik yapının yanında, etkili olan bir diğer faktör de yağıştır. Yörede yağış miktarının fazla olması, kış yağışlarının kar şeklinde düşmesi ve yağan karın ilkbaharda erimesi kütle hareketlerine neden olmaktadır. Yine ilkbaharda yüzeyin donması geçirimsiz bir zemin oluşturmaktadır. Geçirimsiz zemin alçak alanlarda sel ve taşkına neden olmaktadır. Karlıova Havzası ve çevresinde yaz ile kış arasında kuvvetli sıcaklık farkları bulunan karasal iklim özellikleri etkili olmaktadır.

Karlıova Havzası'nın sularını Peri Suyu, Murat Nehri'nin kolları olan Göynük Çayı ve Hasanova Deresi toplamaktadır. Peri Suyu, Göynük ve Hasanova Çayı, kar erimelerinin etkisiyle en çok suyu ilkbahar mevsiminde taşıyan, yaz mevsiminde su seviyesi düşen basit rejimli akarsu özelliği göstermektedir.

Karlıova Havzası'nda iklim, toprak ve yükselti şartlarına bağlı olarak farklı bitki coğrafyası bölgesine giren bitki toplulukları yer almakla birlikte, step türleri hakim kompozisyonu oluşturmaktadır. Karasal iklim şartlarının hüküm sürmesi, step bitki

topluluklarının yaygın olmasını sağlamıştır. Papatya, sığır kuyruğu, kekik, çoban yastığı, yavşan otu, ısırgan ve geven başlıca step türlerini oluşturmaktadır. Karlıova Havzası'nda bitki çeşitliliğinin fazla oluşu ve yükseltiden dolayı bitkilerin geç çiçeklemesi arıcılık faaliyetlerinin önem kazanmasını sağlamıştır. Buna bağlı olarak gezici arıcılar yaz mevsiminde çalışma alanına göç etmektedir.

Karlıova Havzası ve çevresinde orman alanları oldukça seyrektir. Havzada meşe topluluklarından oluşan orman alanları batıda Kartal Tepesi yamaçlarında, Aşağı Derinçay, Kaynak ve Yiğitler köyü kuzeyinde yer almaktadır. Ayrıca ardıç topluluklarından oluşan iğne yapraklı ormanlar sınırlı bir alanda yayılış göstermektedir. Göynük Çayı ve Peri Suyu Vadisi'nde nemcil (hidrofiller) bitkiler, havza tabanında ise bataklık bitkileri bulunmaktadır.

İnceleme alanının toprak özellikleri başta jeomorfoloji olmak üzere alanın Fiziki Coğrafya özelliklerini yansıtmaktadır. Fiziki coğrafya koşulları havzada toprak oluşumu üzerinde etkili olmaktadır. Havzada intrazonal topraklardan bazaltik topraklar yaygınlık göstermekte olup, bu oluşumda litolojik yapının etkisi fazladır. Zonal topraklar ise daha sınırlı bir yayılışa sahiptir. Bu toprakların başında kestane renkli, kireçsiz kahverengi ve kahverengi orman toprakları gelmektedir. Mera alanı olarak kullanılan kestane renkli topraklar üzerinde şiddetli erozyon yaşanmaktadır. Karlıova Havzası'nda azonal topraklar az yer kaplamaktadır. Göynük Çayı Vadisi'nin genişlediği Boncukgöze ile Kıraçtepe köyü arasında yaygınlık gösteren bu topraklar, taşkın koşulları altında oluşmaktadır. Ayrıca Peri Suyu Vadisi boyunca taşkınla oluştuklarından kaba malzeme içeren alüvyal topraklar bulunmaktadır. Ana akarsuya açılan yan derelerin oluşturduğu birikinti konileri üzerinde kolüvyal topraklar yer almaktadır.

Alp Orojenik Kuşağında Toroslar'ın doğu sınırında yer alan çalışma alanında en önemli yerleşme Karlıova'dır. Bunun yanında diğer önemli yerleşmeler Yiğitler, Göynük ve Kargapazarı köyleridir.

İnceleme alanında havzayı çevreleyen dağlık alanlar, dağlık alanlardan havza tabanına geçişte belli yükseltilerde görülen plato sahaları, vadi ve boğazlar, sekiler, birikinti koni ve yelpazeleri, vadi ve havza tabanından oluşan şekiller asıl jeomorfolojik birimleri oluşturmaktadır. Bu ana jeomorfolojik birimlerin dışında faylı yapıya bağlı olarak gelişen şekiller de görülmektedir.

Çalışma alanının tektonik yapılarında (bindirme yapıları, doğrultu atımlı faylar, düşey atımlı faylar) aktif tektonizma belirgindir. İnceleme alanının jeomorfolojisi yapısal ve fluviyal süreçlerin denetiminde biçimlenmektedir.

İnceleme alanının ana jeomorfolojik birimi olan dağlık alanlar, Karlıova Havzası'nın kuzeyinde geniş alan kaplamakta olup, batıda, doğuda ve güneyde daha çok plato görünümündedir. Peri Suyu Havzası'nda 2000-2250 m yükseltileri arasında alçak platolar, 2250-2500 m yükseltileri arasında yüksek platolar ve 2500 m'nin üzerinde en yüksek platolar görülmektedir. Karlıova Havzası'nın batı, doğu ve güneyinde volkanik platolar da geniş alan kaplamaktadır. Bu platolar yükseltilerine göre alçak volkanik platolar (2000-2250 m), yüksek volkanik platolar (2250-2500 m) ve en yüksek volkanik (2500 m'nin üzeri) olarak sınıflandırılmıştır. Havzanın kuzeyinde "V" şekilli vadiler daha fazladır. Bu durum arazinin dağlık ve eğimin fazla olmasının doğal bir sonucudur. Ana vadiler Göynük Çayı, Peri Suyu ve Hasanova Çayı Vadileri olup, akarsular dislokasyon hatlarına yerleşmiştir. Bu nedenle bu akarsuların vadileri aynı zamanda fay vadilerine karşılık gelmektedir. Göynük Çayı kollarının litoloji ve faylanmaya bağlı olarak oluşturduğu boğaz vadiler Uzunçayır, Ayı, Aşk ve Karlıova boğazlarıdır. İnceleme alanında sekiler vadi tabanından 50-60 m, 25-30 m ve 10-20 m yüksekte 3 basamak halinde görülmektedir. Çalışma alanında Peri Suyu, Göynük Çayı ve Hasanova Çayı Vadileri eğimin azalmasına bağlı olarak bazen tabanlı vadi görünümü almaktadır. Karlıova Havzası'nın tabanı güneybatıda Boncukgöze köyü ile doğuda Kargapazarı köyleri arasında 1800 m izohipsi ile sınırlandırılmaktadır. Havza tabanı, dağlık alandan belirgin bir eğim farkıyla ayrılmaktadır. Havzanın kuzeyinde birikinti yelpazeleri, güneyinde ise birikinti konileri görülmektedir. Havzanın kuzeyi yelpaze oluşumuna daha elverişlidir. Güneybatıdan kuzeydoğuya doğru Göynük Çayı Vadisi boyunca DAF'a bağlı olarak çizgisel dizilimli heyelanlar, göller, ötelenmiş sırtlar ve akarsular, fay diklikleri görülmektedir.

Karlıova Havzası ve çevresinin jeomorfolojik özelliklerinden kaynaklanan başlıca sorunlar uygulamalı jeomorfoloji bölümünde değerlendirilmiş olup, başlıcaları; uzun süren kış koşullarının tarımsal faaliyetleri sınırlandırması, depremsellik, kütle hareketleri (heyelan, çığ, kaya düşmesi), erozyon ve taşkın-sellerdir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Karlıova Havzası (Bingöl) jeomorfolojik olarak Fiziki Coğrafya prensiplerine göre çalışılmamış bir sahadır. Bunun yanında Sever (2008) havzanın beşeri ve ekonomik coğrafyasını çalışmıştır. Karlıova Havzası, KAF, DAF ve Varto Fayları'nın kesiştiği bir noktada yer almaktadır. Bu yapı hem inceleme alanının hem de ülkemizin Neotektonik gelişimi açısından önemlidir. Karlıova Havzası ve çevresinin tektonik açıdan önemli bir noktada yer alması bu sahanın inceleme alanı olarak seçilmesinde etkili olmuştur.

Karlıova Havzası ile ilgili jeolojik çalışmalar oldukça fazladır. Bu çalışmalarda daha çok meydana gelen depremler üzerinde durulmuş, faylanmanın jeomorfolojiye etkisi genel olarak anlatılmıştır. Sahanın jeolojisi ve tektonik özellikleri ile ilgili Nakoman (1968), Arpat ve Şaroğlu (1972), Seymen ve Aydın (1972), Şaroğlu ve Yımaz (1986), Şaroğlu ve diğ. (1987), Tutkun ve Hannock (1990), Şaroğlu ve Yılmaz (1991), Akyüz ve diğ. (2009, 2010) çalışmıştır. Havza çevresi ile ilgili en değerli fiziki coğrafya çalışmaları Tonbul (1990/a, b, 1996, 1997) tarafından yapılmıştır. Ancak doğrudan havzanın gelişmesi, doğal ortam özelliklerinden doğan problemlerin beşeri faaliyetlere etkisi çalışılmamıştır.

Yakın çevresi ile değerlendirildiğinde; yüksek dağlık alanlarla çevrelenmiş olan bu saha jeolojik, jeomorfolojik ve hidrografik olarak tam bir havzaya karşılık gelmektedir. Bu yönü ile jeomorfoloji çalışması için ideal bir sahadır. Bunun yanında havzanın Anadolu Levhası'nın en doğu ucunca yer alması, DAF, KAF ve Varto Fayı'nın inceleme alanında kesişmesi sahanın özellikle Neotektonik açıdan da önemli olduğunu göstermektedir. Havza ve çevresinin jeomorfolojik şekillenmesinde bu fayların etkisinin ortaya konabilmesi amacıyla inceleme alanı kuzeye, doğuya ve güneye doğru genişletilmiştir. Karlıova Havzası, kuzey kenarından geçen KAF ile güney kenarı boyunca uzanan DAF arasında uzanmış tektonik kökenli bir depresyona karşılık gelmektedir. Kuvaterner'de oluşması ve gelişiminin devam etmesi jeomorfoloji çalışması için son derece önemlidir.

İnceleme alanında doğrultu atımlı DAF ve KAF'ın aynı zamanda düşey atımlı fay morfolojisine güzel örnekler sunması sahayı jeomorfolojik bakımdan ilginç kılmaktadır. Bunun yanısıra tali faylar da havzanın şekillenmesinde önemli rol oynamaktadır. Havza ve çevresinde aktif fayların belirgin özelliği olan fay diklikleri, fay gölleri, fay kontrollü havzalar, yükselme ve alçalmalar, ötelenmiş akarsular ve

sırtlar görülmektedir. Çalışma alanında fayların aktifliğini ortaya koymak amacıyla hipsometrik eğri-integral, vadi tabanı genişliğinin-vadi yüksekliğine oranı (Ratio of valley floor with to valley height-Vf), havza asimetrisi, dağ cephesi eğrilik oranı (Mountain-Front Sinuosity) analizleri yapılmıştır. Bu analizler ile havzanın gelişmesinde tektonik faaliyetlerin etki derecesinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Geniş mera alanlarına sahip havzada morfolojik birimlerle arazi kullanımı arasındaki ilişki değerlendirilerek ortamla insan arasındaki ilişkilerin saptanması, jeomorfolojik şekillerin beşeri faaliyetlere etkisinin ortaya konulması ve bu manada jeomorfolojik özelliklerin yörenin gelişmesi üzerine olan etkilerinin ortaya konulması da bu tez çalışmasının amaçları arasındadır. Bu çalışma ile yukarıda kısaca açıklanan morfolojik şekillerin tanımlanması, havzanın oluşum ve gelişiminin açıklanması, morfolojik yapıdan kaynaklanan sorunların tespit edilmesi ve bunlara çözüm önerileri sunmak amaçlanmıştır. Jeomorfolojik açıdan çalışılmamış olan sahanın jeomorfolojik özelliklerinin belirlenmesi, jeomorfolojik birimlerden kaynaklanan sorunların tespit edilip çözüm önerilerinde bulunulması asıl çalışma amacımızı oluşturmaktadır.

1.3. Metod ve Malzeme

"Karlıova ve Çevresinin (Bingöl) Genel ve Uygulamalı Jeomorfolojisi" başlıklı doktora tez çalışması Fiziki Coğrafya araştırma metotlarına göre yürütülmüştür. Sahanın jeomorfolojik özellikleri, jeomorfolojik özelliklerden kaynaklanan sorunların tespiti ve bunlara çözüm önerileri, jeomorfolojik şekilleri ayrıntılı olarak dağılış, bağlantı, sebep ve sonuç ilişkisi çerçevesinde incelenmiştir.

Bu amaca yönelik olarak jeomorfolojik şekillenme ve gelişimde etkili olan litolojik ve tektonik özellikler açıklanmıştır. Bunun yanı sıra morfolojik şekillenmede etkili olan diğer doğal faktörler de bu çerçevede değerlendirilmiş olup, sahanın jeomorfolojik özellikleri ve morfolojik birimler tespit edilerek havzanın sınırları belirlenmiştir. Bu çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılamanın sağladığı avantajlardan faydalanılmıştır. Yüzeylerin, seki sistemlerinin tespit edilmesinde, morfometrik analizlerin yapılmasında Coğrafi Bilgi Sistemlerinden yararlanılmıştır. Bir jeomorfoloji çalışması olan bu tezle Karlıova Havzası'nın jeomorfolojik özellikleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca bu jeomorfolojik özelliklerin insan yaşamına olan etkisi dikkate alınarak çalışmaya Uygulamalı Jeomorfoloji bölümü de eklenmiştir. Uygulamalı Jeomorfoloji bölümünde jeomorfolojik birimlerle insan yaşamı arasındaki

ilişki, jeomorfolojik birimlerle arazi kullanımı arasındaki ilişkiler, jeomorfolojik kökenli sorunlar ve bunlara karşı alınması gereken önlemler değerlendirilmiştir.

Çalışmamız hazırlık, arazi gözlemleri ve bilgi-belgelerin değerlendirildiği büro çalışmaları şeklinde gerçekleşmiştir. Çalışma alanı sınırları belirlenirken morfolojik esaslar göz önünde bulundurulmuştur. Yakın çevresi ile birlikte değerlendirildiğinde Karlıova Havzası jeomorfolojik havzaya karşılık gelmektedir. Ancak KAF, DAF ve Varto Fayı'nın havzanın oluşumu üzerindeki etkisinin ortaya konulabilmesi amacıyla çalışma alanı üç fayın kesişme noktasına kadar genişletilmiştir.

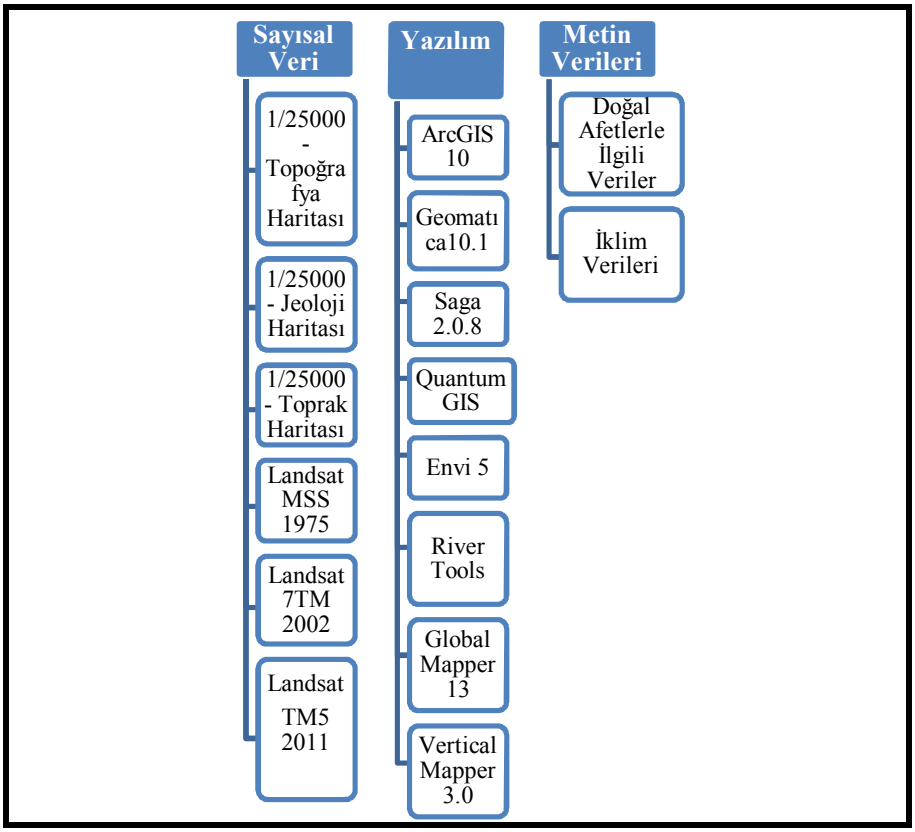
Tez çalışması üç aşamada tamamlanmıştır. Birinci aşamada sahanın genel değerlendirilmesi ve sınırların tespiti için arazi öncesi hazırlık çalışmaları yapılmış, topoğrafya, jeoloji haritaları temin edilmiş, saha ve konu ile ilgili literatür toplanmıştır. İnceleme alanı ile ilgili olarak Harita Genel Komutanlığı'ndan Erzurum J46 ve J45 paftalarını içeren topoğrafya haritaları ile Maden Tetkik Arama Enstitüsü Genel Müdürlüğü'nden (MTA) 1/25000 ve 1/100000 ölçekli Erzurum J45 ve J46 numaralı jeoloji haritaları temin edilmiştir. Topoğrafya haritalarından sahanın sayısal yükseklik verisi (DEM) oluşturulmuş ve internet üzerinden uydu görüntüleri temin edilmiştir.

Başta saha ve komşu ünitelerle ile ilgili coğrafi ve jeolojik çalışmalara ulaşılmış, toplanan literatürle ilgili çeşitli notlar alınmış, çalışma alanının topoğrafya, hidroğrafya, jeoloji ve morfografya haritaları taslak olarak çizilmiş, arazi çalışmaları için problemli sahalar belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında arazi gezi ve gözlemleri yapılmış, arazide daha önce tespit edilen sorunlar gözlemlerle çözümlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın amacına uygun olarak çok sayıda dijital fotoğraf çekilmiştir. Çeşitli blokdiyagramlar çizilmiş, profiller çıkarılmış, yapılan gözlem ve değerlendirmeler arazi defterine kaydedilerek arazi çalışması tamamlanmıştır. Kullanılan uydu görüntüleri arazi çalışmasının kısa sürede ve sağlıklı bir şekilde tamamlanmasına yardımcı olmuştur.

Arazi çalışmasını takip eden ve üçüncü aşamayı oluşturan büro çalışmalarıyla tez tamamlanmıştır. Bu dönemde yoğun bir masa başı çalışması yapılmıştır. Temin edilen literatür, taslak haritalar üzerine arazide yapılan işaretlemeler, çekilen fotoğraflar ve alınan notlar ışığında tezde kullanılacak haritalar oluşturulmuştur.

Tezde kullanılan haritaların çizimi, yapılan morfometrik ve yüzey analizleri arazi gözlemleri esnasında alınan notlar ve yapılan işaretlemelere göre CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) programları (ArcİnfoSaga (System Automated Geoscientific

Analyses), PCI Geomatıca, Global Mapper, River Tool, Envi, Quantum GIS) kullanılarak yapılmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Çalışmada kullanılan materyal ve yazılımlar

Tektonik açıdan hareketli olan sahada jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerden kaynaklanan önemli sorunlardan heyelan, erozyon, taşkın ve çığların analizi yapılmış, heyelan ve taşkın duyarlılık haritaları oluşturulmuştur. Bunun yanında morfometrik yüzey ve havza analizleri yapılmış, eğim, bakı, yamaç eğriselliği, topoğrafik nemlilik indeksi, engebelilik durumu, arazi heterojenliliği haritaları oluşturulmuş, uydu görüntüsünden çizgisellik analizi yapılmıştır.

Yine inceleme alanında yer alan ana ve alt havzalara ait hipsometrik eğri ve integral çıkarılmış, akarsuların boyuna ve enine profilleri çizilmiştir. CBS ortamında yapılan haritalamalarda alan hesaplamaları vektör çizimlerine göre yapılmıştır. Böylece CBS ve UA yöntemleri kullanılarak çalışmanın sağlıklı olmasına azami hassasiyet gösterilmiştir. Oluşturulan haritalar, yapılan dijital değerlendirmeler, alınan notlar, çizilen kesitler, grafik, tablo ve belgelerde ulaşılan bilgiler değerlendirilerek tezin yazım aşaması tamamlanmıştır. Sonuçta ***"Karlıova Havzası ve Çevresinin (Bingöl) Genel ve***

Uygulamalı Jeomorfolojisi" ortaya konulmaya çalışılmış, jeomorfolojik özelliklerinden kaynaklanan sorunlara çözüm önerilerinde bulunulmuştur.

1.4. Önceki Çalışmalar

Bu bölümde inceleme alanı ve yakın çevresi ile ilgili yapılmış çalışmalar değerlendirilmiştir. Bu çalışmalar konu ve inceleme alanı ile ilgili olan çalışmalar şeklinde gruplandırılmıştır. Konu ile ilgili yapılan çalışmaların başlıcaları şunlardır: **Ketin (1959), "*Türkiye'nin Orojenik Gelişimi"*** adlı çalışmasında ülkemizde I. Kuzey ve Kuzeybatı Anadolu sıradağları veya geniş anlamda **Pontidler**; II. İç Anadolu sıradağları veya dar anlamı ile **Anatolidler**; III. Güney ve Doğu Anadolu sıradağları veya geniş anlamda **Toroslar**; IV. **Güneydoğu Anadolu sıradağları veya Kenar kıvrımları** bölgesi olmak üzere dört tektonik ünite ayırmıştır. Bu çalışmaya göre inceleme alanı ***"Toroslar"*** ünitesi içerisinde kalmaktadır.

Erol (1983), *"Türkiye'nin Genç Tektonik ve Jeomorfolojik Gelişimi"*ni incelediği çalışmasında ülkemizde dört ana jeomorfolojik kuşak ve yer şekilleri ile uyumlu dört tektonik kuşak, iki ofiyolitik kenet zonu ayırmıştır. Bu çalışmaya göre Anadolu Karası, Mesozoyik-Orta Miyosen arasında Paleotektonik dönemde kuzeyden güneye şeritler halinde oluşmuştur. Jeolojik, jeomorfolojik, genç tektonik, iklim ve taban seviyelerinin değişimine göre Türkiye'de; en eski yer şekli kalıntıları (DF Sistemleri), Oligosen aşınım yüzeyleri (DO sistemleri), Alt-Orta Miyosen aşınım dönemi (DI sistemleri), Üst Miyosen aşınım düzlükleri (DII sistemleri), Pliyosen dönemi (DIII sistemleri), En Alt Pleyistosen dönemi (DIV sistemleri) aşınım düzlükleri ve dönemleri ile seki sistemleri ayırt edilmiştir.

Atalay (1987), *"Türkiye Jeomorfolojisine Giriş"* çalışmasında Üst Miyosen'de volkanik malzemelerin yerleştiği göl çökellerinin Karlıova, Göynük, Bingöl-Hınıs arasında görüldüğünü belirtmektedir.

Bozkurt (2001), KAF ve DAF Zonları boyunca batıya kayan Anadolu levhası sınırındaki yapıların Türkiye'de dört ayrı Neotektonik sınırı gösterdiğini belirtmiştir. Bu yapılar; 1-Doğu Anadolu Kontak Sınırı, 2-Kuzey Anadolu Bölgesi, 3-Orta Anadolu Ova Bölgesi, 4- Batı Anadolu Gerilme Bölgesi'dir. Merkezi Anadolu'da karasal litosferin ayrı parçaları içten deforme edilmiş ve kıvrım zonları oluşmuş, bu ise yeni yapılar veya eski yapıların yeniden hareketini sağlamıştır.

Merkezi Anadolu yaklaşık K-G ve KKD-GGB doğrultusunda daralmakta, bu durum Anadolu ve Afrika levhalarının çarpışması sonucu ortaya çıkmış saat ibresi tersi yönde bir harekettir. Bu yapı Anadolu levhasının doğusunda birçok ikinci sıra faylarla deforme edilmiştir. Uzunlamasına ova olarak adlandırılan havzalar oblik atımlı faylarla sınırlandırılmıştır. Bu yapılar çoğunlukla doğrultu atımlı faylar olup, inceleme alanı Anadolu Levhasının en doğu ucunda Doğu Anadolu Kontak Sınırı'nın hemen batısında yer almaktadır.

Doğrudan ya da dolaylı olarak çalışma alanı ile ilgili yapılan başlıca çalışmalar ise şunlardır: **Baykal (1947),** ***"Şerafettin ve Çötela Dağları Üzerine Jeolojik Görüşler"*** adlı çalışmasında Şerafettin Dağları ve Murat Nehri'nin kuzeyinde bulunan mıntıkanın kuzeydoğusunun hemen tamamen çıplak olduğunu, çok dağlık ve sarp olan bu mıntıkada metamorfik seri, Tersiyer ve lavlar olmak üzere üç cins kaya birimi ayırmak lazım geldiğini ifade etmektedir. Ayrıca metamorfik serinin Göynük Suyu Vadisi boyunca yüzeylediğini, burada Kös ve Göynük olmak üzere iki aflormanın olduğunu ifade etmektedir.

Erinç (1953), ***"Doğu Anadolu Coğrafyası"*** adlı eserinde bölgenin doğal ve beşeri özelliklerini incelemiştir. Bölgenin coğrafi gelişimi ve gerekse kırıklı yapılar hakkında ayrıntılı bilgi vermiştir. Bingöl yöresinde kıvrımların sıkışık sıralar meydana getirdiğini, yükseltinin oldukça fazla olduğunu belirtmiştir.

Nakoman (1968), ***"Karlıova-Halifan Linyitlerinin Sporo-Pollinik Etüdleri"*** adlı çalışmasında Karlıova-Bingöl karayolu üzerinde, oldukça geniş bir linyit havzasının bulunduğunu, sahada metamorfik kalker serinin yaşının Mesozoyik olduğu ve Göynük civarında iyi olarak görülebildiğini, Üst Miyosen bazaltının Halifan-Kürik hattının batısını tamamen kapladığını açıklamaktadır.

Arpat ve Şaroğlu (1972), ***"Doğu Anadolu Fayı ile İlgili Bazı Gözlem ve Düşünceler"*** adlı çalışmalarında; Doğu Anadolu'da Karlıova ilçesi ile Hazar Gölü arasında sol yanal atım özellikleri gösteren bir fay zonunun bulunduğunu, bu fay zonunun Güneydoğu Türkiye'de düşük açılı ters açılı fayı da meydana getirmiş olan sıkıştırma kuvvetlerinin etkisiyle geliştiğini, Doğu Anadolu Fayı'nın Göynük Vadisi'ndeki bölümünün Miyosen'den genç olduğunu ileri sürmektedir.

Seymen ve Aydın (1972), ***"Bingöl Deprem Fayı ve Bunun Kuzey Anadolu Fay Zonu ile İlişkisi"*** adlı çalışmalarında Karlıova-Göynük-Ağaçeli-Bingöl kırık hattının en az Kuzey Anadolu Fay Zonu kadar tehlikeli bir aktif zon olabileceği sonucuna

varmışlardır. Bu çalışma 22 Mayıs 1971 Bingöl Depreminin, Göynük Fay Zonu'nda meydana geldiğini, bu fayın Kuzey Anadolu Fay Zonu ile 55–60 derecelik bir açı yaptığını ve Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun ikincil faylanması sonucu oluştuğunu belirtmektedir.

Dewey ve diğ. (1986) "*Shortening of the Continental Litosfere: the Neotectonics of Eastern Anatolia-a Young Collision Zone"* adlı çalışmalarında Karlıova Havzası'nın Pliyosen-Kuvaterner dağ arası sedimanter havza olarak tanıtmıştır.

Şaroğlu ve Yılmaz (1986), *"Doğu Anadolu'da Neotektonik Dönemdeki Jeolojik Evrim ve Havza Modelleri"* adlı çalışma, Doğu Anadolu'da, Orta Miyosen'de başlayan neotektonik rejimin, bölgenin jeolojik gelişimini önemli ölçüde etkilediğini, sıkışma tektonik rejimi ile karakterize olan Doğu Anadolu'da, Neotektonik dönem boyunca kıvrımlar, bindirmeler, doğrultu atımlı faylar ve açılma çatlaklarının geliştiğini, Neotektonik dönem çökellerinin yaygın olarak görüldüğü bölgelerden birinin Bingöl-Karlıova yöresi olduğunu, bölgenin Alt Miyosen'den sonra kara haline geldiğini ifade etmektedir. Bu çalışmaya göre Karlıova-Bingöl Havzası, sol yönlü doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fayı ile sağ yönlü doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fayı'nın denetimlerinde açılan bir havza halinde gelişmektedir.

Şaroğlu (1985), *Doğu Anadolu'nun Neotektonik Dönemde Jeolojik ve Yapısal Evrimi'*ni incelemiştir. Bu çalışmaya göre Karlıova Havzası'nda sınırlı bir yayılışa sahip olan alüvyal yelpazesi niteliğindeki Boran Formasyonu, Pleyistosen'de gelişmiş, bu durum Karlıova Havzası'nın Pleyistosen'de dış drenaja açıldığını kanıtlamaktadır.

Şaroğlu ve diğ. (1987), "*Türkiye'nin Diri Fayları"* adlı çalışmalarında DAF'ın Karlıova-Bingöl arasındaki bölümünü ayrıntılı olarak incelemişlerdir. Bu çalışmaya göre DAF, Karlıova doğusunda, Kargapazarı yöresinde KAF ile kesişme noktasından başlamakta ve buradan itibaren KD-GB yönünde Bingöl doğusundaki Tarbasan köyüne kadar 65 km lik bir alanda belirgin olarak izlenmektedir. DAF Zonu boyunca fay breşi, fay aynası, ezik zonlar, fay-sed gölleri, ötelenmiş sırtlar-dereler, sıcak su kaynakları ve doğrultu atımlı fay morfolojisi çok belirgindir. KAF, Kargapazarı-Kazan arasında 30 km uzunluğunda 1,5 km genişliğinde olup vadileri sağa doğru ötelemiş ve drenaj ağını sınırlamıştır.

Tonbul (1990/a), "*Bingöl Ovası ve Çevresinin Jeomorfolojisi ve Gelişimi"* adlı çalışmasında inceleme alanında kalan Göynük Çayı Vadisi'nin Bingöl Ovası'nı

Karlıova'ya bağlayan bir boğaz vadi özelliği gösterdiğini, DAF Zonu içine yerleşmiş bir fay vadisi olduğunu, ayrıca sahada litoloji, fazla yamaç eğimi, genç tektonik hareketler ve seyrek haldeki bitki örtüsünün tahribi nedeniyle yaşanan kütle hareketlerinin yer yer büyük boyutlara ulaştığını, yerleşme ve beşeri faaliyetler üzerinde önemli sorunlar doğurduğunu belirtmektedir. Bu çalışma inceleme alanının jeomorfolojik oluşumu ve sistematik açısından önemli ipuçları vermektedir.

Tonbul (1990/b), ***"Bingöl Ovası ve Çevresi'nin İklimi"***, adlı çalışmasında Karlıova Havzası'nın KB-GD yönünde uzanan tektonik kökenli bir depresyon olduğunu belirtmektedir.

Tutkun ve Hannock (1990), "*Tectonics Landforms Expressing Strain at the Karliova Continental Triple Junction (E Turkey)"* adlı çalışmalarında Karlıova Havzası'nda faylanmaya bağlı olarak meydana gelen şekilleri incelemiş, havzanın doğusunda çek-ayır tipi bir oluşumun meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Şaroğlu ve Yılmaz (1991), "*Geology of the Karlıova Region: Intersection of the North Anatolian and East Anatolian Transform Faults"* adlı çalışmalarına göre; Karlıova Havzası Pliyosen'de KAF ve DAF'ın birleşmesiyle oluşmaya başlamıştır.

Tarhan (1991), "***Hınıs-Varto-Karlıova (Erzurum-Muş-Bingöl) Dolayındaki Neojen Volkanitlerinin Jeolojisi ve Petrolojisi***"ni incelemiş, inceleme alanının, Kuzey ve Doğu Anadolu transform fayları tarafından sınırlandırılmış levhaların birbirlerinden koptukları alanlar içerisinde bulunması ve kalın volkanik örtülerin tabanında daha yaşlı birimlerin (Paleozoyik-Mesozoyik-Tersiyer) yüzeylenimlerinin gözlendiği yer olması nedeniyle önem taşıdığını, çünkü geniş bir jeolojik zaman aralığını temsil eden kaya stratigrafi birimleri arasında kurulacak yapısal ve stratigrafik ilişkilerin bölgenin jeodinamik evrimine ışık tutacağını belirtmiştir.

Herece ve Akay (1992), ***"Karlıova-Çelikhan arasında Doğu Anadolu Fayı"*** adlı çalışmalarında Karlıova-Palu arasında DAF, Ilıca dolayında Göynük Vadisi'nin jeolojisine göre, Pliyosen yaşlı volkanit ve volkano-tortulların çökeliminden sonra hareket etmeye başlamıştır. Bu çalışmaya göre, DAF inceleme alanında geç Üst Pliyosen'den bu yana aktiftir.

Ardos (1984), Türkiye Ovaları'nın Jeomorfolojisi adlı çalışmasında Karlıova ve Göynük depresyonlarının tektonik genç çöküntülerle ortaya çıktığını, bölgedeki fayların, karasal Neojen Formasyonları'nı da (hatta Karlıova'da Pliyo-Kuvaterner) etkilediğini belirtmektedir. İnceleme alanında, KAF ile Kızıldeniz-Kahramanmaraş-

Karlıova Fayı kesişmektedir. Bu ovaların hemen hepsinin çevresi volkanitlerden, iç kısımları ise, karasal Neojen depolarından oluşmuştur. Kahramanmaraş-Karlıova Fayı, özellikle Göynük'te çok net olarak görülmektedir.

Tonbul (1996), "***Bingöl Dağı'nın Volkan Morfolojisi ve Volkanizma-Tektonik İlişkileri***"ni araştırmıştır. Bu çalışmaya göre; Bingöl Dağı, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Murat Bölümü içinde yer alan, Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı, kalkan veya tabla-kalkan şeklinde sönmüş bir volkanik dağdır. Üzerinde Pleyistosen glasyasyonu sonucunda oluşmuş çok sayıda göl bulunmaktadır. Kuzey Anadolu Fayı'nın Pleyistosen başlarında gençleşmesi kalderasıyla birlikte dağı güney kenarından yeniden kesmiş, fayın düşey atım kazanmasıyla dağın yaklaşık yarısı çökerek yok olmuştur.

Bu çalışmada Bingöl Dağı üzerindeki plato seviyeleri yaşlandırılmıştır. Bir bölümü inceleme alanı içinde kalan Bingöl Dağı ile ilgili önemli bilgiler vermektedir.

Tonbul (1997), ***"Bingöl Dağı'nda Buzul Şekilleri"*** adlı çalışmasında Doğu Anadolu'da Pleyistosende gelişmiş buzul şekillerinin en iyi görüldüğü yerlerden birinin Bingöl Dağı olduğunu belirtmiştir. Dağın 2650-2800 m'lerdeki en yüksek platolar bölümü ile bu platolar üzerindeki çökme kalderasının dış yamaçlarına karşılık gelen yaklaşık 70 km^2'lik bir kesiminin, Pleyistosen'de buzullaşmaya uğradığını, Bingöl Dağı'nın buzullaşma ve buzul şekilleri açısından dikkat eden çeken en önemli özelliklerinden birisinin de adına da yansıdığı gibi üzerinde buzullaşma sonunda meydana gelmiş çok sayıda sürekli ve mevsimlik gölün bulunduğunu vurgulamaktadır.

Bulut ve diğ. (2000), Erzurum-Bingöl karayolunda Karlıova yakınlarında Kalecik köyünde meydana gelen heyelanı incelemişlerdir. Bu heyelan yolu, yerleşmeyi ve ekonomiyi olumsuz etkilemiş, karayolu Kalecik köyü yakınlarında yer değiştirmiştir. Otlak alanlarını kullanılamaz hale getiren heyelan yer altı suyu, tektonik ve volkanik yapıdan dolayı meydana gelmiştir. Hareketin meydana geldiği yamaçta fosil heyelanlar bulunmaktadır. 1966 yılında meydana gelen heyelandan sonra Kalecik köyünün yeri değiştirilmiştir.

Emre ve diğ. (2005), ***12 ve 14 Mart Karlıova Depremlerinin*** Türkiye'nin en önemli iki transform fayı olan Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ile Doğu Anadolu Fayı'nın (DAF) birleşme bölgesi yakın batısında meydana geldiğini, Anadolu Levhası'nı sınırlandıran bu iki fay doğusunda kalan Doğu Anadolu'da K-G yönlü sıkışmalı tektonik rejim egemen olup KD-GB uzanımlı aktif tektonik yapılar sol yönlü doğrultu atımlı, KB-GD uzanımlı olanlar sağ yönlü doğrultu atımlı faylar, D-B uzanımlı olanlar

ise ters fay veya bindirmelerle karakterize edildiğini, KAF ve DAF arasında kalan Erzincan-Karlıova-Bingöl üçgeninin Anadolu Levhası'nın en doğu ucunu oluşturduğunu, iki transform arasında, çapraz fay sistemlerinin gelişmiş olduğu bu alanın Türkiye'de aktif fay yoğunluğunun en fazla olduğu bir bölgeye karşılık geldiğini ifade etmektedir.

Koçyiğit (2005), ***"2005.03.12–14 Kızılçubuk (Karlıova-Bingöl) Depremleri"***ni incelemiş, bu çalışmaya göre her iki depremin episantırı, Karlıova İlçesi'nin kuzeybatısında ve 17 km uzağında yer alan Kızılçubuk köyü yakın çevresidir. Depremler sonucunda çoğunluğu kerpiç ve yığma taş olarak yapılmış 1000'nin üzerinde yapı ağır hasar görmüş, can kaybı olmamıştır. Genelde tüm Doğu Anadolu'da yaygın konut türünün tek ya da iki katlı kerpiç ve taş yığma yapılardan oluştuğunu, yerleşmelerin ise hemen hemen % 90'nı suya doygun, pekişmemiş, fay denetimli alüvyon zeminler üzerinde, bazen de doğrudan fayın üzerinde ya da ona çok yakın kurulduğunu bu nedenle depremin yıkıcı etkisinin arttığını belirtmektedir.

Sever (2005), Erzurum-Bingöl karayolunda ulaşımı güçleştiren coğrafi etmenleri incelemiş, Doğu Karadeniz'i Güney ve Güneydoğu Anadolu'ya bağlayan en ekonomik güzergâhın bu yol olduğu, ancak meydana gelen heyelanlar nedeniyle karayolunun Kalecik köyü yakınlarında yer değiştirdiği, Sudurağı köyünde de karayolunun heyelan tehdidi altında bulunduğunu belirtmiştir.

Günek (2006), ***"Murat Nehri Havzasının (Fırat) Su Potansiyeli ve Değerlendirilmesi"*** adlı çalışmaya göre; Bingöl Ovası'nın kuzeyindeki sahaların sularını toplayan Göynük Çayı'nın akım katsayısı 0,60 ve düzensizlik katsayısı ise 54,9'dur.

Sezer (2008), ***Karlıova (Bingöl) Yöresinin Depremselliğini*** incelemiş, bu çalışmaya göre 100 yıl içinde gerçekleşmesi muhtemel depremlerin maksimum magnitüdü Karlıova (Bingöl) deprem yöresinde 7.9 M, 7.5 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlama süresi 56 yıl, 7.5 M büyüklüğündeki bir depremin 2025 yılı öncesinde gerçekleşme ihtimali ise % 36'dır.

Herece (2008), ***"Doğu Anadolu Fayı Atlası"*** nda çalışma alanının en önemli tektonik öğesi olan DAF'ın Göynük Bölütünü incelemiş, bölütün birden fazla kırıktan meydana gelen bir zon şeklinde olduğunu, yanal ötelenme değerinin 13.5-15.5 km arasında değiştiğini, inceleme alanında Kuzey Anadolu Fayı'nın doğu uzantıları olan Toklular ve Bahçeköy Bölütleri'nin belirgin bir çizgisellik oluşturduklarını tespit

etmiştir. Bahçeköy Bölütü'nün DAF içinde meydana gelen sol-yanal hareketlerden dolayı kuzeye doğru önce Toklular sonra da Ilıpınar (KAF) Bölütü'ne doğru geçtiğini ifade etmektedir.

Akyüz ve diğ. (2009), ***"Kuzey Anadolu Fay Zonu Üzerindeki Yedisu Sismik Boşluğu ve Karlıova Fayı (Bingöl) Üzerinde Paleosismolojik ve Morfotektonik Araştırmalar"*** adlı çalışmalarında Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun doğu kesiminde, Erzincan Havzası'nın doğusu ile Bingöl'e bağlı Karlıova'nın kuzeyindeki Kargapazarı köyleri arasında kalan alanda fay konumu ve segmentasyonu, hava fotoğrafları ve görüntüler yardımıyla sonra arazide morfolojik ve jeolojik veriler yardımıyla haritalamış, ötelenmiş yapıları belirlemiştir. Bu çalışma sonucunda Erzincan Havzası'nın doğusundan itibaren, Kargapazarı'na kadar olan KAFZ kesimi Yedisu Segmenti, Elmalı Segmenti ve Ilıpınar Segmenti olarak haritalanmıştır.

Hubert-Ferrari ve diğ. (2009), ***"Long-Term Evolution of the North Anatolian Fault: New Constraints From its Eastern Termination"*** adlı çalışmalarında Karlıova Üçlü Eklemi çevresinde yaptıkları çalışmalarında Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun 12 milyon yıl önce oluştuğunu, üçlü eklemin doğusunda bulunan Bingöl Dağı'nın ürünlerinin 50 km ötede bulunan Turna Dağı'nı oluşturduğunu, KAF'a bağlı olarak Ilıpınar Fayı boyunca akarsularda meydana gelen ötelenmenin 3 km'yi bulduğunu belirtmişlerdir.

Akyüz ve diğ. (2010), ***"Karlıova Üçlü Eklemi Civarında Göynük Fayı (Bingöl) ve Varto Fayı'nın (Muş) Morfotektoniği, Fay Geometrisi ve Kayma Hızı"*** nı incelemiş, Karlıova Üçlü Eklemi olarak bilinen ve dünyada kara üzerinde örneği az bulunan bir yapının iki önemli öğesi, Göynük Fayı (Bingöl) ve Varto Fayı (Muş) ile civarının ana ve ikincil yapıları ve bunların morfolojideki etkilerini araştırmışlardır. Yapılan morfometrik incelemeler neticesinde KAFZ ve DAFZ arasında gelişmiş olan Bahçeköy ve Toklular Fayları'nın aktivitesinin oldukça fazla olduğu, bu bölgedeki drenaj alanları üzerinde yapılan morfometrik analizler güncel akarsu sisteminin Bahçeköy ve Toklular Fayları'nın kontrolünde geliştiğini ortaya çıkarmıştır. Ayrıca bu faylar üzerinde yaklaşık 1,5 km'lik kümülatif ötelenmelere sahip dereler olduğu anlaşılmıştır.

Aksoy ve diğ. (2011), Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin kuzeydoğu bölümündeki travertenleri incelemiş, inceleme alanına çok yakın bir sahada yer alan Hacılar sırt tipi traverten sahasında, günümüzden en azından yaklaşık 7 ka önce traverten çökeliminin

başlamış olduğunu, ayrıca fayın dallanması nedeniyle çizgisel dizilimli heyelanların ve uzamış sırtların yaygın olduğunu ifade etmişlerdir.

Kavak ve Toprak (2012), Halifan (Karlıova) linyit sahasını incelemiş, yüksek kül içeriği ve düşük kömürleşme sürecinin kömür sahasının kullanım potansiyelini azalttığını ileri sürmüşlerdir.

Şaroğlu (2012), "*Morfotektonik"* adlı çalışmasında birbirleriyle kesişen ve hareket yönleri farklı olan iki doğrultu atımlı fayın dar açısı içinde geliştiğinden havzayı oluşumuna göre **Karlıova tipi havza** olarak adlandırmıştır.

Akyüz ve diğ. (2012), "***Kuzey Anadolu Fay Zonu Üzerinde (KAFZ) Ilgaz (Çankırı), Karlıova (Bingöl) Arasındaki Ötelenmiş Morfotektonik Yapıların Yaşlandırması ile Uzun Dönem Kayma Hızının Belirlenmesi"*** adlı raporlarında çalışma alanında yer alan Dörtyol (Çatak) köyünde karmaşık bir akaçlama sahasının bulunduğunu, çizgisel vadilerin, basınç sırtlarının önemli morfotektonik yapılar olduğunu belirtmişlerdir. Ancak araştırıcılar "V tipi vadilerin içerisinde yaşlandırma yapılabilecek flüvyal çökelmenin (taraça oluşumunun) gerçekleşmediği kanaatine ulaşmışlardır.

Duman ve Emre (2013), DAF'ın Karlıova ile Antakya arasında Karlıova, Ilıca, Palu, Pötürge, Erkenek, Pazarcık ve Amanos Segmentleri'nden oluştuğunu, Karlıova Segmenti'nin KAF ile DAF'ın kesiştiği yerden başladığını, Sakaören ile Boncukgöze köyleri arasında basit doğrultu atım özellikleri gösterdiğini, fayın izinin Sakaören ile Serpmekaya arasında alüvyal ovalar ve alüvyal fanlar, taze fay aynaları ile belirgin olduğunu ifade etmektedir.

Kösebalaban ve diğ. (?), ***Bingöl Karlıova-Derinçay Havzası'nın Linyit Potansiyeli ve Değerlendirilmesi*** adlı raporlarında havzanın Afşin-Elbistan Havzası'ndan sonra Doğu Anadolu Bölgesi'nin en büyük linyit havzası olduğunu, Bingöl-Karlıova linyitlerinin gecikmeden yapılacak bir termik santralde yakıt olarak kullanılmasının öncelikle bölge ve dolayısı ile ülkemiz ekonomisine önemli katkı sağlayacağını, kömürlü Pliyosen serisinin tabanını Miyosen dönemi sonunda meydana gelen yoğun volkanik aktivite ile oluşmuş kalınlıkları 50-100 m'ye ulaşan bazalt, andezit ve trakit akıntılarının oluşturduğunu ifade etmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM

2. JEOLOJİK ÖZELLİKLER

Jeoloji veya yapısal özellikler jeomorfolojik özelliklerin kazanılmasında etkili olan en önemli faktörlerden biridir. Yapının rölyef şekilleri üzerindeki etkisi, hem mevcut kayaçların farklı fiziksel ve kimyasal özellikleriyle, hem de onları meydana getiren tabakaların kıvrımlı, kırıklı, monoklinal özellikte oluşlarıyla gerçekleşmektedir (Hoşgören, 1993).

Yapısal etki, flüviyal topoğrafyanın evrimi bakımından da önemlidir. Zira herhangi bir alanın şekillenmesi, genel aşınma için birer yerel taban seviyesi oluşturan ve aynı zamanda meydana gelen enkazın taşınması konusunda birer mecra rolü oynayarak aşınmanın devamını sağlayan vadilere göre yönlenir. Sonuçta belli yapılar üzerinde akarsu şebekesinin yapı hatlarına uyumu dolayısıyla, aşınımın evrimine paralel olarak belli topoğrafya şekilleri meydana gelir (Erinç, 2000).

Yapıyı meydana getiren birimlerin farklı oluşum zamanları ve fasiyes özelliklerinin yanısıra, formasyonları meydana getiren kayaçların çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri birbirinden farklı aşınım ve birikim şekillerinin oluşumuna zemin hazırlayarak morfolojik gelişim üzerinde etkili olmuştur. Rölyef şekillerinin meydana gelişinde etkili olan kayaç ve strüktür özellikleri, sertlik, geçirimli veya geçirimsiz oluşları, aşınmaya karşı gösterdikleri direnç gibi özelliklerdir. Bu özelliklerin, yamaçların oluşumunda, akarsu yataklarının kazılmasında büyük bir etkisi olduğu ve bu etkilerin aşınma evresinin başlangıç, olgunluk ve ihtiyarlık safhalarında değiştiği belirtilmektedir. Litolojik yapı aynı olsa bile farklı iklim bölgelerinde farklı yer şekilleri oluşmaktadır (Yalçınlar, 1969).

Karlıova Havzası Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nün doğusunda yer almaktadır. Doğudan Bingöl Dağı, kuzeyden Karagöl, güneyden Şerafettin ve kuzeybatıdan Şeytan Dağları ile çevrili olan havzada Paleozoyik'ten Kuvaterner'e kadar farklı dönemler içinde oluşmuş jeolojik formasyonlar bulunmaktadır. İnceleme alanında yüzeylenen jeolojik birimler Paleotektonik ve Noetektonik olmak üzere iki farklı dönem içerisinde incelenmiştir.

Karlıova Havzası'nda KAFZ ve DAFZ arasındaki topoğrafya güncel tektonizmanın denetiminde gelişmektedir. Karlıova Havzası'nın batısında, Toklular ve

Bahçeköy Fayları boyunca tektonizna etkisiyle meydana gelen sarplıkları görmek mümkündür. Aynı zamanda bu iki faya bağlı olarak akarsu havzalarında ve vadi yamaçlarında belirgin bir asimetri meydana gelmiştir. DAF çalışma alanındaki önemli akarsulardan olan Göynük Çayı'nın havzasında bu durumu oluşturmuştur.

Neotektonik dönemde meydana gelen düşey ve yatay hareketler drenaj şebekesini de etkilemiştir. Faylanmalar ve değişen eğim şartları sonucunda ana çizgileri ile ışınsal karakter gösteren bir drenaj tablosu ortaya çıkarmıştır. Bazı akarsular Kuzey Anadolu Fay Zonu boyunca olduğu gibi ya ötelenmelere uğramış veya rift vadilerine uymuştur (Erinç, 1993). İnceleme alanında ana akarsularda bu durum belirgin olarak görülmektedir. Karlıova Havzası ve çevresinde, dağlık alanlarda faylar ve bindirmelere bağlı olarak yükselme ve alçalmalar meydana gelmiş olup, fay zonları boyunca göller (sag-pond), çizgisel dizilimli heyelanlar yaygınlık göstermektedir.

2.1. Litostratiğrafik Birimler

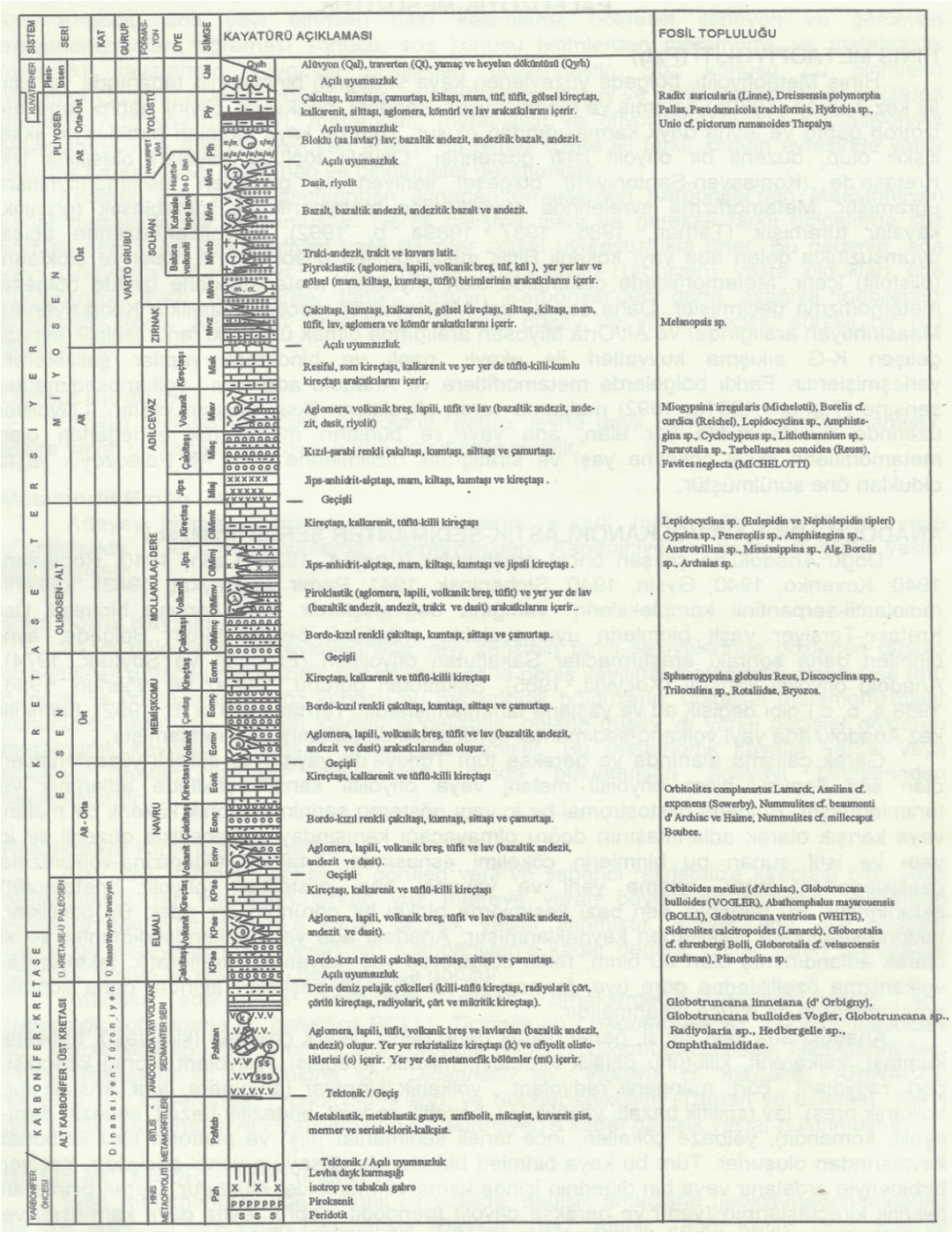
İnceleme alanında görülen stratigrafik (litolojik) birimler yaşlıdan gence doğru özetlenmiş olup, bu birimler oluşum dönemleri de dikkate alınarak Paleotektonik ve Neotektonik dönem birimleri olarak gruplandırılmıştır.

2.1.1. Paleotektonik Dönem Litostratigrafik Birimleri

Karlıova Havzası ve çevresinde bu döneme ait kaya birimlerini Paleozoyik ve Tersiyer'in Neojen dönemine kadar olan kayaçlar oluşturmaktadır. Paleozoyik yaşlı peridoditler, mermer ve şistler, ofiyolitler, rekristalize kireçtaşları, Paleosen-Eosen yaşlı kireçtaşı, marn, çakıltaşı, lav, proklastik kayaçlar, Oligosen yaşlı çakıltaşı, kireçtaşı, marn bu döneme ait litolojik birimleri oluşturmaktadır (Şekil 10, 11).

2.1.1.1. Paleozoyik (Pre-Karbonifer-Prekambrien?)

Kuzeybatıda ve güneybatıda görülen Paleozoyik yaşlı birimler, Karlıova Havzası'nda sınırlı bir yayılışa sahip olup, havzanın kuzeybatısında KAF'ın Ilıpınar Bölütü'ne paralel olarak yüzeylenmektedir. Bu birimler ayrıca havzanın güneybatısında Göynük köyü ile Hacılar köyü arasında yayılış göstermektedir.

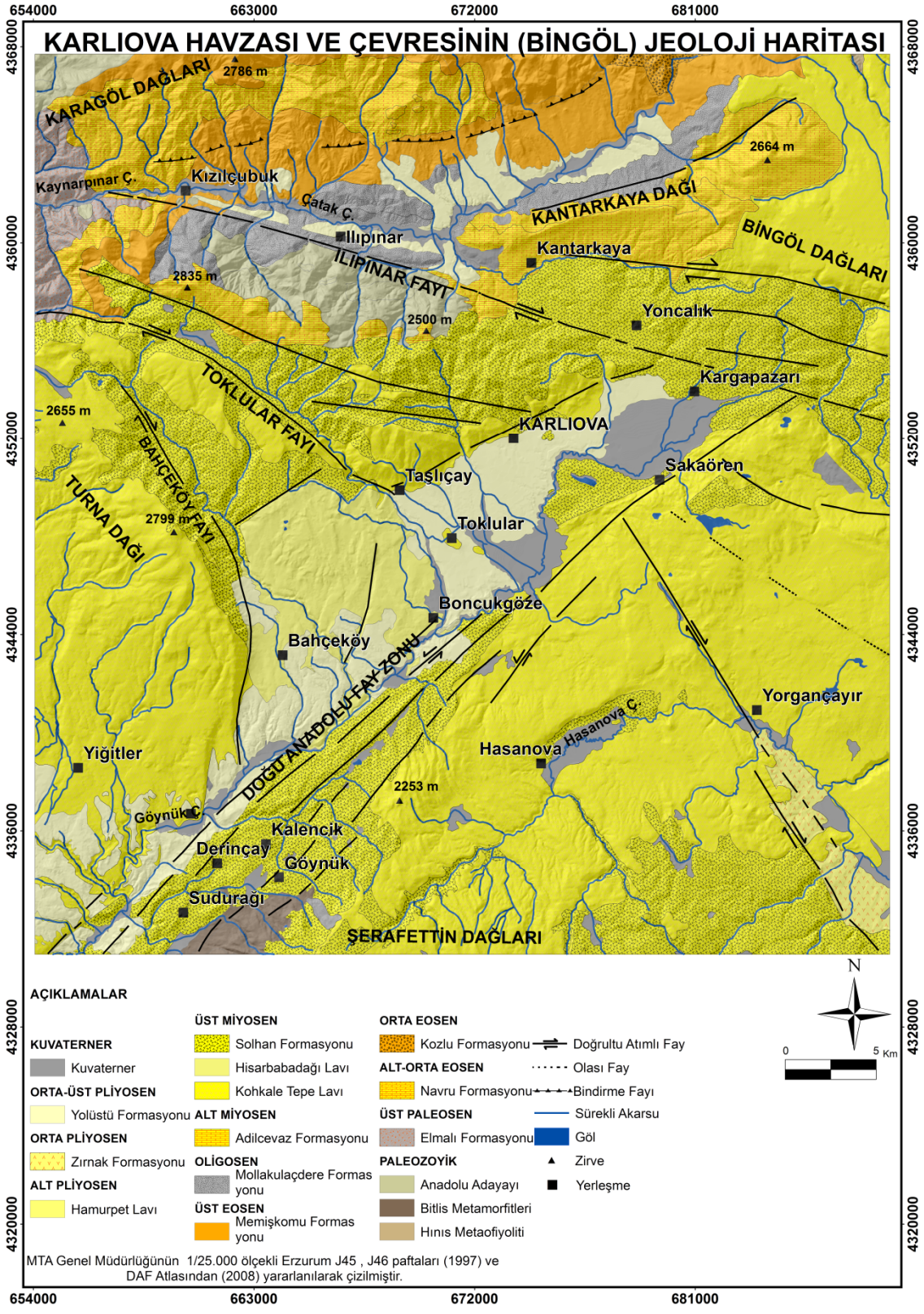


Şekil 10. Bingöl-Kiğı-Karlıova dolayının genelleştirilmiş dikme kesiti (Tarhan, 1997)

2.1.1.1.1. Hınıs Metaofiyoliti (Pre-Karbonifer-Prekambrien?)

Hınıs Metaofiyoliti'ni ilk kez Tarhan (1989) adlamış ve tanımlamış olup, formasyon bölgede yüzeylenen kaya stratigrafi birimlerinin tabanında yer almaktadır. Hınıs Metaofiyoliti, peridodit, piroksenit, olivinli gabro ve levha dayk karmaşığından

oluşmaktadır (Tarhan, 1997:4). İnceleme alanında bu formasyonun yayılışıı sınırlı olup, kuzeydoğuda yüzeylenen peridotitler bu birime aittir.



Şekil 11. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) jeoloji haritası

2.1.1.1.2. Anadolu Ada Yayı (Paleozoyik)

Tarhan (1997), birimi ilk kez Anadolu Ada Yayı volkano-sedimanter serisi şeklinde adlamış ve tanımlamıştır. Formasyon genel olaral derin deniz çökelleri (kireçtaşı), rekristalize kireçtaşı, volkanik kireçtaşı, ofiyolit ve mermer bloğundan oluşmaktadır. Anadolu Ada Yayı birimlerinden alınan örneklerden Karbonifer'den Maastrihtiyen'e kadar değişik yaşlar bulunmuştur. Formasyonu oluşturan birimler Karlıova Havzası'nın kuzeyinde yüzeylenmiştir. Bu formasyon üzerinde tektonik ve yüksek eğime bağlı olarak adalar halinde heyelanlı sahalar görülmektedir. Formasyonu oluşturan litoloji üzerinde akarsular derin vadiler oluşturmuştur (Şekil 11).

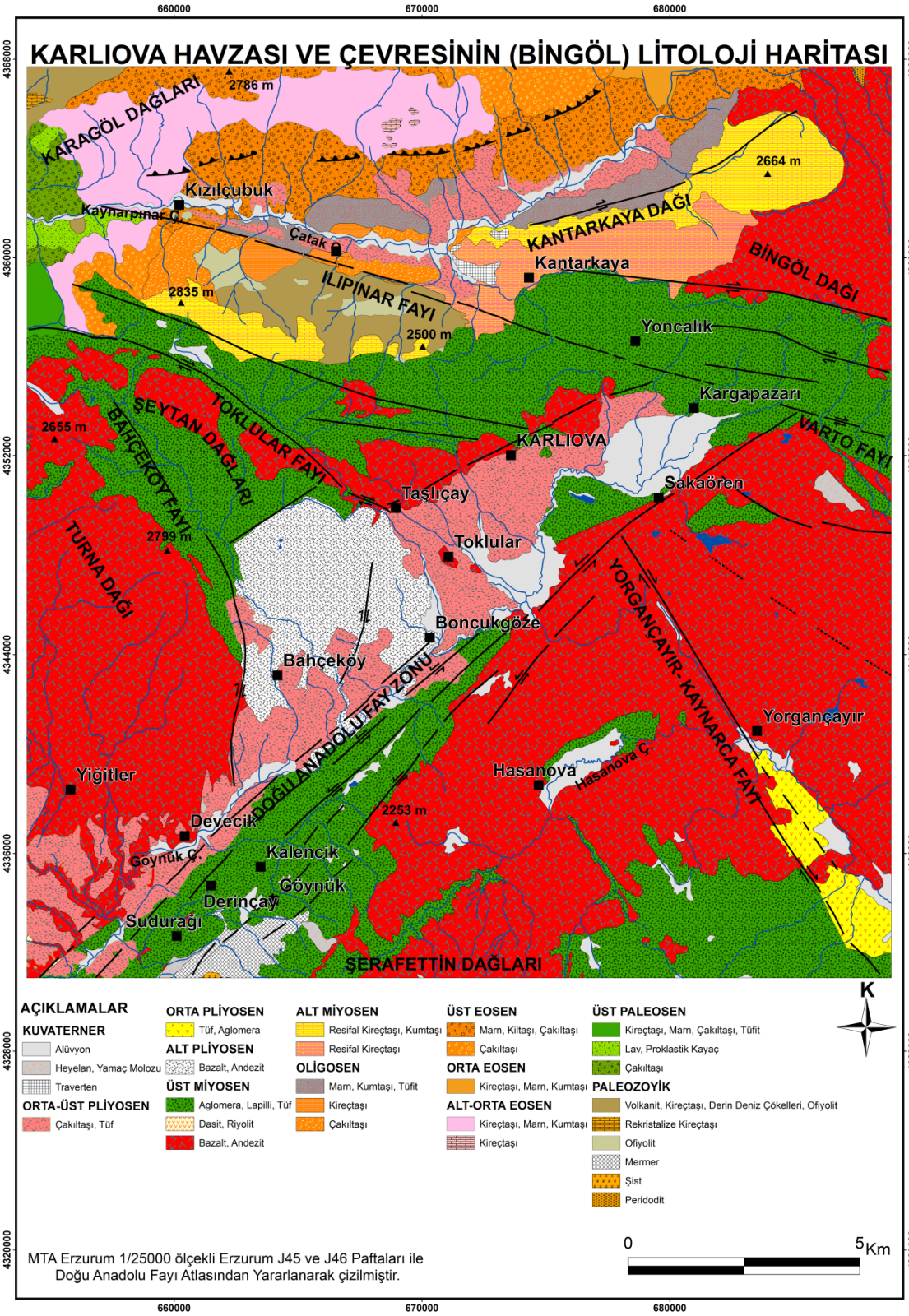
2.1.1.1.3. Bitlis Metamorfikleri (Paleozoyik)

Bitlis Metamorfikleri çok ayrıntılı bir şekilde değişik amaçlarla (jeoloji-maden tektonik) birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır (Baykal;1947; Altınlı, 1966). İnceleme alanında birimi ilk kez Pamir ve Baykal (1943) adlandırmıştır. Tarhan (1997), Bitlis Metamorfikleri'nin güneye doğru Arap Platformu'nun Tersiyer yaşlı sedimanları üzerine şarye olduğunu, alt ve üst birlikten oluşmuş, üst birliğin alt birlik üzerine uyumsuzlukla geldiğini belirtmiştir.

Herece (2008), Arabistan Plakası'nın kuzeydeki uzantısı olarak yorumlanan Bitlis napının orta-yüksek dereceli metamorfik temel ile Paleozoyik yaşlı örtü ünitelerinden oluştuğunu, Bitlis Napı'nın temel kayalarının (Hizan Metamorfitleri) Pan-Afrikan temele karşılık geldiğini, temel ve örtünün son metamorfizmasının güney Neotetis'in kapanması ile ilgili olduğunu ifade etmektedir.

Bitlis Metamorfikleri inceleme alanında hâkim kaya türüne dayanılarak mermer ve şist olmak üzere iki üye halinde haritalanmıştır (Tarhan,1997:6). Mermer üyesi, yer yer koyu siyah renkli, kalsit damarlı mermerler ve yer yer de dolomitik mermerlerden oluşup, güneybatıda Göynük köyü ile Hacılar köyü arasında yüzeylenmektedir (Şekil 12).

Fay zonu içinde olmaları nedeniyle son derece ezik, breşik bir yapı kazanmış olan mermerlerin bu yapısı, hidrotermal akışkanların dolaşımı ve yüzeye yükselimi için uygun ortam oluşturmaktadır. Dolayısıyla, çoğunlukla mermerlerden oluşan Bitlis Metamorfikleri'nin, traverten oluşumunu sağlayan sıcak sular için hazne kaya görevi gördüğü söylenebilir (Aksoy ve diğ. 2011:13).



Şekil 12. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) litoloji haritası

Bitlis Metamorfikleri, Hacılar köyünde sırt tipi traverten oluşumuna olanak sağlamışlardır. Bu sahada faylanmaya bağlı olarak Solhan Volkanitleri ile metamorfikler yan yana gelmiş olup, Göynük Fayı'nın etkisiyle yoğun olarak heyelan yaşanmaktadır (Foto 1, 2, 3).

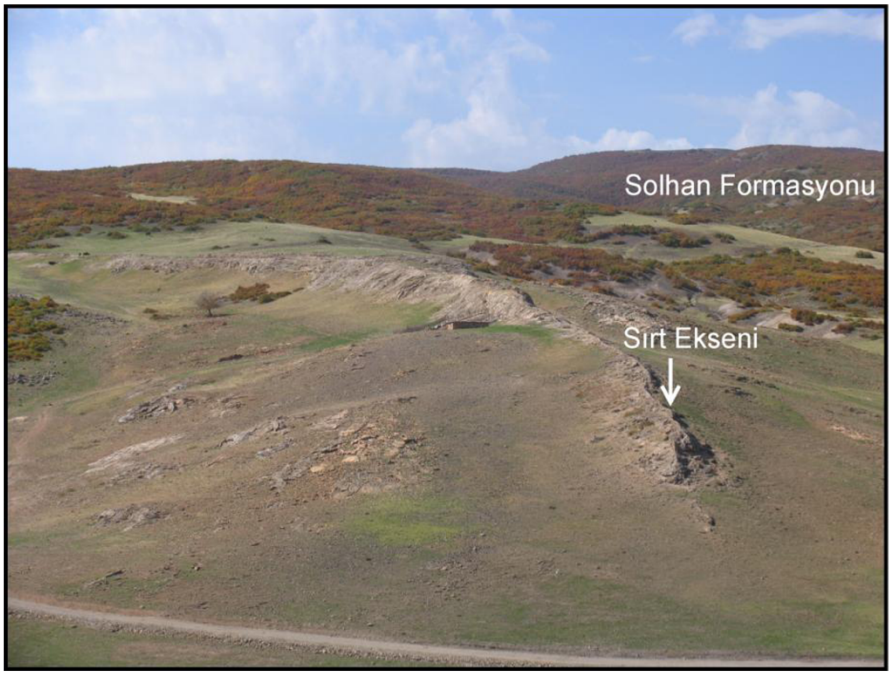


Foto 1. Hacılar köyünde Bitlis Metamorfikleri'ne bağlı olarak oluşan traverten (Aksoy ve diğ. 2011)



Foto 2. Göynük Çayı Vadisi'nde litoloji ve Doğu Anadolu Fayı'na bağlı olarak Hacılar köyünde meydana gelen çizgisel dizilimli heyelanlar



Foto 3. Göynük Fayı, Hacılar köyünde Solhan Formasyonu ile Bitlis Metamorfikleri'nin yanyana getirmiş, fayın aktifliği heyelana neden olmuştur.

Bitilis Metamorfikleri üyesi olan şistler, metamorfizmanın az etkili olduğu kesimlerde kalkşist, çamurtaşı, fillat, sleyt, klorit şist ve metavolkano-klastik kayalardan

(tüfit, kristalli tüf, aglomera, volkanik breş) oluşmaktadır. Metamorfizmanın daha etkili olduğu kesimlerde ise proksen-mikalı mermer, granatlı kuvarsit şist, amfibolşist, amfibolit, gnays gibi kayalardan oluşmaktadır. İnceleme alanında şistler, güneybatıda Hacılar ile Göynük köyleri arasında yüzeylenmektedir.

Bitlis Metamorfikleri'nin yaşı Karbonifer-Üst Kreatese olarak verilmiştir (Tarhan, 1997:6). Bitlis Metamorfikleri çalışma alanında yaklaşık 8 km^2'lik alan kaplamaktadır.

2.1.1.2. Tersiyer-Paleojen

Karlıova Havzası ve çevresinde Üst Maastrihtiyen-Alt Miyosen zaman aralığında oluşmuş formasyonlar birbirleriyle düşey ve yanal geçişlidir. Aynı havzada çökelmiş olan formasyonlar, kızıl şarabi renkli kaba kırıntılı çakıltaşı, kireçtaşı ve volkanit üyelerini içeren Elmalı, Navru, Kozlu, Memişkomu, Mollakulaçdere Formasyonları'ndan oluşmaktadır. Üst Maastrihtiyen-Alt Miyosen zaman aralığında çökelmiş birimler yer yer yerli ve yabancı olistolitlerini içermektedir. Bu özellikleri ile yer yer bloklu bir seri görünümü arz etmektedir. Alt-Orta Miyosen aralığında tabanındaki birimlerle birlikte ekaylı, naplı ve bindirmeli yapılar geliştirmiştir. Bu tektonik yapılar, Üst Miyosen yaşlı Solhan ve Zırnak Formasyonları tarafından ayrı ayrı uyumsuzlukla örtülmektedir (Tarhan, 1997:6).

2.1.1.2.1. Elmalı Formasyonu (Üst Paleosen)

Elmalı Formasyonu, Tarhan ve diğerleri (1991/a) tarafından tanımlanmıştır. Formasyon tüflü kireçtaşı, kiltaşı, marn, kumtaşı, çakıltaşı, çamurtaşı, lav ve proklastik malzemeden oluşmaktadır. Tüm bu kaya türleri birbirleriyle düşey ve yanal geçişli olan formasyon, Bitlis Metamorfitleri'ni, Hınıs Metaofiyoliti'ni ve Anadolu Ada Yayı volkano-sedimanter serisini uyumsuzlukla örter. Üste doğru Eosen yaşlı Navru Formasyonu'na düşey yönde tedrici olarak geçen Elmalı Formasyonu ofiyolit, metamorfit ve adayayı birimlerinin kırıntı, çakıl ve bloklarını içermektedir (Tarhan, 1997:7). İnceleme alanında formasyonun çakıltaşı, volkanit ve kireçtaşı üyesi ayırtedilmiştir. Çakıltaşı üyesi kızıl şarabi renkli çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı kaya birimlerinden oluşmakta olup, yanal yönde merceklenen marn, tüfit, kireçtaşı, lav ve proklastik ara seviyelerini kapsamaktadır (Tarhan, 1997:7) . Alt dokanağında Refahiye Ofiyolit Karmaşığı'nı açısal olarak uyumsuzlukla örter; üst dokanağında ise Navru

Formasyonu ile uyumsuz olarak örtülür. Akarsu ortamında üyenin yaşı konusunda veri yoktur. Elmalı Formasyonu'nun tabanını oluşturduğundan yaşı geç Maastrihtiyen olmalıdır (Herece, 2008:37). Çakıltaşı üyesi inceleme sahasının kuzeybatısında Peri Suyu Vadisi boyunca yüzeylenmektedir (Şekil 12).

Volkanit üyesi, lav (bazaltik andezit, andezit, trakit, dasit riyolit) ve proklastik kayaçlardan (aglomera, tüfit, volkanit breş) oluşmaktadır (Tarhan, 1997:7). Elmalı Formasyonu'nu oluşturan litolojilerle yanal ve düşey yönde ilksel ilişkilidir. Birim alt dokanağında çakıltaşı üyesiyle yanal ve düşeyde geçişlidir. Üst dokanağında ise Refahiye Ofiyolit Karmaşığı tarafından tektonik olarak üzerlenir (Herece, 2008:39). Kuzeybatıda Peri Suyu'nun çalışma alanını terkettiği sahada yüzeylenmektedir.

Kireçtaşı üyesi gri-bej renkli, ince-orta katmanlı kireçtaşlarından oluşmaktadır. Birimin yaşı Üst Maastrihtiyen-Üst Paleosen olmalıdır (Tarhan, 1997:7). Birimin içerisinde yer yer kalın mercek ve ara katkılar olarak resifal kireçtaşları yer almaktadır. Alt dokanağında çakıltaşı üyesiyle yanal ve düşeyde geçişlidir. Üst dokanağında batıda Navru Formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülürken, kuzeyde Refahiye Ofiyolit Karmaşığı tarafından tektonik olarak üzerlenir (Herece, 2008:39). Havzanın kuzeybatısında Halil Tepe'nin batısında yüzeylenmektedir.

2.1.1.2.2. Navru Formasyonu (Alt-Orta Eosen)

Navru Formasyonu, tüflü kireçtaşı, çakıltaşı, marn, çamurtaşı ve tüfitten oluşmaktadır. Formasyon içinde inceleme alanında yalnızca kireçtaşı üyesi ayırtedilmiş olup, yer yer lav ve piroklastik ara katkılı ve ince-orta tabakalıdır. Bitlis Metamaorfitleri'nin, Ovacık Ofiyoliti'nin ve Refahiye Ofiyolit Karışığı'nın kırıntı, çakıl ve bloklarını kapsamaktadır. Kapsamındaki kireçtaşı üyesinden alınan yaşlara göre Erken-Orta Eosen yaşlıdır (Tarhan, 1997:7). Formasyonu oluşturan kayaçlar, Karlıova Havzası'nın kuzeyinde; Ilıpınar köyünün batısında ve Alacakar Tepe'nin güneyinde yüzeylenmektedir.

2.1.1.2.3. Kozlu Formasyonu (Orta Eosen)

Birim çakıltaşı, kumtaşı, kalkarenit, kiltaşı, tüfit, kireçtaşı, lav ve proklastik kayaç türlerinden oluşmaktadır. İnceleme alanında kireçtaşı üyesi ayırtedilmiştir. Kireçtaşı üyesi farklı düzeylerinde görülen ince-orta katmanlı, bej-gri, boz renkli, yer yer marn, kumtaşı, kalkarenit ara katkılarını içeren kireçtaşlarından oluşmakta olup,

Orta Eosen (Lütesiyen) yaşlıdır. Birim yer yer az miktarda volkanit ara katkı içermektedir. Tabanındaki peridoditleri açısal uyumsuzlukla örter. Üste doğru Memişkomu Formasyonu'na tedrici geçiş gösterir (Tarhan, 1997:5). Araştırma sahasının kuzeyinde yüzeylenen bu formasyon üzerinde derin vadiler oluşmuştur.

2.1.1.2.4. Memişkomu Formasyonu (Üst Eosen)

Birim, çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, kalkarenit, kireçtaşı, kiltaşı, marn, tüfit, lav ve proklastik kayaçlardan oluşmaktadır. Bitlis Metamorfitleri'nin, Hınıs Metaofiyoliti'nin ve ada yayı birimlerinin kırıntı, çakıl ve bloklarını içermektedir. Navru Formasyonu ile uyumlu ve geçişli olan bu birim, ince-orta katmanlı, çoğunlukla bordo-kızıl renkli kaba kırıntılı kayaçlardan oluşmaktadır. Formasyonu oluşturan kayaçlar Karagöl Dağları'nın güneyinde yüzeylenmektedir.

2.1.1.2.5. Mollakulaçdere Formasyonu (Oligosen)

Birimi ilk kez Tarhan (1989) adlamıştır. Formasyon marn, kiltaşı, kumtaşı, tüflü marn, kireçtaşı, tüfit, çamurtaşı, lav ve piroklastik kayaçlardan oluşmaktadır. Bitki, kömür kırıntı ve ara katkılarını içermektedir. Formasyon bölgede farklı çökelme ortamlarını (karasal, evaporit, denizel) temsil eden kaya birimlerinden oluşmaktadır. Bitlis Metamorfikleri'nin, Hınıs Metaofiyoliti'nin ve Ada Yayı birimlerinin kırıntı, çakıl ve bloklarını içermektedir. Mollakulaçdere Formasyonu, Memişkomu Formasyonu ile uyumlu ve geçişlidir. Üste doğru Adilcevaz Formasyonu'na düşey yönde tedrici olarak geçer. Mollakulaçdere ve Adilcevaz Formasyonları, çökelme ortamları ve kaya türü özellikleri bakımından büyük benzerlikler göstermektedir. Genellikle kireçtaşı mercekleri, marn ve evaporit çökellerinden oluşmaktadır. Formasyonun farklı düzeylerinde bordo-kızıl renkli kaba kırıntılar ve jips-anhidrit-tuz ara katkıları gözlenmektedir. Çakıltaşı üyesi kızıl-şarabi renkli ve yer yer de sarımtırak yeşil renkli gözlenen çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşından oluşmaktadır (Tarhan, 1997:8). Bu birimi kuzeyde Peri Suyu Vadisi boyunca görmek mümkündür. Bu litoloji üzerinde taraça sistemleri oluşmuştur. Kireçtaşı üyesi gri-bej, ak-boz renkli, yer yer marn, çakıltaşı, kumtaşı ara katkılarını içeren orta–kalın katmanlı, genellikle som kalkarenit, çakıllı-kumlu-tüflü kireçtaşlarından oluşmaktadır (Tarhan, 1997:8). Kireçtaşı üyesi Karlıova Havzası'nın kuzeyinde, Ilıpınar köyünün kuzey ve güneyinde yüzeylenmektedir (Şekil 12).

2.1.1.3. Tersiyer-Neojen

Karlıova-Varto arasındaki bölgede, Alt Miyosen sonrası çarpışmaya (veya sıkışmaya) bağlı olarak gelişmiş, K-G sıkışma kuvvetleri kıta kabuğu kalınlaşmasına, ekaylı ve bindirmeli yapıların gelişmesine neden olmuştur. Bu olaylar sonucunda, kıta kabuğu derine gömülerek, yatay gerilim fayları (detachment faulls) gelişir. Yatay gerilim faylarına koşut olarak, alt kabukta basınç azalması ve kısmî ergime gerçekleşir. Aynı zamanda, Neojen magmatizmasının yüzeye çıkarılmasını sağlayacak, zayıflık zonları gelişmiştir (Tarhan, 1991/b:1). Bu nedenle Neojen dönemi daha çok volkaniklerle karakterize edilir. İnceleme alanında yüzeylenen Adilcevaz Kireçtaşları bu döneme aittir.

2.1.1.3.1. Adilcevaz Kireçtaşları (Kreatese-Tersiyer)

Adilcevaz Kireçtaşları birimini ilk kez Demirtaşlı ve Pisoni (1965), Akay ve diğerleri (1989) ile Tarhan (1989/a) Adilcevaz Formasyonu olarak adlamışlardır. Doğu Anadolu'da geniş bir yayılımı olan formasyonun tip yeri Karlıova-Çat-Aşkale Havzaları'dır (Tarhan, 1997:8). Birim kireçtaşı ve killi kireçtaşlarıyla temsil edilmekte olup, tabanında kumlu kireçtaşı düzeyleri bulunmaktadır.

Alttaki temel üzerine uyumsuz olarak oturmuş ve batıya doğru kalınlığı iyice azalmıştır. Birimin alt bölümü karasal koşullarda, üst bölümü ise sığ denizel ortamda çökelmiştir (Herece, 2008:71). Kireçtaşı üyesi, araştırma sahasında kuzeydoğuda Kantarkaya köyünde, Tavla Tepe'de ve batıda Toklular Fayı'nın kuzeyinde yüzeylenmektedir (Şekil 11, 12, Foto 4).

Üst Maastrihtiyen-Alt Miyosen zaman aralığında çökelmiş birimlerden oluşmaktadır. Bu yapılar Üst Miyosen yaşlı Solhan ve Zırnak Formasyonları tarafından ayrı ayrı örtülür (Tarhan,1997:6). Birimin kalınlığı geçirdiği aşınmaya bağlı olarak değişmektedir (Herece, 2008:71)



Foto 4. Tavla Tepe'de Adilcevaz Kireçtaşları yüzeye çıkmaktadır

2.1.2. Neotektonik Dönem Litostratigrafik Birimleri

Bu döneme ait ürünler daha çok volkaniklerle temsil edilmektedir. Bu dönemde doğrultu atımlı faylara bağlı olarak yüzeye çıkan volkanikler, litolojiyi oluşturmaktadır.

2.1.2.1. Solhan Formasyonu (Üst Miyosen)

Birimi ilk kez Şaroğlu ve Güner (1981) Solhan Volkanitleri, Akay ve diğerleri (1989), Tarhan (1989) Solhan Formasyonu olarak tanımlamışlardır. Volkanitler, yer yer tortul ara katkılar kapsayan bazalt, andezit ve piroklastiklerden oluşan birim, geniş alanlarda yüzeylenmektedir (Foto 5, 6). Formasyonun tipik kesit yeri Bingöl ilinin doğusundaki Solhan ilçesidir. Birimin alt bölümü gölsel çökellerden, orta bölümü piroklastik ara katkılı göl çökellerinden ve üst bölümü ise volkanitlerden oluşmaktadır. Alt dokanağında kendisinden daha yaşlı birimler üzerine açısal uyumsuz olan formasyon, üst dokanağında Erken Pleyistosen çökellerle uyumsuz olarak örtülür (Herece, 2008:73). Formasyonu oluşturan kayaçlar Göynük Çayı Havzası'nda Yiğitler ve Bahçeköy'ün kuzeyinde, Soğukpınar, Kaynak ve Boncukgöze köylerinde yüzeylenmektedir (Şekil 11, 12). Fay zonu boyunca meydana gelen yüksek eğim değerlerine, Solhan Formasyonu'nu oluşturan tüfler de eklenince Göynük Çayı Vadisi boyunca kütle hareketleri artmaktadır.



Foto 5. Kaynak köyü güneyinde Solhan Formasyonu'na ait bazaltlar

Solhan Volkanitleri, tektonik yönden çok etkin bir zon olan Doğu Anadolu Fayı ile Kuzey Anadolu Fayı'nın birleşme noktasının güneyinde yer aldığı için tektonik ve aşınmanın ortak etkisiyle, birincil konum ve morfolojik özelliklerini önemli ölçüde kaybetmiştir. Solhan ilçesinin kuzeyinde aşınmış ve fazla bir belirtisi kalmamış bir çıkış yeri bu volkanizma için çıkışlar sağlamış bir kaldera artığı niteliğindedir. Bingöl'ün kuzeyinde yer alan bu volkanizmaya ait olan andezit ve trakitlerin genel görünüşü dom morfolojisini andırmaktadır (Şaroğlu, 1985:75). Herece (2008), Solhan Formasyonu'nun yaşını Pliyosen olarak vermektedir.

Saha ve petrokimyasal verilerin ışığında, çalışma alanında ve Doğu Anadolu'da yaygın Neojen Volkanitleri'nin oluşumunun bir yitim kuşağına bağlı olarak bir dalma-batma zonu üzerinde gelişmediği; Alt Miyosen sonrası çarpışma (veya sıkışma) hareketlerinin Doğu Anadolu'da oluşturduğu kabuk kalınlaşması sonucunda gelişmiştir (Tarhan, 1991/b:57). Çalışma alanında heyelanların % 50'si bu formasyonu oluşturan litoloji üzerinde görülmektedir (Foto 6).



Foto 6. Devecik köyünde Solhan Formasyonu'na ait tüfler üzerinde meydana gelen bir heyelan

2.1.2.2. Hisarbabadağı Lavı (Üst Miyosen)

Adını tip yeri olan Hisarbaba Dağı'ndan almaktadır. Formasyon grimsi-boz renkli, lökokrat minerallerce zengin riyolit ve dasit bileşimli lavlardan oluşmaktadır (Tarhan, 1997:10). Formasyonu oluşturan kayaçlar DAF Zonu boyunca yüzeylenmektedir.

2.1.2.3. Kohkale Tepe Lavı (Üst Miyosen)

İlk kez Tarhan (1989) tarafından adlandırılan bu birimin çıkış yeri Bingöl Dağı Volkanı'dır. Koyu-siyah renkli, kompakt, genellikle levhamsı bir yapı göstermektedir. Kayaç türleri bazalt, bazaltik andezit, andezitik bazalt, andezit olarak belirlenmiştir. Bingöl Dağı Volkanı'nın Üst Miyosen'de çıkardığı lavlara karşılık geldiği gözlenmiştir. Akıcılığı nedeniyle uzaklara gitmiş bir lav akıntısı şeklindedir. Sözkonusu lava eşdeğer olan, Bingöl Dağı Volkanı'ndan çıkan lavların Solhan Formasyonu içinde yaygın ara katkıları gözlenmektedir (Tarhan, 1997:10). Yapısını kalkerlerin oluşturduğu tabakaları güneydoğuya dalışlı Tavla Tepe'nin (2664 m) doğu eteklerine doğru doğudan batıya doğru akmış olan bazalt lavları bu formasyonun üyeleridir (Tonbul, 1996:315).

Çalışma alanında en geniş alan kaplayan formasyondur. Formasyonu oluşturan kayaçlar, Kartal Tepesi'nin batısında, Karlıova Havzası'nın güneyinde, doğusunda ve Tavla Tepe'nin doğusunda yüzeylenmektedir. Çalışma alanında haritalanan heyelanların % 35'i bu formasyona ait litoloji üzerinde meydana gelmiştir. Ferrari ve diğerleri (2009) , inceleme alanının batısında yer alan Turna Dağı'nın Bingöl Dağı kalderasından 50 km uzakta olmasına rağmen Bingöl Dağı'na benzer stratigrafik yaşa sahip volkanik kayaçlardan oluştuğunu ve dağın Bingöl Dağı volkanizması ile oluştuğunu ileri sürmektedir.

2.1.2.4. Hamurpet Lavı (Alt Pliyosen)

Birimi ilk kez Tarhan (1989, 1991 a/b) adlamıştır. Hamurpet Lavı siyahımsı-gri, grimsi-turuncu renkli, yer yer gözenekli bloklu lavlardan ve yer yer soğuma sütunlu levhamsı lavlardan oluşmaktadır. Bazaltik andezit, andezitik bazalt, andezit, hornblend-epidoandezit, kuvarslatit lavlar bu formasyonu oluşturmaktadır (Foto 7). Lavlarda iddingsitlesme yaygındır.



Foto 7. Kaynak köyü yakınlarında Hamurpet Lavı Formasyonu'nu oluşturan kayaçlar

Üst Miyosen yaşlı Varto Grubunu uyumsuzlukla örten bu formasyon, Orta-Üst Pliyosen yaşlı Yolüstü Formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülür. Olasılıkla, okyanusal ve kıtasal kabuğun kısmi ergimesinden oluşmuştur. Genellikle kırık, çatlak ve yarık çıkışlı lavları oluştururlar. Stratigrafik olarak Alt Pliyosen yaşta olduğu düşünülmektedir (Tarhan, 1997:10). Formasyonu oluşturan kayaçlar inceleme alanında Boncukgöze köyünün kuzeybatısında ve Kaynak köyünde geniş alanda yüzeylenmektedir (Şekil 11, 12).

2.1.2.5. Zırnak Formasyonu (Orta Pliyosen)

İlk kez İlker (1966) tarafından adlandırılan birim, yer yer piroklastik kayaç (tüf, lapilli, aglomera, volkanik breş) lav ve kömür ara katkılarını içermektedir (Zırnak Kömürleri). Zırnak Formasyonu, Doğu Anadolu Fayı boyunca Solhan Volkanitleri'ni, Adilcevaz Kireçtaşları'nı ve metamorfik kayaları örtmektedir. Solhan Formasyonu ile düşey ve yanal geçişlidir. Pliyosen yaşlı Hamurpet Lavı ve Yolüstü Formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülür (Tarhan, 1997:9). Doğu Anadolu Fayı'nın batısında da Karlıova Volkanitleri'ni örten dokanağını bu alanda ayırmak oldukça zordur. Karlıova Volkanitleri ile dokanağı genellikle faylıdır (Şaroğlu, 1985:161). İnceleme alanının güneydoğusunda Varto Havzası'na geçişte bu formasyonu oluşturan kayaçlar yüzeylenmektedir.

2.1.2.6. Yolüstü Formasyonu (Üst Pliyosen)

Birimi ilk kez Tarhan (1989, 1991 a/b) adlamış ve tanımlamıştır. Birim çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı, marn, tüflü marn, kiltaşı, tüfit ve gölsel kireçtaşlarından oluşmaktadır. Yer yer kömür ve aglomera ara katkılarını içeren formasyon gölsel ortamda çökelmiştir (Halifan-Göynük Kömürleri; Tarhan ve diğ. 1991). Formasyonun taban bölümlerinde transgresyona ve tavan bölümünde de regrasyona karşılık gelen kaba kırıntılı kayaçlar (çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı) gözlenmektedir. Alt Pliyosen yaşlı Hamurpet Lavı'nı ve Üst Miyosen yaşlı Varto Grubu'nu uyumsuzlukla örtmektedir.

Nakoman (1968), Karlıova Havzası'nda gölsel ve kömür içerikli birimlerin varlığına değinmiştir. Kömürden tayin ettiği polenlere dayanarak, kömür ara katkılı birimlere Orta-Üst Pliyosen yaşını vermiştir. Gerek polen yaşları gerekse saha gözlem ve verileri ile stratigrafik konumu göz önüne alınarak Yolüstü Formasyonu'na Orta-Üst Pliyosen yaşı verilmiştir (Tarhan, 1997:11). Birim içindeki çökel kayalar Halifan

köyünde (Derinçay) tip kesit verirler, bu aradaki çökellerin içinde kömürler bulunmaktadır (Foto 8).



Foto 8. Halifan (Derinçay) köyünde yer alan linyit havzası

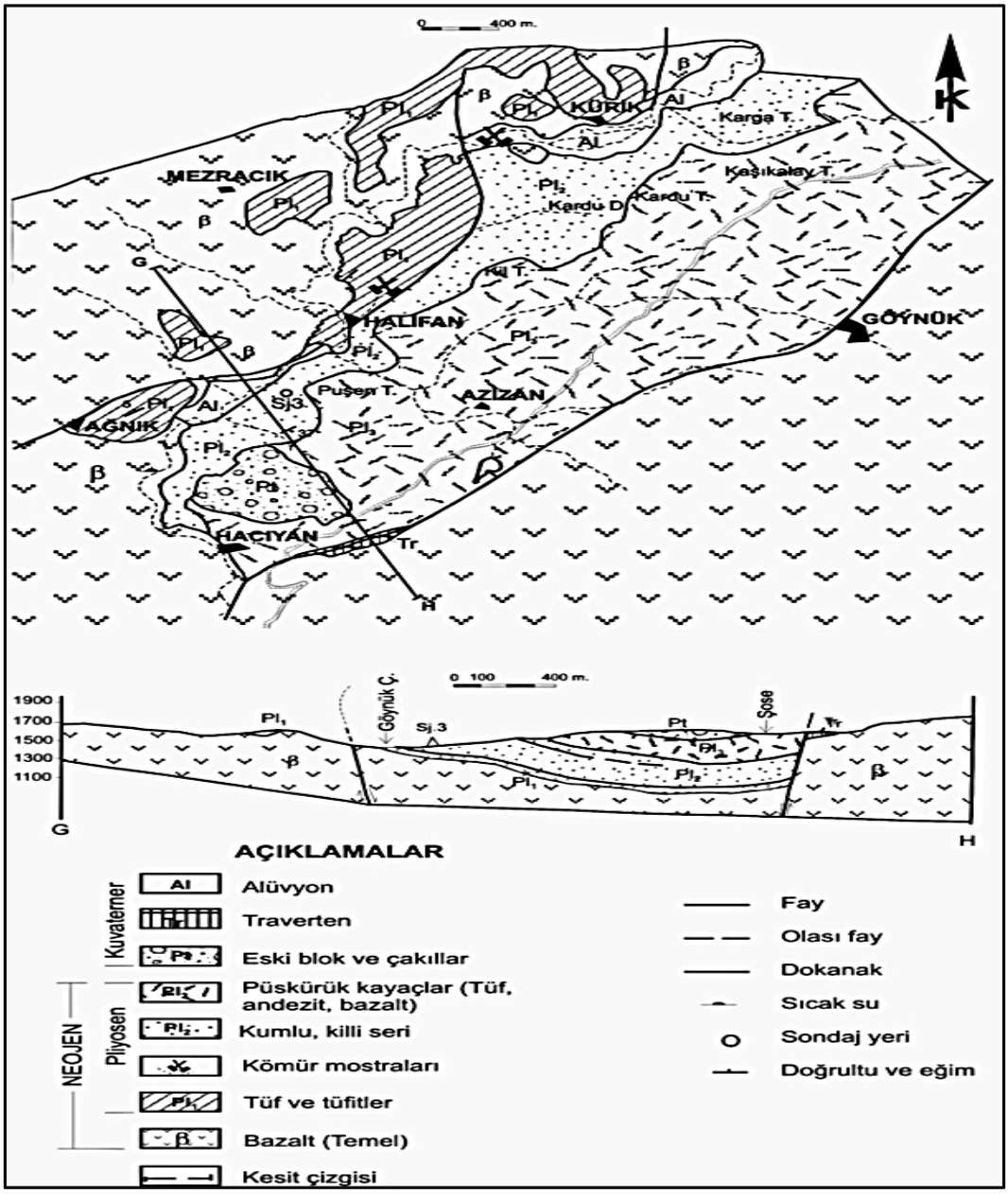
Çalışma alanında kömürleşme, Neotektonik dönemde meydana gelmiştir. Orta Miyosen'deki kıta-kıta çarpışması sonucunda K-G yönlü kompresif tektonizma etkisi altında sıkışmaya bağlı olarak bölgede topoğrafya hızlı bir şekilde dalgalanmaya başlamış ve bu dalgalanmaya bağlı olarak gelişen sırtlar ayrı ayrı havzaların oluşmasına yol açmıştır. Kıta kabuğu kalınlaşmasına bağlı olarak hızlı bir aşınma olmuştur. Kömürleşme, sığ göl fasiyesinin baskın olduğu bu dağlar arası havzada, kıyı fasiyesinin yer değiştirmesine bağlı olarak meydana gelmiştir. Bölgedeki tektoniğe bağlı olarak kıta kabuğu kalınlaşması sonucu Pliyosen'de volkanik etkinlik gelişmiş ve Pliyosen sonlarından itibaren de hızlı bir aşınma olmuş bunun sonucu olarak Neojen serilerinin büyük bir kesimi aşınmıştır. Orta Pleyistosen'de meydana gelen volkanizma ile volkanikler sahanın büyük bir kesimine yayılmış ve Neojen birimlerinin üzerini örtmüşlerdir. Pliyosen'de bataklık olan alan su altında kalmış ve epirojenik hareketler çökelmelerde devreselliklere neden olmuştur. Pliyosen esnasında ve sonrasında volkanizma faaliyetleri sürmüştür. Kömürlü Pliyosen üzerinde kalınlığı 40 m'yi bulan bazalt akıntıları görülmektedir. Andezit, bazalt ve tüfler Pliyosen'i uyumsuz olarak

örtmektedir. Sahada Pliyosen yaşlı seriler daha çok NE-SW yönlüdür. Bölge Pliyosen sonunda oldukça etkili faylanmalara maruz kalmıştır. NE uzantılı Göynük Fayı Mesozoyik yaşlı kristalize kireçtaşları ile Pliyosen'i yan yana getirmiştir. Bu fay iki ayrı rölyefin sınırını oluşturmaktadır. Bölgenin yüksek yerlerinde metamorfik seriler, daha alçak platolarda ise Pliyosen serileri bulunmaktadır. Kuzeyde Göynük Çayı boyunca, fay etkisi ile temel bazaltları, kömürlü seri ile kontak oluşturur şekildedir (Şekil 13). Atımı yaklaşık 100 m'ye varan bu fay Kürik-Azizan köyleri arasındaki hattın doğusunda kömür horizonunun daha derinlerde bulunmasına sebep olmuştur (Gümüşsu, 1984).

Kömürlü Pliyosen serisinin tabanını Miyosen dönemi sonunda meydana gelen yoğun volkanik aktivite ile kalınlıkları 50–100 m'ye ulaşan bazalt, andezit ve trakit akıntıları meydana getirmektedir. Taban volkanitleri üzerine uyumsuz olarak gelen Pliyosen serileri aglomera ve breşlerle başlar. Yukarıya doğru silt, kum, çakıl, tüf ve tüfit seviyelerinin ardalanması ile devam eder. Kömür bu birimlerin hemen üzerinde çökelmiştir. Kömür kalınlığı 4-13 m arasında değişmekte olup ortalama kalınlık 8,5 m dir (Kavak ve Toprak, 2012:25-27). Kömür yatağının işletilmesi için termik santral yapılması planlanmaktadır. Formasyonu oluşturan birimler, Göynük Çayı Havzası'nda Yiğitler köyünün güneyinde Göynük, Sudurağı ve Cilligöl'ün kuzeyinde, Boncukgöze köyünün kuzey ve batısında yüzeylenmektedir.

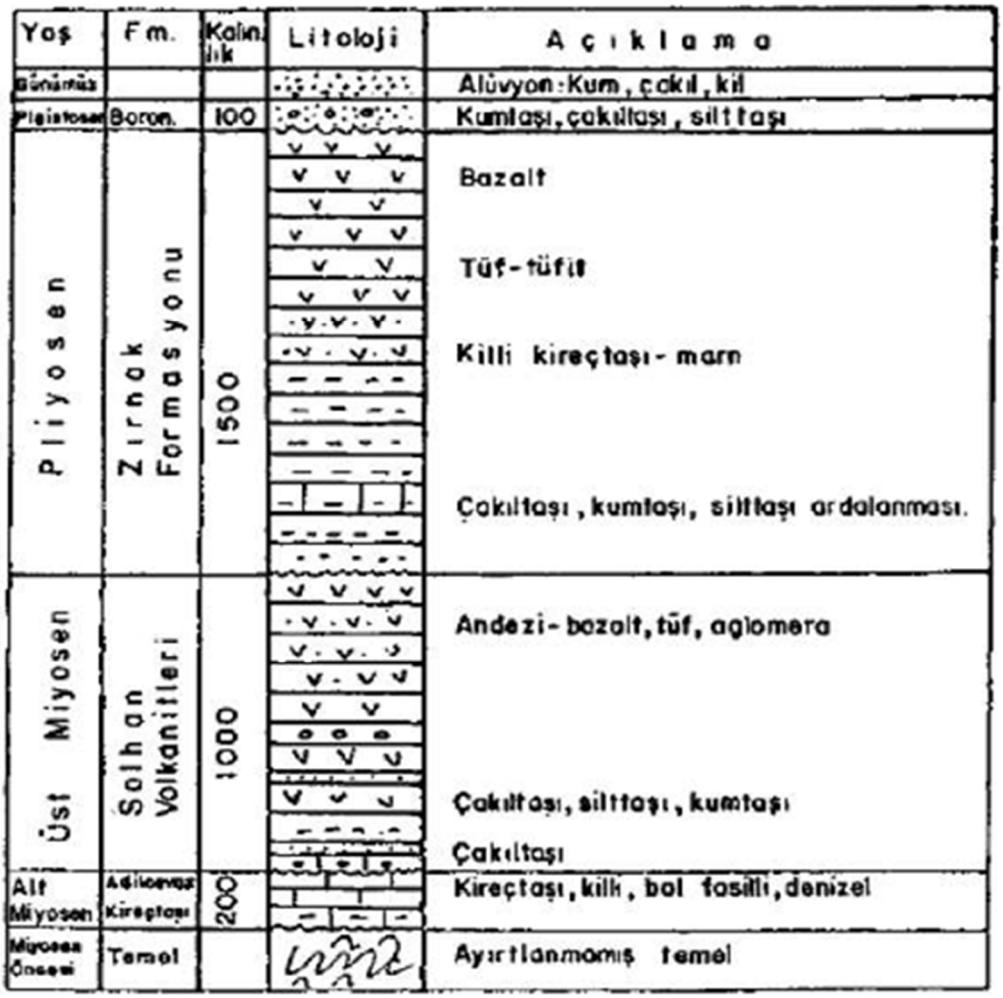
2.1.3. Kuvaterner

Karlıova Havzası ve çevresinde Kuvaterner yaşlı birimler alüvyon, traverten, yamaç molozu ve heyelandan oluşmaktadır (Şekil 14). Alüvyonlar, Göynük Çayı ve Peri Suyu Vadileri boyunca, Karlıova Havzası'nın tabanında, havzanın gerisinde yer alan birikinti koni ve yelpazelerinde yüzeylenmektedir. Göynük Çayı'nın yatağının genişlediği Kıraçtepe, Boncukgöze, Karabalçık ve Devecik köylerinde dağlık alanlardan taşınan malzeme vadi yatağına birikmesi, bu sahada vadinin alüvyonla kaplı olmasını sağlamıştır. Karlıova Havzası'nın kuzeyinin sularını drene eden Peri Suyu Vadisi'nin tabanı alüvyonla kaplıdır. Kuzeydoğuda Peri Suyu'nun inceleme alanına girdiği sahadan çalışma alanını terk ettiği sahaya kadar vadi tabanı genişliği bazı yerlerde 500 m'yi geçmektedir. Tabanda örgülü mecraya sahip olan akarsuların menderesli vadileri, alüvyonlarla kaplıdır.



Şekil 13. Halifan kömür sahasının kesiti (Kavak ve Toprak, 2012)

Karlıova Havzası'nın hemen gerisinde yer alan dağlık alan ile havza arasındaki geçiş zonundaki en geniş Kuvaterner oluşumlarına rastlanır. Burası geniş bir ***piedmont*** alanıdır. Pleyistosen başlarında alanın toptan yükselmesi fluviyal aşındırmayı hızlandırmış ve dağlık alanlardan taşınan materyaller etekde birikerek bu geniş birikinti yelpazesi kuşağını oluşturmuştur. Dağlık sahaya intikal alanında görülen diğer Kuvaterner oluşumları alt yamaç sınırlarında oluşmuş kolüvyal depolardır.



Şekil 14. Karlıova Yöresi'nin stratigrafik kesiti (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986)

Kaynağını dağlık alanlardan alan mevsimlik akarsuların ana akarsuya kavuştukları sahalarda oluşan küçük koniler de alüvyondan oluşmaktadır. Kuvaterner birimlerinden yamaç molozu güneybatıda Göynük köyü çevresinde ve Göynük Çayı Vadisi'nde görülür. Yine Bahri Gölü'nün doğusunda DAF'a bağlı olarak meydana gelen yüksek eğime, litolojinin uygun olması eklenince yamaç molozu oluşumu meydana gelmektedir. Havzanın kuzeyinde Çatak ile Kantarkaya köyü arasında Kuvaterner birimlerinden traverten taraçaları bulunmaktadır (Foto 9). Kantarkaya köyünde kireçtaşları üç seviye halinde basamaklar oluşturmuş olup, traverten sahasından Ilıpınar Fayı geçmektedir.



Foto 9. Kantarkaya köyünde görülen traverten taraçaları

Karlıova Havzası'nda Kuvaterner genç birimleri içinde akarsu taraça depoları da yer alır. Göynük Çayı ve Peri Suyu Vadileri'nin yamaçlarında sınırlı bir yayılışa sahip olan karasal taraça depolarının oluşumu ile iklim değişikleri eşliğinde meydana gelen yükselmenin oluşturduğu yerel taban seviyesi değişimi etkili olmuştur.

Herece (2008), Kuvaterner üyelerini Bahçeköy Formasyonu olarak tanıtmıştır. Çakıltaşı, kumtaşı ve miltaşından oluşan birim DAF'ın batısında Karlıova dolayında ve Göynük batısında yüzeylenmektedir. Formasyonun tipik kesit yeri Bahçeköy yol yarmalarıdır. Alt dokanağında Solhan Formasyonu üzerinde açılan uyumsuzlukla gelen formasyon Holosen yaşlı alüvyonlarla uyumsuz olarak örtülür. Yanal yönde kalınlığı en çok 30 m dolayındadır. Olasılıkla Erken Pleyistosen yaşlı olup, akarsu sığ göl ortamında çökelmiştir. Önceki çalışmalarda Şaroğlu (1986) tarafından Boran Formasyonu olarak adlandırılan 100 m kalınlığında kumtaşı, çakıltaşı, silttaşı ile tutturulmamış kum, kil ve siltlerden oluşan alüvyon yelpazesi niteliğinde, Karlıova düzlüğü ve Boran (Boncukgöze) köyünde yüzeylenmiş birim Herece (2008) tarafından Alt Pleyistosen yaşlı Bahçeköy Formasyonu'na dahil edilmiştir.

2.2. Tektonik Özellikler ve Jeolojik Gelişim

Karlıova Havzası ve çevresinin yapısını çeşitli yaş ve özellikte birimler oluşturmaktadır. Bu birimler Paleozoyik'ten günümüze kadar tektonik olayların etkisine bağlı olarak kırıklı bir yapı kazanmıştır. Ülkemizde önemli havzaların oluşmasına olay Arabistan Levhası ile Anadolu Levhaları'nın Bitlis Kenet Kuşağı boyunca Orta-Üst Miyosen'de çarpışmasıdır. Çarpışma öncesine kadar olan dönem Paleotektonik, çarpışma sonrası dönem ise Neotektonik dönem olarak ayrılmıştır.

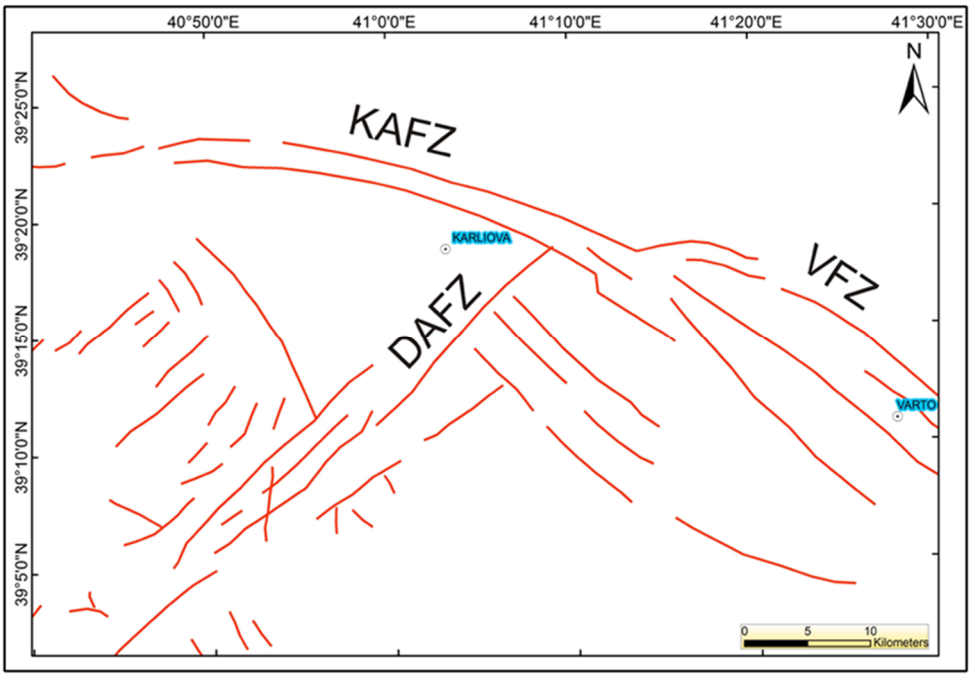
Tetis Okyanusu'nun güney kenarını oluşturan Bitlis Okyanusu'nun Arabistan-Avrasya Levhaları arasındaki çarpışmayla Neotektonik dönem başlamış, bu süreç neotektonik dönemi karakterize eden D-B kıvrımlar, bindirmeler ve doğrultu atımlı faylar oluşmuştur (Akyüz ve diğ. 2010:2). İnceleme alanını kateden KAF, DAF ve diğer faylar Neotektonik dönemde ortaya çıkmış olup, havzanın şekillenmesinde önemli rol oynamıştır. Büyük ölçüde havzanın bugünkü yapısını kazanması Neotektonik dönemde olmuştur. Bu dönemde faylarla kesilen dağlık alanlar yükselmiş, çarpılmış, fay hatları boyunca magma çıkışları yaşanmıştır. Genç oluşumlu magma çıkışlarına bağlı olarak volkanik platolar geniş alan kaplamaktadır.

2.2.1. Kırıklı Yapılar

Karlıova Havzası, KAF ile DAF ve Varto Zonları'nın yaklaşıp kesiştikleri bir sahada yer almaktadır. Bu alan Karlıova Üçlü Eklemi olarak da adlandırılan ve dünyada kara üzerinde örneği az bulunan bir yapıdır (Akyüz ve diğ. 2010: 1)

Havzanın oluşumunda kuzey ve güneyden havzayı sınırlandıran doğrultu atımlı faylar önemli bir rol oynamıştır. Karlıova Havzası ve çevresi levha sınırları, fay geometrisi ve hareket mekanizmaları hakkında önemli ipuçları vermektedir.

İnceleme alanında Üst Maastrihtiyen-Alt Miyosen ve daha yaşlı birimlerde gözlenen yaklaşık D-B, K-G, KD-GB ve GB-KD yönlü kalıntı faylar olasılıkla Üst Maastrihtiyen-Alt Miyosen yaşlı birimler içerisinde yaygınca gözlenen volkanitlerin çıkışlarına olanak sağlamış faylar olması muhtemeldir. Paleotektonik döneme ait olan bu yapıların yanında Neotektonik dönemde KAF ve DAF ortaya çıkmıştır (Tarhan, 1997:2, Şekil 15).



Şekil 15. Şaroğlu'na (1985) göre inceleme alanı ve yakın çevresindeki faylar (Akyüz ve diğ. 2010'dan)

2.2.1.1. Doğrultu Atımlı Faylar

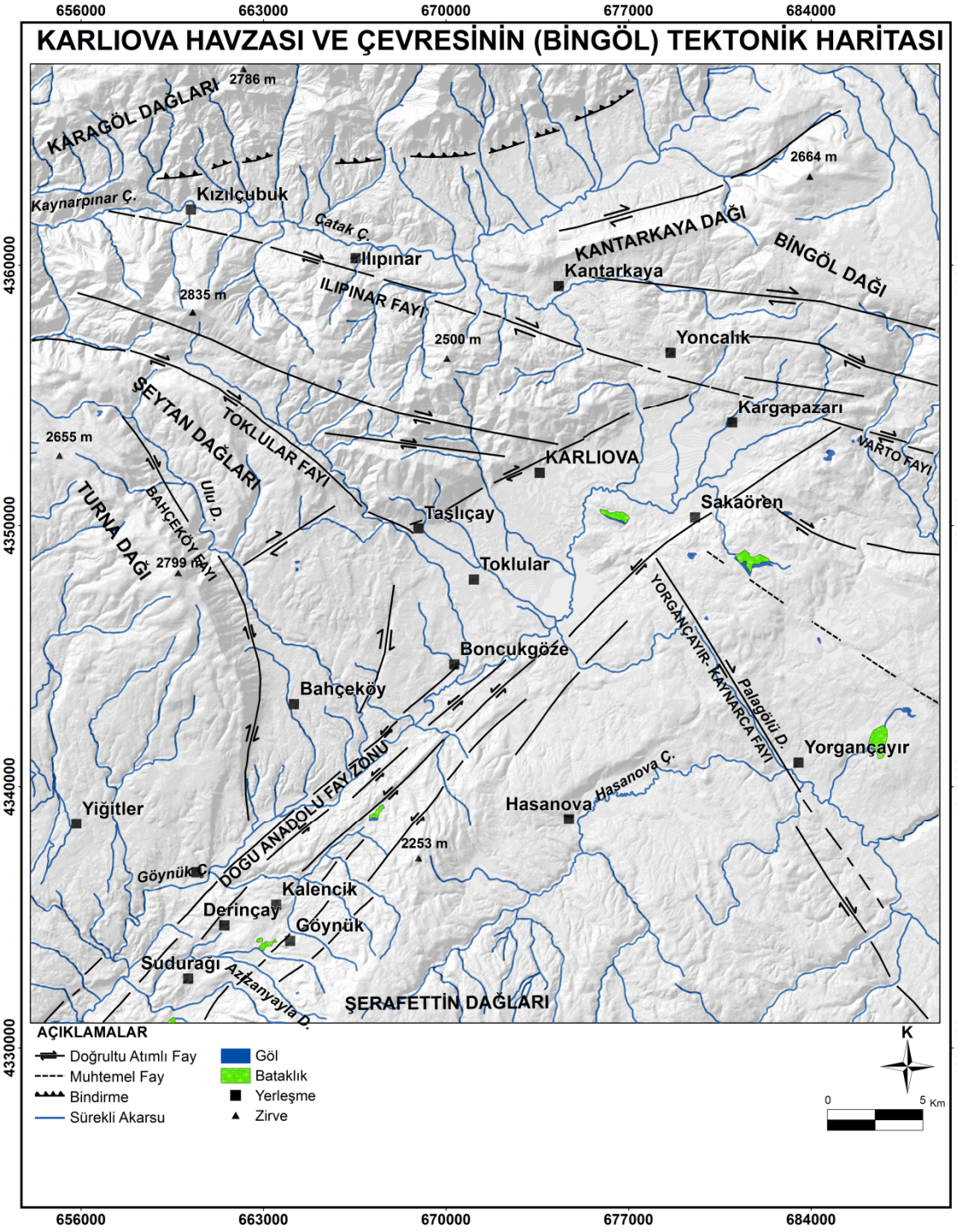
Alt-Orta Miyosen aralığında K-G sıkışma kuvvetleri ile gelişen tektonik yapıya bağlı olarak ortaya çıkan KAF (Ilıpınar Fayı) ve DAF inceleme alanını şekillendiren doğrultu atımlı faylardır (Tarhan, 1997:12). Ayrıca KAF ile DAF arasındaki hareket hızının farklı olmasına bağlı olarak oluşan Bahçeköy ve Toklular Fayları ile Varto Fayı, Karlıova Havzası'nın güneydoğusunu kateden Yorgançayır-Kaynarca Fayı doğrultu atımlıdır (Şekil 16, 17; Akyüz ve diğ. 2010).

2.2.1.1.1. Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAF)

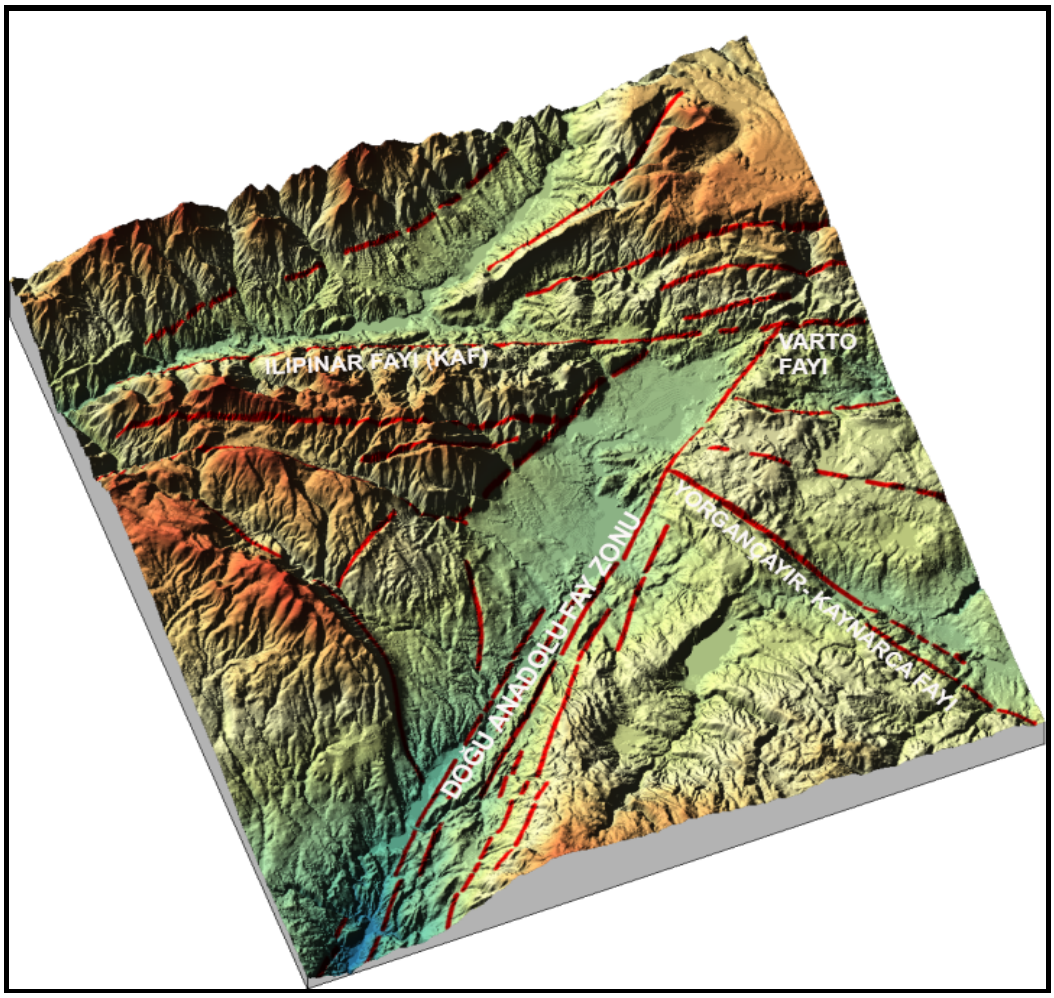
Yaklaşık 1100 km uzunluğunda ve 2-3 km ile 10 km arasında genişliği olan bir kuşak oluşturarak, ülkeyi D-B yönünde boydan boya kesen KAF sağ yanal doğrultu atımlıdır. KAF, DAF ile Karlıova'nın 12 km doğusundaki alanda birleştikten sonra güneye iç bükey bir yay halinde güneydoğu yönünde uzanmaktadır.

Zon boyunca fay aynası, fay breşi ve killeri izlenmektedir. Yana ötelediği dere ve tepeler, faya paralel sırtlar ve Karlıova Volkanitleri'nde izlenebilen ötelenmelere göre doğrultu atımlı sağ yönlü olduğu belirgindir. Fay boyunca Çatak Deresi'ne ait

sekiler yer almaktadır (Şaroğlu, 1985). Ilıpınar, Toklular ve Bahçeköy Fayları KAF'ın inceleme alanındaki kollarıdır (Şekil 16, 17).



Şekil 16. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) tektonik haritası



Şekil 17. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) yer alan doğrultu atımlı fayları gösteren blokdiyagram

2.2.1.1.1.1. Ilıpınar Fayı

Ilıpınar Fayı, DAF'ı kuzeydoğudan sınırlandırarak Karlıova Havzası'nın gelişimini kontrol eden KAF'ın en doğu uzantısını oluşturmaktadır (Şekil 16, Foto 10). Yaklaşık 30 km uzunluğu olan fay, DAF ile olan kesişim alanından batıya doğru çok belirgin olarak izlenebilmektedir (Herece, 2008: 97).

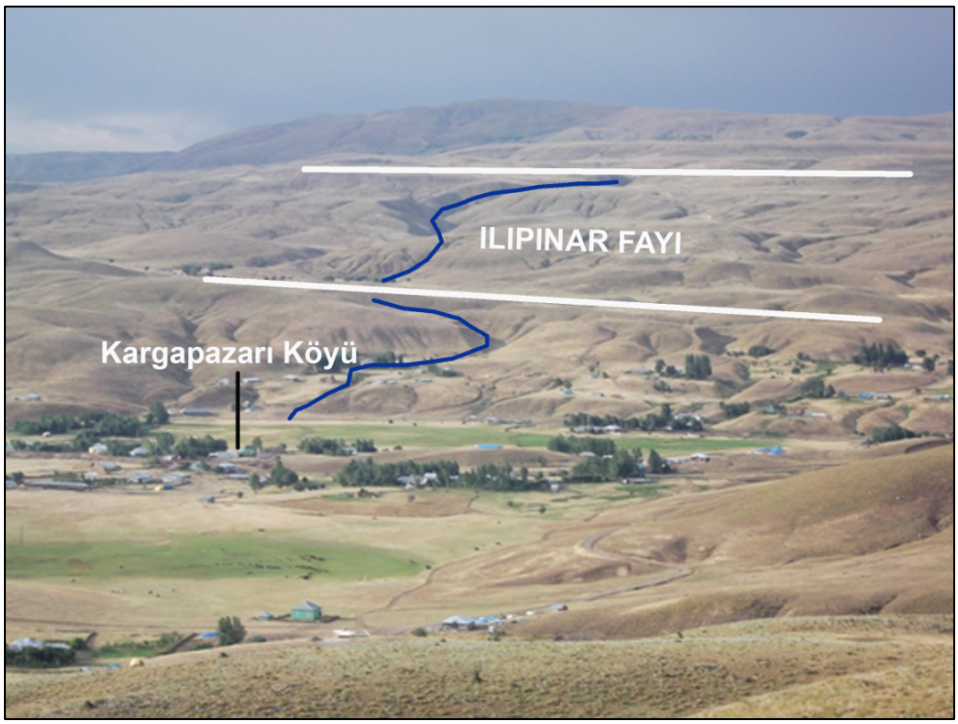
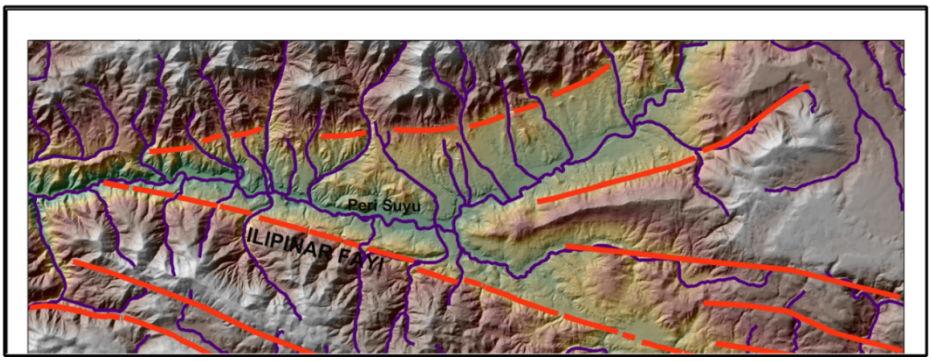


Foto 10. KAF (Ilıpınar Fayı), Kargapazarı Havzası'nda basamaklı bir yapı oluşturmuştur

Bu tektonik hat inceleme alanının dışında doğuda Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) Doğu Anadolu Fayı (DAF) ile kesiştiği Zımak Tepe yakınlarından başlamakta ve batıda Elmalı Segmenti ile birleştiği Kızılçubuk köyü doğusunda kadar devam etmektedir. KB-GD doğrultusunda uzanan Ilıpınar Kayı, Kızılçubuk köyü ile Kantarkaya köyü arasında tek hat olarak uzanır. Kantarkaya köyünden sonra 3 kola ayrılmaktadır.

Ilıpınar Segmenti üzerinde sıkışmalı ve gerilmeli büklümlerle sıçramalar sonucu meydana gelmiş çok sayıda morfolojik yapı bulunmaktadır. Fay, Yoncalık köyünün güneyi ile Zımak tepe arasında hem sıkışmalı hem de gerilmeli ufak büklümler yaparken Çatak güneyinde doğru sola aşmalı (*en echelon*) bir geometri göstermektedir (Akyüz ve diğ. 2009:37).

Faya bağlı olarak dere ötelenmeleri, çizgisellikler, morfolojik diklikler, uzamış sırtlar, fay kontrollü havzalar meydana gelmiştir (Şekil 18, Foto 11, 12, 13, 14). Peri Suyu'na güneyden ulaşan akarsularda ötelenme birkaç km'yi bulmaktadır. Faya bağlı olarak meydana gelen yüksek eğim Peri Suyu Vadisi boyunca Kargapazarı Havzası'nda kütle hareketlerine neden olmaktadır.



Şekil 18. Peri Suyu Havzası'nda meydana gelen ötelenmeler

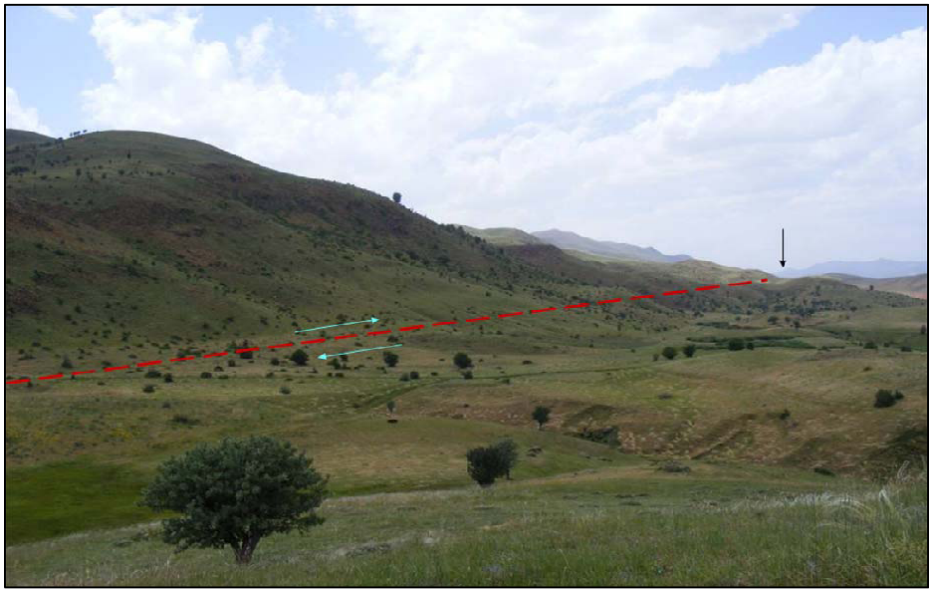


Foto 11. Ilıpınar Fayı'na bağlı olarak Çatak köyü güneydoğusunda meydana gelen morfolojik çizgisellik (Akyüz ve diğ. 2009)



Foto 12. Kantarkaya köyü güneyinde Ilıpınar Fayı'na bağlı olarak meydana gelen uzamış sırtlar (Akyüz ve diğ. 2009)

Karlıova-Çatak ana ulaşım yolunun bölüt tarafından kesildiği alanda 2005 Karlıova Depremi ile bölüte dik olarak gelen mevsimsel dere sağ-yanal olarak 400 cm ötelenmiştir (Herece, 2008:97). Günümüzde KAF ile DAF'ın bağlantısını oluşturan

Ilıpınar Fayı M>7,0 olan yıkıcı deprem üretebilecek bir kırıktır. Kırık boyunca yanal ötelenmiş dere ve akarsular geçmişte büyük ve yıkıcı depremlerin meydana geldiğini göstermektedir (Herece, 2008:150).

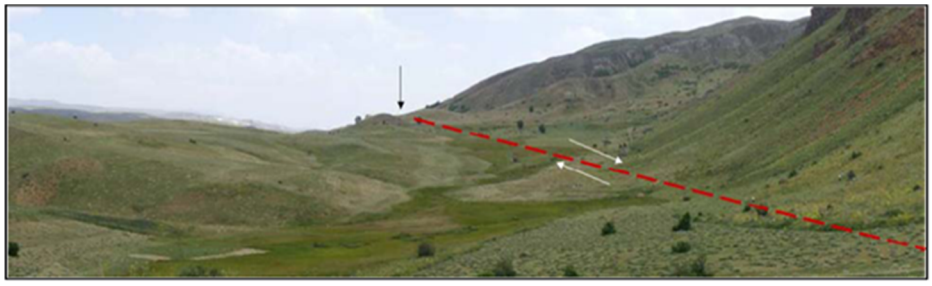


Foto 13. Çatak güneyinde Ilıpınar Fayı'na bağlı olarak oluşan morfolojik diklik (Akyüz ve diğ. 2009)



Foto 14. Kantarkaya köyünde Ilıpınar Fayı'na bağlı olarak görülen diklikler

2.2.1.1.1.2. Toklular Fayı

Toklular Fayı, Yedisu'dan (Bingöl) doğuya doğru uzanan KAF'ın DAF ile bağlantı kurduğu kırıklardan birisi olup, bölge için var olan 1/35000 ölçekli hava fotoğraflarında belirgin bir çizgisellik oluşturmaktadır (Herece, 2008:98). KB-GD

doğrultusunda uzanan Toklular Fayı, Şeytan Dağları'nın kuzeybatısından inceleme alanına girmektedir. İnceleme alanında kalan bölümü yaklaşık 17 km olup, Taşlıçay köyünde Göynük Vadisi'ne ulaşmaktadır. Göynük Vadisi'ne ulaşan ana fay dışında Karlıova Havzası'na ulaşan bir kolu da bulunmaktadır. Fay Karlıova Havzası'nda iki kola ayrılmaktadır (Foto 15).



Foto 15. Toklular Fayı, Taşlıçay köyünün güneyinde Göynük Vadisi'ne ulaşmaktadır

Toklular Fayı, sağ-yanal doğrultu atımlı olarak başlamaktadır. Karlıova ilçe merkezinin 25 km batısında yer alan 1,5 km ötelenmiş dereler doğrultu atımın kanıtıdır. Doğrultu atımlı fayın güneydoğuya doğru döndükten sonra önce doğrultu atım bileşenli normal fay, sonra saf normal fay şeklinde çalıştığı düşünülmektedir. Fayın karakterindeki bu değişme morfoloji üzerinde oldukça belirgindir (Akyüz ve diğ. 2010:39).

Toklular Fayı inceleme alanında birikinti konileri, dik yamaçlar, ötelenmiş akarsular ve boğaz vadiler oluşturmuştur. Karlıova Havzası'nın kuzeyinde görülen birikinti yelpazeleri fayın meydana getirdiği dik yamaçlara bağlı olarak oluşmuştur. Fayın oluşturduğu alçalma ve yükselmeler Uzunçayır Deresi'nin boğaz özelliği kazanmasını sağlamıştır. Fay hattına yerleşen Taşlıçay Deresi'nin Vadisi dar ve derindir (Foto 16).



Foto 16. Toklular Fayı, Taşlıçay Deresi Vadisi'nin dar ve derin olmasını sağlamıştır

Toklular Fayı, Uzunçayır Deresi Havzası'nı KB-GD doğrultusunda kesmiş ve havzada belirgin bir asimetri meydana getirmiştir. Bu havzada tektonik aktiviteden kaynaklanan çarpılma akarsuyun akış yönüne göre doğusuna doğru olmuştur. Bunu ispatlayan bir diğer durum da havzanın batısında kalan alanın daha fazla olmasıdır. Ana akarsuyun akış istikametine göre doğusunda yer alan akarsuların su toplama alanı daha düşüktür.

2.2.1.1.1.3. Bahçeköy Fayı

Bahçeköy Fayı, Yedisu'dan (Bingöl) doğuya doğru uzanan KAF'ın DAF ile bağlantı kurduğu önemli kırıklardan birisidir. KB-GD doğrultusunda uzanan Bahçeköy Fayı, Göynük batısında DAF'ın Göynük Fayı'ndan ayrılmaktadır (Herece, 2008:8). Bahçeköy Fayı inceleme alanına Turna Dağı'ndan girmektedir. KB-GD doğrultulu fay (Şekil 16), Devecik köyü doğusunda Göynük Vadisi'nde DAF'a ulaşmaktadır. Fay boyunca dik yamaçlar, kornişli vadiler, dere ve sırt ötelenmeleri, çarpılmalar meydana gelmiştir. Bahçeköy Fayı'nın etkisi, Göynük Çayı'nın kolu olan Uludere üzerinde belirgin olarak görülmektedir. Fay nedeniyle Uludere Vadisi'nde belirgin bir asimetri,

ötelenme meydana gelmiş ve havzası çarpılmıştır. Bahçeköy'de dağlık kütle faya bağlı olarak çarpılmıştır (Foto 17, 18).



Foto 17. Bahçeköy Fayı'nın oluşturduğu dik yamaçlar yerleşmeler ve yollar için kaya düşmesi riski oluşturmaktadır

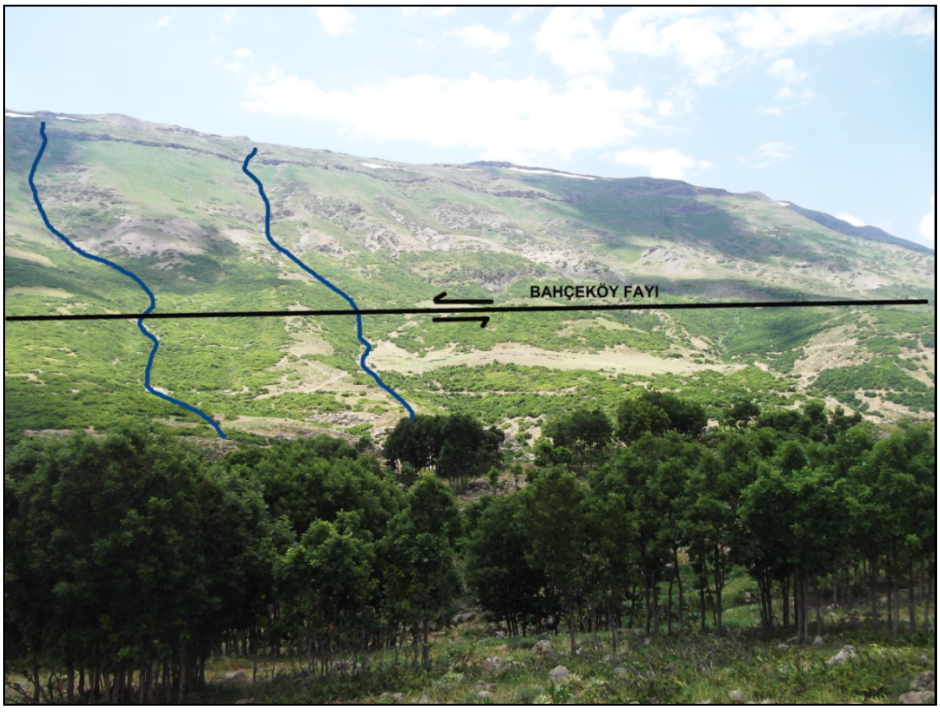


Foto 18. Bahçeköyü'nde fay akarsuları ötelemiştir

Yedisu-Karlıova-Göynük arasındaki alanda yer alan bölütlerin uzanımları batıya kaçan Anadolu Bloğu'nun kuzey ve doğu sınırlarının zaman içinde yer değiştirdiğini göstermektedir. Anadolu Bloğu'nun başlangıçtaki kuzey sınırını oluşturan Bahçeköy Fayı zaman içinde DAF boyunca olan sol-yanal hareketlerden dolayı kuzeye göç ederek önce Toklular Bölütü daha sonra da Ilıpınar Bölütü'ne geçmiştir (Herece, 2008:98).

KAF'ın en doğu uzantıları olan Bahçeköy ve Toklular Fayları'nın orta büyüklükte deprem üretmesi beklenmektedir (Herece, 2008:150). İnceleme alanında yer alan Bahçeköy ve Toklular Fayı Üst Pliyosen-Alt Pleyistosen sonrası gelişmiştir (Akyüz ve diğ. 2010).

2.2.1.1.2. Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ)

Sol yanal doğrultu atımlı bir fay olan DAF, Arpat ve Şaroğlu (1972) tarafından adlandırılmıştır. Karlıova ile Hazar gölü arasında fay zonunun varlığına ilk defa Allen (1969) tarafından değinilmiştir. Allen (1969), küçük ölçek haritalarda fayın konumunu ve KAF ile olan ilişkisini tartışmıştır (Şaroğlu, 1985:92).

Türkiye'nin etkin iki fay kuşağından biri olan DAF, Karlıova yakınından başlar. Hazar Gölü, Gölbaşı ve Hatay grabenini izleyerek güneyde Ölüdeniz Fayı'na birleşir (Şaroğlu, 1985:176). DAF'ın Maraş'tan güneye devamı araştırıcılar tarafından değişik şekilde yorumlanmaktadır. Bazı araştırıcılar Kahramanmaraş'tan sonra DAF'ın yönünü değiştirerek Hatay grabenini oluşturan faylarla devam ettirerek Ölüdeniz Fayı'na birleştiğini savunurlar (Arpat ve Şaroğlu, 1975:94). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Arabistan-Afrika Levhaları ile Avrupa Levhası arasındaki çarpışma sonucunda kuzeyde KAF ve DAF oluşmuştur. Bu karşılıklı sıkışma rejimi altında kalan Doğu Anadolu Bölgesi'nde KAF ve DAF Karlıova yakınlarında birleşmektedir. Bu alanın batısında Anadolu Levhası batıya doğru doğrultu atımlı faylar boyunca kaymıştır (Şengör, 1980).

DAF, ötelediği morfolojik şekillere göre sol yönlüdür (Şaroğlu, 1985). En geç akaçlama sisteminde sebep oldukları değişmeler de bunu doğrulamaktadır. 22 Mayıs 1971 Bingöl depreminde meydana gelen çatlaklar da sol yanal atım göstermesi, sol yanal hareketin fay boyunca hâkim hareket olduğu görüşünü desteklemiştir. Bingöl il merkezi ile Palu arasında fay kolaylıkla izlenememektedir. Bu bölgede fay Göynük Vadisi doğrultusundan ayrılmakta, Genç'ten itibaren Murat Vadisi'ne paralel olarak ancak Göynük Vadisi'ndeki kadar belirgin olmadan devam etmektedir (Arpat ve Şaroğlu, 1972:48).

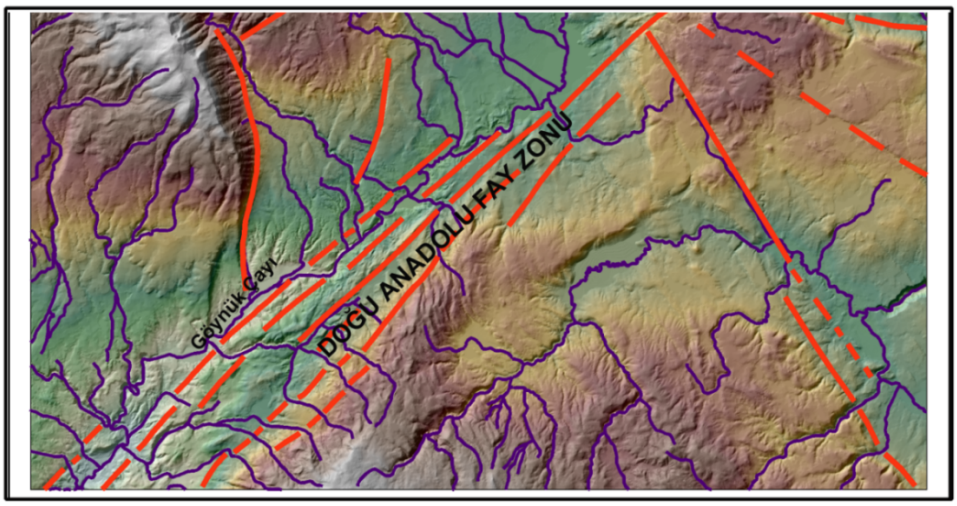
Arpat ve Şaroğlu'na (1972) göre, DAF'ın yanal atımı, Bingöl'ün kuzeydoğusunda Ilıca dolayında 22 km'dir. Seymen ve Aydın (1972) ise 15 km'lik bir hareket önermişlerdir. Herece (2008) yanal ötelenme değerini 13,5-15,5 km olarak vermektedir.

DAF, Göynük Çayı Vadisi boyunca, Solhan Volkanitleri'ni daha sonra Adilcevaz Kireçtaşları'nı ve metamorfik kayaları kesmektedir. DAF Zonu Göynük Vadisi'nden sonra KD'ya doğru 25 km'lik devamında Zırnak Formasyonu'ndan geçmektedir. Fay zonu en kuzeyde Zırnak Formasyonu'nun sınırından geçer ve bazı yerlerde Kuvaterner yaşlı çökelleri kesmektedir. Fayın kuzey bölümü aynı zamanda Karlıova Havzası'nın kenarından geçmektedir. Bu formasyonun çalışma alanı içinde saptanan yaşı Nakoman (1968)'a göre Orta-Üst Pliyosen'dir.

Zırnak Formasyonu'nun bölgesel olarak toplanan verilere göre yaşı Orta Pliyosen (Dasiyen) olarak kabul edilmiştir. Bu duruma göre DAF'ın yaşı bu bölgede Üst Pliyosen'dir (Şaroğlu, 1985). Herece'ye (2008), göre Karlıova-Sincik arasında DAF'ın oluşum yaşı 1.9 my ve daha genç olup, DAF boyunca başlayan ilk hareket fayın oluşum yaşını Geç Geç Pliyosen olarak sınırlamaktadır. DAF'ın yıllık kayma hızı 8.3 mm/yıldır.

DAF, KAF ile birleştikten sonra (Karlıova-Üstükran arasında) kuzey yönünde devam etmektedir. Birleşme noktasına yakın yerde, kesiklik göstermeden güneydoğuya doğru dönüş yapmaktadır. Birleşme noktasındaki bu geometrik ilişkiye göre KAF, bu alanda DAF'tan daha etkilidir. KAF, DAF'ı yönlendirmesine karşılık DAF, KAF'ı kesmemektedir. Fay zonunun değişik yerlerinde fay breşi, fay aynaları, ezik zonlar, sıcak su kaynağı, travertenler, heyelanlar, ötelenmiş dereler, fay vadileri, fay gölleri ve faya paralel uzanan dereler bulunmaktadır (Arpat ve Şaroğlu, 1972:48).

Karlıova Havzası'nı akaçlayan ve Bingöl düzlüğüne kavuşan Göynük Çayı Vadisi, DAF üzerinde gelişmiş tipik bir fay vadisidir. Gerek ana vadi tabanında gerekse ona kavuşan yan derelerin zondaki faylar tarafından kesilmiş olan bölgelerinde sola doğru ötelenmeler belirgindir (Şaroğlu ve diğ. 1987:98, Şekil 19).



Şekil 19. Göynük Çayı Havzası'nda DAF'a bağlı olarak akarsularda meydana gelen ötelenmeler

İnceleme alanında DAF, Bahri Gölü doğusunda KAF'ın Ilıpınar Bölütü ile birleştiği noktadan Sakaören köyü batısına kadar tek hat halinde uzanmaktadır. İnceleme alanına girdiği Hacılar köyünden Sakaören köyüne kadar olan bölümde birden fazla hattan oluşan bir zon şeklini almaktadır (Şekil 16). Hacılar köyünde façeta (üçgen yüzeyler) oluşturan fay zonu boyunca çizgisel dizilimli göller, dik yamaçlar, ötelenmiş akarsular, çizgisel çöküntü alanları ve uzamış sırtlar meydana gelmiştir (Foto 19, 20, 21, 22). Akarsularda meydana gelen ötelenme inceleme alanının güneybatısında belirgin olup, miktarı Azizanyayla ve Karikan derelerinde 2 km'yi bulmaktadır. DAF'ın Sakaören köyünde oluşturduğu çöküntü alanı 1 km uzunluğunda ve 500 m genişliğindedir.

Faya paralel fakat normal topoğrafyaya ters olan sırtlar ve bunlardaki ötelenmeler Göynük-Boncukgöze arası ve Karlıova güneydoğusunda net olarak izlenmektedir (Şaroğlu ve diğ. 1987:98). Bu sırtlara ulaşıp kesilen dereler, bataklıklar ve fay gölleri oluşmuştur. Bu tip set göllerinin en önemlileri Azizan (Sudurağı) köyü doğusunda yer almaktadır (Şaroğlu, 1985: 179).

Doğu Anadolu Fayı'nın (DAF) Göynük Vadisi'nde, daha önceden mevcut bir zayıflık zonunu izlediğine ait delil görülmemektedir. Kalın volkanik örtü bazı önemli hatları gizliyor olabilir. Fayın bu bölgede, mevcut bir levhayı ikiye bölerek iki levha haline getirdiği sonucu çıkarılabilir (Arpat ve Şaroğlu, 1972:49).



Foto 19. Doğu Anadolu Fayı, Hacılar köyünden inceleme alanına girmektedir

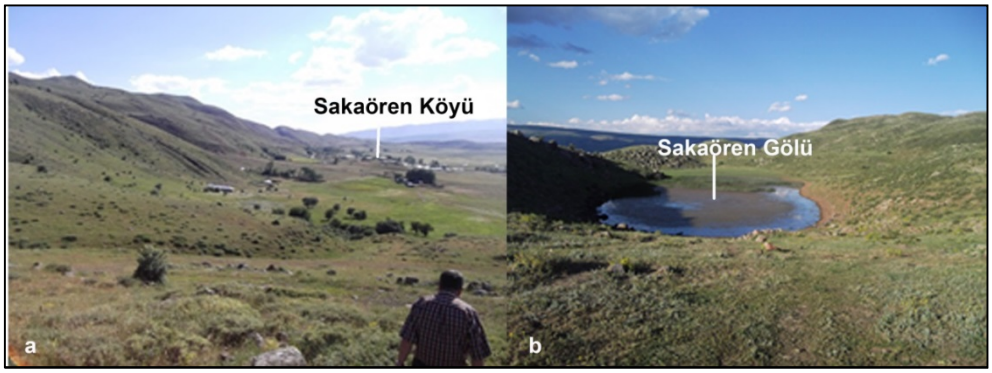


Foto 20. a)Sakaören köyünde DAF'a bağlı olarak dik yamaçlar oluşmuştur. b)DAF'ın inceleme alanında oluşturduğu Sakaören Gölü



Foto 21. Kıraçtepe köyünde DAF'a bağlı olarak oluşmuş çizgisellik (Akyüz ve diğ. 2010)

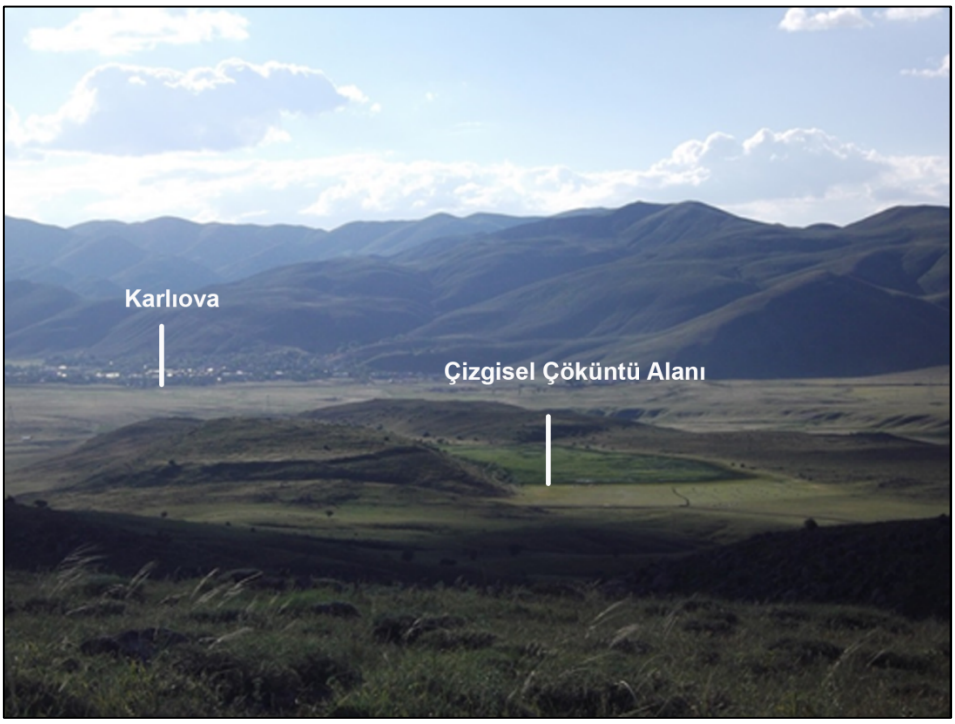


Foto 22. Doğu Anadolu Fayı boyunca Sakaören köyünde oluşmuş bir çöküntü alanı

Herece (2008), çalışma alanında DAF'ı Göynük Bölütü olarak tanımlamaktadır. Herece'ye (2008), göre bölüt boyunca Pliyosen yaşlı volkano-tortullar, Karlıova doğusundaki Kuvaterner yaşlı çökellerle, Göynük güneyindeki Bitlis Metamorfikleri'nin mermer ve şistleri ile karşı karşıyadır. Fay Sudurağı köyünde gevşeten büklüm şeklinde gelişmektedir. Bölütün en kuzeydoğu bölümünde, Sakaören köyünden kuzeye doğru fay 600 m boyunca Karlıova düzlüğünü doğudan sınırlayarak basamaklı sırtlar arasından geçmektedir. Fay zonunu oluşturan kırıkların KD-GB yönündeki uzantılarıyla oluşturdukları fay sarplıklarının ayrıntılarına göre kırıklar güneydoğuya doğru göç etmektedir. Bu göçün nedeni, Göynük Bölütü'nün doğusundaki bölgenin KAF'ın Ilıpınar Bölütü boyunca batıya sürümesi (kayması), KAF ile DAF tarafından sınırlanan Karlıova düzlüğünün batıya doğru olan hareketidir.

2.2.1.1.3. Varto Fay Zonu

İnceleme alanının doğusunda doğrultu atımlı Varto Fayı ve paralelinde uzanan faylar yer almaktadır. Varto Fayı'nın bindirme bileşenli ve sağ yanal atımlı olduğu bilinmektedir (Akyüz ve diğ. 2010). Varto Fayı zon şeklinde olup, akarsuları sağa doğru ötelemiştir. Varto Fayı, Bingöl Dağı'nın güney yarısının yok olmasına neden olmuştur.

Karlıova Havzası'nın güneydoğusunda KB-GD uzanımlı **Yorgançayır-Kaynarca Fayı** yer alır. Sağ yanal doğrultu atımlı olan fay, çizgisel çöküntü alanları ve çizgisel vadiler oluşturmuştur.

2.2.1.2. Bindirme Fayları

Karlıova Havzası'nın kuzeyinde bindirme fayları yer almaktadır. KD-GB doğrultulu bindirme 13-15 km'lik bir mesafede görülmektedir (Şekil 16). Karagöl Dağları'nın güneyinden geçtiği için "**Karagöl Bindirmesi**" olarak adlandırılmıştır. Karagöl Bindirmesi, Peri Suyu Vadisi'nin akış istikametine göre sağ tarafında yer alır.

Bindirmeye bağlı olarak akarsularda ötelenmeler olmuş, yüksek diklikler meydana gelmiştir. Bu dikliklerde düşey atım 500 m'yi geçmektedir. Bu diklikler fay yamacına karşılık gelmektedir. Karagöl Bindirmesi, Peri Çayı Havzası'nın kuzeyinde alçak platolar ile yüksek platoların seviyesini belirlemiş olup, platolar fay diklikleri ile birbirlerinden ayrılmaktadır. Karagöl Bindirmesi günümüzde doğrultu atımlı fay rejiminde çalışmaktadır.

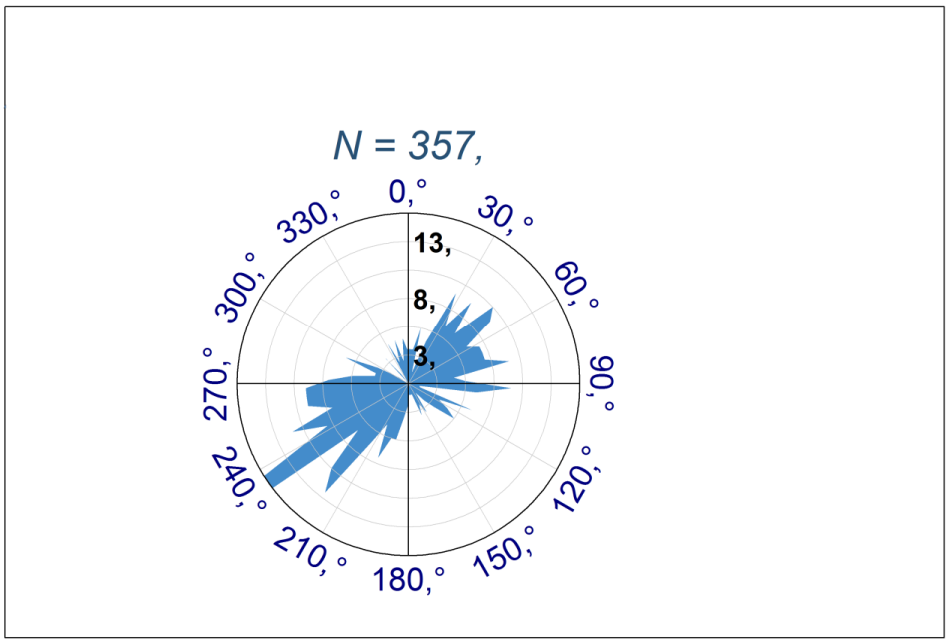
2.2.2. Çizgisellik Analizi

Uzaktan algılamada çizgisellik analizi, özellikle tektonik, mühendislik, jeomorfoloji ve petrol-maden aramaları gibi alanlarda kullanılması bakımından, yer bilimlerinin önemli bir kısmını meydana getirmektedir (Koopman, 1986; Tibaldi ve Ferrari, 1991;Marple ve Schweig, 1992; Philip, 1996).

Karlıova Havzası ve çevresinde çizgiselliği ortaya koymak amacıyla sahaya ait Landsat TM (Eylül 2011) uydu görüntüsünün 4, 5 ve 7. bandları kullanılmıştır. Bu bandların tercih edilmesinin nedeni; 4. bandın diğer bandlara göre jeolojik çizgiselliği daha iyi göstermesi (Akhir ve Abdullah, 1997), 5. bandın, litolojik ve yapısal haritalamada kullanılışlı olması (Voldati, 1995) ve 7. bandın ise atmosferik pustan dolayı nemlilik etkisi ve kontrast kaybının minimum olmadır (Süzen ve Toprak, 1998).

İnceleme alanına ait uydu görüntüsünden çizgisellik otomatik olarak elde edilmiştir. Elde edilen çizgiselliklerin uzanış yönü fayların uzanış yönüne genelde benzemektedir. Özellikle güneybatıda DAF'ın uzanışına paralel bir durum sözkonusudur. Burada çizgiselliklerden KD-GB yönlü bir uzanış elde edilmiştir. Çalışma alanının kuzeyinde arazinin engebeli oluşundan dolayı çizgisellikler gerçeği yansıtmamaktadır. Ancak Karlıova Havzası'nın güneyi daha sade olduğundan bu

sahada çizgisellikler fayların uzanışına benzemektedir. Çizgiselliklerden elde edilen Rose Diyagramı incelendiğinde havza ve çevresini K-G yönlü olarak şıkıştıran kuvvetler belirgin olarak görülmektedir. Bunun yanında kuzeydoğuda KAF ve DAF'ın kesişme alanından itibaren sıkışmanın azaldığı dikkati çekmektedir. Ayrıca güneybatıda DAF Zonuna yerleşen Göynük Vadisi çukurluğu da fayın uzanış doğrultusunu vermektedir (Şekil 20).



Şekil 20. Havza ve çevresinde çizgiselliklerden elde edilen Rose Diyagramı

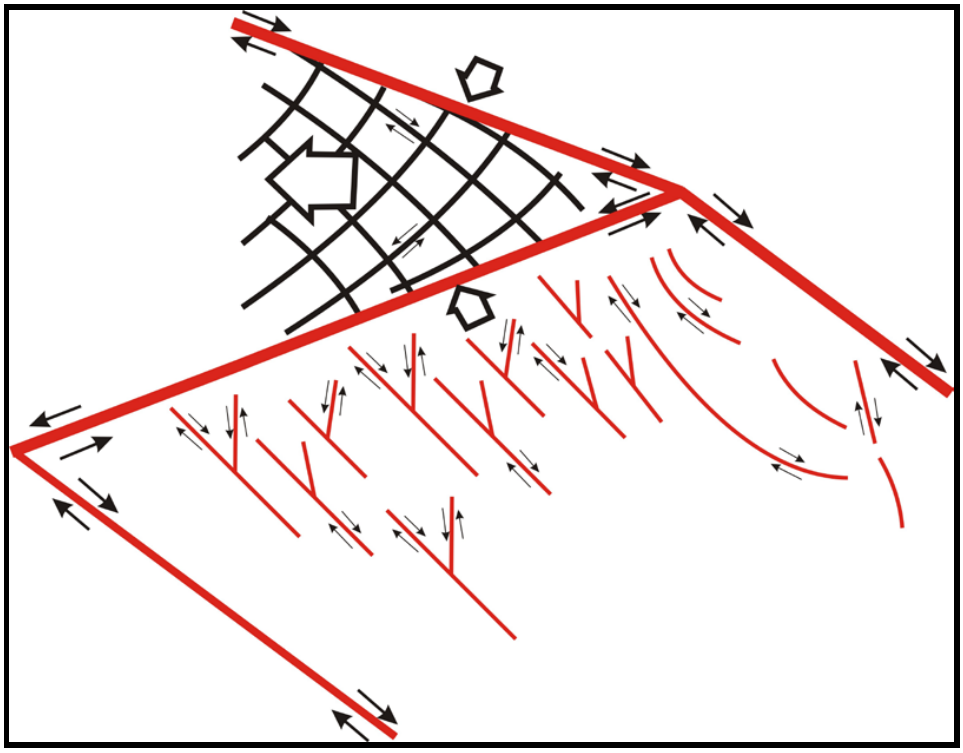
2.2.3. Karlıova Üçlü Eklemi Civarındaki Fayların Oluşum Mekanizması

Karlıova Üçlü Eklemi'nin batısındaki fayların mekaniği Prandtl Hücre Modeli, doğusundaki fayların mekaniği bir makaslama rejimi ve buna eşlik eden blok rotasyonu ile açıklanmaktadır (Akyüz ve diğ. 2010).

2.2.3.1. Karlıova Üçlü Eklemi Batısında Faylanmanın Mekaniği

Prandtl Hücre Modeli (Prandtl, 1924), ideal bir plastik malzeme birbirine paralel iki levha arasında sıkıştırılması esasına dayanmaktadır. Bunun sonucunda isogonal iki trajektori seti ortaya çıkar. Trajektori makaslama stresi, malzeme için tanınmış kritik değeri aşınca ortaya çıkar. Bu kriter "Von Mises kriteri" olarak bilinmektedir. Sıkıştırma boyunca hacim kaybı olmadığı kabul edilir ve neticede plastik malzeme bir

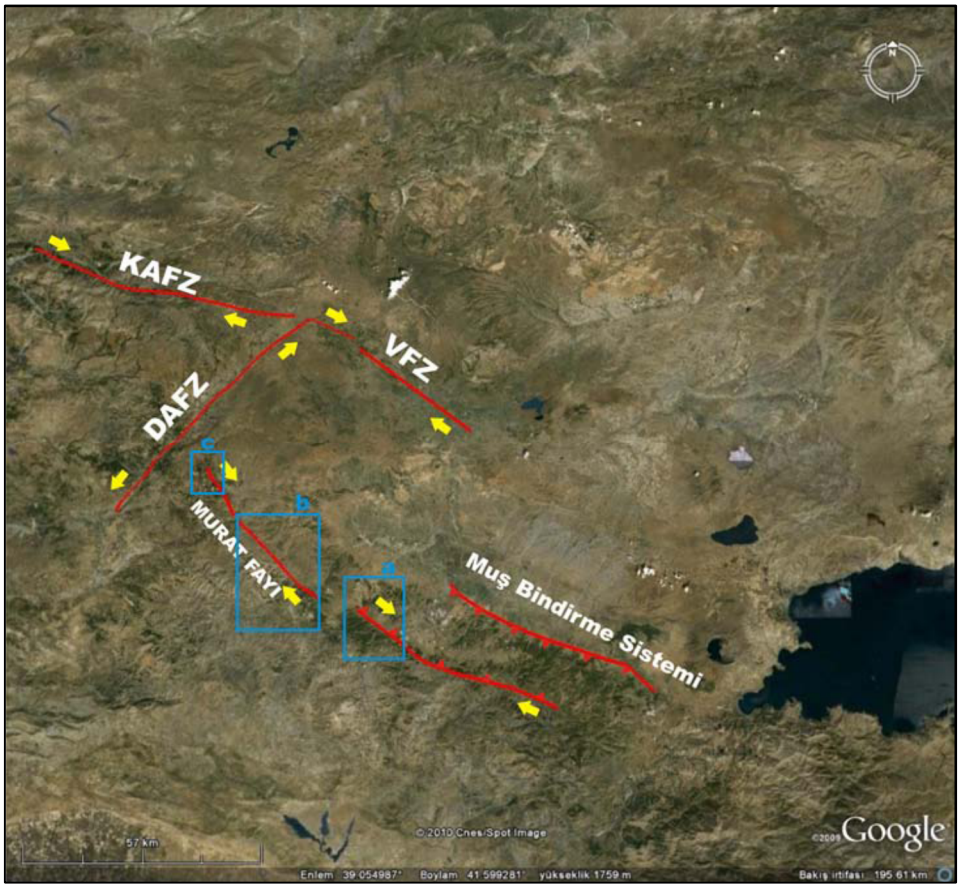
yöne doğru hareket eder (Akyüz ve diğ. 2010:62). Sözkonusu model Karlıova Üçlü Eklemi civarındaki fayların oluşumunu açıklayabilmektedir. Bu modele göre Üçlü Eklem'in doğusunda bulunan alan geniş bir makaslama zonunu oluşturmaktadır. Saat yönünün tersine olan rotasyona, DAFZ'ın etkisi sonucu VFZ'nin Leylekdağ ve Çayçatı Segmentleri bindirme bileşenli doğrultu atımlı fay özelliği kazanmıştır. Buna karşlık en kuzeydeki segment olan Varto Segmenti'nin ise bindirme bileşeninin olmadığı veya çok az olduğu söylenebilir (Şekil 21, 22).



Şekil 21. Karlıova Üçlü Eklemi civarındaki fayların oluşumunun mekanik modeli (Akyüz ve diğ. 2010)

Cumming (1976), kama şekilli duran iki doğrultu atımlı fay arasında meydana gelen deformasyonları, fayların sıkışmalı ve gerilmeli ortamdaki davranışına göre tanımlamıştır. Üçlü Eklem'in batısındaki fayları bu modelle kıyasladığımızda benzerlik oldukça fazladır. Söz konusu alanda kuzeyden sağ yanal doğrultu atımlı faylar ile başlayan ve daha sonra normal bileşen kazanan faylar, Prandtl modelinde gösterilen sağ yanal trajektori setinin sistem içerisindeki mekansal dağılımı ve atım yönü bakımından uyumludur. Sol yanal trajektori seti ile deneştirilebilecek fayların KAFZ ve DAFZ arasında modeldeki gibi net olarak gelişmemesinin sebebini iki fay arasındaki hız farkı ile açıklamak mümkündür. Bununla birlikte DAFZ'ye paralel oluşmuş bazı sol yanal

faylar Prandtl modelindeki sol yanal trajektorilerin en altındaki ile kısmen benzer sayılabilir. Söz konusu modele göre Karlıova Üçlü Eklemi batısında oluşan Bahçeköy ve Toklular Fayı Prandtl Hücre Modeli ile açıklanan (Cummings, 1976) mekanizma sonucu oluşmuştur. Karlıova Üçlü Eklemi doğusundaki fayların ise Varto Fay Zonu ile bu zonun 60 km güneyinde olduğu düşünülen Murat Fayı arasında oluşmuş büyük bir makaslama zonunun ürünleri olduğu düşünülmektedir (Akyüz ve diğ. 2010).



Şekil 22. Karlıova Üçlü Eklemi civarında tanımlanan fayların geometrileri (Akyüz ve diğ. 2010:65)

2.2.4. Jeolojik Gelişim

Çalışma alanı Toros Orojenik Kuşağı içinde, Doğu Toroslar'ın en doğu ucunda yer almaktadır. Bu nedenle inceleme alanının jeolojik gelişimi ile bu kuşağın oluşumu arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Toroslar'da, Eosen'e kadar hatta bazı alanlarda Eosen'de dahil olmak üzere devamlı bir sedimantasyon serisi mevcuttur. Toroslar ünitesinde Alpin hareketler Asurid safhası ile başlamış, asıl paroksizma hareketleri ise Oligosen sonlarında yaşanmıştır. Toroslar'ın büyük bölümü bu dönemde su üstüne

çıkmıştır. Miyosen sonunda yeniden kıvrılma ve yükselmelerle Toroslar'ın oluşumu tamamlanmıştır.

Araştırma sahasında Tetis Okyanusu'nun güney kenarını oluşturan Bitlis Okyanusu'nun Arabistan–Anadolu Levhaları'nın çarpışmasıyla kapanmasından önce oluşan tektonik yapılar Paleotektonik evreyi, okyanusun yok olmasından sonra sıkışmanın güdümünde gelişen tektonik yapılar geçiş tektonik evresini ve doğrultu atımın egemen olduğu diri faylar ise Neotektonik evreyi karakterize etmektedir (Şengör, 1980).

İnceleme alanında kuzeydoğuda sınırlı bir alanda Hınıs Metaofiyoliti'ne ait birimler, Kantarkaya köyünün güneybatısında Anadolu Ada Yayı'na ait birimler, güneybatıda Göynük köyü çevresinde Bitlis Metamorfikleri'ne ait birimler en yaşlı birimleri oluşturmakta olup, Paleozoyik dönemine aittir. Paleozoyik arazilerinin Kaledonyen ve Hersinyen Orojenezi'nin izlerini taşıdığı düşünülmektedir.

Bu kaya birimlerini Üst Maastrihtiyen-Alt Miyosen zaman aralığında çökelmiş Elmalı, Navru, Memişkomu, Mollakulaçdere ve Adilcevaz Formasyonları örter. Bu kaya birimleri birbirleriyle düşey ve yanal geçişli lav, piroklastik kayaç, kireçtaşı, ince ve kaba kırıntıları kapsayan volkano-tortul istiflerden oluşmaktadır (Tarhan, 1997:1).

Alt Miyosen'e kadar çalışma alan deniz ile kaplıdır. Denizel ortamdaki çökel kayaçlar Paleotektonik dönemin son kayaçlarıdır. Bu kayaçlar denizel bir karakter kazanırlar. Alt Miyosen sonunda Doğu Anadolu'da peneplene yakın bir paleomorfoloji gelişmiştir. Peneplen güneyde Bitlis dağları, kuzeyde ise Tuzluca-Kağızman-Karaurgan-Tortum çizgisi ile sınırlanmaktadır. Peneplenin doğu ve batı sınırları bölge sınırları dışına uzanmaktadır (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986:89).

Orta Miyosen'de Bingöl yöresinin K-G yönlü kompresif bir tektonizmanın etkisi altına girip sıkışmaya başlamasıyla, inceleme alanında rejiyonal bir yükselme başlamış ve ortamdan deniz çekilmeye yüz tutmuştur (Tonbul, 1990/a:316).

Çalışma alanı ve dolayında bölgesel düzeyde iki büyük tektonik sıkışma devresine bağlı olarak bindirme, ekay ve naplı yapılar gelişmiştir. Bu sıkışma evrelerinden birincisi Üst Maastrithiyen öncesi Koniasiyen-Alt Maastrithiyen aralığında, ikincisi de Alt/Orta Miyosen zaman aralığında gerçekleşmiştir. Bu yatay sıkışmalar kabuk kalınlaşmasına neden olmuştur. Her bir sıkışma devresini takiben gelişen kabuk kalınlaşmasına bağlı olarak doğrultu atımlı fay sistemleri gelişmiştir. Bu

fay sistemleri çalışma alanında Tersiyer yaşlı volkanizmanın çıkışına neden olmuştur (Tarhan, 1997:1).

Orta Miyosen'deki kıta-kıta çarpışması sonucunda K-G yönlü sıkışma rejimine bağlı olarak topoğrafyada hızlı bir şekilde dalgalanma başlamış ve bunun sonucunda dalgalanmaya bağlı olarak gelişen sırtlar ayrı havzaların oluşmasına yol açmıştır (Gümüşsu, 1984).

Üst Miyosen sonunda bölgede geniş alanlar kaplayan göller oluşmuştur. Bu göllerin çökelleri arasında Aladağ, Bingöl ve Pirreşit Volkanları ürün vermiştir. Güneydeki gölün sınırı Bitlis Dağları'ndan Akdağ'a, Ahlat-Erciş'ten Bingöl-Karlıova'ya kadar uzanmaktadır. Bu gölde Zırnak Formasyonu ürünleri çökelmiştir (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986:89).

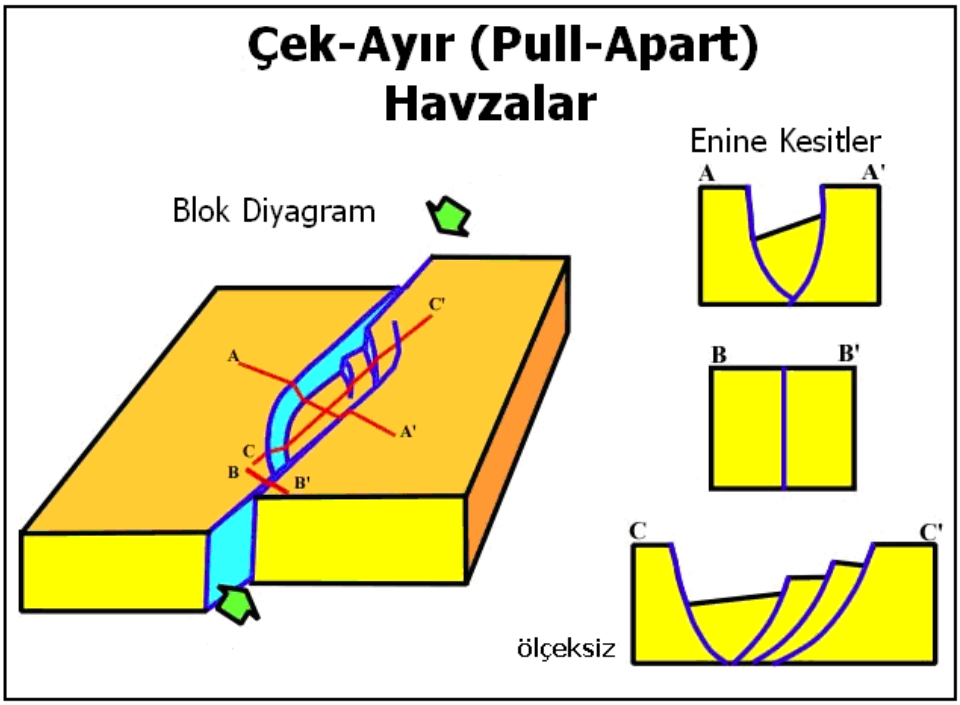
Kıta kabuğu kalınlaşmasına bağlı olarak hızlı bir aşınma olmuştur. Buna bağlı olarak çalışma alanında kömürleşme meydana gelmiştir. Kömürleşme sığ göl fasiyesinin baskın olduğu bu dağlararası havzada, kıyı fasiyesinin yer değiştirmesine bağlı olarak gelişmiştir. Bölgedeki tektoniğe bağlı olarak kıta kabuğu kalınlaşması sonucu Pliyosen'de volkanik etkinlik gelişmiş ve Pliyosen sonlarından itibaren de hızlı bir aşınma olmuş, bunun sonucu olarak Neojen serilerinin büyük bir kesimi aşınmıştır. Orta Pleyistosen'de meydana gelen volkanizma ile volkanikler sahanın büyük bir kesimine yayılmış ve Neojen birimlerinin üzerlerini örtmüşlerdir (Gümüşsu, 1984). Pliyosen süresince inceleme alanı bir aşınım sahasıdır. Bununla birlikte sıkışma rejiminin sürekliliği genelde bütün yörenin yükselmesine neden olmuştur.

Üst Miyosen'de kıta-kıta çarpışmasına bağlı olarak Anadolu Levhası üzerinde KAF ve DAF oluşmuştur. İnceleme alanında KAF'ın etkisi Pliyosen'den sonra belirginleşmeye başlamıştır. KAF, Pliyosen ortalarından bu yana devrede olmuş, Kuvaterner'de gençleşmiştir (Tonbul, 1996:332). Pliyosen ortalarında doğrultu atımlı faylar bölgenin en önemli yapı öğeleri haline gelmiştir. Kıtasal kabuğun kalınlaşmasına bağlı olarak Alt Pliyosen'de devreye girmeye başlayan DAF, Orta Pliyosen'de inceleme alanının en önemli yapısal öğesi durumuna gelmiş, sahada dar ve derin hendek şeklinde bir morfoloji doğurmuştur (Tonbul, 1990/a:346).

Pliyosen ortalarına doğru KAF ile DAF birleşmişler, buna bağlı olarak Karlıova ve daha güneyde Bingöl düzlükleri ortaya çıkmıştır. Pleyistosen'de ise Karlıova Havzası açılmıştır. Karlıova-Bingöl Havzası, sol yanal doğrultu atımlı Doğu Anadolu

Fayı ile sağ yanal doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fayı'nın denetiminde açılan bir havza halinde gelişmektedir (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986).

Tüysüz (2005), havzayı tektonik açıdan çek-ayır tipi, Şaroğlu (2012), Karlıova Tipi Havza olarak adlandırmıştır (Şekil 23).

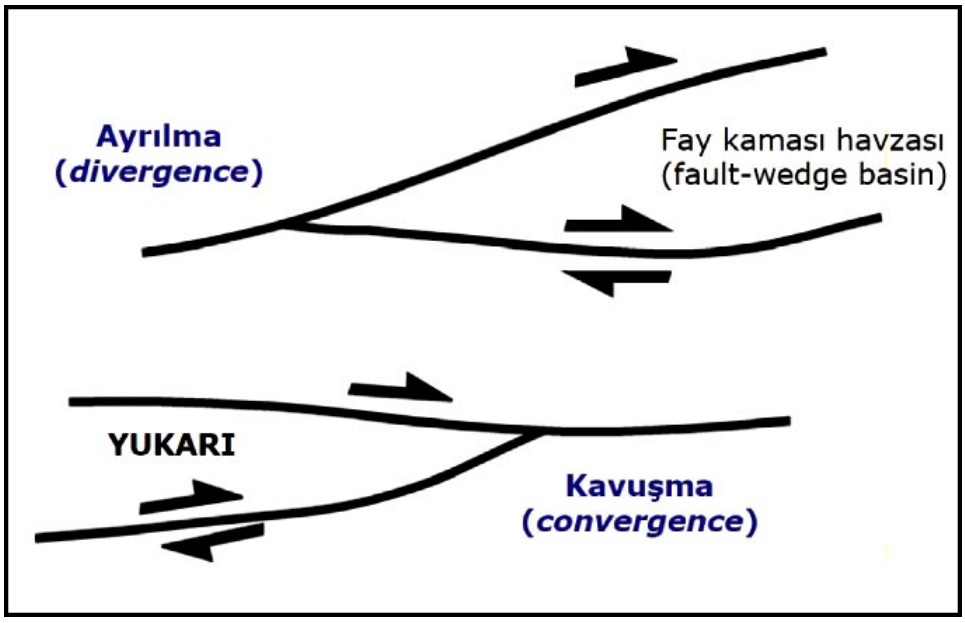


Şekil 23. Çek-ayır havza oluşumuna ait blok diyagram ve enine kesitler (homepage.ufp.pt/biblioteca/WebbasPrinTectonics/BasPrincTectonics/Page7.htm)

Karlıova Havzası tektonik açıdan genel anlamda doğrultu atımlı fayların hareketine bağlı olarak oluşmuş bir havzadır. Havza çok karmaşık bir deformasyon alanına karşılık gelmektedir. Önceki araştırıcıların önerdikleri havza modellemeleri tartışmalıdır. Havza için çok evreli bir modelden bahsetmek gerekmektedir.

Karlıova Havzası, birbirleriyle kesişen ve hareket yönleri farklı olan doğrultu atımlı KAF ile DAF arasında gelişen Kuvaterner yaşlı, fay kaması (fault wedge basin) havzasıdır. Ingersol'e göre (1988) fay kaması havzaları (Fault wedge basin); düşük eğimli bükülme alanlarında bir veya iki kenarın yükselmesi sonucu arada kalan havzanın bir blok olarak alçalması ve çevredeki bloklardan birinin ileri taşınmasının engellendiği alanlara karşılık gelmektedir. Doğrultu atımlı fay tektoniği içerisinde yer alan bu tip havzalara, DAFZ üzerinde yer alan Gölbaşı Depresyonu (İmamoğlu ve Gökten, 1996) ve KAFZ üzerinde yer alan Şuşehri Havzası (Koçyiğit, 1989) örnek olarak verilebilir. Karlıova Havzası kuzey ve güneyinde zıt yönde hareket eden KAF ve

DAF'a bağlı olarak gerilen fay doğrultuları boyunca alçalmıştır. Havza birbirine zıt yönde hareket eden fayların kavuşması sonucu oluşmuştur (Şekil 24). Pleistosen'de Bahçeköy ve Toklular Fayları'nın ortaya çıkmasıyla havza batıya doğru genişlemiştir.



Şekil 24. Fay kaması havzalarının oluşumu

Karlıova Havzası ve çevresi jeolojik açıdan Türkiye'nin en karmaşık yerlerinden biridir. Neotektonik açıdan sağ ve sol yanal fayların kesiştiği düğüm noktasında yer almaktadır. Paleotektonik dönemde okyanuslarla kaplı olan çalışma alanı Neotetis'in kapanmasından sonra büyük ölçüde kara haline gelmiştir. İnceleme alanı Eosen ve Alt Miyosen'de denizlerle kaplanmıştır. Bölgenin kuzey-güney yönlü sıkışmalarla bindirmeli yapı kazanması ve yükselmesi nedeniyle nedeniyle denizel ortam uzun ömürlü olmamıştır (Şengör, 1980;Şaroğlu ve Yılmaz, 1986).

Alt-Orta Miyosen'den sonra başlayan Neotektonik dönemde bölgede etkili olan kaçma tektoniği nedeniyle farklı atım ve uzanıma sahip olan yanal ve düşey atımlı faylar oluşmuştur (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986). Havza bugünkü morfolojisini bu fay sistemlerinin etkisinde kazanmıştır. Karlıova bu tektonik rejim altında Orta-Üst Pliyosen/Pleyistosen'de oluşmaya başlayan ve günümüzde de oluşumunu sürdüren fay kaması havzasıdır. Havza kenarlarının faylarla yükseltilmesi, havzanın ise çökmesi alüvyal yelpazelerin gelişmesini sağlamıştır. Dere ötelenmeleri, kütle hareketleri, mineralli su kaynakları havza içinde yaygındır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. KARLIOVA VE ÇEVRESİNİN (BİNGÖL) JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

İnceleme alanı doğudan Bingöl Dağı, kuzeyden Karagöl Dağları, batıdan Turna ve Şeytan Dağları ve güneyden Şerafettin Dağları ile çevrilidir. Araştırma sahası D-B yönünde 34.8 km'lik bir genişliğe, K-G yönünde 35.6 km'lik uzunluğa sahiptir. Karlıova Havzası, çevresinde uzanan dağlar üzerinde yer alan plato yüzeylerine göre alçak bir alana karşılık gelmektedir. Pleyistosen'de meydana gelen tektonik hareketler sonucunda bazı alanlar yükselirken, bazı alanlar alçalmaya maruz kalmıştır.

Karlıova Havzası, kuzeyinden geçen KAF (Ilıpınar Fayı), güneyinden geçen DAF ve doğusundan geçen Varto Fayı arasında uzanmış bir çöküntü alanıdır. Çalışma sahasında ana fayların dışında Bahçeköy, Toklular ve Yorgançayır-Kaynarca Fayları da yer alır. İnceleme alanının kuzeyinde bindirme kuşağı yer almaktadır.

Yakın çevresini çevreleyen yüksek sahalar göz önüne alındığında Karlıova morfolojik anlamda bir havzaya karşılık gelmektedir. Karlıova Havzası, doğusunda Aras Havzası'nı besleyen sınırlı bir saha dışında Fırat Havzası'nın akaçlama alanına karşılık gelmektedir. Havza yakın çevresi ile değerlendirildiğinde merkezde genç, çevresinde yaşlı birimlerin bulunması nedeniyle jeolojik bir havzadır.

Neotektonik dönemde günümüzdeki görünümünü kazanan Karlıova Havzası Türkiye'nin tektonik açıdan en aktif fay zonlarından olan KAF ve DAF'ın kesiştiği kavşak alanında bulunmaktadır. Bu nedenle sismik aktivite de çok fazladır. Bölgenin jeomorfolojik şekillenmesinde birinci derecede etkili olan yapısal unsurlar Neotektonik dönemden itibaren harekete geçen KAF ve DAF'tır. Gerçekten de iki fay Paleotektonik dönemde oluşmuş kaya birimlerini ve tektonik yapıları kesmiş, konumlarını bozmuştur. Bununla birlikte KAF (Ilıpınar Fayı) ve DAF'ın dallanması/sıçraması Yoncalık, Göynük, Hasanova gibi yeni havzaların oluşmasına neden olmuştur (Şekil 54).

İnceleme alanında KAF ve DAF bir zon şeklinde uzanmaktadır. KAF ve DAF'ın bir zon şeklinde olması nedeniyle özellikle DAF Zonu boyunca yanal atım yanında belirgin düşey atım değerleri görülmektedir. Bu durum DAF Zonu boyunca Göynük Çayı Vadisi'nde Sudurağı ile Ciligöl arasında belirgindir. Bu alanlar dışında Karlıova Havzası'nın kuzey ve güneyinde fayların hareketine bağlı oluşan şekilleri görmek

mümkündür. Bu şekillerin fazla oluşunun nedeni Kuvaterner'de meydana gelen blok tektonizmasıdır. Karlıova Havzası'nın kuzeyinde KAF daha etkili iken, güneybatıya doğru DAF'ın etkisi artmaktadır.

Dewey ve diğerlerine (1986) göre Karlıova Havzası, Pliyosen-Kuvaterner döneminde oluşmuş **dağ arası sedimanter havza,** Tüysüz (2005)'e göre ise **çek-ayır havzasıdır**. Şaroğlu'na (2012) göre hareket yönleri farklı olan doğrultu atımlı KAF ile DAF arasında oluşan "**Karlıova tipi havza**" olarak adlandırılmıştır.

Havza çok evreli bir oluşuma sahiptir. Havza kuzeyinden geçen KAF ile güneyinden geçen DAF arasından oluşmuş fay kaması havzasıdır. Havzanın boşaltılması daha güneyde yer alan Bingöl Ovası'nın dış drenaja bağlanması ile yakından ilişkilidir. Bingöl Ovası'nın kapılmasından sonra Karlıova Havzası, Göynük Çayı ile Murat Nehri'ne bağlanmıştır. Kuvaterner'de şekillendiğinden ülkemizdeki en genç havzalardan biridir.

Karlıova Havzası'nın jeomorfolojik gelişiminde birinci derecede yapısal özellikler etkili olmuştur. Oluşumundan sonra dış etmen ve süreçler etkisinde şekillenmiştir. Genç olması, doğrultu atımlı faylarla sınırlandırılmış olması ve jeomorfolojik şekiller bakımından zengin olması havzayı önemli ve ilginç kılmıştır.

Karlıova Havzası'nın aktif jeo-tektonik bir kuşakta yer alması nedeniyle, yeryüzünün biçimlenmesi Kuvaterner'de de devam etmiş, aktif tektonizma ve akarsu aşındırması bugün bile ülkemizin diğer bölgelerine kıyasla inceleme alanında jeomorfolojik süreçlerin daha hızlı ve etkili cereyan etmesini sağlamıştır. Karlıova Havzası'nda ilk bakışta göze çarpan ana jeomorfolojik birimleri dağlık alanlar, platolar ve her iki üniteyi parçalayan vadiler oluşturmaktadır. Bu ana jeomorfolojik birimler ile birlikte çeşitli tipte vadiler, birikinti koni ve yelpazeleri, subsekant depresyonlar, boğazlar, faylı yapılarda gelişen fay diklikleri ve basamakları, genç ve ötelenmiş vadiler, akarsu aşındırmasına bağlı olarak oluşan sekiler gibi çeşitli yer şekilleri oluşmuştur.

İnceleme alanında dağlık sahalar üzerinde gelişen aşınım düzlükleri ve platolar 2000-2250 m, 2250-2500 m ve 2500 m'nin üzerindeki yükseltilerde yer almaktadır. Volkanik platolar da aynı yükseltilerde yer almaktadır. Çalışma alanının kuzeyinde dağlık alanlar geniş yer tutarken, güneyinde platolar geniş alan kaplamaktadır (Şekil 54).

İnceleme alanında morfolojik birimlerin alansal dağılışları incelendiğinde yamaçlardan sonra en geniş birimi alçak ve yüksek volkanik plato alanları oluşturmaktadır. Bunun yanında birikinti konileri, aşınım düzlükleri ve sekiler az yer kaplamaktadır. İnceleme alanında yer alan sekiler tektonik hareketlerle deformasyona uğramışlardır. Karlıova Havzası'nın kuzey ve güneyinde yer alan alüvyal yelpazeler çok genç birimler olup, tektonik aktivitenin etkisini göstermektedir.

Karlıova Havzası'nın güneyinde bataklık alanlar görülmektedir. Bataklıklar yerel subsidans alanlarında, DAF ve ona bağlı olarak çukurlaşmış alanlarda yüzeyleyen yer altı sularının çizgisel akışa geçemediği yerlerde oluşmuştur. Bu durumun fay zonları boyunca yoğunluk kazanması aktif faylara bağlıdır. Sahanın tektonik açıdan hareketli olması kütle hareketlerinin de sık görülmesine neden olmuştur. Bölgenin jeomorfolojisinde kütle hareketlerinin etkisi fazladır. Üst Miyosen birimlerinin görüldüğü alanlardaki yamaçlar tamamen heyelanlardan oluşmaktadır.

Karlıova Havzası ve çevresinde jeomorfolojik şekillerin tespit edilmesi için morfometrik ve yüzey analizleri yapılarak jeomorfolojik birimler ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

3.1. Morfometrik ve Yüzey Analizleri

Jeomorfolojik yapı ve birimlerin özelliklerini ortaya koyan başlıca analizler; Profil, morfometrik yüzey analizleri (Eğim, bakı, topoğrafik heterojenlilik indeksi, arazi engebeliliği, eğrisellikler, topoğrafik nemlilik indeksi), hipsometrik eğri-integral, dağ cephesi eğrilik oranı (mountain-front sinuosity), vadi tabanı genişliğinin-vadi yüksekliğine oranı ve drenaj havzası asimetrisi analizlerini kapsamaktadır. Çalışma alanında yer alan yüzeylerin belirlenebilmesi için profil analizleri, eğim ve arazi engebeliliğinden yararlanılmıştır. Akarsu vadileri üzerinde yer alan taraçaların belirlenmesi, boğaz vadilerinin ve asimetrik vadi yapılarının belirlenebilmesi amacıyla enine vadi profilleri çıkarılmıştır.

3.1.1. Profil Analizleri

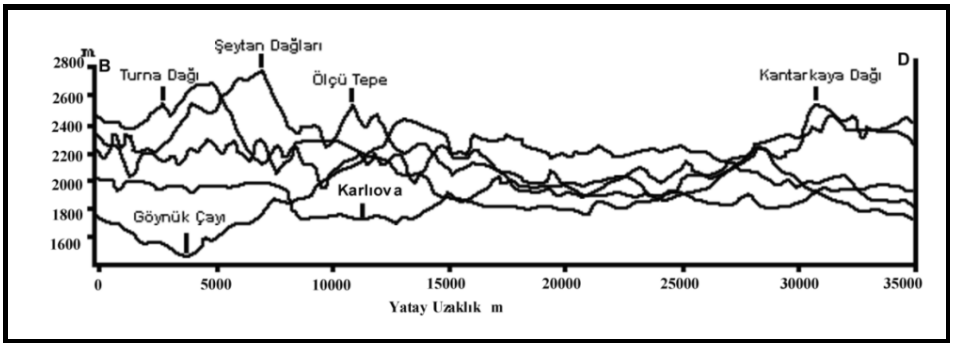
Profil, dikey bir düzlemin topoğrafya yüzeyi ile kesiştiği noktalardan geçen ufuk hattı olarak tarif edilebilir. Topoğrafya yüzeyinin özelliklerini tespit etmek ve kartografik olarak kanıtlamak amacıyla boyuna ve enine profiller çıkarılır. Boyuna profiller, topoğrafyadaki yerşekillerinin hakim uzanışı yönünde çizilecek bir hat

boyunca çıkarılır ve genellikle arazinin yarılma derecesini verir. Buna karşılık topoğrafyadaki yerşekillerinin genel uzanışına dik ve bu şekilleri kesen hatlar boyunca alınacak enine profiller topoğrafyadaki eğim kırıklıkları, gençleşme ve tektonik kırık hatları, aşınım yüzeylerinin ve seki sistemlerinin sınıflandırılması gibi bir çok konuda önemli ipuçları verir. Ayrıca önemli akarsu vadileri boyunca vadinin uzanışına dik alınacak enine profiller, vadi yamaçlarındaki bakışıklılık, eğim şartları, taraçalar gibi birçok topografik özelliğin açıklanmasında yardımcı olur. Öyleyse topoğrafyanın şeklini veya karakterini doğru tespit etmek için uygun hatlarla profiller çıkarmak ve arazide elde edilen bulguların profil analizleriyle de desteklenmesi gerekir. Ancak bir çok morfolojik konunun aydınlatılmasında, örneğin farklı dönemlerde meydana gelmiş aşınım ve birikim yüzeylerinin tespiti, akarsu taraçalarının yükseltilerinin tayini veya önemli tektonik eğim kırıklarının uzanışının belirlenmesinde bir tek profil hattı ya da grafiği yetersiz kalır. Bu nedenle analizin amacına uygun olarak aynı doğrultuda fakat belirli aralıklarla alınmış profil hatlarından profil serileri oluşturularak analizler yapılması yoluna gidilir (Bilgin, 1984/a). Bu amaçla Karlıova Havzası'nın B-D yönlü profilleri, akarsuların enine ve boyuna profilleri çizilmiştir.

Profil çıkarmanın amacı, topoğrafyanın şeklini veya karakterini doğru bir şekilde tespit etmektir. Bir diğer amaç ise arazi ve haritalar üzerinden yapılan değerlendirmeler neticesinde ulaşılan doğru sonuçların şekil yolu ile açıklanmasıdır. Profiller de farklı şekillerde oluşturulup, bunlardan süperimpoze, bileşik ve mürtesem profiller çalışmanın amacına hizmet eden önemli yöntemlerdir. Bir sahada belli aralıklarla çıkarılan bir seri profilin belli bir yükselti seviyesine göre çizilecek bir çerçeveye göre birbiri üzerine gelecek şekilde oturtulmasıyla süperimpoze profiller çizilir. Herhangi bir sahadaki röliefe, zirvelere uzaktan ve zirveler seviyesinden ufki olarak bakıldığında görülecek manzara veya yüksek kesimlerin ortak meydana getirecekleri en üst seviyelere ait profil bileşik profili oluşturmaktadır (Bilgin, 1984/a). Karlıova Havzası'nın D-B yönlü profil serilerinde göze çarpan en önemli özellik havzanın etrafındaki dik yamaçlardır. Bu nedenle havza çevresinde yer alan dağlık alanlara geçiş ani olmaktadır. Havza tabanı hemen hemen hiç yarılmamış olup, eğim dağlık alanlardan havza tabanına doğrudur. Havza tabanında eğim değerleri pek fazla değişmeyip, ortalama eğimlidir.

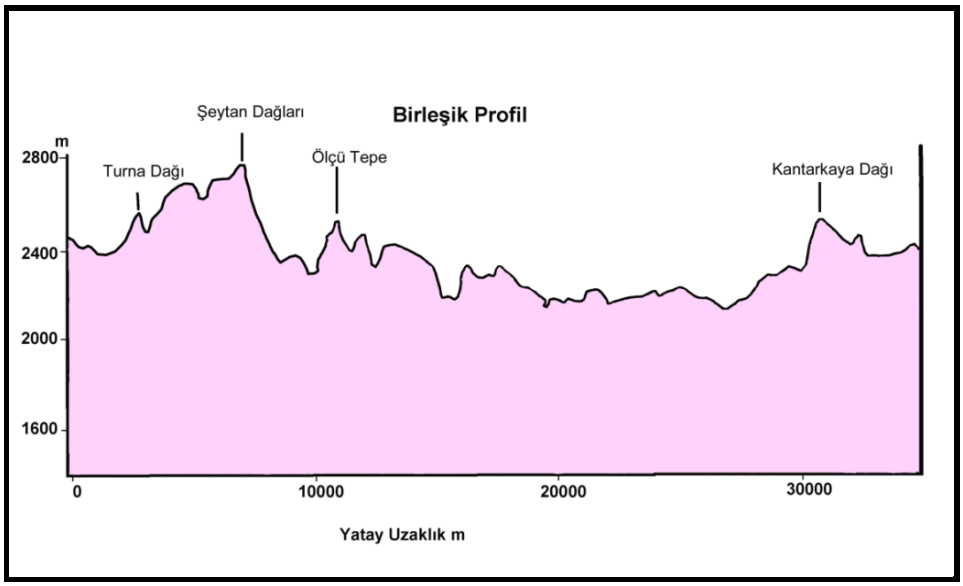
İnceleme alanında 1900-2000 m arasında düzlükler geniş alan kaplamaktadır. Bu düzlükler akarsular tarafından parçalanmış olup, alçak volkanik plato sahalarına karşılık gelmektedir. Ova tabanı 1800 m'ye karşılık gelmektedir. Ayrıca 2400 m

seviyelerinde de bir düzlük seviyesi bulunmaktadır. Bu saha da yüksek volkanik plato sahasıdır. Profil serilerinde düzlük seviyelerinde faya bağlı olarak meydana gelen çarpılma da görülmektedir. Yine havzanın fay hatları ile parçalanması bazı alanlarda topoğrafya yüzeylerinin dar ve parçalı olmasını sağlamıştır (Şekil 25, 54).



Şekil 25. Karlıova Havzası'nın (Bingöl) B-D yönlü profil serilerinden oluşan süperimpoze (çakıştırılmış) profilleri

Profil serilerinde dikkat çeken bir diğer özellik Şeytan Dağları'na geçişte belirgin bir eğim artışıdır. Karlıova Havzası'nın kuzeybatısında yer alan bu saha faya bağlı olarak oluşan eğim kırıklığına denk gelmektedir. Aynı durum havzanın batısında yer alan Turna Dağı'nın doğusunda da görülmektedir. Sözkonusu saha Bahçeköy Fayı tarafından kesildiği için eğim değerleri oldukça fazladır. Kuzeydoğuda yer alan Kantarkaya Dağı da Ilıpınar Fayı tarafından kesildiği için kuzey ve güney yamaçlarında eğim kırıklığı dikkati çekmektedir (Şekil 25, 26).



Şekil 26. Karlıova Havzası'nın (Bingöl) B-D yönlü profil serilerinden oluşturulmuş, enine bileşik profili

Profil serilerinde Göynük Çayı Vadisi'nin yamaçlarında basamaklanma ve asimetri de görülmektedir. Çünkü Göynük Çayı Vadisi DAF tarafından kesilmiştir. Bunun sonucunda vadinin karşılıklı yamaçları arasında asimetri vardır. Bu durum enine vadi profillerinde de göze çarpmaktadır.

Çakıştırılmış profil dizilerinde dikkati çeken diğer bir husus, topoğrafyayı yaran önemli vadilerin yamaçlarının hemen bütün serilerinde bir eğim kırıklığı oluşturmaları, dolayısıyla büyük akarsu vadilerinin dislokasyon hatlarına yerleşmiş olmasıdır. Özellikle batıda dağlık saha üzerinde yer alan akarsular dağlık alana fazlaca gömülmüştür. Bu durum dağlık alanın Karlıova Havzası ile irtibat kurmasını kolaylaştırmıştır. Profil serilerinde Göynük Çayı Vadisi'nin olduğu kesimin rölyef amplitüdü içinde bir alçalma ekseni oluşturduğu dikkat çekmektedir.

Profil serilerinin en alçak ve en yüksek ufuk çizgilerinin birleştirilmesiyle elde edilen bileşik profilde araştırma alanının batısındaki yüksek rölyef amplitüdü hemen dikkati çekmektedir (Şekil 25, 26). Bu kesimde de aşırı derecede bir oyuntu erozyonu sözkonusudur. Rölyef amplitüdü havzanın orta kesimlerinde önemini kaybetmektedir. Bu durum havzanın orta kesimlerinin, özellikle Karlıova'nın kurulduğu merkezi kesimin yarılma derecesinin düşük olduğunu göstermektedir.

3.1.2.Morfometrik Yüzey Analizleri

Morfometri, arazinin sayısal olarak ifade edilmesidir. Yüzey şekillerinin büyüklük, yükselti (maksimum-minimum ve ortalama) ve eğim özellikleriyle tanımlanmasıdır. Sayısal ölçümler, farklı arazi şekillerinin karşılaştırılması ve parametrelerin hesaplanmasında jeomorfologların daha objektif olmasını sağlamaktadır (Keller ve Pinter, 1999). Morfometrik analizler vadi sistemlerinin kuruluşu ve tektonik aktivitenin belirlenmesinde önemlidir. Jeomorfometri olarak adlandırılan morfometrik özelliklerin ölçüm ve analizi, CBS yardımıyla eskiye göre daha kolay ve otomatik olarak yapılabilmektedir (Goudie, 2003).

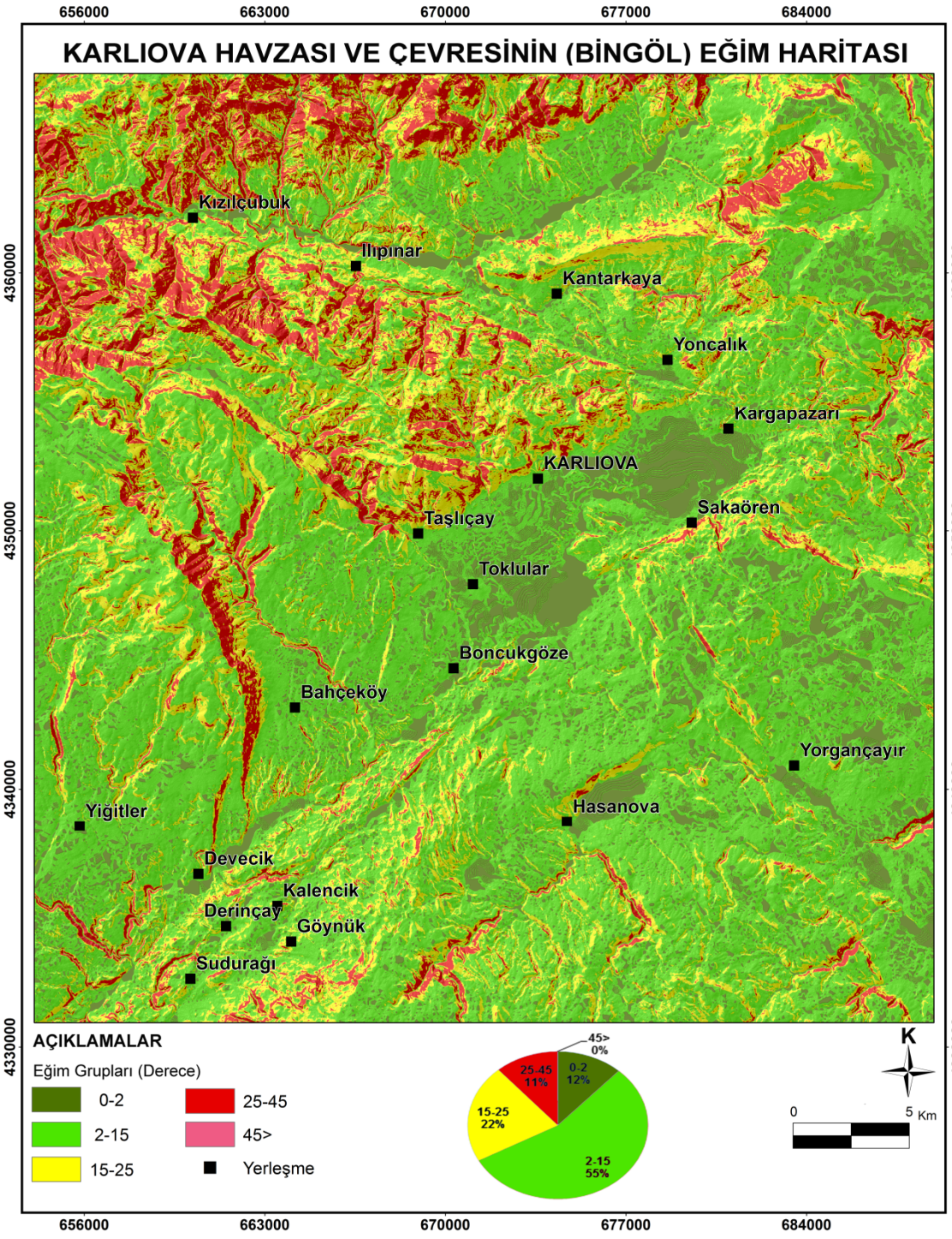
Morfometrik özelliklerin analizi sonucu elde edilecek verilerle, havzanın oluşum ve gelişmesinde rol oynayan etmenlerin daha iyi yorumlanabilmesi, erozyon ve heyelanların oluşmasındaki etki derecelerinin anlaşılabilmesi hedeflenmiştir. Bu başlık altında eğim ve bakı özellikleri, topoğrafik heterojenlilik indeksi, topoğrafik nemlilik indeksi ve eğrisellikler ele alınmıştır.

3.1.2.1. Eğim Özellikleri

Eğim faktörü, havzanın morfometrik özellikleri içinde yer almaktadır. Jeomorfoloji çalışmalarında topoğrafyanın eğim değerlerinin incelenmesi ana jeomorfolojik birimlerin ayrılmasında büyük öneme sahiptir. Jeomorfolojik gelişim, yüzeylerin eğim değerlerine göre farklılık göstermektedir. Bir başka ifade ile eğim şartları farklı morfolojik ve yapısal süreçlerin etkisine bağlı gelişeceğinden önemli ipuçları vermektedir. Ayrıca yüzeylerin sınıflandırılmasında, morfolojik şekillerin ayırt edilmesinde eğim analizleri kullanılmaktadır. Eğim analizleriyle taraçaların oluşumu ve korelasyonu gibi karışık bazı problemlerin çözümü mümkün olmaktadır. Bunun dışında eğim analizleri uygulamalı jeomorfoloji çalışmalarında, değişik amaçlı arazi planlamalarında, kent ve ulaşım planlamasında da büyük öneme sahiptir (Karadoğan, 2005).

Çalışma alanında önemli bir sorun olan erozyon, heyelan ve çığların meydana gelmesinde eğimin etkisi fazladır. Kütle hareketlerinin oluşmasında, yamacın yerçekiminin etkisine bağlı olarak harekete geçmesi üzerinde eğim büyük etkiye sahiptir. Bu nedenle eğim değerinin fazla olduğu alanlarda, heyelanlar diğer şartlar da uygun değerler içeriyorsa, hızlı gelişmektedir (Özdemir, 2007/b:24). Karlıova Havzası için eğim haritası 1/25000 ölçekli topoğrafya haritalarından üretilen DEM (Digital Elevation Model) (10x10 m) verisinden elde edilmiştir. Karlıova Havzası'nın eğim haritası incelendiğinde havza tabanından dağlık alanlara geçişte eğim değerlerinde belirgin bir artış görülmektedir. Kuzeyde ova tabanında birikinti konilerinin görüldüğü alanlarda dağlık alanlara geçişte eğim artmaktadır.

Havza ve çevresinde eğim değeri 0-65.28^0 arasında değişmektedir. Eğim haritası ile topoğrafya, tektonik ve morfoloji arasında yakın bir ilişki vardır. Karlıova Havzası ve çevresinde ortalama eğim 12.3^0'dir. 2-15^0 ve 15-25^0 eğime sahip alanlar havzada geniş alan kaplamaktadır. Toplam 759 km^2'lik alan kaplayan düz ve az eğimli sahalar doğuda Kargapazarı ve Karlıova Havzası ile güney ve batıda volkanik plato sahalarında yer almaktadır. Ayrıca Karlıova Havzası'nın güneybatısında yer alan Boncukgöze doğusunda az eğimli sahalar geniş alan kaplamaktadır. Az eğimli alanların fazla oluşu volkanik platoların geniş alan kaplamasından kaynaklanmıştır (Şekil 27). Zira bu platolar akıcı bazalt lavların etkisiyle oluşmuştur.



Şekil 27. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) eğim haritası

Havza ve çevresinde eğimin fazla olduğu sahalar ile tektonik hatlar ve akarsu vadileri arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır (Şekil 27). Çünkü fayların oluşturduğu zayıf zonlara yerleşen akarsular yarılmayı hızlandırıp, eğimi artırmaktadır. İnceleme alanında eğim dağılışında doğrudan faylanma etkilidir. Şekil 27'den anlaşıldığı üzere 0-

2^0 eğime sahip alanlar % 12, 2-15^0'lik eğime sahip alanlar % 55 ve 45^0 üzeri eğime sahip alanlar % 1'den az orana sahiptir. Çalışma alanının kuzeyinde eğim derecesinin fazla olması aynı zamanda litolojiye de bağlıdır. Zira burada litoloji aşınmaya karşı dayanıksız tortul kayaçlardan meydana gelmektedir. Bunun yanında özellikle Karagöl Bindirme Kuşağında meydana gelen seviye farkı da eğim değişkenliğini doğurmuştur. Eğim haritasına bakıldığında inceleme alanının kuzeyindeki bindirme kuşağı bariz olarak görülmektedir (Şekil 27).

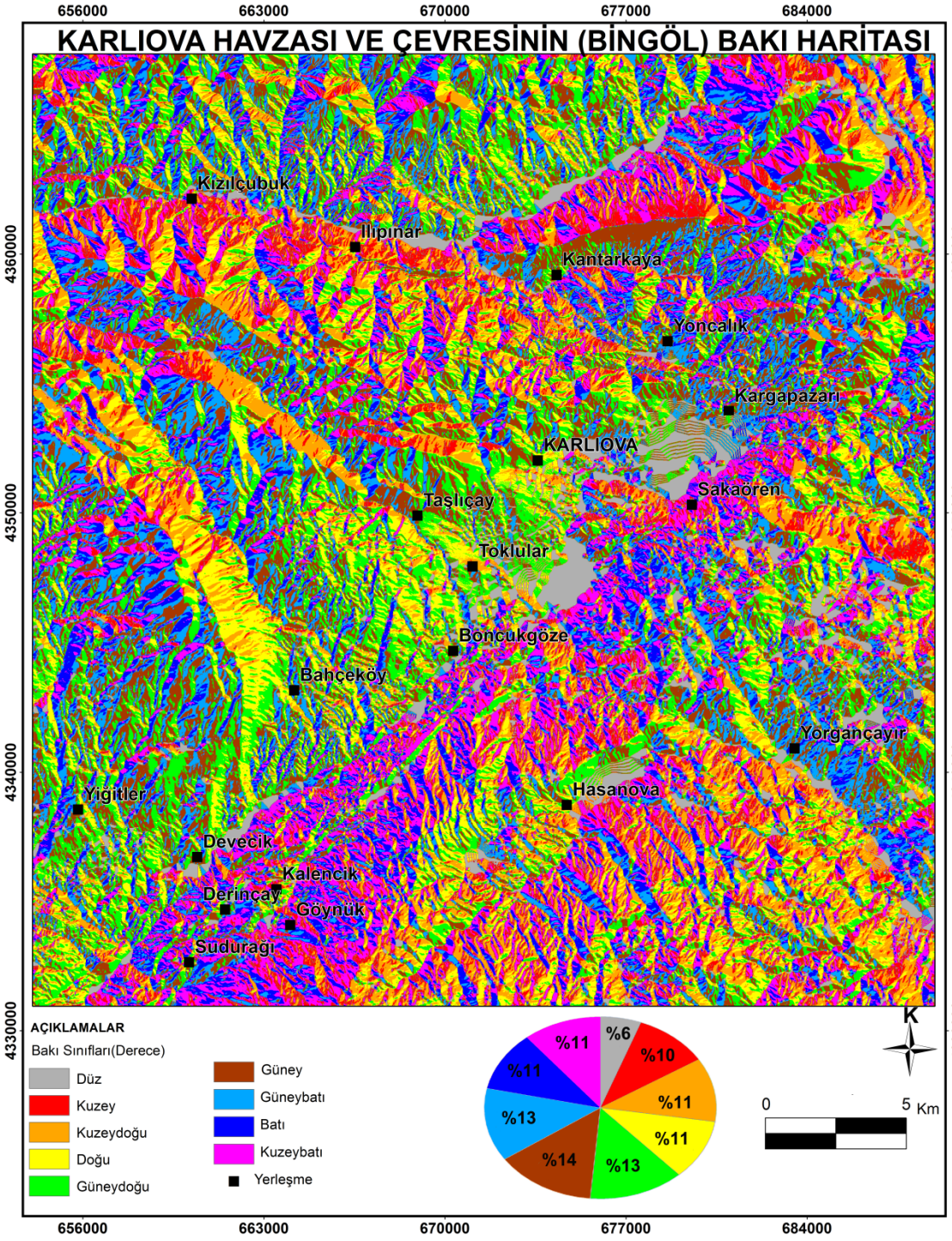
Sonuç olarak Karlıova Havzası ve çevresinde eğim dağılışında tektonik özellikler, volkanik faaliyet, litolojik yapı ve akarsu aşındırması etkili olmuştur. Yine eğim değerlendirmesinde dikkat çeken bir başka özellik araştırma sahasının kuzeyinde eğimin, güneye göre daha fazla olmasıdır. Ayrıca sahanın eğim haritası incelendiğinde bazı alanlarda eğim değişkenliğinin çok ani olduğu görülür. Tabiatıyla bunu doğuran sonuç tektonik yapıdır.

3.1.2.2.Bakı Özellikleri

Jeomorfolojide bakı özellikleri ve bakı yönü yer şekillerinin oluşum ve sonuçlarını etkileyen önemli faktörlerdendir. Bakı etkisi güneş radyasyonu alma, yağış getiren hava kütlelerine dönük olma, erozyon, yarılma, kütle hareketleri, bitki örtüsü ve toprak oluşumu üzerinde etkilidir.

Ülkemizin kuzey yarımkürede yer almasından dolayı genel olarak güneye bakan yamaçlar, kuzeye bakan yamaçlara oranla daha fazla kısa dalgalı güneş radyasyonunu almaktadır. Buna karşın doğu ve batıya bakan yamaçlar daha orta derece bir etkiye sahip olurlarken, doğuya bakan yamaçlar sabah fazla, batıya bakan yamaçlar ise akşam daha fazla güneş ışığı almaktadır (Goudie, 2003). Bu durum kuzey ve güney yamaçlardaki jeomorfik proses üzerinde bazı farklılıklar ortaya çıkarmaktadır. Buna bağlı olarak, kuzeye bakanlara göre daha fazla radyasyon alan güneye bakan yamaçlarda, evapotranspirasyon oranı fazlalaşır ve yağmurdan sonra bitki örtüsünde ani bir su ihtiyacı doğar. Kuzeye bakan yamaçlar ise toprak nemliliğini yağıştan sonra da uzun bir süre muhafaza eder, böylelikle nemliliği seven bitki örtüsü gelişir. Bu özellik infiltrasyonu arttırıcı ve yüzeysel akışı azaltıcı bir etki oluşturmasına karşın derin toprak oluşumu ve yüksek nemlilik içeriğinden dolayı kütle hareketleri için uygun şartlar sağlamaktadır (Kirkby ve diğ. 1990; Goudie, 2003; Mater, 1998; Turoğlu ve Özdemir, 2005). Bu özellikler dikkate alınarak havzanın DEM'inden 8 farklı yön ve düz

alanlardan oluşan bakı haritası üretilmiştir. Buna göre, güneye dönük yamaçlar havza içinde fazla alan kaplamakla birlikte bunu sırasıyla doğu, batı ve kuzeye bakan yamaçlar takip etmektedir. Karlıova Havzası'nın kuzey ve güneyi olarak baktığımızda kuzeyde güneye bakan yamaçlar, güneyde de kuzeye bakan yamaçların daha fazla olduğu haritadan anlaşılmaktadır (Şekil 28).



Şekil 28. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) bakı haritası

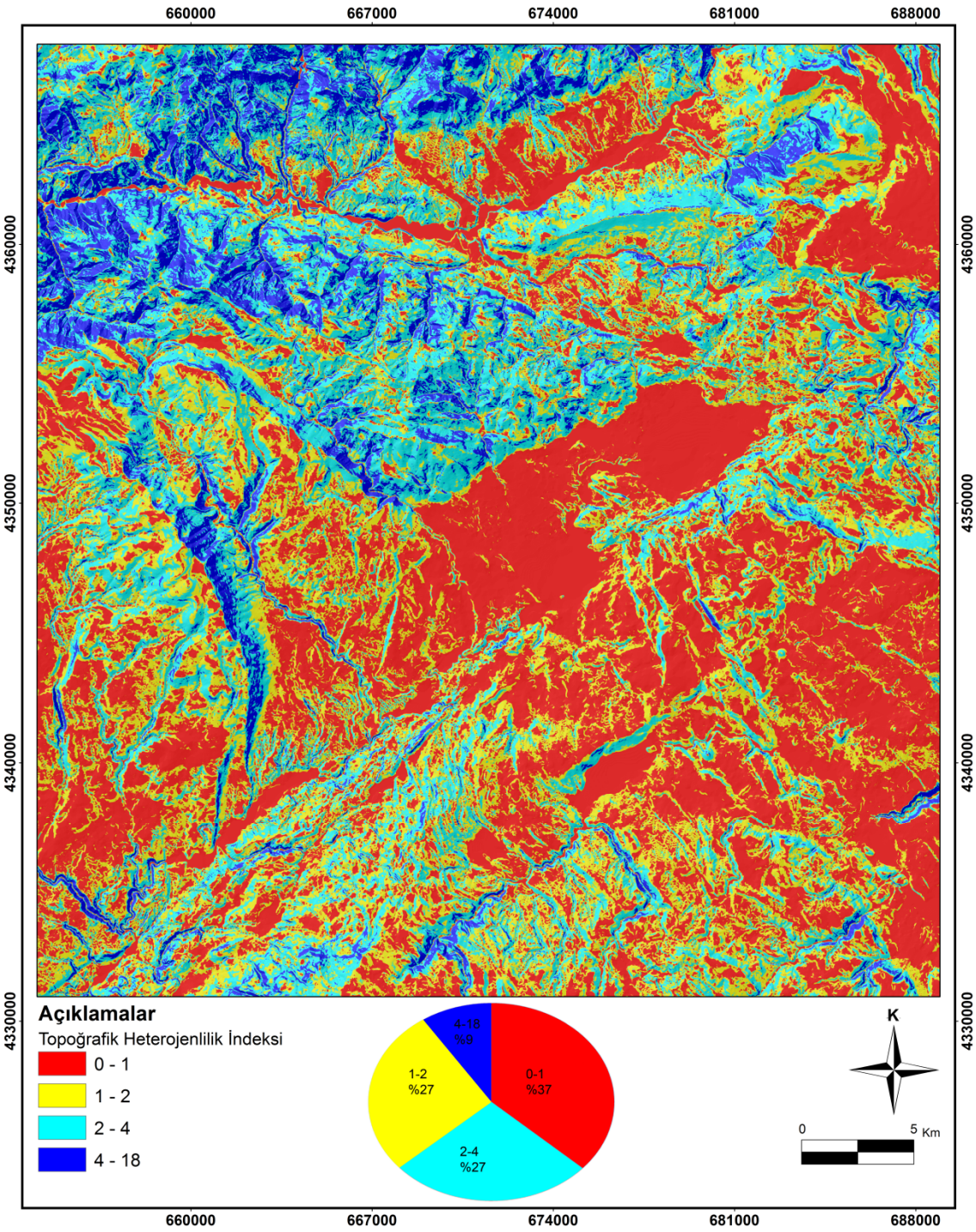
Bakı faktörü, bitki ekolojisi, ormancılık, yer seçimi ve şehir planlamacılığı gibi çalışmalarda da dikkate alınmaktadır. Jeomorfolojik anlamıyla dış süreçler üzerinde de etkilidir. Bu etki çoğu zaman klimatolojik faktörlerin yerel şartlara bağlı olarak değişmesi şeklinde olabilmektedir (Dölek, 2008:24). Aynı zamanda heyelan, taşkın-sel oluşumunda da bakı etkisi bulunmaktadır. Karlıova Havzası ve çevresinde kütle hareketlerinin yoğun olarak yaşanmasından dolayı bakı heyelan duyarlılığında bir parametre olarak ele alınmıştır.

Çalışma alanında bakı etkisine bağlı olarak Göynük Çayı Vadisi'nde kuzeye bakan geçirimsiz yüzeylerde heyelanlar artmaktadır. Litoloji ile birlikte bakı etkisi DAF'ın geçtiği vadi boyunca heyelan oluşumunu kolaylaştırmaktadır. Çünkü kuzeye bakan yamaçlarda su zemini kısa sürede terketmez, geçirimsiz zemin oluşturan ofiyolitler de kaymayı kolaylaştırmaktadır.

3.1.2.3.Topoğrafik Heterojenlik İndeksi

Riley ve diğ. (1999), tarafından geliştirilen bu indeks yüzeyin engebeli ya da düz olduğunu ifade etmektedir. Düşük değerler düz ve düze yakın alanları, yüksek değerler ise engebeli alanları ifade etmektedir. Çalışma alanının heterojenlik indeks değerleri 0-17,4 arasında değişmektedir. Bu indeks yarılma derecesini vermektedir. Yüzeyin sade olduğu alanlar güneyde yer almaktadır. Bunun sebebi volkanik faaliyetlere bağlı olarak oluşan platoların geniş alan kaplamasıdır. İnceleme alanının kuzeyinde Peri Suyu'nun gömülmesi ve KAF'a bağlı olarak engebelilik artmaktadır. Çalışma alanında indeks değeri ile fay hatları ve akarsuların gücü, volkanik platolar ve ova-havza tabanları arasında yakın ilişki bulunmaktadır (Şekil 29).

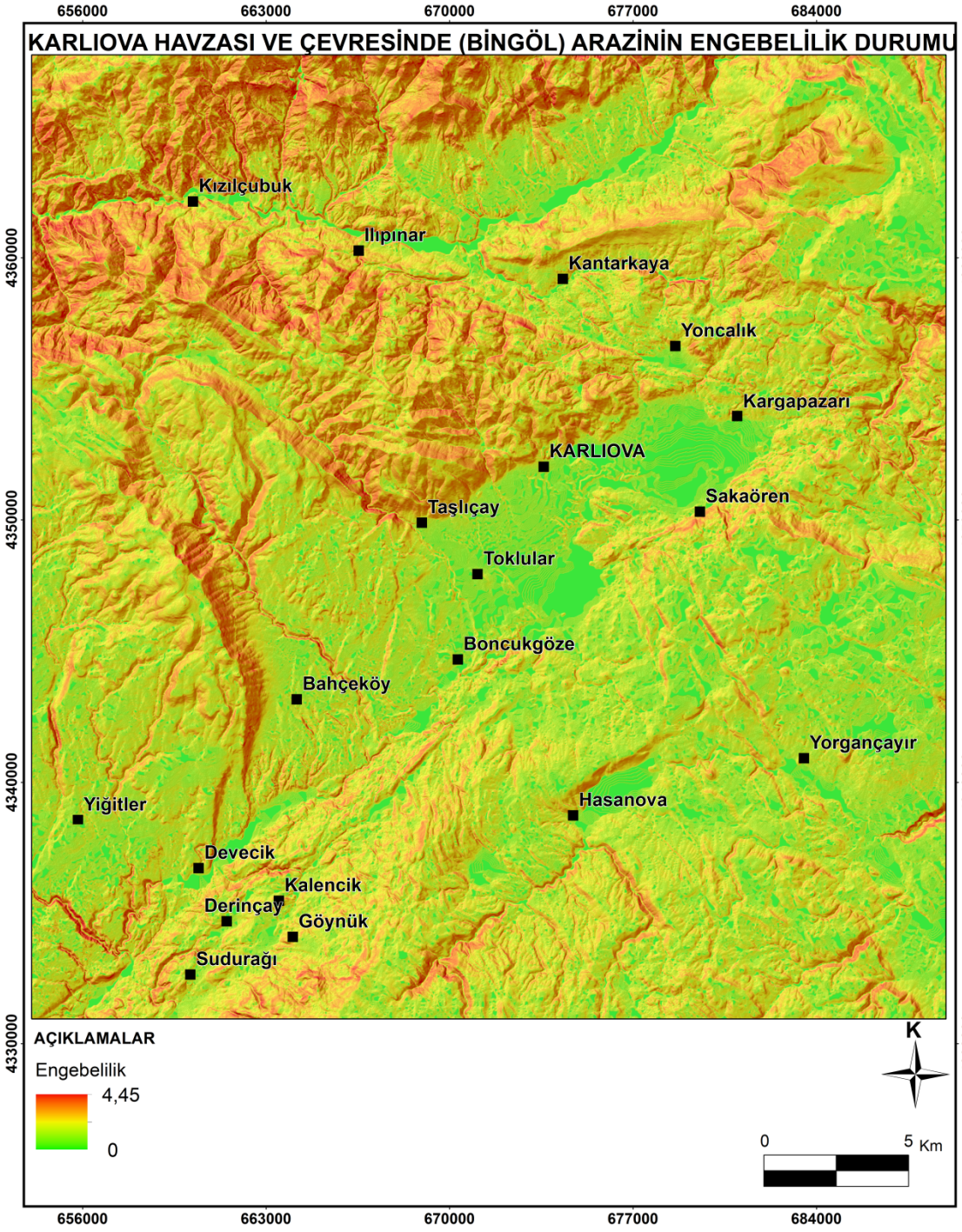
Bu indeks aynı zamanda arazinin parçalanma derecesini vermektedir. Tektoniğin etkili olmasına rağmen havza çevresinde genç volkanik faaliyetler heterojenliliği düşürmektedir. Yaklaşık 1200 km^2 alan kaplayan inceleme alanında 3-4 yerde yarılma artmaktadır. Yarılmanın fazla olduğu sahalar fay dikliklerine ve akarsu vadilerine karşılık gelmektedir. Platolarda bile yarılma hemen hemen ova tabanına yakın çıkmaktadır. Bu durum hem KAF hem de DAF'ın geçmesiyle sanki bir tezat oluşturmuştur. Bunun yanında topografik heterojenlilik için yapılan gruplandırmada aslında 0-4 arasında değer gösteren sahalar aynı özellikleri göstermektedir. Bu durum arazinin yarılma derecesinin oldukça düşük olduğunu göstermektedir.



Şekil 29. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) topoğrafik heterojenlik indeksi haritası

Karlıova Havzası'nın tabanının oldukça sade olduğu, buna karşın faylı sahalarda engebeliliğin arttığı görülmektedir. Kargapazarı köyünün kuzeydoğusunda

yer alan platolarda yarılma azdır. Buna karşın Peri Suyu Vadisi'nin kuzeyinde ve güneyinde engebeli sahalar geniş alan kaplamaktadır (Şekil 30).



Şekil 30. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) arazinin engebelilik durumu

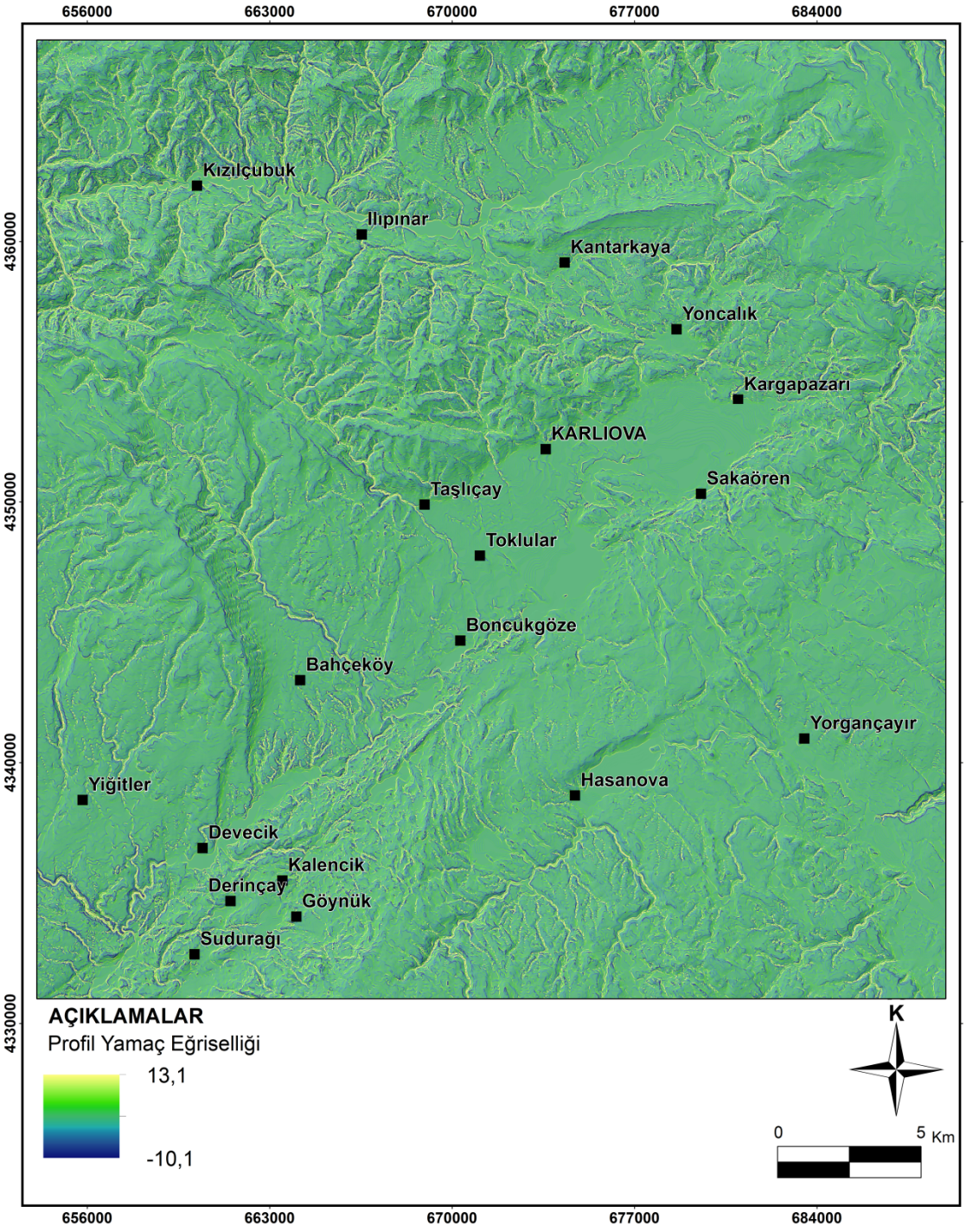
3.1.2.4.Eğriselikler

Eğrisellikler, topoğrafyadan elde edilen ikincil veri grupları olarak bilinmektedir. Eğrisellikler profil ve plan olmak üzere iki şekilde dikkate alınmıştır. Profil yamaç eğrisellikleri suyun yüzeydeki akış hızını, plan yamaç eğriselliği ise suyun hangi noktalarda birleşebileceğini belirtmektedir. Profil yamaç eğriselliği; suyun yüzeydeki akış hızı ve sedimentlerin yamaç boyunca taşınımı ve böylece gelişen erozyonun, eğim değişim oranını ifade edecek şekilde kullanılmaktadır (Huggett and Cheesman, 2002). Negatif değerler tüm yamaç eğrisellikleri için, o yamacın içbükey olduğunu pozitif değerler de ise yamacın dışbükey olduğunu ifade etmektedirler (Görüm, 2006:59).

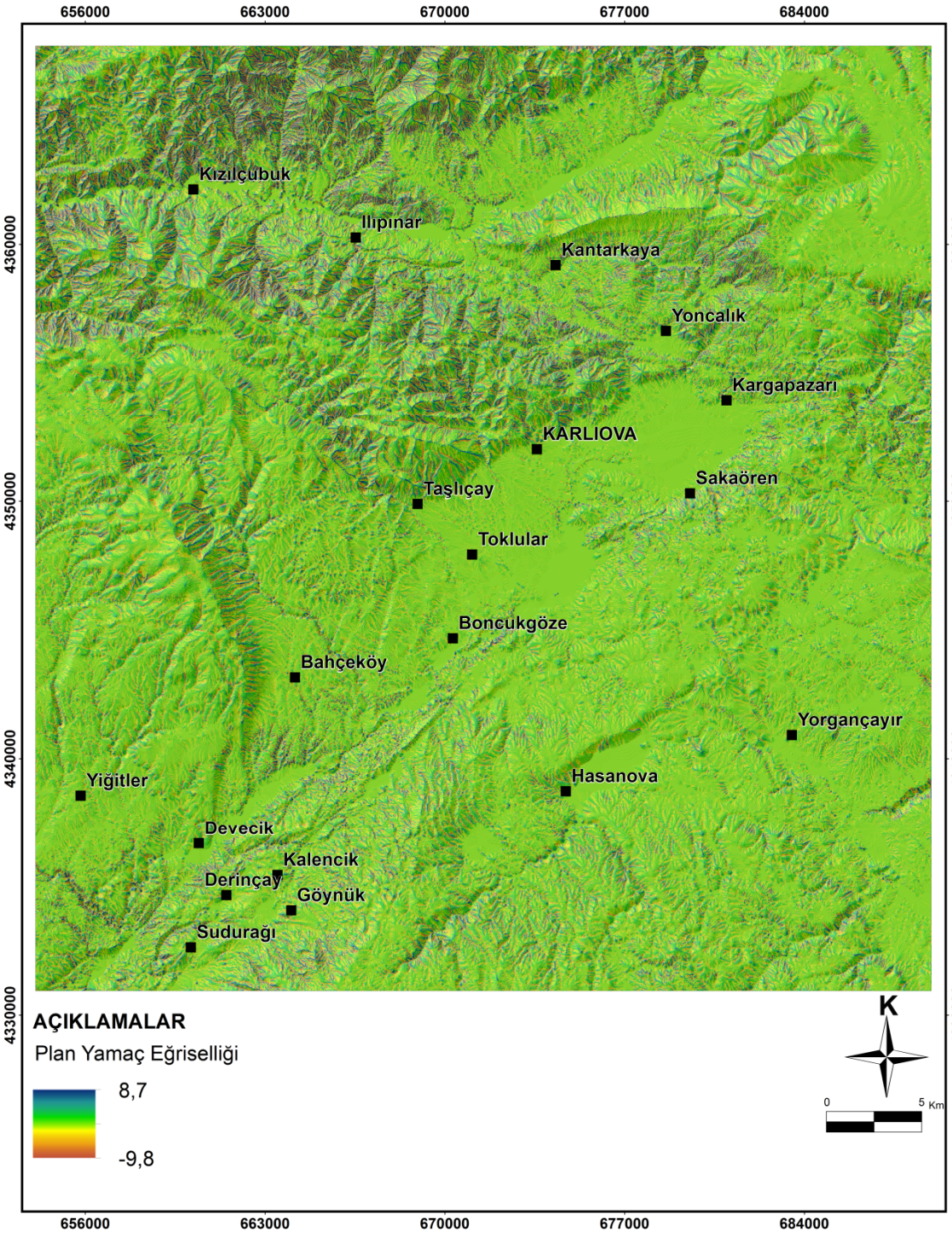
Yamaç eğrisellikleri ile ortaya konan yamaç şekillerinin iç bükey veya dış bükey olması durumu, özellikle heyelanların oluşumu üzerinde etkili olmaktadır. Yamaçlardaki topoğrafik düzensizlikler gerilim dağılımını olumsuz yönde etkilemekte ve bu da duraysızlıklara sebep olabilmektedir (Gökçeoğlu ve Ercanoğlu, 2001). Özellikle dış bükey yamaçların, iç bükey yamaçlara oranla heyelana daha duyarlı olduğu yönünde bir eğilim olsa da (Höek and Bray, 1977) bunun aksi yönünde iç bükey yamaçların heyelana daha duyarlı olduğu yönünde de görüşler vardır (Jakob, 2000).

Eski heyelanların yeniden harekete geçmesini, bu heyelandan önceki şartlara bağlamak mümkün olsa da iç bükey yamaçlarda heyelanların duyarlılığının artmasının başlıca sebebi, yüzey sularının bu alanlarda, dış bükey yamaçlara oranla daha fazla oyalanmaları ve zeminin geçirimliliği oranında az veya çok yeraltı suyu koşullarını etkileyerek, yamacın heyelan duraylılığını artırmasıdır. Fakat genel kanı dış bükey yamaçların heyelana daha duyarlı olduğu yönündedir (Dölek, 2008). Karlıova Havzası'nda aktif heyelan alanlarının dışbükey yamaçlarla çakıştırılması bu durumu doğrulamıştır. Çünkü havzada dışbükey yamaçlarda heyelanlar daha fazla görülmüştür.

İnceleme alanında profil yamaç eğriselliği -10 ile 13 arasında değişmektedir (Şekil 31). Çalışma alanında içbükey ve dış bükey yüzeylerin alanı hemen hemen birbirine yakındır. Dışbükey yüzeyler ile akarsu vadileri ve tektonik hatlar arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Plan yamaç eğriselliği -8.9 ile 7.8 arasında değişmektedir (Şekil 32). Dışbükey yüzeyler, içbükey yüzeylere göre daha fazla alan kaplamaktadır. Bu durum eğim, litoloji ve yağış uygun olduğunda heyelan oluşumunu kolaylaştırmaktadır. Çalışma alanında plan yamaç eğriselliği dışbükey olan yamaçlarda aktif heyelanlar fazladır. Bu durum Göynük Çayı Vadisi'nde belirgindir.



Şekil 31. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) profil yamaç eğriselliği

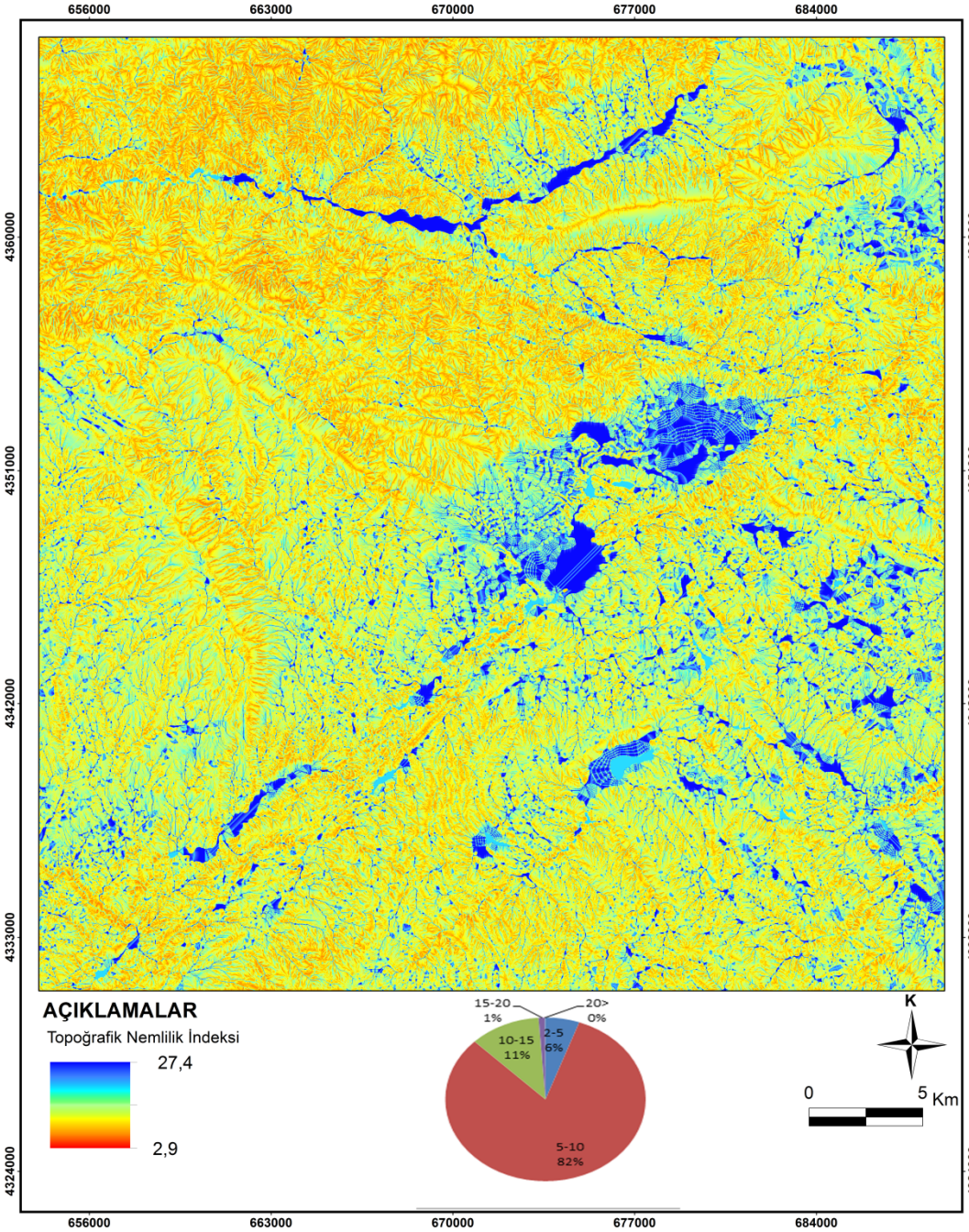


Şekil 32. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) plan yamaç eğriselliği

3.1.2.5.Topoğrafik Nemlilik İndeksi (Topographic Wetness Indices)

Topografik nemlilik indeksi, topografyanın zemin nemliliği üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır (Moore ve diğ. 1991). Aynı zamanda bu etki akış halinde olan suyun yüzeyde ne kadar oyalandığını ifade etmesinin yanı sıra, kaynak alanlarda

göllenen suyun ve karın topografik koşullara bağlı gelişiminin ifadesidir. Karlıova Havzası ve çevresi için topoğrafik nemlilik indeksi sahaya ait DEM verisi kullanılarak çıkarılmıştır. Topoğrafik nemlilik indeksi değerleri 5 gruba ayrılmış, bunların alanı hesaplanmıştır. İnceleme alanında topoğrafik nemlilik indeksi 2,9 ile 27,4 arasında değişmektedir (Şekil 33).



Şekil 33. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) topoğrafik nemlilik indeksi haritası

Kuzeyde Peri Suyu Vadisi, güneydoğuda Hasanova ve Palagölü Deresi, Karlıova Havzası'nın tabanında ve Göynük Çayı Vadisi yamaçlarında indeks değerleri artmaktadır. İndeks değerlerinin yükseldiği Göynük Çayı Vadisi'nin yamaçları aynı zamanda heyelan alanıdır. İndeks değerlerinin yükseldiği Peri Suyu Vadisi'nde taşkın tehlikesi altında olan yerleşmeler bulunmaktadır. Benzer durum Karlıova Havzası için de geçerlidir.

3.1.3.Hipsometrik Eğri ve Hipsometrik İntegral

Bir drenaj alanının hipsometrik eğrisi, farklı boyutlardaki havzaların yükseklik/alan dağılımını tanımlamaktadır (Strahler, 1952). Hipsometrik eğrinin gösterilmesi sırasında alan ve yükseklik, toplam alan ve toplam yüksekliğin bir fonksiyonu olarak ifade edildiği için farklı boyutlardaki havzaların karşılaştırılabilmesine imkan vermektedir (Keller ve Pinter 1999; Perez-Pena ve diğ. 2009). Hipsometrik eğriye harita ölçeğinin etkisi yoktur. Hipsometrik eğri oluşturulurken izlenen yol: Bir havza içindeki herhangi bir yüksekliğin (h) üzerinde kalan alanın tüm drenaj havzasının alanına oranı (a/A) ve (h) değeri ile havzanın en yüksek kotunun oranının (h/H) karşılaştırılması ile elde edilmektedir.

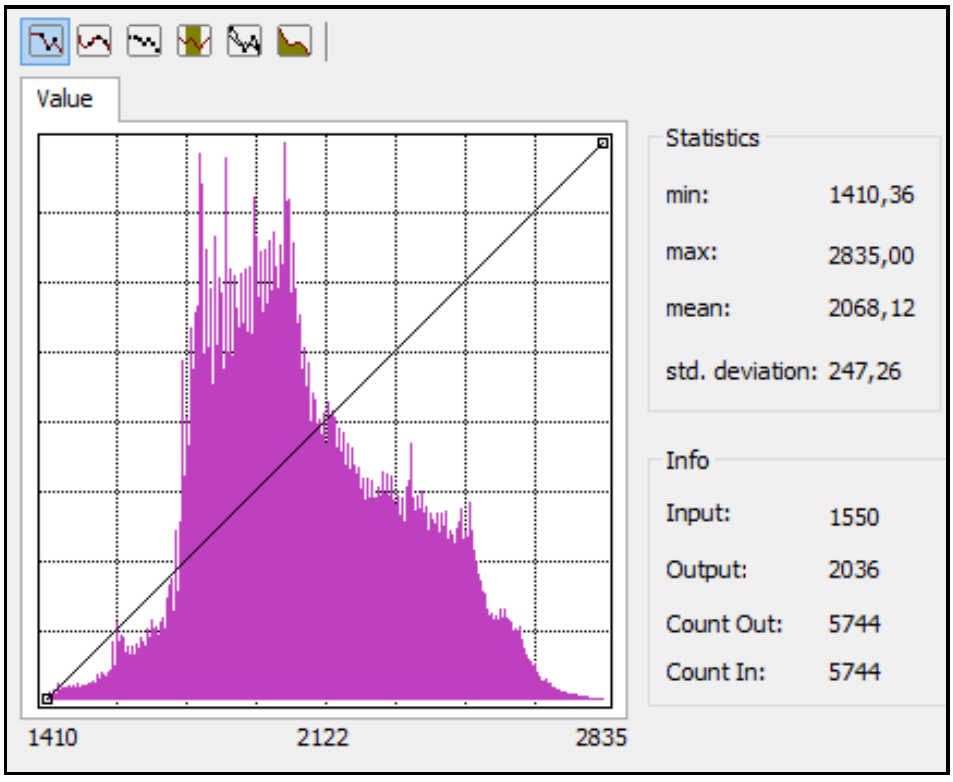
Sonuç olarak toplam havza yükseklik oranının (rölatif yükseklik) toplam havza alanına (rölatif alan) karşı izdüşürülmesi ile hipsometrik eğri çizilir. Hipsometrik eğrinin şekline göre havzanın olgunluğuna dair yorumlar yapılır. Konveks hipsometrik eğriler göreceli olarak genç ve az erozyona uğramış havzaları temsil etmektedir (Akyüz ve diğ. 2010:47). S-şekilli eğriler orta ölçüde erozyonu ifade ederken, konkav eğriler göreceli olarak daha yaşlı ve yüksek derecede erozyona uğramış havzaları temsil etmektedir (Keller ve Pinter, 1999). Hipsometrik eğrinin altında kalan alan ise hipsometrik integral (HI) ifade eder ve bu değer 0 ila 1 arasında değişir. 0 değerine yakınlık havzanın olgun olduğunu, 1 değerine yakınlık ise havzanın genç olduğunu göstermektedir. Havzadaki yükseklik değişimlerinin ortalama değere göre konumunu ifade etmektedir.

Hipsometrik integral bir bölgedeki morfolojik gelişimin hangi aşamada olduğuna dair önemli bir yaklaşımdır (Strahler, 1952). Bir bölgedeki gelişimin evrelerini anlamak farklı boyutlardaki drenaj alanlarından elde edilen hipsometrik eğri ve hesaplanan HI değeri birlikte değerlendirilerek, sözkonusu havzaların genç-denge-olgun aşamalarından hangisi ile ifade edilebileceğine imkan vermektedir. Bunun

yanında hipsometrik eğrinin dışbükey-içbükey formuna bağlı olarak da benzer yorumlar yapılabilir (Akyüz ve diğ. 2010:48). Karlıova Havzası ve çevresinin hipsometrik eğrisini çıkartmak için yükselti aralığı 100 m olarak alınmış, alansal değerler havza için oluşturulan DEM'den elde edilmiş olup izdüşüm alanı değil yüzey alanı verileri kullanılmıştır.

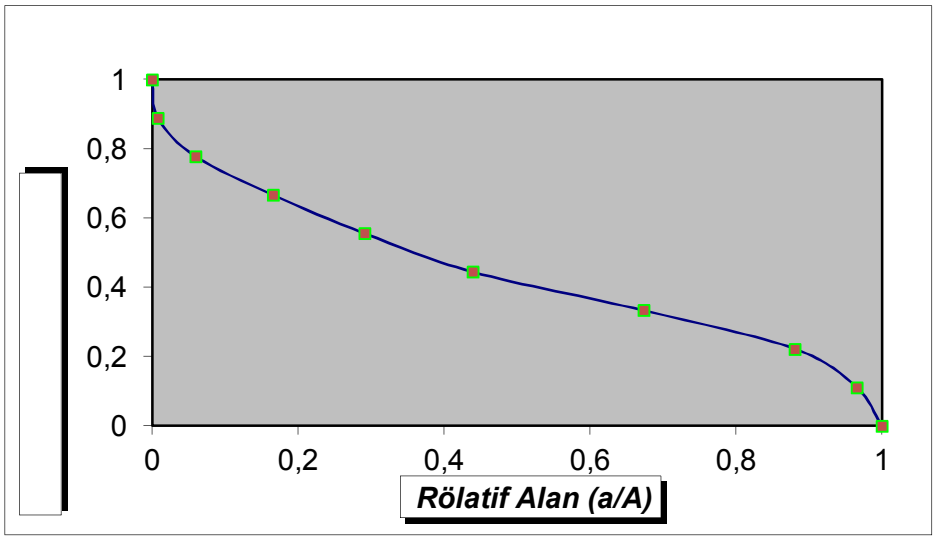
Karlıova Havzası için Hipsometrik integral (HI) değeri;

$$HI=\frac{\text{Ortalama yükseklik - minimum yükseklik}}{\text{Maksimum yükseklik - minimum yükseklik}}$$ bağıntısı kullanılarak hesaplanmıştır (Akyüz ve diğ. 2010:48). Havza için oluşturulan DEM'in histogram verileri kullanılarak, hipsometrik integral değeri hesaplandığında 0,46 olarak hesaplanmıştır (Şekil 34).



Şekil 34. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) DEM'ine ait histogram

Karlıova Havzası ve çevresinin hipsometrik eğri ve integrali birlikte değerlendirildiğinde; genç tektoniğe rağmen hipsometrik eğrinin topoğrafyayı bire bir karakterize etmediği anlaşılmaktadır (Şekil 35).



Şekil 35. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) hipsometrik eğrisi

Kuzeyde Peri Suyu Havzası'nda ve fay dikliklerinin bulunduğu sahalarda yükselti fazla olmasına karşın yine de olgun bir topoğrafya görülmektedir. Bunun nedenleri dağlık alanlar üzerinde az yarılmış platoların bulunması havzaların geniş alan kaplaması ayrıca litolojinin daha çok bazalttan oluşmasıdır. Çünkü bazaltlar dikey yönde yarılmayı artırmaktadır. Yatay yönde yarılma geniş boyutlara ulaşmaz ve yükselti farkı düşük kalır.

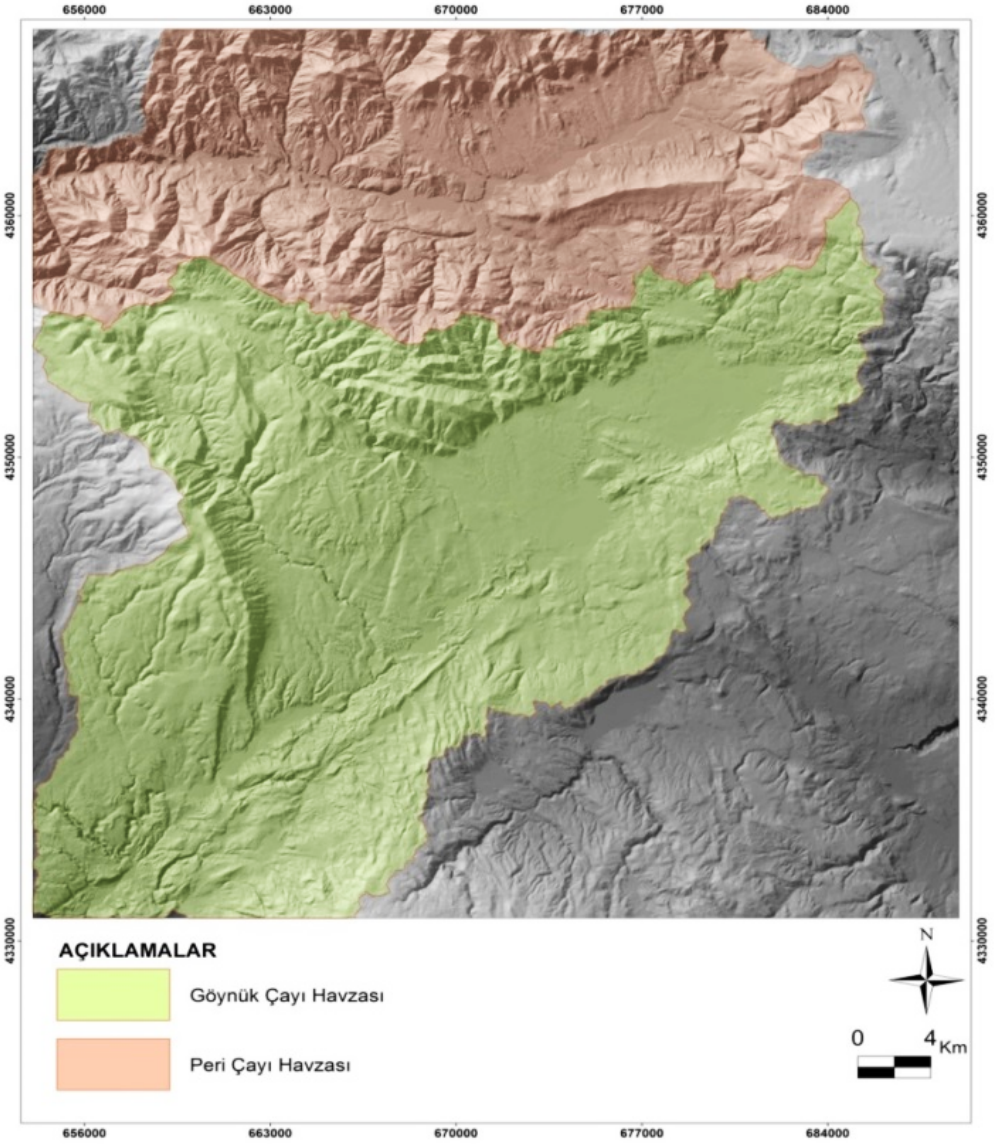
Sonuç olarak hipsometrik eğri jeomorfolojide önemli bir parametre olmasına karşın inceleme alanı için yukarıda bahsedilen sebeplerden ötürü elverişli değildir. Bu durum inceleme alanının tam bir akarsu havzasına karşılık gelmemesinden de kaynaklanmaktadır. Bunun yanında inceleme alanında yer alan ana-alt havzalar için de hipsometrik eğri-integral çalışması yapılmıştır. Bu amaçla sahaya ait 10 m piksel değerli DEM verisi kullanılmıştır. Ana-alt havzaların oluşturulmasında ArcGIS 10.1, Spatial Analyst Tool'u içindeki Hydrology uzantısı kullanılmıştır. DEM'den üretilecek olan akarsuların gerçeğe yakın olması için DEM'in iyi çözünürlükte olması gerekmektedir, aksi takdirde büyük düzlük alanlar doğal olmayan bir drenaj ağının oluşmasına neden olmaktadır (Maidment, 2002; Özdemir, 2007/b). Bu bakımdan sahamız için seçilen DEM'in çözünürlüğü havzanın iç kesimleri ve yükseltinin fazla olduğu alanlar için yeterli olmamıştır. İkinci olarak, kullanılacak DEM'in içindeki çukurluk ve normalden fazla olan yüksekliklerin giderilmesi aşamasıdır. Bunun giderilmesinin sebebi oluşacak akarsu ağındaki kesiklikleri engellemektir (Tarboton ve diğ. 1991; Özdemir, 2007/b).

Üçüncü aşama olarak, düzeltilmiş DEM verisinden doğal akış yönleri belirlenmiştir. Bu yönlerin belirlenmesinde D8 metodu kullanılmıştır. Buna göre piksellerin sahip olduğu yükseklik değerine göre, 3x3 komşuluk ilişkisindeki alan içinde merkezdeki piksel, suyun kendisi kabul edilerek, eğimin en fazla olduğu yöne doğru akışı gerçekleşeceğinden piksellere akış yönü kodları atanmıştır. Dördüncü aşama olarak üretilen bu doğal akımda yüzey sularının hiç bir şekilde kayba uğramadan direkt yüzeysel akışa geçtiği kabul edilmektedir. Doğal akış yönlerinin toplanmasıyla elde edilen doğal akım, sahada oluşabilecek maksimum akarsu ağını vermektedir (Özdemir, 2007/b).

Çalışma alanında yer alan en büyük drenaj alanı Göynük Çayı'na aittir. Göynük Çayı Havzası'na ait hipsometrik integral değeri **0,42** olarak hesaplanmıştır. Hipsometrik eğri ve integral birlikte değerlendirildiğinde; havza tabanının yer alması, volkanik platoların geniş alan kaplaması ve litolojinin bazaltlardan oluşması hipsometrik eğri ve integralle sağlıklı bir değerlendirme imkânı sunmamıştır (Şekil 36, 37).

Göynük Çayı inceleme alanında Boncukgöze ile Sudurağı köyleri arasında geniş bir yataktan akmaktadır. Sudurağı köyünden çalışma alanı dışında kalan Ilıcalar köyüne kadar dar yataklıdır. Tektonik aktiviteden dolayı meydana gelen çarpılma akarsuyun akış yönüne göre sol tarafa doğrudur.

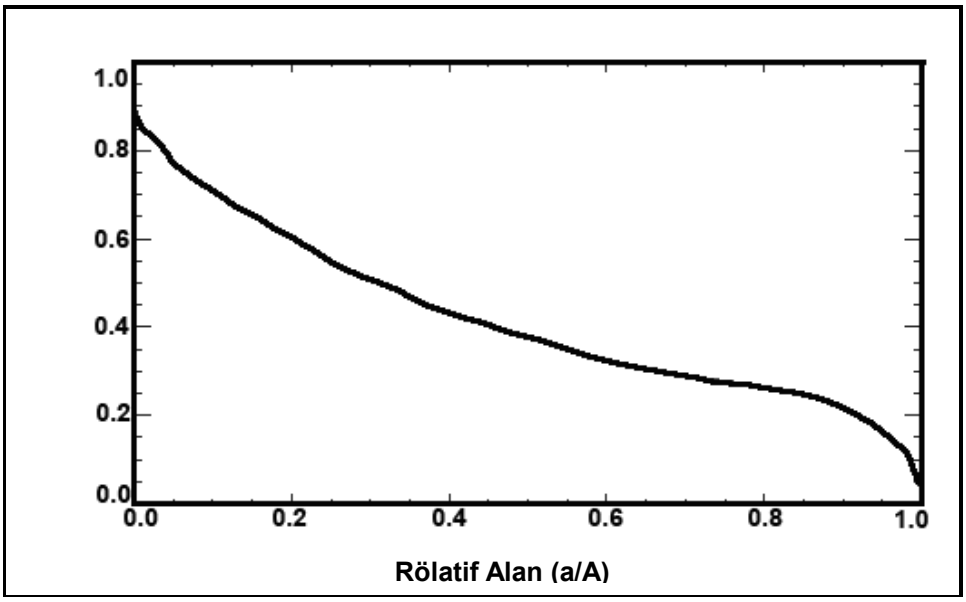
Göynük Çayı Havzası'nda volkanik platolar geniş alan kaplamaktadır. Özellikle havzanın batısı ve güneyinde düzlükler fazladır. DAF'ın vadide ve platolarda meydana getirdiği yükselti farkı ve basamaklanma dışında genel olarak yükselti farkından pek bahsedilmez. Göynük Çayı Havzası'nın kuzeydoğusunda Karlıova Havzası yer almaktadır. Havza tabanı pek yarılmamış olup, Göynük Çayı Havzası'nda alçak ve düz alanların yüzölçümü fazladır.



Şekil 36. İnceleme alanında yer alan ana havzalar

İkincil fayların etkisini ortaya koymak amacıyla Göynük Çayı'na kuzeyden katılan derelere ait 5 drenaj alanı belirlenmiş, bu havzalara ait hipsometrik eğriler çizilmiş ve aynı havzalara ait hipsometrik integral değerleri hesaplanmıştır (Tablo 3, Şekil 38, 39).

Hipsometrik eğrinin şekli, hipsometrik integral değeri ile birlikte ele alınarak, havzaların genç, olgun ya da yaşlı olduğu, havzaları etkileyen tektonik kuvvetlerin etki derecesi yorumlanmıştır.

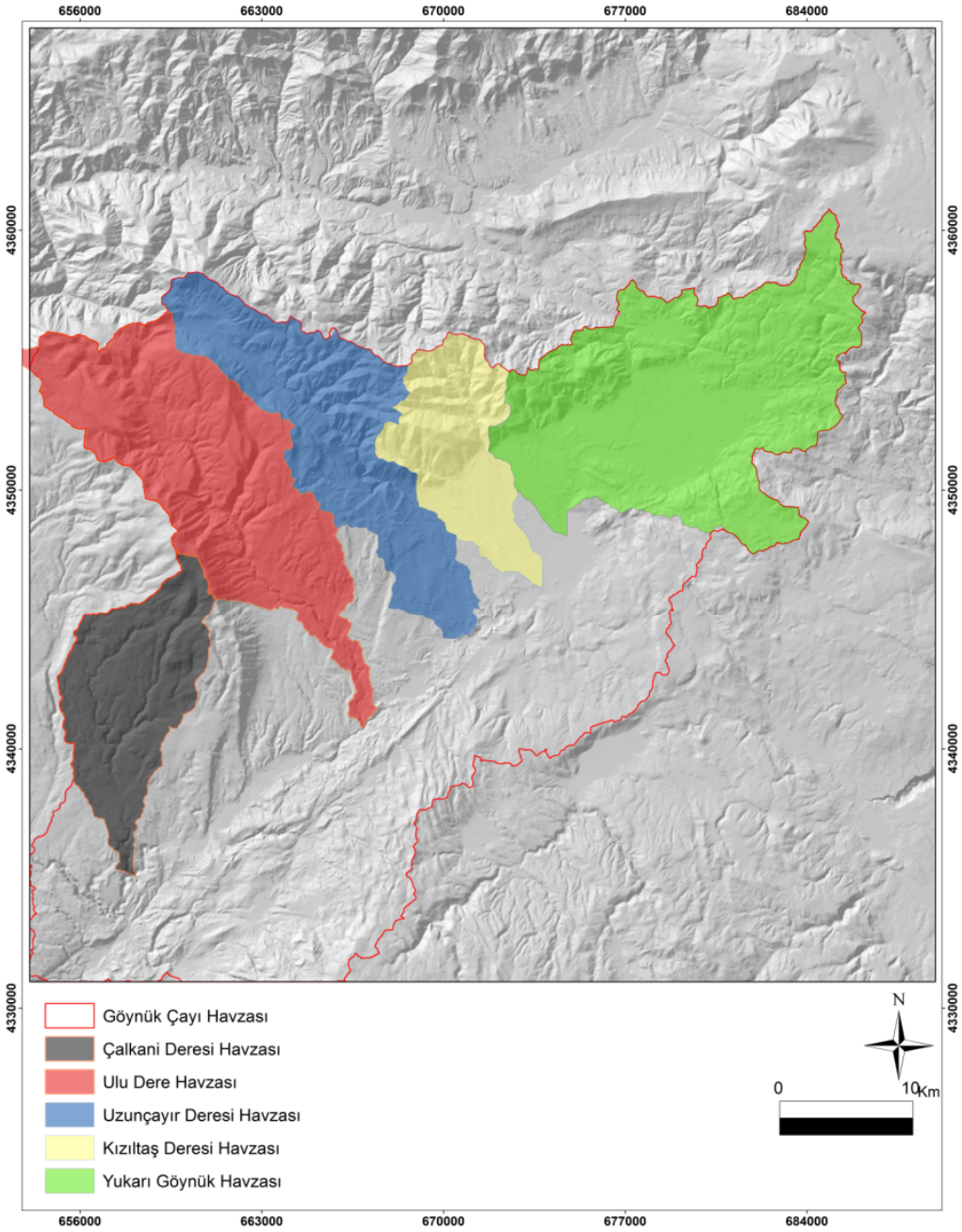


Şekil 37. Göynük Çayı Havzası'na ait hipsometrik eğri

Tablo 3. Göynük Çayı Havzası'nda Seçilen Havzalara ait Hipsometrik İntegral Değerleri

Havza Adı	**Hipsometrik İntegral**	**Havza Alanı (Km^2)**
Çalkani D. Havzası	0, 45	39
Uludere Havzası	0, 56	74, 9
Uzunçayır D.Hav.	0, 43	56
Kızıltaş D.Hav.	0, 36	31
Yukarı Göynük Hav.	0, 27	101

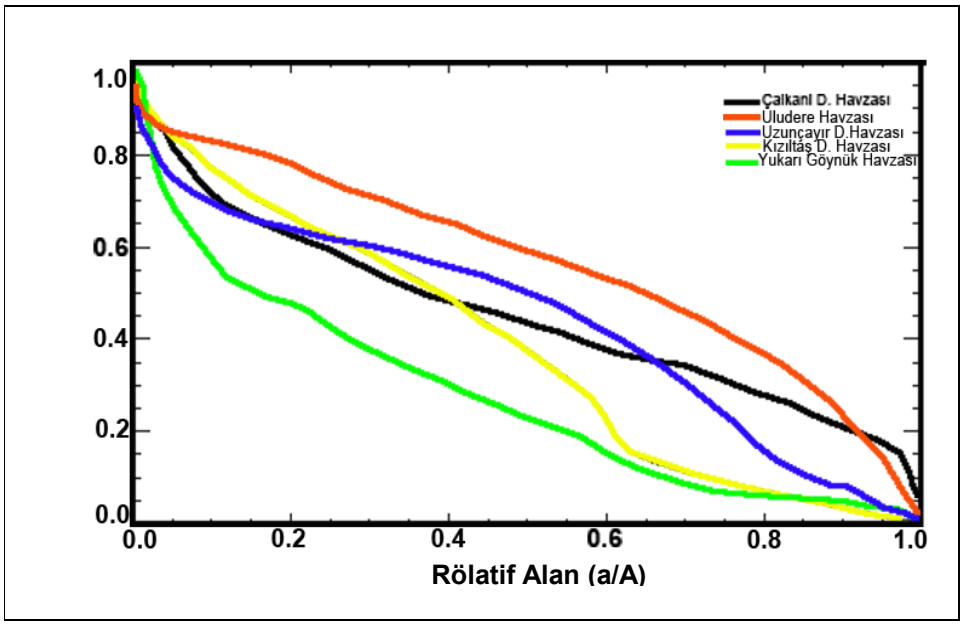
Göynük Çayı kuzeyinde bulunan dereler, yaklaşık 1400 m seviyesinde bulunan Göynük Çayı'na ulaşmak için 15-25 km arası yol almaktadır. Drenaj alanlarının yukarı bölümlerinde yükseklik 2000-2600 m arasında değişmektedir. Göynük Çayı drenaj alanı içerisinde tanımlanmış küçük drenaj alanlarına ait morfometrik analizler buradaki erozyon-yükselim dengesinin değişik bölgelerde farklı olduğunu göstermektedir. Peri Çayı drenaj alanlarına kıyasla homojenliği daha az olan deformasyon dağılımı görülmektedir (Akyüz ve diğ. 2010).



Şekil 38. Göynük Çayı Havzası'nda seçilen alt havzalar

Hipsometrik eğri-integral değrlendirmelerine göre: Göynük Çayı Havzası'nda en olgun drenaj Göynük Suyu'nun kaynaklarını topladığı ve Karlıova Havzası'na indiği sahaya denk gelmektedir. Hipsometrik integral değeri 0,27 olarak hesaplanmıştır. Morfometrik analizlerden ortaya çıkan bu durumu aşındırıcı süreçler ile birlikte güncel tektonizmanın etkisi olarak da değerlendirmek mümkündür (Akyüz ve diğ. 2010:57). Kızıltaş ve Taşlıçay dereleri tarafından oluşturulan havzada hipsometrik integral değeri 0,36 olarak bulunmuştur. Bu havza kısmen de olsa Toklular Fayı'nın denetiminde olup,

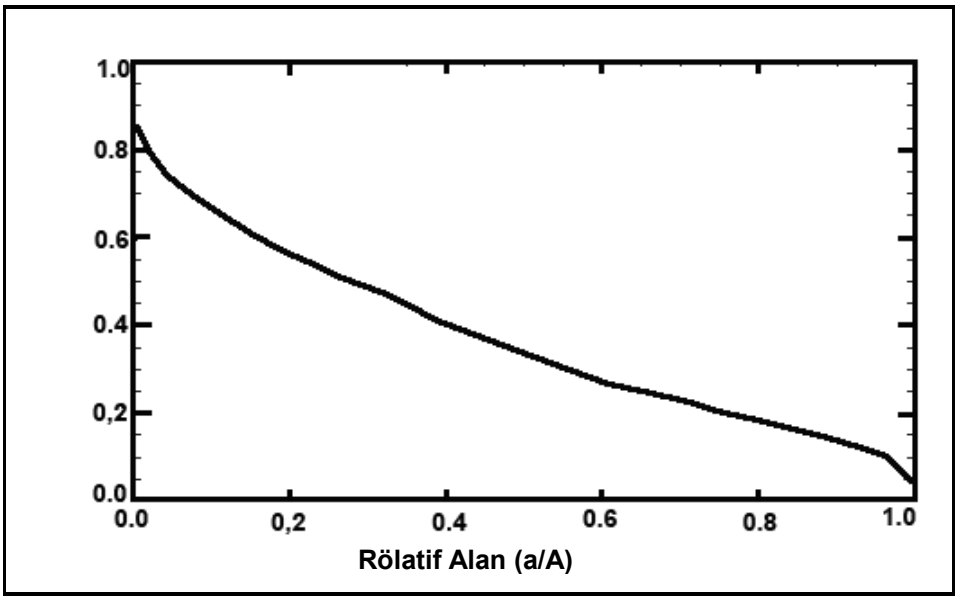
Göynük Çayı Havzası'nda seçilen havzalardan tektonik aktivitenin az olmasıyla ayrılmaktadır (Akyüz ve diğ. 2010:57).



Şekil 39. Göynük Çayı Havzası'nda seçilen alt havzalara ait hipsometrik eğriler

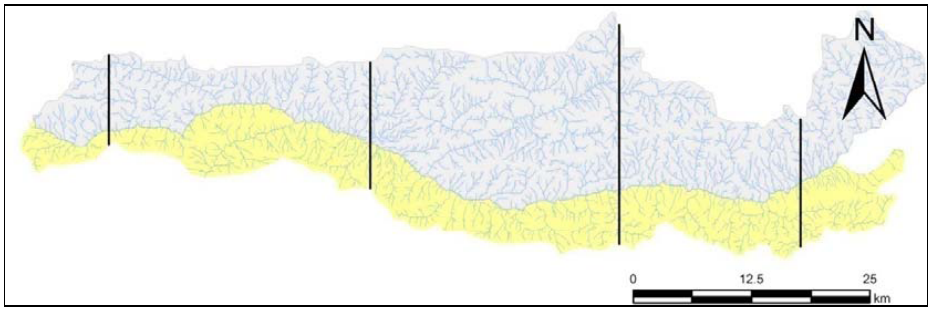
Uzunçayır, Değirmendere ve Mezre dereleri tarafından oluşturulan Uzunçayır Havzası Toklular Fayı etkisinde şekillenmektedir. Bu havzada hipsometrik integral değeri 0,43 olarak bulunmuştur. Dışbükey hipsometrik eğri havzanın genç olduğunu göstermektedir. Faylanmaya bağlı olarak akarsu vadisinde dik yamaçlar oluşmuştur. Ana akarsuyun akış istikametine göre sağında kalan alan soluna göre daha azdır. Bu durum da tektonizmadan dolayı asimetriliğini ortaya koymaktadır. Ulu Dere ve kolları tarafından şekillenen Uludere Havzası Bahçeköy Fayı denetiminde gelişmektedir. Havzanın asimetriliği, hipsometrik integral değeri (0,56) ve dışbükey hipsometrik eğrisi tektonik aktiviteyi kanıtlamaktadır. Çalkani, Aydere ve kollarının oluşturduğu Çalkani Deresi Havzası derin vadilerle yarılmıştır. Bu havzada hipsometrik eğri değeri 0,45 olarak bulunmuştur. Bu durum tektonik aktiviteyi kanıtlamaktadır. Sonuç olarak seçilen havzalarda KAFZ ve DAFZ arasında gelişmiş olan Bahçeköy ve Toklular Fayları'nın aktivitesinin oldukça fazla olduğu söylenebilir. Bu bölgedeki drenaj alanları üzerinde yapılan morfometrik analizler güncel akarsu sisteminin Bahçeköy ve Toklular Fayı kontrolünde geliştiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca bu faylar akarsuları 1,5 km ötelemiştir (Akyüz ve diğ. 2010: 58). Çalışma alanında yer alan diğer bir ana akarsu

Peri Suyu'dur. Peri Suyu Havzası'nın 316,6 km^2'lik bölümü inceleme alanında kalmaktadır. Havzanın kuzeyinde bindirme fayları, havzanın güneyinde ise Ilıpınar Fayı yer almaktadır. Havza için hipsometrik integral 0,37 olarak hesaplanmıştır. Peri Suyu Havzası'nda ana kolun kuzeyi güneyine göre daha geniştir. Havzanın büyük bölümü inceleme alanı dışında kaldığı için hesaplanan integral değeri ve çizilen eğri sağlıklı sonuç vermemiştir (Şekil 40).



Şekil 40. Peri Suyu Havzası'nın hipsometrik eğrisi

Peri Çayı'nın drenaj alanı güneye doğru eğimlenmiştir (Şekil 41). Ayrıca havzanın güney kenarı boyunca gelişmiş büyük alüvyal yelpazeler bu eğimlenme sonucu gelişmiş yapılardır. Eğimlenme güney kenarda dağ önü eğim miktarını arttırmış, kuzey kenara göre daha fazla malzemeden oluşan, daha büyük yelpazelerin gelişmesi için yeterince geniş alanlar oluşturmuştur (Akyüz ve diğ. 2009). Bu durum bize tektonik aktiviteden dolayı havzasının genç olduğunu göstermektedir.



Şekil 41. Peri Çayı Havzası (Akyüz ve diğ. 2009)

Ana akarsu havzası dışında Peri Suyu Havzası'nın güneyinde 5 küçük alt havza seçilmiş, havzalara ait hipsometrik eğrileri çizilmiş ve hipsometrik integralleri hesaplanmıştır (Tablo 4, Şekil 42, 43).

Tablo 4. Perisuyu Havzası'nda Seçilen Havzalara Ait Hipsometrik İntegral Değerleri

Havza	**Hipsometrik İntegral**	**Havza Alanı (Km^2)**
Tuzluca Deresi Havzası	0,38	58,1
Kazan Deresi Havzası	0,51	13,6
Mendik Deresi Havzası	0,54	5,2
Sökel Deresi Havzası	0,61	3,4
Başlangıç Deresi Havzası	0,51	19,1

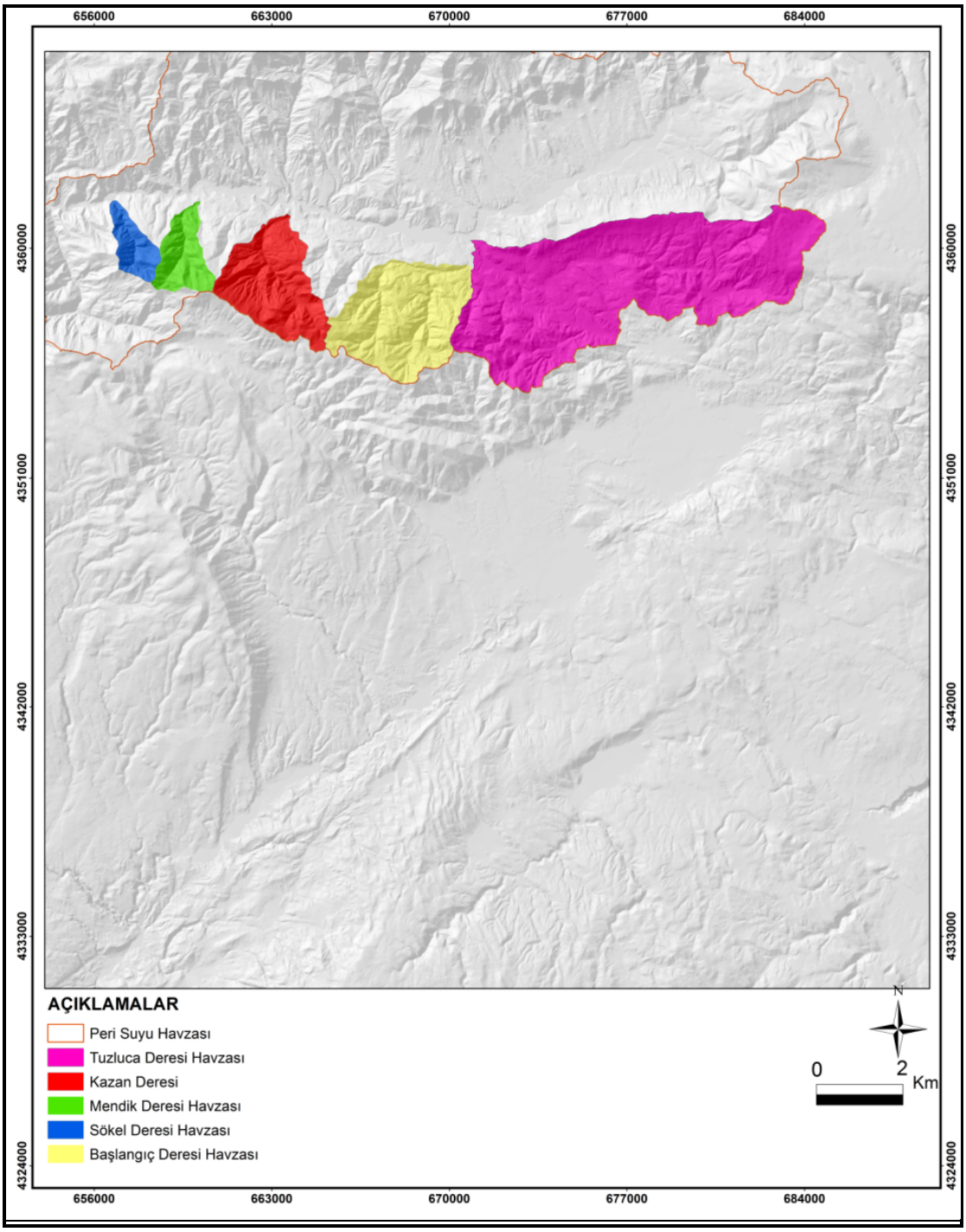
Peri Suyu'nun güneyinde bulunan dereler taban seviyesi 1750-1850 m arasında değişen Peri Suyu'na 5-13 km'lik mesafelerden ulaşmaktadır. Su toplama alanlarının başlangıç noktaları 2500-2800 m arasında değişmektedir. Peri Suyu Havzası'nın kuzeyindeki havzalar için hipsometrik eğri ve integral çalışması yapılmamıştır. Bu durumun nedeni çalışma alanının dışında kalmalarıdır.

Tuzluca Deresi ve kollarının oluşturduğu havza Ilıpınar Fayı'nın etkisinde şekillenmiştir. Bu havzada integral değeri 0.38 olarak hesaplanmıştır. Hipsometrik eğri iç bükey bir durum göstermektedir. Bu durum Tuzluca Deresi Havzası'nın alçak olan Yoncalık Havzası'na ve volkanik plato alanlarına karşılık gelmesinin sonucudur.

Kazan Deresi ve Şıp Deresi tarafından oluşturulan Kazan Deresi Havzası'nda hipsometrik integral değeri 0.51 hesaplanmıştır. Bu havzanın hipsometrik eğrisi dışbükey bir görünüm göstermektedir. Bu durum havzada yarılmaya bağlı olarak yükselti farkının fazla olduğunu göstermektedir. Ilıpınar Fayı'nın aktivitesine bağlı olarak Kazan Deresi'nin ağız kısmında yaklaşık 1 km'lik ötelenme meydana gelmiştir.

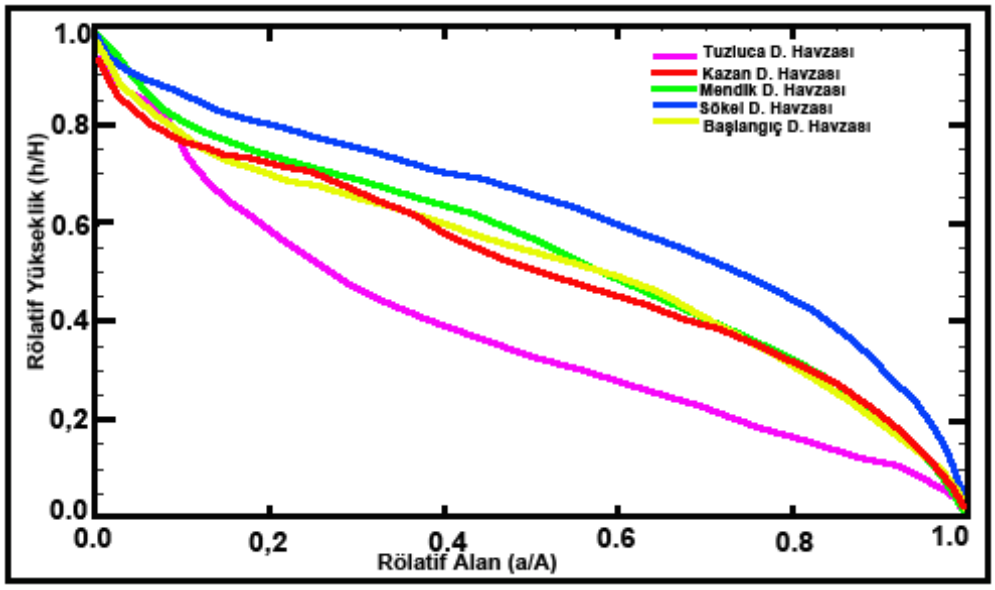
Mendik ve Sökel Deresi Havzaları ikincil fayların denetiminde gelişmiştir. Bu havzalarda hipsometrik integral değerleri 0.50'den fazla ve hipsometrik eğriler dışbükey bir görünüm arzetmektedir. Bu durum akarsu aşındırmasına bağlı olarak yükselti

farkının artmasının bir sonucudur. Başlangıç Deresi Havzası ise Ilıpınar Fayı'nın denetimindedir.



Şekil 42. Peri Suyu Havzası'nın güneyinde seçilen alt havzalar

Peri Suyu Havzası'nda Tuzluca Deresi ve Başlangıç Deresi Havzaları dışında genel olarak ikincil fayların etkili olduğu hatta ikincil fayların Kargapazarı Segmenti ile aktivitelerinin aynı olduğu söylenebilir (Akyüz, ve diğ. 2010:54).



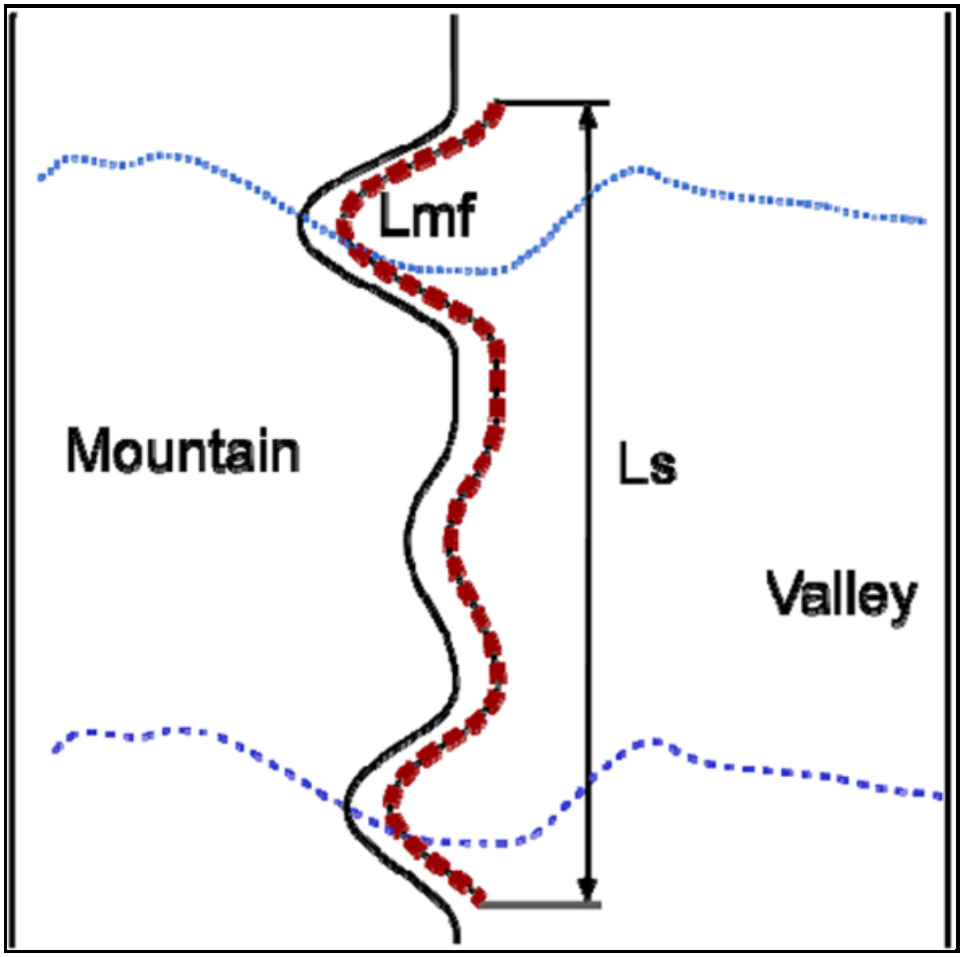
Şekil 43. Peri Suyu Havzası'nın güneyinde seçilen alt havzalara ait hipsometrik eğriler

3.1.4. Dağ Cephesi Eğrilik Oranı (Mountain-Front Sinuosity)

Aktif veya genç fay alanlarında bazı morfometrik indisler tanımlanmış olup bu indisler o bölgedeki yerşekillerinin bölgedeki genç faylar ile ilişkisini sayısal olarak belirlemektedir. Bunlardan biri de dağ cephesi eğrilik oranı (Smf) değeridir (Hack, 1973; Bull ve McFadden, 1977; Burbank ve Anderson, 2001).Dağ cephesi eğrilik oranı değerleri, bölgede faylanma nedeniyle oluşan dağ cephesini şekillendirmeye çalışan tektonik kuvvetler ile iklime bağlı değişen akarsu enerjisinin oluşturduğu erozyonal kuvvetleri birbirinden ayıran morfometrik bir indistir (Marple ve Talwani, 1993; Cuong ve Zuchiewicz, 2001, Silva ve diğ. 2003). Buna göre genç fay ile sınırlanmış dağ önlerinde Smf değerleri 1.0-1.6 arasında iken, erozyonel şekillenen veya genç fay denetimli olmayan dağ cephelerinde bu değerler 1.8-5.0 arasında değişmektedir (Keller ve Pinter, 1999). Dağ Cephesi Eğrilik Oranı aşağıda belirtildiği gibi hesaplanmaktadır (Şekil 44).

$$Smf = \frac{Lmf}{Ls}$$

Burada Smf=Dağ Cephesi Eğrilik Oranı, Lmf=Dağ dibinde belirgin eğim kırığı boyunca dağ cephesi boyu, Ls= Dağ Önü düz çizgi uzunluğu'dur.

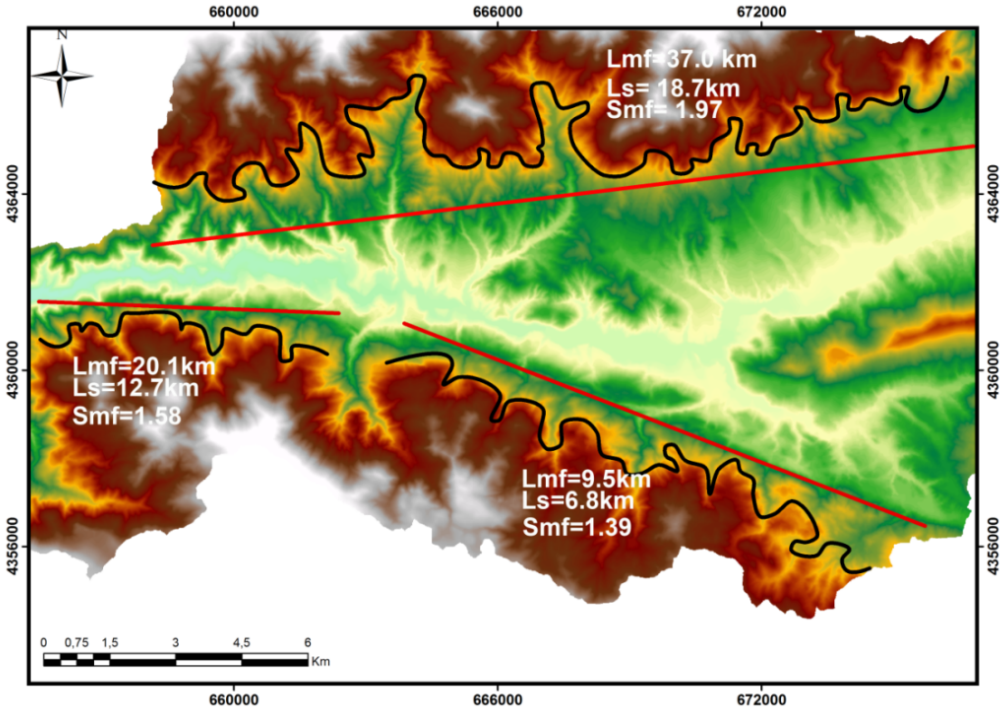


Şekil 44. Dağ Cephesi Eğrilik Oranı, Keller ve Pinter 1999'dan değiştirilerek (Sarp, 2012)

Dağ Cephesi Eğrilik Oranı, topoğrafya haritalarından çıkarılmakta olup, büyük ölçekli topoğrafya haritaları ölçüm için tercih edilmelidir (Keller and Pinter, 1999). İnceleme alanında Peri Suyu Havzası'nda dağ cephesi eğrilik oranları 1.39 ile 1.58 arasında değişmektedir. Peri Çayı Havzası'nın güneyinde Ilıpınar Fayı'na bağlı oluşan yüksek eğim dağ cephesi eğrilik oranının düşük çıkmasına neden olmuştur. Bu durum Ilıpınar Fayı'nın aktifliğini göstermektedir.

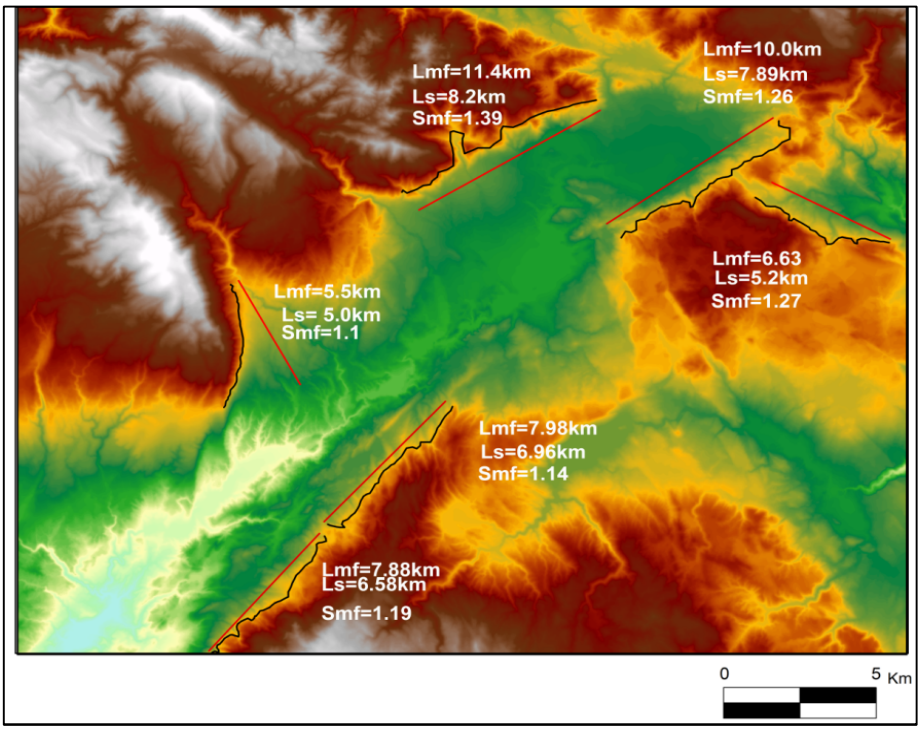
Bindirme Fayı'nın etkili olduğu kuzeydoğuda bu değer 1.97'ye çıkmıştır. Bu durum bindirme fayının Ilıpınar Fayı'na göre daha az aktif olduğunu göstermektedir

(Şekil 45). Ayrıca litolojinin aşınıma karşı dayanıksız olmasının da etkisi bulunmaktadır.



Şekil 45. Peri Suyu Havzası'nın güneybatısında dağ cephesi eğrilik oranı

Doğu Anadolu Fayı'nın inceleme alanına girdiği güneybatıda dağ cephesi eğrilik oranı 1.19 olarak hesaplanmıştır. Bu durum DAF'ın etkisinin morfolojide belirgin olduğunu göstermektedir. DAF Zonu boyunca hesaplanan diğer değerler 1.14 ile 1.26'dır. Karlıova Havzası'nın kuzeyinde dağ cephesi eğrilik oranı 1.39 olarak hesaplanmıştır. Hesaplamanın yapıldığı güneydoğuda bu değer 1.27 çıkmıştır (Şekil 46, Foto 23). Bu sahada fayın aktifliğini gösteren kanıt çizgisel uzanımlı vadilerdir.



Şekil 46. Göynük Çayı Havzası'nda dağ cephesi eğrilik oranı

Çalışma sahasında en düşük dağ cephesi eğrilik oranı 1.1 olarak Bahçeköy Fayı'nın etkili olduğu sahada hesaplanmıştır. Bu değer inceleme alanında fayın genç olduğu ve morfolojideki etkisinin fazla olduğunu göstermektedir. Tektonik aktivitenin fazla olduğu ve gençleşmenin devam ettiği bu değerden çıkarılan sonuçlardır. Bu sahada fayın aktifliğini gösteren kanıtlar çarpılmış yüzeyler, fay diklikleri, dar ve derin vadilerdir.

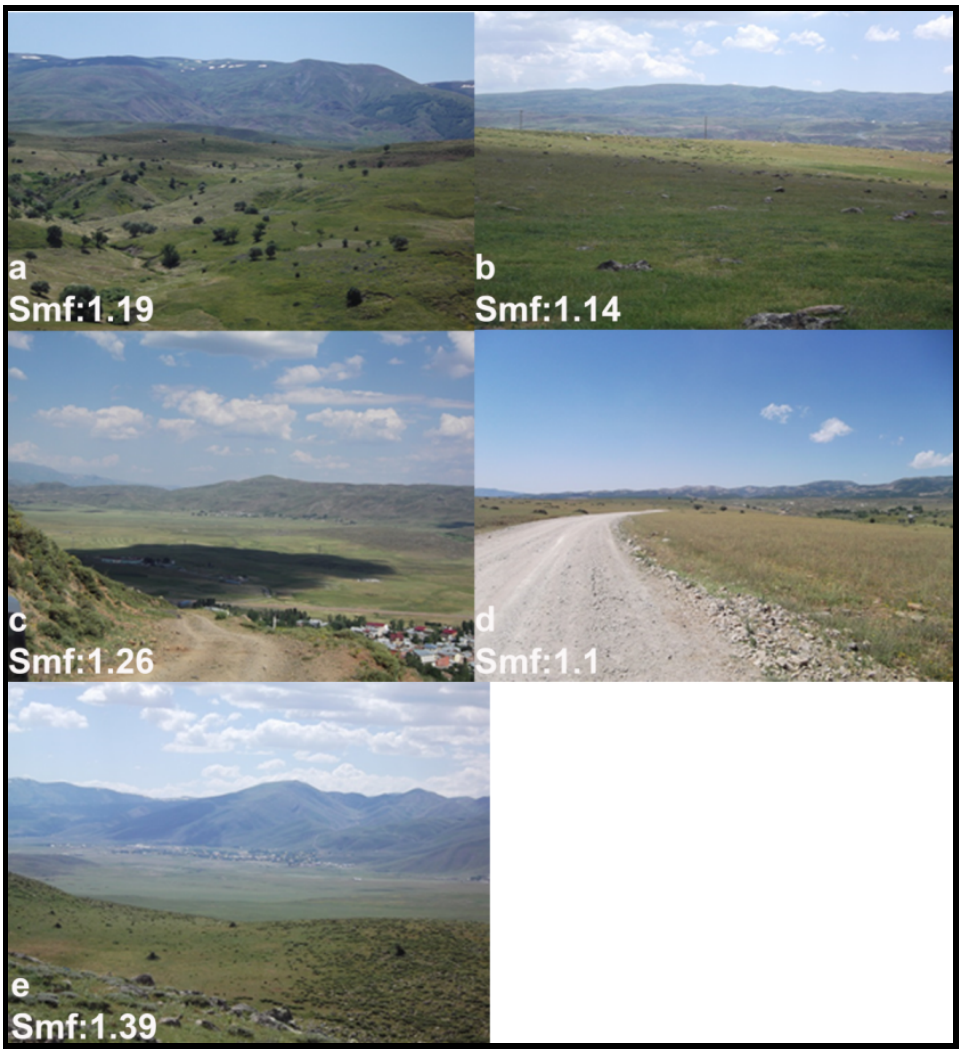


Foto 23. Çalışma alanında dağ cephesi eğrilik oranı hesaplanan sahalar (a-Sudurağı-Göynük arası, b-Göynük-Kıraçtepe arası, c-Sakaören-Kargapazarı arası, d-Devecik-Kaynak arası, e-Toklular-Karlıova arası)

Genel olarak değerlendirildiğinde Karlıova Havzası ve çevresinde DAF Zonu ve Bahçeköy Fayı'nın etkili olduğu Göynük Çayı Havzası'nda dağ cephesi eğrilik oranlarının daha düşük olduğu, buna karşın KAF (Ilıpınar) ve Bindirme Fayları'nın etkili olduğu Peri Suyu Havzası'nda bu değerlerin daha yüksek olduğu görülmektedir.

3.1.5.Vadi Tabanı Genişliğinin–Vadi Yüksekliğine Oranı (Vf)

Bir bölgede genç faylanma ile morfoloji arasındaki ilişkiyi belirleyen diğer bir morfometrik indis ise vadi tabanı genişliğinin-vadi yüksekliğine oranı olan (Vf) değeridir (Doğan, 2010). Düşük Vf değerleri, akarsular ile derinleşmiş ve tektonik

aktiviteye bağlı hızlı yükselen alanları, yüksek Vf değerleri, yükselim hızının düşük olduğu alanları göstermektedir (Silva ve diğ. 1993; Keller ve Pinter, 1999).

Bir bölgedeki genç fay–morfoloji ilişkisinin sağlıklı belirlenebilmesi için bu oran (Vf), genç faylardan belirli uzaklıkta seçilen vadilerde ve (Smf) değerlerinin hesaplandığı alanlar içinde hesaplanmalıdır. Bu indis hesaplanırken: Vadi tabanı genişliği (Vfw), sol vadi kesimi yüksekliği (Eld), sağ vadi kesimi yüksekliği (Erd) ve vadi tabanı yüksekliği (Esc) verilerine ihtiyaç vardır (Keller ve Pinter, 1999).

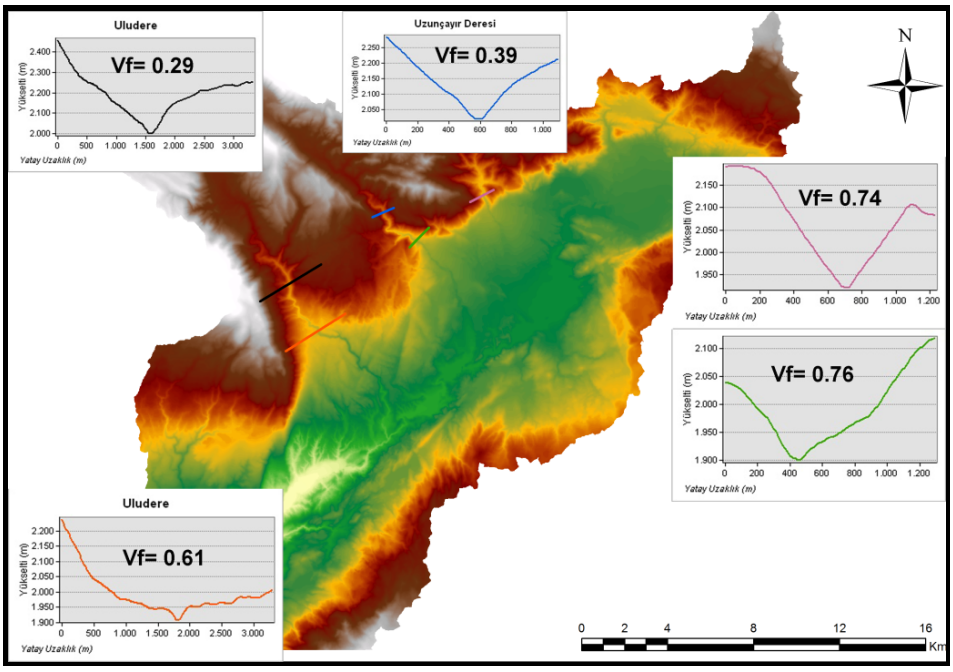
Bir bölgedeki Vf değeri, genç fay ile yükselme sonucu oluşmuş V şekillli dar vadiler (Vf < 1.0) ile daha çok yanal erozyon ile oluşmuş geniş tabanlı U şekilli vadileri (Vf > 1.0) birbirinden ayırmaktadır (Silva ve diğ. 2003).

Vf=Vadi tabanı genişliğinin-Vadi yüksekliğine oranı şu formülle hesaplanır:

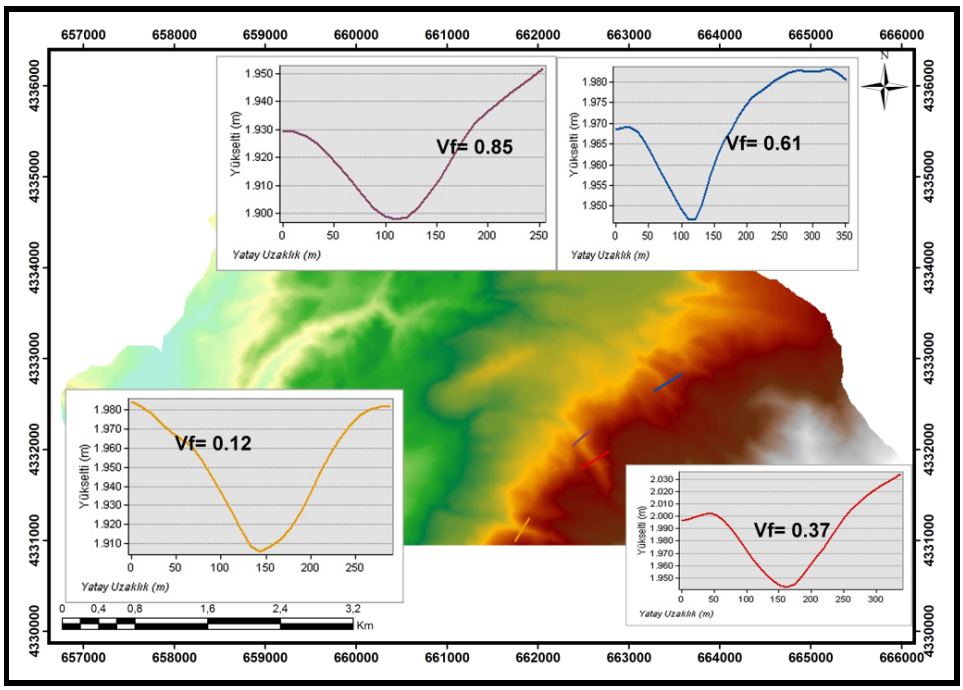
$Vf = \frac{2Vfw}{\left[\left(Eld - Esc\right) + \left(Erd - Esc\right)\right]}$ formülde; Vfw=Vadi yabanının genişliği, Eld=Sol vadi kesimi yüksekliği, Erd=Sağ vadi kesimi yüksekliği, Esc=Vadi tabanı yüksekliğidir.

Bahçeköy Fayı'nın etkili olduğu sahada Vf değerleri 0.61 ile 0.29 olarak ölçülmüştür. 1.1 olarak hesaplanan Smf değerleri ile birlikte yorumlandığında genç faylanmanın bu alanda etkili olduğu söylenebilir. Toklular Fayı'nın etkili olduğu sahada Vf değerleri 0.39 ve 0.76 olarak ölçülmüştür. Bu durum bize Toklular Fayı'nın morfolojideki etkisinin Bahçeköy Fayı'na göre daha az olduğunu göstermektedir (Foto 23, Şekil 47).

Göynük Çayı Havzası'nın güneyinde DAF'ın inceleme alanına girdiği sahada Vf değeri 0.12 olarak ölçülmüştür. Sözkonusu sahada Smf 1.19 olarak hesaplanmıştır. Bu durum genç tektoniğin çok etkili olduğunu göstermektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde Göynük Çayı Havzası'nda düşük Smf ve Vf değerleri tektoniğin morfoloji üzerinde etkisinin fazla olduğunu göstermektedir (Şekil 48).

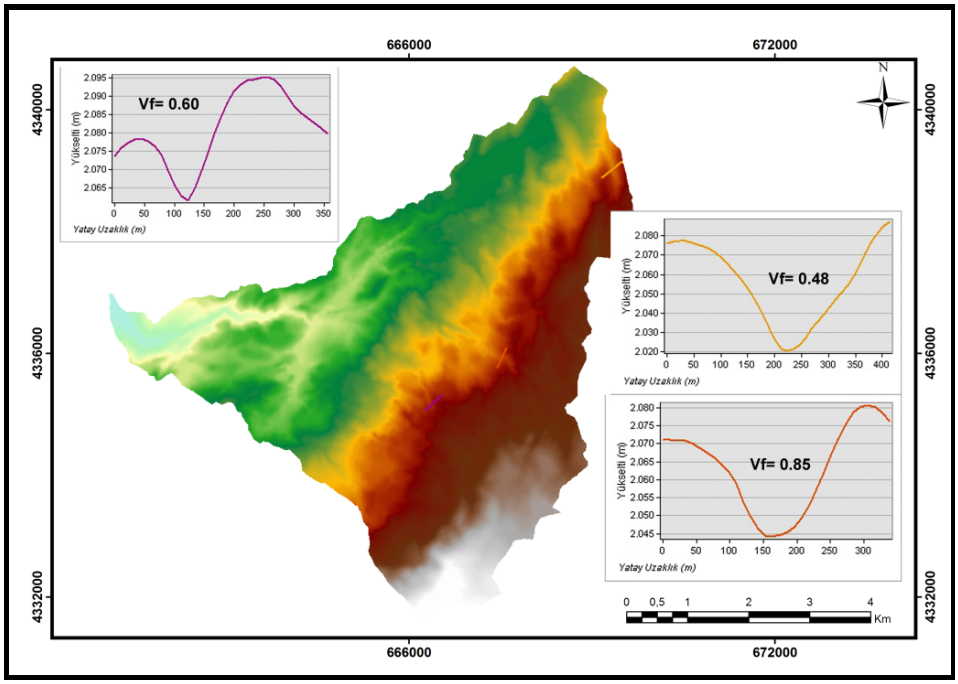


Şekil 47. Göynük Çayı Havzası'nın kuzeyinde Vf değerlerinin ölçüldüğü noktalar (Vf değeri hesaplanırken Vadilerin sağ ve sol yamacında en yüksek noktalar dikkate alınmıştır)



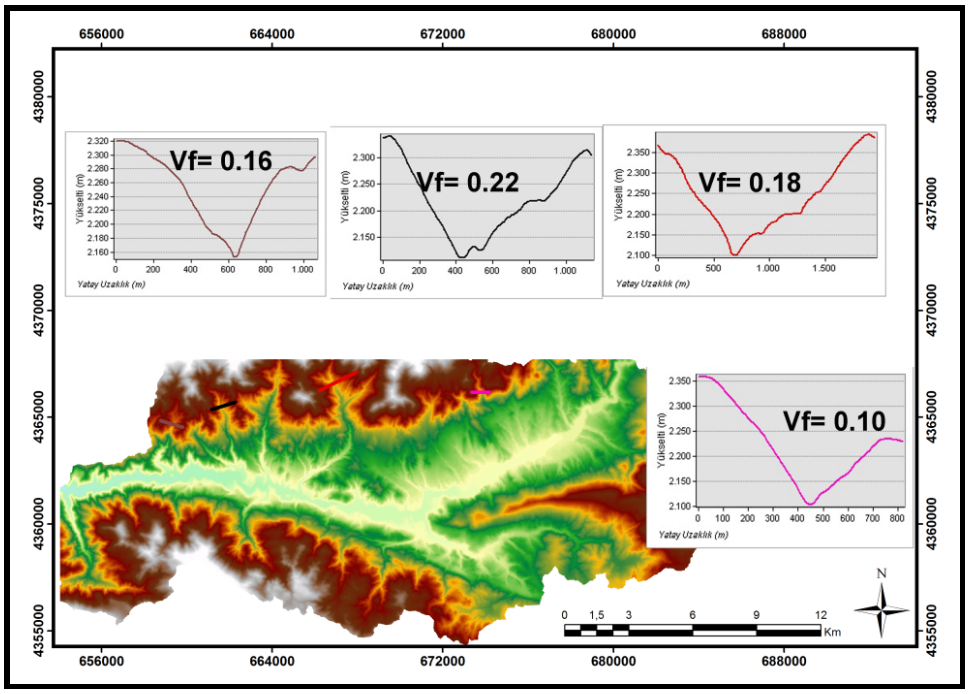
Şekil 48. Göynük Çayı Havzası'nda Vf değerlerinin ölçüldüğü noktalar

Ciligöl'ün doğusunda ölçülen Vf değerleri 0.48 ile 0.85 arasında değişmektedir. Sözkonusu sahada Smf değeri 1.14 olarak ölçülmüştür. Bu durum tektonik aktivitenin fazla olduğunu göstermektedir (Şekil 46, 49).

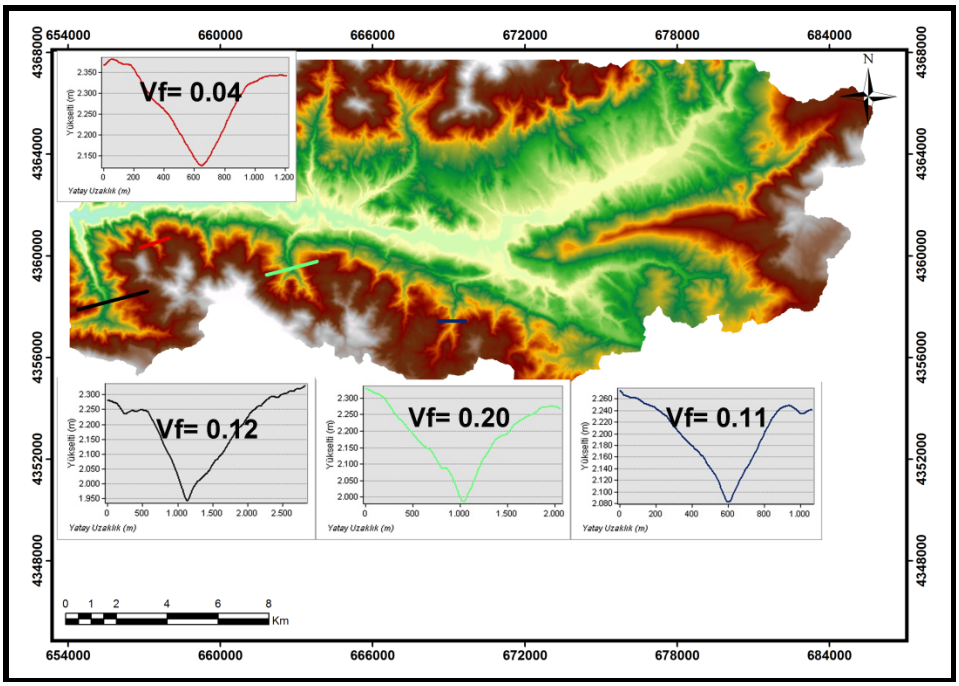


Şekil 49. Göynük Çayı Havzası'nda Vf değerlerinin ölçüldüğü noktalar

Peri Suyu Havzası'nın kuzeyinde Vf değerleri oldukça düşük olup, bu değerler 0.10 ile 0.22 arasında değişmektedir. Bu durum üzerinde faylanma ve litoloji etkili olmuştur. Burada litolojinin aşınmaya karşı dayanıksız oluşu ve arazinin Göynük Çayı Havzası'na göre daha yaşlı olması da etkilidir. Buna bağlı olarak yanal aşındırma artmıştır. Bu durum Vf değerlerinin düşük çıkmasına neden olmuştur. Söz konusu durum Peri Suyu Havzası'nın güneyinde görülmektedir (Şekil 50, 51).



Şekil 50. Peri Suyu Havzası'nın kuzeyinde ölçülen Vf değerleri



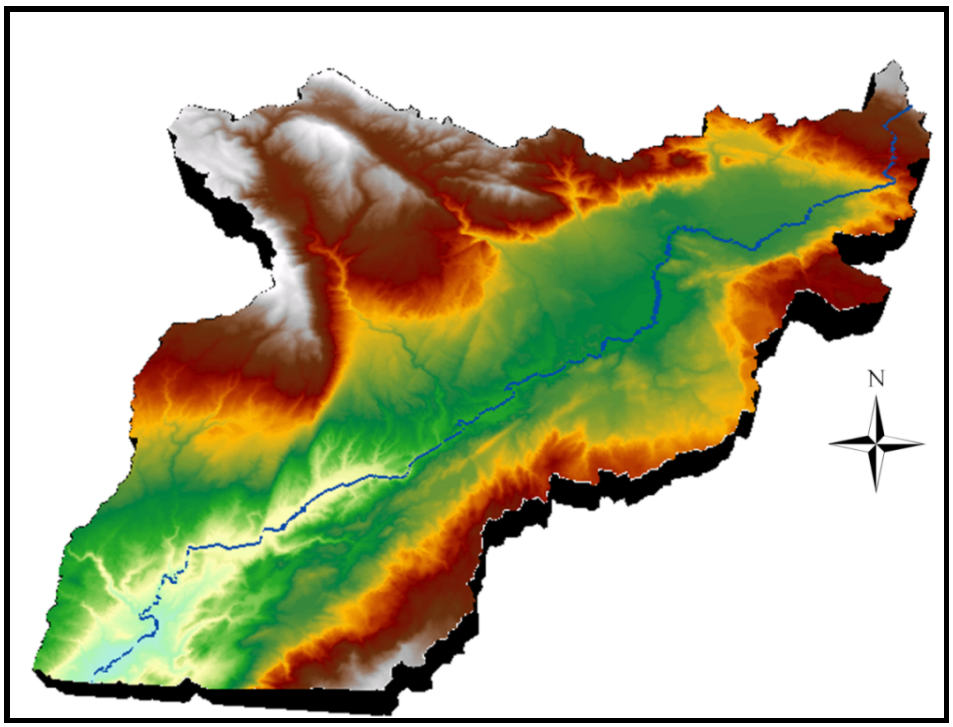
Şekil 51. Peri Suyu Havzası'nın güneyinde ölçülen Vf değerleri

Karlıova Havzası ve çevresinde Vf değeri tektonik hareketlere bağlı olarak oluşan faylar tarafından belirlenmektedir. Aktif fayların bulunduğu sahalarda Vf değeri yüksek çıkmaktadır.

3.1.6.Drenaj Havzası Asimetrisi (Drainage Basin Asymmetry)

Aktif tektonik etkisiyle gelişen drenaj alanlarının özel geometrileri bulunmaktadır. Drenaj havzalarında tektoniğe bağlı eğimlenmeyi anlamak için asimetri kavramı kullanılmaktadır. **Asimetri faktörü** $AF = 100 \times \frac{Ar}{At}$

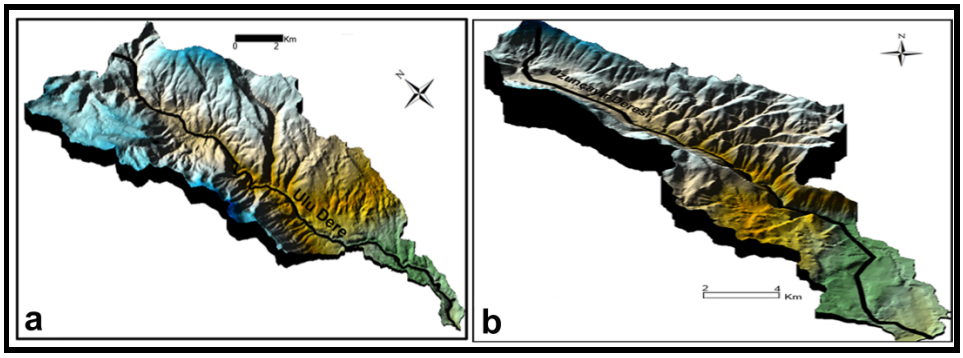
formülüne göre hesaplanır. Formülde verilen, Ar=Havza içinde ana akarsu gövdesinin akış yönüne göre sağ alanı (km^2) At=Havzanın toplam alanı (km^2) (Keller ve Pinter, 1999). İnceleme alanında yer alan havzalardan doğrultu atımlı faylar tarafından kesilen Göynük Çayı Havzası, Uludere Havzası, Uzunçayır Deresi Havzası için asimetri hesaplanmıştır. Göynük Çayı Havzası için asimetri **66,6** olarak bulunmuştur. Göynük Çayı ana vadisi kuzeyinde kalan alan güneye göre daha fazladır. Bu durum da havzanın asimetriliğini kanıtlamaktadır. Havzada ana akarsuyun solunda kalan alan toplam alanın 1/3 ünü ancak bulmaktadır (Şekil 52). DAF'ın havzayı kesmesi akarsuyun sağında geniş platoyla beraber yükselen düzlük alanları artırmıştır.



Şekil 52. Göynük Çayı Havzası'nda DAF'a bağlı olarak meydana gelen asimetri

Ana akarsu dışında Göynük Çayı'na kuzeyden bağlanan Uludere için asimetri faktörü hesaplanmıştır. Uludere Havzası için asimetri **43,1** olarak bulunmuştur. Bu da havzada tektonik aktiviteden kaynaklanan çarpılmanın akarsuyun akış yönüne göre sağ tarafına doğru olduğunu gösterimektedir. Bunu ispatlayan bir diğer durum da havzanın

sol tarafında kalan alanın daha fazla olmasıdır. Ana akarsuyun akış istikametine göre sağ tarafta yer alan akarsuların su toplama alanı daha düşüktür (Şekil 53 a). Uzunçayır Deresi için asimetri **42,24** olarak bulunmuştur. Bu da havzada tektonik aktiviteden kaynaklanan çarpılmanın akarsuyun akış yönüne göre doğu tarafına doğru olduğunu göstermektedir. Bunu ispatlayan bir diğer durum da havzanın batısında kalan alanın daha fazla olmasıdır. Ana akarsuyun akış istikametine göre sağ tarafında yer alan akarsuların su toplama alanı daha düşüktür (Şekil 53 b).



Şekil 53. Faylanma nedeniyle havzalarda asimetri meydana gelmiştir a)Uludere Havzası b)Uzunçayır Deresi Havzası

Havza asimetrisi tektonik hareketlere, havzayı oluşturan litolojiye, bakıya, akarsuyun mevsimlik ya da sürekli oluşuna ve akarsu yoğunluğuna bağlıdır. Tektonik hareketler sonucu meydana gelen yükselmeler havzaların asimetrik bir yapı kazanmasını sağlamaktadır. Havzanın bir tarafında dirençli diğer tarafında dirençsiz kayaç varsa az dirençli sahalar aşınmayla daha fazla genişler. Bakı hava kütlelerine dönüklük nedeniyle yağışın artışını sağlıyorsa buna bağlı olarak yoğun bir akarsu ağı gelişir. Bu da aşınmayı artırdığından asimetriyi sağlamaktadır. Ancak inceleme alanında asimetriyi doğuran temel faktör tektonik aktivitedir.

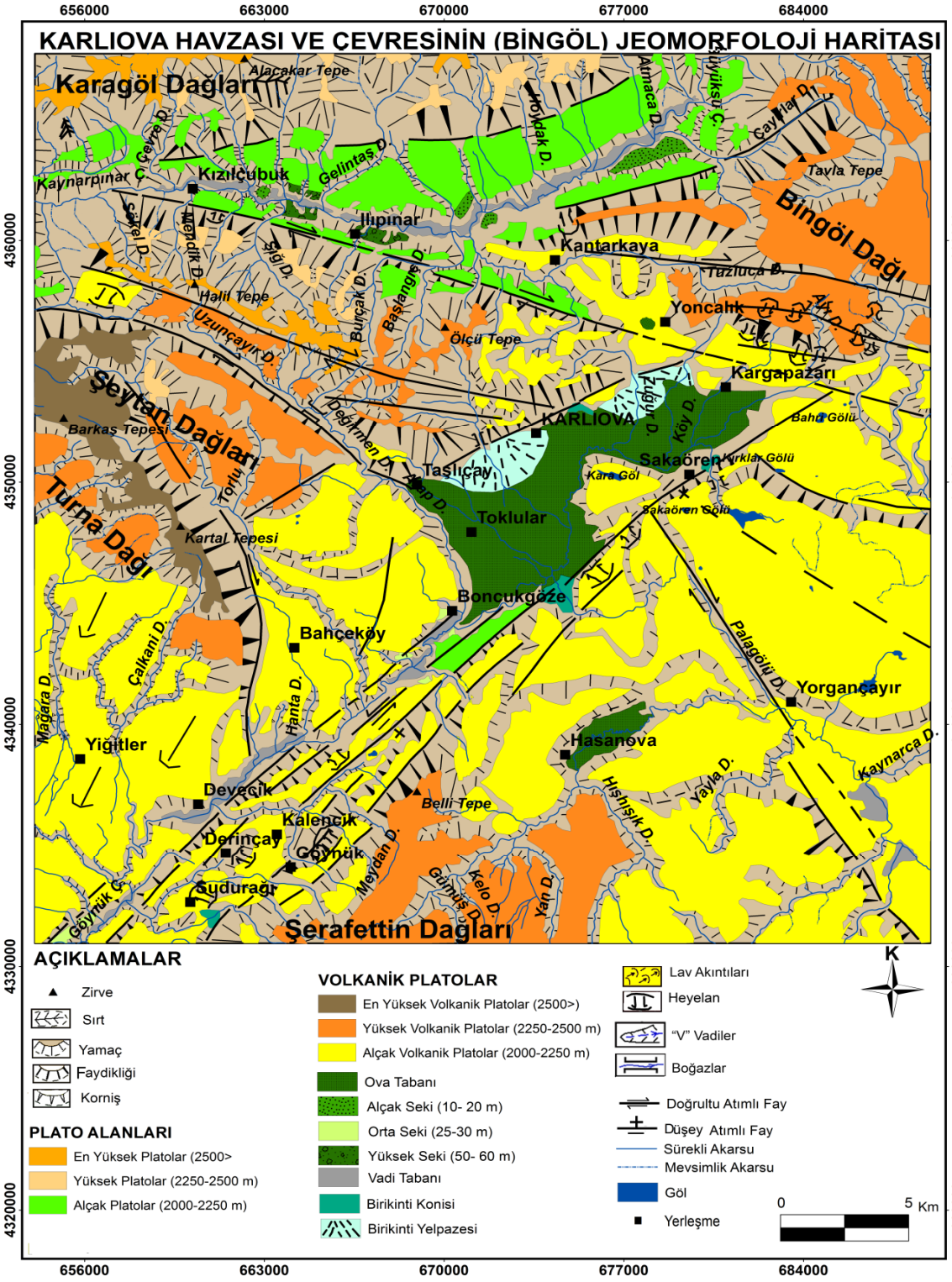
3.2. Jeomorfolojik Birimler

İnceleme alanındaki ana jeomorfolojik birimler, dağlık alanlar, plato alanları, boğazlar, vadiler ve havzalar ve ova tabanından oluşmaktadır (Şekil 54, 55). Bu sistematik içerisinde jeomorfolojik birimlerin oluşum ve gelişim özellikleri incelenecektir.

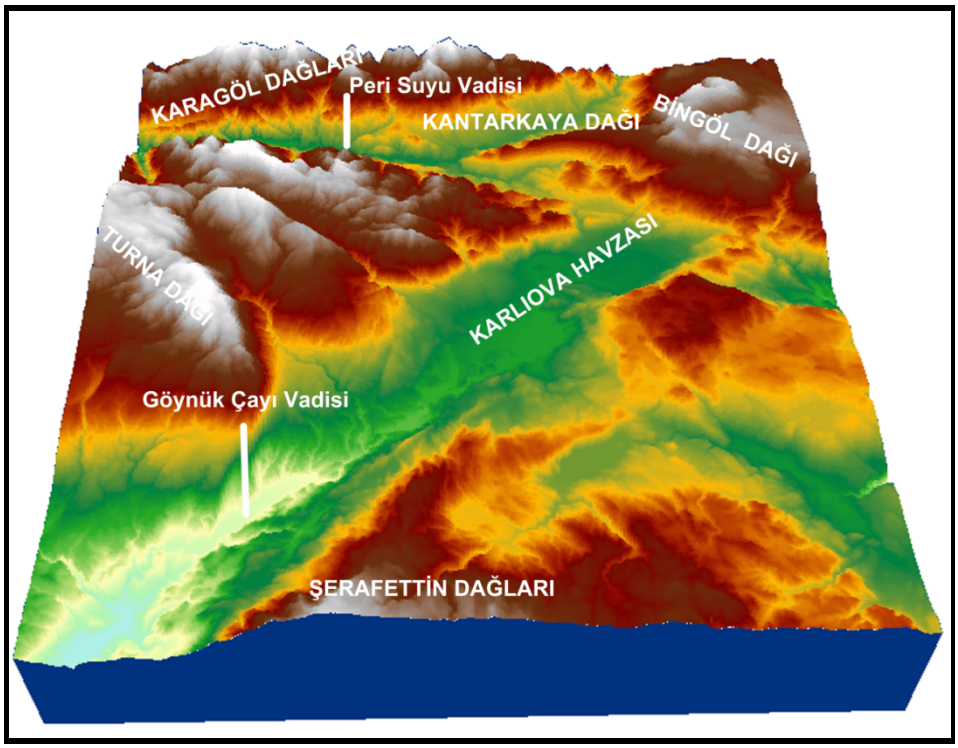
3.2.1.Dağlık Alanlar

Karlıova Havzası ve çevresi Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü içinde, bu bölümün doğu kesiminde yer alır. Çalışma alanında yer alan dağlık sahalar

Bingöl Dağı, Kantarkaya Dağı, Karagöl Dağları, Şeytan Dağları, Turna Dağı ve Şerafettin Dağları'dır. Bingöl Dağı, Şeytan Dağları, Turna Dağı ve Şerafettin Dağları, Üst Miyosen ve sonrasında oluşmuş volkanik yapılı dağlardır. Karagöl ve Kantarkaya Dağları üzerinde tortul tabakalar yer alır (Şekil 54, 55).



Şekil 54. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) jeomorfoloji haritası



Şekil 55. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) blokdiyagramı

Çalışma alanında yer alan dağlık sahalar Karlıova Havzası'nı kuzeydoğudan, kuzeyden, batıdan, kuzeybatıdan ve güneyden çevrelemektedir. Karagöl ve Kantarkaya Dağları KD-GB yönlü uzanır. Bingöl Dağı, Şeytan Dağları, Turna Dağı ve Şerafettin Dağları KB-GD yönlü uzanır. Dağların uzanışı yörede yer alan doğrultu atımlı fayların uzanışına ve sıkışma rejimine paraleldir. Bu dağlar üzerinde plato yüzeyleri geniş alan kaplamaktadır. Bu yüzeyler genel olarak volkanik oluşumludur. Bu dağlar aynı zamanda su bölümü hatlarına karşılık gelmektedir.

Karlıova Havzası'nı sınırlandıran dağlar yapısal ve morfolojik olarak birbirinden farklı özellikler göstermektedir. Çalışma alanının kuzeyinde yer alan dağlık kütleler daha yaşlı olup, daha çok tortul kütleler barındırmaktadır. İnceleme alanının kuzeyi daha dalgalı bir görünüme sahiptir. Akarsular derin vadilerle dağlık sahayı parçalamıştır. Buna karşın inceleme alanının batısında ve güneyinde genç volkanik dağlar yer almaktadır. Yüzey kuzeye göre daha engebesizdir. İnceleme alanındaki dağlık alanlar konumlarına göre aşağıda ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Dağlık alanlar Alp Orojenik Sistemi içinde yer almaktadır. İnceleme alanındaki dağlık kütleler üzerinde en genç birimi Üst Pliyosen yaşlı volkano-sedimanter kayaçlar oluşturmaktadır. Yiğitler

köyünün güneyinde, Boncukgöze köyünün kuzeyi ve batısındaki dağlık alanlarda çakıltaşı, tüfit ve aglomeralardan oluşan birimler yüzeylenmektedir. Alt Pliyosen birimleri Boncukgöze köyünün kuzeybatısındaki dağlık alanlarda görülmektedir. İnceleme alanındaki dağlık kütleler üzerinde Üst Miyosen yaşlı birimler daha yaygındır. İnceleme alanı metamorfizma ve volkanizma geçirdiği için kıvrımlı yapı izleri görülmemektedir.

3.2.1.1.Bingöl Dağı

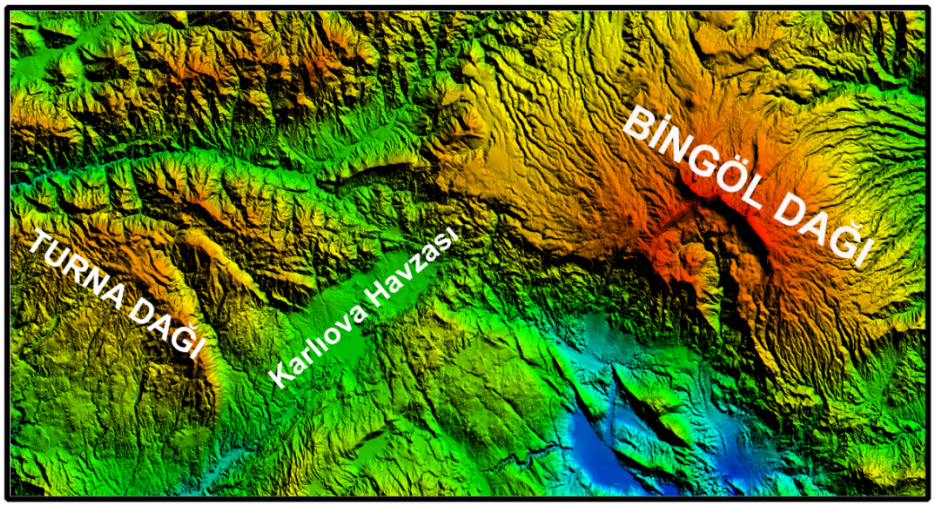
Bir bölümü çalışma alanında yer alan Bingöl Dağı, Orta Anadolu Sıradağ Kuşağı ile Toroslar'ı karakterize eden jeolojik formasyonların birbirine en çok yaklaştığı bir bölgede yer alıp, tektonik ünite olarak Doğu Toroslar ünitesine dahil edilmektedir (Pamir ve Baykal, 1943:4). Söz konusu kütleyi meydana getiren volkanitlerin geniş ve oldukça kalın bir örtü meydana getirmesi, birçok Paleotektonik kayaç topluluğu ve evrelerin, bu örtü altında gizlenmesine neden olmuştur. Volkanik örtü altında yer yer beliren Paleotektonik yapı çizgileri genel olarak KD-GB doğrultusunu açığa vurmaktadır (Tonbul, 1996:316).

Kuzeydoğuda sınırlı bir bölümü çalışma alanında kalan dağın oluşumu Neotektonik dönem boyunca olmuştur. Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı tabla-kalkan şeklinde sönmüş bir yanardağdır. Halifan (Derinçay) köyü çevresinde yer alan Pliyosen yaşlı kömürler, Bingöl Dağı'nın ürünleri ile ardalanmalıdır ve son çıkan bazalt akıntıları altında yer almaktadır (Tonbul, 1996:316). Nitekim çalışma alanı içinde yer alan Turna Dağı'nın, Bingöl Dağı kalderasından 50 km uzakta olmasına rağmen bu dağın volkanik ürünleri ile oluştuğu ileri sürülmüştür (Ferrari ve diğ. 2009). Bazalt lavları dağın merkezi kısmından her yöne akmıştır. Kuvaterner başlarında genç volkanik faaliyetler görülmüş, Pleyistosen başlarında KAF'ın gençleşmesi ile Bingöl Dağı'nın güney yarısı yok olmuştur. Yine bu olaya bağlı olarak dağlık kütle önemli miktarda yükselmeye uğramıştır. Bu yükselmeye bağlı olarak dağın zirveler bölümü Pleyistosen'de glasyasyona uğramıştır. Dağın bugünkü görünümünü kazanması bu dönemde olmuştur. Bu devrede kalderanın kuzey ve doğuya bakan yamaçlarında oluşmuş büyük sirklere yerleşen buzullar en yüksek platoların üzerinde geniş moren depolarının oluşmasına neden olmuştur (Tonbul, 1996:332, 333).

Dağın diğer önemli bir özelliği de Murat Nehri ile Aras Nehirleri arasındaki su bölümü çizgisinin üzerinden geçmesidir. Doğu, batı, güney, kuzey ve kuzeybatı

yamaçlarından doğan akarsular Murat Nehri'ne bağlanmaktadır. Murat Nehri'nin bu yöredeki sularını doğuda Hınıs Çayı, batıda Peri Suyu'nun Büyüksu kolu, güneybatıda Göynük Çayı, güneyde ise Varto Ovası'nın sularını drene eden Bingöl Çayı toplamaktadır. Kuzey rotasını izleyen dereler Aras Nehri'nin kaynak bölümlerini oluşturmaktadır (Tonbul, 1996:319). Çalışma alanında bu durum belirgin olarak görülmektedir. Kuzeybatıdan inceleme alanına giren Büyüksu Deresi bu alanın sularını Peri Suyu'na taşımaktadır. Yine güneybatıdan Göynük Çayı'na katılan dereler Göynük Çayı'nın kaynağını oluşturmaktadır.

Çalışma alanında Bingöl Dağı üzerinde alçak volkanik ve yüksek volkanik platolar ayırt edilmiştir. Kargapazarı Havzası kuzeydoğusunda yüksek platolar yer almaktadır. Bu platolar kuzey ve güney yamaçlardan faylıdır. Buna bağlı olarak kuzey ve güney yamaçlar fay dikliklerine karşılık gelmektedir. Bu platolar Karlıova Depresyonu'nun kuzey kenarından geçerek inceleme alanına giren KAF ve Varto Fayı'nın Bingöl Dağı'nı kesmesi sonucu adeta bir fay basamağı şeklinde gelişmiştir (Şekil 56).



Şekil 56. Bingöl Dağı'nın faya bağlı olarak güney yarısı kesilmiş, bu yamaçlarda kütle hareketleri yaşanmaktadır.

Basamak üç seviye halinde olup, yapısı bazaltlardan çok tüf ve proklastiklerden oluşmaktadır. Buna bağlı olarak Bingöl Dağı üzerinde, Kargapazarı Havzası'nın doğusunda yoğun olarak kütle hareketleri, heyelanlar yaşanmaktadır. Sözü edilen sahada fayın meydana getirdiği eğim, zengin yeraltı suyu ve fazla yağış miktarı da bu durumu kolaylaştırmıştır. Bingöl Volkanı'nın ürünleri çalışma alanında heyelanların en

fazla olduğu alanlardan birine karşılık gelmektedir. Karlıova Havzası'nın hemen doğusunda Bingöl Dağı üzerinde yer alan alçak volkanik plato yüzeyleri de Varto Fayı tarafından kesilmiştir. Akarsulara bağlı olarak dağlık kütle üzerinde yer alan platolar yarılmıştır.

3.2.1.2.Kantarkaya Dağı

Karlıova Havzası'nın kuzeyinde, Kantarkaya köyünün kuzeydoğusunda yer alan Kantarkaya Dağı, KD-GB doğrultusunda uzamaktadır (Şekil 54). Bu dağın en yüksek zirvesi 2664 m ile Tavla Tepe'dir. Kantarkaya Dağı'nın yapısını Alt Miyosen yaşlı kireçtaşları oluşturmaktadır. Dağ üzerinde yer alan Tavla Tepe'nin doğu eteklerinde Bingöl Volkanı'nın ürünleri olan bazaltlar yer almaktadır. Güneyinde Kuvaterner yaşlı traverten taraçaları bulunmaktadır. Ilıpınar Fayı'nın doğrultusuna bağlı olarak taverten taraçaları KB-GD uzanışlıdır. Bu sahada yükselti 2000-2400 m arasında değişmektedir.

Dağ kuzeyden ve güneyden Ilıpınar Fayı'nın kolları tarafından parçalanmıştır. Kuzey yamaçlarında eğim değerleri 25^0-45^0 arasında değişmektedir. Burası aynı zamanda fay dikliğine karşılık gelmektedir. Kuzeye bakan yamaçlarda yarılma daha fazladır. Çünkü bu yamaçlarda litoloji kumtaşından oluşmaktadır. Buradan kaynaklanan akarsular Peri Suyu Havzası'na dahil olmaktadır. Güney yamaçlarda eğim 2^0-25^0 arasında değişmektedir. Yamaçlardan vadi tabanına doğru eğim kademeli bir şekilde azalmaktadır. Fay dikliklerinin olduğu kuzey yamaçta eğim birden bire artmaktadır (Foto 24).



Foto 24. Karlıova Havzası'nın kuzeyinde yer alan Kantarkaya Dağı

Kantarkaya Dağı'nın üzerinde 2250-2500 m arasında yükseltiye sahip yüksek volkanik plato düzlükleri yer almaktadır. Bu platoları sınırlandıran faylar platoların dik yamaçlı olmasını sağlamıştır. Faya bağlı olarak dağ üzerinde Çayırlar Deresi çizgisel bir uzanış göstermiştir. Çayırlar Deresi birbirine paralel olarak uzanan dört kolun birleşmesiyle oluşmuştur. Burada paralel bir drenaj ağı kurulmuştur. Aynı zamanda yan kollar Çayırlar Deresi'ne dik açı ile bağlandıkları için kafesli drenaj ağı oluşmuştur. Dağın kuzeydoğu yamaçlarında heyelanlı sahalar bulunmaktadır. Çünkü burada yer alan bazaltlar ayrıştıklarında killi bir yapıya dönüşmektedir. Bu durum da kaymayı kolaylaştırmaktadır. Bunun yanında dağın güney yamaçlarının yapısını kireçtaşlarının oluşturması, kireçtaşlarının da ayrışması kaya düşmelerine yol açmaktadır.

3.2.1.3.Karagöl Dağları

Çalışma alanın kuzeybatısında yer alan Karagöl Dağları, KD-GB doğrultusunda uzanır (Şekil 54). Bu dağlar sıra halinde Bingöl-Erzurum sınırı boyunca uzanmaktadır. Dağlık kütle üzerinde litoloji Alt-Orta ve Üst Eosen yaşlı çakıltaşı-kumtaşı ve kireçtaşlarından oluşmaktadır. Karagöl Dağları'nın ortalama yükseltisi 2000 m'nin üzerindedir. Çalışma alanında yer alan zirvelerinden Alacakar Tepe'de yükselti 2786 m'yi bulmaktadır. Dağlık saha akarsular tarafından yarılmış, oldukça engebeli bir görünüm kazanmıştır. Hem derin hem de yoğun bir yarılma sözkonusudur (Foto 25).

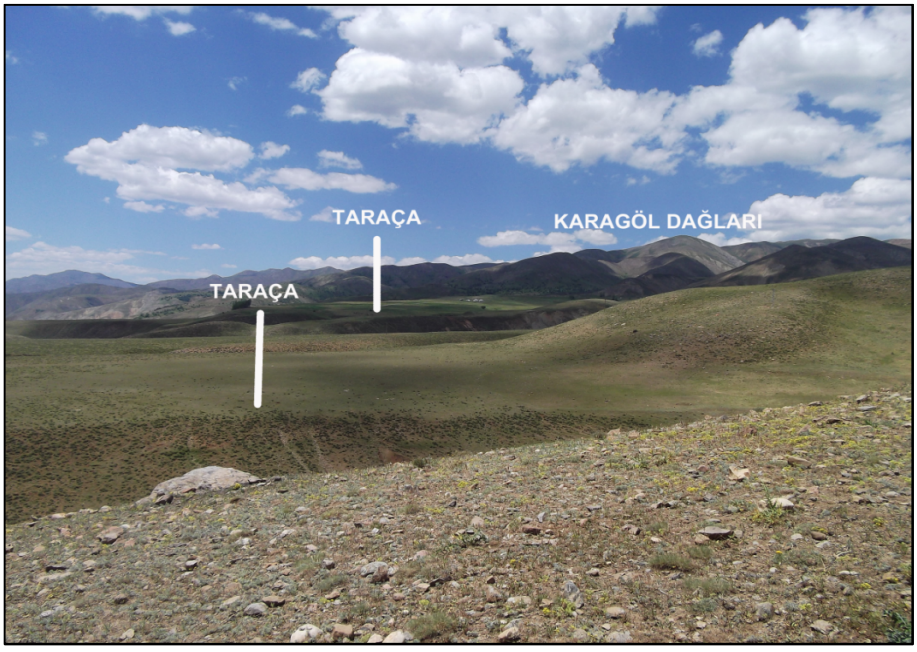


Foto 25. Karagöl Dağları oldukça engebelidir. Suçatı köyünde Peri Suyu Vadisi'nde oluşan taraçalar görülmektedir

Akarsular derin vadiler oluşturmuştur. Litolojinin aşınmaya karşı dayanıklı olmaması da vadi derinliğinin fazla olmasında etkili olmuştur. Bunda kuzeyde yer alan bindirme fayının oluşturduğu önemli yükselti farkı da etkilidir. Vadiler ile dağlık kütle arasında önemli eğim farkları bulunmaktadır. Dağlık kütlenin batısında 2-15^0 eğime sahip alanlar daha fazladır. Dağlık kütlenin orta bölümünde eğim değerleri artarak, 25-45^0 arasında değişmektedir.

Güneyinden geçen bindirme fayına bağlı olarak Peri Suyu Vadisi ile arasındaki yükselti farkı 1000 m'yi geçmektedir. Dağlık kütlenin güney yamaçları aynı zamanda fay dikliklerine karşılık gelir. Karagöl Dağları üzerinde yüksek ve alçak platolar yer almaktadır. Bu platolarda yarılma çalışma alanının güneyine göre daha fazladır. Genelde KD-GB doğrultusunda uzanan bu platoların en önemli özelliği dar alanlı olmalarıdır. Karagöl Dağları'nda kütle hareketleri Karlıova Havzası'nın doğusu ve güneybatısına göre daha azdır. Kütle hareketlerinin (heyelan) daha az olması burada yer alan litolojinin kütle hareketlerine elverişli olmamasından kaynaklanmaktadır. Litolojinin kumtaşından oluşması bu sahada heyelanı azaltırken, erozyonu artırmaktadır. Yüksek eğim, seyrek bitki örtüsü ve fazla kar yağışı dağlık sahada çığların meydana gelmesine neden olmaktadır.

3.2.1.4. Şeytan Dağları

Şeytan Dağları, Karlıova Havzası'nın kuzeybatısında yer alıp, volkanik bir yapıdadır. KB-GD doğrultusunda uzanan dağ Üst Miyosen yaşlı bazalt ve andezitlerden oluşmaktadır. Dağın uzanışı Toklular Fayı'nın uzanışına paraleldir. Dağlık kütlenin yükseltisi kuzeybatıdan güneydoğuya doğru azalmaktadır. Kuzeybatıda 2600 m'nin üzerine çıkan yükselti güneybatıda 2300 m'ye kadar düşmektedir.

Dağlık kütlenin doğusunda faya bağlı olarak eğim değerleri 15-45^0 arasında değişmektedir. Buna karşın batı yamaçlarda eğim daha çok 2-15^0 arasında değişir. Ancak güneybatısında yer alan vadi yamaçlarında eğim değerleri yarılmanın fazlalığına bağlı olarak 45^0'ye kadar çıkmaktadır. Doğu yamaçlarında eğim aniden artarken, batı yamaçlarında eğim değişkenliği daha düzenlidir.

Dağlık kütlenin doğusunda Halil Tepe 2835 m'lik yükseltisiyle çalışma alanının en yüksek tepesidir. Halil Tepe üzerinde Alt Miyosen yaşlı Adilcevaz Kireçtaşları yüzeylenmektedir.

Şeytan Dağları doğudan Toklular Fayı tarafından sınırlandırılmıştır. Doğu yamaçları, batı yamaçlarına göre daha diktir. Dağ Göynük Çayı'nın kolları tarafından yarılmıştır. Güneybatıda yamaçlarında yarılma daha fazladır. Şeytan Dağları üzerinde yüksek ve alçak volkanik platolar faya bağlı olarak çarpılmıştır. Platoları kateden faylar yamaçlarının kesilmesine neden olmuştur. Plato yamaçları fay dikliklerine karşılık gelmektedir. Şeytan Dağları'nın litolojisini bazaltlar oluşturmasına karşın, heyelanlar sınırlıdır. Bunun nedeni özellikle dağlık kütlenin batı yamaçlarında eğimin birden bire artmasıdır. Dağlık sahada heyelandan ziyade kaya düşmeleri görülmektedir. Şeytan Dağları aynı zamanda çalışma alanında yerel su bölümü hattıdır.

3.2.1.5.Turna Dağı

Karlıova Havzası'nın batısında yer alan Turna Dağı KB-GD doğrultusunda uzamaktadır. Dağın uzanışı KB-GD doğrultusunda uzanan Bahçeköy Fayı'nın uzanışı ile paralellik göstermektedir. Yarı dairesel Turna Dağı, Bingöl Dağı ile benzer yapıdaki ve yaştaki kayaçlardan oluşmaktadır. Ortalama yükseltisi 2500 m'nin üzerinde olup, 2655 m ile Barkaş Tepe ve 2799 m ile Kartal Tepe en yüksek zirveleri oluşturmaktadır. Yükseltisi genel olarak KB-GD doğrultusunda azalmaktadır. Üst Pliyosen-Alt Pleyistosen'de etkili olarak devam eden tektonik olaylar sonucu Turna Dağı'nın bütünüyle yükseldiğini (ancak bu yükselmenin kuzeybatıda daha fazla, güneydoğuda daha az olmak üzere), bu farklı yükselme nedeniyle de Turna Dağı'nın kuzeybatıdan güneydoğuya doğru çarpıldığını göstermektedir. Dağlık kütle üzerinde eğim $0\text{-}10^0$ arasında değişir. Turna Dağı'nın batısında eğim değerleri $2\text{-}25^0$ arasında olup, $2\text{-}15^0$ eğime sahip alanlar daha geniş alan kaplamaktadır. Oysa dağın doğu yamaçlarında eğim $25\text{-}45^0$ arasında değişmektedir. Bu durum Bahçeköy Fayı'na bağlı olup, dağlık kütle KB-GD yönünde kesilmiştir.

Turna Dağı'nın batı yamaçlarında yarılma daha fazladır. Fayın eşlik ettiği doğu yamaçlarında yarılma daha azdır. Bu durum fayın genç olmasına, doğu yamaçlarda eğimin birden bire artması ve yağışın yüzeyi hızlı şekilde terk etmesine bağlıdır. Ortalama yükseltisinin fazla olması ve yüzeyinin volkanik malzeme ile örtülü olması üzerinde en yüksek ve yüksek volkanik platolar yer alır. En yüksek volkanik platolar doğudan Bahçeköy Fayı'na bağlı olarak kesilmiştir (Şekil 54, 56, Foto 26).

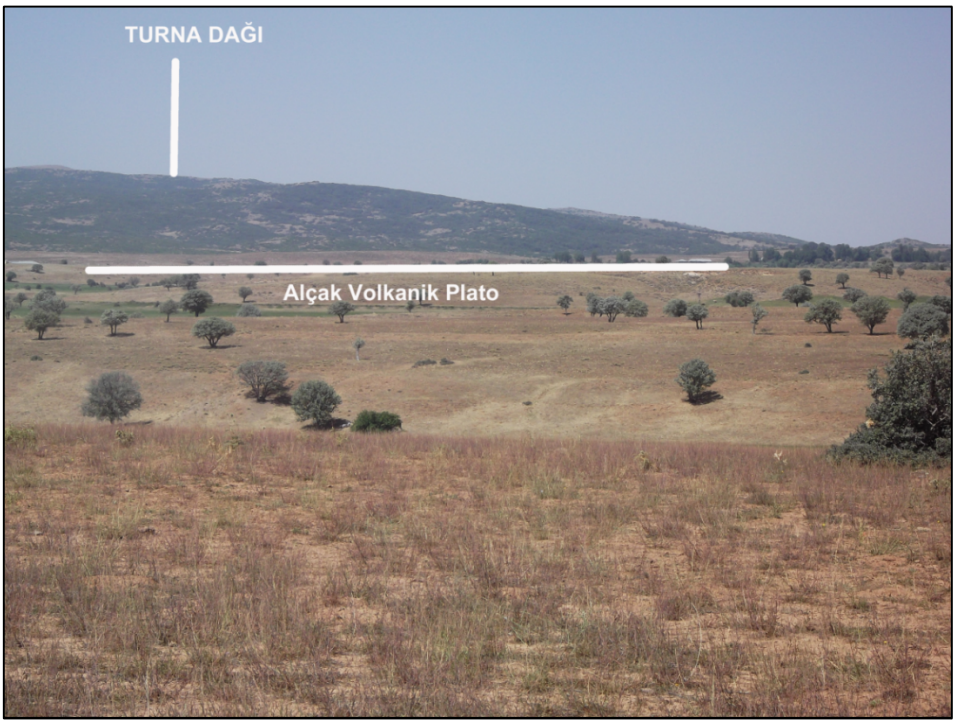


Foto 26. Turna Dağı üzerinde farklı düzlük seviyeleri dikkat çeker.

Turna Dağı'nda litolojinin etkisiyle batı yamaçlarında yoğun bir vadi sistemi gelişmiştir. Burada yüzeyde bazaltlar, derinde ise tüfler yer almaktadır. Doğu yamaçlarında faya bağlı olarak meydana gelen şekillenmeden dolayı akarsu şebekesi daha gençtir. Doğu yamaçlarda bulunan mevsimlik akarsular sağa doğru ötelenmiştir. Dağlık kütlenin batı yamaçlarından Göynük Çayı'na dökülen akarsular oldukça derin vadiler oluşturmuştur. Burada yarılmanın düzenli olması, tektonik süreçlere bağlanabilir. Bu akarsular hidroelektrik potansiyeli açısından önemli bir yere sahiptir. Dağlık kütle üzerinde litolojinin bazalt ve tüflerden oluşması, ve bu litolojinin de heyelana uygun olmasına rağmen dağlık kütlenin yamaçlarında heyelanlar pek görülmez. Bunun nedenleri: Dağın doğu yamaçlarının çok dik olması ve dağlık kütlenin çalışma alanında orman açısından en zengin saha olmasıdır. Heyelanlar pek etkili olmazken dağın doğu yamaçlarında meydana gelen dik eğim ve bazalt litoloji kaya düşmesine neden olmaktadır.

3.2.1.6. Şerafettin Dağları

İnceleme alanının güneyinde yer alan Şerafettin Dağları D-B uzanımlı olup, volkanizmaya bağlı olarak oluşmuştur. Litoloji Üst Miyosen yaşlı bazalt ve tüflerden

oluşmaktadır. Ortalama yükseltisi 2400-2500 m arasında değişmekte olup, yükseltisi batıdan doğuya doğru azalmaktadır.

Akarsuların oluşturduğu vadi yamaçları dışında dağlık kütle üzerinde eğimli alanlar sınırlıdır. Güneybatıda bazalt litolojiye gömülen akarsuların oluşturduğu derin vadiler dışında çok yarılmış bir topoğrafyadan söz etmek mümkün değildir. Genel olarak değerlendirildiğinde bir dağ görünümünden ziyade yapısal bir plato görünümü hakimdir. D-B yönünde 55 km uzunluğu olan bu yüksek kütlenin genişliği ise 30 km civarındadır. İnceleme alanında 2400-2500 m'lerde bu dağlar üzerinde uzanan yüksek volkanik plato sahaları bulunmaktadır. Güneyde yer alan bu sahalar hemen engebesiz ve çayırlarla kaplı olduğundan yöre halkı için mera alanı olarak kullanılmaktadır. Çalışma alanının dışında Şerafettin Dağları'nın güneyinde geniş heyelan alanları bulunmaktadır. Bu heyelanlar yerleşmelere de zarar verecek boyuttadır.

3.2.2. Plato Alanları

Karlıova Havzası ve çevresinde görülen plato alanları dağlık alanlar üzerinde gelişen aşınım düzlüklerine karşılık gelmektedir. Bu yüzeyler oluşumlarını takip eden dönemlerde tektonik hareketlerle yükselmiş, çarpılmış ve akarsular tarafından yarılarak bugünkü konumlarını almışlardır. İnceleme alanında görülen platolar öncelikli olarak yükseltilerine göre en yüksek, yüksek ve alçak plato alanları olarak sınıflandırılmıştır. 2500 m'nin üzerinde en yüksek platolar, 2250-2500 m arasında yüksek platolar ve 2000-2250 m yükseltileri arasında alçak platolar yer almaktadır. Bu platolar Peri Çayı Havzası'nın kuzeyinde ve güneyinde yüzeylenir (Şekil 54).

Belli yükselti kademelerindeki düzlük sistemleri dikkate alınarak yapılan bu sınıflandırma dışında inceleme alanında geniş yüzeylenme alanına sahip volkanitlere göre en yüksek, yüksek ve alçak volkanik plato alanları belirlenmiştir. Araştırma sahasının yakın çevresinde yer alan Bingöl Dağı üzerinde yer alan volkanik platolar Tonbul (1996) tarafından yaşlandılmış olup, bu yaşlandırma inceleme alanımız için de kullanılmıştır. Buna göre inceleme alanında 2500 m'den yüksek volkanik alanlarda görülen düzlükler en yüksek volkanik platoları (Üst Pliyosen), 2250-2500 m yükseltileri arasındaki volkanik alanlarda görülen düzlükler de yüksek volkanik platoları (Orta Pliyosen) ve 2000-2250 m yükseltileri arasında da alçak volkanik platoları (Alt Pliyosen) oluşturmaktadır.

Çalışma alanında en geniş plato alanı 2000-2250 m yükseltileri arasında yer alan alçak volkanik plato alanlarıdır. Bunu sırasıyla alçak platolar, en yüksek volkanik platolar, yüksek volkanik platolar, en yüksek platolar ve yüksek platolar takip etmektedir.

3.2.2.1. En Yüksek Platolar (2500 m>)

Karlıova Havzası ve çevresinde yer alan en yüksek platolar 2500 m yükseltisinden sonra görülmektedir. Dar alanlı bu yüzeyler Karlıova Havzası'nın kuzeyindeki dağlık alanlarda ve Peri Suyu Havzası'nın güneyinde yer almaktadır (Şekil 54).

Çalışma alanının kuzeybatısında Karagöl Dağları üzerinde en yüksek platolar yer alır. Bu saha aynı zamanda inceleme alanının en sarp kesimlerine karşılık gelir. Bu platoların uzanışı KD-GB yönlüdür. Litoloji Üst Eosen yaşlı marn, kiltaşı ve çakıltaşından oluşur. Yükseltisi güneybatıdan kuzeydoğuya doğru artmaktadır. Plato sahasının kuzeydoğusunda Karagöl Dağları'nın zirvelerinden olan Alacakar Tepe yer alır. Yüzeyin genişliği 0.2 km ile 2.2 km arasında, uzunluğu 6-8.4 km arasında değişmektedir. Platonun kuzeydoğusunda yarılma 200 m'den fazladır. Bu durum eğimin fazla olmasına ve litolojinin dayanıksız olmasına bağlıdır.

Karlıova Havzası'nın kuzeybatısında Halil Tepe'nin üzerinde yer alan en yüksek platolar kuzeyde yer alan aynı yükseltideki platolara göre daha geniş alan kaplamaktadır. KB-GD doğrultusunda uzanan bu plato 0.3-1 km genişliğinde 7.5 km uzunluğunda dar bir şerit halinde uzamaktadır. Yapısını Alt Miyosen yaşlı Adilcevaz Formasyonu'na ait kayaçlar oluşturmaktadır. Kireçtaşı ve killi kireçtaşından oluşan birim üzerinde görülen bu yüzeyler güneyden geçen fay tarafından kesilmiştir.

Tektoniğin etkisine bağlı olarak Halil Tepe'nin üzerinde yer alan bu yüzeyler güneye doğru çarpılmıştır. Kuzeybatıdan güneydoğuya doğru yüzeyin yükseltisi azalmaktadır. Yüzey üzerinde eğim 0-40^0 arasında değişmekte olup, kuzeybatıda faya bağlı olarak eğim 40^0'ye çıkmış, güneydoğuda eğim 20^0'nin üzerinde bir değer göstermektedir. Plato üzerinde kestane renkli topraklar gelişmiştir. Bu topraklar üzerinde yer alan çayır alanları hayvancılıkta değerlendirilmektedir.

Halil Tepe'nin (2835 m) batısında yer alan en yüksek platonun hemen güneyinden fay geçmektedir. KB-GD doğrultusunda uzanmakta olan platonun genişliği 0.1-1 km, uzunluğu da 2-3.6 km arasında değişmektedir. Yapısını Üst Eosen yaşlı

çakıltaşı ve kumtaşı ile Oligosen yaşlı çakıltaşları oluşturmaktadır. Plato yüzeyinde yükselti 2600 m'ye kadar çıkmaktadır. Kuzeybatıdan güneydoğuya doğru yüzeyin yükseltisi artmaktadır. Eğim kuzeybatıda 38^0'ye çıkmaktadır. Plato sahası taşlı ve iri unsurlu malzemeden oluştuğundan tarıma elverişli değildir (Şekil 54).

3.2.2.2. Yüksek Platolar (2250-2500 m)

Yüksek platolar, Peri Suyu Vadisi'nin kuzeyinde ve güneyinde parçalı düzlüklerden oluşmaktadır (Şekil 54). 2250-2500 m yükseltileri arasında yer alan bu yüzeylerde eğim değerleri 15-25^0 arasında değişmektedir. Yarılma sonucu küçük parçalar halinde yüzeylenirler.

Peri Suyu'nun kuzeyinde yüzeylenen yüksek platolar güneyinde Bindirme Fayı ile sınırlandırılmıştır. Faya bağlı olarak genelde KD-GB doğrultusunda uzamaktadır. Bindirme Fayına bağlı olarak platolarda yükselti güneyden kuzeye doğru artmaktadır. Yine bindirme fayına bağlı olarak güneyden kuzeye doğru eğim azalmaktadır. Alçak platolara geçişte belirgin bir eğim kırıklığı bulunmaktadır. Alçak platolara 500 m'lik bir seviye farkıyla geçilir. Bu platolar Peri Suyu Vadisi'nin kuzeydoğusundan güneybatıya doğru parçalar halinde görülmektedir.

Bindirme fayının etkisiyle alçak platolara bir basamakla geçilmektedir. Yüksek plato yamaçlarında bindirme fayının etkisiyle meydana gelen eğime bağlı olarak kütle hareketleri özellikle heyelanlar etkili olmaktadır. Ancak bu sahada heyelanlar Göynük Çayı Vadisi'ne göre daha azdır.

Karlıova Havzası'nın kuzeyinde, Peri Suyu Vadisi'nin güneyinde yer alan yüksek platoların kuzeyinden Ilıpınar Fayı geçmektedir. Parçalar halinde uzanan bu platolar genelde KB-GD uzanışlıdır. Plato ofiyolit, kireçtaşı ve çakıltaşından oluşan litoloji üzerinde oluşmuştur. Dağlık alanlar üzerinde adalar halinde bulunurlar. Platoları yaran akarsular faya bağlı olarak ötelenmişlerdir. Plato yamaçlarında fay dikliklerine bağlı olarak heyelanlar yaşanmaktadır. Bunun nedeni eğimin fazla olması ve litolojinin heyelana elverişli ofiyolitlerden oluşmasıdır. Meydana gelen yüksek eğim ve fay diklikleri yarılmayı artırmıştır. Buna bağlı olarak platoları yaran derin vadiler oluşmuştur.

3.2.2.3. Alçak Platolar (2000-2250 m)

Alçak plato sahaları Peri Suyu Vadisi'nin kuzey ve güneyinde görülmektedir. Bu platolar vadinin kuzeyinde daha geniş alan kaplamakta olup, yoğun akarsu ağı nedeniyle fazla yarılmıştır. Kuzeyde yer alan platolar bindirme fayının, güneyde yer alan platolar da Ilıpınar Fayı'nın etkisiyle şekillenmiştir. Peri Suyu Vadisi'nin güneyinde uzanan alçak platolar kimi yerde Ilıpınar Fayı tarafından çarpılmışlardır. Bu nedenle yüzeyler arasında yükselti farkı oluşmuş ve fayın uzanımına paralel bir yapı ortaya çıkmıştır (Şekil 54). Peri Suyu Vadisi'nin kuzeyindeki alçak platolar daha geniş alan kaplamaktadır. Bu durum güneyden geçen bindirme fayının alçak alanların yüzölçümünü artırmasının sonucudur. KD-GB uzanışlı olan bu platoların kuzey yamaçları faylıdır. Üst Eosen yaşlı marn ve çakıltaşından oluşan litoloji üzerinde görülmektedir (Foto 27).



Foto 27. Peri Suyu Vadisi'nin kuzeyinde alçak plato alanları yer alır

Güneyden kuzeye gidildikçe bu yüzeylerin yükseltisi artmaktadır. Faylanmaya bağlı olarak yükseltisini kaybetmiş ve yüksek platolara geçişte belirgin bir eğim farkı görülmektedir. Ancak vadi tabanına geçiş daha hafif eğimledir. Eğim değerleri batıda 0-10^0 arasında değişirken, doğuda 0-20^0 arasında değişmektedir. Akarsular tarafından yarılma fazla olduğundan yüzeyler parçalı düzlükler halindedir.

Peri Suyu Vadisi'nin güneyinde yer alan alçak platolar, yüksek platolardan belirgin bir eğim kırıklığıyla ayrılmaktadır. Buna neden olan iki yüzey arasından geçen Ilıpınar Fayı'dır. KB-GD uzanışlı bu platolarda litoloji kireçtaşı, tüf ve çakıltaşlarından oluşmaktadır. Kuzey yamaçlarında fay diklikleri vardır. Kantarkaya Dağı'nın güneyinde vadiye paralel şekilde uzanan alçak plato sahası fay tarafından kesilmiştir (Foto 28).



Foto 28. Kantarkaya Dağı'nın kuzeyinde geniş alan kaplayan alçak platolar

Bu platolarda yarılma kimi yerde 200 m'yi geçmektedir. Yüzeyleri yaran akarsularda faya bağlı belirgin ötelenmeler görülmektedir. Kantarkaya Dağı'nın kuzeyinde yer kaplayan alçak platolar akarsular tarafından 200 m yarılmıştır. Bu yapı nedeniyle dağ cephesi eğrilik oranı düşüktür.

3.2.2.4. Volkanik Platolar

İnceleme alanında merkezi volkanik faaliyetlere bağlı olarak Üst Miyosen-Pliyosen ve Pliyo-Kuvaterner volkanizması sonucu geniş alan kaplayan volkanik platolar oluşmuştur. Bu volkanik platolar Bingöl Dağı, Turna Dağı, Göynük Çayı Havzası, Şerafettin Dağları üzerinde ve Hasanova Çayı Havzası'nda geniş alan kaplamaktadır (Şekil 54).

Karlıova Havzası'nın genelde batısı, doğusu, güneyi ve güneydoğusunda olmak üzere farklı yükseltilerde görülen bu platolar yükseltilerine göre üç bölüme ayrılmıştır. İnceleme alanında 2500 m'nin üzerindeki volkanik alanlarda görülen düzlükler en yüksek volkanik plato alanlarına (Üst Pliyosen), 2250-2500 m yükseltileri arasında volkanik alanlarda görülen düzlükler yüksek volkanik plato alanlarına (Orta Pliyosen) karşılık gelmektedir. 2000-2250 m yükseltileri arasında volkanik alanlarda görülen düzlükler alçak volkanik platolara (Alt Pliyosen) karşılık gelmektedir.

Bu platolar diğer jeomorfolojik birimlerle karşılaştırıldığında daha geniş alan kaplamaktadır. Faylar platoların uzanış yönlerini belirlemiş olup, yapı bazalt, andezit, tüf ve proklastik malzemeden oluşmaktadır. Faya bağlı olarak platoların yamaçlarında yükselti ve eğim değişmektedir. Plato yüzeylerinde genel olarak eğim düşüktür. Bu durum çalışma alanının güney ve güneydoğusunda belirgindir.

Volkanik plato yamaçları uygun litoloji, yüksek eğim, seyrek bitki örtüsü ve tektonik hareketler nedeniyle genel olarak aktif heyelan alanlarıdır. Plato sahaları çayır lar nedeniyle hem yakın çevresi için hem de Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi için otlak alanı olarak kullanılmaktadır. Bu sahalar yaz mevsiminde Beritan Aşireti tarafından kullanılmaktadır. Bu bölümde volkanizmanın yaşı ve karakteri üzerinde fazla durulmayıp plato karakteri gösteren volkanik alanların jeomorfolojik özellikleri ve bu alanlarda görülen volkanik şekiller açıklanmıştır.

3.2.2.4.1. En Yüksek Volkanik Platolar (Üst Pliyosen-2500>m)

Karlıova Havzası'nın batısında Turna ve Şeytan Dağları'nın uzantıları üzerinde yaklaşık 19 km^2 alan kaplayan en yüksek volkanik plato sahası yer alır. KB-GD doğrultusunda Bahçeköy Fayı'na paralel bir uzanış göstermektedir. Bazalt, andezit ve tüflerden oluşan litoloji üzerinde gelişmişlerdir. En Yüksek Volkanik Plato Sahası 1-2 km genişliğinde, 10 km uzunluğundadır. Faya bağlı olarak kesildiğinden genişliği azdır. Plato sahasında yükselti 2600 m'den fazladır. Yükselti KB-GD doğrultusunda genelde azalır. Kuzeybatıda 2650 m'ye çıkan yükselti güneybatıya doğru 2500 m'ye düşer.

Bu platolar 2500 m'nin üzerindeki yükseltilerde yar almaktadır. Plato yamaçlarında eğim 30^0 iken, yüzeyde 0-10^0 arasında değişmektedir. Platonun doğu ve kuzeyden faylarla sınırlandırılması eğim değerlerini bu yamaçlarda artırmıştır. Doğudan Bahçeköy Fayı platoyu KB-GD yönünde kesmiş olup, plato çarpılmıştır. Platonun doğu yamaçlarından kaynaklanan akarsular Ulu Dere'yi, batı yamaçlarından kaynaklanan akarsular Çalkani Deresi'ni beslemektedir. Platonun doğu yamaçlarından kaynaklanan akarsularda sağ yanal ötelenme görülmektedir. Platonun doğu ve kuzey yamaçlarında eğim fazla olmasına rağmen kütle hareketlerinden heyelan oluşumu sınırlıdır. Bu durum bu yamaçların çok dik olması ve bitki örtüsünün nispeten yoğun olmasına bağlıdır (Foto 29).



Foto 29. Havzanın batısında yer alan Kartal Tepesi'nde en yüksek ve alçak volkanik platolar

Bazaltlar platoyu yaran akarsu vadilerinde korniş oluşmasına neden olmuştur. Ancak bazaltların günlenme sonucu parçalanması kaya düşmesi sorununu doğurmuştur. En Yüksek Volkanik Platolar mera alanı olarak kullanılmaktadır. Bu platonun yamaçları meşe ağaçları (orman) açısından zengindir. Bu platonun doğu yamacında dağ cephesi eğrilik oranı ve Vf ölçümü yapılmış olup, her iki parametrede de değerler düşük çıkmıştır. Bu durum faylanmanın etkisinin aşındırıcı güçlere göre daha fazla olduğunu göstermektedir.

3.2.2.4.2. Yüksek Volkanik Platolar (Orta Pliyosen-2250-2500 m)

2250-2500 m yükseltileri arasında yer alan bu platolar Karlıova Havzası'nın kuzeydoğusunda Bingöl Dağları'nın üzerinde, batıda Turna Dağı, güneyde Şerafettin Dağları üzerinde ve Hasanova Çayı Havzası'nda görülmektedir. Bazalt, andezit ve tüflerden oluşan litoloji üzerinde gelişmişlerdir. Faylı sahalarda yer alan plato yamaçlarında eğim ve yükselti farkı fazladır.

Karlıova Havzası'nın kuzeydoğusunda Bingöl Dağı üzerinde yer alan yüksek plato sahalarında litolojinin uygun olması, yeraltı sularının fazlalığı, tektonik hareketlerle meydana gelen yüksek eğim değerleri ve depremler nedeniyle kütle

hareketleri yoğun olarak yaşanmaktadır. Yüksek volkanik platolarda faylanma sonucu oluşan yapısal dikliklerin yamaçlarından mekanik parçalanmalar sonucu kopan malzemeler yamaç molozlarını oluşturmaktadır. Yüksek platolar çayır açısından oldukça zengin olduğundan yaylacılık faaliyetlerinin gelişmesine imkan sağlamıştır. Yöre dışından yaz mevsiminde plato düzlükleri üzerindeki yaylalara hayvan otlatmak için göç olmaktadır. Beritan Aşireti yaz mevsiminde Şanlıurfa ve Diyarbakır'dan bu yöredeki yaylalarda sonbahar mevsimine kadar kalmaktadır (Tonbul, 1990/b:265).

Karlıova Havzası'nın kuzeydoğusunda Bingöl Dağı'nın üzerinde yüzeylenen yüksek volkanik platolar 36 km^2 alan kaplamaktadır. Litoloji, Bingöl Volkanı'nın ürünleri olan bazalt ve andezitlerden oluşmaktadır. Platolar, Ilıpınar Fayı ve kolları tarafından parçalanmış olup, basamaklı bir görünüm kazanmışlardır. Güneyde yükselti kuzeye göre daha düşüktür. Kuzeyde 2600 m'yi bulan yükseklik, güneyde 2500 m'ye düşer. Kuzeyde plato yüzeyinde eğim hemen hemen 0^0'dir. Oysa fayın kestiği yamaçlarda eğim 20^0'yi bulmaktadır. Bu platolar Aras ve Fırat Nehri arasında su bölümü çizgisinde yer almaktadır. Platonun doğu bölümünün suları Aras Nehri'ne, kuzey bölümü Peri Suyu 'na ve güney bölümünün suları Göynük Çayı ile Fırat Nehri'ne ulaşmaktadır.

Havzanın batısında Turna Dağı üzerinde yer alan yüksek platolar parçalar halindedir. Bazalt litolojiden oluşan bu platoların yükseltisi KB-GD doğrultusunda azalmaktadır. Bu platolar güneydoğuda Bahçeköy Fayı'na bağlı olarak kesilmiştir. Eğim güneydoğuda ve yarılmanın olduğu yamaçlarda 25^0'yi bulmaktadır (Şekil 54).

Yüksek volkanik platolar Bahçeköy Fayı ile Toklular Fayı arasında geniş alan kaplamaktadır. Litoloji bazalt ve tüflerden oluşmaktadır. Platonun yükseltisi kuzeybatıda 2500 m, güneydoğuda 2400 m civarındadır. Eğim değerleri $3\text{-}35^0$ arasında değişmektedir. Toklular Fayı'nın uzanışına paralel olan plato yaklaşık 7 km^2 alan kaplamaktadır. Bu yüzey 0.3-1.3 km genişliğinde, 7 km uzunluğunda olup, doğu yamaçları fay dikliklerine karşılık gelmektedir. İnceleme alanının güneyinde Hasanova Çayı'nın kolları tarafından yarılan platolar Şerafettin Dağları'nın üzerinde yer almaktadır. Litoloji bazalt ve tüflerden oluşmakta olup, yaklaşık 38 km^2 alan kaplamaktadır. Kuzeydoğudan güneybatıya doğru yükseltileri artmakta olup, genel olarak plato yüzeyinde eğim değerleri fazla değildir. $0\text{-}10^0$ arasında değişen eğim akarsu vadilerinde artmaktadır. Plato yüzeyinde eğim değişkenliği azdır. Hasanova Çayı'nın kolları Gümüş Dere, Yandere ve Meydan Deresi tarafından oluşturulan plato yüzeyinin

doğusunda yarılma daha fazladır. Yöre halkı ve Beritan Aşireti tarafından yayla alanı olarak kullanılmaktadır.

3.2.2.4.3. Alçak Volkanik Platolar (Alt Pliyosen- 2000-2250 m)

2000-2250 m yükseltileri arasında yer alan alçak volkanik platolar, Karlıova Havzası ve çevresinde en fazla yer kaplayan jeomorfolojik birimdir. 416 km^2 alan kaplayan alçak volkanik platolar, Karlıova Havzası'nın doğusunda, kuzeyinde, güneybatısında ve Göynük Çayı Havzası'nda, güneydoğuda Hasanova Çayı Havzası'nda görülmektedir. Bu platolarda, litoloji Alt Pliyosen yaşlı bazalt, Üst Miyosen yaşlı bazalt, andezit, dasit ve tüflerden oluşmaktadır. Plato yüzeylerinde genel olarak eğim değerleri azalmaktadır. Ancak Göynük Çayı Vadisi ve Kargapazarı Havzası'nın doğusunda faylara bağlı olarak yamaçlar arasında eğim farkları meydana gelmiştir. Yine faylanmaya bağlı olarak Göynük Çayı Vadisi'nde ve havzanın doğusunda yer alan platolarda basamaklanmalar görülmektedir. Litolojinin volkanik malzemeden oluşması, faya bağlı olarak yamaçlarda meydana gelen yüksek eğim, akarsuyun alttan oyması, yeraltı suyunun fazla olması ve vadi içlerinden geçen karayolu yapımı heyelanların özellikle güneybatıda yer alan plato sahalarında yoğun olarak yaşanmasına neden olmuştur (Foto 30).



Foto 30. Kargapazarı Havzası'nın doğusunda faya bağlı basamaklanan alçak volkanik platolar

Kargapazarı Havzası'nın doğu ve güneydoğusunda faya bağlı olarak parçalanan alçak volkanik plato sahası KAF, DAF ve Varto Fayı'nın kesiştiği bir alanda bulunmaktadır. Bu platolar makaslama zonuna karşılık gelmektedir. Plato üzerinde faylanmaya bağlı olarak oluşmuş çok sayıda küçük göl bulunmaktadır. Bu göllerden biri de Karlıova Havzası'nın en geniş alanlı gölü olan Bahri Gölü'dür. Tektonik çukurluklarda oluşan göller genelde çukurluğun uzanışına paralel bir şekil alırlar. Ancak Bahri Gölü'nde bu durum belirgin değildir. Çünkü bu göl üçlü ekleme çok yakın bir alanda bulunduğundan KAF ve DAF'ın etkisinde kalmış ve içine yerleştiği çukurluğun şekli bozulmuştur. KB-GD uzanımlı bu platonun ortalama yükseltisi 2000 m civarındadır. Faylanmaya bağlı olarak plato alçalıp yükseltisini kaybetmiştir. Bu plato yamaçlarında aktif heyelan sahaları fazla alan kaplamaktadır.

Karlıova Havzası'nın kuzeyinde yer alan alçak volkanik platolar parçalı halde bulunmaktadır. Litolojileri Üst Miyosen yaşlı bazalt ve andezitlerden oluşmaktadır. Karlıova Havzası'nın güneybatısında Göynük Çayı Havzası'nda Çalkani ve Mağara derelerinin derince yardığı alçak volkanik plato sahalarında ortalama yükselti 2000 m civarındadır. Vadi yamaçlarında eğim 25^0'nin üstüne çıkmaktadır. Yarılmanın miktarı ise 100 m'den fazladır (Foto 31).

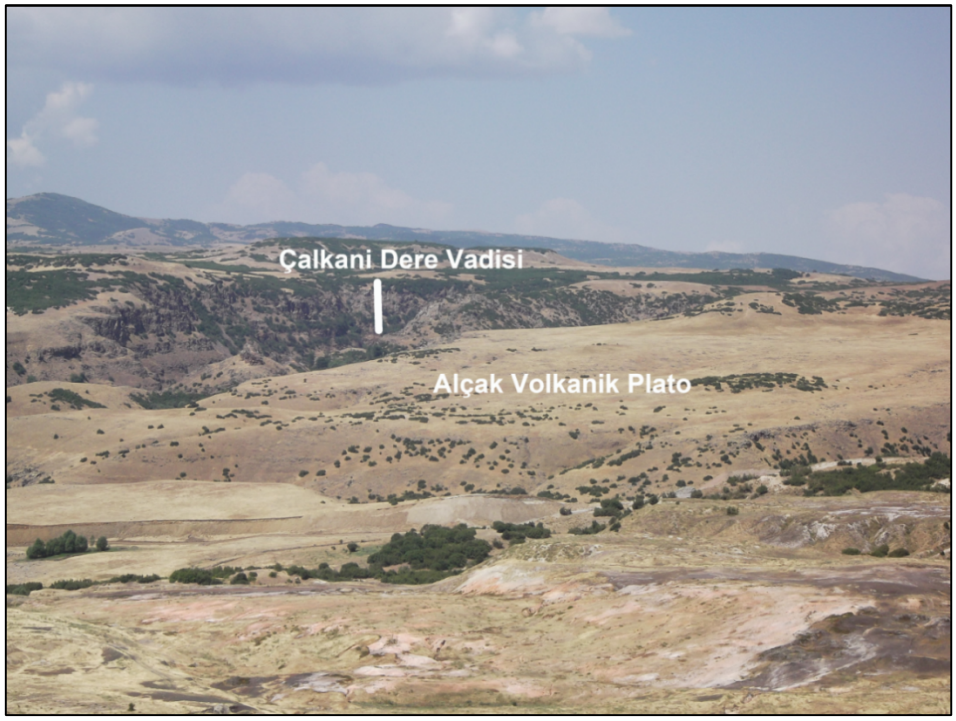


Foto 31. Devecik Köyü güneybatısında alçak volkanik platolar

Vadi yamaçlarında bazalt litolojiye bağlı olarak kornişler oluşmuştur. Bazı alanlarda tektonizmaya bağlı olarak yükselti 2000 m'nin altına düşmektedir. Bu sahada linyit yatakları ve tüfler yer almaktadır. Bu sahada yer alan linyitin işlenmesi için termik santral yapılması planlanmaktadır.

Göynük Çayı Havzası'nda görülen alçak volkanik platolar DAF Zonuna bağlı olarak parçalandıklarından basamaklı bir yapıdadırlar. Yüksek platolara göre daha fazla yarılmışlardır. Sel suları ve mevsimlik akarsular bu platoları yarmış, çentik ve yarma vadiler oluşmuştur. Bu sahalar kütle hareketlerinin en yoğun olduğu alanlardır. Alçak volkanik platolar üzerinde faya bağlı çok sayıda göl oluşmuştur.

Havzanın batısında Kaynak köyü ve Bahçeköy'ün üzerinde kurulu olduğu sahada alçak volkanik platolar geniş alan kaplamaktadır. D-B uzanımlı bu platolar yaklaşık 50 km^2 alan kaplamakta olup, Uludere ve kolları tarafından derince yarılmıştır. Litoloji, Alt Pliyosen yaşlı bazalt ve andezitlerden oluşup, yükseltisi kuzeyden güneye doğru azalmaktadır. Vadi yamaçları boyunca kornişler oluşmuş, buradan da kaynak suları doğmuştur. Bu sahada vadiler dışında yüzey oldukça sadedir. Yüzey Göynük Çayı'na kadar devam etmektedir. Göynük Çayı Vadisi'nin güneyinde alçak volkanik platolar geniş alan kaplar. KD-GB uzanışlı bu platolar DAF Zonuna bağlı olarak çok parçalı ve birkaç basamak halindedir (Foto 32).



Foto 32. Göynük Çayı Vadisi'nin güneyinde alçak volkanik platolar DAF tarafından parçalanmıştır.

Litoloji, Üst Miyosen yaşlı tüflerden oluşmakta olup, kuzeydoğuya doğru yükseltileri artmaktadır. Bu plato faylarla sınırlandırılmış olup, yamaçları diktir. Karlıova Havzası'nın güneyinde Hasanova Çayı Havzası'nda da alçak volkanik platolar geniş alan kaplamakta olup, bazalt ve tüfler üzerinde oluşmuştur. Çalışma alanının güneyinde Hasanova Çayı ve kolları Hışhışık ve Yayla Dere tarafından yarılmış plato yaklaşık 86 km^2'lik alan kaplamaktadır (Şekil 54). Söz konusu yüzeyin batısı doğusuna göre daha yüksektir. Bu durumun nedeni doğusundan geçen doğrultu atımlı fayın neden olduğu alçalmadır. Nitekim yüzeyin batısında 2150 m'ye kadar çıkan yükselti batıda 2000 m'nin altına düşmektedir.

İnceleme alanının güneyinde Palagölü Dere'nin doğusunda yaklaşık 66 km^2 alan kaplayan alçak volkanik plato sahası KB-GD doğrultusunda uzanmaktadır. Yüzeyin uzunluğu yaklaşık 12 km iken, genişliği de 4-7.5 km arasında değişmektedir. Yükseltisi 2000-2100 m arasında olup, eğim $0\text{-}2^0$ ile $2\text{-}15^0$ arasında değişmektedir. Litoloji Üst Miyosen yaşlı bazaltlardan oluşmaktadır. Doğu yamaçları fay dikliklerine karşılık gelmektedir. Yüzeyin kuzeyinde aktif heyelan alanları güneyine göre daha fazladır.

3.2.3. Ova ve Havzalar

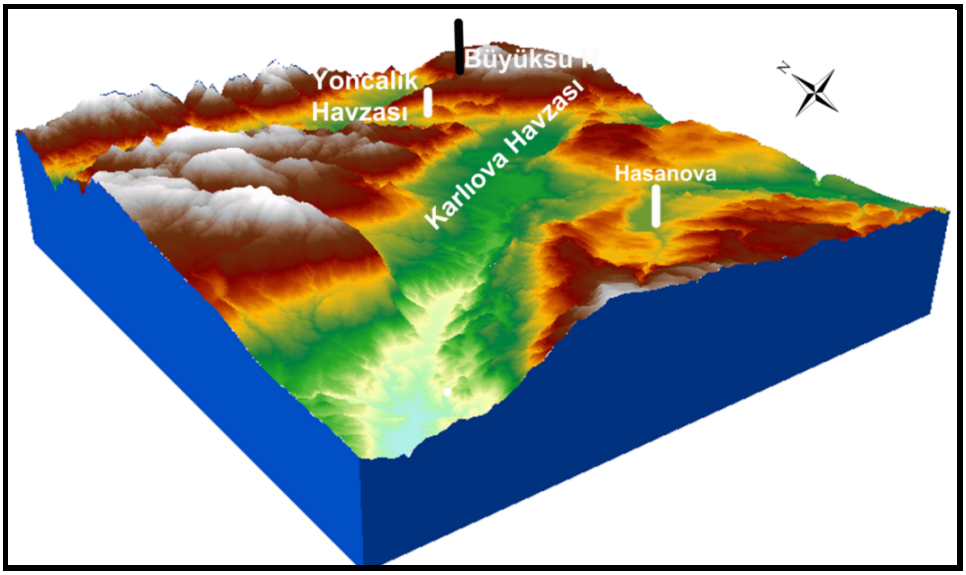
Havzalar, bulundukları yerde, çevresine göre alçakta olan, çoğunlukla bir alüvyal örtü ile kaplı bulunan, çok az eğimli, akarsuların derine gömülmediği alanlar olarak tanımlanabilir. Havzalar, çevresine nazaran çok alçakta olan oluk ve tekne halinde uzanan çevredeki akarsuların toplandığı, yer yer göl ve bataklıkların yerleştiği sahalar olarak da değerlendirilmektedir. Havzalar kapalı olduğu gibi, bir veya birkaç akarsu tarafından da drene edilebilir. Havza geniş kapsamlı olup, havza dahilinde ovalar da bulunmaktadır (Atalay, 1987:81). Havza, ortası çukur ve nisbeten yeni tabakalarla örtülü, kenarları yüksek ve daha eski araziyle çevrili çukur yer şeklidir. Eski temel üzerinde yer alan genç örtü birimleri, havzanın ortasından bir yere doğru hafif eğimli olabileceği gibi düz duruşlu da olabilir (İzbırak, 1977).

Bütün havzaların bazı ortak karakteri çevresine göre topoğrafik bakımdan çukur olması, öteki ise genellikle bir çökelme ve çoğu kez bir sübsidans alanına tekabül etmesidir. Bütün havzaların bugünkü jeomorfolojik özellikleri çeşitli tektonik süreçlerin belirlediği ilksel şekillerin, sin-tektonik ve post tektonik morfojenetik süreçlerle (aşınma, taşınma, çökelme) biçimlendirilmesinin bir sonucudur. Bu biçimlendirmede

litolojik özellikler ve ortamın iklim koşulları da kuşkusuz önemli rol oynar. Ama litosferin muhtelif kesimlerinde bu iç ve dış etken ve süreçlerin nitelikleri ve belirleyici rolleri aynı değildir. Bu nedenle, havzaların oluşumları, biçimleri, boyutları, çökelleri ve evrimleri arasında önemli ayrılıklar görülür. Bazı havzaların oluşum ve biçimleri birinci derecede transform faylar, dalma-batma zonları, kenet kuşakları, rift hatları boyunca meydana gelen yatay ve düşey kabuk hareketleri ile belirlenmiştir (Kuzey ve Doğu Anadolu Fay sistemleri boyunca sıralanan havzalar, okyanusların kenar çukurları, Saros Körfezi, Amik ovası ve benzerleri). Bazılarının oluşumunda ise sübsidans başlıca rolü oynamış görünüyor (Binlerce m kalınlıkta çökelin biriktiği Ergene, Marmara, Koçhisar Havzaları gibi). Buna karşılık bazı havzalar bugünkü morfolojilerini esas itibariyle dış etkenlerin işlevine borçludur. Bu farklılıklara rağmen, gözlemlerden çıkan genel bir kural olarak, havzaların bugünkü jeomorfolojilerinde iç etken ve süreçlerin havza boyutları ile doğru, dış etken ve süreçlerin ise havza boyutları ile ters orantılı bir rol oynadıkları söylenebilir (Erinç, 1988).

Çalışma alanı KAF, DAF ve Varto Fayları'nın kesiştiği bir alana karşılık gelen Karlıova Havzası ve çevresini kapsamaktadır. Burada yer alan ova ve havzalar genelde Neotektonik dönemde etkili olmaya başlayan KAF, DAF ve Varto Fayı'nın etkisiyle ortaya çıkmışlardır. Ova ve havzalar doğrultu atımlı fayların etkisiyle oluşmuştur. Bazı havzalar dört yandan faylarla çevrili iken, bazı havzalar tek fayla sınırlandırılmıştır.

Karlıova Havzası KAF ve DAF'a bağlı olarak oluşmuş, buna karşın Hasanova DAF'a bağlı olarak oluşmuş, kuzeyde yer alan Yoncalık Havzası KAF (Ilıpınar Fayı) tarafından oluşturulmuştur. Karlıova Havzası'nın kuzeydoğusunda yer alan Büyüksu Havzası kuzeyde yer alan bindirme fayının etkisiyle oluşmuş bir dağ arası havzadır (Şekil 54). Bunun yanında Sudurağı, Göynük, Derinçay gibi daha küçük ölçekte olan havzalar da oluşmuştur. Bu havzalar doğrultu atımlı faylanmalar sonucu oluşan çek-ayır tipi havzalardır. Kuvaterner'de dönemler halinde sedimantasyona maruz kalan bu havzalar günümüzde morfolojik yapı ve boğazların varlığına bağlı olarak birer boşalma alanına karşılık gelmektedir. Bu bölümde Karlıova, Yoncalık ve Hasanova Havzaları değerlendirilmiş olup, diğer havzalara kısaca değinilmiştir (Şekil 57).



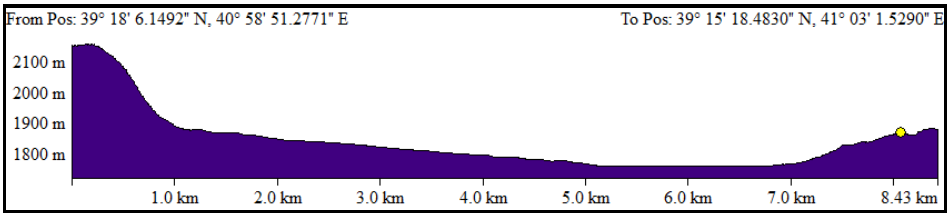
Şekil 57. İnceleme alanında yer alan başlıca havzalar

3.2.3.1.Karlıova Havzası

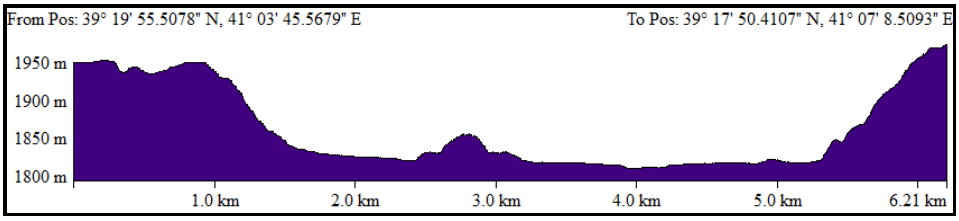
Doğu Toroslar Orojenik Kuşağı'nın doğusunda yer alan Karlıova Havzası inceleme alanında yer alan en önemli havzadır. Karlıova Havzası, sağ yönlü doğrultu atımlı KAF, sol yönlü doğrultu atımlı DAF ve Varto Fayı'nın kesiştiği üçlü eklemin 10 km kuzeybatısında yer almaktadır. Fayların etkileri üçlü eklemde yaklaşık 20 km'lik bir alanda görülmektedir (Tutkun ve Hanncok, 1990:182). Ortalama 1800 m yükseltiye sahip Karlıova Havzası güneyden Şerafettin Dağları, kuzeydoğudan Bingöl Dağı, batıdan ise Şeytan Dağları'nın uzantıları tarafından sınırlandırılmaktadır (Tonbul, 1990/a:264). Ovanın güneybatısında 1800 m'nin altına düşen yükselti, ovanın kuzeyinde 1950 m'ye çıkmaktadır. Bunun nedeni kuzeyinden geçen KAF'ın uzantılarının meydana getirdiği eğim farkı nedeniyle oluşan birikinti koni ve yelpazeleridir. Yelpazeleri oluşturan malzeme kuzeyden ovayı yükseltmiştir. Yine kuzeyde KAF'a bağlı olarak bir yükselme, güneyde ise DAF'a bağlı olarak bir çökmenin var olduğu düşünülmektedir.

Havza kuzey kenarından geçen KAF ile güney kenarı boyunca uzanan DAF arasında Kuvaterner'de açılmaya başlamış tektonik kökenli bir depresyondur. Tabanında aynı yaşlı genç çökeller bulunmaktadır. Bunlar üzerinde gelişmiş ova yüzeyi hemen hemen hiç yarılmamış durumda olup, çeşitli büyüklükteki birikinti koni ve yelpazeleri tarafından maskelenmiştir (Tonbul,1990/b:264). Ovanın temelinde andezit, bazaltik volkanik kayaçlar yer alırken, bu birimin üzeri sonradan ayrılmamış Neojen

depoları tarafından örtülmüştür (Sever, 2008:18). Havza doğuda Kargapazarı köyünden güneybatıda Boncukgöze köyüne kadar uzanır. KD-GB doğrultusunda ovanın uzunluğu 14 km, genişliği ise 7-1.5 km arasında olup, yaklaşık alanı 70 km^2'dir. Batıya ve güneybatıya doğru havza genişlemekte olup, kuzeyde ve doğuda daralmaktadır. Havzanın genişleyip, daralması fayların etkisinin sonucudur. Üçlü ekleme yaklaştıkça havza daralmakta, uzaklaştıkça genişlemektedir. Havza tabanında eğim 0-8^0 arasında değişmekte olup, kuzeyden güneye doğru eğimlidir (Şekil 58, 59).



Şekil 58. Karlıova Havzası'nın K-G yönlü profili



Şekil 59. Karlıova Havzası'nın K-G yönlü profili (Profil üçlü ekleme yakın bir noktadan alınmıştır)

Havzanın kuzeyinde birikinti koni ve yelpazeleri fazla güneyinde ise azdır. Üçlü ekleme yaklaştıkça meydana gelen yüksek eğim havzanın güneydoğusunda dik yamaçlar oluşturmuş, buna bağlı olarak genç birikinti konileri görülmektedir.

Havza kuzey, güney, batıdan ve doğudan faylarla sınırlandırılmıştır (Foto 33, 34, 35). Doğrultu atımlı faylara bağlı oalarak oluşan havzaların bazıları tek yönlü faylarla çevrili iken, Karlıova Havzası dört yönden faylarla çevrilidir. Ovayı çevreleyen yamaçlarda eğim 30^0'yi geçmektedir. Doğuda ve güneyde engebesiz olan ova tabanı, kuzeyde ve batıda akarsuların aşındırması sonucu güneye nispeten yarılmış olup, yarılmanın derecesi düşüktür. Karlıova Havzası'nın tabanında akarsular menderesli akmaktadır. Yer yer gömük menderesler oluşmuştur. Ancak Göynük Çayı gibi bir akarsu bulunmasına rağmen geriye aşınım ve gömülme sınırlı kalmaktadır. Bu durum üzerinde DAF'a bağlı olarak meydana gelen çökmenin etkisi bulunmaktadır.



Foto 33. Karlıova Havzası ve çevresindeki faylı yapılar



Foto 34. Karlıova Havzası'nın doğusunda faya bağlı olarak meydana gelen diklikler

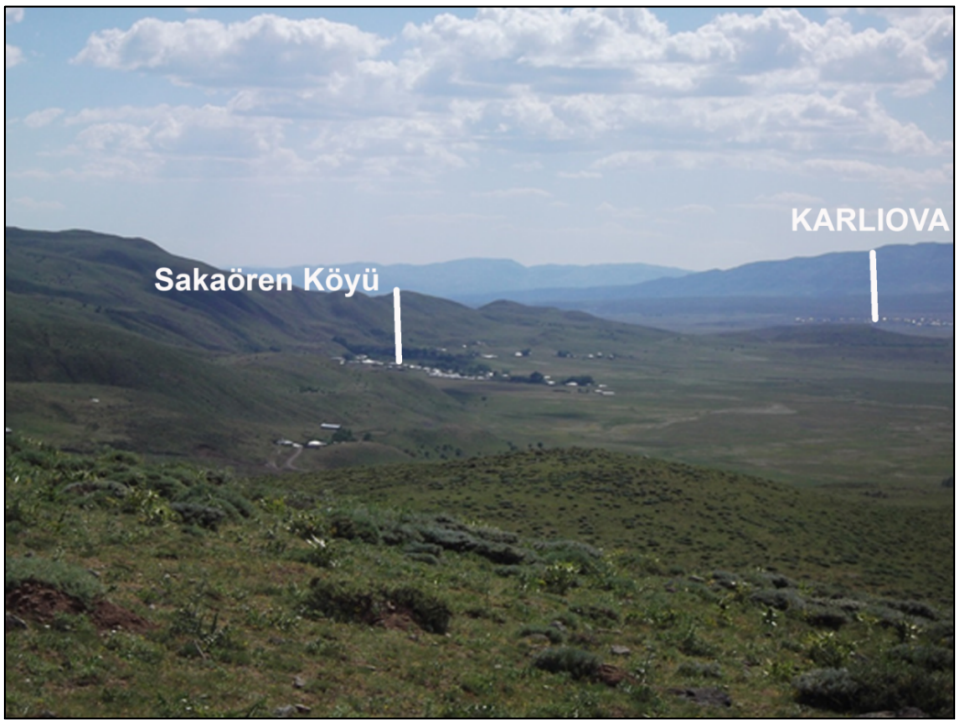


Foto 35. Karlıova Havzası'nın güneyinde DAF'a bağlı olarak meydana gelmiş diklikler

Şaroğlu'na göre (2012); Havza, birbirleriyle kesişen ve hareket yönleri farklı olan iki doğrultu atımlı fayın dar açısı içinde gelişmektedir. Doğrultu atımlı fayların hareket yönleri dar açının olduğu yönde dışarıya doğru olması gerekmektedir. Doğrultu atımlı fayların eğimi havzanın kenar yamaç eğimini oluşturmaktadır. Ötelenmiş drenajlar, setlenmiş akarsular ve faylara paralel vadiler beklenilen morfolojik şekillerdir. Yelpazelerin dizilimi havza dışı kısmından fayların birleşme kısmına doğru gençleşmektedir. Bu tip havza modeli Türkiye'nin doğusunda Kuzey Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu Fayı'nın birleştiği nokta olan Karlıova'da tanımlandığı için söz konusu havzayı oluşumuna göre Karlıova Tipi Havza olarak adlandırmıştır.

Tüysüz'e göre **(2005):** Karlıova, Kuzey ve Doğu Anadolu Fayları'nın birleştiği bir yerde yer almaktadır. Karlıova'nın 10 km kadar doğusundaki Kargapazarı çevresinde birleşen bu iki fayın sınırladığı Anadolu Levhası bu noktadan itibaren batıya doğru hareket etmekte, batıya kayan bu levhanın arkasında ise bir çek-ayır havzası olarak Karlıova Havzası genişlemeğe devam etmektedir. Bölgenin morfolojisi büyük ölçüde bu iki fayın ve onlara paralel olarak gelişen fayların etkileri altında gelişmiştir. Karlıova Havzası birbirleriyle kesişen ve hareket yönleri farklı olan doğrultu atımlı

KAF ile DAF ve Varto Fayı arasında gelişen Kuvaterner yaşlı pull-apart (çek- ayır) havzadır.

KAF ve DAF Karlıova yakınlarında kesişmekte olup, bu alanın topoğrafyadaki belirtisi faylarla sınırlanmış bu çöküntüdür. Bu karasal havza Pliyosen'de, 2 transform fayının birleşmesiyle oluşmaya başlamıştır. Neotektonik dönemde K-G doğrultulu sıkıştırma sonucunda Doğu Anadolu blok halinde yükselmiştir. Kıtaların birbirlerini sıkıştırdığı bu dönemde önce KAF sonra DAF oluşmuştur. Bu iki fayın kesiştiği nokta, üçlü bir birleşme noktasını temsil etmektedir. Fayların birbirine kavuşmasıyla yeni bir tektonik rejim oluşmuştur. Kuzey-güney sıkışma sistemi altında, bu yeni rejime bağlı olarak 3'lü birleşme noktasının doğusundaki kısım 2 fay ile sınırlı, 3'lü noktanın batısında yer alan kama biçimindeki bölgeden farklı şekilde davranmaya başlamıştır. Bu kıtasal kama, kuzey-güney yakınlaşmayı, D-B doğrultulu gerilme ile telafi etmeye başlamış olup, bu gerilme bu alanda yer alan çift fay sistemlerinde eğim atım bileşenleriyle kendini belli etmektedir. Kuzey-güney yakınlaşma, kıtasal kamayı batı yönde kaymağa zorlamış; bu hareket KAF ile DAF'ın birleşme noktasında Karlıova Havzası'nın açılmasına neden olmuştur (Şaroğlu ve diğ. 1991).

Karlıova Havzası, sağ yanal KAF ile sol yanal DAF'ın kavuşmasıyla oluşmuş bir fay kaması havzasıdır. Karlıova Havzası'nın tektonik yapısı ve gelişimi dikkate alındığında son şekli ile fay kaması havzası olduğu düşünülmektedir. Kesişme ile birlikte sıkışmanın artması sonrasında Anadolu Levhası'nın batıya hareketi Bahçeköy ve Toklular Fayları oluşarak havzanın belirgin bir yapı kazanmasını sağlamıştır.

Karlıova Havzası'nın dış drenaja bağlanması güneybatısında bulunan Bingöl Ovası'nın oluşumu ile yakından ilişkilidir. Şöyleki; Bingöl Ovası, Orta-Üst Pliyosen sonlarında DAF boyunca belirmiş dar ve derin hendek şeklindeki morfolojinin, Üst Pliyosen sonlarında tektonik hareketlerle değişmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Üst Pliyosen sonu tektonik hareketleriyle blok tektonizması sonucu bugünkü Bingöl Ovası'na karşılık gelen saha çökerek, çevresindeki dağlık alanlardan taşınan materyalin biriktiği karasal bir havza karakterini almıştır. Alt Pleyistosen'deki tektonik hareketler ve iklim değişmeleri ile yarılıp, boşaltılmaya başlamıştır (Tonbul, 1990/a). Bingöl Ovası'nın kuzeydoğusunda yer alan, Karlıova Havzası ile Bingöl Havzası Göynük Çayı ile birbirine bağlanmıştır. Göynük Çayı Orta-Üst Pliyosen'de belirmiş olan dar ve derin hendek içerisindeki yerini almış olmalıdır (Tonbul, 1990/a:346). Bu nedenle Karlıova

Havzası'nın dış drenaja bağlanması Bingöl Ovası'nın dış drenaja bağlanmasından sonra oluşmuştur.

Sonuç olarak havza Kuvaterner'de dışa açılmaya başlamış, bu dönemde meydana gelen epirojenik hareketlerle havza ve çevresinde yeniden kırılmalar, alçalma ve yükselmeler olmuş, bunun sonucunda havza ile yakın çevresi arasında önemli yükselti farkları meydana gelmiştir. Bu durumu kanıtlayan diğer bir husus özellikle kuzeyden dağlık alanın kazandığı eğimi birden kaybederek çok dik yamaçlarla ovaya geçilmesidir. Kuvaterner'de meydana gelen genç tektonik hareketlerle güçlenen akarsular geriye doğru yaptıkları aşındırmalarla havzayı dış drenaja açmışlardır.

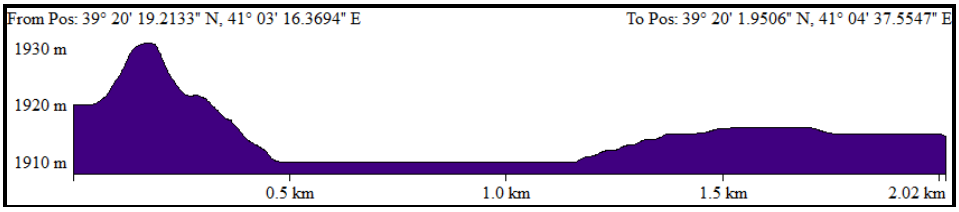
Ortalama yükseltinin fazla olması, iklim koşullarının sertleşmesine neden olmuştur. Bunun sonucunda yörede geçim kaynağı olarak tarımın payı yok denecek kadar azdır. Kışları 7 aydan fazla süren bu ovanın tarımdaki rolü sınırlıdır; biraz buğday, en çok arpa, çavdar ekilir. Tarım ancak köylülerin kendi ihtiyaçları için yapılır hatta bazen de yeterli gelmez. Zira ekim için zemin ve zaman elverişli değildir: kış birden bire bastırır; ilkbaharda kar çok geç kalkar ve ekim süresi kısalır (Saraçoğlu, 1989). Yörede temel geçim kaynağı hayvancılıktır. Çünkü çayır bitki örtüsü ve yüksek yaylalar oldukça fazladır. Aynı zamanda yeraltı ve yerüstü sularının fazla oluşu da hayvancılık potansiyelini arttırmıştır.

Drenaj probleminin olduğu vadi tabanlarında ve ovalık alanda ilkbahar sonu ve yaz başlarındaki kar erimesi ve yağış suları nedeni ile çayır-mera alanlarının bir kısmı, bataklık haline dönüşmektedir. Ova tabanında killi yapının bulunması, akarsuların gömülmemesi su seviyesinin yükselmesini sağlamıştır. Yaz döneminde suların yatağına çekilmesi ve evapotranspirasyon nedeni ile bu alanlar kuruyarak, ot verimi yüksek çayır alanları durumuna gelirler (Sever, 2007:277). Karlıova, Bingöl-Erzurum karayolu üzerinde bulunmasına rağmen gelişme potansiyeli gösterememiştir. Bu durumun nedeni iklim koşullarının elverişsizliliği ve karayolunun doğal ve beşeri nedenlerle sık sık kapanmasıdır.

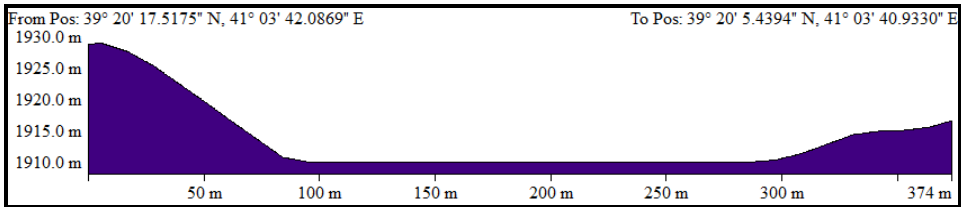
3.2.3.2.Yoncalık Havzası

KB-GD doğrultusunda uzanan Yoncalık Havzası Karlıova'nın kuzeydoğusunda Ilıpınar Fayı'na bağlı olarak oluşmuştur. Havzanın uzanışı Ilıpınar Fayı'nın doğrultusuna paraleldir. Havza 1 km genişliğinde, 2 km boyundadır. Havza tabanında litoloji Solhan Formasyonu'na ait tüflerden oluşmaktadır. Havzayı kuzeyden çevreleyen

dağlık sahada litoloji kireçtaşlarından, batıda, doğuda ve kuzeydoğuda Kohkale Tepe Lavı Formasyonu'na ait lavlarlardan oluşmaktadır. Havza tabanında ortalama yükselti 1900 m civarındadır. Havza tabanı düze yakın bir yapıda olup, eğim $0\text{-}1^0$ arasında değişmektedir. Güneybatıda havza basamaklı bir görünümdedir (Şekil 60, 61). Güneyden Karlıova Havzası'na ve Göynük Çayı Havzası'na, kuzeybatıdan Peri Suyu Havzası'na bağlanır.

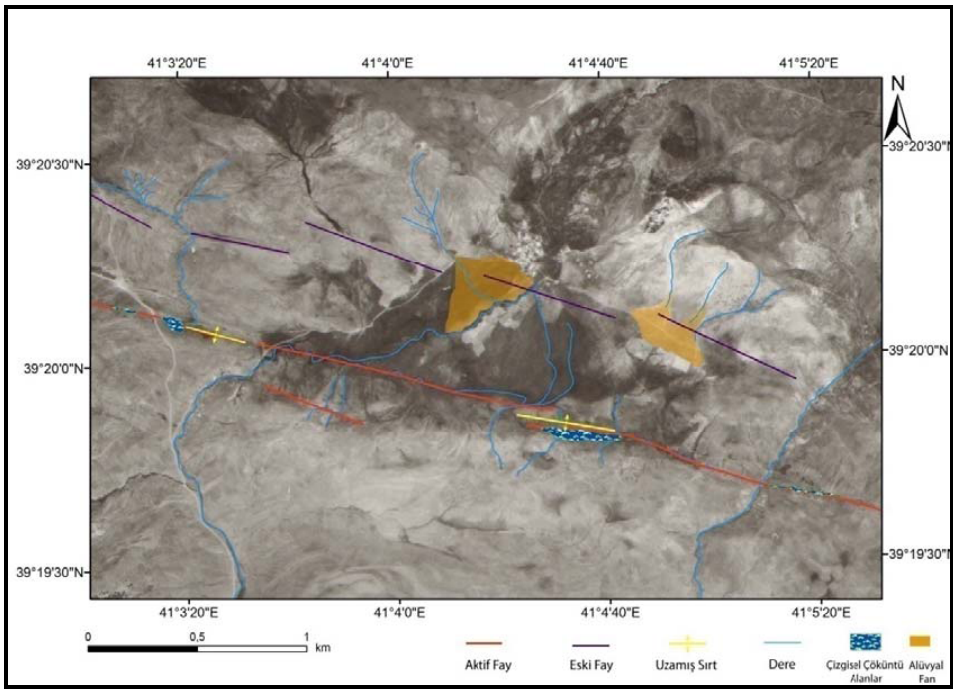


Şekil 60. Yoncalık Havzası'nın KB-GD yönlü profili



Şekil 61. Yoncalık Havzasının K-G yönlü profili

Akyüz ve diğ. (2009); Yoncalık köyü civarında fay kontrollü olarak açılan Yoncalık Havzası, Ilıpınar Segmenti'nin en dikkat çekici morfolojik öğelerinden biri olarak tanımlamıştır (Şekil 62). Yoncalık Havzası'nın morfotektonik evriminin iyi bilinmesi Ilıpınar Segmenti'nin Kuvaterner etkinliğinin anlaşılmasında oldukça önemlidir.



Şekil 62. Yoncalık Havzası'nın morfotektonik haritası (Akyüz ve diğ. 2009:41)

Havzanın güney tarafında aktif fay ile ilişkili morfolojik izler çok belirgin olmasına rağmen kuzey kenarda bulunan morfolojik yapılarda güncel faylanma ile ilgili etkiler görülmemektedir (Akyüz ve diğ. 2009:40). Yoncalık Havzası'nı kuzeyden sınırlayan dik eğimli tepelerden, döküntü ile yüklü derelerin eğimin daha az olduğu havza kenarına ulaştığı yerlerde, taşıdığı malzemelerin az eğimli olan havza kenarına çökelmesi sonucu birikinti yelpazeleri oluşmuştur. Havzayı kuzeydoğudan çevreleyen dağlık sahada litolojinin bazaltlardan oluşması, iklim etkisiyle meydana gelen fiziksel parçalanma ve tektonik hareketler konilerin gelişmesi için elverişli bir ortam oluşturmuştur (Şekil 63).



Şekil 63. Yoncalık Havzası'nın kuzeyinde görülen birikinti konileri (Akyüz ve diğ. 2009)

Yoncalık Havzası'nın kuzeyinde değişik büyüklüklerde oluşmuş üç tane birikinti yelpazesi bulunmaktadır. Normal yelpaze geometrisinde olan bu şekiller faylanma ile bozulmamışlardır. Bunun nedeni üçlü ekleme çok yakın olan bu kısımda yelpazelerin oldukça genç olmasıdır. Havzanın güneyinde eğim değerlerinin düşük olması ve litolojinin tüflerden oluşması birikinti konisi oluşumunu engellemiştir.

Havzanın güneybatısında küçük çaplı heyelan alanları mevcuttur. Heyelanlı sahada litoloji tüf ve bazaltlardan oluşmaktadır. Ancak bu heyelanların yerleşmelere herhangi bir etkisi yoktur. Havza tabanında yeraltı su seviyesi yüksek olup, bu durum dağlık alanlardan taşınan bazaltların ayrışınca killi bir yapıya dönüşmesi ile yakından ilgilidir. Bunun yanında havza tabanında yer alan eski faylar yer altı su seviyesini yükseltmiştir (Foto 36).

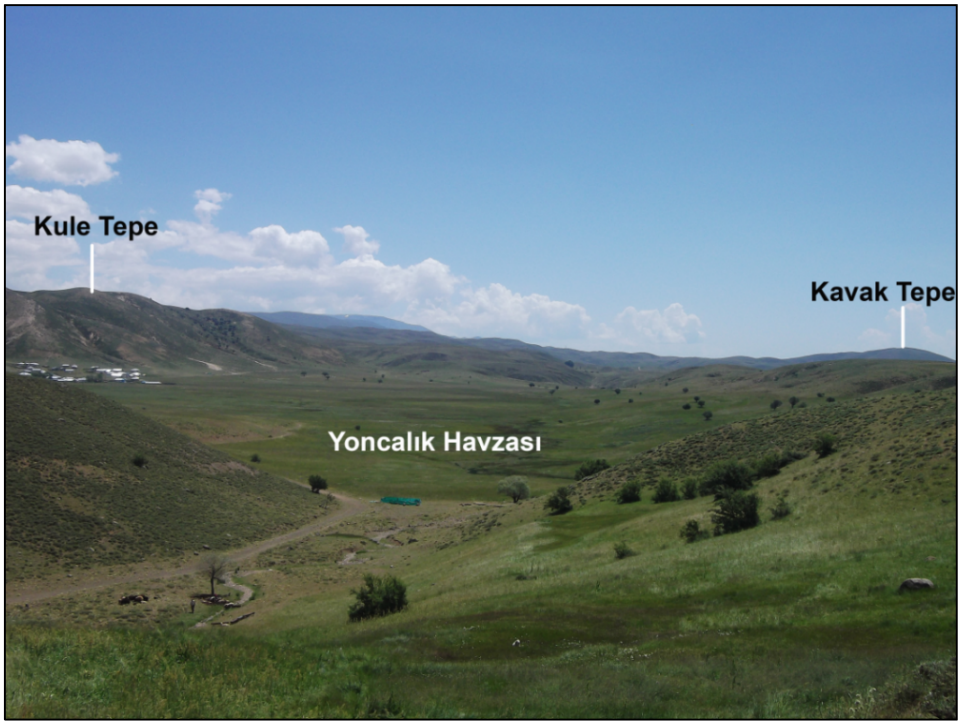


Foto 36. Ilıpınar Fayı'na bağlı olarak oluşan Yoncalık Havzası

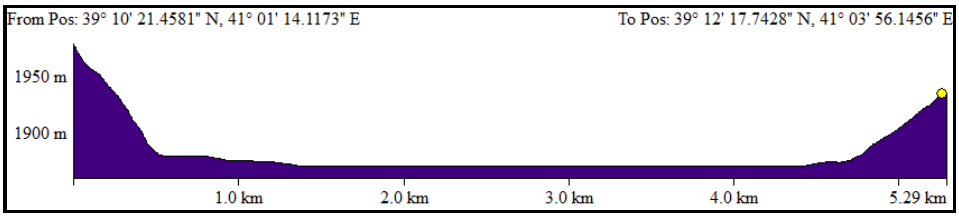
Yoncalık Havzası'nın kuzeyinde bulunan dereler, K70B olan fay doğrultusuna yaklaşık K-G gelerek fay doğrultusu boyunca 2 m ile 500 m arasında değişen miktarlarda sağ yanal olarak ötelenmiştir (Şekil 62). Güney kol üzerindeki dere ötelenmeleri havzanın doğusu ile batısı arasında net olarak görülmektedir.

Havzanın güney sınırında fay hattı boyunca faya paralel şekilde oluşmuş iki tane uzamış sırt mevcuttur. Bu sırtlardan doğuda bulunanın uzunluğu 450 m, batıda olanın

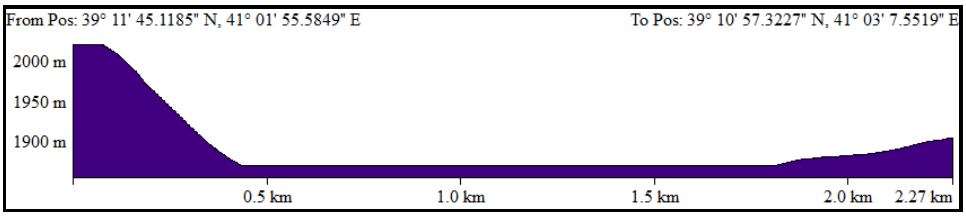
ise 285 m'dir. Doğudaki uzamış sırtın güneyinde kalan alan ise yine fay etkisi ile oluşmuş çöküntü alanıdır. Yoncalık Havzası içerisinde oluşmuş şev Yoncalık köyünün yaklaşık 300 m batısında yer alır. K70B uzanımlı şevde kuzey blok düşmüştür. Şevin yüksekliği 40 m civarındadır (Akyüz ve diğ. 2009:44-45). Karlıova Havzası'nın kuzeyinde yer alan Yoncalık Havzası Ilıpınar Fayı'nın Kuvaterner'de dallanması/sıçraması sonucu oluşan çek-ayır havzasıdır. Havzayı özellikle kuzeyden sınırlandıran tektonik hatlar boyunca oluşan kolüvyal döküntüler, basamaklanmalar, heyelanlar, tabanında yer altı su seviyesinin yüksek olması, depremler, uzamış sırtlar ve ötelenmiş akarsular havzanın gelişimini sürdürdüğünü kanıtlamaktadır.

3.2.3.3. Hasanova Havzası

KD-GB doğrultusunda uzanan Hasanova Havzası, DAF tarafından oluşturulmuştur. KB-GD doğrultusunda 2 km boyunda, K-G doğrultusunda ise 2 km genişliğinde, yaklaşık 4 km^{2}'lik alan kaplamaktadır. Ovanın genişliği güneybatıdan ve kuzeydoğudan daralarak 450-500 m'ye kadar düşmektedir. Havza tabanında litoloji Kuvaterner yaşlı alüvyonlardan, çevresinde ise Üst Miyosen yaşlı bazaltlar ve tüflerden oluşmaktadır. Havza tabanında ortalama yükselti 1870 m'dir. Havza tabanı düze yakın bir yapıda olup, eğim $0\text{-}6^{0}$ arasında değişmektedir. Havzanın yükseltisi KD-GB doğrultusunda azalmaktadır. Bunun nedeni DAF'ın etkisiyle güneybatıdan yükselmiş olmasıdır (Şekil 57). Havzanın kuzeyinden DAF Zonu'nun geçmesine bağlı olarak olarak meydana gelen yükselme havza tabanı ile bu saha arasındaki yükselti farkını artırmıştır (Şekil 64, 65).



Şekil 64. Hasanova Havzası'nın KD-GB yönlü profili



Şekil 65. Hasanova Havzası'nın K-G yönlü profili

Havza tabanı ile güney ve doğuda yer alan alçak volkanik plato sahası arasında yükselti farkı son derece düşüktür. Eğimin azlığına bağlı olarak Hasanova Çayı, havza tabanında menderes çizerek akmaktadır. Murat Nehri'nin kollarından Hasanova Çayı tarafından drene edilen havza, çevresindeki plato sahalarından belirgin bir şekilde ayrılır.

Hasanova Havzası, sol yanal doğrultu atımlı DAF tarafından Kuvaterner'de oluşmuş çek-ayır tipinde bir havzadır. Havzanın kuzeyinde DAF'a bağlı olarak çarpılmış yüzeyden havza tabanına geçiş çok dik bir eğimle olmaktadır. Havza ve çevresinde ekonomik faaliyet hayvancılıktır. Ancak kış mevsiminin uzun sürmesi hayvancılığı etkilemektedir. Havzayı çevreleyen plato sahaları yaz mevsiminde kısa dönemlik yayla olarak kullanılır. İnceleme alanında ana havzalar dışında Göynük Çayı Vadisi boyunca DAF'ın hareketi ile oluşmuş Sudurağı ve Göynük Havzaları gibi küçük depresyonlar bulunmaktadır.

Büyük Su Havzası: Çalışma alanının kuzeydoğusunda Peri Suyu'nun kolu olan Büyüksu Vadisi'nde yer alan bu havza kuzeyinde yer alan bindirme fayına bağlı olarak oluşmuştur (Foto 37).



Foto 37. Karlıova Havzası'nın kuzeyinde yer alan Büyüksu Havzası

Morfolojik olarak kuzey ve güneyden yüksek dağlık alanlarla çevrili olması bakımından dağ arası bir havzadır. Üst Miyosen-Pliyosen yaşlıdır. Üst Miyosen-Pliyosen'e kadar K-G yönlü sıkışmaya bağlı olarak çalışma alanının kuzeyinde bindirme yapıları aktif rol oynamıştır. Havza buna bağlı olarak oluşmuştur. Kuvatener'de dış drenaja açılarak bir boşalım alanı haline dönüşmüştür. Güneyden sağ yanal doğrultu atımlı Ilıpınar Fayı'nın kolları tarafından sınırlandırılmıştır. Tektonik bakımdan diğer bir özelliği ise Üst Miyosen'den sonra sıkışma rejiminden kurtulan havzanın, doğrultu rejimli fay tektoniği altında faylarla kesilmiş olmasıdır.

3.2.4.Vadiler

Yeryüzünde en çok görülen, esas yer şekillerinin en tipiği olan vadiler, ana çizgileri ile devamlı inişleri bulunan uzun çukurluklardır (İzbırak, 1977). Vadiler, karalar yüzeyini bazen seyrek aralıklarla, bazen çok sık bir ağ şeklinde kaplayan muhtelif şekil ve boyuttaki oyuntularıdır. Yeryüzünün flüvyal süreçlerle şekillenmesi vadileri izleyerek meydana gelir. Bu nedenle akarsu şebekesinin hangi şartlarda şekillendiği, özelliği ve evrimi, yani vadi kuruluşu morfolojik olarak son derece önemlidir (Erinç, 2000).

Vadiler için çok çeşitli tasnifler yapılmıştır. Örneğin arazinin eğimi ile olan ilişkilerine dayanarak vadiler, eğime uygun vadiler (konsekant) ve eğime uymayan vadiler (inkonsekant) olarak sınıflandırılmalarının dışında sistematik olarak, kertik vadi, kanyon vadi, tabanlı vadi, antiklinal vadi, yayvan vadi, menderesli vadi, senklinal vadi, yarma vadi ve boğaz vadi gibi vadi çeşitleri ayırt edilmiştir (İzbırak, 1977).

Karlıova Havzası'nda yapı, litoloji ve iklim denetiminde gelişen vadiler jeomorfolojik açıdan önemli bir yere sahiptir. Çünkü yeryüzünün şekillenmesinde vadilerin kuruluş ve denetimi önemli bir rol oynar. İnceleme alanındaki vadiler genel anlamda yapıya ve tektonik gelişime uygunluk göstermektedir.

Karlıova Havzası'nda vadi kuruluşu ve gelişmesi karmaşık süreçlerin etkisindedir. Bu nedenle yapıya uyumsuz vadiler yanında gelişimini henüz tamamlamamış ya da tektonik hareketler nedeniyle gençleşmiş vadi örnekleri bulunmaktadır. Karlıova Havzası'nın içerisinde yer aldığı yörede Pliyosen'den önceki görünümünü belirleyecek kesin deliller bulunmamaktadır. Ancak yörenin jeolojik ve jeomorfolojik gelişimi göz önünde bulundurularak bu dönemden önce ilk akarsu

şebekesinin Tersiyer ve öncesinde yüksek dağlık alanlar üzerinde kurulmaya başladığı söylenebilir.

Türkiye'de vadi şebekesinin kuruluşunda postjeosenklinal safhada meydana gelen epirojenik hareketlere bağlı olarak oluşan asli meyil şartlarının esas rolü oynadığı muhtelif araştırıcılar tarafından belirtilmiştir. Fakat jeomorfolojik araştırmaların ortaya koyduğu üzere, Neotektoniğin bu rolü yalnız kuruluş safhasına münhasır kalmamış, vadi şebekesinde bazı sahalarda dikkate değer bozulmalara, kapmalara ve kaymalara yol açmıştır. Neotektoniğin bu etkileri bilhassa yırtılma fayları boyunca çok daha açık olarak görülür (Erinç, 1973). Bu durum inceleme alanında da belirgin olarak görülmektedir. Zira araştırma alanındaki vadi sistemleri bugünkü görünümlerini DAF ve KAF'ın oluşumundan sonra kazanmıştır. DAF olasılıkla Orta Pliyosen ortalarına doğru, inceleme alanındaki fay zonu boyunca, KD-GB yönlü ve hendek şeklinde bir morfoloji doğurmuştur. Göynük Çayı da bu hendek içindeki yerini almış olmalıdır (Tonbul, 1990/a:335). Bu hendeğe doğru meydana gelen aşınım yüzeylerine yerleşen akarsular vadilerini kurmaya başlamıştır. Çalışma alanında Üst Pliyosen-Alt Pleyistosen'de devreye giren ikincil faylar ana akarsulara katılan konsekant akarsuların vadilerinin oluşmasını sağlamıştır.

Göynük Çayı, Peri Suyu, Uludere, Uzunçayır, Palagölü dereleri fay hatlarına yerleştikleri için subsekant akarsulardır. Bu akarsulardan bazılarının vadisi çizgisel bir uzanış göstermektedir. Özellikle Karlıova Havzası'nın güneydoğusunda sağ yanal doğrultu atmlı fayların oluşturduğu hatlara yerleşen akarsularda bu durum belirgindir. KAF'ın devreye girmesiyle de Peri Suyu Vadisi oluşmuştur. Gerek Göynük Çayı gerekse Peri Suyu'na doğru yönelen sular akarsu şebekesini kurmuştur. Kuvaterner'de yaşanan epirojenik hareketlerle bazı akarsular yataklarını yararak boğazlar oluşturmuştur.

Yırtılma zonu çevresinde vadi ağı çok karmaşıktır. Bu karışık manzara, yer yer sanki cetvelle çizilmiş gibi dümdüz uzanan vadi kesimleri, bunların uzanış doğrultusunda yer alan terkedilmiş vadi parçaları, tipik rift vadisi karakteri arzeden şekiller, sayısız kapmalar, ekserisi epijenik, bir kısmı müsaderelerle ilgili yarma vadiler ve nihayet dik açılı vadi ötelenmelerinden meydana gelir (Erinç, 1973).

Çalışma alanında yer alan vadiler, havza tabanı ile dağlık alanlar arasında farklı özellikler göstermektedir. Karlıova Havzası ve çevresinde vadiler, kuzey ve batıdaki yüksek dağlık alanlarda genç oluşumlu bir özellik göstermektedir. Vadilerin dağlık

alanlarda genç oluşumlu olmaları bu alanda tektoniğin çok canlı olduğunu göstermektedir. Karlıova ve Hasanova Havzaları'nın tabanında ise olgun vadi profilinden söz edilebilir. Burada yamaçlardan oluşan bir vadi profili yoktur.

Peri Suyu Havzası'nda litoloji ve yüksek eğimin etkisiyle dar ve derin çentik vadiler oluşurken, bazalt litoloji ve faylara bağlı olarak Göynük Çayı Havzası'nda boğaz görünümlü ve çentik vadiler, güneydoğuda Hasanova Çayı Havzası'nda yüzeyi örten lavların oluşturduğu düz yüzeylerde geniş ve tabanlı vadiler oluşmuştur.

Göynük Çayı'na kuzeyden bağlanan Uludere ve Uzunçayır Dereleri, Bahçeköy ve Toklular Fayları'nın oluşturduğu hatlara yerleşmiştir. Litolojinin bazaltlardan oluşması ve fayın yardımıyla bu akarsular yataklarına gömülerek derin vadiler oluşturmuşlardır. Bunun yanında tektonik aktiviteye bağlı olarak asılı vadiler oluşmuştur. Düşey atım gösteren DAF Zonu boyunca bu durumu görmek mümkündür. Havzanın güneydoğusunda Sakaören köyünün doğusunda Aşk Deresi Vadisi asılı vadilere örnek oluşturmaktadır. Peri Suyu'na güneyden ve kuzeyden ulaşan akarsuların vadileri oldukça derindir. Bu durum litoloji ve tektonik aktivitenin fazla olmasından kaynaklanmaktadır.

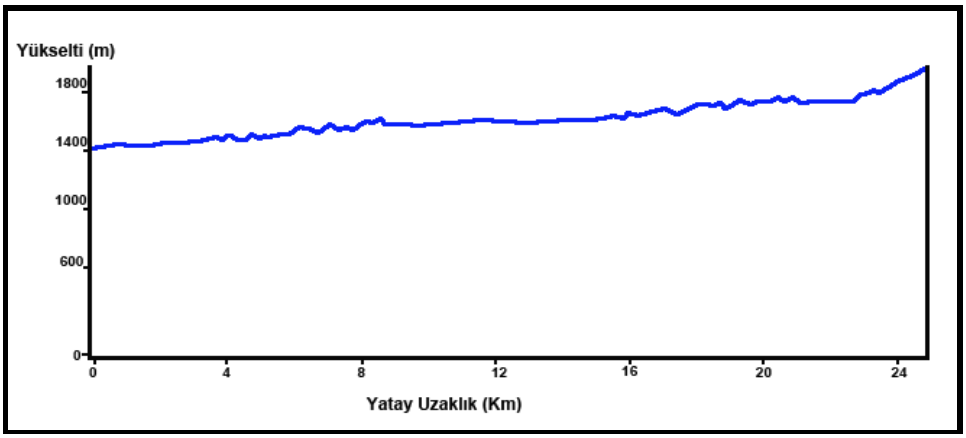
Hasanova Çayı Havzası'nda da dar ve derin vadiler oluşmuştur. Bu vadiler güneybatıda DAF'ın etkisi ile meydana gelmiştir. Havza tabanında geniş tabanlı olgun vadilerin görülmesi ise eğimin düşük olmasına bağlıdır. Çalışma alanında dağlık alanların faylarla kesilmesi ve doğrultu atımlı tektonik rejime bağlı olarak, yan kolların ana akarsuya ulaştığı yerlerde keskin dirsekler oluşmuştur. Sözü edilen bu yapılar özellikle Pliyosen ve sonrasında yaşanan tektonik hareketlerle meydana gelmiştir. İnceleme alanındaki vadilerin oluşum ve gelişimi bu şekilde özetlendikten sonra vadi profilleri aşağıda kısaca ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Enine Vadi Profilleri: Vadilerin gelişim aşamalarının belirlenmesi, topoğrafyada morfolojik diskordansların araştırılması, tektonik aktivitenin belirlenmesi, vadi yamaçlarının asimetriliğinin ortaya konması enine vadi profillerinin çizimini gerektirmektedir. Diğer yandan bir akarsuyun yatağı boyunca çeşitli yerlerde rastlanan alüvyal tabanlar, boğazlar, dar kertik vadiler gibi morfolojik unsurlar enine vadi profilleriyle kolaylıkla belirlenebilmektedir. Ayrıca asimetrik vadi yapıları ve eğimleri, litolojik özellikler veya aşınım temposunun hızlanmasına bağlı olarak derine gömülmüş vadilerin dışbükey yamaçları bu tarz profiller çizilerek belirlenir (Karadoğan, 2005:74).

Akarsu Yatağının Boyuna Profilleri: Boyuna profil kavramı flüvyal morfoloji çalışmalarında eğim, enerji gradyanı ve yükseklik değişimlerini belirlenmesinde kullanılan önemli bir araçtır (Phillips ve Lutz, 2008). Nehirlerin boyuna profilleri erozyon ve yükselme arasındaki dengenin bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Schumm ve diğ. 2000; Keller ve Pinter, 1999; Bull, 2009). Boyuna profiller jeomorfoloji, fiziki coğrafya ve jeolojik çalışmalarda yer yüzeyi gelişiminin basamaklarının belirlenmesinde, düşey tektonik hareketlerin belirlenmesinde, nehir boyunca kayaçların dayanımındaki değişimlerin anlaşılmasında, taban seviyesi değişimlerinin değerlendirilmesinde ve iklimsel değişimlerin yeryüzüne olan etkisinin araştırılmasında kullanılır. Nehrin boyuna profili yükseklik-uzunluk grafiği olarak gösterilir (Hovius, 2000). Bu amaçla inceleme alanındaki vadi gelişimini en iyi şekilde yansıtacak özellikte olmalarından dolayı Göynük Çayı ve Peri Suyu Vadisi ile tektonik aktivitenin fazla olduğu bazı vadilerin enine ve boyuna profilleri açıklanmaya çalışılacaktır.

3.2.4.1. Göynük Çayı Vadisi

Karlıova Havzası'nın sularını güneybatıdan Bingöl Ovası'na taşıyan Göynük Çayı Vadisi tektonik hatları takip etmektedir. Ana akarsu DAF Zonu'na yerleşmiş olup, KD-GB doğrultusunda DAF'ın uzanışına paraleldir. Göynük Çayı kaynağını Kargapazarı köyü yakınlarından almaktadır. Vadi yaklaşık 75 km'lik bir uzunluğa sahiptir. Ancak inceleme alanında kalan bölümü 24 km'dir. Yukarı bölümünde yükselti 1800 m iken, çalışma alanını terk ettiği sahada vadisinin yükseltisi 1400 m'ye kadar düşer. Boyuna profilinde göze çarpan en önemli özellik gömülmenin çok fazla olmamasıdır (Şekil 66).

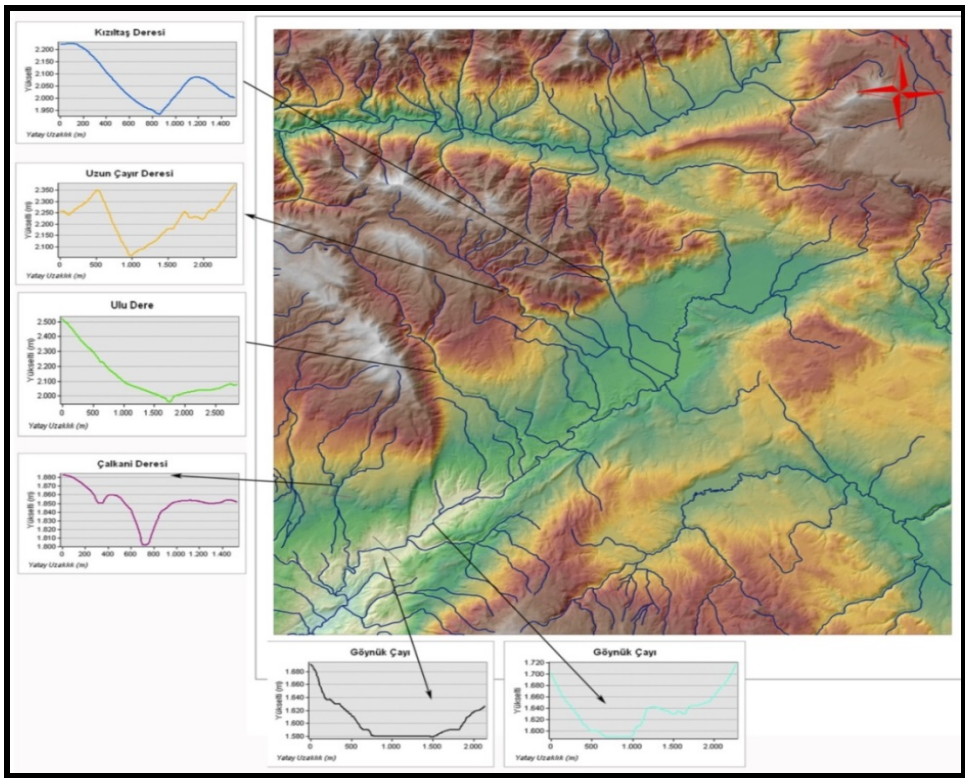


Şekil 66. Göynük Çayı'nın boyuna profili

Derine aşınımın etkisiyle araştırma sahasının dışında Hacılar köyünden Ilıcalar köyüne kadar vadi yamaçları yüksek ve dik bir yapı kazanmıştır. Tektonik hareketlerin oluşturduğu Hacılar Boğazı çıkışından itibaren vadi genişliği azalırken, derinliği artmaktadır. Bahçeköy ile Devecik arasında vadi genişliği 500-750 m arasında değişmektedir (Foto 38a). Ancak Boncukgöze köyü ile Kargapazarı köyü arasında eğimin azalmasına bağlı olarak vadi genişliği bazı yerlerde 2 km'yi bulmaktadır (Foto 38b, Şekil 67). Buna bağlı olarak bu sahalarda menderesli bir yapı görülmüştür. Kargapazarı ile Karlıova Havzası arasında bir vadi yatağından bahsedilmez.

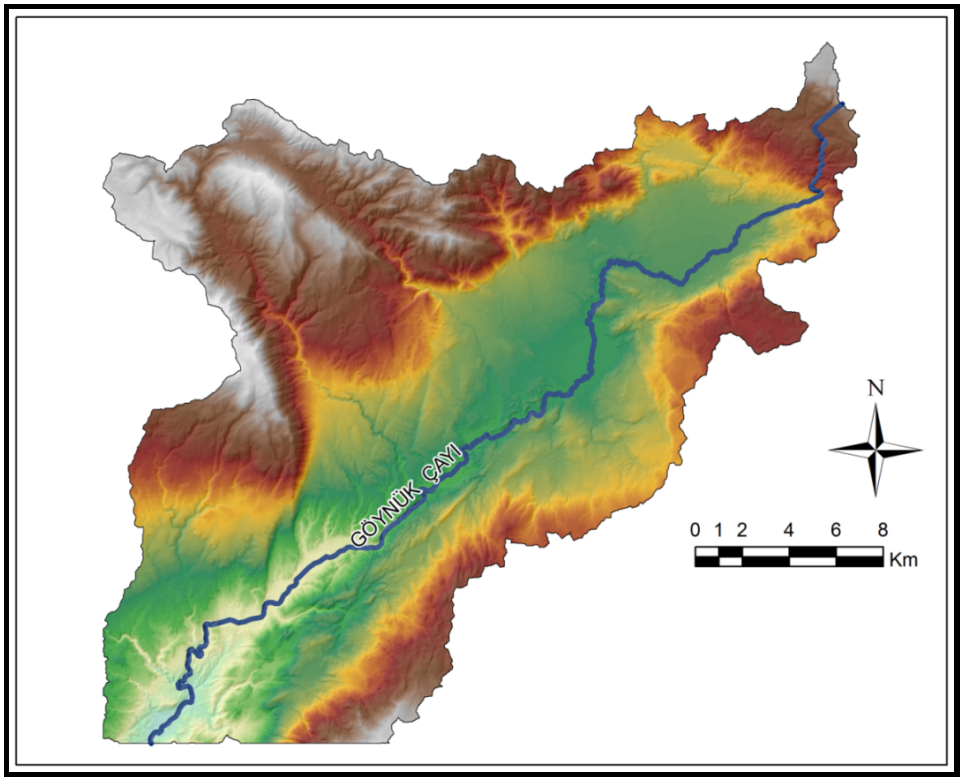


Foto 38. a) Devecik köyü batısında Göynük Vadisi daralmaktadır b) Boncukgöze köyü yakınlarında Göynük Vadisi



Şekil 67. Göynük Çayı ve kollarına ait enine profiller

DAF Zonunu izleyen Göynük Çayı Vadisi boyunca metamorfik kayaçların kesilmesiyle çok sayıda sıcak ve soğuk su kaynağı çıkmaktadır. Ayrışmanın fazla olması ve ayrışan bu malzemenin yüksek eğimli yamaçlardan sağanak yağışlarla taşınması erozyonu şiddetlendirmiştir. Kış mevsiminde kar şeklinde düşen yağışların baharda erimesi ve artan yağışlar debinin yükselmesine neden olmaktadır. Vadi yamaçlarında hemen her yıl akma ve göçmeler meydana gelmektedir. Bingöl Ovası'nı kuzeydoğudan Karlıova'ya bağlayan bir boğaz özelliği gösteren Göynük Çayı Vadisi, DAF Zonu boyunca gelişmiş bir fay vadisine karşılık gelmektedir (Tonbul, 1990/a:264). Göynük Çayı Vadisi'nde asimetrilik belirgindir. Kuzeyde yer alan faylar havzayı bu yönden genişletmiştir. Göynük Vadisi boyunca meydana gelen bu asimetri tektoniğin yanında litolojiye de bağlıdır. Çünkü vadinin her iki yamacında farklı litoloji görülmektedir. Vadinin kuzey yamacında Orta-Üst Pliyosen yaşlı çakıltaşı ve tüf yer alırken, güney yamacında Üst Miyosen yaşlı tüfler yer almaktadır. Asimetriden dolayı vadinin karşılıklı yamaçlarında eğim farklıdır. Genel olarak vadinin güney yamacında eğim değerleri daha fazladır (Şekil 68).



Şekil 68. Göynük Çayı Havzası'nın asimetriliği

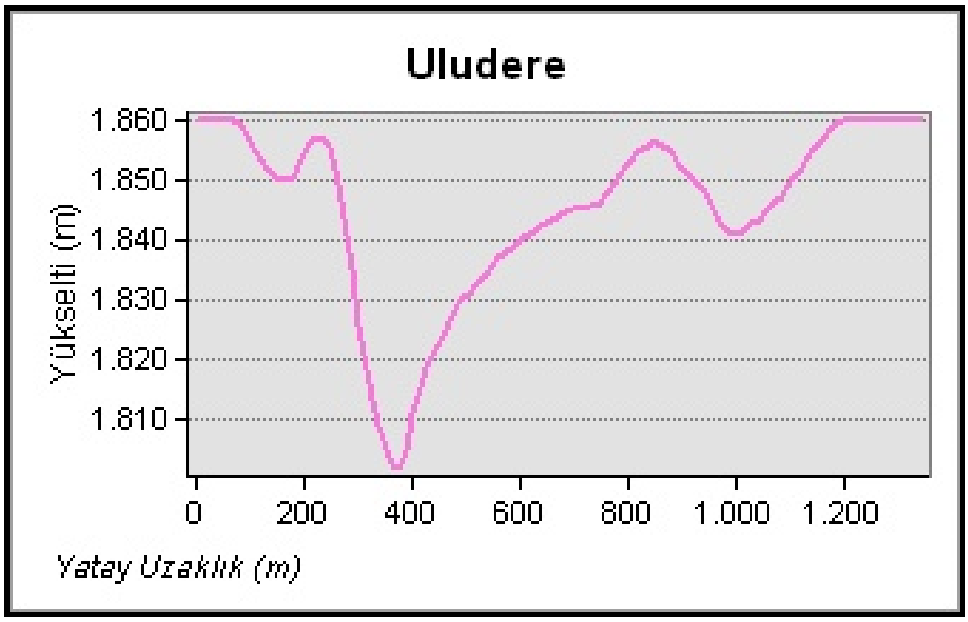
Devecik ve Derinçay köylerinde vadi yamacında eğim 20^0'nin üstüne çıkmaktadır. Boncukgöze köyünün kuzeyinde vadi yamaçlarında eğim 5^0'nin altına düşmektedir. Doğrultu atımlı fay morfolojisi vadide oldukça belirgindir. Gerek ana vadi tabanında, gerekse ona kavuşan yan derelerin zondaki faylar tarafından kesilmiş olan bölümlerinde, sola doğru ötelenmeler belirgindir. Yine zon içinde faya paralel fakat normal topoğrafyaya ters sırtlar şekillenmiştir. Göynük-Boran arası ve Karlıova güneydoğusunda bu boyuna sırtlar ve bunlardaki ötelenmeler net olarak izlenir (Şaroğlu ve diğ. 1987:98). Göynükyayla, Azizan yayla ve Karikan derelerinde ötelenme 1 km'yi geçmektedir. Tektonik aktivitenin fazla olduğu bu vadiler kısaca değerlendirilecektir.

Ulu Dere Vadisi: İnceleme alanının güneybatısında Göynük Çayı'na bağlanan Uludere Vadisi'nin yukarı bölümünde yükselti 2600 m'ye çıkarken, aşağı bölümünde 1700 m'ye düşmektedir (Foto 39).



Foto 39. Kaynak köyü kuzeyinde Uludere Vadisi

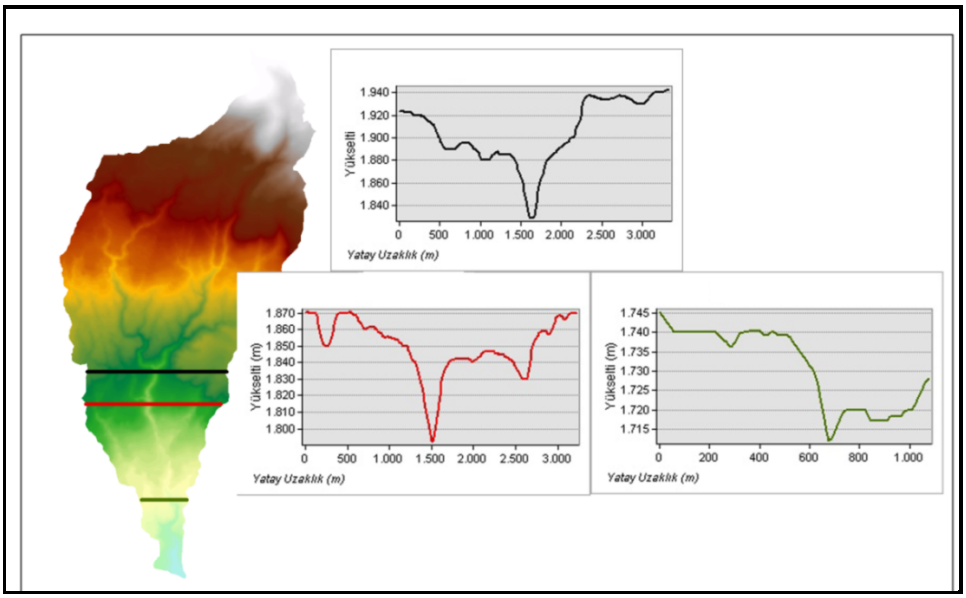
Vadide litoloji bazaltdan oluşmaktadır. Vadi derinliği bazı yerlerde 1000 m'yi bulmaktadır. Vadinin gelişimi ile Bahçeköy Fayı arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Bahçeköy Fayı'nın meydana getirdiği alçalma-yükselme ve çarpılmalar Uludere'nin yatağına gömülmesini sağlamıştır (Şekil 69).



Şekil 69. Uludere Vadisi'nin enine kesiti

Çalkani Deresi Vadisi: Göynük Çayı'na kuzeybatıdan bağlanan Çalkani Deresi Vadisi, Üst Miyosen bazaltlar içerisinde oluşmuştur. Dağlık sahalardan kaynaklanan derenin vadisi son derece derin ve dardır. Yukarı bölümünde dere yatağını 200 m yarmıştır. Bu sahada tektonik olarak Bahçeköy Fayı etkili olmuştur. Bahçeköy Fayı'nın bu sahada ortaya çıkmasıyla meydana gelen çarpılmalar ve bazalt litoloji Çalkani Deresi'nin vadisine gömülmesine neden olmuştur.

Vadinin büyük bir bölümünün bazaltlar içinde açılmış olması yamaçlarının oldukça dik olmasına neden olmuştur. Kuzeye doğru vadi yamaçlarında eğim 30^0'yi geçmektedir. Akış istikametine göre vadinin doğu yamaçlarında eğim daha fazladır (Şekil 70, Foto 40). Havzasında yüksek düzlükler geniş alan kaplamaktadır

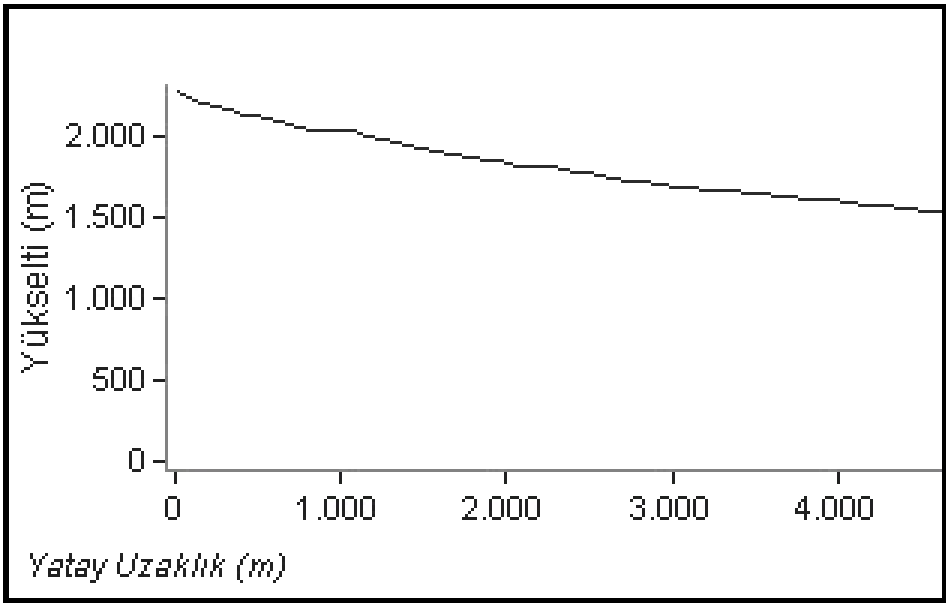


Şekil 70. Çalkani Deresi'nin asimetriliği ve vadiden alınan enine kesitler



Foto 40. Derinçay köyü kuzeyinde Çalkani Deresi Vadisi

Azizanyayla Deresi Vadisi: İnceleme alanının güneybatısında Göynük Çayı Vadisi'ne güneyden bağlanan KD-GB uzanışlı vadisi, yaklaşık 4 km'lik bir uzunluğa sahiptir. Vadinin yukarı bölümünde yükselti 2500 m'ye çıkmaktadır. Göynük Çayı'na kavuştuğu sahada yükselti 1500 m'ye düşmektedir. 4 km'lik vadisi boyunca 1000 m'lik yükselti farkı özellikle tektonik aktiviteye bağlıdır (Şekil 71).



Şekil 71. Azizanyayla Deresi'nin boyuna profili

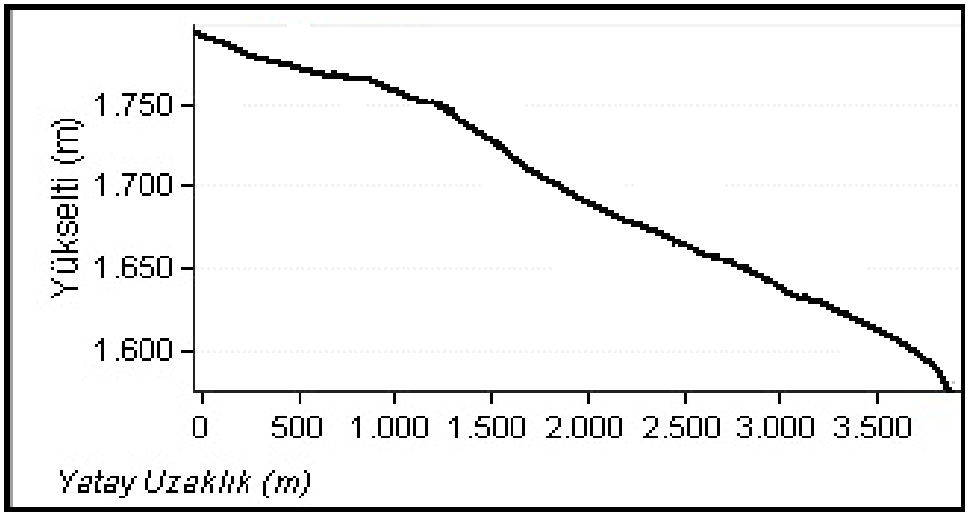
Dağlık sahalarda vadi tabanı oldukça dardır. Vadinin yamaçlarında eğim bazen 40^0'nin üzerine çıkmaktadır. Buna bağlı olarak yamaçlarında kütle hareketleri oluşmaktadır. Kuzeyden DAF tarafından kesilmiş, buna bağlı olarak fay diklikleri oluşmuştur. Meydana gelen eğim, Sudurağı köyünde birikinti konisinin oluşumuna neden olmuştur (Foto 41).



Foto 41. Sudurağı köyünde Azizanyayla Deresi Vadisi

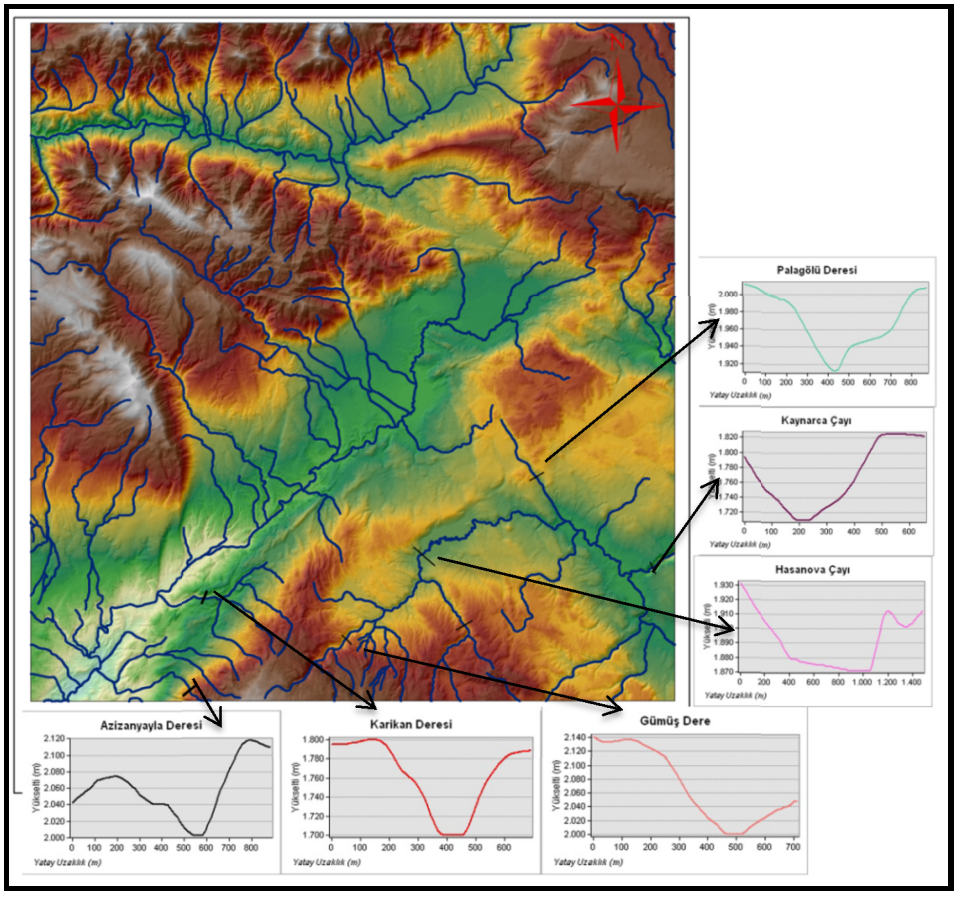
Birikinti konisinin bulunduğu sahada vadisi genişlemekte ve yatak eğimi azalmaktadır. Azizanyayla Deresi Vadisi, DAF tarafından sola doğru ötelenmiştir. DAF'ın bir zon şeklinde olması havzasında ve yatağı boyunca eğim değerlerinin değişmesine ve vadisinin basamaklı bir yapı kazanmasına neden olmuştur. Vadi profili "V" şeklindedir.

Karikan Deresi Vadisi: Göynük Çayı'nın kolu olan Karikan Deresi'nin oluşturduğu, KD-GB uzanışlı bir vadidir. Vadide litoloji Üst Miyosen yaşlı tüflerden oluşmaktadır. Vadinin yukarı bölümü ile aşağı bölümü arasında yükselti farkı 150 m' den fazladır (Şekil 72, 73). Bu durum vadiyi güneyden kesen DAF'a bağlı olarak ortaya çıkmıştır. Havzanın güneyinde vadi daralmakta ve derinleşmektedir.



Şekil 72. Karikan Deresi'nin boyuna profili

Bu derenin vadi yamaçlarında eğim 35^0'nin üzerine çıkmaktadır. Vadi boyunca eğim kırıklıkları bulunmaktadır (Şekil 73). Bu durum DAF'ın vadiyi kesmesinin bir sonucudur. Vadisinde sola doğru ötelenmeler belirgindir. Vadide düşük eğimli alanlarda bile kütle hareketleri meydana gelmektedir. Bunun nedeni tektonik hareketlerdir. Vadi boyunca meydana gelen heyelanlar sonucunda Kalencik köyü yer değiştirmiştir. Aynı heyelan Bingöl-Erzurum karayolunu da etkilemiştir.



Şekil 73. Göynük Suyu güneyinde ve Hasanova Çayı Havzası'nda yer alan akarsulara ait enine profiller

3.2.4.2. Hasanova Çayı Vadisi

Hasanova Çayı Vadisi, inceleme alanının güneydoğusunda yer alan en önemli vadidir. DAF ve Yorgançayır-Kaynarca Fay Zonu'nun etkisindedir. KD-GB doğrultusunda uzanan vadi boyunca, Üst Miyosen yaşlı tüf ve bazaltlar litolojiyi oluşturmaktadır. Güneybatıda tüf ve bazaltların görüldüğü alanlarda akarsu gömülmüştür. Burada yarılma 100 m'nin üstündedir. Hasanova köyünden önce vadi boyunca bazaltlara bağlı olarak kornişler oluşmuştur (Şekil 73). Hasanova köyünden sonra sağ yanal doğrultu atımlı fay hatlarına yerleşmiştir. Hasanova köyünde vadi tabanında eğim 0^0'ye düşer. Hasanova köyünden çıkışta tüfleri yarmasıyla eğim 10^0'nin üstüne çıkar. Bu sahadan itibaren eğim genelde azdır.

3.2.4.3. Peri Suyu Vadisi

Çalışma alanının kuzeyinde yer alan en önemli vadi Peri Suyu Vadisi'dir. Bu vadi Alt-Orta Eosen yaşlı kireçtaşları içerisinde açılmıştır. Kuzeydoğuda vadi tabanında

yükselti 1900 m iken, inceleme alanının kuzeybatısında yükselti 1720 m'ye düşmektedir. Çalışma alanına girdiği kuzeydoğuda eğim değerleri vadi yamaçlarında 35^0 iken, inceleme alanını terk ettiği sahada eğim 30^0'nin üzerine çıkmaktadır. Peri Suyu Vadisi kuzeyinde yer alan bindirme fayları ile güneyinde geçen Ilıpınar Fayı tarafından şekillendirilmiştir. Vadinin kuzey ve güney yamaçları fay dikliklerinden oluşmaktadır. Vadi yamaçlarında eğim değişkenliği fazladır. Vadinin çalışma alanında kalan bölümü genişlemektedir. Ilıpınar köyünün doğusunda vadinin genişliği 600-700 m'yi bulmaktadır (Foto 42).

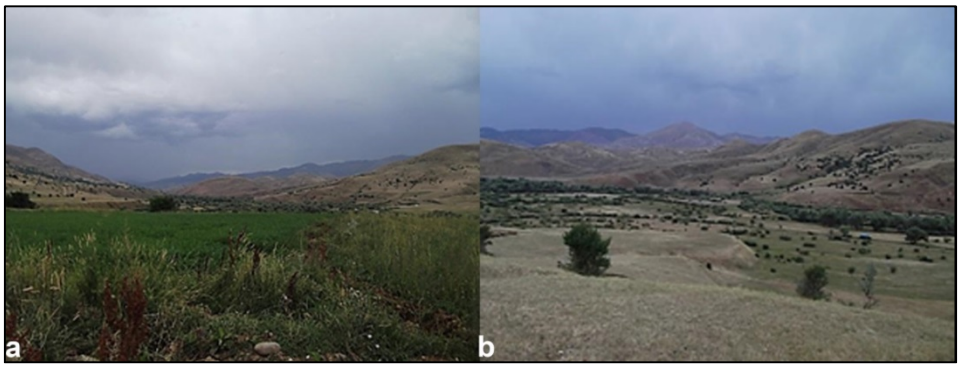
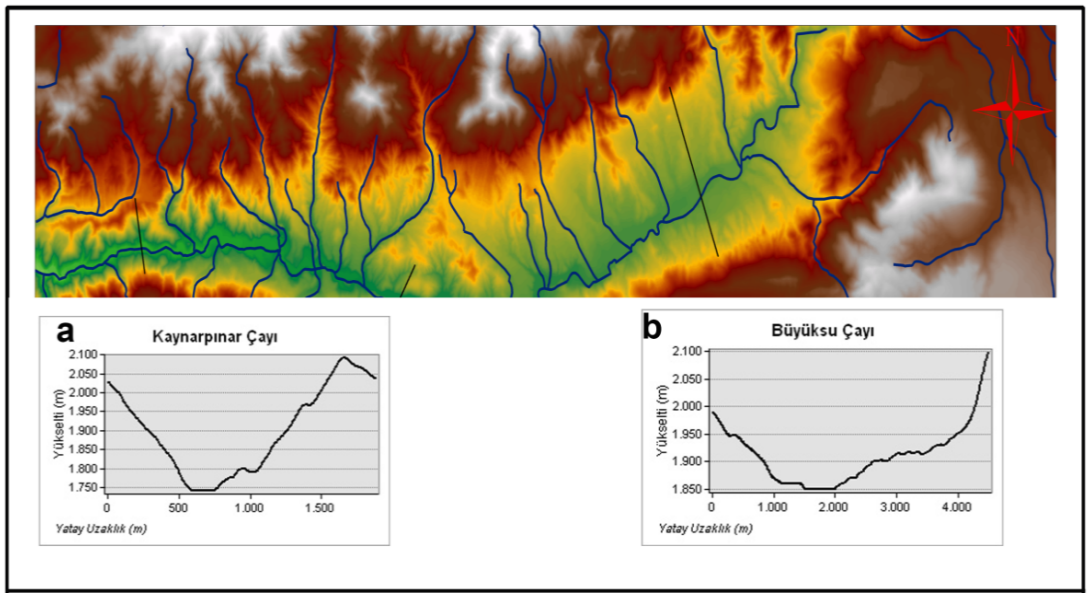


Foto 42. İnceleme alanında Peri Suyu Vadisi a) Çatak köyü doğusunda Perisuyu Vadisi b) Ilıpınar köyü doğusunda Perisuyu Vadisi

Bu alanlarda vadi tabanında yerleşmeler kurulmuştur. Çalışma alanının kuzeybatısında vadi daralmaktadır (Şekil 74).

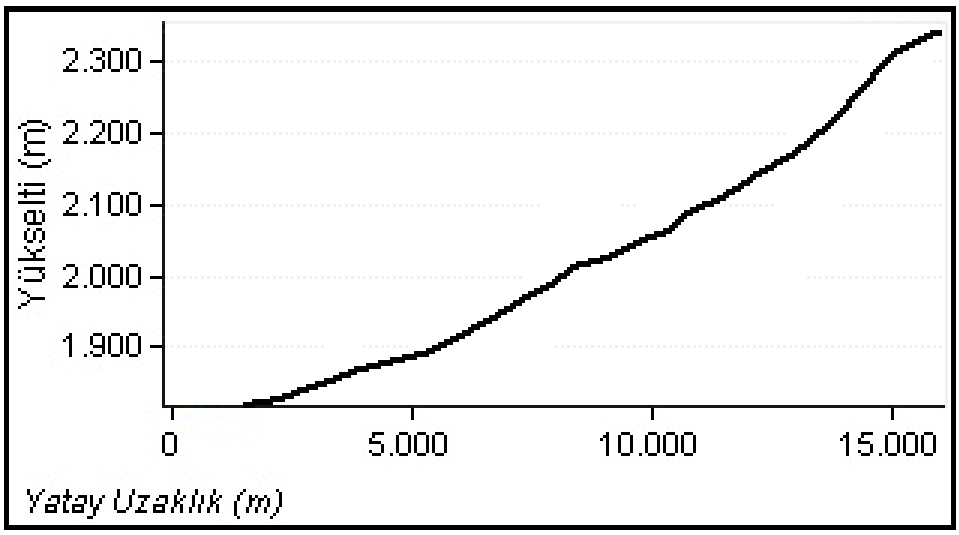


Şekil 74. İnceleme alanı kuzeybatısında ve kuzeydoğusunda Peri Çayı Vadisi'nin enine profilleri. a) Kaynarpınar Çayı Vadisi enine profili b) Büyüksu Vadisi enine profili

Peri Suyu Vadisi Alt-Orta Pliyosen'de yörede ortaya çıkan KAF'a bağlı olarak oluşmuş çukurluğa yerleşmiştir. Kuvaterner'de tektonik hareketler ve iklim değişiklikleri ile meydana gelen yükselmelerle vadisini yarmış ve seki sistemleri oluşturmuştur.

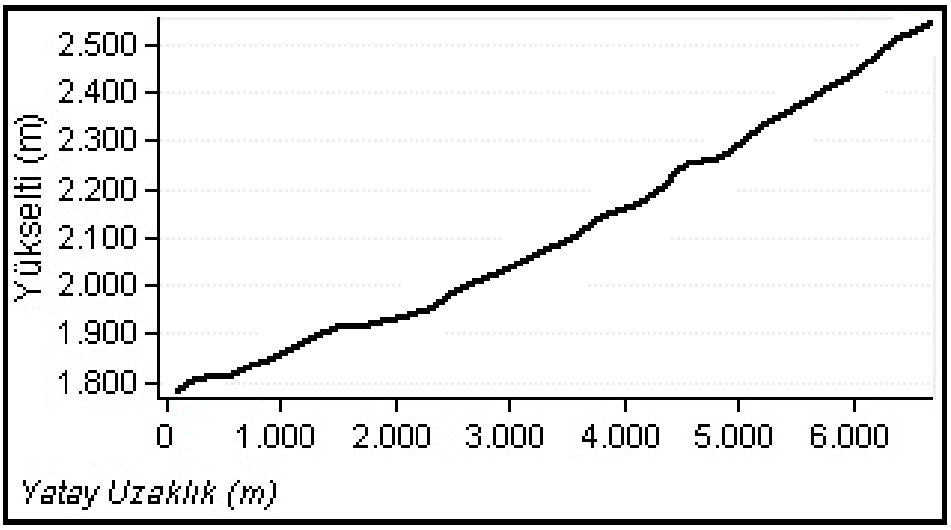
Tuzluca Deresi Vadisi: Peri Suyu'na güneydoğudan bağlanan en önemli akarsu Tuzluca Deresi'dir. Vadi KB-GD doğrultusunda uzanmaktadır. Vadi oluşumundan sonra Ilıpınar Fayı'nın kolları tarafından kesilmiştir. Vadinin yukarı bölümünde litoloji Üst Miyosen yaşlı tüflerden oluşmaktadır. Kantarkaya köyünde, Alt Miyosen yaşlı kireçtaşları ve Kuvaterner yaşlı traverten taraçalarından oluşmaktadır.

Yukarı bölümünde yükselti 2400 m'yi bulmaktadır. Peri Suyu'na ulaştığı kısımda yükselti 1830 m'ye düşmekte olup, vadide yarılma 100 m'nin üzerindedir (Şekil 75).



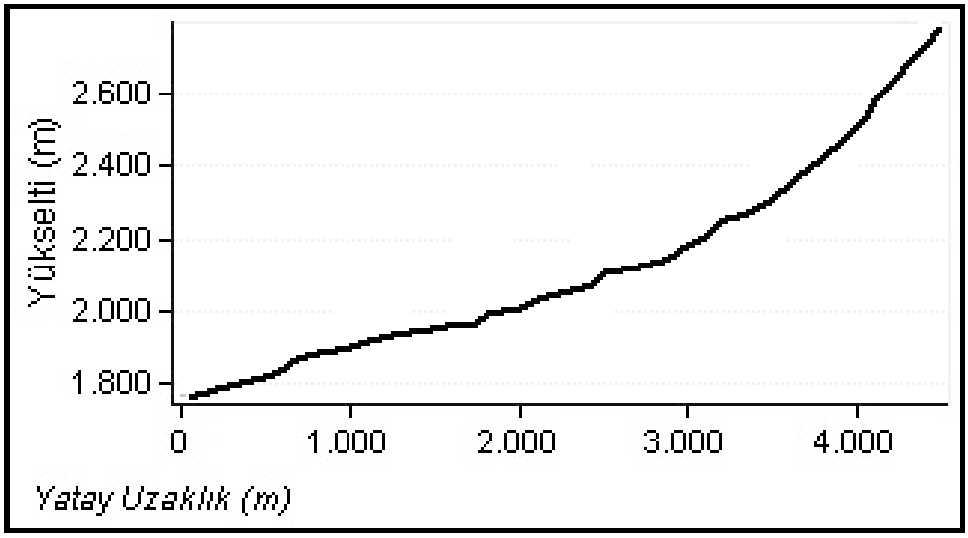
Şekil 75. Tuzluca Deresi'nin boyuna profili

Şığ Deresi Vadisi: Peri Suyu'na güneyden bağlanan Şığ Deresi Vadisi'nde litoloji Paleozoyik ofiyolit ve mermer, Oligosen çakıltaşı, kumtaşı ve Alt Miyosen kireçtaşından oluşmaktadır. Vadinin yukarı bölümünde yükselti 2600 m'ye kadar çıkmakta olup, aşağı bölümünde 1810 m'ye düşmektedir (Şekil 76). Büyük yükselti farkı vadisini derinleştirmiştir. Vadi yamaçlarında eğim 40^0'yi bulmaktadır. Yükselti ve eğim değişkenliğinin fazlalığına bağlı olarak yarılma oldukça fazladır. Ilıpınar Fayı'na bağlı olarak ağız kısmında sağ yönlü ötelenme meydana gelmiştir.



Şekil 76. Şığ Deresi'nin boyuna profili

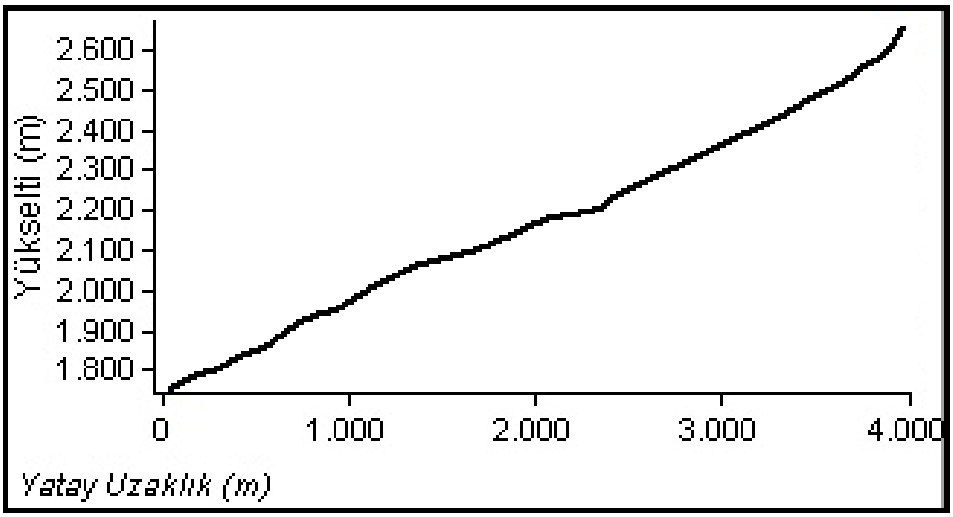
Mendik Deresi Vadisi: Peri Suyu'na güneyden bağlanan vadide litoloji Oligosen yaşlı çakıltaşı ve kumtaşından oluşmaktadır. Yukarı bölümünde yükselti 2800 m'ye kadar çıkmaktadır. Aşağı bölümünde ise yükselti 1820 m'ye düşmektedir. 4 km'lik bir mesafede yükselti farkı 1000 m civarındadır (Şekil 77).



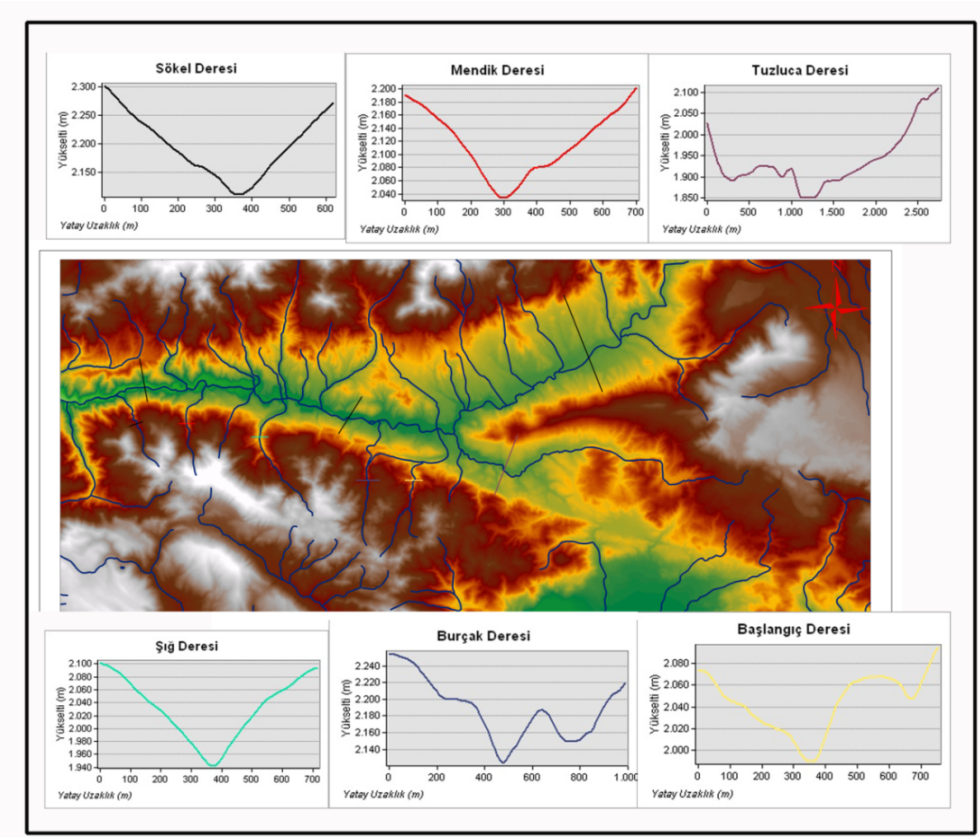
Şekil 77. Mendik Deresi'nin boyuna profili

Vadi yamaçlarında eğim 40^0'ye kadar çıkmakta olup, Ilıpınar Fayı'na bağlı olarak ötelenmeler meydana gelmiştir. Vadi yatağında eğimin fazla olması genç oluşumlu olduğunu göstermektedir.

Sökel Deresi Vadisi: Vadinin bulunduğu alanda litoloji Oligosen çakıltaşı ve kumtaşı, Alt-Orta Eosen kireçtaşı, marn ve Üst Paleosen lavlardan oluşmaktadır. Vadi nin yukarı bölümünde yükselti en fazla 2700 m'ye kadar çıkmaktadır. Aşağı kısmında yükselti 1740 m'ye düşmektedir (Şekil 78). Vadi yamaçlarında eğim 40^0'yi bulmakta olup, enine profili 'V' şeklindedir (Şekil 79).



Şekil 78. Sökel Deresi'nin boyuna profili



Şekil 79. Peri Çayı'nın kollarına ait enine kesitler

Genel olarak Peri Suyu'nun güneyinde vadi profilleri 'V' şeklindedir (Şekil 79). Yarılma oldukça fazla olup, Tuzluca Deresi Vadisi diğer vadilere göre daha olgun bir vadi profiline sahiptir. Peri Suyu'nun kuzeyinde yer alan vadilerin genel özellikleri değerlendirildiğinde; güneyde yer alan vadilere göre daha uzun ve daha derindir. Vadiler güneyden bindirme fayının etkisiyle kesilmiş, basamaklanmıştır. Yarılma oldukça fazla olduğu vadilerin profili 'V' şeklindedir.

3.2.5. Boğazlar

Bilindiği gibi boğazlar daha çok epijenik ya da antesedant oluşum mekanizmasına sahiptir. Boğazın epijenik olabilmesi için, eski arızalı topoğrafyayı örten örtü formasyonları üzerinde kurulan akarsuyun, aşınıma dayanıksız zonları ilgisiz şekilde yararak temele saplanması gerekir. Antesedant bir boğaz ise, alanın yerel ve tedrici bir şekilde yükselmesi, akarsuyun yükselmeye uyum sağlayarak yatağını derinleştirmesiyle oluşur. Bu durumda arazide çok dönemli şekillerin, iç içe vadilerin, eğimlenmiş, çarpılmış ve kubbeleşmiş sekilerin ve yüzeylerin tespit edilmesi gerekir (Erinç, 2000). Çalışma alanında özellikle Göynük Çayı'na katılan akarsular boğaz vadiler oluşturmuştur (Şekil 54). Bu durumun nedeni DAF ve ikincil fayların etkisiyle meydana gelen alçalma-yükselmelerin meydana getirdiği seviye farklarıdır.

3.2.5.1. Uzunçayır Boğazı

Uzunçayır Deresi tarafından oluşturulan boğaz, Karlıova Havzası'nın kuzeybatısında yer almaktadır. Boğazın genişliği yukarı bölümde 100 m'nin altına düşerken, Karlıova Havzası'na açıldığı kısımda 200 m'ye kadar çıkmaktadır. Boğaz'ın yükseltisi kuzeybatıdan güneydoğuya doğru azalmaktadır. Bu durum Toklular Fayı'nın neden olduğu çarpılmadan kaynaklanmaktadır.

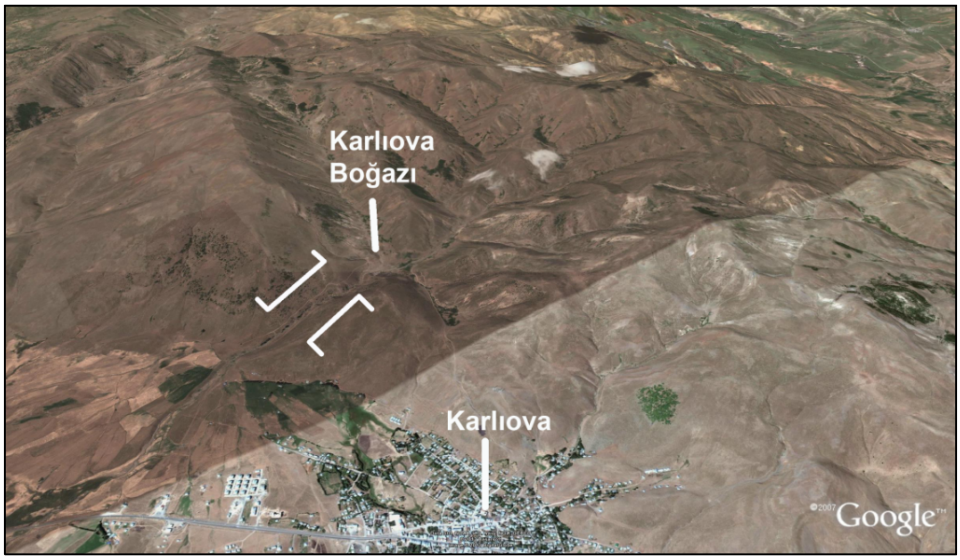
Toklular Fayı'na bağlı olarak oluşan Uzunçayır Boğazı, bazalt litoloji içinde açılmıştır. Boğazın yamaçlarında kütle hareketleri görülmektedir. Boğazın yamaçları birbirine paralel akan dereler tarafından yarılmıştır. Karlıova Havzası'nın kuzeyindeki düzlük alanları Göynük Havzası'na bağlamaktadır (Şekil 80).



Şekil 80. Taşlıçay köyü kuzeyinde Uzunçayır Boğazı

3.2.5.2.Karlıova Boğazı

Karlıova Deresi tarafından oluşturulan boğaz havzanın kuzeyinde yer almaktadır. Karlıova Havzası'nın gerisindeki dağlık alandan kaynaklanan akarsu bu sahayı derince yararak boğazı oluşturmuş olup, litoloji Üst Miyosen bazalt ve tüflerden oluşmaktadır. Boğazın genişliği havzaya açıldığı kısımda 100-400 m arasında değişmektedir. Bu boğaz havzayı şekillendiren fayların meydana getirdiği çarpılmalar ve litolojiyi oluşturan bazaltlar nedeniyle oluşmuştur. Boğaz ilçe merkezinin hemen gerisinde olduğu için **Karlıova Boğazı** olarak adlandırılmıştır (Şekil 54, 81, Foto 43).



Şekil 81. Karlıova Boğazı (Google Earth'den)



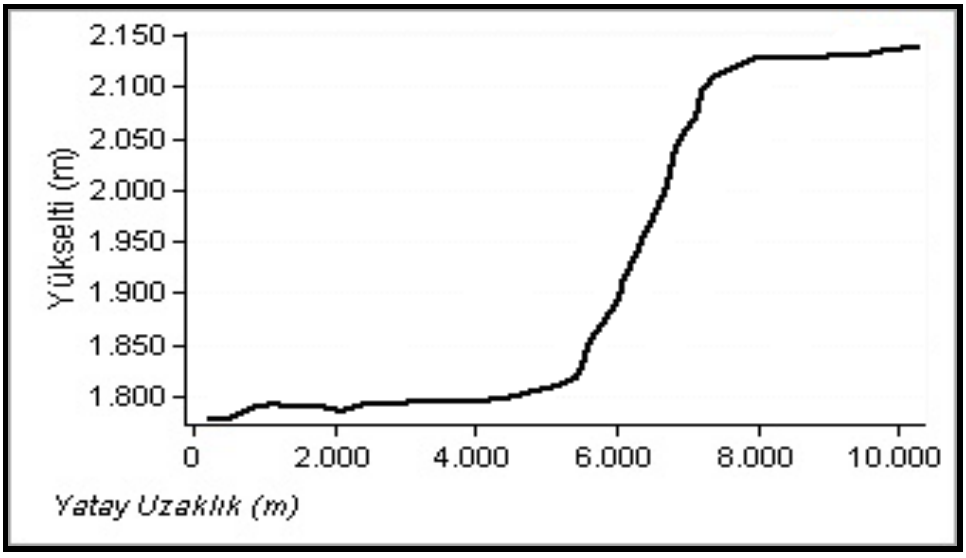
Foto 43. Karlıova Boğazı

Kargapazarı'nın doğusunda alçak volkanik platoları yaran **Ayı Deresi Boğazı** KAF'ın şekillendirmesiyle oluşmuştur. Boğaz oldukça dardır. Genişliği 10 m civarındadır. Litoloji, tektonik etkinlik ve eğim nedeniyle vadi yamaçlarında kütle hareketleri etkili olmaktadır. Karlıova Havzası'nın güneyinde alçak volkanik plato sahasından kaynaklanan **Aşk Deresi boğaz vadi** oluşturmuştur (Foto 44). Bu boğaz Karlıova Havzası'nın güneyinde görülen platolar ile havza arasında yer almaktadır.



Foto 44. Aşk Deresi Boğazı

Boğazın yukarı bölümünde yükseklik 2135 m iken, aşağı bölümde 1700 m'ye düşmektedir. Boğazın uzunluğu 600 m olup, genişliği 50-300 m arasında değişmektedir. Dağlık sahada boğazın genişliği 50 m'nin altına düşmekte olup, yarılmanın miktarı 100 m'yi bulmaktadır. Üst Miyosen yaşlı bazaltlar içerisinde açılmıştır. Aynı zamanda asılı vadi özelliği göstermektedir (Şekil 82).



Şekil 82. Aşk Deresi'nin boyuna profili

Aşk Deresi Boğazı DAF'ın etkisiyle oluşmuştur. Karlıova Havzası'nın güneyinden geçen DAF tektonik alçalmalara, dolayısıyla seviye farklarına neden olmuştur. Bunun sonucunda yatağı bazaltlardan oluşan Aşk Deresi boğaz vadisini oluşturmuştur.

Çalışma alanında yer alan bir diğer boğaz **Hano Deresi Boğazı'dır**. Vadinin yukarı bölümünde 2025 m olan yükselti, aşağı bölümünde 1750 m'ye düşmektedir. DAF'a bağlı olarak oluşmuş, fay yerleşimli bir boğazdır.

İnceleme alanında boğaz vadiler faylanmaya ve bazalt litolojiye bağlı olarak oluşmaları ile ortak özelliklere sahiptir. Karlıova Havzası'nın kuzeyinde yer alan boğazların oluşumu KAF ve ikincil faylara, güneyinde yer alan boğazların oluşumu DAF'a bağlıdır.

İnceleme alanının dışında Göynük Çayı'nın Karlıova Havzası'nı kaptığı güneybatıda Hacılar Boğazı yer almaktadır. Hacılar Boğazı Solhan Formasyonu'na ait tüfler içinde açılmıştır. Boğazın oluşumu muhtemelen DAF ve Bahçeköy Fayı'nın meydana getirdiği yükselmeden kaynaklanmalıdır.

3.2.6. Vadi Tabanları (Holosen)

Vadi tabanları Peri Suyu, Göynük ve Hasanova Çayları'nın bugün içlerinde yer yer menderesler çizerek aktıkları arazilerdir. Buraların en önemli özelliği Kuvaterner arazilerinin yüzeylendiği sahalar olmasıdır. Geniş anlamda düşünüldüğünde yöredeki vadi tabanları ana akarsular ve bunlara ait yan kolların taşkın ve millenme alanlarıdır. Dolayısıyla, kum adaları, terk edilmiş menderesler, menderes yenilikleri, örgülü yatak, doğal set alanları, bataklıklar gibi gerek birikme, gerekse aşınıma bağlı olarak oluşmuş taşkın alanına özgü birimlere buralarda yaygın olarak rastlanılmaktadır. Geçitli köyünün kuzeyinden Ilıpınar köyünün doğusuna kadar Peri Suyu vadi tabanı geniştir. Taban genişliği Çatak köyünde 600 m'yi geçmektedir (Foto 45).



Foto 45. Peri Suyu Vadisi'nin tabanı Çatak köyü batısında genişlemektedir

Kızılçubuk köyünün doğusunda 400 m'yi bulan vadi genişliği, köyün batısında 120 m'ye kadar inmektedir. Batıya gidildikçe vadi derinliği artarken, genişliği azalmaktadır. Genel olarak inceleme alanına girdiği sahadan Ilıpınar köyü batısına kadar geniş bir yataktan akmaktadır. Bu sahada vadi tabanlarında yerleşmeler kurulmuştur. Asimetrik bir vadi profili çizen Peri Suyu Vadisi'nin kuzeye bakan yamaçları yer yer meşe toplulukları ile örtülüdür. Güneye bakan yamaçları ise daha dik olup, genellikle geven gibi step türleri ile kaplıdır. Vadinin her iki yamacında şiddetli erozyon yaşanmaktadır. Hızlı akarsular yamaçları yararak kırgıbayır (badlans)

oluşturmuştur. Bunun sonucunda vadi tabanına fazla miktarda malzeme taşınmaktadır (Foto 46).

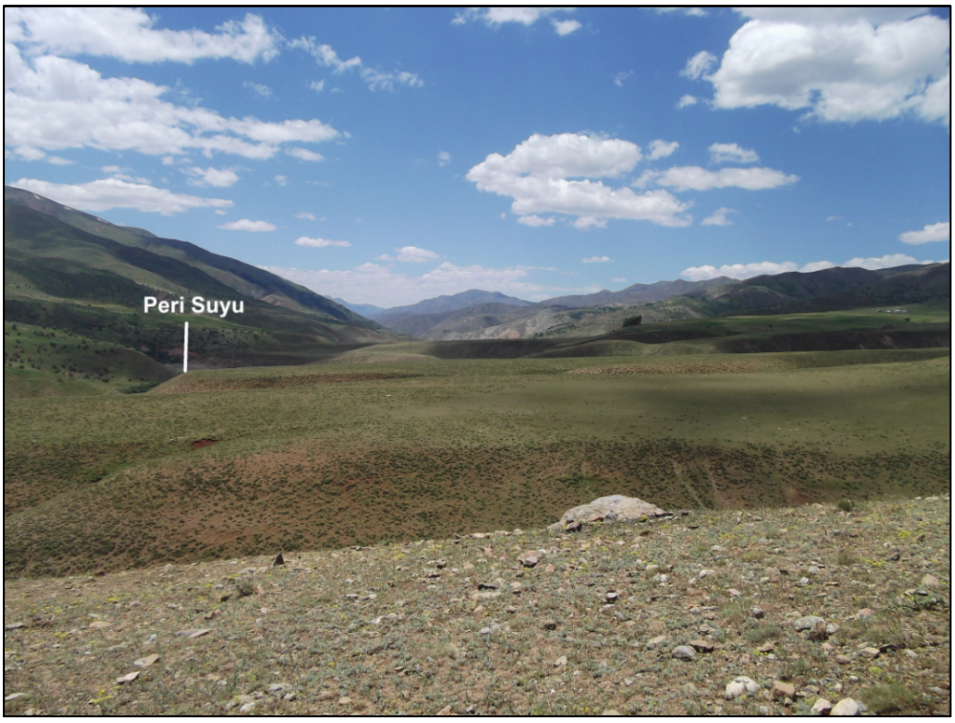


Foto 46. Suçatı köyünün doğusunda vadi tabanı oldukça daralmaktadır

Çalışma alanında Göynük Çayı Vadisi, Kıraçtepe köyü ile Bahçeköy arasında tabanlı vadi özelliğindedir (Foto 47).



Foto 47. Kıraçtepe köyü yakınlarında Göynük Çayı Vadisi

Kıraçtepe köyünde vadi tabanının genişliği 720 m'yi bulmaktadır. Karabalçık köyünde tabanın genişliği 500 m ile 650 m arasında değişmektedir. Derinçay köyünün güneyinde 400 m'ye kadar düşmektedir. Göynük Çayı'nın inceleme alanını terk ettiği Sudurağı köyü batısından itibaren yatak daralmaktadır. Araştırma sahasının güneydoğusunun sularını drene eden Hasanova Çayı'nın taban genişliği güneydoğuda 1 km'yi geçmektedir. Karlıova Havzası ve çevresinde muhtemelen Pliyosen başlarında tamamen kara durumuna geçen sahadaki akarsular, lokal tektonik hareketlerle aşınım yüzeylerini parçalayarak, vadilerini kurmuşlardır. Bir yandan Neotektonik hareketlerle yükselmenin devam etmesi öte yandan da Pleyistosen'deki iklim değişmelerine bağlı olarak güçlenen akarsular, vadilerini derinleştirmiştir (Sever, 2008:16).

3.2.7. Sekiler

Vadilerin yamaçlarında veya tabanlarının yüksek kısımlarında görülen sahanlığa benzer eski vadi tabanlarına seki adı verilmektedir. Bir topoğrafya unsuru olarak sekiler oluşumlarını aşınmaya borçludurlar. Çünkü canlanan derine aşındırma sonucunda akarsu, daha önce yana aşındırma ile genişlettiği ve üzerine alüvyonlarını yaydığı vadinin tabanı içine gömülür. Bunun sonucunda eski tabanın akarsuya aktığı yere rastlayan kısmı ortadan kalkar. Buna karşılık eski tabanın diğer kısımları gömülen akarsuyun iki tarafında birer sahanlığa benzer karşılıklı iki taraça meydana getirmek üzere yüksekte kalır. Gömülme safhalar halinde olduğu zaman vadinin iki tarafında merdiven basamaklarına benzer bir taraça sistemi meydana gelir (Erinç, 2000). Ovaların ve akarsu boylarının en karakteristik ve sık rastlanan şekillerinin sekiler olduğu, daha ziyade yükselen veya kaide seviyesi alçalan yerlerde teşekkül ettiği göz önünde tutulursa, Karlıova Havzası'nda sekilerin sınırlı oluşu dikkati çekmektedir. Sekiler, akarsu işlevlerine paralel olarak tektonik hareketler, klimatik değişimlere bağlı olarak gelişmişlerdir. Karlıova Havzası'nda sekilerin meydana gelmesi daha çok tektonik hareketlere bağlıdır. Tektonik sebeplerle; yani akarsu sekilerinin bulunduğu bölgenin yükselmesi veyahut kaide seviyesinin alçalması sonucunda meydana gelirler (Akkan, 1964). İnceleme alanında sekiler oldukça sınırlı bir alan kaplamaktadır. Bu durumun nedeni tektonik aktivitedir. Çok genç ve geniş ölçülü tektonik hareketlere sahne olan araştırma alanında sekiler parçalanmıştır. İnceleme alanındaki sekiler, Peri Suyu ve Göynük Çayı Vadisi'nde görülmektedir. Tonbul, (1990/a) Bingöl Ovası'ndaki (Göynük Çayı ve kolları üzerinde) seki sistemlerini sınıflandırmıştır. Bingöl Ovası ve çevresinde

en yüksek sekiler (Alt Pleyistosen 80-100 m), yüksek sekiler (Alt Pleyistosen 50-70 m), orta sekiler (Orta Pleyistosen 25-30 m), alçak sekiler (Üst Pleyistosen 10-15 m) olmak üzere dört seviyeden oluşmaktadır. Karlıova Havzası, Göynük Çayı ile Bingöl Ovası'na bağlandığı için Bingöl Ovası ve çevresinde görülen seki sistemlerinin Karlıova Havzası için de geçerli olduğu düşünülmektedir. İnceleme alanındaki sekiler vadi tabanından 50-60 m, 25-30 m ve 10-20 m yüksekte 3 basamak halinde görülmektedir. Ancak aktif tektonizma, DAF'ın doğrultu atım yanında düşey atımlı da olması sekiler arasında 5-10 m'lik farkların doğmasına neden olmuştur. Havza ve çevresinde tektonik hareketler sonucu meydana gelen alçalma ve yükselmelerin aynı olmaması bu sonucu doğurmuştur. Havzada yer alan seki sistemlerinin en önemli özelliği genç tektonik hareketlerden etkilenmeleridir. Bu nedenle deformasyona uğramışlardır. Ayrıca ana akarsuyun kolları tarafından parçalanmışlardır (Foto 48).



Foto 48. Suçatı köyünün batısında görülen sekiler Peri Suyu'nun kolları tarafından yarılmıştır

Karlıova Havzası'nın kuzeyinde Peri Suyu Vadisi boyunca Çukurtepe köyü güneyinden Kızılçubuk köyü doğusuna kadar sekiler görülmektedir. Ayrıca Suçatı ile Çatak (Dörtyol) köyleri arasında da sekiler bulunmaktadır. Peri Suyu'nun akış istikametine göre doğu yamacında sekiler korunabilmiştir. Çatak (Dörtyol), Suçatı ve

Ilıpınar köyleri Peri Suyu'na bağlı olarak oluşan geniş düzlük sistemleri üzerinde yer almaktadır (Şekil 54, Foto 49).



Foto 49. Peri Suyu Vadisi'nde Ilıpınar köyünün batısında taraçalar oluşmuştur

İnceleme alanında Peri Suyu üzerinde iki seki sistemi tesbit edilmiştir. Yüksek sekiler vadi tabanından 50-60 m, alçak sekiler ise vadi tabanından 10-20 m yüksekte yer almaktadır. Yüksek sekiler Ilıpınar köyü ile Kızılçubuk köyü arasında vadi tabanından 50-60 m yüksekte bulunmaktadır. Seki üzerinde yer alan Ilıpınar köyü 2005 Karlıova Depremlerinden etkilenmiştir. Suçatı köyü de vadi tabanından 50-60 m yüksekteki seki üzerinde yer almaktadır. Bu taraçalar Ilıpınar Fayı tarafından kesilmiştir. Peri Suyu Vadisi'nde görülen taraçalar üzerinde yerleşmeler kurulmuş olup, tarım alanı olarak kullanılmaktadır. Bu yamaçtan Ilıpınar Fayı geçer. Seki üzerinde yerleşmeler vardır (Foto 50).



Foto 50. Peri Suyu Vadisi'nde görülen yüksek sekiler a) Ilıpınar köyü çevresi b) Suçatı köyü çevresi

Peri Suyu Vadisi'nde alçak sekiler Çukurtepe köyü ile Dörtyol köyü arasında vadi tabanından 10-20 m yüksektedir (Foto 51).



Foto 51. Çatak köyü doğusunda Peri Suyu Vadisi'ndeki alçak sekiler

Karlıova Havzası'nın güneybatısında Göynük Çayı Vadisi'nde sekiler Boncukgöze köyü ile Kıraçtepe köyü arasında ve Sudurağı köyünün güneybatısında görülmektedir. İnceleme alanının dışında Göynük Çayı'na ait sekiler Bingöl Ovası ile Genç Ovası arasında iyi gelişmiştir. İnceleme alanında taraçaların iyi gelişememesinin nedeni fayların çok aktif olmasıdır. Karlıova Havzası'nda, Göynük Çayı Vadisi'nde vadi tabanından 25-30 m yüksekte yer alan sekiler orta yükseklikteki sekiler olarak gruplandırılmıştır (Şekil 54).

Boncukgöze köyünde Göynük Çayı'nın her iki yamacında vadi tabanından 25-30 m yüksekliğinde taraça sistemi gelişmiştir. Bu saha aynı zamanda Göynük Çayı yatağının en fazla genişlediği alana karşılık gelmektedir. Kıraçtepe köyünde de aynı seki sistemi bulunmaktadır. Ancak burada sekilerin vadi tabanından yüksekliği her iki yamaçta ve Boncukgöze köyünde yer alan sekilere göre farklıdır. Bu durumun nedeni DAF'ın düşey atım göstermesidir (Foto 52).



Foto 52. Boncukgöze köyü yakınlarında orta yükseklikteki sekiler

Sudurağı köyünün güneybatısında da orta yükseklikteki sekiler görülmektedir. Sudurağı köyünden inceleme alanının dışında Göynük Çayı'nın Bingöl Ovası'na ulaştığı kesim arasında faya bağlı yükselmeler sekilerin gelişimini etkilemiştir.

3.2.8. Birikinti Koni ve Yelpazeleri

Döküntü ile yüklü bir akarsu, dik eğimli yamaçlardan inerek etekteki ovanın kenarına veya nehrin en geniş yatağına ulaştığı zaman, eğim birdenbire azalır ve akarsuyun taşıma gücü de buna bağlı olarak birdenbire zayıflar. Bunun sonucunda daha önce eğimin fazla oluşu sayesinde sürüklenen yükün büyük bir kısmı, eğim kırığının bulunduğu yerde bırakılır. Bu şekilde meydana gelen ve yarım koniye benzeyen şekillere birikinti konisi denir (Erinç, 2000).

Karlıova Havzası'nın dikkat çeken yer şekillerinden biri de birikinti koni ve yelpazeleridir. Bütün hususiyetleri ile belirmiş olan koni ve yelpazeler getirdikleri alüvyonlarla bir yandan ovanın dağ yamaçları ile geçiş bölümlerinin seviyesini yükseltirken, bir yandan da alüvyon kalınlığını artırmaktadır.

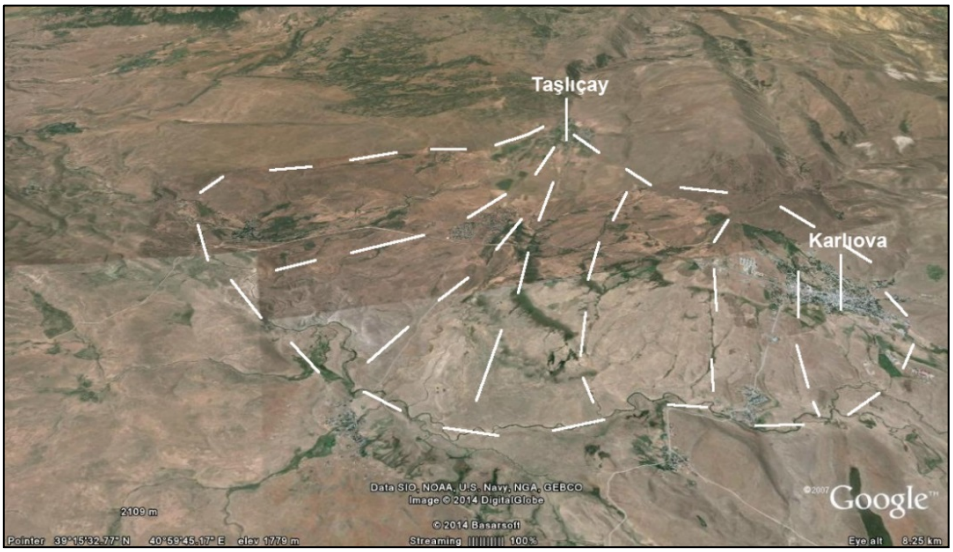
Karlıova Havzası'nda birikinti koni ve yelpazeleri tektonik hatlara, litolojik özelliklere ve iklime bağlı olarak gelişmişlerdir (Şekil 54). Karlıova Havzası'nın çevresinde yer alan yüksek rölyef, gerek tektonik yapı, gerekse kayaç çeşitliliği

yönünden yelpazelerin gelişmesine elverişlidir. Fiziksel ayrışmanın fazla olması, volkaniklerin kolay parçalanması akarsuların yükünü artırmıştır. Kaynağını dağlık alanlardan alan akarsular taşıdığı malzemeyi eğimin azaldığı alanlarda biriktirerek birikinti yelpazelerini oluşturmuştur. Erozyonla taşınan malzeme yan kolların ana akarsuya katıldığı sahalarda ya da dağların eteklerinde birikerek, birikinti konisi oluşumuna neden olmuştur. Göynük Çayı'na ve Peri Suyu'na kuzeyden ve güneyden bağlanan akarsular vadi tabanında ve dağ eteklerinde küçük birikinti konileri oluşturmuşlardır.

İnceleme alanında yer alan birikinti koni ve yelpazeleri daha çok Karlıova Havzası'nın kuzeyinde yer almaktadır. Havzaya kuzeyden ulaşan akarsuların taşımış olduğu çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, tüf ve aglomera gibi malzeme eğimin azaldığı havza tabanında birikerek birikinti koni ve yelpazeleri oluşmuştur.

Havzayı kuzeyden çevreleyen dağlık alanlarla havza tabanı arasında birden bire artan nispi yükseklik farkı ve dağlardan inen derelerin yatak eğimlerinin fazla olması, aşındırma ve taşıma güçlerinin artmasına neden olmaktadır. Dağlık saha ile havza tabanı arasındaki bu yükseklik farkının oldukça yakın zamanlarda teşekkül etmiş olması derine aşındırmayı hızlandırmıştır. Karlıova Havzası'nın çevresinde çok dönemli birikinti koni ve yelpazeleri gelişmiştir. Altta çok geniş ve kalın eski yelpazeler, bunun üzerinde ise genç oluşumlu birikinti koni ve yelpazeleri oluşmuştur.

Karlıova Havzası'nın kuzeybatısında birikinti koni ve yelpazesi oluşumu daha yaygındır. Karlıova Havzası'nın kuzeybatısında Toklular Fayı'na bağlı olarak eğim değerleri daha yüksektir. Dik yamaçlar birikinti konisi oluşumunu kolaylaştırmıştır. Bu yelpaze, K-G yönünde 2 km uzunluğunda, D-B yönünde 3 km genişliğinde, yaklaşık 6 km^2'lik bir alana sahiptir. Yelpazenin kuzeyinde yarılma daha fazla olup, 15-20 m'yi bulmaktadır. Güneyinde ise yarılma yok denecek kadar azdır. Bu yelpazenin üzerinde Karlıova ilçesi ve Taşlıçay köyü kurulmuştur (Şekil 83).



Şekil 83. Karlıova ve Taşlıçay köyü birikinti konisi üzerinde kurulmuştur

Karlıova Havzası'nın kuzeydoğusunda yer alan birikinti koni ve yelpazesi kuzeybatıda yer alanlardan daha küçük olup, alanı yaklaşık 4 km^2'dir (Şekil 84).



Şekil 84. Karlıova'nın kuzeydoğusunda yer alan birikinti konisi

Havzanın güneydoğusunda Aşk Deresi'nin oluşturduğu koni 0.2 km^2 alan kaplamaktadır. Sakaören köyünün doğusunda yer alan koninin gerisinde DAF'a bağlı olarak oluşan fay diklikleri yer almaktadır (Foto 53).



Foto 53. Sakaören köyü doğusunda DAF'a bağlı olarak oluşmuş birikinti konisi

Akış hızı yüksek olan Aşk Deresi Üst Miyosen yaşlı bazaltları aşındırarak, havzaya ulaştığı kısımda birikinti konisi oluşturmuştur (Şekil 85).



Şekil 85. Aşk Deresi'nin Sakaören köyünde oluşturduğu birikinti konisi (Google Earth'den)

Havzanın güneybatısında Kavak Deresi'nin oluşturduğu koni 1.3 km^2 alan kaplamaktadır. Oluşumundan sonra yaşanan tektonik hareketlerle 15 m kadar yarılmıştır. Kuvaterner yaşlı olan bu koni DAF'a bağlı olarak oluşmuştur.

İnceleme alanında yer alan bir diğer koni Sudurağı köyünün güneyinde 0.3 km^2 alan kaplayan konidir. DAF'a bağlı olarak meydana gelen eğim farkı koninin oluşmasını sağlamıştır. Azizanyayla Deresi'nin oluşturduğu koni kaba malzeme içermektedir. Bu durum sel sularının koni oluşumunda etkili olduğunu göstermektedir (Foto 54).



Foto 54. Sudurağı köyünde Azizanyayla Deresi'nin oluşturduğu birikinti konisi

Çalışma alanında birikinti koni ve yelpaze oluşumu güncel olarak devam etmektedir. Özellikle Karlıova Havzası'nın kuzeyinde bu durum daha da belirgindir.

3.2.9. Kütle Hareketleri

İnceleme alanında yapının şistli olması ve kiltaşı ile marnın su alınca hareketi kolaylaştırması, kayaçların kısa zaman içerisinde yüzeyde ayrışma ürünleri oluşturması, yükselti ve konumundan dolayı sahanın bol yağış alması, buna karşı bitki örtüsünün tahribi ile yüzeyin çıplaklaşması kütle hareketlerine yol açmıştır (Tonbul,1990/a:345).

Derince yarılmış dik yamaçlar boyunca bitki örtüsünün tahrip edilmesi, ilkbahar başlarında karların erimesi ve ilkbahar-yaz başlarındaki yağışlarla geçirimsiz zemin üzerindeki geçirimli tabakalar suya doygun hale gelerek vadi yamaçlarında farklı

özellikte kütle hareketleri oluşmaktadır. İnceleme alanında heyelanlar, kaya düşmeleri, çığlar ve akma gibi kütle hareketleri yaşanmaktadır.

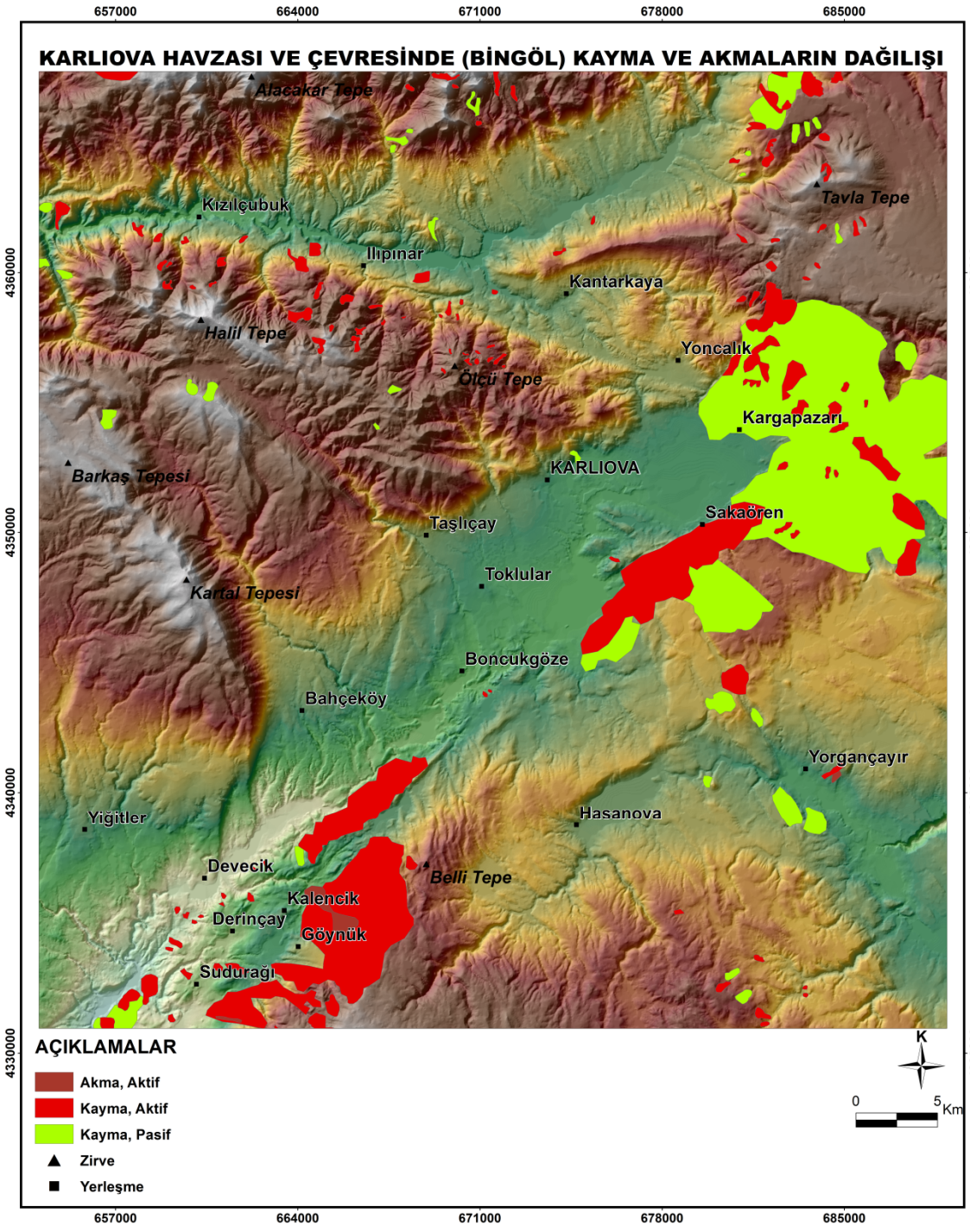
3.2.9.1. Heyelanlar

Kayalardan, enkaz mantosundan veya topraktan oluşmuş kütlelerin, yerçekimi etkisi altında koparak yer değiştirmeleri heyelan ile açıklanmaktadır (Erinç, 2000). Deprem, heyelan, taşkın gibi can ve mal kaybına yol açan doğal afetler jeolojik-jeomorfolojik yapı ve atmosferik koşullar ile ilgili süreçlerden kaynaklanmaktadır. Jeolojik kökenli bu doğal afetler, süreçleri gereği geçmişte yaşanmış ve gelecekte de görülecektir. Heyelanlar, genelde deprem ve aşırı yağışların tetiklemesiyle dünyada en fazla can ve mal kaybına yol açan olayların arasında yer almaktadır (Duman ve diğ. 2009:8). Ülkemizde 1950-2005 yılları arasında doğal afete uğramış yerleşim yerlerinde yapılan nakillerin % 33'ü heyelanlardan kaynaklanmıştır (Gökçe ve diğ. 2006).

İnceleme alanının bulunduğu, Bingöl ilinde 1959-2007 yılları arasında rapor edilen 536 heyelandan etkilenen hane sayısı 2367, afet etki değeri[1] ise 0.092'dir (Duman ve diğ. 2009:24). Karlıova Havzası ve çevresinde heyelanlar DAF Zonuna yerleşen Göynük Çayı Vadisi'nin yamaçları boyunca yoğunluk kazanmaktadır (Şekil 54). Bunun yanında Göynük Çayı Havzası'nda DAF'a bağlı olarak oluşan plato yamaçlarında da heyelanlar yoğundur. Sudurağı köyü ile Boncukgöze köyü arasında etkili olan heyelanlar daha çok kayma şeklindedir. Sudurağı ile Kalencik köyleri arasında meydana gelen heyelanlar Bingöl-Erzurum karayoluna zarar vermektedir. Nitekim 1997 yılında karayolunun yeri Kalencik köyü yakınlarında meydana gelen heyelandan dolayı değiştirilmiştir. Boncukgöze ile Sakaören köyü arasında meydana gelen heyelanlar kayma ve kopma şeklindedir. Bu sahada heyelanların etkili olması litolojinin tüflerden oluşmasına, altta geçirimsiz ofiyolitlerin bulunmasına ve DAF'ın meydana getirdiği eğim farkına bağlıdır. Bunun yanında sahanın sismik aktivitesinin fazla oluşu da heyelan oluşumunu kolaylaştırmaktadır. Çalışma alanının doğusunda Kargapazarı Havzası'nda da heyelanlar yoğunluk kazanmaktadır (Şekil 86). Burada heyelanlar daha çok kopma şeklinde meydana gelmektedir. Litoloji, fayın doğurduğu eğim ve sismik aktivite bu sonuca neden olmuştur. Kargapazarı Havzası'nın doğusunda litoloji bazaltlardan oluşmaktadır. Bazaltların ayrıştıklarında killi bir ürün vermeleri geçirimsiz bir zemin oluşturmaktadır.

---

[1] Afet Etki değeri: [(Etkilenen Hane Sayısı)/ (Kütle Hareketi Sayısı)] x [1/ (Kayıt Dönemi)] (3.1) (Duman ve diğ. 2009)



Şekil 86. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) akma ve kaymaların dağılışı (MTA 1/500000 ölçekli heyelan haritası ve arazi gözlemlerinden yararlanılarak çizilmiştir).

Karlıova Havzası'nın kuzeyinde Peri Suyu Vadisi'nin kuzeye bakan yamaçlarında da heyelan yaşanmaktadır. Kopma şeklinde olan bu heyelanlar Göynük

Çayı Vadisi'ne göre daha azdır. Bunun nedeni litolojinin heyelana uygun olmayışıdır. Burada litoloji daha çok kireçtaşı ve çakıltaşından oluşmaktadır.

İnceleme alanında Göynük Çayı Vadisi ve Karlıova Havzası'nda yağış özellikleri de heyelan oluşumuna uygundur. Karlıova Meteoroloji İstasyonu verilerine göre uzun yıllar ortalama yağış miktarı 713 mm'dir (Şekil 8). Çalışma alanının yüksek olması, kış yağışlarının fazla olmasına neden olmuştur. Sıcaklığın uzun dönem düşük olması yağan karın zeminde kalmasını sağlamıştır. İlkbahar mevsiminde karın erimesi heyelan oluşunu artırmaktadır. Heyelanlar nedeniyle morfoloji sürekli değişim içindedir. Heyelanlar, yerleşme ve ulaşım gibi beşeri faaliyetler üzerinde önemli sorunlara neden olmaktadır. Sudurağı ile Kalencik köyleri arasında meydana gelen heyelanlar tarım ve mera alanlarına zarar vermektedir. Bunun yanısıra Bingöl içme suyu şebekesi Göynük Çayı Vadisi'nden geçmektedir. Heyelanlı sahadan geçirilen içme suyu şebekesinde her yıl arızalar meydana gelmektedir (Foto 55).

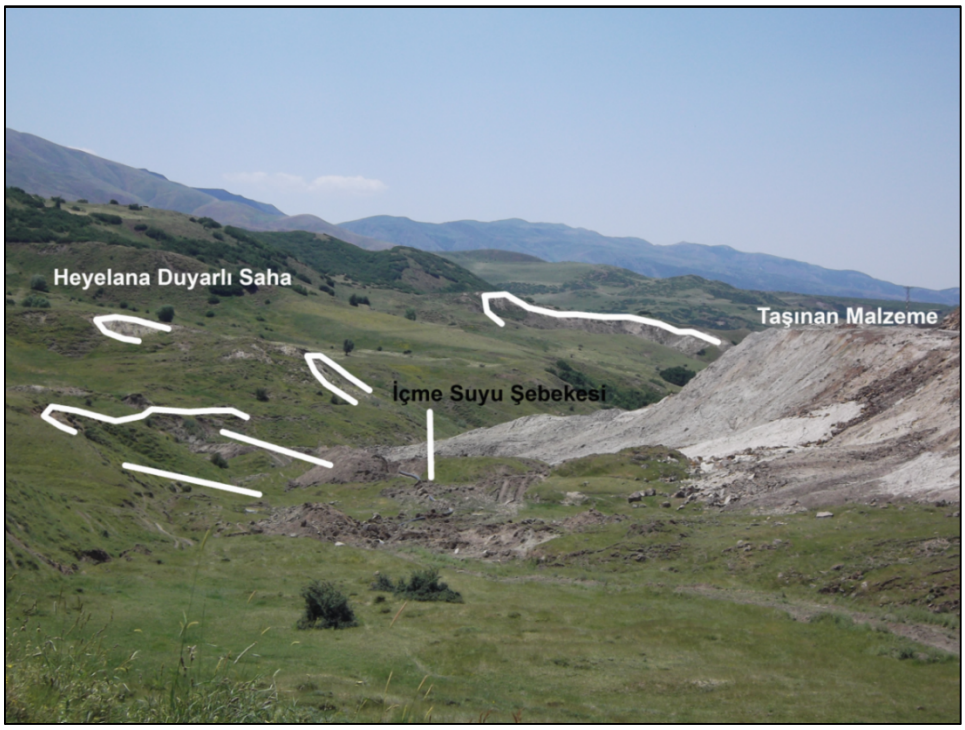


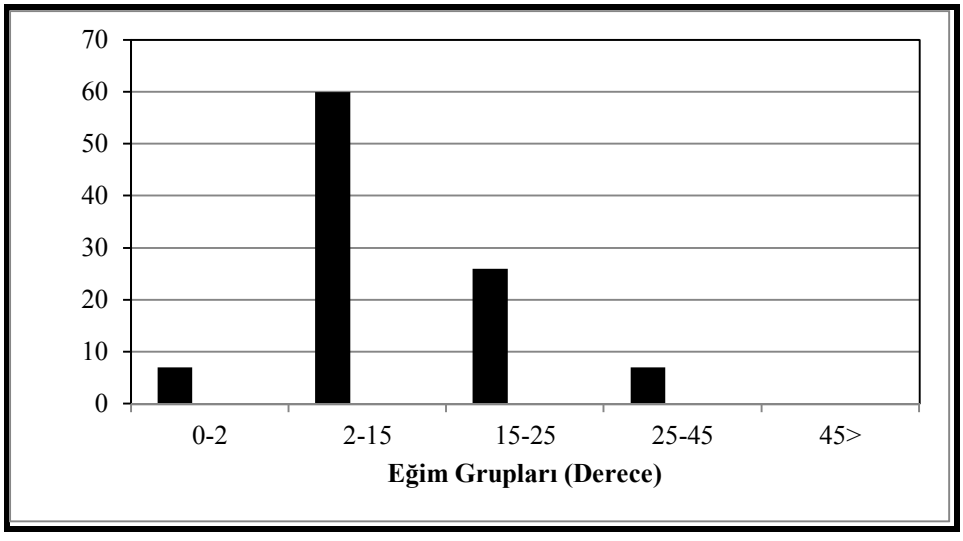
Foto 55. Göynük Çayı Vadisi'nde meydana gelen heyelanlar nedeniyle Bingöl'ün içme suyu şebekesi zarar görmektedir

Çalışma alanında heyelanların meydana gelmesinde eğim, litoloji, tektonik hareketler (fay), depremler, iklim, bitki örtüsü, bakı, yükselti, yamaçların eğriselliği,

yeraltı suları, akarsu aşındırması, beşeri nedenler (yol, baraj inşaatı) etkili olmuştur. Bu faktörleri etki derecesine göre sıraladığımızda eğim, litoloji, tektonik hareketler (fay), depremler ve bakı başta gelmektedir.

Bu bölümde Karlıova Havzası ve çevresinde heyelana neden olan faktörler ayrıntılı olarak değerlendirilecektir. Heyelanların oluşmasında genel kanı eğim arttıkça heyelanların artacağı şeklindedir. Çünkü eğim arttıkça yerçekiminin etkisi artmakta ve tabakaların kayması kolaylaşmaktadır. Gökçeoğlu ve Ercanoğlu'nun (2001) yapmış oldukları eleştirel derleme çalışmasında, birçok araştırıcının eğimle heyelan arasındaki ilişki açısından ulaştıkları sonuçlara bazı örnekler vermek mümkündür. Örneğin, Jakob (2000), British Columbia'da (Kanada) yaptığı bir çalışmada heyelanların 30^0–40^0 arasında, benzer biçimde Uromeihy ve Mahdavifar'ın (2000), İran'daki çalışmalarında heyelanların tamamının 25^0'den daha düşük eğimli yamaçlarda, Koukis and Ziourkas (1991) Yunanistan için yaptıkları envanter çalışmasında heyelanların %71'nin 30^0'den daha az eğimli yamaçlarda geliştiği tespit edilmiştir. Mehrotra ve diğ. (1992) eğimin duraysızlık üzerindeki en etkili parametre olduğunu öne sürmüştür. Çalışma alanında haritalanan heyelanlar raster veriye dönüştürülmüş, heyelanı etkileyen faktörlerle çakıştırılmış, aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

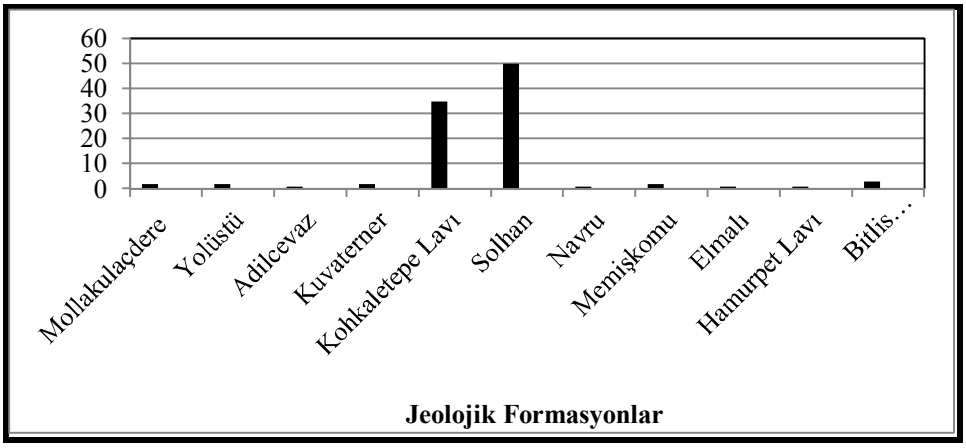
Karlıova Havzası ve çevresinde heyelan-eğim ilişkisine bakıldığında; heyelan alanlarının % 61'i 2-15^0 arasında eğime sahip alanlarda, % 26'sı 25-45^0 eğime sahip alanlarda meydana gelmiştir (Şekil 87).



Şekil 87. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) heyelan alanlarının eğim gruplarına göre dağılışı

Eğim değerlerinin düşük olduğu sahalarda bile heyelanların meydana gelmesi litolojik yapı ve sismik aktiviteye bağlıdır.

Litolojik özellikler, sahanın heyelana karşı duyarlılığında önemli veriler sağlayabilecek niteliktedir. Gerçekten jeolojik yapı ve yamaç litolojisi veya malzemelerin özellikleri, duraysızlık modellerini doğrudan denetlemektedir (Gökçeoğlu ve Ercanoğlu, 2001:194). Çalışma alanında heyelanlar daha çok Solhan Formasyonu'na ait tüfler üzerinde meydana gelmektedir. Tüf ayrıştığında killi bir yapıya dönüşmektedir. Kilin suyu emerek ıslanması ve kayganlaşması heyelan oluşumunu kolaylaştırmaktadır. Yine Kohkale Tepe Lavı Formasyonu'na ait bazaltlar üzerinde de heyelanlar yoğundur (Şekil 88).

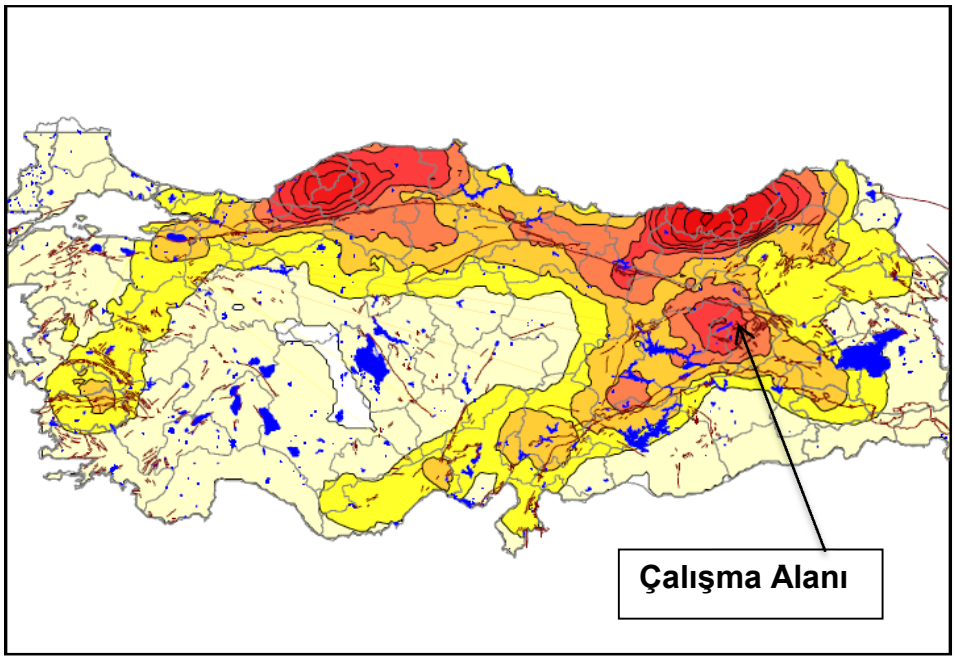


Şekil 88. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) heyelanların jeolojik formasyonlara göre dağılışı (Litoloji için bakınız Şekil 12)

Bazaltların ayrıştıklarında killi bir malzeme vermeleri ve geçirimsiz bir zemin oluşturmaları heyelana zemin hazırlamaktadır.

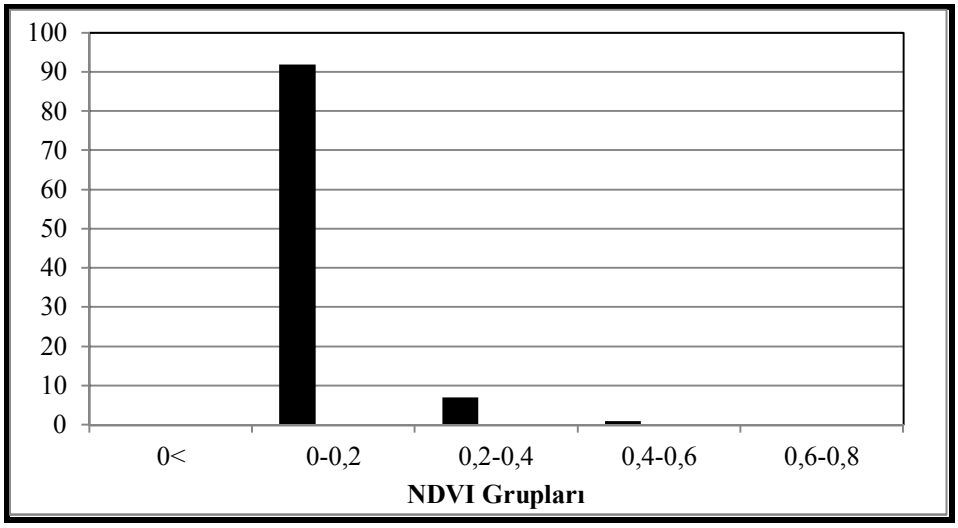
Fay-heyelan arasındaki ilişkiye dikkat çeken araştırmalarda faya yakınlığın heyelan duyarlılığını artırdığı ifade edilmiştir. Luzi ve Pergalani (1999), faylara yakın olmanın kayaçlarda parçalanmaya neden olabileceğini ve yamaçların duyarsızlığa daha duyarlı hale geleceğini belirtmiştir. Mehrotra ve diğ. (1992), tarafından yapılan bir çalışmada da, gözlenen heyelanların önemli bir bölümünün aktif fay zonuna 0-5 km mesafede meydana geldiği saptanmıştır. Heyelan olayları ile faylar arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Türkiye heyelan noktasal yoğunluk haritası (Heyelanlı yerleşim birimlerinin), Türkiye Aktif Fay Haritası'nda görülen faylar ve fay zonları ile uyum içindedir (Gökçe ve diğ. 2008). Nitekim KAF ve DAF'ın kesiştiği çalışma alanında bu

durum belirgindir. DAF Zonunun geçtiği Göynük Çayı Vadisi ve KAF ile DAF'ın kesiştiği Kargapazarı Havzası heyelanların yoğun olduğu alanlardır (Şekil 86, 89).



Şekil 89. Türkiye'de aktif faylar ve heyelan noktasal yoğunluk haritası (Gökçe ve diğ, 2008)

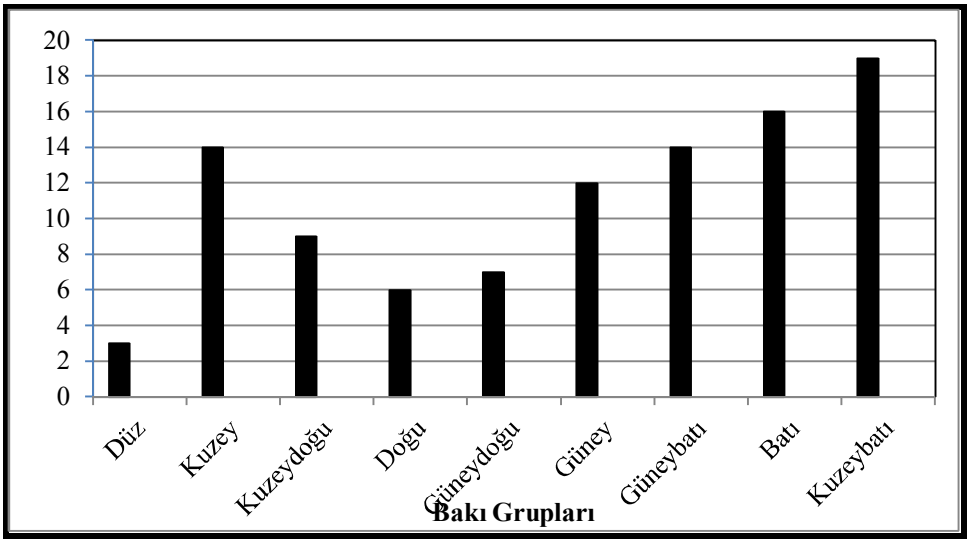
Jakob'un (2000), elde ettiği sonuçlara göre tahrip edilmemiş ormanlık alanlardaki heyelan frekansı diğer alanlara göre daha düşüktür. İnceleme alanında aktif heyelan alanlarının dağılışında bu durum belirgindir. Nitekim bitki yoğunluğunun ve ormanın fazla olduğu Devecik köyü ile Kaynak köyü arasında eğim ve yağış fazla olmasına rağmen heyelanlar etkili değildir. Heyelan-bitki örtüsü arasındaki ilişkiyi açıklamak için sahaya ait 2011 yılı Eylül ayında çekilmiş Landsat TM görüntüsünden Normalize Fark Bitki İndeksi (NDVI) çıkarılmıştır. Buna göre heyelan alanlarının % 92'si bitki örtüsünün seyrek olduğu 0-0,2 grubunda meydana gelmiştir (Şekil 90). Bunun yanında sahada bitki örtüsünün yoğun olduğu bazı sahalarda bile litoloji ve yüksek eğim nedeniyle heyelanlar yaşanmaktadır.



Şekil 90. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) heyelanların NDVI gruplarına göre dağılışı

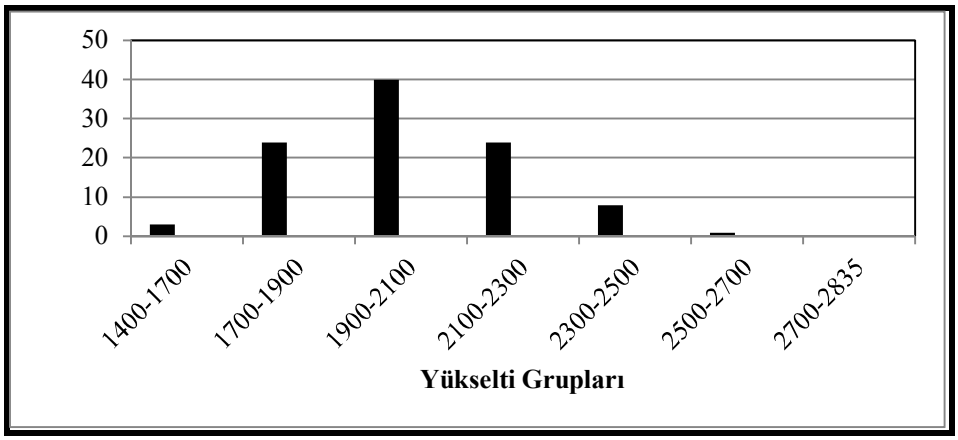
Heyelan konusunda bakı şartlarını oluşturan yapıcı unsurlardan ziyade var olan morfoloji sonucu ortaya konabilecek bakı faktörünün, klimatik parametreleri nasıl modifiye ederek etkilediği ilişkilendirilmelidir. Bu bakımdan yoğun yağış alan yamaçlarda heyelanların daha fazla olduğu gözlenebilmektedir. Bu noktada yağış birebir etkin bir süreç olabilir. Örneğin bölgedeki yağış eşik değerlerinin aşılmasıyla heyelanlar meydana gelebilmektedir. Bu açıdan yağış karşımıza tetikleyici bir faktör olurken, bazen de bakı hazırlayıcı faktör olmaktadır (Görüm, 2006:56).

Bakı etkisi çoğu zaman klimatolojik faktörlerin yerel şartlara bağlı olarak (sıcaklık ve yağış) değişmesi şeklinde görülmektedir. Havzada güneybatıdan gelen nemli hava kütlelerine açık olan yamaçlar daha fazla yağış almaktadır. Karlıova Havzası ve çevresinde heyelan-bakı ilişkisine bakıldığında; kuzeybatıya bakan yamaçlarda heyelanların % 19'u, güneybatıya bakan yamaçlarda % 14'ü meydana gelmiştir. Heyelanlı sahaların % 42'si kuzeye bakan yamaçlarda, % 33'ü ise güneye bakan yamaçlarda bulunmaktadır (Şekil 91). Bu durum kuzey yamaçlarda heyelanların yoğun olması üzerinde sıcaklık etkisini göstermektedir. Çünkü güney yamaçlarda düşen yağmur suyu kısa sürede buharlaşırken, kuzey yamaçlar daha nemlidir.



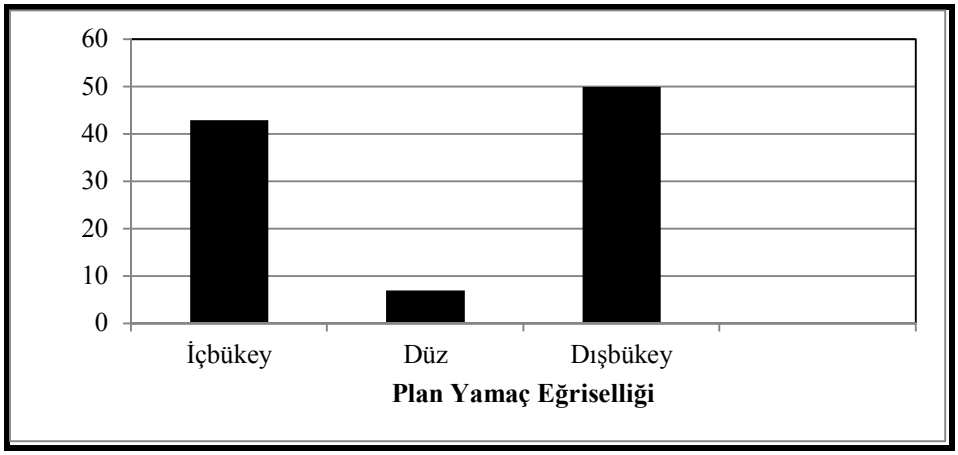
Şekil 91. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) heyelan alanlarının bakı gruplarına göre dağılışı

Göreceli olarak yüksek alanlar, alçak alanlara göre heyelana karşı daha duyarlı olarak değerlendirilmektedir. Bu sonucun özellikle dağlık bölgelerdeki yüksek kesimlerin daha fazla yağış alması ve vadilere oranla daha dik olan kesimlerde sismik ivmenin yatay bileşeninin 1,2 ile 1,5 kat daha fazla etkilemesiyle yükseltinin heyelanlar üzerindeki etkisi şeklinde ifade edilmeye çalışılmaktadır (Gökçeoğlu ve Ercanoğlu, 2001). Çalışma alanında heyelanların % 40'ı 1900-2100 m yükseltileri arasında meydana gelmiştir. 2700 m'nin üzerinde heyelan alanları yok denecek kadar azdır. Bu yükselti basamağını 1700-1900 m ve 2100-2300 m yükselti basamağı takip etmektedir (Şekil 92).

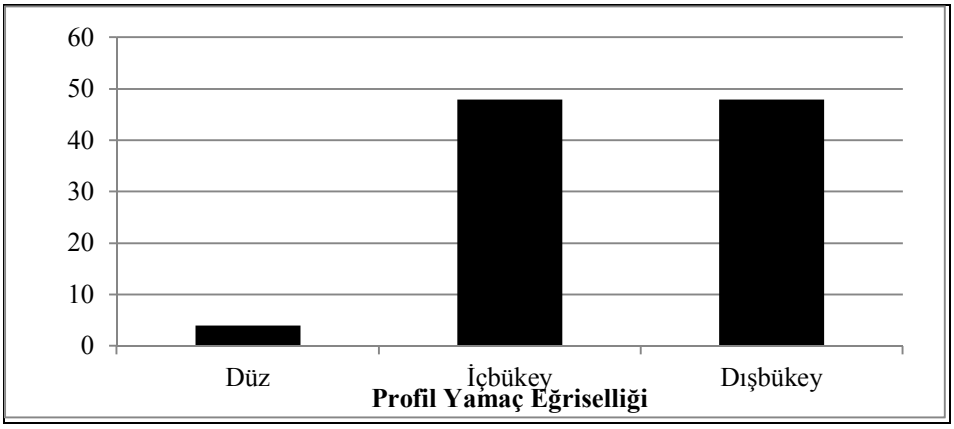


Şekil 92. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) heyelan alanlarının yükselti basamaklarına göre dağılışı

İnceleme alanında heyelanların 1900-2100 m arasında yoğunlaşması fayın bu yükseltilerden geçmesine bağlıdır. KAF'ın Kargapazarı Havzası'nda birbirine paralel faylardan oluşması ve fayların bu yükseltilerden geçmesi burada heyelanların yoğunlaşmasına neden olmuştur. Faylar burada yükselti ve eğim farklılıkları doğurmuştur. İnceleme sahasına ait yükselti sınıflarına göre heyelan yoğunluğunu gösteren grafik incelendiğinde yükselti ile heyelan arasında fazla bir ilişkinin olmadığı görülür. Bu durum heyelanları etkileyen faktörlerden yükseltiye göre daha kuvvetli parametrelerin bulunduğunu göstermektedir. Bu parametreler fayın doğurduğu eğim, litoloji ve iklim özellikleridir. Heyelanların oluşumunda yamaçların içbükey ya da dışbükey olması da etkilidir. Bu amaçla plan ve profil yamaç eğrisellikleri çıkarılmış, dışbükey yamaçlarda heyelan alanlarının daha fazla yer kapladığı görülmüştür (Şekil 93, 94).



Şekil 93. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) heyelanların plan yamaç eğriselliği gruplarına göre dağılışı



Şekil 94. Karlıova Havzası ve çevresinde heyelanların (Bingöl) profil yamaç eğriselliği gruplarına göre dağılışı

Karlıova Havzası ve çevresi akarsular ve yer altı suları açısından zengindir. Akarsuların yamaçlarını alttan oyması heyelanlara neden olmaktadır. Göynük Çayı Vadisi'nde bu durum belirgindir. İnceleme alanındaki heyelanların oluşumunda beşeri faktörler de etkili olmaktadır. Örneğin hidroelektrik santral yapımında çıkarılan hafriyatın yamaçların yükünü artırması Göynük Çayı Vadisi'nde heyelanlara neden olmuştur. Ulaşım hatları da heyelanlar üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir. Taşıtların yaptığı titreşimler heyelan oluşumunda etkili olmaktadır. Bu bakımdan ulaşım hatlarına uzaklık faktörü arttıkça heyelan olasılığı azalmaktadır. Bingöl-Erzurum karayolunun Göynük Çayı Vadisi'nden geçmesi araçların meydana getirdiği titreşim ve yük nedeniyle heyelanların gerçekleşme ihtimali bulunmaktadır. İnceleme alanında Göynük Çayı Vadisi'nde Aşağı Derinçay ile Kıraçtepe köyü arasında geniş alanlı heyelanlar etkili olmaktadır. Yine Devecik köyünde Göynük Çayı Vadisi'nin yamaçlarında vadiye doğru heyelanlar meydana gelmektedir (Foto 56)



Foto 56. Derinçay köyü ile Devecik köyü arasında aktif heyelanlar

Karlıova Havzası ve çevresinde heyelanlı sahalardan biri de Sudurağı köyüdür. Köyün güneyinde Göynük Çayı Vadisi'ne bakan yamaçlarda litoloji, eğim ve faylara bağlı olarak heyelanlar meydana gelmektedir. Buna karşın Sudurağı köyünün güneyinde tarım alanlarına zarar veren heyelanlar meydana gelmektedir. Köyün doğusunda

görülen heyelanlar karayolunu etkilemekte olup, bu saha ulaşım açısından risklidir (Foto 57).



Foto 57. Bingöl-Karlıova karayolunun Sudurağı mevkiinde zeminin hareketli olması karayolu için tehdit oluşturmaktadır.

İnceleme alanında Göynük Çayı Havzası'nda heyelanlı sahalardan bir diğeri de Kalencik köyü ve çevresi olup, bu sahada 1966 ve 1997 yıllarında heyelan meydana gelmiştir. Tektonik hatlara, litolojik yapıya bağlı olarak meydana gelen bu heyelanlar beşeri ve ekonomik sorunlara yol açmıştır. Kalencik köyünün mera alanlarını kullanılamaz hale getiren heyelanlar köyün içme suyu şebekesine de zarar vermiştir (Foto 58).



Foto 58. Karlıova Havzası'nın güneybatısında yer alan Kalecik köyünde meydana gelen heyelanlar beşeri ve ekonomik sorunlara yol açmaktadır

Karlıova Havzası'nın güneyinde aktif heyelan alanları fazlaca yer kaplamaktadır. Sahadan geçen DAF'ın meydana getirdiği eğim artışı ve elverişli litoloji heyelana uygun bir ortam hazırlamakta olup, Sakaören ve Serpmekaya köylerinde heyelan tehlikesi altında olan meskenler bulunmaktadır.

İnceleme alanında yer alan bir diğer heyelanlı saha Kargapazarı Havzası'nın doğusudur. KAF bu sahada fay basamakları ve buna bağlı olarak fay diklikleri oluşturmuştur. Ortaya çıkan diklikler heyelan oluşumunu kolaylaştırmaktadır. İnceleme alanının kuzeyinde heyelanlı sahalar Göynük Çayı Havzası'na göre daha azdır. Bu sahada Ilıpınar Fayı boyunca meydana gelen heyelanlar fazla alan kaplamamaktadır. Burada litoloji heyelan oluşumuna Göynük Çayı Havzası kadar elverişli değildir. Heyelan sahaları haritada adalar şeklinde yer almaktadır. İnceleme alanının kuzeyinde Suçatı köyünün güneyinde heyelanlı bir saha bulunmaktadır. Kayma yüzeyi belirgin olan heyelanın komlara zarar verme ihtimali yüksektir (Foto 59).

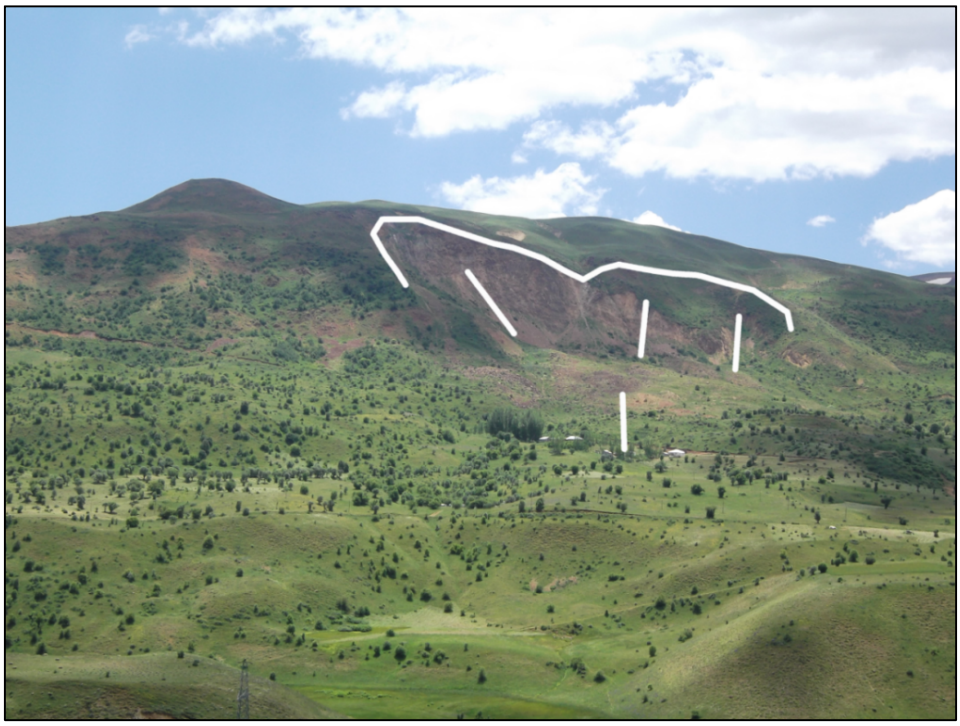


Foto 59. Suçatı köyünde meydana gelen heyelan

Sonuç olarak Karlıova Havzası'nda tektonik, litoloji, eğim, bakı, iklim özellikler ve bitki örtüsü şartları heyelanı hızlandırmıştır. Bu faktörleri etki derecesine göre sıraladığımızda tektonik özellikler, eğim, litoloji ve bakı başta gelmektedir. Göynük

Çayı Vadisi, Kargapazarı Havzası'nın doğusu, Karlıova Havzası'nın güneyi heyelanların yoğun olarak görüldüğü sahalardır.

3.2.9.2. Kaya Düşmeleri

Yapılan bir çalışmaya göre, 1950-2005 yılları arasında ülkemizde kaya düşmesine maruz kalan yerleşim birimi sayısı 899'dur (Gökçe ve diğ. 2006:3). Kaya düşmesi, sert ve yumuşak tabakaların üst üste geldiği eğimli yamaçlarda korniş biçimindeki kütlelerin farklı aşınımla dengelerini kaybedip eğim boyunca yuvarlanmaları, yamaç rölyefinin tekâmülü ile ilgili doğal bir olaydır. Düşen kaya bloklarının eğimli yamacın eteğindeki meskûn sahaya, kara ve demir yoluna doğru artan bir hızla yuvarlanmaları beklenmedik bir anda büyük zararlara sebep olur. Olayın sık sık tekrarlanması halinde bir afet şekline dönüşebilir (Biricik, 2001:9).

Karlıova Havzası ve çevresinde kaya düşmeleri jeolojik, jeomorfolojik ve iklim koşullarına ve sismik aktiviteye bağlı olarak meydana gelmektedir. Çalışma alanında litolojinin bazalt ve kalkerden meydana geldiği sahalarda kaya düşmesi etkili olmaktadır. Bazalt ve kalkerin çatlaklı bir yapıya sahip olması bu olayın gerçekleşmesini kolaylaştırmaktadır. Kaya düşmesi ya eğimin fazla olduğu plato yamaçlarında ya da yarılmanın fazla olduğu vadi yamaçlarında meydana gelmektedir. Bu sahalarda eğim değerleri fazladır. Bu durum kaya düşmesini kolaylaştırmaktadır.

Çalışma alanının iklim özellikleri de kaya düşmesine zemin hazırlamaktadır. Kaya bloklarının ana kütleden kopması iklim elemanlarına bağlıdır. Bu açıdan sıcaklık ve yağış önemli bir etkiye sahiptir. Sıcaklık farklarının ve donma-çözülmenin fazla olması bu etkiyi artırmıştır. Kış mevsiminde eriyen kar suları bazalt ve kalkerlerin arasında yer alan çatlaklardan sızarak derinlere doğru nüfuz eder. Derinlerde donan sular çatlakları genişleterek bloklar halinde parçalanmaya neden olur.

Kaya düşmesi yağışların fazla olduğu ilkbahar ve kış mevsimlerinde gözlenmektedir. Bu dönemlerde kayaçlarda yer alan çatlaklar vasıtasıyla içeriye giren suyun donma-çözülme sonucunda hacminin değişmesi kaya bloklarının parçalanmasında önemli bir etkiye sahiptir. Bunun sonucunda ana kütle ile bağlantıları kopan bloklar eğim doğrultusunda hareket etmektedir.

İnceleme alanında eğimin fazla olduğu yamaçlarda, düşen yağışların hızla akışa geçmesi kaya düşmesine neden olmaktadır. Karlıova Havzası ve çevresinde depremlerin

sık yaşanması da bu olayı tetiklemektedir. Bazaltlar üzerinde meydana gelen kaya düşmeleri kalkere oranla daha büyük boyutta olmaktadır.

İnceleme alanında kaya düşmeleri fayların meydana getirdiği dik yamaçlar boyunca ve derin vadi yamaçlarında görülmektedir. Volkanik plato sahalarına gelen bazaltların faylarla kesilmesi sonucu yüksek kornişler oluşmuştur. Bazaltlar yüksek eğime ve fiziksel çözülmeye bağlı olarak bloklar halinde koparak kaya düşmelerini oluşturmaktadır. Karlıova Havzası ve çevresinde kaya düşmeleri Devecik köyü ile Bahçeköy arasında yoğun olarak yaşanmaktadır. Bu alanlarda kaya düşmeleri yolları tehdit etmektedir (Foto 60)



Foto 60. Devecik köyü ile Bahçeköy arasında görülen kaya düşmeleri

Uludere, Uzunçayır ve Taşlıçay derelerinin oluşturduğu derin yamaçlarda da kaya düşmeleri etkili olmaktadır. Burada da litoloji bazaltlardan oluşmaktadır (Foto 61). Kantarkaya ve Tuzluca köylerinde kireçtaşına bağlı olarak kaya düşmeleri yaşanmaktadır. Burada Ilıpınar Fayı dik yamaçlar oluşturmuştur. Litolojinin de uygun olması kaya düşmelerine neden olmaktadır.



Foto 61. Uludere Vadisi'nin yamaçlarında kaya düşmeleri yaşanmaktadır

DAF'ın Sakaören köyünde oluşturduğu dik yamaçlar da kaya düşmesi sorununu doğurmuştur. Köyde kaya düşmeleri meskenleri tehdit etmektedir (Foto 62).



Foto 62. Sakaören köyünde kaya düşmeleri

3.2.9.3. Çığ

Çığ bitki örtüsünden yoksun eğimli yamaçlarda karmaşık atmosferik koşullara bağlı olarak biriken karın eğim boyunca iç ve dış kuvvetlerin etkisiyle başlayan bir hareket sonucu kaymasıdır (Bacanlı ve diğ. 2003; Şahin ve Sipahioğlu, 2003; Schweizer, Jamieson, and Schneebeli, 2003).

Çığ Baltık Ülkeleri, Kanada ve bazı Asya ülkeleri, çoğunlukla İsviçre, Avusturya ve Fransa'yı derin bir şekilde etkilemektedir. Bu etki son 15 yıl içinde 1500'den fazla insanın ölümüyle kendini göstermiştir (DAÖİKB, 2000;Ertürkmen, 2006). Türkiye'de de çığın etkileri dünyadakine benzerdir. Türkiye'nin topoğrafik koşulları, iklim koşulları ve insan aktiviteleri nedeniyle meydana gelen çığlar can ve mal kayıplarına neden olmuştur (Taymaz, 2001; Şahin ve Sipahioğlu, 2003; Taştekin, 2012).

Çalışma alanının bulunduğu Bingöl, Doğu Anadolu Bölgesi'nde çığdan etkilenen insan sayısının en fazla olduğu ildir (Özşahin ve Kaymaz, 2014:2). Bu çalışmada Doğu Anadolu'da çığ riskinin en fazla olduğu illerden biri de Hakkâri, Bitlis, Muş'tan sonra Bingöl'dür.

İnceleme alanında çığların meydana gelmesi iklim koşullarına, bitki örtüsünün seyrek olmasına, eğimin fazla olmasına ve depremlerin meydana gelmesine bağlıdır. Havza ve çevresinde çığ hem ulaşımı hem de meskenleri etkilemektedir. Uzun geçen kış mevsimi ve bu mevsimde bol miktarda düşen kar, kar toplanmasına uygun yamaçların bulunması, tektonik olarak hareketli bir saha olması nedeniyle meydana gelen yer sarsıntıları ve faylanma sonucu oluşan dik yamaçlar çığların meydana gelmesini sağlamıştır. Nitekim 12 ve 14 Mart 2005 Karlıova depremleri nedeniyle çığlar meydana gelmiştir. Bitki örtüsünün seyrek oluşu da bu durumu kolaylaştırmaktadır.

Sakaören, Suçatı, Alabalık, Kantarkaya, Kıraçtepe ve Çukurtepe köylerinde çığ nedeniyle mesken nakilleri yaşanmıştır. Karlıova Havzası'nın hemen güneyinde yer alan Sakaören köyünde kış mevsiminde kar yağışının fazla olduğu dönemlerde çığ meydana gelmektedir. Çalışma sahasının tektonik açıdan aktif bir sahada olması nedeniyle depremlerin sık yaşanması da çığ oluşumunu kolaylaştırmaktadır. Karlıova Havzası'nın kuzeyinde yer alan Suçatı ve Çukurtepe köylerinde de benzer nedenlerden dolayı çığ meydana gelmektedir. Göynük Çayı Vadisi'nde yer alan Kıraçtepe köyünde DAF Zonu'na bağlı olarak meydana gelen eğime bağlı olarak çığ yaşanmaktadır. Karlıova Havzası'nın doğusunda yer alan Kargapazarı ve Alabalık köyleri KAF, DAF

ve Varto Fayları'nın birbirleriyle kesiştiği sahada bulunmaktadır. Bu faylar çığın meydana gelmesi için gereken eğimli yamaçların oluşmasını sağlamıştır. Bitki örtüsü seyrek olan sahada kar yağışları da fazladır.

Çığ çalışma alanından geçen Erzurum-Bingöl karayolunun 1992–2004 yılları arasında 7 defa kapanmasına neden olmuştur. Karasal iklim koşullarının hüküm sürdüğü karayolu boyunca şiddetli kış koşulları hüküm sürmektedir. Özellikle Erzurum-Çat-Karlıova ve Göynük köyüne kadar olan güzergâh boyunca kışın hem sıcaklıklar oldukça düşük hem de yoğun kar yağışı görülmektedir. Erzurum, Bingöl ve kısmen Karlıova İstasyonlarının meteorolojik parametreleri karayolu güzergâhında yılın önemli devresinde çetin kış koşullarının yaşandığını göstermektedir. Örneğin, hava sıcaklıkları Erzurum'da -30,1^{0}C, Bingöl'de -25^{0}C'ye kadar düşmekte; kar örtüsünün kalınlığı, Karlıova'da 263 cm'yi bulmakta, ortalama karla örtülü gün sayısı da Erzurum'da 181 gün, Karlıova'da 141 gün ve Bingöl'de 79 gün kadardır. Karayolunun yıl içinde kapanma tarihleri daha çok Ocak (24), Şubat (21) ve Mart (17) aylarında olmuştur. Belirtilen ayları Aralık (10), Kasım (6), Nisan (4) ve Ekim (2) ayları takip etmektedir (Sever, 2005:294–295).

3.2.10. Yapısal Şekiller

Karlıova Havzası ve çevresinde doğrultu atımlı rejim etkisinde Neotektonik dönemin başlamasıyla kırıklı yapılar gelişmiştir. Kuzeyde KAF ve güneyde DAF çalışma alanının en önemli yapısal öğelerini oluşturmaktadır. DAF ve KAF'ın doğrultu atım yanında düşey atım göstermesi yer şekillerini karmaşık bir hale getirmiştir. Bu bölümde faylı yapıya bağlı şekiller değerlendirilecektir.

3.2.10.1. Faylı (Kırıklı) Yapılara Bağlı Gelişmiş Yerşekilleri

Yerkabuğunu meydana getiren formasyonlar her zaman düzenli bir diziliş ve uzanış göstermezler. Çoğu yerde kırılmış, bükülmüş ve eğimlenmiş halde bulunurlar. Durumları değişmiş, kırılmış veya kıvrımlanmış, birbirinden ayrılmış, yer değiştirmiş yapılara genel anlamda ***disloke yapı*** adı verilir. Bu şekildeki yapılar ilk ve esas şekillerini geniş ölçüde değiştirmiş olduklarından aynı zamanda deforme strüktürlerdir. Disloke yapılar grubuna kıvrımlı ve kırıklı yapılar girer. Gerek yeryüzüne yakın, gerekse yerin derinliklerinde bulunan kayaç ve tabakaların şekil ve durum değiştirmelerine neden olan hareketler tektonik hareketler adı altında toplanır. Disloke

yapıların oluşumuna neden olan iç kuvvetlerin kökenini, niteliğini, şiddetini, doğrultusunu ve zamanını belirlemek ve açıklamak jeolojinin bir kolu olan tektoniğin konusunu oluşturur. Ancak dislokasyon olayları yani tektonik etkisini ve sonucunu yerkabuğunun şekillenmesinde ve biçim değiştirmesinde gösterir. Dolayısıyla jeomorfolojiyi yakından ilgilendirir (Karadoğan, 2005).

Karlıova Havzası ve çevresi ile ilgili olarak yapılan jeolojik çalışmalar ve arazi gözlemleri sayesinde tektonik ve strüktüral durumların tespiti mümkün olmuştur. Tektonik haritasından da anlaşılacağı üzere Karlıova Havzası ve çevresi çok yoğun tektonik hareketler nedeniyle disloke yapıların fazla olduğu aktif bir tektonizma kuşağındadır (Şekil 16). Bu nedenle faylanmalar ve kırılmalara bağlı olarak disloke yapılara özgü yerşekilleri oldukça yaygındır.

İnceleme alanında görülen formasyonlar her yerde düzenli bir diziliş ve uzanış göstermemektedir. Çoğu yerde ilk özellikleri bozularak çarpılmış, kırılmış, bükülmüş ve eğimlenmiş bir haldedirler. Faylanma sonucu kazanılan bu yapılara bağlı olarak yer şekillerinde önemli değişiklikler yaşanmaktadır. Bu değişim çalışma alanının tektonik yapılarının incelenmesi ile ortaya çıkmaktadır.

Araştırma sahasında tektonik yapılara bağlı olarak **fay diklikleri** (Eğim kırıklıkları), **fay gölleri (Sag-Pond), çizgisel çöküntü alanları, ötelenmiş akarsular, fay vadileri, fay basamakları**, **fay façetaları**, **asılı vadiler, pull-apart** (çek-ayır) **havzalar**, **çizgisel vadiler**, **sıcak su kaynakları**, **traverten taraçaları**, **uzamış sırtlar**, **basınç sırtları, asimetrik vadi** ve **havzalar**, **birikinti konileri** ve **kütle hareketleri** gibi oldukça değişik şekiller oluşmuştur.

Bu bölümde Karlıova Havzası ve çevresinde faylanmaya bağlı olarak oluşan şekillerden fay diklikleri, fay gölleri, çizgisel çöküntü alanları, asılı vadiler, akarsu ötelenmeleri ve uzamış sırtlar değerlendirilecektir.

İnceleme alanında dağlık alanlar bindirme fayları ve doğrultu atımlı faylarla kesilmiştir. Birbirine paralel faylarla kesilen dağlık alanlarda yer şekilleri karmaşık bir yapı kazanmıştır. Faylarla kesilen sahalarda yeni şekiller oluşmaya başlamıştır. Bunların başında **fay diklikleri** gelmektedir. Karlıova Havzası'nın dört bir yandan faylarla çevrili olması havzanın çevresinde fay dikliklerinin oluşmasını sağlamıştır. Havzanın kuzeyinde düşey atımı 1000 m'nin üzerinde olan fay diklikleri bulunmaktadır (Şekil 95, Foto 63).



Şekil 95. Karlıova Havzası'nın kuzeyinde yer alan fay diklikleri



Foto 63. Karlıova Havzası'nın kuzeyinde yer alan fay diklikleri

DAF'ın inceleme alanında düşey atım özelliği de göstermesi fay dikliklerinin yaygın olmasını sağlamıştır. Fay diklikleri özellikle Göynük Çayı Vadisi boyunca DAF'a bağlı olarak meydana gelmiştir. Bu diklikler alçak volkanik plato sahalarını birbirinden ayırmıştır.

İnceleme alanının kuzeyinde Peri Suyu Vadisi boyunca Ilıpınar Fayı'na bağlı olarak fay diklikleri oluşmuştur. Kantarkaya köyünün kuzeyinde yer alan fay dikliğinin düşey atımı 1000 m'nin üzerindedir (Şekil 96).



Şekil 96. Kantarkaya Dağı'nın güneyinde Ilıpınar Fayı'na bağlı olarak oluşan diklikler

Batıda Bahçeköy ve Toklular Fayları'nın dağlık sahayı kesmesi ile fay diklikleri meydana gelmiş olup, düşey atım değeri 1000 m'nin üzerindedir (Foto 64).



Foto 64. Bahçeköy'de oluşan fay dikliğinde düşey atım 1000 m'nin üzerindedir

Karlıova Havzası'nın güneyinde Sakaören köyü ile Bahri Gölü arasında düşey atım değeri 1000 m'nin üzerinde olan fay diklikleri görülmektedir (Şekil 97).



Şekil 97. Sakaören köyünün kuzeyinde DAF'ın oluşturduğu fay diklikleri

İnceleme alanında faya paralel kesilmiş olan sırtların oluşturduğu **fay gölleri** fazladır. Doğrultu atımlı fay sistemlerinde doğrusal gidişli gevşeten ya da sıkıştıran büklümler (bend) ya da sıçramalar yapması (step-over) fayın yönüne bağlı olarak küçük ölçekli yükselmeler ve alçalmalar ile sonuçlanmaktadır. Alçalmaların genel sonucu batık göl (sag-pond) ismi verilen küçük çöküntü alanlarıdır. Bu yapılar makaslama zonunun evrimindeki ileri aşamalarda daha büyük ölçekli morfolojik elemanlara dönüşebilir (Tüysüz ve Erturaç, 2005/a). Karlıova Havzası ve çevresinde bu göller DAF Zonu boyunca görülmekte olup başlıcaları Bahri, Kırklar, Sakaören, Karagöl, Ciligöl'dür (Şekil 98).



Şekil 98. Karlıova Havzası'nın güneyinde DAF Zonu boyunca göller yer almaktadır.

Karlıova'nın 11 km doğusunda yer alan **Bahri Gölü,** yaklaşık 1150 m^2'lik alana sahip olup, Bingöl sınırları yer alan en büyük göldür. Deniz seviyesinden 2000 m yükseltide olan gölün, güneye bakan yamaçlarında eğim 20^0 iken, doğuya bakan yamaçlarda 17^0'nin altına düşmektedir. Kar ve dip suları ile beslenen gölün alanı kar erimeleri ve yağışın etkisiyle yaz başlarında 1500 m^2'yi geçmektedir.

Sakaören köyünün kuzeydoğusunda yer alan **Kırklar Gölü,** deniz seviyesinden 2000 m yükseklikte olup, 150 m^2'lik alan kaplamaktadır. Gölün doğuya bakan yamaçlarında eğim 25^0'nin üstünde iken, kuzey yamaçlarda 20^0 civarındadır.

Karlıova Havzası'nın güneyinde yer alan **Sakaören Gölü,** deniz seviyesinden 2050 m yüksekliktedir. DAF'a bağlı olarak oluşan çizgisel görünümlü bir çukura yerleşen gölün, kuzey ve güneye bakan yamaçlarında eğim 20^0'nin üzerindedir. Karlıova Havzası ile Kargapazarı köyü arasında yer alan **Karagöl,** deniz seviyesinden 1850 yükseklikte yer almaktadır. Yaklaşık 175 m^2'lik bir alana sahip olan göl, sazlık ve bataklığa dönüşmüştür (Foto 65).

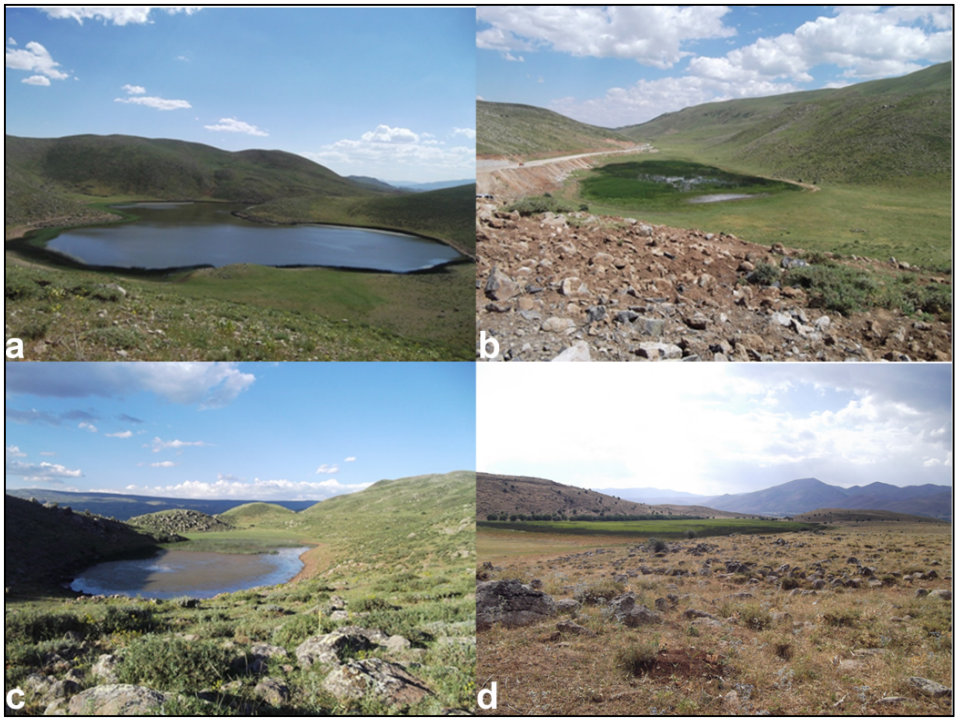


Foto 65. İnceleme alanında yer alan başlıca göller a) Bahri Gölü b) Kırklar Gölü c) Sakaören Gölü d) Karagöl

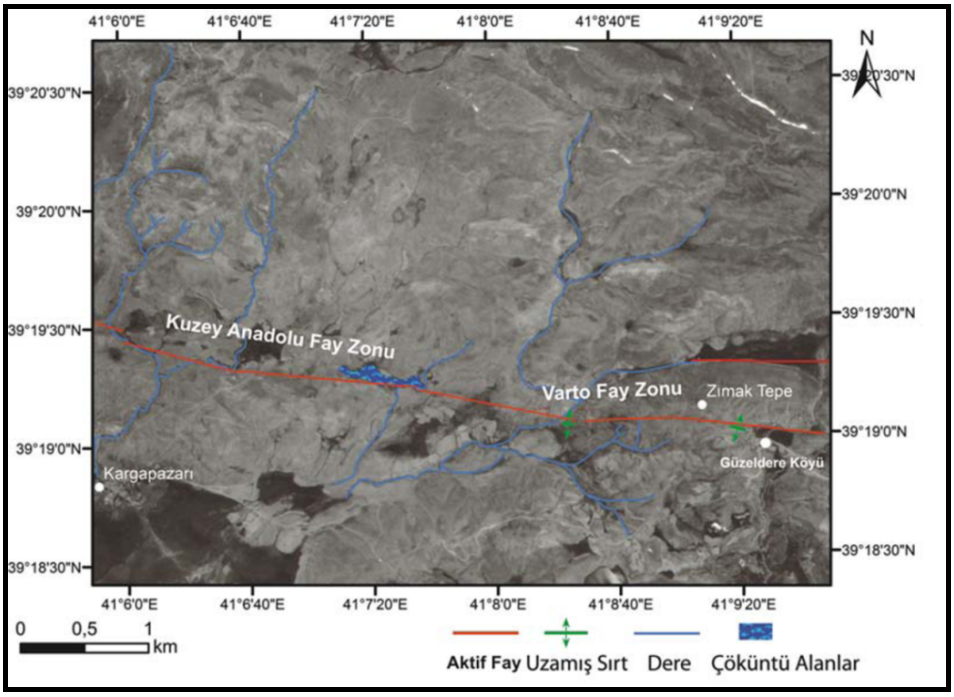
Çalışma alanının güneydoğusunda Varto Fayı'na paralel uzanan sağ-yanal atımlı faylar bulunmaktadır. KB-GD uzanımlı sağ yanal fayların üzerlerinde oldukça fazla genişlemeli yapılar (belverme gölcüğü gibi) vardır (Akyüz ve diğ. 2010:43). DAF Zonu boyunca Göynük Çayı Vadisi'nde ve Varto Fayı, KAF (Ilıpınar Fayı) boyunca Yoncalık Havzası ve güneydoğuda çizgisel çöküntü alanlarını görmek mümkündür (Foto 66).



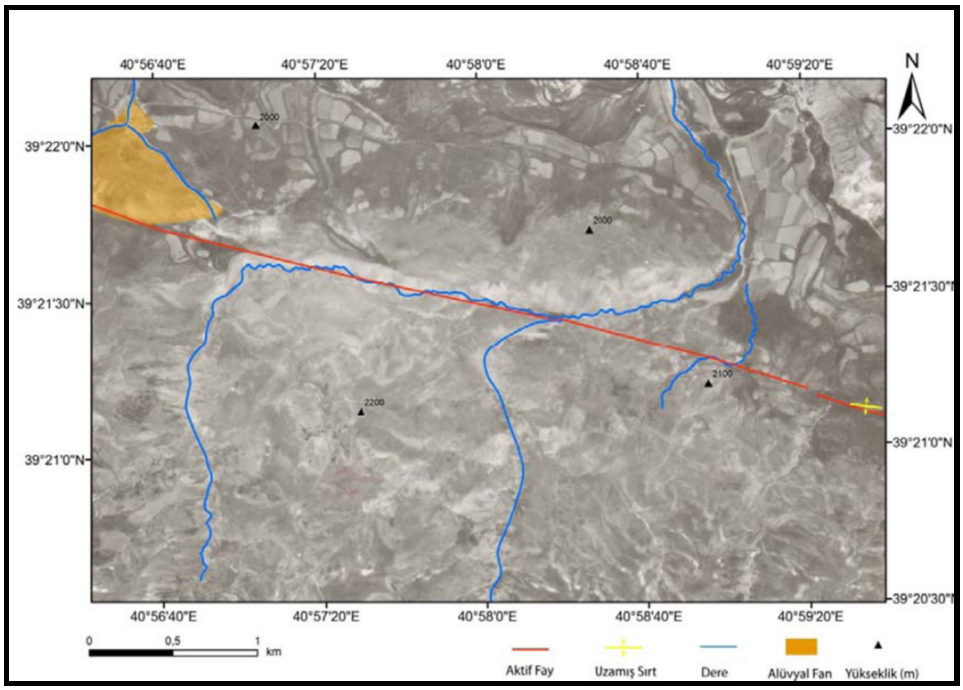
Foto 66. DAF'ın Aşağı Derinçay köyünde oluşturduğu çizgisel çöküntü alanı

Karlıova Havzası'nın hemen güneyinde DAF'ın meydana sebep olduğu düşey atım asılı vadi oluşturmuş olup, Sakaören köyünün doğusunda bunu görmek mümkündür (Foto 44).

İnceleme alanında doğrultu atımlı fayların morfolojiye en belirgin yansımalarından biri de **akarsu ötelenmeleridir**. Doğrultu atımlı faylarda morfolojik yüzey, fayın atım karakterine bağlı olarak sağa veya sola doğru ötelenmiş halde olur. Peri Suyu ve Göynük Çayı Havzası'nda ötelenmeler birkaç km'yi bulmaktadır. Araştırma sahasında faylanmaya bağlı olarak oluşan şekillerden bir diğeri de **uzamış sırtlardır**. Göynük Segmenti'nin, uzun ekseni 150–400 m arası değerler alan basınç sırtları Sakaveren köyünün güneybatısında görülmektedir (Akyüz ve diğ. 2010:15). Varto ve Ilıpınar Fayları'na bağlı olarak da uzamış sırtlar oluşmuştur (Şekil 99, 100).



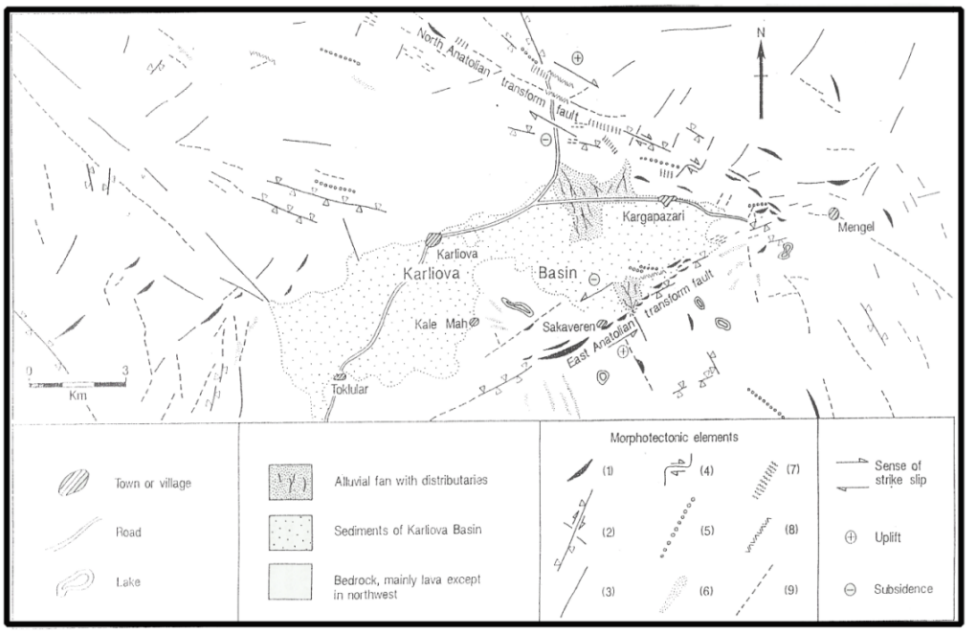
Şekil 99. Varto Fayı ve KAF'ın kesişme noktasındaki morfolojik yapılar



Şekil 100. Ilıpınar Fayı'nın Çatak güneyinde uzun dönem aktivitesini gösteren morfolojik veriler (Akyüz ve diğ. 2010)

Sonuç olarak Karlıova Havzası ve çevresinde sağ/sol yanal atım ve düşey atımlı fay morfolojisine ait şekillere işaret eden çok sayıda veri vardır. Fay diklikleri, fay

gölleri, çizgisel çöküntü alanları, ötelenmiş akarsular, uzamış sırtlar, zon boyunca birdenbire yükselen topoğrafya, alçalan blokta korunmuş birikinti konileri, kırıkları işaret eden kaynaklar, fay hattına paralel ve lineer akan akarsular, bu verilerden bazılarıdır (Şekil 101). Asıl önemlisi de özellikle DAF'ın kendi oluşturduğu şekilleri yine kendisi deforme ederek fay morfolojisi açısından ilginç, bir o kadar da çok dinamikle ve vetirelerle şekillenmiş rölyefi ortaya çıkarmış olmasıdır.



Şekil 101. Karlıova Havzası'nda faylanmaya bağlı olarak oluşmuş şekiller: 1-Üçgen yüzeyler, 2-Çizgisel yüzeyler, 3-Çizgisel akarsular, 4-Ötelenmiş akarsular, 5-Uzamış sırt, 6-Çıplak yüzeyler (Tutkun ve Hancock, 1990)

3.2.11. Volkanik Şekiller

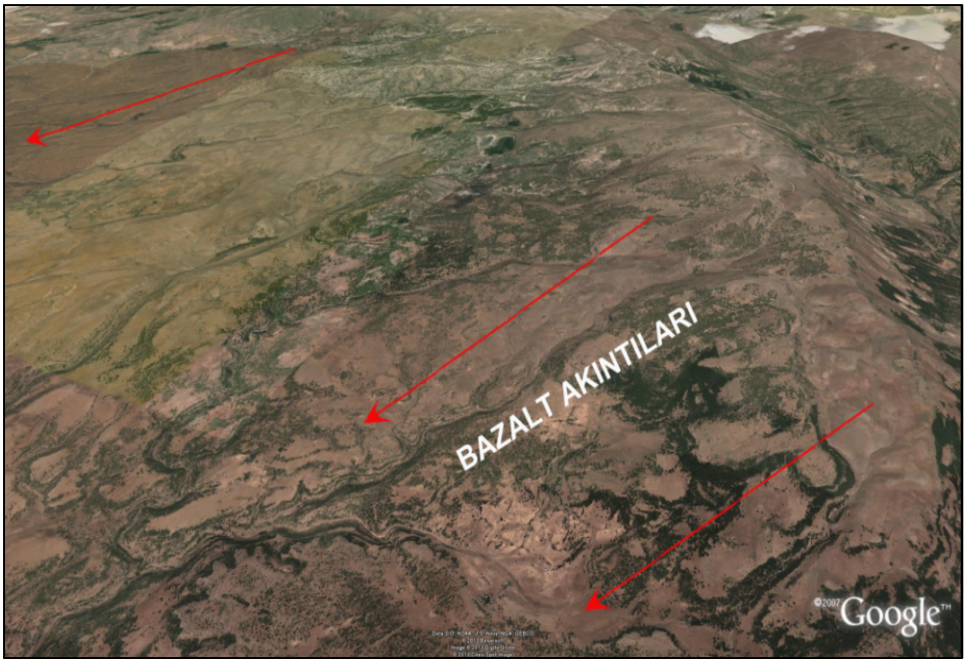
Karlıova Havzası ve çevresinde volkan konisi ve lav akıntılarından oluşan şekiller ve kornişli vadiler bulunmaktadır. Bir bölümü çalışma alanında kalan Bingöl Dağı, Üst Miyosen- Pliyosen yaşlı tabla-kalkan şeklinde sönmüş bir volkanik dağdır.

Üst Miyosen'de beliren yarık boyunca kendini gösteren volkanizma önce andezit, traki-andezit, tüf ve aglomera ile başlamış, çıkan lavlar daha sonra bazik karakterli bir yapıya bürünmüştür. Bingöl Volkanitleri'nin bu ilk yayılımı, dağın bugünkü morfolojisi ile sınırlı olmayacak kadar geniş bir alan içinde gerçekleşmiştir (Tonbul, 1996:332). Güney yarısı fay tarafından kesilmiş olup, bu yamaçlarda yoğun olarak kütle hareketleri yaşanmaktadır. Bingöl Dağı üzerinde Pleyistosen glasyasyonu

sonucu oluşmuş çok sayıda göl bulunmaktadır. Dağın inceleme alanında kalan bölümünde 2000-2250 m yükseltileri arasında alçak volkanik platolar, 2250-2500 m yükseltileri arasında yüksek volkanik platolar görülmektedir.

Bir bölümü inceleme sahasında yer alan Şerafettin Dağları, Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı, kalkan veya tabla kalkan şeklinde sönmüş bir volkanik dağdır. Yapısını bazalt ve andezitlerin oluşturduğu kütle üzerinde eğim değerleri son derece azdır. Dağlık saha üzerinde yer alan plato düzlükleri engebesiz ve çayırlarla kaplı olduğundan yöre halkı için mera alanı olarak kullanılmaktadır. İnceleme alanının batısında yer alan Turna ve Şeytan Dağları da volkanizma ile oluşmuştur. Bu dağlar üzerinde plato düzlükleri bulunmaktadır.

Karlıova Havzası ve çevresinde volkanik malzemenin akarsular tarafından aşındırılması alçak volkanik, yüksek volkanik ve en yüksek volkanik platoların geniş alan kaplamasını sağlamıştır. Karlıova Havzası'nın batısında Kartal Tepe'nin yamaçlarından Göynük Çayı'na ulaşan bazalt akıntıları seçilir (Şekil 102, Foto 67). Bazalt akıntısının uzunluğu 10 km'yi, genişliği ise 5 km'yi bulmaktadır.



Şekil 102. Kartal Tepe'nin doğu yamaçlarında bazalt akıntıları belirgindir



Foto 67. Devecik köyü kuzeyinde alçak volkanik plato üzerinde bazalt akıntıları yer alır

Araştırma sahasında görülen kornişli vadiler de volkanik şekiller içinde değerlendirilmiştir. Kornişli vadiler Kaynak köyü ile Devecik köyü arasında görülmektedir. Üst Miyosen yaşlı bazaltlara gömülen akarsu vadilerinin yamaçlarında korniş oluşmuştur. Kornişli vadi oluşturan akarsular Uzunçayır Deresi, Çalkani Deresi ve Uludere'dir.

3.2.12. Akarsu Şebekesinin Karakteri, Kuruluşu, Gelişmesi

Akarsu kuruluşu, gelişimi bir sahanın morfolojik gelişmesinin açıklanması açısından öneme sahiptir. Çeşitli kayaçlardan oluşan inceleme alanında yapı ile hidrografya şartları arasında yakın bir ilişki vardır. Yapıyı oluşturan tabakaların duruşu, oluşum zamanlarının farklı oluşu, formasyonları meydana getiren farklı fiziksel ve kimyasal özellikteki kayaçlar aşınım ve birikim şekillerinin farklı olmasını sağlayarak morfolojik gelişim ile birlikte akarsu ağı üzerinde etkili olmaktadır.

Yeryüzü şekilleri iç ve dış etken ve süreçlerin karşılıklı faaliyetleri sonucunda meydana gelirler. Nitekim iç etkenler yapı ve litoloji yolu ile önemli etkiler yaparken gelişme modelleri ve doğrultuları da belirler. Fakat hangi yapı ve litoloji üzerinde olursa olsun, bu kategorideki topoğrafya şekillerinin oluşumunda, evriminde, nihai şekillerin meydana gelişinde ve bu bakımdan çeşitli alanların farklılaşmasında dış etken ve

süreçler genelde ve ayrıntıda kesin rol oynamaktadır. Bu dış etkenlerin başında Karlıova Havzası ve çevresinde etkili olan flüvyal süreçler gelmektedir. Flüvyal süreçlerle yeryüzünün şekillenmesi vadileri izleyerek meydana gelir. Bu nedenle gerek akarsu çığırlarının ne gibi şartlar altında belirlendiği, yani gerek vadi kuruluşu, gerekse bunların evrimi ve muhtelif şekillerde birleşmeleri sonucunda ortaya çıkan akarsu şebekesi özelliğinin, başka deyişle drenaj tipinin nasıl meydana geldiğini açıklamak morfoloji açısından önemlidir. Böyle bir inceleme, aynı zamanda yapı ve litolojinin bölgenin şekillenmesinde oynadığı rolü ve bu alanın morfolojik evrimini ortaya koymak bakımından da gereklidir (Erinç, 2000).

Karlıova Havzası genelde yoğun bir vadi şebekesine sahiptir. Doğu ve güneydoğuda plato düzlükleri hariç tutulursa kuzeyde Peri Suyu'na, bu sahanın güneyinde Göynük Çayı'na doğru vadi şebekesi kurulmuştur. Eriyen kar suları, yağışlar ve kaynak suları ile beslenen akarsuların en çok su taşıdığı dönem ilkbahar sonlarıdır. Akarsu vadilerinin genel eğim yönünü fay hatları belirler. Çünkü ana akarsular fay hatlarına yerleşmiştir.

Türkiye'de hem de yakın jeolojik devirde meydana gelmiş akarsu şebekesi ile bugünkü arasında çok büyük farklar vardır. Bunda esas rolü, tektonik stil, genç tektonik hareketler ve dolayısıyla volkanik faaliyetler oynamışlardır. Klimatik etkenlerin rolü ise çok daha azdır. Öyle ki bugün Tersiyer başı veya ortalarına ait hemen hemen hiçbir iz kalmamıştır (Ardos, 1993-1996).

Neotektonik dönem öncesinde çalışma alanının akarsu şebekesi ile ilgili veri bulunmamaktadır. Neotektonik dönemde inceleme alanında akarsu şebekesinin kurulması üzerinde DAF ve KAF önemli ölçüde etkili olmuştur. Araştırma sahasının kuzeyinde akarsu şebekesi güneyine göre daha erken kurulmuş olmalıdır. Çünkü çalışma alanının kuzeyinde KAF güneyde etkili olan DAF'a göre daha erken ortaya çıkmıştır. KAF'ın meydana getirdiği dik yamaçlar buradan Peri Suyu'na doğru eğime uygun vadilerin ve akarsuların kurulmasını sağlamıştır. Peri Suyu'na doğru kuzeyden ve güneyden akan akarsular konsekant bir özelliğe sahiptir.

DAF Orta Pliyosen'de inceleme alanının en önemli yapı öğesi duruma gelmiş ve sahada dar ve derin bir hendek doğurmuştur (Tonbul, 1990/a:346). Bu aşınım yüzeyine doğru Göynük Çayı'na katılan akarsular vadilerini kurmuşlardır. Göynük Çayı'na kuzeyden bağlanan Uludere ve Uzunçayır Deresi, Üst Pliyosen-Alt Pleyistosen'de devreye giren Bahçeköy ve Toklular Fayları'na bağlı olarak kurulan vadilere

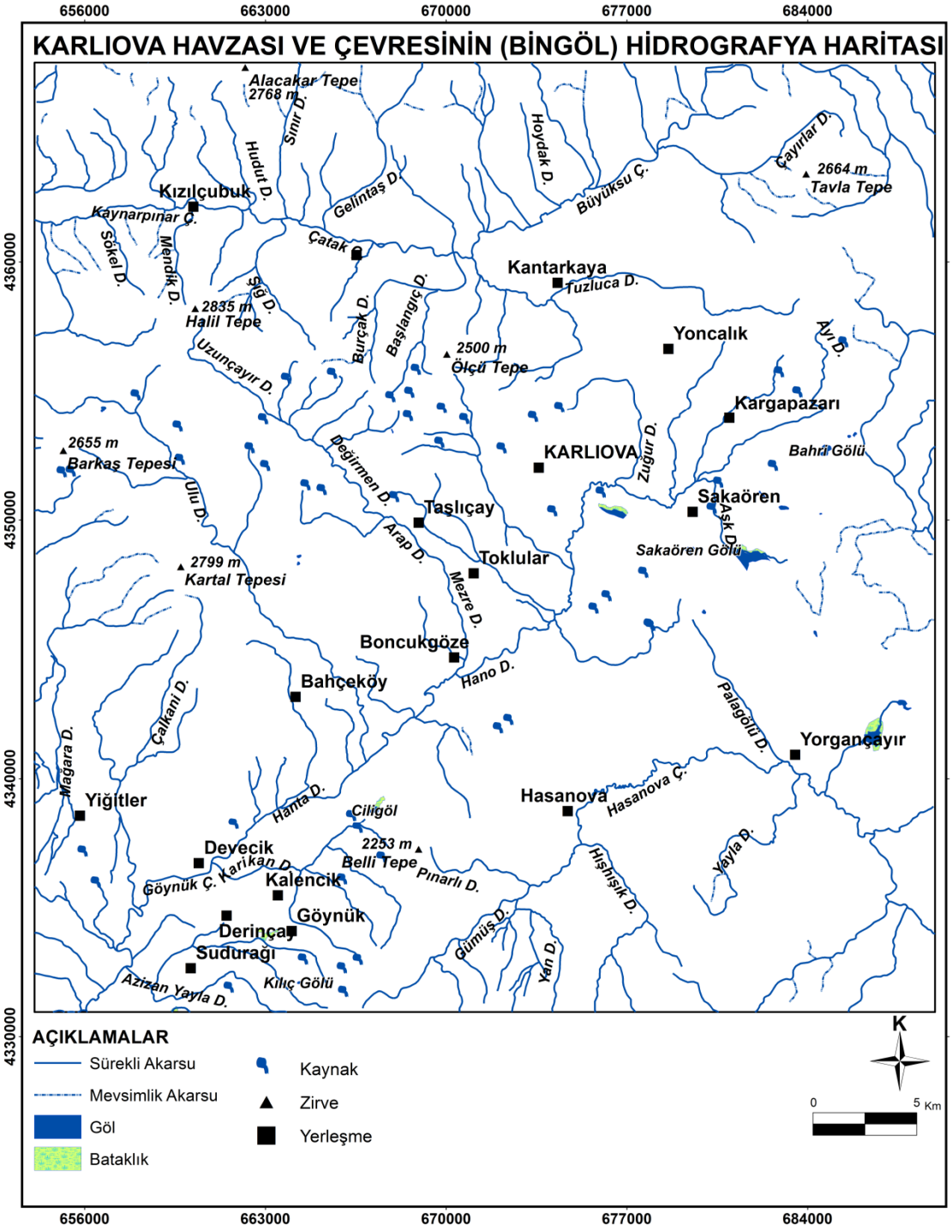
yerleşmiştir. Bu akarsulara eğime bağlı olarak kurulan akarsular katılmıştır. Göynük Çayı'nın katılan bu akarsularla güçlenmesi ve meydana gelen epirojenik hareketlerle yatağını kazması Karlıova Havzası'nın dış drenaja bağlanmasını sağlamıştır. Havza dış drenaja Kuvaterner'de bağlanmıştır. Ardos (1993-1996); Türkiye'de akarsu şebekesinin kuruluşunun çok yeni olduğunu, hatta halen devam ettiğini belirtmektedir. Akarsu şebekesi aynı zamanda Pliyo-Kuvaterner'den daha eski bir devrenin mahsülü değildir. O zamandan beri çok değişmişlerdir. Adeta Kuvaterner'e has bir akarsu şebekesi kurulmuş, gelişmiş ve gelişmektedir. DAF ve KAF'a bağlı olarak meydana gelen gençleşmeler akarsuların yatak eğimlerini artırmış, buna bağlı olarak yatakları derinleşmiştir. Akarsular, morfolojik gelişim evreleri ve süreçleri içinde yapıya ve yer şekillerine uyarak onların özelliğini yansıtırlar ve zamanla birtakım özellikler kazanarak farklı drenaj tiplerini oluştururlar. Topoğrafya şekilleri ile drenaj tipleri arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Bu nedenle flüvyal şekillenmenin etkili olduğu bölgelerde jeomorfolojik gelişimin açıklanmasında drenaj tiplerinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Karlıova Havzası ve çevresinin hidroğrafya haritası değerlendirildiğinde havza ve çevresinde sentripetal, kafesli, örgülü, paralel-subparalel, radyal ve ötelenmiş drenaj tipleri görülmektedir (Şekil 103).

Karlıova Havzası'nın etrafı dağlık sahalarla çevrili olduğundan havzada kurulan akarsular sentripetal drenaj özelliği göstermektedir. Bu tip drenaj ağı, tektonik depresyonlarda, kaldera ve kraterlerde görülmektedir. Karlıova Havzası da bir tektonik depresyon olduğu için dağlık alanlardan havzaya konsekant inen akarsular bu drenajı oluşturmaktadır. Bu akarsular depresyonun meydana geldiği andaki meyillere konsekanttırlar. Karlıova Havzası'nın çevresindeki dağlık alanlardan kaynaklanıp, havzanın ortalarında toplanan sular Göynük Çayı vasıtasıyla dış drenaja bağlanmaktadır.

İnceleme alanında Peri Suyu ve Göynük Çayı ana akarsuları oluşturmaktadır. Her iki akarsu da zayıf direnç hatlarına yerleşmiş sübsekant akarsulardır. Toklular ve Bahçeköy Fayları da subsekant akarsuların oluşmasına neden olmuştur. Uludere ve Uzunçayır Deresi fay hatlarına yerleşen sübsekant akarsulardır. Çalışma alanının güneydoğusunda doğrultu atımlı fayların etkisiyle Palagölü Deresi'nde belirgin bir çizgisellik görülmektedir.

Peri Suyu Havzası'daki akarsular Peri Suyu'na dik açı ile kavuşmaktadır. Bu yönü ile Peri Suyu Havzası kafesli drenaj oluşumuna örnektir. Yan kollar ana akarsuya

dik ve dike yakın açılarla bağlanmaktadır. Göynük Çayı Havzası'nda da benzer durum söz konusudur. Yan kollar Göynük Çayı'na dik ve dike yakın açılarla kavuşmaktadır.



Şekil 103. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) hidrografya haritası

Yapı ve litolojinin gösterdiği zayıf direnç sahalarına akarsuların yerleşmeleri sonucunda kafesli drenaj gelişir. Saha ne kadar düzgün yapılı ve akarsuların

yerleşmeleri ne derecede ilerlemiş ise kafesli drenaj o oranda belirgin olarak görülür. Kafesli drenaj tiplerinde ortak olan özellik, zayıf direnç sahalarını izleyen büyük sübsekantların gelişmiş olmasıdır (Erinç, 2000).

Peri Suyu ve Göynük Çayı Vadileri üzerinde vadi tabanının genişlediği alanlarda eğimin azalmasına bağlı olarak örgülü drenaj oluşmuştur. Peri Suyu Vadisi'nde Çatak köyü ile Ilıpınar köyü arasında örgülü drenaj vardır. Göynük Suyu Vadisi'nde Karlıova Havzası'nda örgülü drenaj bulunmaktadır.

Paralel ve subparalel faylarla parçalanmış olan sahalarda, yeni fay dikliklerini izleyen konsekant akarsular veya gençleşme sırasında eski fay hatlarına uyan subsekant vadiler de, paralel veya subparalel bir şebekenin meydana gelmesine yol açabilirler (Erinç, 2000:485). Araştırma sahasında bu tip drenajın görülme nedeni faylanmalardır. Özellikle Peri Suyu Havzası'nda bu durum belirgindir. Peri Suyu'na kuzeyden ve güneyden dağlık alanlardan kavuşan akarsular birbirlerine paralel olarak akmaktadır. Göynük Çayı'nın bir kolu olan Uzunçayır Deresi'ne doğudan birbirine paralel olarak akan 3 kol katılmaktadır. Ayrıca Karikan Deresi'nin kolları da paralel drenaj oluşturmaktadır (Şekil 103).

Bu drenaj tipleri dışında bir bölümü çalışma alanında kalan Bingöl Dağı'nın kalkan şeklinde morfolojisine bağlı olarak radyal bir drenaj tipi gelişmiştir. Bu drenaj tipini oluşturan akarsular, birbirine paralel veya yarı paralel bir şekilde, merkezden çevreye doğru birbirlerinden uzaklaşmaktadır.

Bu drenaj özellikleri dışında inceleme alanında DAF ve KAF, ikincil fayların hareketine bağlı olarak ötelenmeler olmuştur. Kuzeyde KAF'a (Ilıpınar Fayı) bağlı olarak Peri Suyu Havzası'nda sağ yönlü ötelenmeler belirgindir. Peri Suyu'na kuzeyden katılan Şığ, Başlangıç ve Burçak derelerinde ötelenmeler meydana gelmiştir. Peri Suyu Havzası'nın kuzeyinde Bindirme Fayı'na bağlı olarak ötelenmeler yaşanmıştır.

Araştırma sahasının sularını kuzeyden Peri Suyu, güneybatıdan Göynük Çayı, güneydoğudan Hasanova Çayı ve kuzeydoğudan Aras Nehri toplamaktadır. Karlıova Havzası'nın kuzeyinde yer alan en önemli akarsu **Peri Suyu**'dur**.** KD-GB yönünde akan Peri Suyu, Büyüksu, Çatak ve Kaynarpınar Çayı'nın birleşmesi ile oluşur (Şekil 103).

Peri Suyu'nda, akımın en yüksek seviyeye ulaştığı ay Mayısdır. Bunun nedeni hem yağışların hem de kar erimelerinin artmasıdır. Haziran ayında kar erimelerinin azalması sonucu akım düşmektedir. Kar şeklindeki yağışlar kış mevsiminde Peri Suyu'nun akımı düşürmektedir. Ancak akım sonbahar mevsimine göre daha yüksektir.

Peri Suyu'nun seviye alçalmasının soğuk devreye, seviye yükselmesinin ise sıcak devreye rastlaması bu akarsuyun karlı-dağ rejimi tipinde olduğunu göstermektedir. Ancak; Peri Suyu'nun akımının bir ay önceden maksimum seviye ulaşması karlı-dağ rejiminden çok, bozulmuş karlı-dağ rejimine sahip bir akarsu olduğu göstermektedir.

Bingöl Ovası'nın kuzeyindeki sahaların sularını toplayan **Göynük Çayı,** Bingöl Ovası'nda Murat Nehri'ne bağlanmaktadır. Göynük Çayı'nda Nisan akımın pik yaptığı aydır. Yağmur ve hava sıcaklıklarının artması ile eriyen kar suları akımı artırmıştır. Yağış miktarının azalması ve yerdeki kar örtüsünün ortadan kalkması ile Haziranda Göynük Çayı'nın akımında hızlı bir alçalma görülmektedir. Ekim ve Kasım aylarında artan yağışların akımı artırmamasının nedeni düşen yağışların topraktaki su açığına harcanmasıdır. Kış sıcaklıklarının 0^0C'nin altında olmasına karşın, gün içinde sıcaklığın 0^0C'nin üstüne çıkmasıyla kar yüzeyinde meydana gelen erimeler bu mevsimde akımın yaz mevsimine göre düşmesini engellemiştir.

Akım özellikleri üzerinde yağmur ve kar suları etkili olduğundan Göynük Suyu, yağmurlu-karlı rejime sahip akarsulara örnektir. Akımda yıl içinde bir yükselme ve bir alçalma görüldüğünden basit rejimli akarsular sınıfına girmektedir. Peri Suyu ve Göynük Çayı dışında Karlıova Havzası'nın sularını drene eden önemli bir diğer akarsu **Hasanova Çayı**'dır. Hasanova Çayı'nın taşıdığı su miktarı az olup, akım düzeni de Peri Suyu ve Göynük Çayı'na benzemektedir.

Karlıova Havzası ve çevresinde fay, yamaç, vadi ve karstik kaynaklar bulunmaktadır. Havza ve çevresinde yamaç kaynakları yoğun olarak görülmektedir. İnceleme alanının fay hatları ile kesilmesi, fay kaynaklarının artmasına neden olmuştur. Göynük Çayı Vadisi'nde ve Peri Suyu Vadisi'nde sıcak su kaynakları bulunmaktadır.

Göynük Çayı Havzası'nda akarsu vadileri boyunca vadi kaynakları oldukça fazladır. Bu kaynaklar bazalt örtü altında yer alan killi ve marnlı yapıya bağlı olarak oluşmaktadır. Çünkü üstteki geçirimli bazalt örtü altına sızan yağış suları bu yapı üzerinde birikerek vadi yamaçlarından yüzeye çıkmaktadır. Bu kaynaklar Bingöl'ün içme suyu ihtiyacını karşılayabilmektedir. İnceleme alanının kuzeyinde Kantarkaya köyünde traverten taraçalarının kontağından karstik kaynaklar çıkmaktadır.

3.3. Jeomorfolojik Gelişim

Alp Orojenik Kuşağında yer alan Karlıova Havzası bu kuşaktaki olaylardan etkilenmiş, bölgesel ve jeotektonik harketleri ile kendine özgü gelişim göstermektedir. Jeomorfolojik gelişimin açıklanabilmesi için tektonik hareketlerin etkisinin belirlenmesi önemlidir. Karlıova Havzası, Doğu Toroslar'ın doğusunda yer almakta olup, bu kuşağın özelliklerini sergilemektedir.

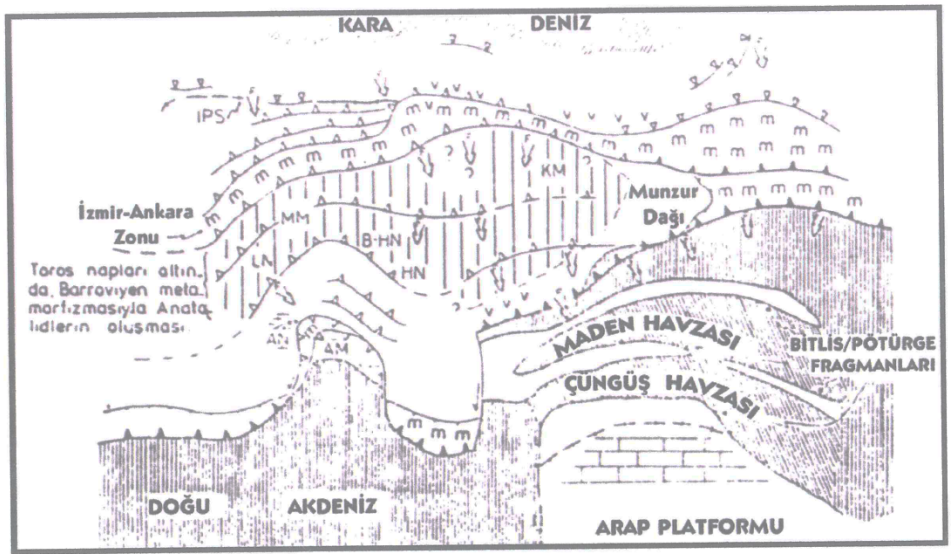
Alt Miyosen öncesinde çalışma alanının kuzeyinde bindirme kuşağı oluşmuştur. Alt Miyosen'e kadar çalışma alan deniz ile kaplıdır. Orta-Üst Miyosen'de ise çalışma alanı K-G yönlü sıkışmanın etkisinde kalmış, bölgesel bir yükselme başlamış, deniz ortamdan çekilmiştir. Üst Miyosende K-G yönlü açılma çatlaklarından Solhan Volkanitleri ürün vermiştir. Pliyosen süresince inceleme alanı aşınım sahasıdır. İnceleme alanının jeomorfolojik gelişimi iki dönem halinde incelenmiştir. Bunlardan ilki Orta-Üst Miyosen'e kadar olan Paleotektonik, diğeri ise Orta-Üst Miyosen'den sonra başlayan Neotektonik dönemdir. K-G doğrultusundaki sıkışma rejiminin sona erdiği dönem Paleotektonik, doğrultu atım rejiminin başladığı dönem ise Neotektonik döneme karşılık gelmektedir. Karlıova Havzası'nın tektonik ve jeomorfolojik gelişiminde Neotektonik dönem hareketlerinin etkisi oldukça önemlidir.

3.3.1. Paleotektonik Gelişim

Karlıova Havzası'nda Orta-Üst Miyosen'e kadar olan devre Paleotektonik döneme karşılık gelmektedir. Karlıova Havzası'nın kuzey ve güneybatısında Paleozoyik metamorfikler en eski birimler olup, bu birimlerin Kaledoniyen ve Hersiniyen Orojenezi'nin izlerinin taşıdığı düşünülmektedir. Karlıova Havzası'nın kuzeyindeki dağlık alanlar Toros sistemi içerisinde yer aldığı için bu sistemin gelişimi ile paralellik göstermektedir

Toroslar'da Alpin hareketler Asurid safhası ile başlamıştır. Bütün Toroslar'ı içine alan ilk şiddetli hareketler Üst Kretase'den sonra Laramiyen esnasında gerçekleşmiştir. Hemen her tarafta Eosen birimleri bir kaide konglomerası ile başlayan bu çakıllar Kreatase kalkerleri ihtiva etmektedir. Asıl paroksizma hareketleri Oligosen sonlarında cereyan etmiş, Toros silsilesinin büyük kısmı bu devirde su üstüne çıkmıştır. Miyosen sonunda özellikle yükselmeler sonucu Toroslar oluşumlarını tamamlamıştır (Ketin, 1959).

Bu gelişimin dışında inceleme alanının Paleotektonik gelişimi, Tetis'in (Paleo-Tetis, Neo-Tetis) evrimiyle de açıklanabilir. Paleo-Tetis Erken Jura döneminde kapanmıştır. Doğu Akdeniz ve onun doğuya devamında Bitlis ve Zagros Okyanusları içerisinde gerçekleşen riftleşme Kimmerien karasının gerisinde Neo-Tetis'in doğmasını sağlamıştır. Böylece kuzeyde Gondvana'dan ayrılma başlamıştır. Orta Jura döneminde Paleo-Tetis'in kapanmasıyla birlikte Türkiye'de sadece iki okyanusal alan kalmıştır. Bunlar kuzey ve göreceli olan Neo-Tetis'in güney kollarıdır (Şengör, 1980; Şengör ve Yılmaz, 1983). Üst Paleosen ile Alt Miyosen arasında Karlıova Havzası'nın kuzeyi doğudan sokulan Miyosen Denizi ile kaplıdır. Bu dönemde denizel ortamda çökelmiş kireçtaşı birimleri bulunmaktadır (Şekil 104).



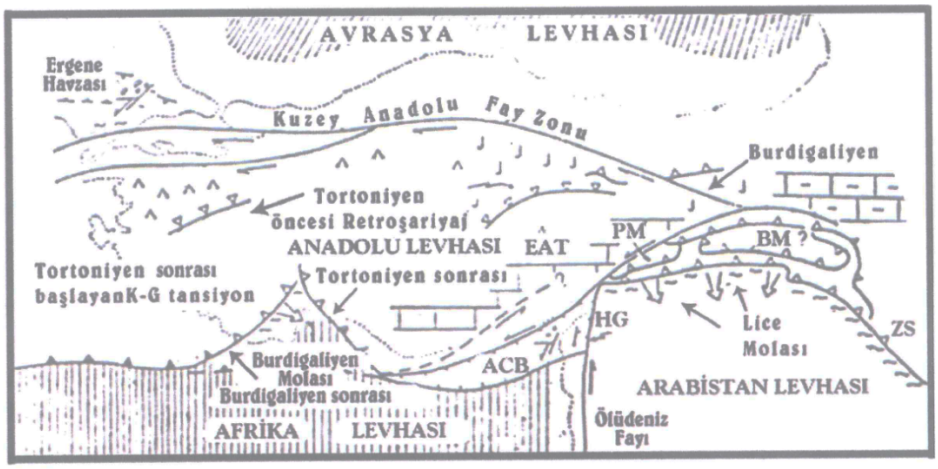
Şekil 104. Oligosen dönemi Paleotektonik haritasında Karlıova Havzası'nın Neo-Tetis'in işgali altında olduğu görülmektedir (Şengör ve Yılmaz, 1981)

Karlıova Havzası'nın içerisinde yer aldığı bölgede denizel şartlar Alt Miyosen'e kadar devam etmiştir. Bu dönemde de çökelen kaya birimleri Paleotektonik dönemin son ürünleridir. Genel olarak Doğu Anadolu'da Üst Kreatese'den Alt Miyosen'e kadar geçen zaman içinde deniz sığlaşmıştır (Şaroğlu ve Güner, 1981). Bununla birlikte çalışma alanı içinde kalan Adilcevaz Formasyonu oldukça derin bir denizel ortamda çökelmiştir (Akay ve diğ. 1989). Bu durumda Karlıova Havzası'nın Oligosen ve öncesinde derin bir deniz tabanı halinde olduğu anlaşılmaktadır.

Doğu Anadolu'da Paleotektonik dönemin en son çökelleri Alt Miyosen yaşlı olup, bölgenin son denizel birimlerini temsil etmektedir. Bunlar genellikle resifal bir ortamı belirleyen birimlerden oluşmaktadır. Paleotektonik dönemi temsil eden bu istif

Oligosen'den Alt Miyosen'e kadar süreklidir. Ancak, birçok yörede daha alttaki birimler üzerinde uyumsuz olarak durmaktadırlar. İstifin egemen litolojisi genellikle kireçtaşı ve killi kireçtaşlarıdır. Bölgenin kuzeyine doğru kireçtaşları ile birlikte yer yer detritik de görülmektedir (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986:86). Alt Miyosen sonunda deniz, bölgeden çekilmeye başlamıştır.

Yukarıda verilen açıklamalardan da anlaşılacağı gibi Karlıova Havzası ve çevresinde Alt Miyosen'e kadar sürekli bir sedimantasyon olayı yaşanmıştır. Bu dönemden sonra karalaşmaya başlayan bölgede aşınım süreçleri etkili olmuştur (Şekil 105).



Şekil 105. Alt Miyosen Paleotektonik haritası (Şengör ve Yılmaz, 1981)

Alt Miyosen sonunda Doğu Anadolu'da peneplene yakın bir paleomorfolojik gelişim görülmektedir. Bu peneplen güneyde Bitlis Dağları, kuzeyde ise Tuzluca-Kağızman-Karaurgan-Tortum arasında kalmaktadır. Bölgede Orta-Üst Miyosen'de K-G doğrultusundaki sıkışma tektoniğine bağlı olarak daha önceden oluşan yapılar kısmen deforme olmuş, genç birimler hafif kıvrımlanmıştır. Sonuçta Karlıova Havzası'nın da içerisinde yer aldığı alan Doğu Anadolu'nun jeomorfolojik gelişimine paralel bir yapı göstermektedir.

Erinç (1953), Doğu Anadolu'nun morfotektonik gelişiminde iki farklı dönem belirlenmiştir. 1-Orta Miyosen sonlarına kadar devam eden kıvrımlanmalar safhası, 2-Üst Miyosen'den itibaren denizin bölgeyi terketmesi ve bölgenin kıvrımlanma özelliğini kaybederek tektonik hareketlere karşı tamamıyla rijid bir kütle reaksiyonu gösterdiği dönemdir. Birinci safhada meydana gelen kıvrımlanmaların hepsi aynı şiddette olmadıkları gibi, bunların etki ettikleri sahalar da diğerlerinden farklıdır. Bütün bu

safhayı karakterize eden özellik, tektonik hareketlerin kıvrımlanmalara neden olması ve bu olayın az veya çok geniş sahalarda görülebilmesidir. Üst Miyosen'de Arap ve Anadolu levhalarının çarpışmasına bağlı olarak Paleotektonik dönem yerini Neotektonik döneme bırakmıştır.

3.3.2. Neotektonik Gelişim

Türkiye'de Neotektonik dönem Anadolu ve Arap levhalarının çarpıştığı Orta Miyosen'e karşılık gelmektedir (Şengör, 1984). Karlıova Havzası'nda Orta-Üst Miyosen'den günümüze kadar olan dönem Neotektonik dönemi oluşturmaktadır. Neotektonik dönem kuzey ve güneydeki dağlık alanların yükseldiği, morfolojide etkin rol oynayan fayların oluştuğu ve neo-volkanizmanın yaşandığı bir döneme karşılık gelmektedir.

Neotektonik dönemin ülke tektoniğinde olduğu gibi inceleme alanının tektoniğinde de oldukça önemli bir yeri vardır. Neotektonik olarak ifade edilen bu yeni dönem boyunca bölgedeki tektonizma kratonik bir nitelik kazanmış daha çok, düşey yöndeki hareketler ön plana çıkmıştır. Sıkışma rejimiyle birlikte bölgede doğrultu atımlı faylar, açılma çatlakları gelişmiş, bu yapılar kıta kabuğunun yoğun deformasyonuna neden olmuştur (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986).

Orta Miyosen'de bölgenin K-G doğrultusunda kompresif bir tektonizmanın etkisi altında sıkışmaya başlamasıyla mevcut yapılar kırılarak topoğrafyada hızlı bir değişim yaşanmıştır. Bu hareket sonucunda Miyosen penepleni bloklar halinde parçalanarak yükselmiştir. Ayrıca doğudan bölgeye sokulan deniz Üst Miyosen'de tamamen çekilmiştir. Bu dönemde gelişen K-G doğrultulu açılma çatlaklarından volkanik malzeme çıkmaya başlamıştır. Çıkan volkanik malzemeler havzalarda tortul malzeme ile birlikte istiflenmiştir. Güneyde Solhan Volkanitleri, bu dönemde çökelmiş; bu çökeller volkanik unsurlara ait katkılar bulundurmaktadır (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986: 89). Bu tip oluşumlar, Karlıova Havzası'nın kuzeyinde ve güneyinde geniş alan kaplamaktadır.

Orta-Üst Miyosen tektonik hareketlerinin meydana getirdiği dislokasyonlar Karlıova Havzası'nın kuzeydoğusu, güneyi ve batısında Şerafettin, Şeytan ve Bingöl Dağları'nın ortaya çıkmasını sağlamıştır. Özellikle Şerafettin Dağları ve Bingöl Dağı'ndan çıkan bazaltlar geniş alanlara yayılmıştır. Nitekim çalışma alanının

kuzeydoğusunda Bingöl Dağı bazaltları geniş volkanik platolarının oluşmasını sağlamıştır.

Erinç (1953), Doğu Anadolu'nun morfotektonik gelişiminde ikinci safha olarak Üst Miyosen başlarından itibaren denizin bu mıntıkayı nihai olarak terk etmesi, bölgenin heyeti umumiyesiyle ile kıvrımlanma özelliğini kaybederek rijid bir kütle halini gelmesi ile başladığını söylemektedir. Orta Miyosen sonundaki bu hareketler ile nihai olarak kara haline geçen Doğu Anadolu'da yeni eğim ve kaide şartlarına göre tekrar bir aşınım safhası başlamıştır. Bu safhanın sonlarında Doğu Anadolu yer yer tatlı su gölleri ile kaplı, deniz seviyesine yakın bir yükseltide ve basık morfolojili bir bölge, yani bir peneplen halindedir. Hemen hemen deniz seviyesinde bulunan Doğu Anadolu'yu takımı ile yükselten, fakat bu esnada muhtelif kısımlar arasında mühim seviye farkları meydana getiren hareketler Pleyistosen'de meydana gelmiştir.

Doğu Anadolu'da Üst Miyosen ve Pliyosen-Pleyistosen tabakaları ancak kırılmış, parçalanmış, ufki olarak veya meyillenerek yükselmiş, fakat hiçbir zaman kıvrımlanmamışlardır. Bu hareketler rijid mıntıkalara has epirojenik hareketlerdir. Doğu Anadolu'nun büyük ortalama yükseltisi ve hipsografik değerleri de ancak bu çok yakın maziye ait bu toptan (en bloc) hareketler ile izah olunabilir. Bu son dikey hareketler neticesinde meydana gelen dislokasyon hatlarının Doğu Anadolu'da belli istikametlere bağlı kaldığı dikkati çekmektedir.

Üst Miyosen sonunda blok tektonizmasına bağlı oluşan yeni morfolojik yapı bölgede geniş alan kaplayan göllerin oluşumuna neden olmuştur. Büyük havzaların içinde oluşan bu göllerden güneydeki göl, doğuda Ahlat-Erciş, güneyde Bitlis Dağları, batıdan Akdağ arasında oldukça geniş alan kaplamıştır. Bu gölde Zırnak Formasyonu çökelme ortamı bulmuştur (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986: 89).

Üst Miyosen'de kıta-kıta çarpışmasına bağlı olarak Anadolu levhası üzerinde KAF ve DAF oluşmuştur. İnceleme alanında KAF'ın etkisi Pliyosen'den sonra belirginleşmeye başlamıştır. Pliyosen ortalarında doğrultu atımlı faylar bölgenin en önemli yapı öğeleri haline gelmiştir. Kıtasal kabuğun kalınlaşmasına bağlı olarak Alt Pliyosen'de devreye girmeye başlayan DAF, Orta Pliyosen'de inceleme alanının en önemli yapısal öğesi durumuna gelmiş ve sahada dar ve derin hendek şeklinde bir morfoloji oluşmuştur (Tonbul, 1990/a:346). Pliyosen süresince inceleme alanı bir aşınım sahasıdır. Bununla birlikte sıkışma rejiminin sürekliliği genelde bölgenin yükselmesine neden olmuştur. Orta-Üst Pliyosen devresinde levha hareketlerinin tekrar

artması sonucu KAF ile DAF birleşmişler, buna bağlı olarak Karlıova ve daha güneyde Bingöl düzlükleri ortaya çıkmıştır. Pleyistosen'de ise Karlıova Havzası açılmıştır. Karlıova-Bingöl Havzası, sol yanal doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fayı ile sağ yanal doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fayı'nın denetimlerinde açılan bir havza halinde gelişmektedir (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986).

Orta Pliyosen devresinde Bingöl Dağı suskunluk devresine girmiştir. Alt Pliyosen tektonik hareketleri ile Varto Fayı'nın Bingöl Dağı'nı kestiği güney yarısının çöktüğü anlaşılmaktadır (Tonbul, 1996).

Bölgedeki tektoniğe bağlı olarak kıta kabuğu kalınlaşması sonucu Pliyosen'de volkanik etkinlik gelişmiş ve Pliyosen sonlarından itibaren de hızlı bir aşınma olmuş bunun sonucu olarak Neojen serilerinin büyük bir kesimi aşınmıştır. Orta Pleyistosen'de meydana gelen volkanizma ile volkanikler sahanın büyük bir kesimine yayılmış ve Neojen birimlerinin üzerlerini örtmüşlerdir (Gümüşsu, 1984).

Pleyistosen'de Doğu Anadolu'yu parçalayan hareketlerle aynı sahada volkanizma tekrar canlanmıştır. Çok yaygın olan bu yeni lavlar Nemrud, Süphan, Bingöl ve Liz civarında Pleyistosen-Pliyosen'e ait olan yeni gölsel tabakaları örtmektedir. Bu tabakalar arasında da lavlara rastlanması, Doğu Anadolu'nun parçalanmasının ve son volkanik faaliyetin muhtemelen bu depoların birikimi esnasında başladığını ifade etmektedir (Erinç, 1953).

Alt Pleyistosen'de Bingöl Dağı ikinci kez faaliyete geçmiş olup, önce gazca zengin asit lavlar çıkarırken daha sonra faaliyet bazaltik karaktere dönüşmüştür (Tonbul, 1996). Erol (1983), Alt Pliyosen'de volkanizmanın central (merkezi) bir özellik kazandığını belirtmiştir. Bu merkezi püskürme dağın kalkan morfolojisini şekillendirmiştir. Radyal şekilde çevreye özelikle de güneye doğru olan bu lav akıntısı bu dönemde Karlıova Havzası'nın henüz oluşmadığını göstermektedir.

Pleyistosen sonlarından itibaren genç tektonik hareketlere bağlı olarak havzayı sınırlandıran dağlık ve plato alanlarının yükselmesi devam etmiştir. Bu yükselmeye bağlı olarak akarsu vadilerinde seki sistemleri oluşmuştur. Peri Suyu ve Göynük Çayı vadisinde bu sekiler 50-60 (S1) m, 25-30 (S2) m ve 10-20 (S1) m, sekileri olmak üzere üç ayrı sistemden oluşmaktadır.

Araştırma sahasında, kuzey ve güneyinde doğrultu atımlı faylara bağlı olarak akarsu vadilerinde ötelenmeler, fay diklikleri, fay sırtları, kütle hareketleri, fay gölleri ve bu fay hatları boyunca sıcak ve soğuk su çıkışları görülmektedir. Bu oluşumlar

çalışma alanında genç tektonik hareketlerin çok yeni ve önemli olduğunu göstermektedir.

Bu değerlendirmelere göre inceleme alanında Pliyo-Kuvaterner en önemli dönemi oluşturmaktadır. Buna göre Karlıova Havzası ve çevresinin bugünkü jeomorfolojik görünümü bu dönemde ortaya çıkmıştır. Karlıova Havzası gelişimini halen sürdüren fay kaması havzasına karşılık gelmektedir (Şekil 23,24).

Jeolojik geçmişi boyunca tektonik hareketler açısından aktif olan Karlıova Havzası ve çevresi Neotektonik dönemden bu yana genişliği 10-20 km'yi bulan fay zonları üzerinde bulunmaktadır. Bu faylar havzanın şekillenmesinde önemli bir etkiye sahip olup, bu etki devam etmektedir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. UYGULAMALI JEOMORFOLOJİ

Jeomorfolojik olayların ve bir alandaki jeomorfolojik özelliklerin insan yaşamına (yerleşme, nüfus, ekonomi) olan etkilerinin incelenmesi uygulamalı jeomorfolojinin konusunu oluşturmaktadır. Bir bütün olarak yapısal, analitik, klimatik ve tatbiki (uygulamalı) jeomorfoloji "jeomorfoloji" disiplinini oluşturmaktadır. Uygulamalı jeomorfoloji, jeomorfoloji alanındaki çalışmaların toplum ihtiyaçlarına dönük karşılaşılan sorunların çözümüne yardımcı olmasından ortaya çıkmıştır (Erinç, 2000).

İnceleme alanının jeomorfolojik özelliklerinin çok karmaşık, zengin ve dinamik olması nedeniyle başlangıçtan günümüze sürekli insan ve insanla ilgili faaliyetleri yakından denetlemektedir.

Karlıova Havzası jeomorfolojik özellikler ve jeomorfolojik şekiller açısından oldukça zengin bir alandır. Bu jeomorfolojik özellikler geçmişten günümüze doğal ortamla insan arasında yaşanan ilişkileri olumlu ve olumsuz yönden etkilemektedir. Havza ve çevresinin faylarla parçalanması sıcak ve mineralli su kaynaklarını artırmıştır. Bu durum jeomorfolojinin insan yaşamına olumlu etkisine örnektir. Buna karşın yükseltinin fazla olması nedeniyle tarımsal faaliyetlerin sınırlı oluşu, aktif tektonizma nedeniyle meydana gelen kütle hareketleri jeomorfolojinin olumsuz etkilerine verilebilecek başlıca örneklerdendir. Bu bölümde Karlıova Havzası'nda Uygulamalı Jeomorfoloji açısından yaşanan olumsuzluklar ve sorunlar değerlendirilmiştir.

Karlıova Havzası ve çevresinde jeomorfolojik özelliklerden kaynaklanan başlıca sorunlar; **yanlış yerleşme alanı seçimi** ve **arazi kullanımı**, **erozyon**, **kütle hareketleri** ve **depremselliktir**. Jeomorfolojik kökenli bu sorunlar bölgede yaşayan nüfusu kültürel ve ekonomik bakımdan etkilemektedir.

Yerleşme alanlarını belirleyen veya kısıtlayan en önemli topoğrafik faktör hiç kuşkusuz yükseltidir (Tolun-Denker, 1977). Fakat yerleşme yerini sınırlayan yükselti değeri coğrafi kuşağa, klimatik bölgeye, rölyefin genel yapısına ve toprak şartlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. İnsanlar genellikle düşük yükselti kademesindeki alanları yerleşme yeri olarak tercih etmektedir. Buna göre iklimin ve vejetasyon süresinin uygun olduğu, civarında deniz, göl ve akarsu gibi bir hidrografik ünitenin

bulunduğu, genellikle düşük yükselti kademesindeki ova tabanları ile çevreleri Türkiye'de en optimum yerleşme alanları olmuştur (Özdemir-Karadoğan, 1996).

Doğu Anadolu Bölgesi'nde yerleşme alanı olarak daha çok alçak alanlar tercih edilmiştir. İnceleme alanının 2068 m ortalama yükseltiye sahip olması denizel iklim etkilerinin bu alana sokulmasını engellemiş olup, karasal iklim özelliklerinin yaşanmasını sağlamıştır. En az dört ayın ortalama sıcaklığı 0^0C'nin altında olup, uzun süren kış yaşanmaktadır.

Bu iklim özelliğine bağlı olarak yerleşmeler için daha çok vadi tabanları ve plato yamaçları tercih edilmiştir. Karlıova Havzası'nın güneybatısında yer alan Sudurağı, Derinçay, Bahçe, Kaynak köyleri Göynük Çayı Vadisi tabanına ya da yamaçlarına kurulmuş, kuzeyde yer alan yerleşmeler ise Peri Suyu Vadisi'ne kurulmuştur. Peri Suyu Vadisi'nde Çatak köyü vadi tabanına kurulmuşken, Ilıpınar, Suçatı köyleri aynı akarsuyun oluşturduğu taraçalar üzerinde kurulmuştur. Karlıova Havzası ve çevresinde yerleşmelerin dağılışı fay zonlarına bağlıdır. Çünkü inceleme alanında yerleşmelerin kurulduğu vadiler aynı zamanda fay vadilerine karşılık gelmektedir. Karlıova Havzası'nın güneybatısında yerleşmeler fayın ve vadinin doğrultusunda yani KD-GB doğrultusunda sıralanmaktadır.

İklim yerleşmenin yanında yörede sürdürülen ekonomik faaliyetleri de belirlemiştir. İklime bağlı olarak dağlık alanlar yaylacılık faaliyetinde vazgeçilmez alanları oluşturmaktadır. Ortalama yükseltinin havza tabanında da fazla olması burada da hayvancılık faaliyetinin yapılmasına neden olmaktadır. Vadi tabanlarında sınırlı da olsa tarım yapılmakta, düşük sıcaklığa dayanıklı tarım ürünleri yetiştirilmektedir. Vadi tabanlarında yetiştirilen tarım ürünlerinin başında buğday gelmektedir.

Genelde ova ve vadi tabanlarında buğday tarımı yapılmamaktadır. Bu durumun nedeni yeraltı suyunun yüksek oluşu ve bu alanların çayır açısından zengin olması nedeniyle hayvancılık amaçlı değerlendirilmesidir. Buna bağlı olarak bu sahalarda yem bitkileri ekimi daha fazladır. Karlıova Havzası'nda hakim ekonomik faaliyet hayvancılık ve arıcılıktır. Geniş alan kaplayan çayırların varlığı mera hayvancılığının gelişmesi için uygun ortam hazırlamıştır. Ancak kış mevsiminin çok uzun sürmesi ve hayvancılığın ektansif yöntemlerle yapılması hayvan başına verimin düşük olmasına neden olmaktadır.

Havzanın yüksek olması nedeniyle yaz boyunca yeşil kalan bitki örtüsünün bulunması ve çiçeklenme döneminin diğer bölgelere göre daha geç olması, arıcılığın

önemli bir ekonomik faaliyet olmasını sağlamaktadır. Arıcıların daha çok yaz mevsiminde bu sahayı tercih etmeleri kış mevsiminin uzun ve şiddetli olmasının doğuracağı olumsuz sonuçları ortadan kaldırmıştır.

Havza tabanı ve yamaçlarda kurulan köyler su kaynakları bakımından zengindir. Bunun nedeni yağışın fazla olmasıdır. Bingöl'ün içme suyu ihtiyacını karşılayan kaynaklar inceleme alanından doğmaktadır.

Litoloji, tektonik, iklim ve jeolojik yapıya bağlı olarak geniş alanlarda görülen kütle hareketleri yerleşmeleri, tarım-mera alanlarını ve yolları tehdit etmektedir. Tektonik yapıya bağlı olarak önemli faylarla sınırlandırılmış olan Karlıova Havzası deprem açısından riskli bir alanda yer almaktadır. İnceleme alanında yakın zamanda orta şiddette depremler meydana gelmiş olup, aktif tektonik yapıya bağlı olarak gelecekte şiddetli depremlerin görülme ihtimali yüksektir. Yörenin litolojik yapısı ve meskenlerde kullanılan yapı malzemesine bağlı olarak orta şiddetli depremlerde bile can ve mal kayıpları fazla olmaktadır.

Yukarıda kısaca jeomorfolojik özelliklerden kaynaklanan bazı önemli sorunlara değinilmiştir. Jeomorfolojik özelliklerden kaynaklanan bazı problemler ve çözüm önerileri aşağıda ayrı ayrı değerlendirilecektir.

4.1. Jeomorfolojik Özelliklerin Yerleşme Alanlarına Etkisi

Yerleşmelerin dağılışı üzerinde yer şekilleri, iklim, su ve toprak gibi doğal özellikler etkili olmaktadır. Türkiye'de en yoğun yerleşme ve nüfuslanma alanlarını; iklimin ve vejetasyon süresinin uygun olduğu, deniz, göl ve akarsu gibi hidrografik ünitelere yakın olan, genellikle düşük yükselti kademesindeki ova tabanları ile çevresi oluşturmaktadır. Yerleşme alanlarının seçiminde, yerleşmelerin kuruluş ve dağılışı üzerinde jeomorfolojik yapı ve diğer doğal faktörler önemli bir etkiye sahiptir.

Karlıova Havzası'nda nüfus ve yerleşmenin dağılışı üzerinde belirleyici olan faktörler; topoğrafik koşullar, su kaynakları, ulaşım ve mera alanlarının genişliğidir.

İnceleme alanında iklimin çok sert olması, yükseltinin fazla olması ve toprağın verimsiz olması nedeniyle yerleşmeler seyrektir. Yüksek alanlarda sıcaklığın düşük olması, vadi ve havza tabanlarında toplu dokulu yerleşmelerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu durum hem havzanın kuzeyi hem de güneyi için geçerli olmaktadır.

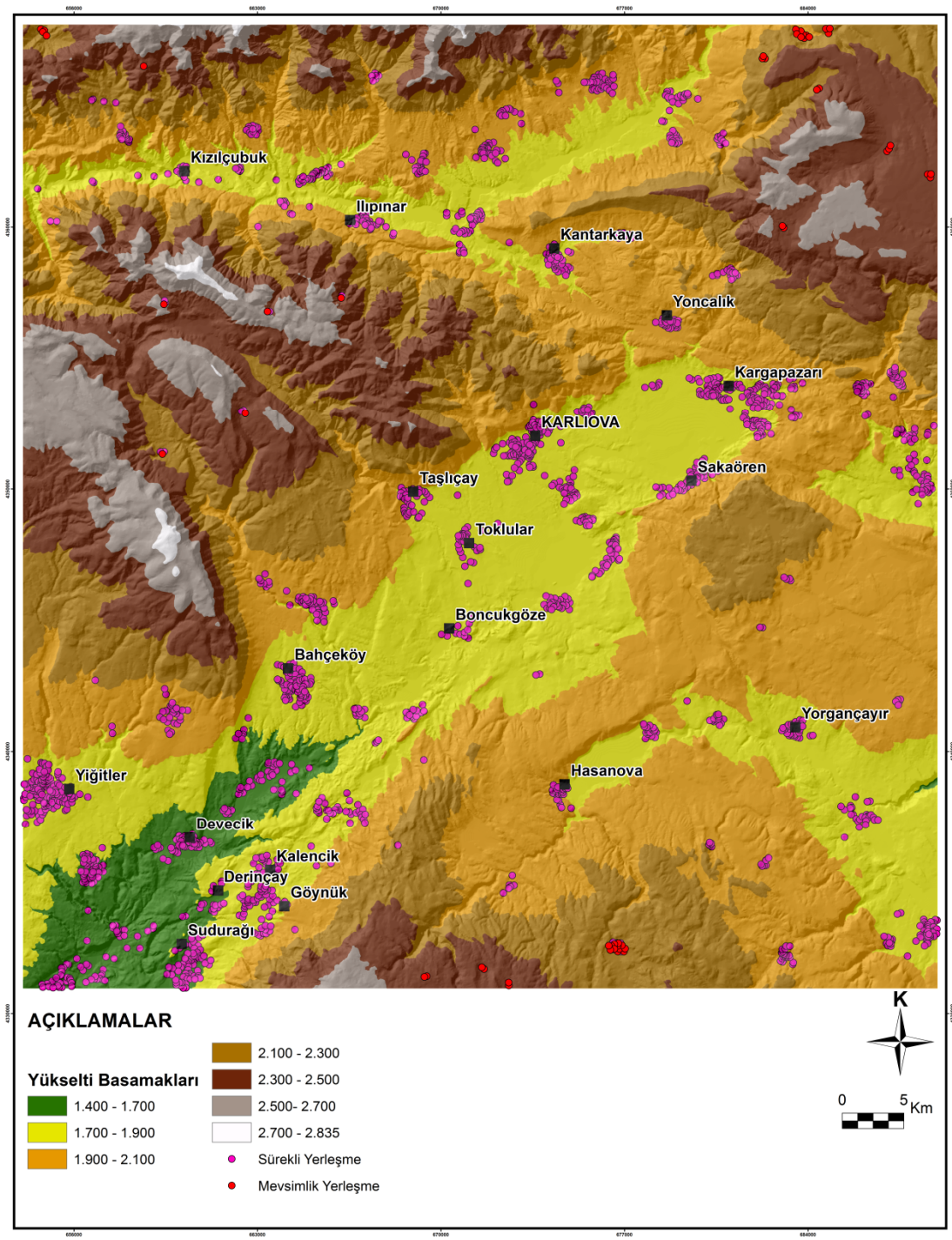
Karlıova Havzası'nı batı, kuzey, güney ve doğudan sınırlandıran dağlık alanlar yörede yerleşme ve nüfuslanma açısından en tenha alanları oluşturmaktadır. Dağlık

alanlarda yükseltinin fazla olması, plato düzlüklerinden oluşmasına rağmen tarımsal faaliyetleri sınırlandırmaktadır. Bu nedenle yükseltinin arttığı dağlık alanlar yerleşmeye uygun değildir. Havzanın kuzeydoğusunda Bingöl Dağı, kuzeyinde Karagöl Dağları, batısında Turna ve Şeytan Dağları, güneyinde Şerafettin Dağları nüfus ve daimi yerleşmeye elverişli olmayan alanlara karşılık gelmektedir. Dağlık alanlara geçişte yükseltinin artmasına bağlı olarak iklim özellikleri değişmektedir. Aynı şekilde bu sahalar tarım topraklarının çok sınırlı olduğu ve ulaşımın kış mevsiminde kısıtlı olduğu alanlardır.

Yükselti, iklim ve toprak gibi fiziki şartlara bağlı olarak dağlık alanlarda sürekli yerleşmeler sınırlı iken, bu sahalar mera hayvancılığına elverişli olmalarından dolayı yaz mevsiminde nüfuslanmaktadır.

Karlıova Havzası ve çevresinde iklimin daha uygun olduğu, su kaynaklarının fazla olduğu vadi ve havza tabanları yerleşmeye en elverişli alanları oluşturmaktadır. Güneybatıda Sudurağı, Yiğitler, Derinçay, Göynük, Kalencik, Devecik, Ciligöl, Kıraçtepe, Bahçeköy, Boncukgöze, Toklular, Göynük Çayı Vadisi'ne kurulmuş yerleşmelerdir. Bu saha Karlıova Havzası'nda nispeten nüfusun yoğun olduğu bölüme karşılık gelmektedir. Havzanın güneydoğusunda yer alan önemli yerleşmeler Hasanova ve Yorgançayır'dır. Hasanova köyü havza tabanına kurulmuş olup, ortalama 1880 m yükseltide yer almaktadır. Bu durum tarımsal faaliyetleri sınırlandırmaktadır. Havzanın sulak olması ve yaz mevsiminin serin geçmesi hayvancılığa elverişli bir ortam oluşturmuştur. Aynı durum Yorgançayır köyü için de geçerlidir.

Havzanın kuzeyinde Peri Suyu Vadisi boyunca Çatak, Viranşehir, Ilıpınar, Suçatı ve Kızılçubuk yerleşmeleri kurulmuştur. Su kaynaklarının fazla ve çayır alanlarının varlığı bu yerleşmelerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. İnceleme alanında yer alan en önemli yerleşme Karlıova'dır. Bingöl-Erzurum karayolu üzerine kurulmuş olan ilçe merkezi iklim koşullarının elverişli olmamasından dolayı yeterince gelişmemiştir. Karlıova Havzası'nda yer alan diğer önemli yerleşmeler Sakaören, Yoncalık ve Kargapazarı'dır. Karlıova Havzası'nda yerleşmeler 1600-2000 m yükseltilerinde yoğunlaşmaktadır. Karlıova Havzası ve çevresinde yerleşmenin üst sınırı 2000 m'den geçmektedir. Bu yükseltiden sonra görülen yerleşmelerin tamamı yayla ve ağıl şeklinde geçici yerleşmelerdir. Dağlık alanlardaki geçici yerleşmelerin büyük bölümünü hayvancılık faaliyetine bağlı olarak kurulan ağıllar oluşturmaktadır (Şekil 106).



Şekil 106. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) sürekli ve mevsimlik yerleşmelerin dağılışı

Havza genelinde 2000 m'den sonra daimi yerleşmelerin görülmemesinin en önemli nedeni iklimdir. Çünkü alçak alanlarda bile dört ayın sıcaklık ortalaması sıfırın altındadır. Dağlık alanlarda etkili olan ağır kış şartlarına nispeten iklimin biraz daha elverişli olduğu ve su teminin kolay olduğu havza-ova ve vadi tabanları yerleşmeye en

elverişli alanları oluşturmaktadır. Yüksek plato yüzeyleri ise kış koşullarının sert olması nedeniyle yerleşmeye elverişli değildir.

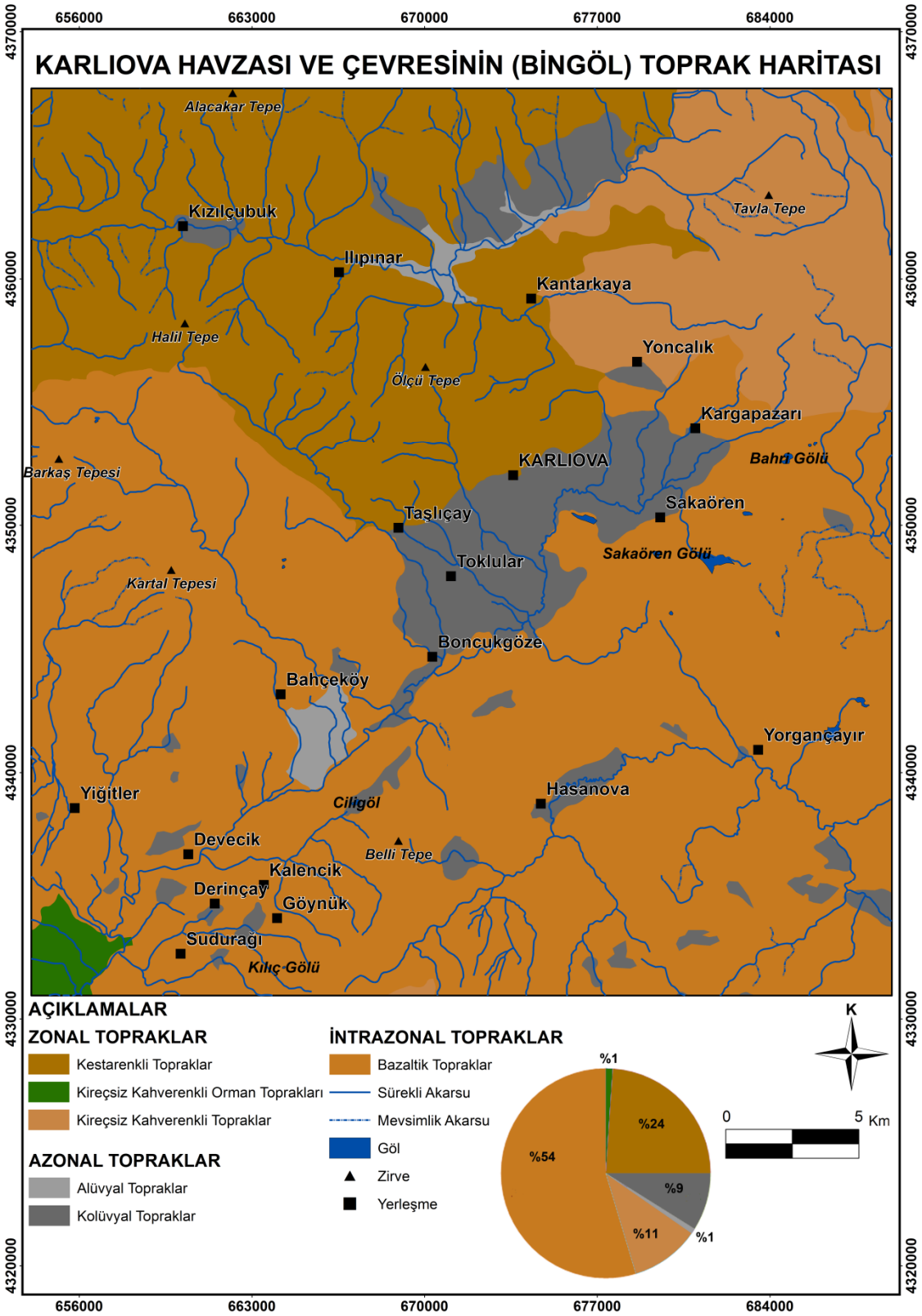
Vadi yamaçları boyunca kurulan yerleşmelerin bir bölümü heyelan, kaya düşmesi, çığ ve taşkın riski ile karşı karşıya kalmaktadır. Litolojik, jeomorfolojik ve tektonik yapıya bağlı olarak görülen kütle hareketleri inceleme alanının güneybatısında vadi yamaçları boyunca kurulan Devecik, Kalencik, Ciligöl köylerini tehdit etmektedir. Kaya düşmesi yerleşmeleri etkilemekte olup, bu durum kuzeyde Kantarkaya köyünde, güneyde ise Devecik köyü ile Kaynak köyü arasında ve Sakaören köyünde görülmektedir. Göynük, Peri Suyu ve Hasanova Çayı Havzası'nda vadi tabanında kurulmuş olan Devecik, Boncukgöze, Çatak, Viranşehir ve Hasanova taşkın riski yüksek olan yerleşmelerdir. Havza ve çevresinde kütle hareketleri yolları da tehdit etmektedir. Güneybatıda Göynük Çayı Vadisi'nde bu durum Sudurağı ile Kalencik köyleri arasında belirgin olarak görülmektedir. Karlıova Havzası'nda yerleşmeler ile jeomorfolojik yapı arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Bazı sahalarda jeomorfolojik birimler yerleşmeyi sınırlandırmış olup, su teminin kolay olduğu havza ve vadi tabanları taşkın riskine karşılık yerleşme alanı olarak kullanılmaktadır.

4.2. Jeomorfolojik Özelliklerin Toprak ve Arazi Kullanımına Etkisi

Çalışma alanında görülen sorunların tespiti için toprak tip ve özelliklerinin ortaya konulması gerekmektedir. Bu nedenle havza genelinde toprak gruplarının dağılışı, coğrafi faktörler ve jeomorfolojik birimlerle olan ilişkilerinin ortaya konulması bazı sorunların çözümünde oldukça önemlidir. Toprak oluşumu üzerinde iklim, bitki örtüsü, ana kaya, yer şekilleri ve zaman etkili olmaktadır.

4.2.1. Toprak Özellikleri

Karlıova Havzası ve çevresinde görülen toprak grupları Fiziki Coğrafya özelliklerine göre oluşmuş olup, toprak grupları ile jeomorfolojik birimler arasında bire bir ilişki bulunmakta, jeomorfolojik birimlerin sınırları ile toprak gruplarının sınırları örtüşmektedir. Kuzeydeki dağlık alanlar üzerinde litoloji ve morfolojiye bağlı olarak oluşan kestane renkli topraklar, güneydeki plato düzlüklerinde bazaltik topraklar görülmektedir (Şekil 107).



Şekil 107. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) toprak haritası

Güneybatıda Göynük Çayı Havzası'nda meşe ağaçlarından oluşan orman örtüsü altında kahverengi orman toprakları gelişmişken, genç bazaltların yayılış gösterdiği kuzeydoğuda kireçsiz kahverengi topraklar görülmektedir. Akarsu vadileri ve havza

tabanlarında alüvyal, dağlık sahaların yamaçlarında ise kolüvyal topraklar görülmektedir. Haritada alüvyal ve kolüvyal toprak sınıfında gösterilen sahalarda bu toprakların tüm özellikleri görülmez. Zira inceleme alanında vadi tabanlarında taşkın malzemesi içeren topraklar görülmektedir. Araştırma sahasında alüvyal toprakları, taraça depolarında görebiliriz. İnceleme alanında bazaltik toprakların oranı % 54, kestane renkli toprakların oranı % 24, kireçsiz kahverenkli toprakların oranı % 11, alüvyal toprakların oranı % 9, kolüvyal ve kahverenkli orman topraklarının oranı % 1'dir.

4.2.1.1. Zonal Topraklar

Zonal topraklar iyi gelişmiş profil özelliğine sahip olup, toprağı oluşturan aktif faktörlerden iklim ve vejetasyon şartlarına göre oluşmuştur. Olgun zonal bir toprağın gelişebilmesi için uzun bir zamanın geçmesi gerekmektedir. Geçen zamanın uzun veya kısa olması toprak oluşum faktörlerine (yağış, sıcaklık, eğim, bitki örtüsü, drenaj durumu, ana materyalin özelliği) göre değişiklik göstermektedir. Uygun yağış ve sıcaklık şartları altında eğim değerleri az, bitki örtüsünün fazla, drenaj özelliklerinin iyi olduğu kesimlerde pedojenez kesintiye uğramadığı için zonal topraklar gelişim imkanı bulurken, eğim değerlerinin arttığı, bitki örtüsünün oldukça zayıf olduğu sahalarda ise toprak oluşum süreci tamamlanamamakta dolayısıyla olgun bir toprağın oluşması için daha uzun bir sürenin geçmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Atalay, 1994/b).

İklim ve ana kaya tabiatına bağlı olarak oluşan zonal topraklar çalışma alanında görülen toprak grupları içerisinde % 36'lık bir orana sahiptir. Bu durum havzada ana kaya ve iklimin toprak oluşumunda belirleyici olduğunu göstermektedir. Zonal toprak grubu içerisinde birinci sırayı kestane renkli topraklar alırken, kahverenkli orman topraklarının kapladığı alan ise en azdır (Şekil 107).

4.2.1.1.1. Kestane Renkli Topraklar

Araştırma sahasının kuzeyindeki görülen bu topraklar dağlık sahalar üzerinde geniş alan kaplamaktadır. Bu topraklar, Karagöl Dağları ile Şeytan Dağları arasında hemen hemen her kesimde görülmekte olup, uzun süren kış mevsimi, serin ve kısa süren yaz mevsimi koşulları altında oluşmuşlardır. Bu topraklar üzerinde dağlık alanlarda akarsu vadilerinin meydana getirdiği eğim, şiddetli erozyon yaşanmasına neden

olmaktadır. Bu topraklar üzerinde mera alanları fazla yer kaplamadığından, inceleme alanının kuzeyinde yaylacılık faaliyetleri güneye oranla daha azdır.

4.2.1.1.2. Kireçsiz Kahverenkli Topraklar

İnceleme alanının doğusunda Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı bazaltlar üzerinde gelişen bu topraklar, Yoncalık köyü doğusunda görülmekte olup, mera alanı olarak kullanılmaktadır.

4.2.1.1.3. Kahverenkli Orman Toprakları

Karlıova Havzası'nın güneybatısında görülen bu topraklar sınırlı bir yayılışa sahiptir. Meşe toplulukları üzerinde gelişen bu topraklar % 1'lik orana sahip olup, üzerinde hayvancılık faaliyeti yapılmaktadır.

4.2.1.2. Azonal Topraklar

Azonal topraklar eğimli yamaçlarda, sürekli taşkın ve millenmeye uğrayan vadi tabanlarında genç alüvyon ve volkanik depolar üzerinde bulunmaktadır. Erozyon ve birikme toprağın horizonlaşmasına imkan vermemektedir. Ana kaya, yer şekilleri ve zamanın etkisine bağlı oluşan bu topraklar genç oluşumludur. Bu toprakların oluşumu üzerinde iklim ve bitki örtüsünün etkisi bulunmamaktadır. Özellikle flüviyal süreçlerle eğimin fazla olduğu alanlardan taşınan malzemenin, eğimin az olduğu alanlarda biriktirilmesi sonucu oluşan genç topraklara karşılık gelmektedir. İnceleme alanında alüvyal ve kolüvyal topraklar görülmektedir. Dağlık alanların vadiye bakan yamaçlarında kuvvetli eğime bağlı olarak meydana gelen aşınma nedeniyle horizonlaşma meydana gelmemiştir.

4.2.1.2.1. Alüvyal Topraklar

Karlıova Havzası ve çevresinde alüvyal topraklar akarsuların geniş tabanları üzerinde görülmektedir. Bu açıdan Peri Suyu, Göynük Çayı vadileri ve oluşturdukları taraça depoları üzerinde alüvyal topraklar bulunmaktadır. Alüvyal topraklar çalışma alanında % 1'lik bir orana sahiptir. Ancak akarsu tabanında meydana gelen taşkın nedeniyle toprak oluşumu kesintiye uğramakta ve bu topraklar alüvyal malzeme içermektedir. Havzayı boşaltan Göynük Çayı ve Peri Suyu'nun yatağında ilkbaharda meydana gelen taşkın ve millenmenin şiddeti alüvyonlaşmanın seyrini etkilemiştir. Bu

nedenle alüvyonlarda farklı unsur boyutunda ve farklı renkte seviyeler meydana gelmiştir. Alüvyonların profil özelliklerini taşkın ve millenmenin şiddeti ve biriken maddelerin özelliği etkilemiştir. Karlıova Havzası'nda sınırlı da olsa tarımsal faaliyetlerin yapıldığı sahalarda bu topraklar yer almaktadır.

4.2.1.2.2. Kolüvyal Topraklar

Kolüvyal topraklar dağların eteklerinde, yamaçlardan gerek yer çekiminin etkisi, gerekse yüzeysel akıma geçen suların etkisi ile taşınmış, köşeli-çakıllı-kumlu depolar halindedir (Atalay, 1989). Bu topraklar havza tabanına yaslanan eğimli yamaçlar ve vadi tabanlarına geçişte yamaç boyu aşınan malzemenin birikimi sonucu oluşan horizonlaşmanın görülmediği topraklardır. Havza kuzeyinde Karagöl Dağları'nın güney yamaçları, Karlıova ve Hasanova Havzası'nda geniş alan kaplamaktadır. Karlıova Havzası'nın kuzeyinde yer alan birikinti koni ve yelpazelerinde bu topraklar görülür. Kolüvyal topraklar bu alanlar dışında çalışma alanında dik yamaçlı dağlık alanların eteklerinde ve vadi yamaçlarında dar alanlı olarak görülmektedir.

4.2.1.3. İntrazonal Topraklar

Bu toprakların oluşmasında topografik faktörler (jeomorfoloji), drenaj ve ana materyal etkili olup, toprak oluşumu yeteri kadar ilerlememiştir (Atalay, 1989). Çalışma alanında bazalt litolojinin yaygın olmasına bağlı olarak bu topraklar geniş alan kaplamakta olup, % 54'lük bir orana sahiptir. Karlıova Havzası'nın batısı ve güneyinde geniş alan kaplayan bu topraklar genç ancak inorganik madde açısından zengindir. Çayır açısından zengin olan bu topraklar, mera alanı olarak kullanılmaktadır.

4.2.2. Genel Arazi Kullanımı

Dünya ve ülkemizde olduğu gibi hızlı nüfus artışına paralel olarak doğal kaynaklar aşırı ve bilinçsiz bir şekilde tüketilmektedir. Bu faydalanma dengeli ve düzenli olmayınca doğal ekosistemde onarılması çok büyük sorunlar ortaya çıkmaktadır. Ancak bu durum Karlıova Havzası ve çevresi için pek geçerli değildir. Çünkü yaşanan terör olayları nedeniyle inceleme alanında en önemli doğal kaynak olan meralar aşırı bir şekilde kullanılmamıştır. Yine hayvan besleyen insan sayısının ve göçebeliğin azalması meralar üzerindeki baskının azalmasına neden olmuştur. Arazinin bugünkü kullanımı ile insan toplulukları arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır.

Yüzyıllardan beri süregelen tecrübelere göre insanın ortama uyumunun açıklanması ilgi çekmiştir. Günümüzde mevcut arazi kullanımı uzun bir uyum ve tecrübenin sonucudur. Bu uyum sonucunda insanların ulaşmış olduğu ekonomik, sosyal ve teknolojik seviyeye göre ortama nasıl uyum sağladığını gösterir (Gözenç, 1977).

Karlıova Havzası'nda plato sahaları ve dağlık alanlar mera alanı olarak kullanılmaktadır. Genel arazi kullanımında mera alanları 871 km^2 ile en geniş grubu oluşturmaktadır. Mera alanlarını 147 km^2 ile fundalık alanlar izlemekte olup, tarım alanları yaklaşık 140 km^2'lik alan kaplamaktadır (Foto, 68, Şekil 108, 109).

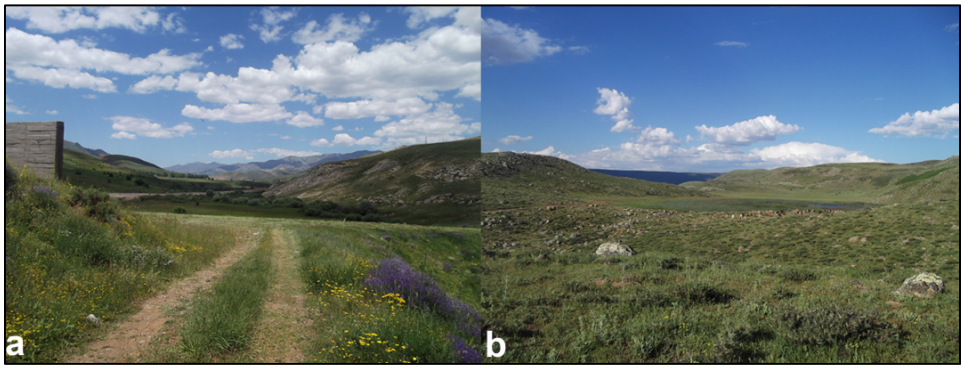
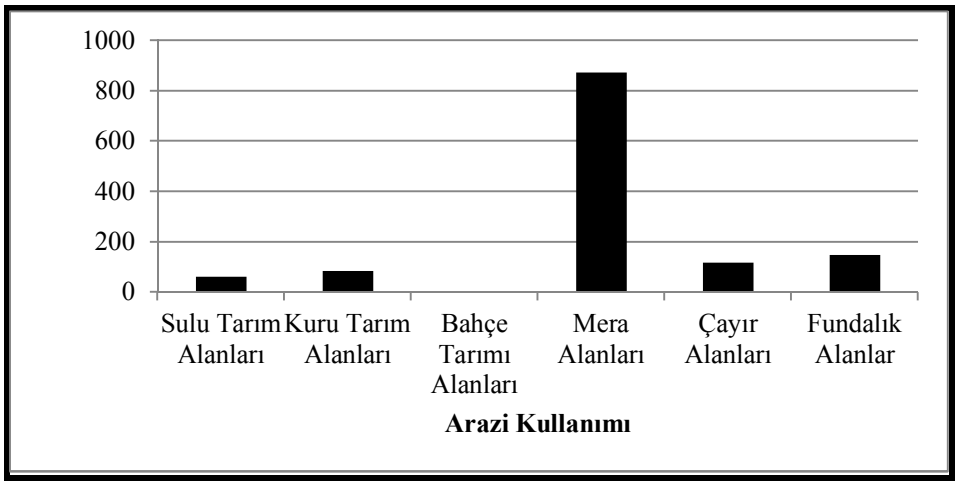
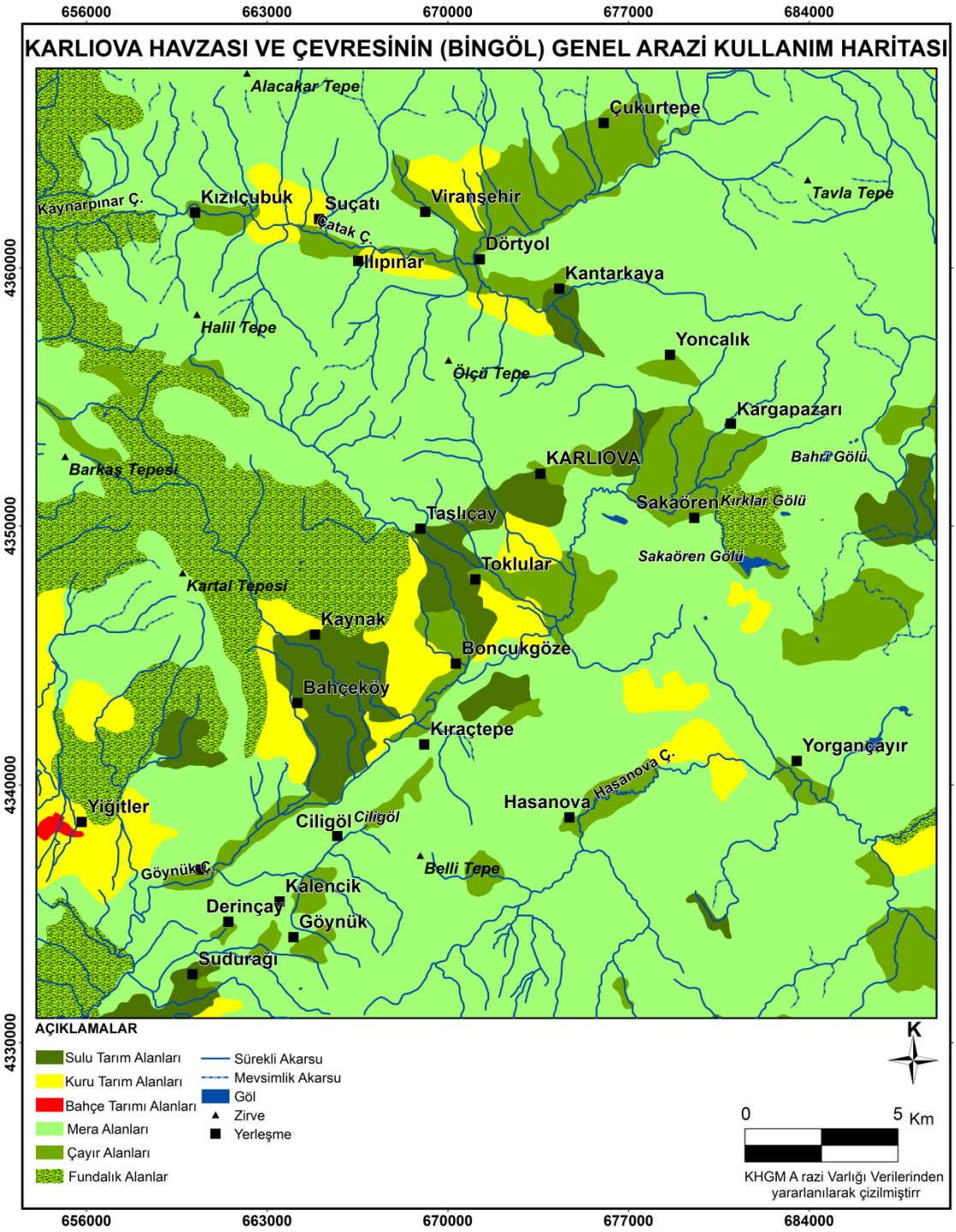


Foto 68. Karlıova Havzası ve çevresinde bitki örtüsü arıcılık ve mera hayvancılığını olumlu yönde etkilemektedir.



Şekil 108. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) genel arazi kullanımının alansal dağılışı

Sulu tarım sahaları, Peri Suyu, Göynük ve Hasanova Çayları'nın vadilerinde görülmekte olup, 60 km^2 alan kaplamaktadır. Bu sahalarda buğday ve yem bitkileri ekimi yapılmaktadır.



Şekil 109. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) genel arazi kullanım haritası

İnceleme alanında yüksek platoların geniş yer kaplaması, mera sahalarının artmasını sağlamıştır. Meralar yöre halkı için hayvancılık ve arıcılık bakımından oldukça önem taşımaktadır. Yörede yaşanan uzun kış ve kısa yaz mevsimi dağlık

alanlarda step ve alpin türlerden oluşan ot formasyonunun gelişmesini sağlamıştır. Kısa yaz mevsimine rağmen karasallık ve güneşlenme süresinin uzunluğu otların kısa sürede gelişmesini sağlamakta, bu durum ise mera hayvancılığının cazibesini artırmaktadır.

Havza ve çevresinde 117 km^2 alan kaplayan çayır sahalarının oranı % 9'u bulmaktadır. İnceleme alanında çayırlar vadi ve havza tabanlarında görülmektedir. Vadi ve havza tabanları taban suyu seviyesinin yüksek olmasına bağlı olarak çayır alanı kullanımı dışında başka bir kullanıma uygun değildir. Ayrıca vejetasyon süresinin çok kısa ve taban suyu seviyesinin yüksek olması toprağın işlenmesini engellemektedir. Taban suyu yüksek alanlarda yetişen çayırlar biçilerek kurutulmaktadır. Kurutulan bu otlar ahır yakınlarında depolanarak uzun kış mevsiminde hayvanların beslenmesinde kullanılmaktadır.

İnceleme alanında fundalık sahalar 147 km^2 alan kaplamakta olup, % 11' lik bir orana sahiptir. İnceleme alanının batısında Kartal Tepesi ile Barkaş Tepe arasında meşe ve ardıç ağaçlarından oluşan orman örtüsü yer almaktadır. Bu sahada keçi sayısının fazla olması ormanın tahrip edilmesine neden olmaktadır. Kuzeybatıda Kaynarpınar Çayı'nın kuzeyinde ve güneyinde yer alan dağlık alanlar da orman örtüsü yönünden zengindir. Sonuç olarak Karlıova Havzası ve çevresinde genel arazi kullanımı iklim ve jeomorfolojik faktörler tarafından belirlenmiştir.

4.3. Jeolojik ve Jeomorfolojik Özelliklerden Kaynaklanan Bazı Problemler ve Çözüm Önerileri

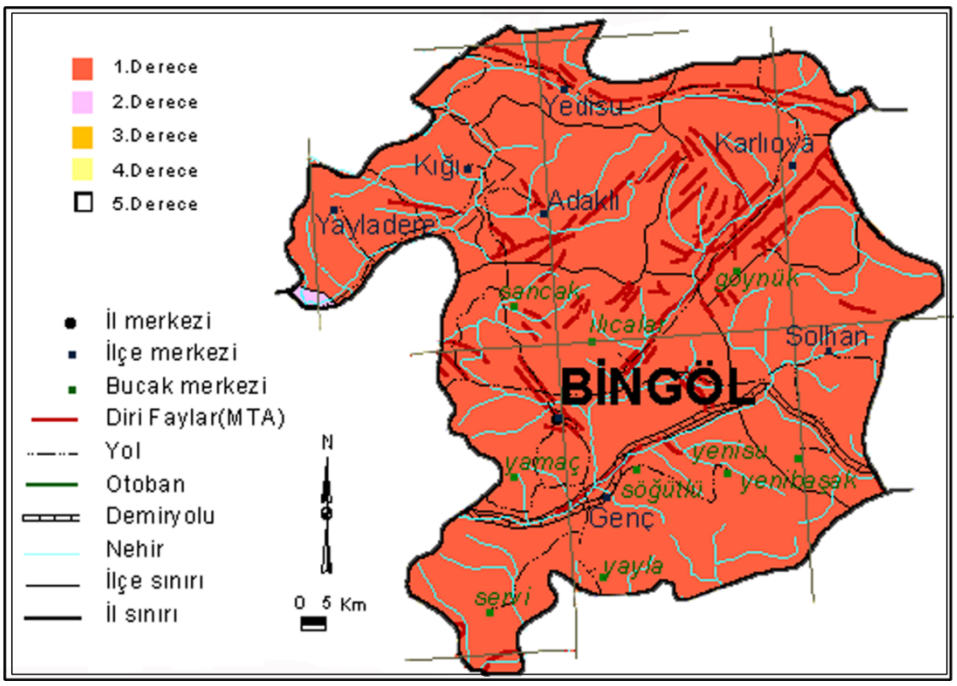
İnsanoğlu yaşamakta olduğu doğal ortamı etkilemekte ve doğal ortamdan etkilenmektedir. Bu iki etkileşim olumlu olabileceği gibi olumsuzda olabilmektedir. Jeomorfolojik kökenli olan bu sorunların tespiti ve çözümü ile Uygulamalı Jeomorfoloji ilgilenmektedir. Bunun için çalışma alanının jeolojik-jeomorfolojik özelliklerinin iyi bilinmesi gerekir. Karlıova Havzası'nda jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerinden kaynaklanan başlıca sorunlar; deprem, kütle hareketleri, taşkın, çığ ve kaya düşmesidir. Bu sorunlar öncelik sırasına göre ayrı ayrı değerlendirilerek çözüm önerilerinde bulunulmuştur.

4.3.1. Depremsellik

Bir bölgede yaşanan depremlerin büyüklüğü ve frekansı o bölgenin depremselliğini göstermektedir. Herhangi bir yörenin deprem riskinin açıklanması için

o alanın çevresinde yer alan aktif tektonik zonların ve tektonik yapılarının ortaya konulması gerekmektedir. Karlıova yöresi, jeolojik yapısı ve morfo-tektonik özelliği itibariyle Alpin Kuşak'ta (Akdeniz-Himalaya Kuşağı) yer almaktadır. Karlıova yöresi, tektonik bakımdan Avrasya ile Arap levhalarının sıkışma bölgesinde, Kuzey Anadolu Fay Zonu ile Doğu Anadolu Fay Zonu'nun kesişme sahasında yer alması nedeniyle Doğu Anadolu'nun en önemli deprem yöresi durumundadır**.** Karlıova (Bingöl) deprem yöresinde etkin olan depremler, tektonik depremlerdir (Sezer, 2008:36).

Ülkemizdeki en aktif fay zonlarından olan Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Fay Zonları tek bir fay yerine birbirlerine paralel faylardan oluşmaktadır. Bu iki kuşakta faylar arasında kırılmamış bölgeler, fayların sürekli bir tek faya dönüşmesi eğilimi nedeni ile deprem riski taşıyan alanları oluşturmaktadır. İnceleme alanından hem DAF hem de KAF Zonları'nın geçmesi depremsellik açısından oldukça riskli bir bölgede yer almasını sağlamıştır. Sismolojik bakımdan Akdeniz Deprem Kuşağı'nda yer alan yöre, magnitüdü 4-8 arasında deprem üretecek uzunluktaki diri faylarıyla Türkiye'de 1-2. derece deprem bölgelerine dahil olan araziler içermektedir (Şekil 110).

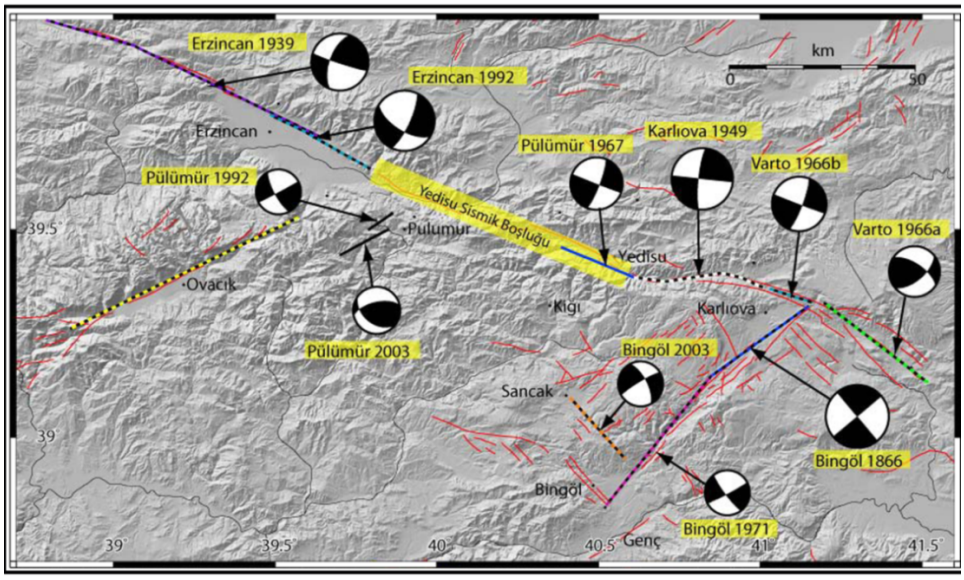


Şekil 110. Bingöl ilinin depremsellik haritası (Deprem Araştırma Dairesi/ Ankara)

Tektonik hareketler günümüzde deprem denilen hafif yer hareketleri olarak devam ederek hayatî bir tehlike oluşturmaktadır. Nitekim yapılan analizlere göre,

Karlıova deprem yöresinde M.S. 11-22.05.2010 yılları arasında magnitüdü 4 ve daha büyük 648 deprem kaydedilmiştir. Bu depremlerin 88 kadarı şiddetli (M>5.5) olmuş, çok sayıda can ve mal kaybına neden olmuştur (Sezer, 2008:38).

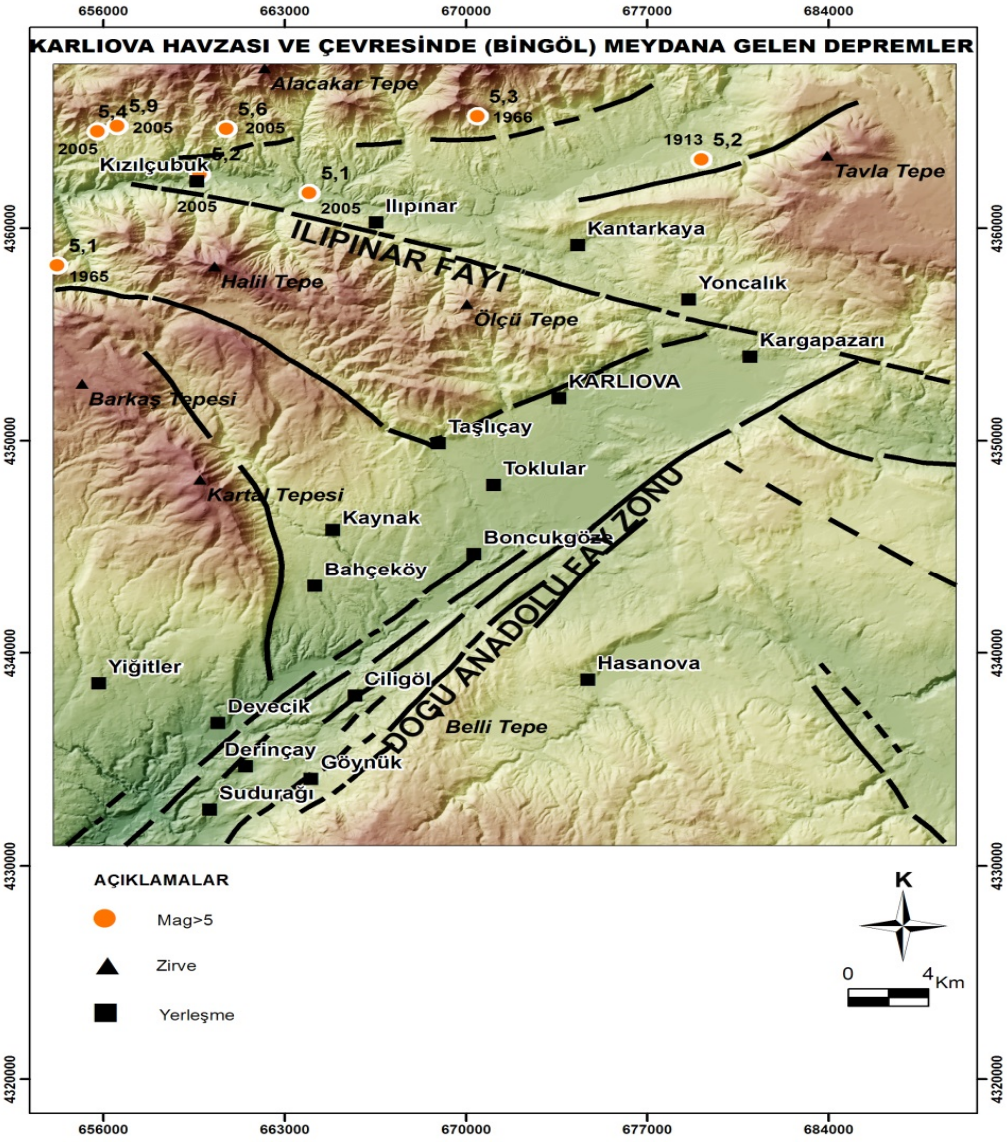
Karlıova Üçlü Eklemi civarındaki segmentlerde gerçekleşen en son depremler (M>6), DAFZ için 1866, VFZ için ise 1966/a ve KAFZ için 1966/b depremleridir. KAFZ üzerinde meydana gelen 1966/b depremi (M= 6.1) ile ilgili herhangi bir yüzey kırığı oluşumu rapor edilmemiştir. DAFZ üzerinde meydana gelmiş olan 1866 tarihsel depremi ile ilgili de herhangi bir yüzey kırığı geometrisi verisi mevcut değildir. Adı geçen fay parçalarının şu ana kadar çok az bilinen deprem tarihçelerinin anlaşılması, fayların yakın dönem davranış karakterini anlamak açısından oldukça önemlidir (Akyüz ve diğ. 2010:7) (Şekil 111, 112, 113).



Şekil 111. İnceleme alanı ve çevresinde 1866 yılından beri meydana gelen büyük (M > 6) depremler ve bunların odak mekanizmaları. Çeşitli renklerdeki kesik çizgiler bu depremlerin basitleştirilmiş ve yaklaşık yüzey kırık dağılımını temsil etmektedir. Kırmızı çizgiler Şaroğlu ve diğ. (1992)'den alınmıştır (Akoğlu, 2008) (Akyüz ve diğ. 2010:7).

Tarih	Lok		Mag (M)	Derinlik (km)	Fay uzunluğu (km)	Doğ.	Eğim	Sapma	Atım(cm)	Yer
12.05.1866[1]	41	39	6.8	0-18	32	52	90	0	-100	Bingöl
26.12.1939[2]	39.51	39.80	7.9	0-18	310	-77	90	-180	150-650	Erzincan
17.08.1949[3]	40.62	39.57	6.8	0-18	35	96/113	90	-180	50-150	Karlıova
19.08.1966a[4]	41.56	39.17	6.8	0-18	35	-53	70	150	60	Varto
20.08.1966b[5]	40.98	39.42	6.1	0-18	9	106	90	-180	25	Varto
26.07.1967[6]	40.38	39.54	6.0	0-18	?	111	90	-170	?	Pülümür
22.05.1971[7]	40.52	38.83	6.7	0-18	45	38	86	-8	45	Bingöl
13.03.1992[8]	39.63	39.72	6.8	1-15	30	115/119	63	-164	90-143.3	Erzincan
15.03.1992[9]	39.93	39.53	6.0	1-18	8	-125	61	57	20	Pülümür
27.01.2003[10]	39.66	39.58	6.1	1-18	15	-118	90	0	20	Pülümür
01.05.2003[11]	40.53	39.04	6.4	1-18	22	137	90	-180	40	Bingöl

Şekil 112. Karlıova üçlü eklemi civarında 1866 yılından beri meydana gelen büyük depremlerin (M>6) parametreleri. (Akyüz ve diğ. 2010: 8)



Şekil 113. İnceleme alanında Magnitüdü 5> den büyük olan depremlerin dağılışı

Çalışma alanında yakın zamanda meydana gelen başlıca depremler şunlardır:

12 ve 14 Mart 2005 Karlıova Depremleri: 12 ve 14 Mart 2005 Karlıova depremlerine ait sismolojik kayıtlara göre, her iki depremin ana şoku KAF'ın Ilıpınar Segmenti batı ucuna rastlamakta, artçı şoklar bu segment batısı boyunca yoğunlaşmaktadır. Ana şok lokasyonları, artçı şok dağılımı ve önerilen fay düzlemi çözümleri dikkate alındığında 12 ve 14 Mart 2005 Karlıova depremlerinin sağ yönlü doğrultu atımlı KAF'ın Ilıpınar Segmenti'nden kaynaklanmış olması muhtemeldir (Şekil 113). Ilıpınar Fayı'nın Holosen aktivitesi daha belirgin olup fay boyunca akarsularda birkaç 10 metre ile 1 km arasında sağ yönlü ötelenmeler meydana gelmiştir. Bu fay Kargapazarı yakın doğusunda Varto Segmenti ve DAF'nın Karlıova Segmenti ile üçlü birleşme oluşturur (Emre ve diğ. 2005:5). Depremde 302 konutta ağır, 1 konutta orta, 305 konutta hafif hasar, 5 işyerinde ağır hasar belirlenmiş, 76 ahır 4 samanlık yıkılmış, 1269 küçükbaş, 51 büyükbaş hayvan telef olmuştur. Depremde 37 vatandaş yaralanmıştır (Saygun ve diğ. 2005:7). Deprem sonrasında köy yollarında çığ yaşanmıştır (Foto 69, 70).



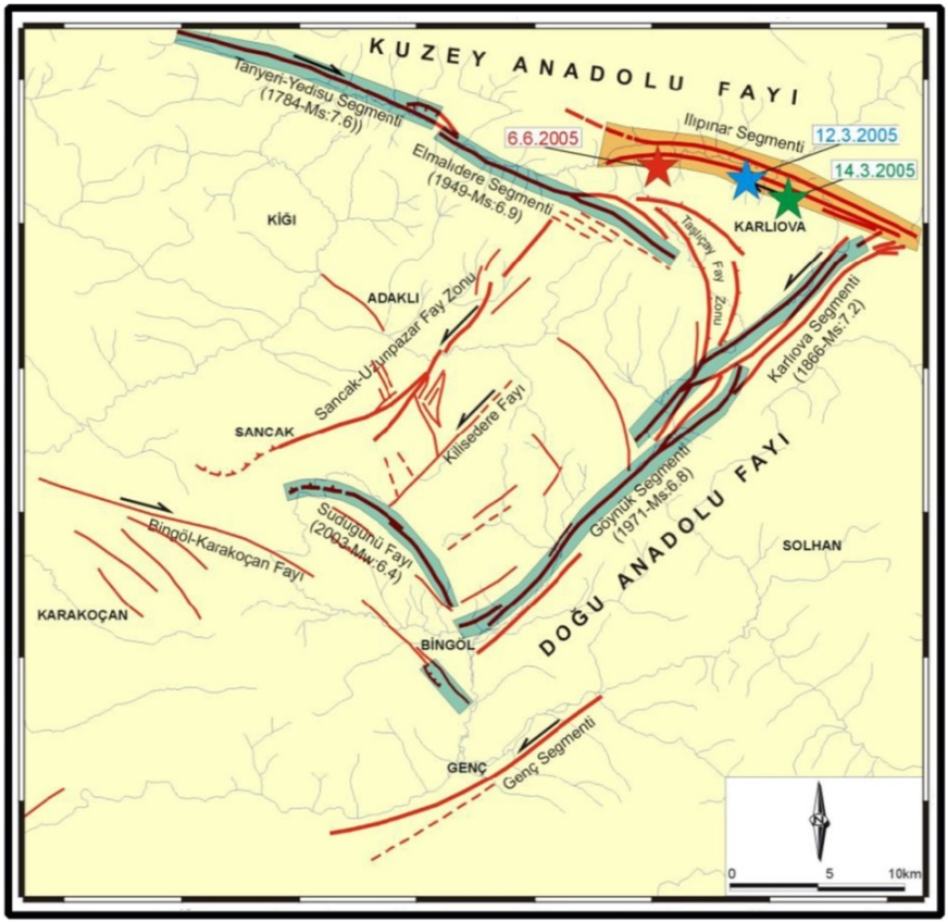
Foto 69. 12 Mart 2005 Karlıova depreminden etkilenen yapılar (Tüysüz, 2005'den)



Foto 70. 12 Mart 2005 Karlıova depreminden sonra kütle hareketleri yaşanmıştır.

6 Haziran 2005 Karlıova Depremi: Bu depreme ait sismolojik kayıtlara göre; depremin ana şoku KAF'ın Ilıpınar Segmenti batı ucuna rastlamaktadır (Şekil 114). Artçı şoklar aynı segment boyunca ana şokun doğusuna doğru dağılım gösterir. Ana şok lokasyonu ve artçı şokların dağılımı dikkate alındığında 6 Haziran 2005 Karlıova depreminin sağ yanal doğrultu atımlı KAF'ın Ilıpınar Segmenti'nden kaynaklanmış olması muhtemeldir (Özalp ve diğ. 2005: 6).

Gumbel-Gutenberg-Richter ve üstel olasılık dağılım yöntemleri ile yapılan yılların en büyük depremlerinin analiz sonuçlarına göre, % 74 ihtimal ile her yıl kaydedilebilecek maksimum yıllık magnitüd Karlıova (Bingöl) deprem yöresinde 4.8 M, 100 yıl içinde gerçekleşmesi muhtemel maksimum magnitüd 7.9 M, 7.5 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlama süresi 56 yıl, 7.5 M büyüklüğündeki bir depremin 2025 yılı öncesinde gerçekleşme ihtimali ise % 6'dır (Sezer, 2008:39). Yeraltı suyu, tektonik hatlar, zemin koşulları ve yapılarda kullanılan malzeme deprem riski açısından önemlidir. İnceleme alanının önemli bir bölümünün genç sedimanter yapılı havza ve vadi tabanının oluştuğu ve büyük yerleşmelerin yanında köy yerleşmelerinin de önemli bir bölümünün havza ve vadi tabanı üzerinde olduğu düşünülürse depremsellik riski artmaktadır.



Şekil 114. 12, 14 Mart ve 06 Haziran 2005 Karlıova depremlerinin Lokasyonu. Sarı bantla gösterilen Ilıpınar Segmenti bu depremlere kaynaklık etmiştir. Mavi bantla gösterilmiş faylar 1784-Günümüz arasında yıkıcı deprem üretmiş fayları göstermektedir. Bantlanmamış olanlar ise bölgede deprem potansiyeli yüksek olan fayları göstermektedir (Özalp ve diğ. 2005:6).

Çalışma alanında nüfus büyüklüğü açısından en önemli yerleşmeler olan Karlıova ilçesi ve Kargapazarı köyü havza tabanında yer almaktadır. Ayrıca köy yerleşmeleri Peri ve Göynük Çayı ve kollarına bağlı olarak kurulmuştur (Foto 71). Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu bu alanlar büyük risk altındadır.

Gediz'de deprem etüdü yapan Erinç ve diğerleri (1970), yüksek sahalara göre alçak sahalarda hasarın fazla olduğunu, dislokasyon hatlarının kompakt sahalara göre hasarı arttırdığını gözlemlemiştir. Karlıova Havzası'nda alçak alanlarda yerleşmelerin yoğunlaşması muhtemel bir depremden fazla hasar görmesine sebep olacaktır.

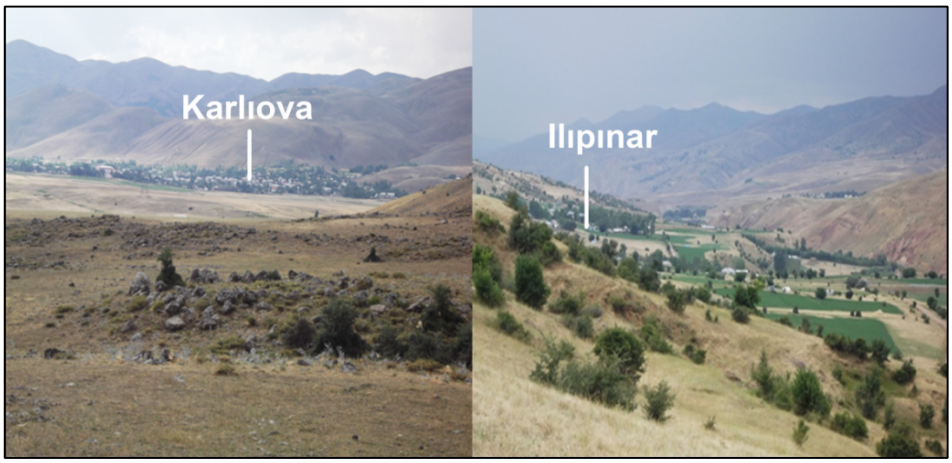


Foto 71. Karlıova ve Ilıpınar gevşek dolgulu zemin üzerine kurulmuştur

Derin yarılmış vadi ve plato yamaçlarında, kritik denge açısının aşılması ile harekete geçebilecek killi kayaçlar, ayrışma ürünleri ve kiltaşı ara tabakalı birimler bulunmaktadır. Bu birimler, depremin meydana getirdiği titreşimle birlikte sıvılaşabilecek yapıdadır. Sarsıntı ile kaynak sularının fazla bulunduğu aktif heyelanlarda hareket hızlanacak ve çamur akmaları meydana gelecek, yağışlı mevsimlerde ise eski heyelanlar da harekete geçebilecektir.

İnceleme alanında temel geçim kaynağı hayvancılık olup, gelir seviyesi düşüktür. Bu nedenle meskenler depreme dayanıklı malzemeden yapılmamaktadır. Bu durum depremde can ve mal kaybını artırmaktadır. Havza ve çevresinde yüksek plato alanları yerleşmeye elverişli değildir. Bu nedenle deprem zararlarını azaltmak için konutlarda depreme dayanıklı yapı malzemesi kullanılmalıdır. Tüm konutlarda işçilik ve kaliteli yapı malzemesine dikkat edilmeli, "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmeliğe" uyulmalıdır. Yerleşme yerlerinin seçimi, imar planlarının hazırlanmasında, konut ve yol yapımında meydana gelebilecek şiddetli bir deprem göz önünde bulundurulmalıdır.

İnceleme alanında temel geçim kaynağı hayvancılık olduğundan hayvan barınaklarının depreme dayanıklılıkları da önem taşımaktadır. Daha çok yığma denilen tekniklerle yapılan ahırlar depremlerden çok fazla etkilenmektedir. Bu nedenle deprem riski ve ahırların durumu dikkate alınarak modern hayvan barınakları inşa edilmelidir (Sever, 2008:226).

Sonuç olarak; bölgenin tektonik yapısı hem fay morfolojisinin ortaya çıkması açısından, hem de muhtemel deprem riskinin varlığının doğuracağı sonuçlar açısından

önem taşımaktadır. Nitekim jeomorfolojik saha çalışmalarının sonuçlarının yanı sıra, çalışma alanına ait sayısal yükselti modeli üzerindeki çizgiselliklerden inceleme alanının morfolojik yapısının aktif tektonizma denetiminde olduğu açıkça ortaya çıkmaktadır. Karlıova Havzası'nın tektonik haritasında çok yoğun kırıklı yapıların hemen dikkati çektiği araştırma sahasının hemen her yerinde faylı yapıya bağlı olarak oluşmuş çizgisel vadiler, fay doğrultusunda uzanan sırtlar, ötelenmiş sırt, tepe ve vadiler, genç vadiler, fay basamakları gibi yer şekilleri mevcuttur. Sözü edilen bu kanıtlar Karlıova Havzası'nda genç tektonizmanın ve güncel aktivitesinin açık izleridir.

4.3.2.Kütle Hareketleri

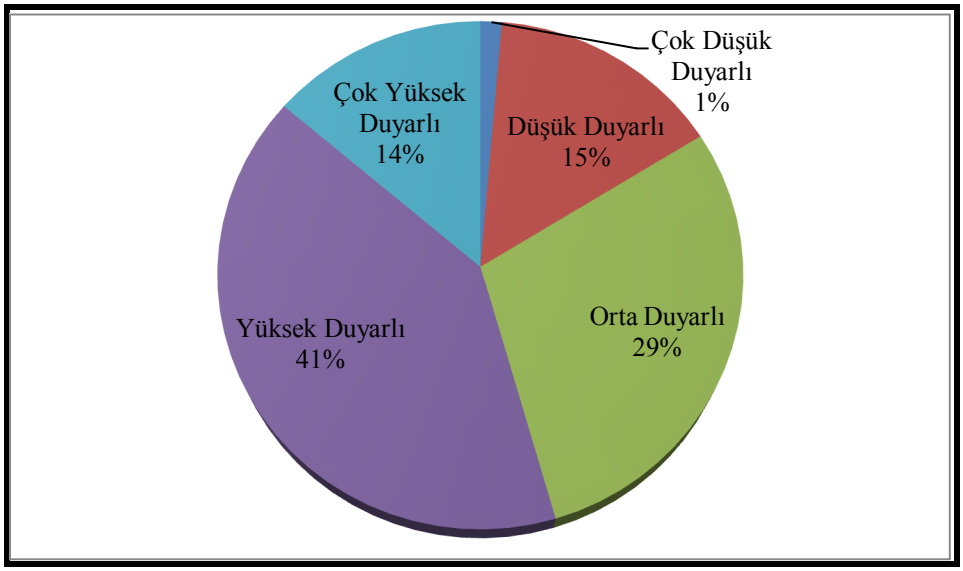
Yerçekiminin etkisiyle yamaçlarda eğim yönünde meydana gelen kütle hareketleri jeomorfolojik yapıda meydana getirdikleri değişikliklerin yanısıra yerleşmelere ve ekonomik faaliyetlere önemli etki yapmaktadır. Karlıova Havzası'nın aktif fayların denetiminde şekillenmesi, eğimli yamaçlar doğurmuştur. Bunun yanında çözülme ve ayrışma olaylarına uygun iklim koşulları ve elverişli litolojik yapı kütle hareketlerine uygun bir ortam hazırlamaktadır. İnceleme alanında görülen kütle hareketleri jeomorfoloji bölümünde ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Bu bölümde inceleme alanı için oluşturulan heyelan duyarlılık haritası değerlendirilecektir (Heyelan duyarlılığında kullanılan parametrelere ait haritalar jeomorfoloji bölümünde değerlendirilmiştir).

Heyelan duyarlılık haritasının hazırlanmasında etki eden faktörlerin teorik sınıflandırılmasına ve derecelendirmesine dayanan (Clerici ve diğ. 2002; Saha ve diğ. 2002; Ekinci, 2005/b; 2011) kantitatif yaklaşım metotlarından "Koşullara Bağlı Ağırlıklı Metot" kullanılmıştır. Heyelana etki eden faktörlerden elde edilen parametre haritalara heyelan oluşumuyla olan ilgilerine göre inceleme alanının özellikleri de dikkate alınarak etki derecelendirmesi yapılmış, değer sınıfları ve ağırlık değerleri atanmıştır (Tablo 5). Daha sonra bütün parametrelere ait değerler göz önünde bulundurularak 10x10 m çözünürlüğünde grid haritalar üretilmiştir. Üretilen bu haritalar çakıştırılarak (Kumtepe ve diğ. 2011; Erener ve Düzgün, 2012) heyelan duyarlılık haritası elde edilmiştir. Bu harita kullanılarak duyarlılık sınıflarının yoğunlukları ve mekânsal dağılışları açıklanmıştır.

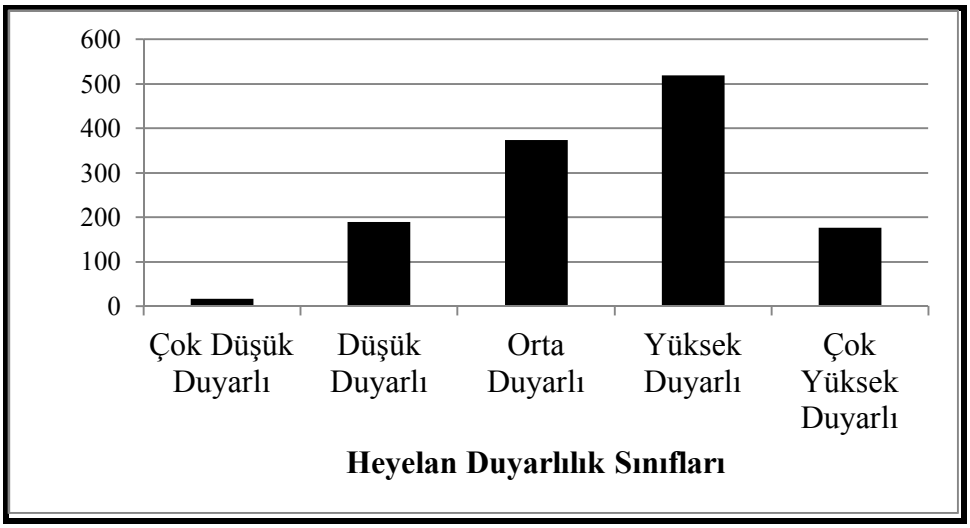
Tablo 5. Çalışma Alanına Ait Heyelan Duyarlılık Haritasının Oluşturulmasında Kullanılan Parametreler ve Değerleri

Parametreler	Alt Birimler	Heyelan	Risk Değeri
Eğim	0-2	1	5
	2-15	5	
	15-25	3	
	25-45	1	
	45>	0	
Bakı	K	2	2
	KD	1	
	D	1	
	GD	1	
	G	2	
	GB	2	
	B	2	
	KB	3	
	Düz	0	
Yükselti	1400-1700	1	2
	1700-1900	3	
	1900-2100	5	
	2100-2300	3	
	2300-2500	2	
	2500-2700	1	
	2700>	0	
NDVI	-0,3-0	0	3
	0-0,2	5	
	0,2-0,4	2	
	0,4-0,6	1	
	0,6-0,8	1	
Jeolojik Formasyonlar	Anadoluadayayı	0	5
	Mollakulaçdere Formasyonu	1	
	Yolüstü Formasyonu	1	
	Adilcevaz Formasyonu	1	
	Kohkale Tepe Lavı	4	
	Solhan Formasyonu	5	
	Kuvaterner	1	
	Navru Formasyonu	1	
	Memişkomu Formasyonu	1	
	Elmalı Formasyonu	1	
	Hamurpet Lavı Formasyonu	1	
	Bitlis Metamorfitleri	1	
	Hınıs Metaofiyoliti	0	
	Zırnak Formasyonu	0	
	HisarbabaDağı Lavı	0	
	Kozlu Formasyonu	0	
Fay Hatlarına Uzaklık	<100	5	3
	100-500	3	
	500-1000	1	
Akarsu Ağlarından Uzaklık	<100	5	2
	100-250	4	
	250-500	3	
	500-750	2	
	750-1000	1	
Profil Yamaç Eğriselliği	İçbükey	4	3
	Dışbükey	5	
	Düz	1	
Plan Yamaç Eğriselliği	İçbükey	4	3
	Dışbükey	5	
	Düz	1	

Karlıova Havzası ve çevresi için yapılan duyarlılık haritasına göre inceleme alanının % 41'i heyelana yüksek duyarlıdır. Heyelan duyarlılığının en yüksek olduğu sahaların oranı ise %14'tür. İnceleme alanının % 50'den fazlası heyelan açısından yüksek ve çok yüksek duyarlı bir sınıfta yer almaktadır (Şekil 115, 116).



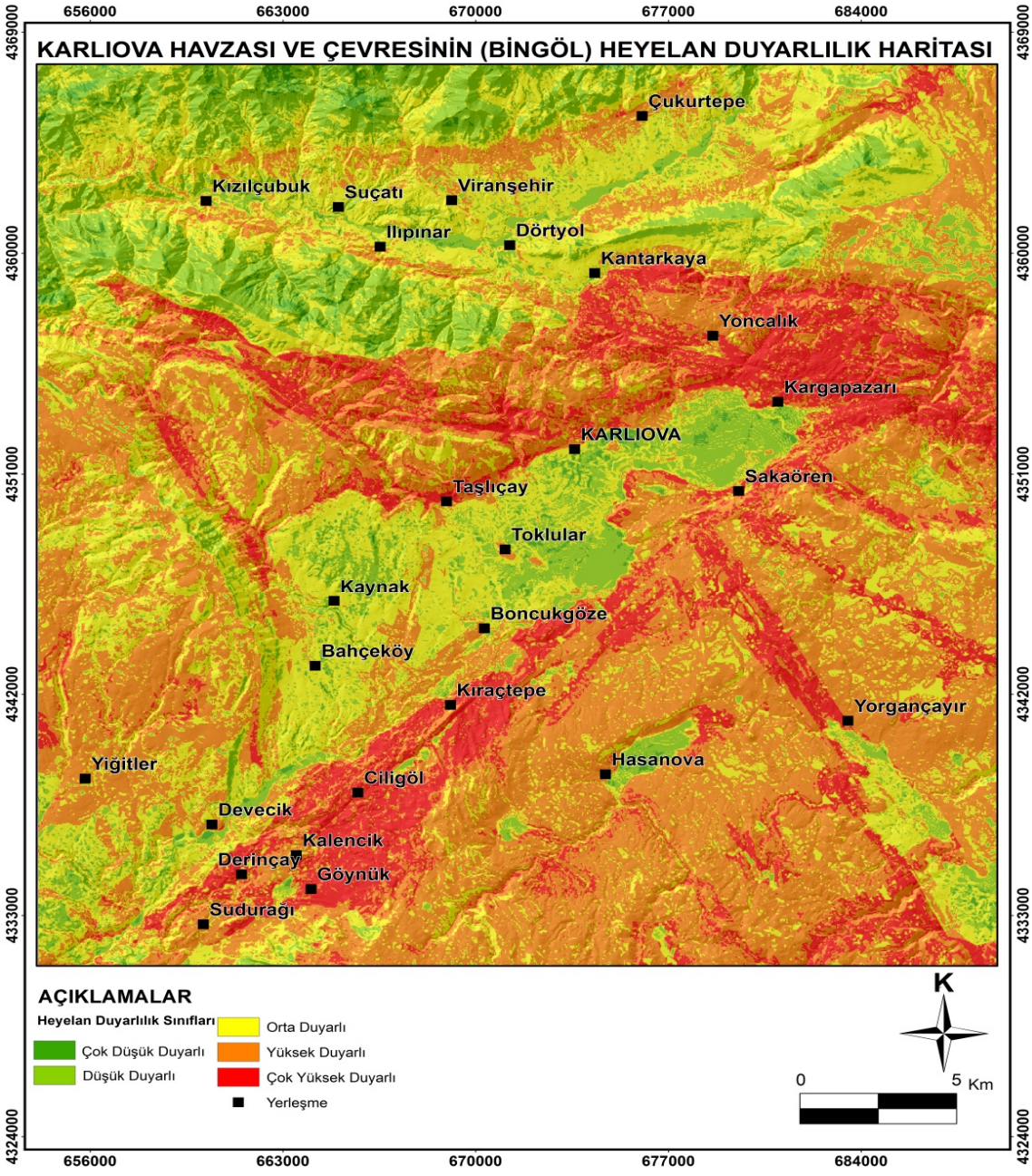
Şekil 115. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) heyelan duyarlılığının oransal dağılışı



Şekil 116. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) heyelan duyarlılığının alansal dağılışı

Bu durumun nedenleri daha önceki bölümlerde de açıklandığı üzere eğim değerlerinin yüksek olması, litolojinin ve iklim koşullarının uygun oluşu, tektonik hatlar, bitki örtüsünün seyrek oluşu ve sık sık yaşanan depremlerdir. Çalışma alanına ait heyelan haritası ile oluşturulan heyelan duyarlılık haritası bire bir örtüşmektedir (Şekil

86, 117). Heyelan duyarlılığının fazla olduğu sahalar tektonik hatlara paraleldir. Bu durum özellikle Göynük Çayı Vadisi'nde ve Kargapazarı Havzası'nda belirgindir. Çalışma alanının kuzeyinde bindirme kuşağı boyunca, güneydoğuda ise çizgisel uzanışlı fay hatları boyunca heyelan duyarlılığı artmaktadır. Genelde inceleme alanının kuzeyinde heyelan duyarlılığının güneye göre daha düşük olması dikkat çeken başka bir durumdur. Bu durumu doğuran temel faktör önceki bölümlerde de açıklandığı üzere litolojik yapının heyelan oluşumuna uygun olmamasıdır (Şekil 117). Arazi gözlemleri ve uydu görüntüleri duyarlılık haritasının doğruluğunu kanıtlamaktadır.



Şekil 117. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) heyelan duyarlılık haritası

Genel olarak Karlıova Havzası ve çevresinde tektonik hatlara paralel uzanan ve litolojisi heyelana uygun olan yamaçlarda duyarlılık yüksektir. Buna karşın vadi ve havza/ova tabanları, kuzeyde litolojinin uygun olmadığı sahalarda heyelan duyarlılığı düşüktür. İnceleme alanında kütle hareketleri yerleşmelere, yola, tarım-mera alanlarına ve içme suyu şebekesine zarar vermektedir. Göynük Çayı Havzası'nda yer alan Hacılar, Ciligöl ve Kalencik köylerinin yeri heyelan nedeniyle değiştirilmiştir. Kalencik köyünde meydana gelen heyelan Bingöl-Erzurum karayoluna zarar vermiş, köyün mera alanlarını tahrip etmiştir (Foto 72). Sudurağı köyü yakınlarında karayolunu tehdit eden heyelanlar görülmektedir.

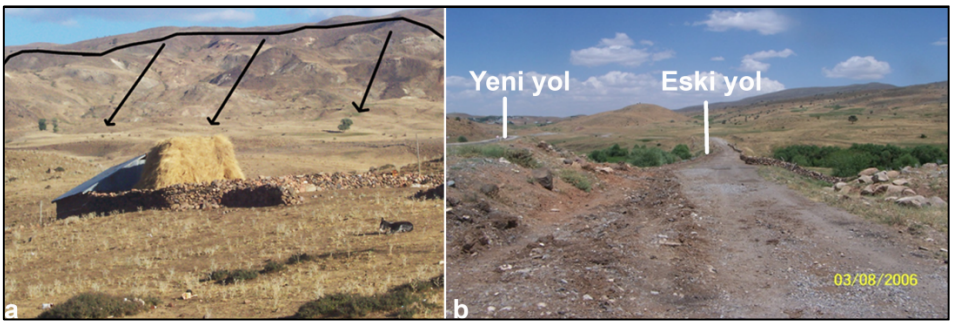


Foto 72. Kalecik köyü yakınlarında meydana gelen heyelan a) Bu heyelan meralara zarar vermiştir b) Bingöl-Erzurum karayolu heyelandan zarar görmüştür

İnceleme alanının kuzeyinde Peri Suyu Havzası'nda heyelan tehlikesine maruz yerleşmeler bulunmaktadır. Heyelan nedeniyle Ilıpınar ve Kızılçubuk köylerinde mesken nakilleri olmuştur. Göynük Çayı Havzası'nda Göynük ve Sudurağı köylerinde yüksek yamaçlarda akmalar meydana gelmektedir. Bu akmalar Sudurağı köyü yakınlarında Bingöl-Erzurum karayolu için tehlike oluşturmaktadır (Foto 73).

Sonuç olarak; Karlıova Havzası'nda heyelanlar yoğun olarak görülmektedir. Bu nedenle inceleme alanında beşeri ve ekonomik faaliyetlerde planlama yapılırken heyelan duyarlılığı dikkate alınmalıdır. Fosil heyelan alanları ile duyarlılık haritası karşılaştırılmalı, potansiyel heyelan alanlarında heyelan oluşumunu önleyecek tedbirler alınmalı, heyelan duyarlılığı yüksek olan sahalar yerleşim, ulaşım gibi beşeri ve ekonomik amaçlı olarak kullanılmamalıdır.

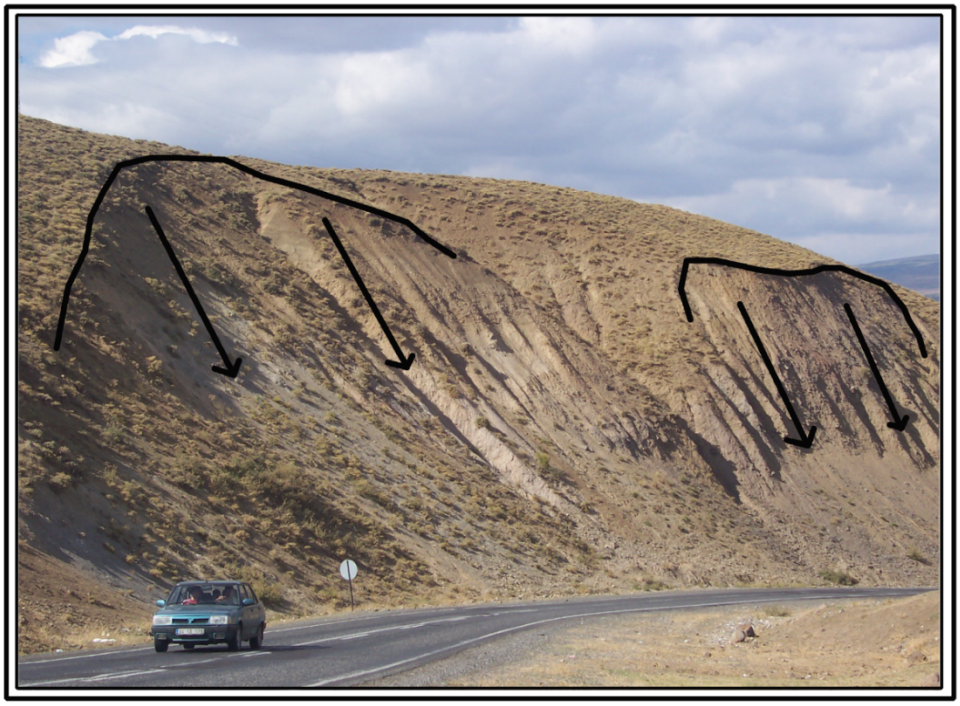


Foto 73. Sudurağı köyünde karayolu yakınlarında meydana gelen akmalar

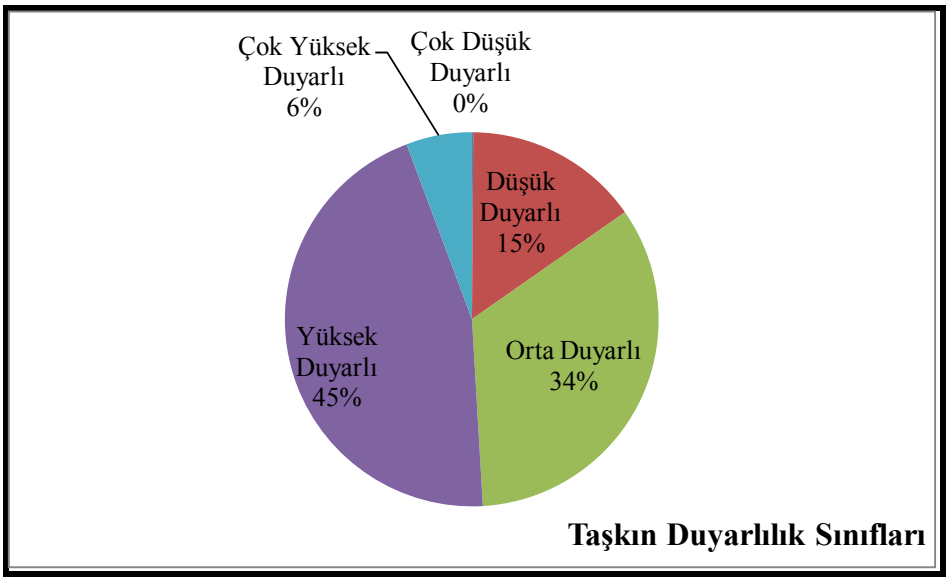
4.3.3.Taşkınlar

Taşkınlar, akarsuyun su kütlesinin arttığı ve su seviyesinin yıllık ortalama seviyesinin çok üstüne çıktığı durumlardır (Hoşgören, 2001:89). Taşkın olayına neden olan faktörler eğim, bakı, yükselti, bitki örtüsü, litoloji, iklim ve toprak koşullarıdır.

Suyun akış hızı, birikebileceği alanlar, taşınan malzemeler eğim tarafından belirlenmektedir. Bu nedenle eğimin düşük olduğu sahalarda taşkın riski daha yüksektir. Taşkın üzerinde etkili olan bir başka faktör de bakı özellikleridir. Kuzey Yarım Kürede kuzeye bakan yamaçlar daha fazla radyasyon alan güneye bakan yamaçlara göre nemlilik ve buna bağlı olarak bitki örtüsünün varlığı bakımından zengin bir karakter göstermektedir. Bu durum infiltrasyonu arttırıcı ve yüzeysel akışı azaltıcı bir etki oluşturduğu için taşkın oluşumu açısından uygunsuz şartlar sağlar. Buna karşın güney yamaçlarda kuzey yamaçların tersine bir durum sözkonusudur (Kirkby ve diğ. 1990; Goudie, 2004; Mater, 1998; Turoğlu ve Özdemir, 2005). Alçak alanlarda su birikiminin fazla olması yükseltinin taşkın üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Bitki örtüsü suyun akış hızını keserek toplanmasını geciktirir. Buna bağlı olarak taşkın olayları zeminin bitki ile kapalı olduğu alanlarda daha az görülmektedir. Litoloji geçirimlilik derecesi ile taşkın üzerinde etkili olmaktadır. İklim yağış miktarını belirlediği ve kar erimelerine neden olduğu için taşkında belirleyici rol oynamaktadır. Taşkın riski

üzerinde etkili bir diğer faktör ise topraktır. Bu durum toprağın daha çok tekstür (bünye) özellikleri ile ilgilidir. Kil içeriği zengin olan topraklar geçirimsiz, çakıl ve kum gibi kaba taneli özellikte olan topraklar ise geçirimli bir karaktere sahiptir (Hoşgören, 2001). Karlıova Havzası ve çevresinde çukur alanlarda önemli bir doğal sorun olan taşkın için duyarlılık haritası yapılmıştır.

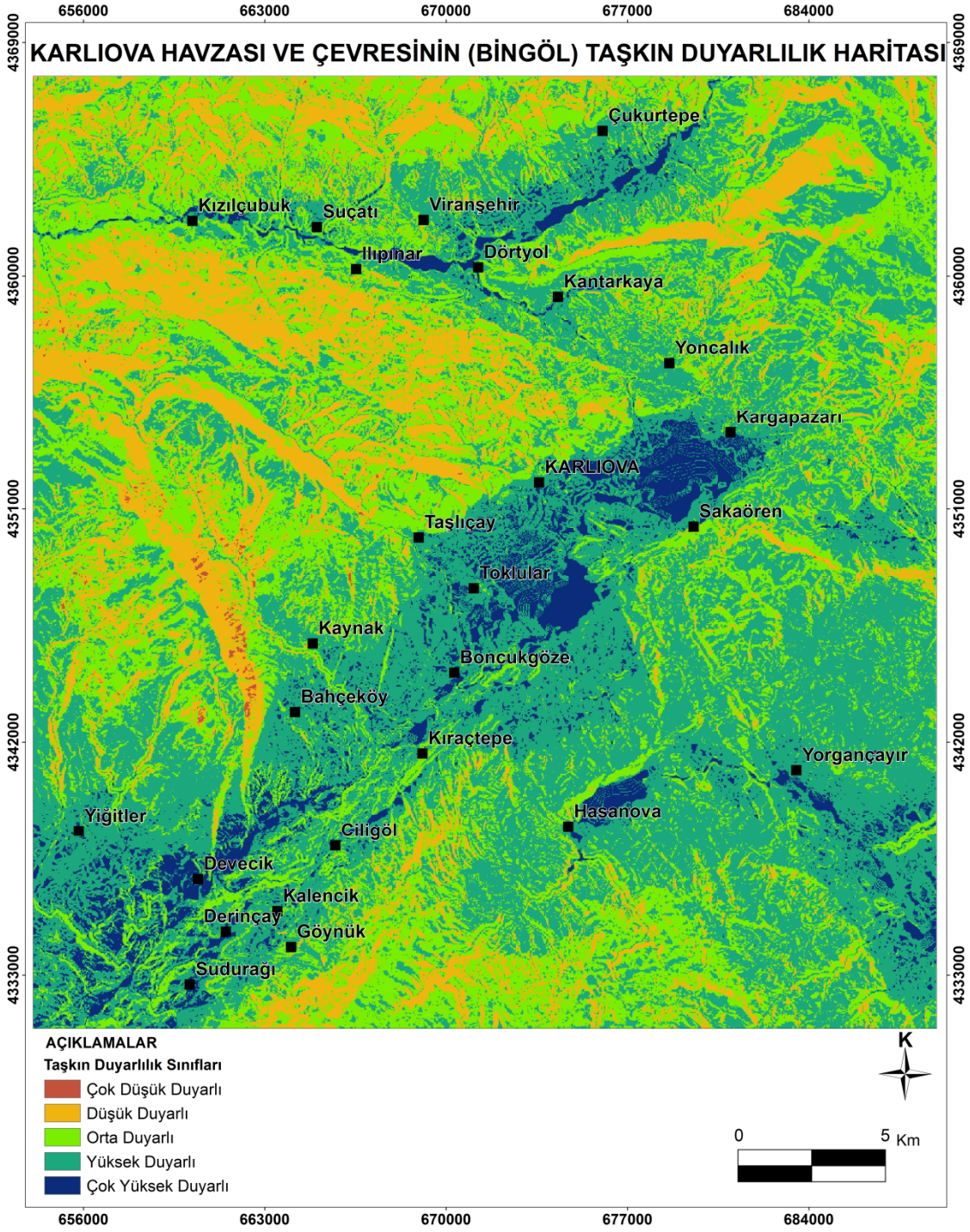
Taşkın duyarlılık haritası yapılırken; "koşullara bağlı ağırlıklı metot yöntemi" çerçevesinde oluşturulan duyarlılık sınıfları ve değerleri ile gerçekleştirilmiştir (Turoğlu ve Özdemir, 2005). Bu yöntemle etki eden faktörler teorik olarak sınıflandırılmış (Clerici ve diğ. 2002; Saha ve diğ. 2002; Ekinci, 2004; 2011) ve duyarlılığa neden olduğu tespit edilen faktör haritaları çakıştırılarak, duyarlılık sınıflarının yoğunlukları ve mekânsal dağılışları elde edilmiştir. Buna göre çalışma alanında taşkın duyrlılığı en yüksek olan sahalar % 6'lık bir orana sahiptir. Duyarlılığın yüksek olduğu sahalar % 45, orta derecede duyarlı sahalar % 34 ve düşük duyarlı alanlar % 15'lik bir orana sahiptir (Şekil 118).



Şekil 118. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) taşkın duyarlılığının oransal dağılışı

Bu haritaya göre Karlıova ve Hasanova Havzaları, Göynük ve Peri Suyu Vadileri'nde duyarlılık artmakta, az eğimli vadi ve havza tabanlarında duyarlılığın yüksek olduğu görülmektedir. Taşkın duyarlılığı 1700-1900 ve 1400-1700 m yükseltileri arasında daha fazladır. Yüzeyin bitki ile kapalılık oranının düşük olduğu

sahalar aynı zamanda taşkın duyarlılığının yüksek olduğu alanlara karşılık gelmektedir (Şekil 119).



Şekil 119. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) taşkın duyarlılık haritası

4.3.4. Erozyon

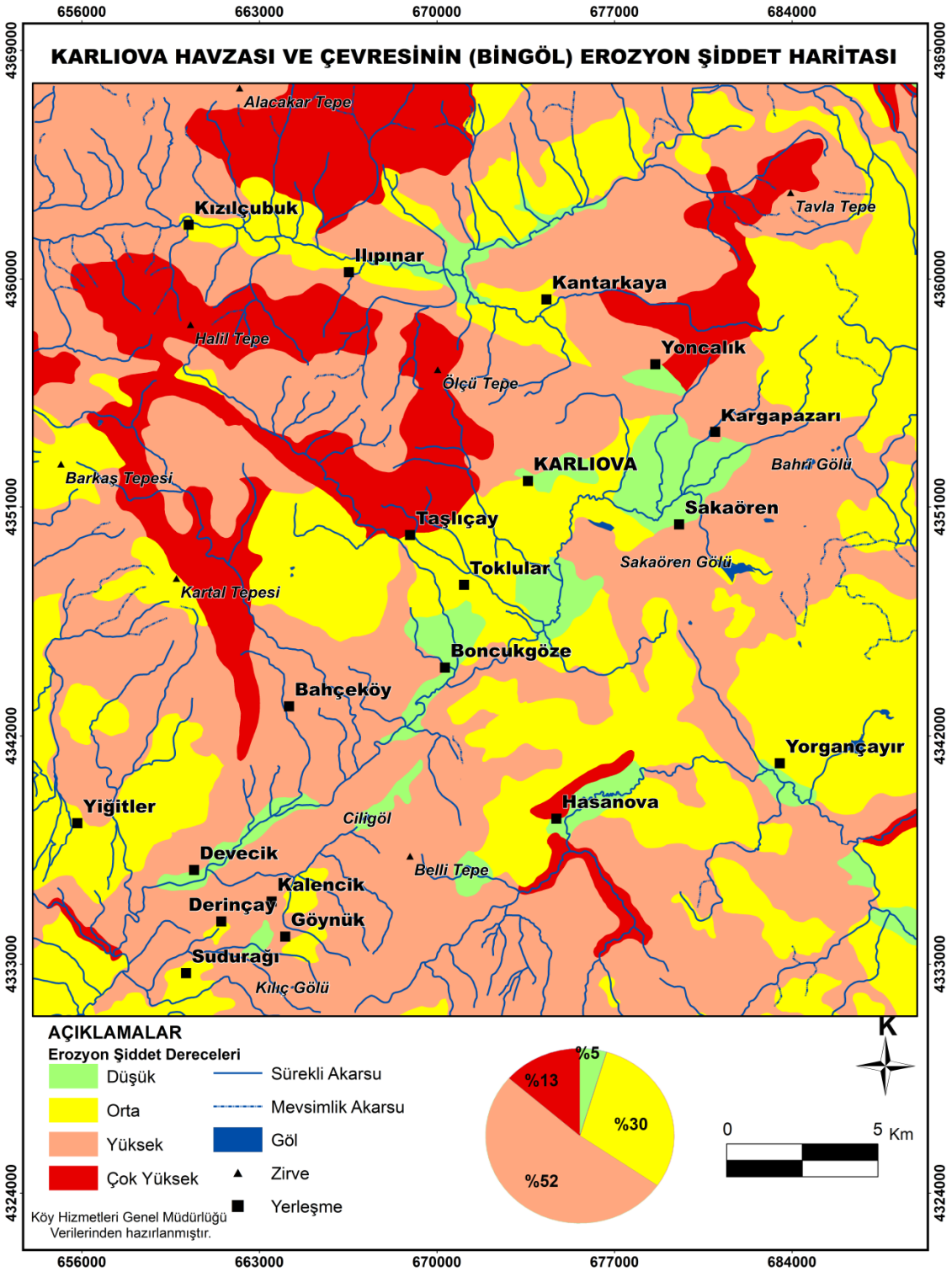
Su, rüzgar, buzul, yerçekimi ve dalga ile yer yüzeyinin aşınmasına erozyon (*Erosion*) denir. Yanlış arazi kullanımı ve doğal bitki örtüsünün tahribine bağlı oluşan erozyona ise şiddetli erozyon veya toprak erozyonu (*Soil erosion*) denir (Atalay, 2004/b). Bitki örtüsü, toprak, su ve eğim arasında kurulmuş olan doğal dengenin, bu elamanlarından birinin değişmesi veya değiştirilmesi sonucu kolayca ortaya çıkan toprak erozyonu, insanın doğayı ve doğal kaynakları kendi aleyhine çevirmesi demektir (Şahin, 1987).

Erozyon üzerinde etkili olan faktörler iklim, topoğrafya, akarsu ağı yoğunluğu, anakaya, toprak, bitki örtüsü ve beşeri müdahelelerdir. Topoğrafik özellikler, toprak erozyonunun oluşmasında ve şiddet derecesine etkide bulunmaktadır. Özellikle dağlık araziler, yüksek derecede eğime sahip sarp ve geniş yamaçlar erozyonu arttıran yeryüzü şekilleridir. Genel bir yaklaşımla, arazinin bitki örtüsü ve toprak özellikleri ne olursa olsun, herhangi bir arazide eğimin başladığı noktadan itibaren yüzey akışı ve dolayısıyla erozyon da başlamaktadır. Böyle ortamlarda yağışın karakteristikleri, yüzey ve toprak özelliklerinin de olumlu veya olumsuz etkileri ile birlikte toprağın aşınma riskini eğimin derecesi (diklik), eğimin uzunluğu ve eğimin şekli gibi özellikler belirlemektedir (Şahin 1987; Mater 1987; Çeliker ve Anaç, 2003).

Karlıova Havzası yakın dönemde dış drenaja açıldığından genç oluşumludur. Havzayı çevreleyen dağlık alanlar faylarla kesilmiş olup, tektonik hareketlerle yükselmiştir. Bu yükselmelere bağlı olarak dağlık alanlar uzun süre aşınım alanı olmuştur. Litolojik yapı, iklim, bitki örtüsü, hidrografik özellikler ve yer şekillerine bağlı olarak başlayan erozyon insan etkisiyle önemli bir sorun olmuştur.

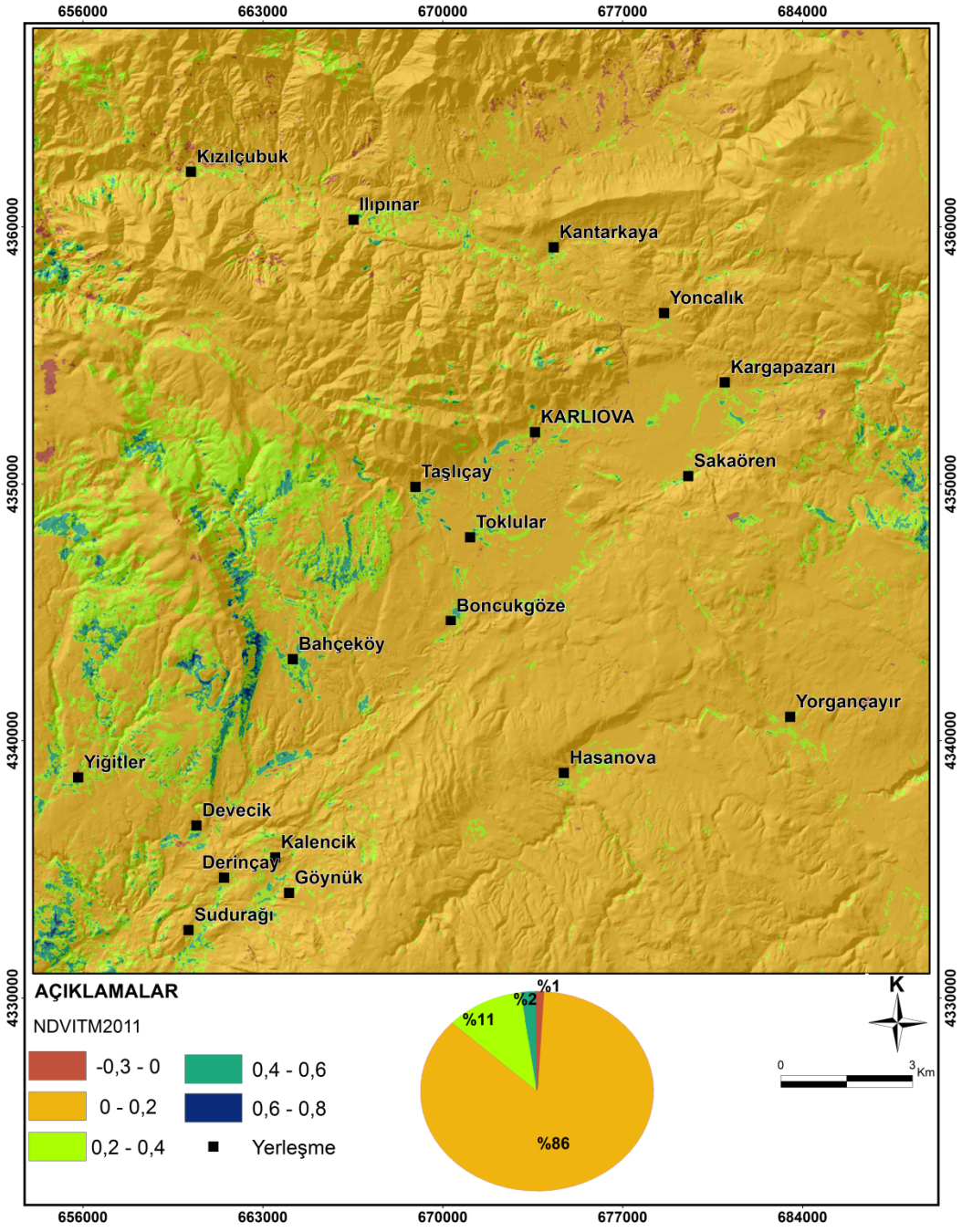
Çalışma alanının jeomorfoloji, eğim, topoğrafya ve erozyon haritaları karşılaştırıldığında eğimli yamaçlar ve dağlık alanların aynı zamanda şiddetli erozyon sahalarına karşılık geldiği görülmektedir. İnceleme alanına ait erozyon şiddet haritası KHGM'nin 1/25000 ölçekli arazi varlığı haritası ve sahaya ait uydu görüntüsüne kontrollü sınıflandırma yöntemi kullanılarak elde edilen haritalara bağlı olarak çizilmiştir (Şekil 120). Karlıova Havzası ve çevresinde 173 km^2'lik alanda şiddetli erozyon yaşanmakta olup, inceleme alanının % 13'üne karşılık gelmektedir. Erozyonun şiddetli olduğu alanların toplamı 663 km^2'yi, oranı da % 52'yi bulmaktadır. İnceleme alanında yer alan dağlık sahalarda ortalama yükselti, yağışın artmasına neden olmakta,

havza tabanına göre yüksek sıcaklık farkları fiziksel parçalanmayı artırmaktadır. Akarsuların topoğrafyayı derince parçalaması, erozyonu artırmaktadır.



Şekil 120. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) erozyon şiddet haritası

İnceleme alanında erozyonun çok şiddetli yaşandığı sahalar Toklular, Bahçeköy ve Ilıpınar Fayları'na bağlı olarak oluşan yamaçlara karşılık gelmektedir. Bahçeköy Fayı'nın oluşturduğu dik yamaçlar ormanla kaplı olmasına rağmen erozyonun şiddetli yaşandığı sahaya karşılık gelmektedir (Şekil 16, 120, 121).



Şekil 121. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) NDVI haritası (2011 yılına ait Landsat TM görüntülerinden elde edilmiştir).

İnceleme alanının kuzeyinde Kantarkaya ve Yoncalık köylerinin doğusu ve kuzeyinde şiddetli erozyon yaşanmaktadır. Çünkü bu sahalarda genç tektonik hareketler morfolojide dik yamaçlar doğurmuştur. Peri Suyu Havzası'nın kuzeyinde aşırı yarılmış topoğrafya erozyonu şiddetlendirmektedir.

İnceleme alanında erozyon açısından en büyük problem oyuntu (Gully) erozyonudur. Oyuntu erozyonu araştırma sahasının kuzeyinde ve akarsuların derin vadiler oluşturduğu sahalarda yoğun olarak görülmektedir. Bu aktif erozyonun görülmesinin başlıca sebebi sahadaki ince elemanlı kumlu, killi ve marnlı yapıdır. Ayrıca marnlı yapının üzerinde bulunan ince örtü malzemesinin taşınması ile erozyon hızlanmaktadır.

Gully erozyonu parmak erozyonu ile başlar. Parmak erozyonu ile arazi yüzeyinde ortaya çıkan birkaç santimetrelik oluklar, erozyona karsı gerekli önlemler alınmadığı takdirde, zamanla derinleşip genişleyerek sel yarıntıları şeklini almaktadır. Sel yarıntılarının büyüklükleri, yağışın miktarına, şiddetine, sıklığına, toprağın erozyona olan direncine, toprağın derinliğine, arazinin eğimine, toprak altındaki sert ve geçirimsiz katmanlarının toprak yüzeyine yakınlığına, alt toprağın gevşekliğine ve yüzey akış suyunun taşıdığı materyalin cins ve miktarına bağlıdır. Sel yarıntısı erozyonu ile araziler, birkaç metre ile onlarca metre genişliğinde ve derinliğinde oyulabilmekte ve böylece önemli miktarda toprak ve arazi kayıpları meydana gelmektedir. Parmaklar ulaşım hareketlerini sınırlayacak ölçüde büyüdüklerinde, oyuntu olarak adlandırılırlar. Oyuntularda yoğunlaşan hızlı yüzey akışlar, yüksek miktarlarda toprak taşınmasını da beraberinde getirir. Bu hızlı ve yüksek taşınım, drenaj hatları boyunca ve suların yoğunlaştığı alçak noktalarda derin oyuntuların oluşmasına neden olur (Erpul, 2005).

İnceleme alanının kuzeyinde Peri Suyu Havzası'nda kumtaşı topografyasının görüldüğü yerlerde oyuntu erozyonu daha çok oyuntu başı kopmaları ile eğim yukarı oyuntu oluşumu veya gelişimi şeklinde olmaktadır. Bunun nedeni bu alanlarda eğim derecesinin kuvvetli olmasıdır.

Göynük Çayı ve Peri Suyu'nun tabanının genişlediği yerlerde, Karlıova Havzası'nın tabanında ve Karlıova Havzası'nın doğusundaki plato sahalarında düşük eğim değerleri nedeniyle erozyon azdır. Çalışma alanının % 50'sinden fazlasında erozyonun yüksek olması sahanın topoğrafik, litolojik ve iklim özelliklerine bağlıdır.

Karlıova Havzası ve çevresinde etkili olan erozyon ile ilgili olarak ayrıca Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nın 2012 yılında tamamladığı erozyon risk haritası temin

edilmiştir. ETKE/YETKE (RUSLE) denklemine göre hazırlanan bu haritalar, temelde iklim, toprak, topografya ve bitki örtüsü parametrelerini kullanarak toprak erozyonunun niceliksel olarak tespit edilmesini sağlamaktadır.

ETKE/YETKE (RUSLE) yıllık toprak kayıplarını vermektedir (ton/ha^{-1}/yıl^{-1}). Son zamanlarda ülkesel, bölgesel ve havza bazında toprak kayıplarının tahmininde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (aris.cob.gov.tr. 06/05/2013 tarihli erişim).

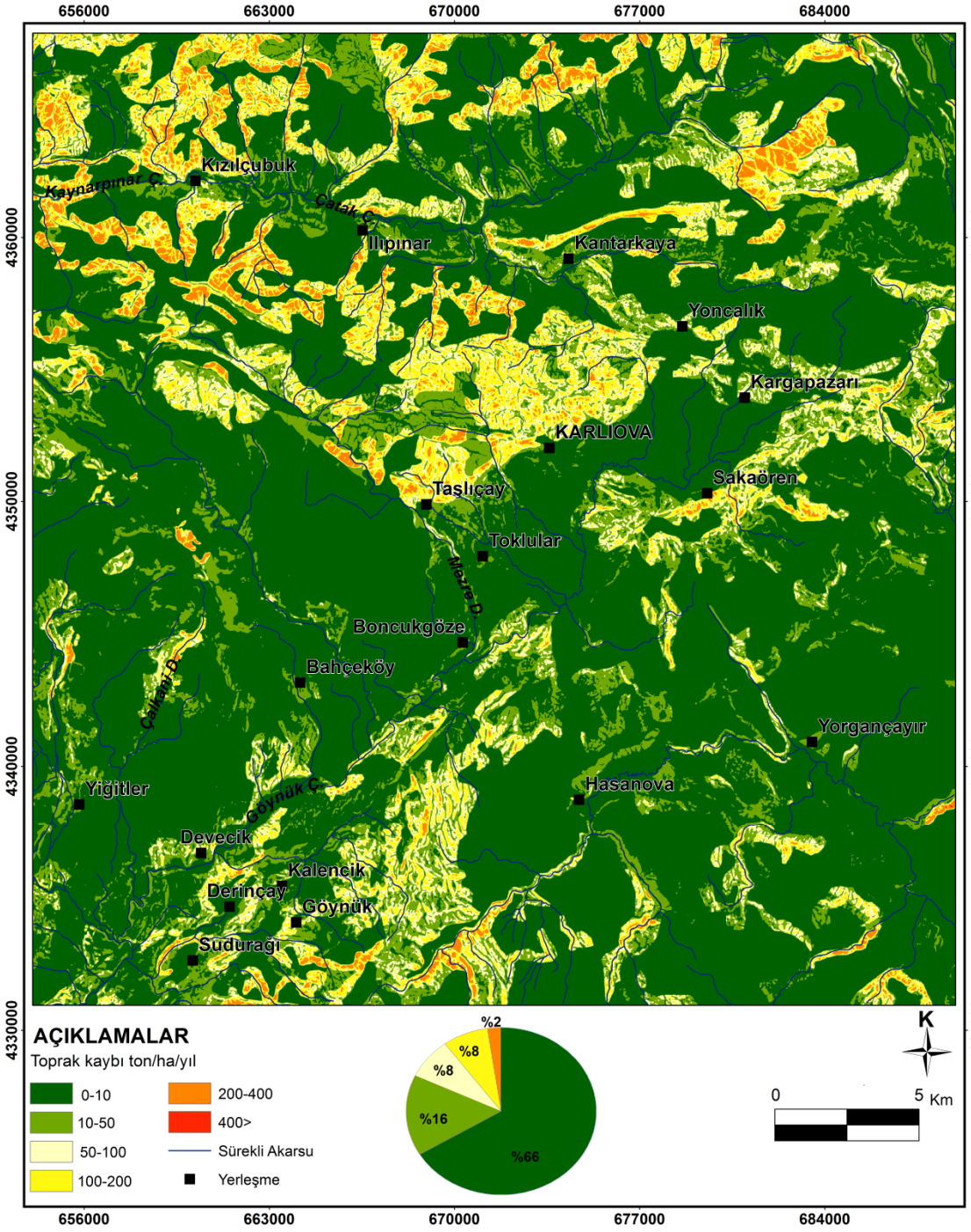
Özsoy (2007)'e göre, YETKE (RUSLE) metodolojisi yıllık toprak kaybını ton/ha/yıl olarak aşağıdaki eşitlikle hesaplamaktadır (Wischmeier ve Smith 1965;Renard ve diğ. 1997).

Denklem A = R x K x LS x C x P

Burada; A: Birim alandan gerçekleşen ortalama yıllık toprak kaybı miktarı (ton ha-1 yıl-1), R: Yağış-akış aşındırıcı faktörü (MJ ha-1 yıl-1 × mm h-1), K: Toprağın erozyona duyarlılık faktörü (ton ha-1 × ha MJ-1 × h mm-1), L: Eğim uzunluğu faktörü (birimsiz), S: Eğim dikliği faktörü (birimsiz), C: Bitkisel örtü ve ürün yönetimi faktörü (birimsiz, 0 ve 1 değerleri arasında), P: Toprak ve su koruma önlemleri faktörü (birimsiz, 0 ve 1 değerleri arasında).

Yukarıda verilen eşitlikte R faktörü erozyon üzerine etki eden iklim faktörünü, LS faktörü topoğrafik karakteristiklerine bağlı olan eğim uzunluğu ve dikliğini, K faktörü toprağın türünü, C ve P faktörleri ise arazi kullanımı ile ilgili süreçleri temsil etmektedir. Bu nedenle bu eşitlik hem doğal hem de yapay nedenlerle oluşacak potansiyel erozyon miktarının tahmin edilmesini sağlamaktadır. Söz konusu eşitlik ile belirlenen değer çoğunlukla seçilen herhangi bir alanda oluk ve oluklarası erozyon nedeni ile oluşacak potansiyel toprak kaybı miktarını ifade etmektedir. Erozyona uğrayan toprağın taşınması ve depolanması ile ilgili süreçler ile yatak ve oyuntu erozyonun sonuçlarını kapsamamaktadır.

Bu modele göre Karlıova Havzası ve çevresinde toprak kayıplarının fazla olduğu alanlar fay hatlarının meydana getirdiği eğimli yamaçlara karşılık gelmektedir. Bu durum belirgin olarak Göynük Çayı Vadisi, Bahçeköy, Toklular Fayları'nın oluşturduğu yamaçlarda görülmektedir (Şekil 122).



Şekil 122. Rusle Yöntemine göre Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) erozyon haritası

Şekil 122'e göre, Karlıova Havzası'nın kuzeyinde Peri Suyu Havzası'nda gevşek litolojinin bulunduğu sahalar toprak kayıplarının arttığı alanlara karşılık gelmektedir. Buna karşın inceleme alanının güneyinde yer alan plato sahalarında toprak kayıpları azdır. Bu durumu doğuran tabii neden yüzey şekillerinin oldukça sade

olmasıdır. Geniş plato yüzeylerinden oluşan bu sahada yeknesak bir topoğrafya vardır. Bu topoğrafya sınırlı alanlarda vadilerle kesintiye uğramaktadır. Topoğrafyadaki bu yeknesaklık toprak kayıplarının az olması sonucunu doğurmuştur. Karlıova Havzası'nın batısında yer alan volkanik plato alanlarında da toprak kayıpları azdır. Çünkü bu yüzeyler akıcı bazalt lavlardan oluşmaktadır. Hemen hemen engebesiz olan yüzeyler ile havza tabanlarında toprak kayıpları azdır. Karlıova Havzası'nda toprak kayıplarının 0-10 ton arasında olduğu sahalar araştırma alanında en fazla yer kaplamaktadır. Tektonik açıdan aktif olan çalışma alanında toprak kayıplarının az olması volkanik etkinlikle alakalıdır. Zira inceleme alanında dislokasyon hatlarına bağlı olarak tabla şekilli volkanik dağlar oluşmuştur (Tablo 6).

Tablo 6. Karlıova Havzası ve Çevresinde (Bingöl) Rusle Yöntemine Göre Toprak Kayıpları

Toprak Kaybı (ton/ha/yıl)	**Alan (km^2)**
0-10	850,9461
10-50	200,6126
50-100	101,3858
100-200	94,34335
200-400	29,91311
400>	0,027226

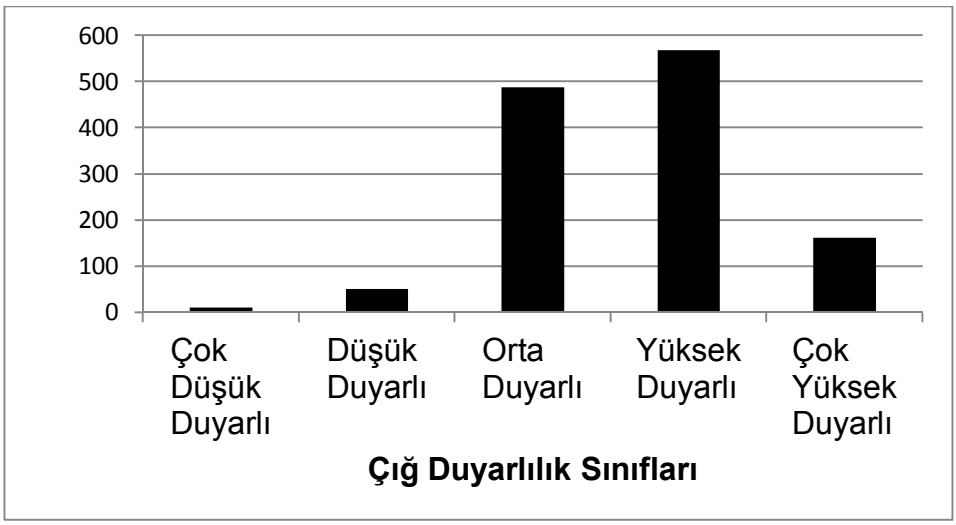
Çalışma alanında erozyonu azaltmak için; eğimli yamaçlar ağaçlandırmalı, bitki tahribatının önüne geçilmeli, çayır ve mera alanları korunmalı, mera hayvancılığı yerine besi hayvancılığı teşvik edilmelidir.

4.3.5. Çığ

Karlıova Havzası ve çevresinde çığların meydana gelmesi iklim koşullarına, bitki örtüsünün seyrek olmasına, eğimin fazla olmasına ve depremlere bağlıdır. Çığ hem ulaşımı hem de meskenleri etkilemektedir. Uzun geçen kış mevsimi ve bu mevsimde bol miktarda düşen kar, kar toplanmasına uygun yamaçların bulunması, yer sarsıntıları ve faylanma sonucu oluşan dik yamaçlar çığların meydana gelmesini sağlamıştır.

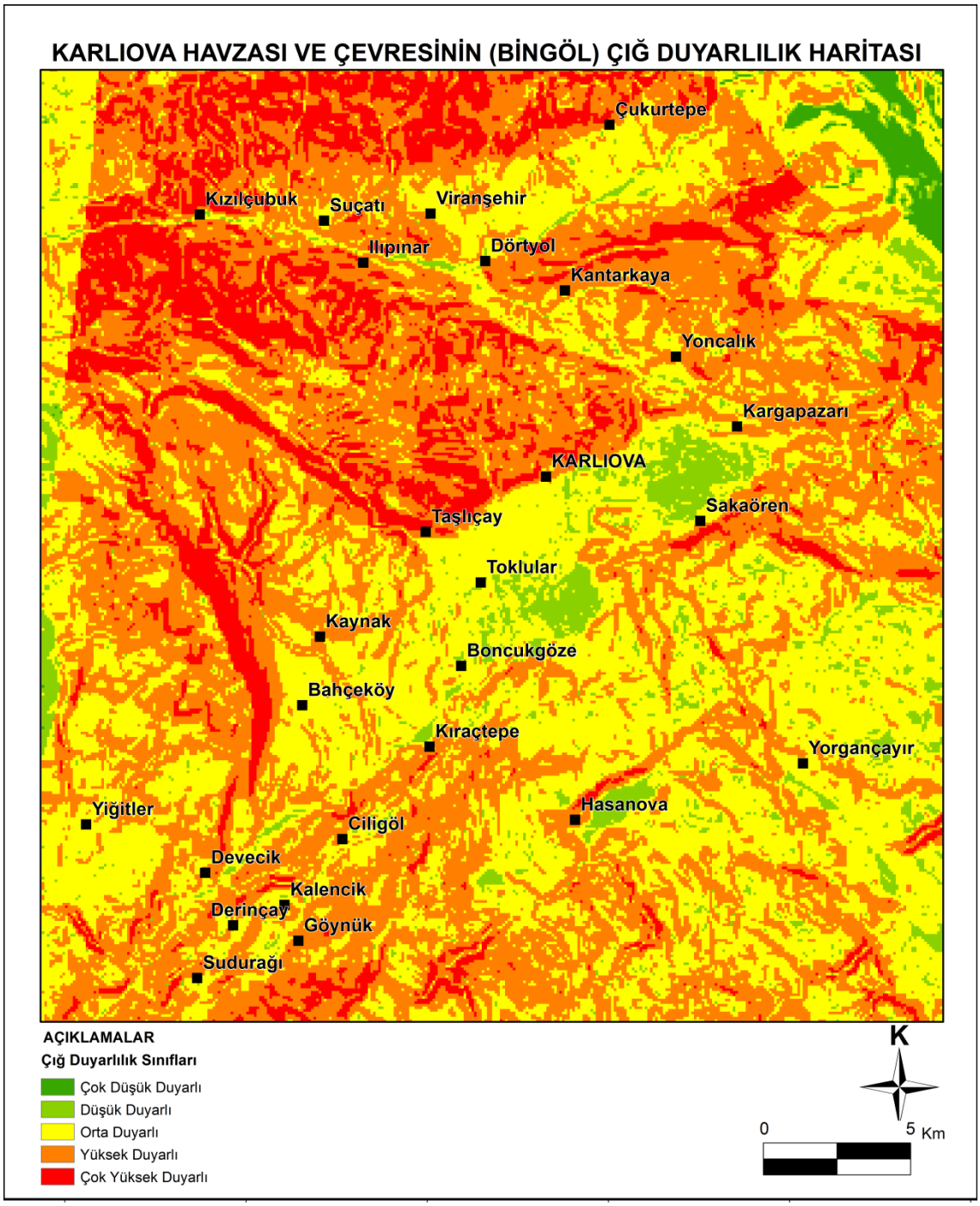
Çığın olumsuz etkisini ortadan kaldırmak için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (Bacanlı ve diğ. 2003). Günümüzde coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama tabanlı modeller kullanılmaktadır (Mejia-Navarro ve diğ. 1994; Furdada ve diğ. 1995; Biskupic ve Barka, 2010; Önal, 2012). Bu modeller sayesinde arazide çığ oluşabilecek yerler belirlenebilmektedir (Barka ve Rybar, 2003; Biskupic ve Barka, 2010). Mora ve Vahrson, (1994) tarafından geliştirilen ve coğrafi bilgi sistemleri ile desteklenen model şu formülü içerir: $\boldsymbol{Havalanche\ (çığ) = Sr \times 0.4 + Dy \times 0.4 + Ds \times 0.2 \times F.}$ Bu modelde eğim, sıcaklık ve yağış esas faktörleri oluşturmaktadır. Özşahin ve Kaymaz (2014) tarafından Doğu Anadolu Bölgesi için yukarıdaki modele göre çığ duyarlılık haritası oluşturulmuş olup, inceleme alanı için de bu haritadan faydalanılmıştır.

Buna haritaya göre inceleme alanının 161 km^2'lik bölümü çığa çok yüksek duyarlıdır. Çığa yüksek duyarlı olan sahalar 568 km^2 alan kaplamaktadır (Şekil 123).



Şekil 123. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) çığ duyarlılığının alansal dağılışı

Yani çalışma alanının yarıdan fazlası çığ açısından yüksek/çok yüksek duyarlı bir durumdadır. İnceleme alanının kuzeyi çığa daha duyarlıdır. Bu durumun nedeni arazinin engebeli oluşu ve bitki örtüsünün seyrek oluşudur. Araştırma sahasının çığ duyarlılık haritasına göre Karlıova Havzası'nın güneybatısında Göynük Çayı Vadisi de çığa duyarlıdır (Şekil 124).



Şekil 124. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) çığ duyarlılık haritası (Özşahin ve Kaymaz, 2014'den değiştirilerek)

Bunun nedeni DAF'ın meydana getirdiği eğim farkı ve bitki örtüsünün seyrek olmasıdır. Afet İşleri Genel Müdürlüğünün 2011 yılı verilerine göre Kargapazarı, Kıraçtepe ve Kantarkaya köylerinde yerleşmelere zarar veren çığlar yaşanmıştır. Çünkü

bu yerleşmeler eğimli yamaçların gerisinde kurulmuştur. Kış mevsiminde aşırı kar yağışı, seyrek bitki örtüsü ve depremler çığa neden olmaktadır.

Karlıova Havzası ve çevresinde heyelan, taşkın, erozyon ve çığ dışında meskenlere zarar veren kaya düşmeleri yaşanmaktadır. Karlıova ilçe merkezi ve Kantarkaya köyünde bu durum belirgindir. Çünkü fay yamaçlarına bağlı olarak dik yamaçlar, fiziksel çözülmenin fazlalığı ve litolojinin uygunluğu bu sonucu doğurmuştur. Kantarkaya köyünde Adilcevaz Formasyonu'na bağlı olarak kireçtaşları bulunmaktadır. Meydana gelen ayrışma ürünlerinin eğimli yüzeyler boyunca kolayca hareket etmesi kaya düşmesine neden olmuştur. Kaya düşmeleri Bingöl-Erzurum karayoluna çok yakın sahalarda meydana gelmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

İnceleme alanı, Toroslar'ın en doğusunda Bingöl Dağı, Karagöl Dağları, Şeytan Dağları, Turna Dağı ve Şerafettin Dağları'nın uzantıları arasında yer alan Karlıova Havzası ve çevresini kapsamaktadır. Araştırma sahası K-G yönünde yaklaşık 35 km uzunluğunda, D-B yönünde 34 km genişliğindedir. Yakın çevresi ile birlikte değerlendirildiğinde jeomorfolojik bakımdan tam bir havzaya karşılık gelen çalışma alanının suları Fırat'ın kollarından olan Peri Suyu, Göynük ve Hasanova Çayları (Murat Nehri) ve Aras Nehri tarafından drene edilmektedir.

Karlıova Havzası ve çevresinde jeolojik yapıyı Paleozoyik'ten günümüze kadar oluşan birimler meydana getirmektedir. Paleozoyik yaşlı birimler havzanın kuzeybatısında KAF'ın Ilıpınar Bölütü'ne paralel olarak, havzanın güneybatısında Göynük köyü ile Hacılar köyü arasında yüzeylenmektedir.

Havzanın kuzeyinde çakıltaşı, kumtaşı, volkanit ve kireçtaşından oluşan birimler yüzeylenmektedir. Karlıova Havzası'nın genelinde Neojen yaşlı birimler geniş alan kaplamaktadır. Üst Miyosen yaşlı bazalt, andezit, aglomera ve tüflerden oluşan bu birimler Solhan Formasyonu, Kohkale Tepe Lavı, Yolüstü Formasyonu ve Hamurpet Lavı Formasyonu'na aittir.

Orta-Üst Pliyosen'de Göynük Çayı Havzası'nda Halifan (Derinçay) mevkisinde kömürleşme meydana gelmiştir. Kömür yataklarının işletilmesi için termik santral yapılması planlanmaktadır. Kuvaterner yaşlı birimler Karlıova Havzası ve diğer havzalar ile Peri Suyu ve Göynük Çayı Vadisi'nin tabanında yüzeylenmektedir. Kuvaterner yaşlı birimler genel olarak alüvyon, heyelan, traverten ve yamaç yolozundan oluşmaktadır. Karlıova Havzası KAF ve DAF'ın birleşmesinden sonra Kuvaterner'de açılmaya başlamış, genç tektonik kökenli bir depresyondur. Dış drenaja bağlanması güney batısından Göynük Çayı vasıtasıyla olmuştur. Kuvaterner'de Göynük Çayı ile Murat Nehri'ne bağlanmıştır.

Kuvaterner'de havzanın dış drenaja bağlanmasıyla birikimden ziyade aşınım ön plana çıkmıştır. Bu nedenle Kuvaterner yaşlı alüvyonlar vadi tabanları ile dağlık alanlara geçişte havza tabanında birikinti koni ve yelpazelerini oluşturmuştur.

Karlıova Havzası, tektonik bakımdan kilit noktasında yer almaktadır. Jeolojik tarihi boyunca iki önemli tektonik dönemin ayırt edildiği bu alanda birinci devreyi

oluşturan Paleotektonik dönem Orta-Üst Miyosen-Pliyosen'e kadar olan dönemi kapsamaktadır. Bu dönemde çalışma alanının kuzeyinde bindirme kuşağı oluşmuştur.

İkinci devreyi oluşturan Neotektonik dönem ise Üst Miyosen-Pliyosen'den günümüze kadar olan yapıları kapsamaktadır. Bu dönemde K-G doğrultusundaki bindirmeler yerini sağ/sol yanal doğrultu atımlı fay tektoniğine bırakmıştır. Dikey yöndeki tektonik hareketlerin ağırlık kazandığı bu dönemde güneyde Doğu Anadolu Fay Zonu, doğuda Yorgançayır-Kaynarca Fayı, Bahçeköy ve Toklular Fayları boyunca dağlık alanlar yükselerek bugünkü konumlarını almışlardır. Bugünkü ana jeomorfolojik birimler büyük ölçüde bu dönemde yaşanan toptan yükselmeler ve fay tektoniği altında oluşmuştur.

Havza ve çevresi KB-GD doğrultulu sağ yanal atımlı Kuzey Anadolu Fayı (Ilıpınar Fayı), KD-GB doğrultulu sol yanal doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fayı, sağ yanal doğrultu atımlı Varto ve Yorgançayır–Kaynarca Fayları ile şekillenmektedir. Bunun yanında KAF ve DAF'a dik uzanan sağ yanal doğrultu atımlı Bahçeköy ve Toklular Fayları da özellikte Kuvaterner'de etkili olmuşlardır.

Karlıova Havzası ve çevresinde yoğun olarak yaşanan kütle hareketleri, meydana gelen depremler, eğim farkından dolayı oluşan birikinti koni ve yelpazeleri, sıcak su kaynakları havzanın oluşumunun devam etmekte olduğunu göstermektedir.

İnceleme alanında Göynük Çayı'nın içine yerleştiği DAF Zonu boyunca fay gölleri yer almaktadır. Bu göller Ciligöl, Sakaören, Bahri Gölleri'dir. Fay hatları boyunca görülen kütle hareketleri yolları ve yerleşme alanlarını etkilemektedir. İnceleme alanının kuzeyinde Peri Suyu'na güneyden bağlanan akarsularda 4-5 km'lik ötelenmeler meydana gelmiştir. Fay hatlarına yerleşen akarsular, düşük hipsometrik integral değerine ve dışbükey hipsometrik eğriye sahip havzalar, asimetrik bir yapı kazanan vadi ve havzalar, düşük dağ cephesi ve Vf oranı Karlıova Havzası ve çevresinde tektoniğin canlı olduğunu göstermektedir.

Karlıova Havzası'nda ilk bakışta göze çarpan ana jeomorfolojik birimleri dağlık alanlar, platolar ve her iki üniteyi parçalayan vadiler oluşturmaktadır. Bu ana jeomorfolojik birimler ile birlikte çeşitli tipte vadiler, birikinti koni ve yelpazeleri, subsekant depresyonlar, boğazlar, faylı yapılarda gelişen fay diklikleri ve basamakları, genç ve ötelenmiş vadiler, akarsu aşındırmasına bağlı sekiler gibi çeşitli yer şekilleri oluşmuştur.

Havza genelinde dağlık alanlar Üst Miyosen-Pliyosen aralığında oluşmuş olup, volkanik özelliklere sahiptir. Bu dağları oluşturan lavların akıcı bir özelliğe sahip olmaları, dağlık kütleler üzerinde oldukça geniş düzlüklerin oluşmasını sağlamıştır.

İnceleme alanında dağlık sahalar üzerinde gelişen aşınım düzlükleri ve platolar 2000-2250 m, 2250-2500 m ve 2500 m'nin üzerindeki yükseltilerde yer almaktadır. Volkanik platolar da aynı yükseltilerde yer almaktadır. Çalışma alanının kuzeyinde dağlık alanlar geniş yer tutarken, güneyinde platolar geniş alan kaplamaktadır.

Havzanın oluşumunun çok evreli olduğu muhtemeldir. Havzanın Anadolu Levhası'nın hareketi ile açılmaya, Kuvaterner'de devreye giren genç fayların etkisiyle de batıya doğru genişlemeye başladığı düşünülmektedir. Havzanın hareket yönleri farklı KAF ve DAF'ın kesişmesi ile oluşmuş bir fay kaması havzası olduğu değerlendirilmektedir.

Yapılan morfometrik analizler ile Bahçeköy ve Toklular Fayları'nın aktivitesinin yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Çek-ayır tipinde küçük havzalar da vardır. KAF ve DAF'ın dallanması/sıçraması sonucu oluşan küçük havzalara Yoncalık, Hasanova Havzaları örnek oluşturmaktadır. Göynük Havzası'nda DAF Zonu boyunca sayıca fazla çizgisel çöküntü alanları ve depresyonlar görülmektedir.

İnceleme alanında yer alan vadiler, havza tabanı ile dağlık alanlar arasında farklı özellikler göstermektedir. Karlıova Havzası ve çevresinde vadiler, kuzey ve batıdaki yüksek dağlık alanlarda genç oluşumlu bir özellik göstermektedir. Dağlık alanlarda vadilerin genç oluşumlu olmaları tektoniğin çok canlı olduğunu göstermektedir. Karlıova ve Hasanova Havzaları'nın tabanında ise olgun vadi profilinden söz edilebilir. Burada yamaçlardan oluşan bir vadi profili yoktur.

Karlıova Havzası ve çevresinde sekiler vadi tabanından 50-60 m, 25-30 m ve 10-20 m yüksekte 3 basamak halinde görülmektedir. Ancak aktif tektonizma, DAF'ın doğrultu atım yanında düşey atımlı da olması sekiler arasında 5-10 m'lik farkların doğmasına neden olmuştur. Havza ve çevresinde tektonik hareketlerin neden olduğu alçalma ve yükselmeler bu sonucu doğurmuştur.

Karlıova Havzası ve çevresinde tektonik hatlara, litolojik özelliklere ve iklime bağlı olarak gelişen birikinti koni ve yelpazeleri görülmektedir. Karlıova Havzası'nın çevresinde yer alan yüksek rölyef, gerek tektonik yapı, gerekse kayaç çeşitliliği yönünden yelpazelerin gelişmesine elverişlidir. Birikinti koni ve yelpazeleri havzanın kuzeyinde yaygındır.

İnceleme alanında bu morfolojik birimlerin dışında özellikle yapısal şekiller ve volkanik şekiller önemli bir yer tutmakta olup, fay diklikleri yapısal şekillerin başında gelmektedir. Karlıova Havzası'nın özellikle kuzeyi ve batısı fay diklikleri ile çevrilidir. Üst Miyosen-Pliyosen boyunca etkili olan volkanik faaliyetlerle volkan konileri, bazalt platoları ve akarsu vadilerinde kornişler oluşmuştur.

Karlıova Havzası'nda en önemli doğal problem depremlerdir. Yörenin aktif faylarla çevrili olması depremlerin sık yaşanmasına neden olmuştur. Bu depremler can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Yerleşmelerin çoğunun vadi yamaçlarına, havza tabanlarına kurulması ve kullanılan yapı malzemesinin deprem dayanıklılığının zayıf olduğu düşünüldüğünde ilerde meydana gelebilecek depremlerin önemli ölçüde can ve mal kayıplarına yol açabilme ihtimali yüksektir. Bu nedenle yerleşmelerin depreme duyarlı olan alanlardan nakli ve yapılarda kullanılan malzemenin dayanıklılığı artırılmalıdır.

İnceleme alanında eğim değerlerinin yüksek olduğu dağlık alanlar, vadi yamaçları kütle hareketleri için uygun şartlara sahiptir. Kütle hareketleri bakımından volkanik yapının görüldüğü Göynük Çayı Vadisi ve Kargapazarı Havzası'nın doğusu çok risklidir. Heyelanların bir bölümü ***aktif*** olduğu gibi geçmişte oluşan ***paleo heyelanlar da*** yaygın olarak görülmektedir. Özellikle Göynük Vadisi yamaçlarında oluşan heyelanlar yolları etkilemesinin yanında yerleşme alanlarını da tehdit etmektedir.

Karlıova Havzası ve çevresinde görülen heyelanlar geniş alanlı olduğu için bunları engellemek neredeyse imkansız gibidir. İnceleme alanı için oluşturulan heyelan duyarlılık haritasına göre; havza ve çevresinin % 41'inde heyelan duyarlılığı yüksektir. Heyelan duyarlılığı en yüksek olan alanlar çalışma alanının % 14'ünü kaplamaktadır. Orta duyarlı alanlar % 34, düşük duyarlı alanlar ise % 15'lik bir alan kaplamaktadır. Çalışma alanında heyelan duyarlılığının yüksek olması yerleşmelerin ve yolların yerlerinin heyelan ihtimali dikkate alınarak değiştirilmesi gerektiği gerçeğini ortaya çıkarmaktadır.

Çalışma alanında faylanma sonucu oluşan havzaların yerleşme alanı olması taşkınların önemli sorunlara yol açmasını sağlamıştır. Karlıova Havzası ve çevresinde taşkın duyarlılığı yüksek olan sahaların oranı % 45, duyarlılığın en yüksek olduğu sahaların oranı % 6, orta derecede duyarlı alanların oranı % 34 ve düşük duyarlılığa sahip alanların oranı % 15'tir. Taşkın duyarlılığının fazla olması özellikle Göynük Çayı

Vadisi'nin genişlediği kısımlarda taşkın önleyici tesislerin yapılmasını zorunlu kılmaktadır.

İnceleme alanında görülen önemli sorunlardan biri de ***erozyondur***. Fayların kestiği dağlık sahalar erozyonun şiddetli olduğu alanlara karşılık gelmektedir. Erozyonu azaltmak için eğimli yamaçlar ağaçlandırılmalıdır. Mera hayvancılığının yerine besi hayvancılığının yapılması teşvik edilmelidir.

Yerleşme alanları yörenin Fiziki Coğrafya şartları göz önünde bulundurularak belirlenmelidir. İnceleme alanında vadi yamaçları ve havza tabanları yerleşmenin yoğun olduğu sahalara karşılık gelmektedir. Ancak özellikle vadi yamaçlarında kurulan yerleşmeler heyelan, kaya düşmesi, yerine göre çığ tehlikesi ile karşı karşıya kalmaktadır. Çalışma alanının doğal özellikleri çığ sorununu doğurmuştur. Çığ tehdidi altında olan yerleşmeler vardır. Özellikle kuzeyde Peri Suyu Vadisi'nin yamaçlarında bu durum belirgin olarak hissedilmektedir. Bu nedenle çığ tehdidi altında olan yerleşmeler/meskenler nakledilmelidir.

KAYNAKÇA

AKAY, E., ERKAN, E. ve ÜNAL, E., 1989, "Muş Tersiyer Havzasının Stratigrafisi", **Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi**, S:109, Ankara.

AKHIR, J. M. ve ABDULLAH, I., 1997, "Geological Application of Landsat TM Imagery: Mapping and Analysis of Lineament in NW Penisula Malaysia", **www.gisdevelopment.net.**

AKKAN, E., 1964, Erzincan Ovası ve Çevresinin Jeomorfolojisi, Ankara Üniversitesi Yayınları.

AKOĞLU, A.M., 2008, Analysis and Modelling of Earthquake Surface Deformation With Sar İnterferometry: Case Studies From Turkey and The World, (İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi).

AKSOY, E., İNCEÖZ, M. ve KOÇYİĞİT , A., 2007, *"*Lake Hazar Basin: A Negative Flower Structure on the East Anatolian Fault System (EAFS), SE Turkey*"*, **Turkish Journal of Earth Sciences (Turkish J. Earth Sci.)**, Vol: 16, pp: 319—338.

AKSOY, E., ÖZKUL, M. ve ÇOLAK, S., 2011, *Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin Kuzeydoğu Bölümündeki Travertenlerin Neotektonik Önemi,* TÜBİTAK Proje No: 110Y172, Elazığ.

AKTİMUR, S., 1979, *Malatya-Sivas Dolayının Uzaktan Algılama Yöntemi ile Çizgiselliklerinin İncelenmesi*, Maden Tetkik Arama Enstitüsü Rapor No: 665, Ankara.

AKYÜZ, H. S., SANÇAR, T., ZABCİ, C., KARABACAK, V., GUTSUZ, P., ALTUNEL, E. ve YALÇINER, Ç., 2008, *"*Geometry and Paleoseismology of Yedisu Seismic Gap, North Anatolian Fault Zone, Eastern Turkey*"*, **Geophysical Research Abstracts**, Vol. 10, EGU2008-A-00449, 2.

AKYÜZ, H. S., SANÇAR, T., ALTUNEL, E., ZABCI, C., SANÇAR, T., ÇAKIR, Z., YALÇINER, Ç. ve GUTSUZ, P., 2009, *Kuzey Anadolu Fay Zonu Üzerindeki Yedisu Sismik Boşluğu ve Karlıova Fayı (Bingöl) Üzerinde Paleosismolojik ve Morfotektonik Araştırmalar,* TÜBİTAK Proje No: 106Y174, İstanbul.

AKYÜZ, H. S., SANÇAR, T. ve ZABCI, C., 2010, *Karlıova Üçlü Eklemi Civarında Göynük Fayı (Bingöl) ve Varto Fayının (Muş) Morfotektoniği, Fay Geometrisi ve Kayma Hızı*, TÜBİTAK Proje No: 109Y160, İstanbul.

AKYÜZ, H. S., ZABCI, C., SANÇAR, T., KIYAK, N. F., ÖZTÜRK, T., ALTUNEL, E. ve KARABACAK, V., 2012, *Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) Üzerinde Ilgaz (Çankırı)-Karlıova (Bingöl) Arasındaki Ötelenmiş Morfolojik Yapıların Yaşlandırılması İle Uzun Dönem Kayma Hızının Belirlenmesi*, TÜBİTAK Proje No: 110Y059, İstanbul.

ALLEN, C. R., 1969, "Active Faulting in Northern Turkey", **Div. Geol. Sciences**, Calif. Inst. Tech., 32 pp.

ALTINLI, İ. E., 1966, *"*Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun Jeolojisi*"*, **Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi,** S: 67, Ankara.

ALTUNEL, E., AKYÜZ, S., KARABACAK, V., DEVRİM, A., AKYÜZ, U. ve YALÇINER, Ç., 2003, *"*Ölü Deniz Fay Zonunun Kuzey Kesiminin Morfolojik Özellikleri*"*, ATAG-7 Aktif Tektonik Araştırma Grubu 7. Toplantısı, Van.

AMBRASEYS, N. N. ve FİNKEL, C. F., 1985, The Seismicity of Turkey and Adjacent Areas a Historical Review, 1500-1800: Eren Yayıncılık ve Kitapçılık Şirketi, İstanbul.

ARDOS, M., 1993-1996, "Türkiye'de Akarsu Şebekesinin Kuvaterner'deki Oluşum ve Gelişimi, **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi,** S:4, s: 1-7, İstanbul.

ARDOS, M., 1984, Türkiye Ovalarının Jeomorfolojisi, Çantay Kitabevi, İstanbul.

ARNİ, P., 1939**,** Şarki Anadolu ve Mücavir Mıntıkalarının Tektonik Ana Hatları, Maden Tetkik Arama Enstitüsü Yayın No: 4, Ankara.

ARPAT, E. ve ŞAROĞLU, F., 1972, *"*Doğu Anadolu Fayı ile ilgili Bazı Gözlem ve Düşünceler*"*, **Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi,** S:78, s: 44-51.

ARPAT, E. ve ŞAROĞLU, F., 1975, **"**Türkiye'deki Bazı Önemli Genç Tektonik Olaylar*",* **Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni**, S:18, s:91-101.

ATALAY, İ., 1974-1977*, "*Muş-Palu Arasındaki Murat Vadisi Boyunca Oluşan Kütle Hareketleri*"*, **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi,** S: 20-21, s: 263-277, İstanbul.

ATALAY, İ., 1978, Erzurum Ovası ve Çevresinin Jeolojisi ve Jeomorfolojisi, Atatürk Üniversitesi Yayınları No:543, Erzurum.

ATALAY, İ., 1983, Muş Ovası ve Çevresi'nin Jeomorfolojisi ve Toprak Coğrafyası, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, İzmir.

ATALAY, İ., 1987, Türkiye Jeomorfolojisine Giriş, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayını, İzmir.

ATALAY, İ., 1989, Toprak Coğrafyası, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Fakültesi Yayınları, No: 8, İzmir.

ATALAY, İ., 1994/a, Genel Fiziki Coğrafya, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.

ATALAY, İ., 1994/b, Türkiye Vejetasyon Coğrafyası, Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Basımevi Yayını No: 19, İzmir.

ATALAY, İ. ve MORTAN, K., 1997, Türkiye Bölgesel Coğrafyası, İnkılap Kitapevi, İstanbul.

ATALAY, İ., 2004, Doğa Bilimleri Sözlüğü, META Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.

ATMAOUİ, N., 2005, *Development of Pull-Apart Basıns and Assocıated Structures by the Rıedel Shear Mechanısm: Insıght From Scaled Clay Analogue Models*, (Der Fakultät für Geowissenschaften der Ruhr-Universität Bochum zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften).

AVCI, V., 2007, *Bingöl Ovası ile Karlıova Arasında Göynük Çayı Vadisinin Jeomorfolojisi*, (Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Elazığ.

AYDIN, U., 2006, *Erzurum Merkezli Doğu Anadolu Bölgesinde Yakın Alan Depremleri için Sismik Dalga Sönüm Oranı Hesaplaması, (*Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Adana.

AYDIN, U. ve KADİROV, A., 2008, " Erzincan ve Çevresinde P Dalgası Soğurulması", **Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, 12. C: S:1, s: 1-8.

BACANLI, H., ÖZGÜLER, H. ve LENK, O., (Edit.), 2003, *Türkiye Ulusal Meteorolojik ve Hidrolojik Afetler Programı (TUMEHAP)*, Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği, Ankara.

BADAWY, A. ve HORVATH, F., 1999*, "*The Sinai Subplate and Tectonic Evolution of the Northern Red Sea Region*"*, **Journal of Geodynamics**, 27.

BARAN, B., YANIK, K. ve ALKAN, A., 2004, *Mayıs 2003 Bingöl Depremi Bölgenin Deprem Etkinliği ve Artçı Deprem Çalışmaları*, Afet İşleri Genel Müdürlüğü Rapor No: 5149, Ankara.

BARKA, A. A., 1984, *"*Kuzey Anadolu Fay Zonundaki Bazı Neojen-Kuvaterner Havzalarının Jeolojisi ve Tektonik Evrimi*"*, **Türkiye Jeoloji Kurumu Ketin Sempozyumu**, Ankara.

BARKA, A. A. and KADİNSKY-CADE, K., 1988, *"*Strike-Slip Fault Geometry in Turkey and İts İnfluence on Earthquake Activity*",* **Tectonics**, 7: *663-684.*

BARKA, A. A., 1992, *"*The North Anatolian Fault Zone*",* **Anneles Tectonicae**, 6.

BARKA, A. A. ve EYİDOĞAN, H., 1993, *"*The Erzincan Earthquake of 13 March 1992 in Easthern Turkey*"*, **Terra Nova.**

BARKA, A., ve REİLİNGER, R., 1997, *"*Active Tectonics of the Eastern Mediterranean Region: Deduced From GPS, Neotectonic and Seismicity Data*"*, **Annali Di Geofisica**, 40, 587-610.

BARKA, A., 1997, *Erzincan ve Çevresini Etkileyen Kuzey Anadolu Fayı'nın İki Segmenti ve Ovacık Fayı Üzerinde Paleosismik Çalışmalar*, TÜBİTAK Yer Bilimleri Araştırma Grubu, Proje No: 1264, İstanbul.

BARKA, A. A., AKYÜZ, S., COHEN, H. ve WATCHORN, F., 2000, *"*Tectonic Evolution of the Niksar and Taşova–Erbaa Pull-Apart Basins, North Anatolian Fault Zone: Their Significance for the Motion of The Anatolian Block*"* , **Tectonophysics,** 322, 243–264.

BARTOV, Y., STEİNİTZ, G., EYAL, M. ve EYAL, Y., 1980, *"*Sinistral Movement Along the Gulf of Aqaba- İts Age and Relation to the Opening of the Red Sea*"*, **Nature**, 285, 220–222.

BAYKAL, F., 1947, *Şerafettin ve Çötela Dağları Üzerine Bazı Jeolojik Görüşler*, Maden Tetkik Arama Enstitüsü Rapor No: 2212, Ankara.

BAYRAK, D., 1999, Deprem ve Plaka Tektoniği*,* **Mavi Gezegen-Popüler Yerbilimleri Dergisi**, S: 1, s: 10-15.

BIGAZZI, G., YEĞİNGİL, Z., ERCAN, T., ODDONE, M. ve ÖZDOĞAN, M., 1997, "Doğu Anadolu'daki Obsidiyen içeren Volkaniklerin "Fizyon Track" Yöntemiyle İncelenmesi*",* **Türkiye Jeoloji Bülteni**, Cilt 40, S:2, s: 57-72, Ankara.

BİLGİN, T., ERER, S. ve GÖÇMEN, K., 1972, 22 Mayıs 1971 Bingöl Depremi Tatbiki Jeomorfoloji Etüdü, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayını, İstanbul.

BİLGİN, T., 1984/a, Genel Kartoğrafya 2, İstanbul.

BİLGİN, T., 1984, "Yerleşme Alanlarının Seçiminde Jeomorfoloji", **Jeomorfoloji Dergisi**, S:17, İstanbul.

Bingöl İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyaç Raporu, 1984, T.C.Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları Tovep Yay. No:18, Genel Yayın No:750, Toprak Etüdleri ve Haritalama Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Bingöl İli-Göynük Havzasının Göynük Çayı ve Yan Derelerinin Taşkın ve Rusubat Zararlarından Korunması Nazım Planı Kod No: 090138.

BİNGÖL, E., 1986, Doğrultu Atım Sorunu ve Jeolojisi , Maden Tetkik Arama Enstitüsü Eğitim Serisi No:28, Ankara.

BİRİCİK, A. S., 1994, *"*Gölbaşı Depresyonu*"*, **Türk Coğrafya Dergisi**, S:29, İstanbul.

BİRİCİK, A. S., 2001. "Yeryuvarı'nda Doğal Olaylar ve Âfetler (The Natural Events and Catastrophıes on the Geoid)", **Marmara Coğrafya Dergisi**, S: 3, C: 1, İstanbul.

BİRİCİK, A.S. ve KORKMAZ, H., 2001 *"*Kahramanmaraş'ın Depremselliği: The Sismisity of Kahramanmaraş*"* , **Marmara Coğrafya Dergisi** , S: 3, C: 1, s: 53-82, İstanbul.

BİSKUPİC, M. ve BARKA, I., 2010, "Spatial Modelling of Snow Avalanche Run-Outs Using GIS", **GIS Ostrava***,* 1-11.

BULL, W. B. ve MCFADDEN, L., 1977, "Tectonic Geomorphology North and South of the Garlock Fault, California. In: Dohering, D.O. (Ed.)", **Geomorphology in Arid Regions**, Publ. İn Geomorphology, State University of New York, Binghamton, pp: 115–138.

BULL, W. B., 2009, Tectonically Active Landscape, Wiley-Blackwell, Oxford, 326 pp.

BULUT, İ. ve GİRGİN, M., 2001, *"*Bingöl Kös Kaplıcalarının Coğrafi Etüdü*"*, **Doğu Coğrafya Dergisi,** S:5, s: 60-79, Erzurum.

BULUT, İ., GİRGİN, M. ve GÖK, Y., 2000, *"*Kalecik Heyelanı-Karlıova*"*, **Doğu Coğrafya Dergisi,** S: 3, s: 47-60, Erzurum.

BURBANK, D.W. ve ANDERSON, R.S., 2001, Tectonic Geomorphology, Blackwell Science, Massachusetts.

BOZKURT, E., 2001, "Neotectonics of Türkey–a Synthesis", **Geodinamica Acta**, S:14, s: 3-30.

BREW, G., LUPA, J., BARAZANGİ, M., SAWAF, T., AL-IMAMN, A. ve ZAZA, T., 2001, " a Structure and Tectonic Development of The Ghab Basin and the Dead Sea Fault System. Syria", **Journal of the Geological Society of London**, 158, 665-67.

COLLİNS, E. F. PHİLİP., RUST, DEREK, J. ve BAYRAKTUTAN, M.S., 2008, "Geomorphological Evidence For a Changing Tectonic Regime, Pasinler Basin, Turkey".

CUMMINGS, D., 1976, "Theory of Plasticity Applied to Faulting, Mojave Desert, Southern-California", **Geological Society of America Bulletin**, 87(5):720-724.

CUONG, N. Q. and ZUCHİEWİCZ, W.A., 2001, "Morphotectonic properties of the Lo River Fault near Tam Dao in North Vietnam", **Nat. Hazards Earth Syst. Sci**, 1, 15–22.

CÜREBAL, İ., 2006, "Strahler Yöntemiyle Komşu Akarsu Havzalarının Karşılaştırmalı Analizi: Mıhlı ve Şahin Dereleri", **Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, C: 8, S: 2, s: 71-84.

CLERICI, A., PEREGO, S., TELLINI, C. ve VESCOVI, P., 2002, "A Procedore for Landslide Susceptibility Zonation by Conditional Analysis Method", **Geomorphology,** V: 48, I: 4 pp.349-364.

ÇELİK, H., 2008, "Doğu Anadolu Fay Sistemi'nde Sivrice Fay Zonu'nun Palu-Hazar Gölü (Elazığ) Arasındaki Bölümünde Atımla İlgili Yeni Arazi Bulgusu", **Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi,** 20 (2), 305-314, Elazığ.

ÇELİKER, S.A. ve ANAÇ, H., 2003, Erozyon, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, S:4, Nüsha 1, s: 1-3, İstanbul.

ÇETİN, H. ve GÜNEYLİ, H., 2001, *Doğu Anadolu Fay Sisteminin Palu-Hazar Gölü ve Hazar Gölü-Sincik Segmentlerinin Paleosismitesi,* TÜBİTAK, Yer Deniz ve Atmosfer Bilimleri Araştırmaları Grubu Proje No: 550, Adana.

ÇETİN, K. Ö., BAKIR, S., ULUSAY, R. ve GÜLKAN, P., 2003, *1 Mayıs 2003 Bingöl Depremi İnceleme Raporu,* Türkiye Deprem Vakfı.

ÇIPLAK, R. ve AKYÜZ, S., 2005, "Erkenek-Gölbaşı (Adıyaman) Arasında Doğu Anadolu Fayı'nın Özellikleri*",* İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Türkiye Kuvaterner Sempozyumu 5 (Turqua5), 2-5 Haziran 2005.

ÇİÇEK, İ., 2001, "Mut ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojisi*",* **Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,** C: 11, S: 2, s: 1-20, Elazığ.

ÇOLAK, S., 2007, *Uluova Fay Zonunun Kuzeydoğu Bölümünün Yapısal ve Morfotektonik Özellikleri,* (Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Elazığ.

DAÖİKB (DOĞAL AFETLER ÖZEL İHTİSAS KOMİSYONU BAŞKANLIĞI), 2000, *Meteorolojik Kaynaklı Doğal Afetler Alt Komisyonu*, Basılmamış Rapor, Ankara.

DARKOT, B., 1972**,** *"*Doğu Anadolu'nun Coğrafi Özellikleri*"*, **Atatürk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Araştırma Dergisi,** S: 5, s: 111-118, Erzurum.

DEMİRKESEN, A.C., 2005, *"*Lansat-5 Tm Çok Bantlı Uydu Görüntülerinden Fayların Yorumlanması*"*, Deprem Sempozyumu, Kocaeli.

DEMİRTAŞLI, E. ve PİSSONİ, C., 1965, "Ahlat-Adilcevaz Bölgesinin Jeolojisi", **Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi**, Sayı:64, Ankara.

DİNÇER, S., BOLAT, E. ve ÖNER, M., 1989, *Türkiye Linyitlerinin Sıvılaştırılmasında Deneysel Parametlerin İncelenmesi,* TÜBİTAK Proje No: 1584, İstanbul.

DEWEY, J , F., 1976, *"*Seismicity of Nothern Anatolia*"*, **Bull. Sedsmol. Am**, V:.66, p:843-868.

DEWEY, J.F., HEMPTON, M. R. ve KİDD, W.S.F., 1986, "Shortening of the Continental Litosfere: The Neotectonics of Eastern Anatolia-a Young Collision Zone", **Geological Society**, London, Special Publications v. 19, p.1-36.

DİRİK, K. ve GÖNCÜOĞLU, M. C., 1996**, "**Neotectonic characteristics of Central Anatolia*"*, **Int. Geol. Rev**. 38, 807–817.

DİRİK, K., 1994, *"* Kuzey Anadolu Transform Fay Zonunun Beşpınar-Havza Kesimindeki Neotektonik Özellikleri*"*, **Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi,** S:16, s: 37-50, Ankara.

DİRİK, K., 2006, Fiziksel Jeoloji I, Ders Notları, Deformasyon.

DİRİK, K., YÜRÜR, T. ve DEMİRBAĞ, H., 2003, 1 *Mayıs 2003 Bingöl Depremi Değerlendirme Raporu*, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendislik Bölümü, Ankara.

DOĞAN, B., 2010, *Kuzey Anadolu Fay Sistemi Güney Kolunun Geyve–Gemlik Arasındaki Kesiminin Morfotektonik, Tektonostratigrafik ve Paleosismolojik Evrimi* (İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi), İstanbul.

DÖLEK, İ., 2008, *Bolaman Çayı Havzasının (Ordu) Uygulamalı Jeomorfoloji Etüdü,* (İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi), İstanbul.

DUMAN, T. Y., OLGUN, Ş., ÇAN, T., NEFESLİOĞLU, H.A., HAMZAÇEBİ, S.,ELMACI, H., DURMAZ, S. ve ÇÖREKÇİOĞLU, Ş., 2009, 1/500000 Ölçekli Türkiye Heyelan Envanteri Haritası Erzurum Paftası, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.

DUMAN, T. ve EMRE. Ö., 2013, *"*The East Anatolian Fault: Geometry, Segmentation and Jog Characteristic*s", ***Geological Society***,* Special Publications v.372, London.

DUMOND, J. F., 2005, *"*Morphologic Evidence of Active Motion of the Zambapala Fault, Gulf of Guayaquil (Ecuador)*"*, **Geomorphology,** S:65, s: 223–239.

EKİNCİ, D., 2004, Gülüç Çayı Havzasının Uygulamalı Jeomorfolojisi, (İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı Basılmamış Doktora Tezi), İstanbul.

EKİNCİ, D., 2005/a, "Cbs Tabanlı Uyarlanmış Rusle Yöntemi ile Kozlu Deresi Havzası'nda Erozyon Analizi"*,* **İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi,** S:13, s*:* 109-119, İstanbul.

EKİNCİ, D., 2005/b, "Karadeniz Ereğlisi'nin Zemin Hareketleri Duyarlılık Sahalarının Sınıflandırılması ve Yüksek Riskli Yerleşmelerin Zemin Stabilite Analizi", **İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi**, S:13, s: 121-137, İstanbul.

EKİNCİ, D., 2011, Zonguldak-Hisarönü Arasındaki Karadeniz Akaçlama Havzasının Kütle Hareketleri Duyarlılık Analizi, Titiz Yayınları, İstanbul.

EMRE, Ö., HERECE, E., DOĞAN, A., PARLAK, O., ÖZAKSOY, V., ÇIPLAK, R. ve ÖZALP, S., 2003, *1 Mayıs 2003 Bingöl Depremi Değerlendirme Raporu*, Maden Tetkik Arama Enstitüsü Rapor No:10585, Ankara.

EMRE, Ö., ÖZALP, S., YILDIRIM, C., ÖZAKSOY, V. ve DOĞAN, A., 2005, *12 ve 14 Mart 2005 Karlıova Depremlerinin Değerlendirilmesi,* Maden Tetkik Arama Enstitüsü, Ankara.

ENGİN, A., 1982, *Bingöl Dağı Florası*, Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, TÜBİTAK Proje No:393.

ERCAN, T. ve ASUTAY, J., 1992, "Malatya-Elazığ-Tunceli-Bingöl-Diyarbakır Dolaylarındaki Neojen-Kuvaterner Yaşlı Volkanitlerin Petrolojisi", Suat Erk Sempozyumu Bildirileri, 291-302.

ERCAN, T., FUJİTANİ, T., MATSUDA, J., NOTSU, K. ve TOKEL, S., 1990, *"*Doğu ve Güneydoğu Anadolu Neojen-Kuvaterner Volkanitlerine İlişkin Yeni Jeokimyasal, Radyometrik ve İzotopik Verilerin Yorumu*"*, **Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi,** S:110 , s: 143-164 , Ankara.

ERENER, A. ve DÜZGÜN H. Ş., 2007, "Heyelan Analizlerinde Coğrafi Ağırlıklandırılmış Regresyon (CAR) Metodu", 11. Türkiye Bilimsel Harita ve Teknik Kurultayı, Ankara.

ERGÜNAY, O., "Türkiye'nin Afet Profili*",* Türkiye Mimar Mühendisler Odası Birliği Afet Sempozyumu.

ERGİNAL, A. E. ve CÜREBAL, İ., 2007, "Soldere Havzası'nın Jeomorfolojik Özelliklerine Morfometrik Yaklaşım: Jeomorfik İndisler İle Bir Uygulama*"* **Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, S:17, s: 203-210, Konya.

ERGİNAL, A. E. ve CÜREBAL, İ., 2002, "Kepez Deresi Havzası'nın Jeomorfolojik Özelliklerinin Morfometrik Açıdan İncelenmesi*",* **Türk Coğrafya Dergisi,** S: 39, s: 23-43, İstanbul.

ERİNÇ, S., 1951, *"*Türkiye'de Kontinentalitenin Tesirleri*"*, **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi,** 1 (2), s: 66-69, İstanbul.

ERİNÇ, S., 1953, Doğu Anadolu Coğrafyası, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.

ERİNÇ, S., 1957, Tatbiki Klimatoloji ve Türkiye'nin İklim Şartları, İstanbul Teknik Üniversitesi Hidrojeoloji Enstitüsü Yayınları, S: 2, İstanbul.

ERİNÇ, S., 1957, **"**Türkiye'de Akarsu Rejimlerine Toplu Bakış*",* **Türk Coğrafya Dergisi,** S: 17, s: 93-118, İstanbul.

ERİNÇ, S.,1973, "Türkiye'nin Şekillenmesinde Neotektoniğin Rolü ve Jeomorfoloji-Jeodinamik İlişkileri", **Jeomorfoloji Dergisi**, S:5.

ERİNÇ, S., 1984, Ortam Ekolojisi ve Degradasyonal Ekosistem Değişiklikler*,* İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Coğrafya Enstitüsü Yayın No: 1 İstanbul.

ERİNÇ, S., 1988, "Havzaların Jeomorfolojik Evrimi Hakkında Düşünceler*",* **İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni**, No: 5, İstanbul.

ERİNÇ, S., 1993, "Türkiye Fiziki Coğrafyasının Ana Çizgileri", **İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni**, S: 10, İstanbul.

ERİNÇ, S., 2000, Jeomorfoloji I-II, DER Yayınları, İstanbul.

ERİNÇ, S., BİLGİN, T., BENER, M., SUNGUR, K., ERER, S. ve GÖÇMEN, K., 1970, 28 Mart 1970, Gediz Depremi Tatbiki Jeomorfolojik Etüd; İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayın No: 60, İstanbul.

EROL, O., 1979, Dördüncü Çağ (Kuvaterner) Jeolojisi ve Jeomorfolojisinin Ana Çizgileri, Ankara Üniversitesi Dil Tarih Coğrafya Fakültesi Yayın No: 289, Ankara.

EROL, O., 1979, "Türkiye'de Neojen ve Kuvaterner Aşınım Dönemleri, Bu Dönemlerin Aşınım Yüzeyleri ile Yaşıt (Korelat) Tortullarına Göre Belirlenmesi*"*, **Jeomorfoloji Dergisi,** S: 8, s: 1-40, Ankara.

EROL, O., 1983, "Türkiye'nin Genç Tektonik ve Jeomorfolojik Gelişimi*"*, **Jeomorfoloji Dergisi**, S: 11, s: 11-22, Ankara.

ERPUL, G., 2005, Erozyon Uygulamaları Ders Notları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.

ERTÜRKMEN, C., 2006, Afet Yönetimi, (Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi ve Siyaset Anabilim Dalı Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Ankara.

FURDADA, G., MARTİ, G., OLLER, P., GARCİA, C., MASES, M. ve VİLAPLANA, J. M., 1995, "Avalanche Mapping and Related GIS Applications in the Catalan Pyrenees", **Surveys in Geophysics***,* 16 (5–6): 681–693.

HUBERT-FERRARİ, A., KİNG, G., WOERD, J., VİLLA, I., ALTUNEL, E. ve ARMİJO, R., 2009, **"**Long-term Evolution of the North Anatolian Fault: New Constraints From its Eastern Termination*",* Geological Society London Special Publications.

GOUDIE, A., 2003, Encyclopedia of Geomorphology, Routledge.

GÖKÇE, O., DEMİR, A. ve ÖZDEN, Ş., 2006. "Türkiye'de Heyelanlı Yerleşim Birimlerinin Dağılımı ve CBS Ortamında Sorgulanması (Afet Envanteri 1950- 2005)", 1. Heyelan Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s: 24-40, Trabzon.

GÖKÇE, O., **ÖZDEN, Ş. ve DEMİR,A.,** 2008, Türkiye'de Afetlerin Mekansal ve İstatiksel Dağılımı Afet Bilgileri Envanteri, Afet İşleri Genel Müdürlüğü Afet Etüt ve Hasar Daire Başkanlığı, Ankara.

GÖKÇEOĞLU, C. ve AKSOY, H., 1996, "Landslide Susceptibility Mapping of the Slopes in the Residual Soils of the Mengen Region (Turkey) by Deterministic Stability Analyses and İmage Processing Techniques", **Engineering Geology,** V: 44, I: 1-4, pp.147–161.

GÖKÇEOĞLU, C. ve ERCANAOĞLU, M., 2001, "Heyelan Duyarlılık Haritalarının Hazırlanmasında Kullanılan Parametrelere İlişkin Belirsizlikler", **Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama Merkezi Bülteni**, 23, 189 – 2006.

GÖKTEN, E., 2009, *"*Malatya Baseninin (GD Türkiye) Neotektonik Özellikleri ve Evrimi*"*, ATAG 13 Aktif Tektonik Grubu 13. Çalıştayı, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü.

GÖRÜM, T., 2006, *Coğrafi Bilgi Sistemleri ve İstatistiksel Yöntemler Kullanılarak Heyelan Duyarlılık Analizi: Melen Boğazı ve Çevresi* (İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul.

GÖZENÇ, S., 1977, "Arazi Kullanılması ve Değerlendirmesinin Coğrafi Yönden Tetkiki*"*, **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi**, S: 20-21, s: 169-181, İstanbul.

GÜMÜŞSU, M., 1984, *Bingöl İli Karlıova İlçesi Ciliköy Kömür Sahası Jeolojisi*, MTA Rapor No: 7686, Ankara.

GÜNEK, H., 2006, *"*Murat Nehri Havzasının (Fırat) Su Potansiyeli ve Değerlendirilmesi*",* **Doğu Coğrafya Dergisi,** S:16, s: 141-163, Erzurum.

GÜNOK, E., 2008, *Coğrafi Bilgi Sistemi Metodolojisinin Sorgun Çayı Havzası Fiziki Coğrafyasına Uygulanması (*Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi), Konya.

GÜRSOY, H., TATAR, O., PIPER, D. A., KOÇBULUT, F. ve MESCİ, B. L., 2007, *Anadolu Bloğu-Arap Levhasının Neotektonik Dönem Çarpışma Sürecinde Gelişen Kabuksal Deformasyonun Paleomanyetik Yöntemlerle Analizi,* Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Sivas.

GÜRÜZ, G., OLCAY, A., YÜRÜM, Y., BAÇ, N., ORBEY, H., TOĞRUL, T. ve ŞENELT, T., 1987, *Türkiye Linyitlerinin Sıvılaşma Özelliklerinin İncelenmesi,* TÜBİTAK Temel Bilimler Araştırma Grubu Proje No: 575/B, Ankara.

HACK, J., 1973, "Stream Profile Analysis and Stream Gradient İndex", **U.S. Geological Survey Journal Research Exploration**, Athens 1, 421–429.

HAKTANIR, T. ve ELCUMAN, H., 2007, "Bingöl İli ve Çevresinde Kaydedilmiş Yıllık Ekstrem Depremlerin İstatistiksel Frekans Analizi ve Yörenin Depremselliği", Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 16-20 Ekim 2007, İstanbul.

HAS, F., SEZER, C., DEMIKOK, Y., ve ALEMDAROĞLU, T., 1977, *Karlıova (Bingöl) Linyit Kömürü Fizibilite Etüdü,* Maden Tetkik Arama Enstitüsü Raporu.

HELVACI, C., 1983, *"* Bitlis Masifi Avnik (Bingöl) Bölgesi Metamorfik Kayaların Petrojenezi*"*, **Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni,** 26/2, s: 117-132, Ankara.

HEMPTON, M. R. ve DUNNE, L., 1984, *"*Sedimentation In Pull-Apart Basins: Active Examples In Eastern Turkey*"*, **Journal of Geology**, Vol:92.

HEMPTON, M. R., *"*Constaints on Arabian Plate Motion and History of the Red Sea*"* **Tectonics**, 6 (6), s: 687-705.

HERECE, E. ve AKAY, E., 1992, *"* Karlıova-Çelikhan Arasında Doğu Anadolu Fayı*"*, Türkiye 9.Petrol Kongresi, Ankara, s: 361-372.

HERECE, E., 2008, Doğu Anadolu Fayı Atlası, Maden Tetkik Arama Enstitüsü Genel Müdürlüğü Özel Yayın Serisi:13, Ankara.

HERECE, E., 2008, DAF Boyu Jeoloji Haritası, Maden Tetkik Arama Enstitüsü, Ankara.

HİROYUKİ, T. ve TAKAYUKİ, S., 2009, "Tectonic Geomorphology of the Southernmost Sagaing Fault and Surface Rupture Associated with the May 1930 Pegu (Bago) Earthquake, Myanmar", **Bulletin of the Seismological Society of America**, V: 99, No: 4, pp: 2155–2168.

HOŞGÖREN, M. Y., 1993, Jeomorfoloji'nin Ana Çizgileri , İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayın No: 3132, İstanbul.

HOŞGÖREN, M. Y., 2000, Hidrografya'nın Ana Çizgileri I, Yeraltı Suları-Kaynaklar-Akarsular, Çantay Kitabevi, İstanbul.

HOVIUS, N., 2000. "Macroscale Process Systems of Mountain Belt Erosion", In: M.A. Summerfield (Editor), **Geomorphology and Global Tectonics**, John Wiley & Sons, New York, pp: 77-105.

HÖEK, E . and BRAY, J.W., 1977, "Rock Slope Engineering", Stephen Austin and Sons Ltd, Hertford.

HUBERT-FERRARİ, A., ARMİJO, R., KİNG, G., MEYER, B. and BARKA, A., 2002, "Morphology, Displacement and Slip Rates Along The North Anatolian Fault" , **Turkey, Jour. Of Geophysical Research**, 107, B10, 9.1-9.33.

HUGGETT, R. and CHEESMAN J. , 2002, Topography and the Environment, Prentice Hall Press. p.14-41.

GERMAN TASK FORCE FOR EARTHQUAKES., 2003, *The Bingol (Turkey) Earthquake* <http://www.gfz-potsdam.de/pb2/pb21/Task_Force/bin_gol/bingol.html>, (June 2003)

İLKER, S., 1966, *Erzurum-Muş Bölgesinde Karaköse-J48 $a4_1$ d_1 Paftalarının 1/25000 ölçekli detay petrol etüdü hakkında rapor*, Maden Tetkik Arama Enstitüsü, Ankara.

İMAMOĞLU, Ş. M. ve GÖKTEN, E., 1996, "Doğu Anadolu Fay Zonu Gölbaşı Kesimi Neotektonik Özellikleri ve Gölbaşı-Saray Fay Kaması Havzası", **Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni,** S: II, s: 176-184, Ankara.

İMAMOĞLU, M. Ş. ve ÇETİN, E., 2007, "Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Yakın Yöresinin Depremselliği", **Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi,** S: 9, s: 93-103, Diyarbakır.

İNCEÖZ, M., 1991, Doğrultu Atımlı Fayların Oluşum Mekaniği ve Yerkabuğunun Önemli Doğrultu Atımlı Fayları, Fırat Üniversitesi Doktora Semineri.

İNCEÖZ, M., AKSOY, E. ve ZENGİN, E., 2003, *"*Palu-Fırat Nehri Arasındaki Bölümünün Morfotektonik Adıyaman Fay Zonu'nun Özellikleri*"*, ATAG-7 Aktif Tektonik Araştırma Grubu 7. Toplantısı Yüzüncü Yıl Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü,Van.

İZBIRAK, R., 1977, Sistematik Jeomorfoloji, Harita Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

JAKOB, M., 2000, Theimpacts of Logging on Landslide Activity at Clayoquot Sound, British Columbia, Catena.

JAPON ARAŞTIRMA GRUBU., 1980, *"*Active Faults in and around Japan: The Distribution and Degree of Activity*"*, **Journal of Natural Disaster Science,** V: 2, N: 2, pp: 61-69.

JOFFE, S. ve GARFUNKEL, Z., 1987**, "**Plate Kinematics of the Circum Red Sea -A Reevaluation*"* **Tectonophysics**, V: 141, s: 5-22.

KALAFAT, D., 1998, *"* Anadolu'nun Tektonik Yapılarının Deprem Mekanizmaları Açısından İrdelenmesi*"*, **Deprem Araştırma Bülteni**, 77 , s: 1- 217.

KALAFAT, D., PINAR, A., KULELİ, S., GÜLEN, L. ve TOKSÖZ, N., 2006, *"*12, 14, 23 Mart (Mw=5.4, Mw=5.9, Mw=5.4), 6 Haziran 2005 (Mw=5.7) ve 2 Temmuz 2006 (Mw=4.9) Karlıova-Bingöl depremleri dizisi*",* Aktif Tektonik Grubu 10. Toplantısı, Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir.

KARADOĞAN, S., 2005, *Adıyaman Havzası'nın Genel ve Uygulamalı Jeomorfolojisi*, (Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi), Elazığ.

KARAŞİN, A. H. ve KARAESMEN, E., 2005, "Bingöl Depreminde Meydana Gelen Yapısal Hasarların İrdelenmesi*",* Deprem Sempozyumu, Kocaeli.

KAVAK, O. ve TOPRAK, S., 2012, *"*Karlıova Halifan (Bingöl) Kömürlerinin Organik, Jeokimyasal ve Petrografik Özellikleri*",* **Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi,** S: 144, s: 23-50, Ankara.

KAYA, Ş., 1999, *Uydu Görüntüleri ve Sayısal Arazi Modeli Kullanılarak Kuzey Anadolu Fayı Gelibolu-Işıklar Dağı Kesiminin Jeomorfolojik-Jeolojik Özelliklerinin İncelenmesi* (İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi), İstanbul.

KAYMAKÇI, N., İNCEÖZ M. ve ERTEPINAR, P., 2006, "3D-Architecture and Neogene Evolution of the Malatya Basin: Inferences for the Kinematics of the Malatya and Ovacık Fault Zones", **Turkish Journal of Earth Sciences**, V: 15, pp: 123-154.

KEÇER, M. ve TÜFEKÇİ, K., 1986, "Kuzey Anadolu Fayına Bağlı Olarak Neotektonik Dönemde Oluşan Suşehri Havzası'nın Evrimi", **Jeomorfoloji Dergisi**, S:14, s: 57-63, Ankara.

KELLER, E.A. ve PİNTER, N., 1999, Active Tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape, Prentice-Hall, New Jersey.

KETİN, İ., 1959, "Türkiye'nin Jeolojik Gelişimi", **Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi,** S:53, s: 78-87, Ankara.

KETİN, İ., 1960, "Anadolu'nun Tektonik Birlikleri", **Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi,** S: 66, s: 20-34, Ankara.

KETİN, İ., 1968, "Türkiye'nin Genel Tektonik Durumu ile Başlıca Deprem Bölgeleri Arasındaki İlişki", **Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi,** S: 71, s: 129-134, Ankara.

KETİN, İ., 1969, "Kuzey Anadolu Fayı Hakkında", **Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi**, Ankara.

KETİN, İ., 1976, **"**San Andreas ve Kuzey Anadolu Fayları Arasında Bir Karşılaştırma", **Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni**, S:19, s: 149-154.

KETİN, İ., 1977, "Türkiye'nin Başlıca Orojenik Olayları ve Paleocoğrafik Evrimi", **Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi,** S: 88, s: 4, Ankara.

KETİN, İ., 1983, Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış, İstanbul Üniversitesi Vakfı Yayınları No: 32, İstanbul.

KİRKBY, M. J., ATKİNSON, K. ve LOCKWOOD, J. G., 1990, "Aspect, Vegetation Cover ve Erosion on Semi-Arid Hillslope", in J.B. Thornes (ed.), **Vegetation ve Erosion**, 25-39, Chichester: Wiley.

KOCA, H. ve SEVER, R., 2006, "Karlıova'da (Yukarı Göynük Çayı Havzası) Büyük ve Küçükbaş Hayvancılık", **Doğu Coğrafya Dergisi,** S: 16, Erzurum.

KOÇYİĞİT, A. ve BEYHAN, A., 1998, "A New İntracontinental Transcurrent Structure: The Central Anatolian Fault Zone, Turkey", **Tectonophysics**, S: 284, s: 317-336.

KOÇYİĞİT, A., 1988, *"*Tectonik Setting of The Geyve Basin: Age and Total Displacement of The Geyve Fault Zone*"*, **Metu Journal of Pune and Applied, Sciences**, V:21.

KOÇYİĞİT, A., 1989, *"*Suşehri Basin: An Active "Fault-Wedge Basin" on The North Anatolian Fault Zone, Turkey*"*, **Tectonophysics**, V: 167, N:1, p: 203-214.

KOÇYİĞİT, A., 2003, *"*Karakoçan Fay Zonu : Atımı, Yaşı, Etkin Stres Sistemi ve Depremselliği*"*, ATAG-7 Aktif Tektonik Araştırma Grubu 7. Toplantısı, Van.

KOÇYİĞİT, A. ve KAYMAKÇI, N., 2003, *1 Mayıs 2003 Sudüğünü (Sancak-Bingöl) Depremi Raporu,* Ortadoğu Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Ankara.

KOÇYİĞİT, A., 2005, *2005. 03. 12-14 Kızılçubuk (Karlıova-Bingöl) Depremleri (Mw5.7-5.8),* ODTÜ Müh. Fak. Jeo. Müh. Böl. Aktif Tektonik ve Deprem Araş. Lab, Ankara.

KOCA, H. ve SEVER, R., 2006, *"*Karlıova'da (Yukarı Göynük Çayı Havzası) Büyük ve Küçükbaş Hayvancılık*"*, **Doğu Coğrafya Dergisi**, S:16, s: 165-192, Konya.

KOOPMAN, B. N., 1986, "A Comperative Study of Lineament Analysis From Different Remote Sensing Imagery Over Areas in the Benue Valley and Jos Plateau Nigeria", **International Journal of Remote Sensing,** 7, 1763-1771.

KOUKİS, G. and ZİOURKAS, C., 1991, "Slope İnstability Phenomena in Greece: A Statistical Analysis", **Bulletin of International association of Engineering Geologists**, 43, 47-60.

KORKMAZ, H., 2006, *"*Antakya'da Zemin Özellikleri ve Deprem Etkisi Arasındaki İlişki*"*, **Ankara Üniversitesi Coğrafi Bilimler Dergisi**, S: 4 (2), s: 49-66, Ankara.

KÖSEBALABAN, A., ERGÜDER, İ. ve DOĞAN, M., "Bingöl Karlıova-Derinçay (Halifan) Havzası Linyit Potansiyeli ve Değerlendirilebilirliği", **Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü**, Ankara.

KUMTEPE , P., NURLU, Y., CENGİZ, T. ve SÜTÇÜ, E., 2011, "Heyelan Duyarlılık Haritalarının Hazırlanmasında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı", **HKM Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetim Dergisi,** S: 3, s: 41-46.

KURÇER, A., CHATZİPETROS, A., TUTKUN,S.Z., PAVLİDES, S., ATEŞ, Ö. ve VALKANİOTİS, S., 2008*,* "The Yenice–Gönen Active Fault (NW Turkey): Active Tectonics and Palaeoseismology*",* **Tectonophysics,** 263–275.

KUTERDEM, N, K., 2005, *Eskipazar (Karabük Güneyi) ve Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) Arasındaki Bölgenin Morfo-Tektonik Özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Belirlenmesi (*Hacettepe Ünivrsitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Ankara.

KUTERDEM, N. K., 2007 "Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Bir Bölgenin Morfo-Tektonik Karakteristiklerinin ve Gerilme Durumunun Belirlenmesi: Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun İsmetpaşa-Gerede Kesiminden Örnek Bir Çalışma", Türkiye Jeoloji Bülteni, C:50, S: 2, s: 41-55.

KUTOĞLU, S., 2010, *Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nin Jeomorfolojik ve Uygulamalı Jeomorfolojik Etüdü (*İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi), İstanbul.

LUZİ, L. and PERGALANİ, F., 1999. "Slope İnstability in Static and Dynamic Conditions for Urban Planning: The "Oltre Po Pavese" Case History (Regione Lombardia-Italy)", **Natural Hazards**, 20, 57-82.

MAIDMENT, D. R., 2002, ArcHydro GIS for Water Resources, Esri Press, California.

MARCO, S., 2007*,* "Temporal Variation in the Geometry of a Strike–Slip Fault Zone: Examples from the Dead Sea Transform", **Tectonophysics.**

MARPLE, R. T. ve SCHWEIG, E. S., 1992, "Remote Sensing of Alluvial Terrain in a Humid, Tectonically Active Setting: The New Madrid Seismic Zone", **Photogrommetric Engineering and Remote Sensing**, 58, 209-219.

MARPLE, R. T and TALWANİ, P., 1993. " Evidence of Possible Tectonic Upwarping Along The South Carolina Coastal Plain From an Examination of River Morphologyand Elevation Data", **Geology**, 21 (7), 651–654.

MART, Y. and RABİNOWİTZ, P.D., 1986**, "**The Northern Red Sea and the Dead Sea Rift", **Tectonophysics**, 124, 85-113.

MATER, B., 1987, Toprak: Oluşumu, Erozyonu ve Korunması, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yay. No:6, İstanbul.

MATER, B., 1998, Toprak Coğrafyası, Çantay Kitabevi, İstanbul.

MCKENZİE, D. P. ve MORGAN, W. J., 1969, *"*Evolution of Triple Junctions*"*, **Nature**, 224, 125-133.

MEHROTRA, G.S., SARKAR, S. and DHARMARAJU, R., 1992, "Landslide Hazard Assessment in Rishikesh-Tehri Area, Garhwal Himalaya, India", Proceedings of 6th International Symposium on the Landslides, 10-14 February 1992, Christchurch, England, D.H. Bell (ed.), Balkema, 1001-1007.

MEJİA-N. M., WOHL, E. E. ve OAKS, S. D., 1994, "Geological Hazards, Vulnerability, and Risk Assessment Using GIS: Model for Glenwood Springs, Colorado", **Geomorphology**, 10 (1–4): 331–354.

MİTCHELL, W. A., 2003, *A Preliminary Emergency Management and Organizational Response, Observations, May 1, 2003 Bingol Earthquake in Eastern Turkey*, Available at EERI website, http://www.eeri.org/ titlepage.html.

MORA, S. ve VAHRSON, W., 1994, "Macrozonation Methodology for Landslide Hazard Determination", **Bulletin of The Association of Engineering Geologists**, S: 31 (1), s: 49–58.

MOORE, I. D., GRAYSON, R. B. ve LADSON, A. R., 1991, "Digital Terrain Modeling: a Review of Hydrological and Biological Applications", Hyrological Processes. 5:3-30.

MUEHLBERGER, R. W. ve GORDON, M. B., 1987, *"*Observations on The Complexity of The East Anatolian Fault*"*, **Turkey, Jour. Struct. Geol.**, 9, 899-903.

NAKOMAN, G., 1968, *"*Karlıova-Halifan Linyitlerinin Sporo-Pollinik Etüdleri*"*, **Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni,** S: XI/1-2, s: 68-90, Ankara.

NİŞANCI, A., 1972, *"*Türkiye İklim Bölgeleri ve Yağış Özellikleri*"*, **Atatürk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Araştırma Dergisi,** S: 5, s: 139-152, Erzurum.

NUR, A. ve BEN-AVRAHAM, Z., 1978, *"*The Caster Mediterranean and Levant: Tectonics of Continental Collision*"*, **Tectonophysics**, 46, 297-311.

ÖNAL, E., 2012, "26. Katsayı Diyagramı Yönetimi (KDY) ve ArcGIS Programıyla Malatya İlinde Olmuş Afetlerin Analizi ve Haritasal Model ve Simülasyonlarının Gerçekleştirilmesi", **Malatya İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 25 Mayıs 2012, Bildiriler Kitabı**, s: 1-13, Malatya.

ÖZ, E., 2003, *Gölbaşı Depresyonunda Doğu Anadolu Fayı'nın Jeomorfolojik Birimlere Etkisi* (Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Elazığ.

ÖZALP, S., DOĞAN, A. ve EMRE, Ö., 2005, *6 Haziran 2005 Karlıova Depreminin Değerlendirilmesi,* Maden Tetkik Arama Enstitüsü Jeoloji Etüdleri Dairesi, Ankara.

ÖZCAN, E., 2006, "Sel Olayı ve Türkiye", **Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi,** C: 26, S:1, s: 35-50, Ankara.

ÖZCAN, M. ve UNAY, T., 1978, *Bingöl Karlıova Halifan Sahası Kömür Etüdü,* Maden Tetkik Arama Enstitüsü Raporu, Ankara.

ÖZDEMİR, H., 2007/a, "Taşkın Alanlarının Belirlenmesinde Farklı Tarihli ve Farklı Çözünürlüklü Uydu Görüntülerinin Kullanımı: 2003 Mahanadi Taşkınları Örneği (Orissa-Hindistan)", **İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi**, S: 15, s: 13-23, İstanbul.

ÖZDEMİR, H., 2007/b, *Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi* (İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi), İstanbul.

ÖZDEMİR, M. A., 1989, *Kovancılar Ovası ve Yakın Çevresinin Genel ve Uygulamalı Jeomorfolojisi* (Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Elazığ.

ÖZDEMİR, M. A., 1991, *Doğu Anadolu'nun Genel, Özellikle de Volkan Jeomorfolojisi*, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Semineri, Elazığ.

ÖZDEMİR, M. A., 1995, "Hazar Gölü (Elazığ) Havzasının Jeomorfolojisi ve Gölün Oluşumu" , Hazar Gölü ve Çevresi Sempozyumu, 20 Mayıs 1995, s: 121-148, Sivrice-Elazığ.

ÖZDEMİR, M. A., 1996, **"**Türkiye'de Büyük Yerleşme Alanlarının Seçiminde Jeomorfolojik Esaslar", **Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,** C: 8, S: 1-2, s: 208-222, Elazığ.

ÖZDEMİR, M. A., 1996, *"*Doğu Anadolu Fay Zonunun Sincik (Adıyaman) İle Hazar Gölü (Elazığ) Arasındaki Jeomorfolojik Özellikleri*"* , **Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,** C: 8, S: 1, s: 91-217, Elazığ.

ÖZDEMİR, M. A. ve KARADOĞAN, S., 1996, "Türkiye'de İl Merkezlerinin Coğrafi Mekanla İlişkileri"*,* **Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, C: 8, S: 2, s: 223- 242, Elazığ.

ÖZDEMİR, M. A. ve SUNKAR, M., 2002, *"*Çelikhan Ovası (Adıyaman) ve Çevresinin Jeomorfolojisi*"*, **Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, C: 12, S:1, s: 25-46, Elazığ.

ÖZDEMİR, M. A. ve İNCEÖZ, M., 2003, "Doğu Anadolu Fay Zonunda (Karlıova-Türkoğlu arasında) Akarsu Ötelenmelerinin Tektonik Verilerle Karşılaştırılması", **Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,** C: 5, S: 1, s: 89-114, Afyon.

ÖZSOY, G., 2007, *Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Teknikleri Kullanılarak Erozyon Riskinin Belirlenmesi* (Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi), Bursa.

ÖZŞAHİN, E., 2008, "Keçi Dere (Gönen Çayı'nın Bir Kolu) Havzasının Hidrografik Özelliklerine Sayısal Yaklaşım*"*, **Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, C: 5, S:10.

ÖZŞAHİN, E., 2010, "Komşu Akarsu Havzalarının Morfometrik Analizi: Sarıköy ve Kocakıran Dereleri Üzerine Temel Bir Çalışma (Gönen Havzası, Güney Marmara)*",* **Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, C:20, S:1, s: 139-154, Elazığ.

ÖZŞAHİN, E. ve KAYMAZ, Ç. K., 2014, "Avalanche Susceptibility and Risk Analysis of Eastern Anatolian, Region by Using GIS", **Procedia-Social and Behavioral Sciences.**

ÖZTÜRK, B. ve ERGİNAL, A. E., 2008, "Bayramdere Havzasında (Biga Yarımadası, Çanakkale) Havza Gelişiminin Morfometrik Analizler ve Jeomorfik İndislerle İncelenmesi*",* **Türk Coğrafya Dergisi**, S: 50, s: 61-68, İstanbul.

PAMİR, H. N. ve BAYKAL, F., 1943, *Bingöl Bölgesi ve Buranın Şimal ve Cenubundaki Jeolojik Yapı*, Maden Tetkik Arama Enstitüsü Rapor No: 1447 , Ankara.

PARLAK, O., 2005, *Çelikhan-Erkenek arasında Doğu Anadolu Fayının Özellikleri*, (İstanbul Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul.

PÉREZ-PEÑA, J. V., AZOR, A., AZAÑÓN, J. M. and KELLER, E.A., 2010. "Active Tectonics in The Sierra Nevada (Betic Cordillera, SE Spain): Insights from Geomorphic İndexes and Drainage Pattern Analysis", **Geomorphology**, 119 (1-2): 87.

PERİNÇEK, D., GÜNAY, Y. ve KOZLU, H., 1987, "Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki Yanal Atımlı Fayları ile İlgili Yeni Gözlemler,7.Petrol Kongresi.

PHILIP, G., 1996, "Landsat Thematic Mapper Data Analysis for Quaternary Tectonics in Parts of Doon Valley, NW Himalaya, India", **International Journal of Remote Sensing, 17,** 143-153.

PHILLIPS, J. D. and LUTZ, J. D., 2008. "Profile Convexities in Bedrock and Alluvial Streams", **Geomorphology**, 102 (3-4): 554-566.

POLAT, S., 2011 "Türkiye'de Traverten Oluşumu, Yayılış Alanı ve Korunması", **Marmara Coğrafya Dergisi**, S:23, s: 389-428, İstanbul.

PRANDTL, L., 1924., "Spannungsverteilung in plastischen Körpern", Proceedings of the 1st International Congress on Applied Mechanics, 1st, Delft, Proc., pp. 41-54.

PUCCİ, S., MARTİNİ, P. M. ve PANTOSTİ, D., 2007, "Preliminary Slip Rate Estimates for The Düzce Segment of The North Anatolian Fault Zone from Offset Geomorphic Markers", **Geomorpholgy.**

REİS, T., BAYRAK, T., SANCAR, C., ERDURAN, M., ATASOY, M., NİŞANCI, R. ve EKERCİN, S., 2009, *Rize İline ait Heyelan Risk Bölgeleri ve Uygun Yerleşim Alanlarının Coğrafi Bilgi Teknolojileri ile Belirlenmesi*, TÜBİTAK Proje No: 106Y018, Ankara.

RENARD, K.G., G. R. FOSTER, G. A. WEESIES, D. K. McCOOL. ve D. C. YODER., 1997, "Predicting Soil Erosion by Water: a Guide to Conservation Planning With the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)", **U.S. Dep. Agric.,** Agric. Handb. No. 703. 404 p.

RUST, D., 2005, *"*Palaeoseismology in Steep Terrain: The Big Bend of the San Andreas fault, Transverse Ranges, California*"*, **Tectonophysics** 408, 193–212.

SAHA, A. K., GUPTA, P. R. ve ARORA M. K., "GIS-based Landslide Hazard Zonation in the Bhagirathi (Ganga) Valley, Himalayas", **International Journal of Remote Sensing,** V: 23, I: 2, pp: 357-369.

SARAÇOĞLU, H., 1989, Doğu Anadolu Bölgesi, Öğretmen Kitapları Dizisi, İstanbul.

SARP, G., 2012, *Identıfıcatıon Of Morphometrıc Propertıes Of Basıns Located On Western Part Of Nafz* (Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Coğrafi Bilgi Teknolojileri Bölümü Basılmamış Doktora Tezi), Ankara.

SAYGUN, A., TRUPIA, A., TÜYSÜZ, O. ve TAŞKIN, B., 2005, *12-14 Mart Karlıova-Bingöl Depremi Ön Değerlendirme Raporu,* İstanbul Teknik Üniversitesi Yapı ve Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, İstanbul.

SCHUMM, S. A., DUMONT, J. F. and HOLBROOK, J. M., 2001. Active Tectonics and Alluvial Rivers, Cambridge University Press.

SCHWEİZER, J., JAMİESON, J. B. ve SCHNEEBELİ, M., 2003, "Snow avalanche Formation", **Reviews of Geophysics**.

SERTÇELİK, F. ve SERTÇELİK, İ ., 2008, *"*Karlıova Üçlü Ekleminde Koda Dalga Analizi*",* **Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi,** S:2, s:.31-37.

SEVER, R., 2005, "Erzurum-Bingöl Karayolunda Ulaşımı Güçleştiren Coğrafi Etmenler", **Doğu Coğrafya Dergisi**, S:14, s: 283-309, Konya.

SEVER, R., 2007, "Karlıova'nın Geri Kalmışlık Nedenlerine Coğrafi Bir Bakış", **Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi,** S:16, s: 265-294, Erzurum.

SEVER, R. ve KOCA, H., 2008, "Karlıova'nın Arıcılık Potansiyeli ve Değerlendirme Durumu", **Doğu Coğrafya Dergisi,** S:19, s:7-24.

SEVER, R., 2008, Karlıova İlçesi'nin Beşeri ve İktisadi Coğrafyası, Atatürk Üniversitesi Yayınları, Erzurum.

SEYMEN, İ. ve AYDIN, A., 1972, "Bingöl Deprem Fayı ve Bunun Kuzey Anadolu Fay Zonu İle İlişkisi", **Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi**, S: 79, s: 1–9, Ankara.

SEZER, L. İ., 2008, "Karlıova (Bingöl) Yöresinin Depremselliği", **Ege Coğrafya Dergisi,** S: 17/1-2, s:35-50, İzmir.

SİLVA, P.G., GOY, J.L., ZAZO, C. ve BARDAJİ, T., 2003. "Fault-Generated Mountain Fronts in Southeast Spain: Geomorphologic Assessment of Tectonic and Seismic Activity" , **Geomorphology**, 50 (1–3), 203.

SİPAHİOĞLU, Ş., 1986, "Fayların Aktiflik Özelliği ve Tanımlanmalarında Jeomorfolojinin Katkısı", **İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Dergisi,** S:3, s: 91-107, İstanbul.

SOYLU, H., 2003, Şehir Coğrafyası Açısından Bir Araştırma: Bingöl, Aktif Yayınevi, Erzurum.

SOYLU, H., 2004, Bingöl İli Turizm Coğrafyası, Aktif Yayınevi, Erzurum.

SOYLU, H., 2009, *"*Bingöl'de Hızlı Şehirleşmeden Kaynaklanan Çevre Sorunları*",* **Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,** 13 (1): 87-104.

SUNKAR, M., 2006, *Kangal Havzası' nın (Sivas) Jeomorfolojisi* (Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi), Elazığ.

SUNKAR, M., GÜNEK, H. ve CANPOLAT, C., 2007-2008, *"*Kurucaova ve Yakın Çevresinin (Malatya) Jeomorfolojisi*"*, **Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, C:18, S: 2, s: 1-22, Elazığ.

SUNKAR, M., SİLER, M. ve TONBUL, S., 2008, *"*Büyük Çay Havzası'nda (Elazığ Batısı) Neotektonik Hareketler İle Kapma Olayları Arasındaki İlişkiler*"*, Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu.

SUNKAR, M., TONBUL, S. ve ÖZDEMİR, M. A., 2008 *"*Çaltı Çayı Yukarı Havzası'nın (Kangal Doğusu) Jeomorfolojisi*"*, **Ankara Üniversitesi Coğrafi Bilimler Dergisi**, 6 (2), 141-158, Ankara.

SUNKAR, M. ve TONBUL, S., 2009, *"*Baskil Havzası'nda (Elazığ) Doğal Ortam Özelliklerinden Kaynaklanan Sorunlar ve Çözüm Önerileri*"*, **Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,** C: 19, S: 2, s: 83-106, Elazığ.

SUNGURLU, O., 1967, *Erzurum-Hınıs Bölgesinde 1/25000 ölçekli Erzurum J47-b3-b4 Paftalarına ait Jeolojik Detay Petrol Etüd Raporu*, Maden Tetkik Arama Enstitüsü Genel Müdürlüğü Rapor No: 4176.

SÜZEN, M. L. and TOPRAK, V., 1998, "Filtering of Satellite Images in Geological Lineament Analysis: An Application to Fault Zone in Central Turkey", **Internatinoal Journal of Remote Sensing,** 19, pp: 1101-1114.

STRAHLER, A. N., 1952, "Hypsometric (area-altitude curve) Analysis of Erosional Topography", **Geological Society of America Bulletin**, 63: 1117- 1141.

ŞAHİN, K., 1997, *Vezirköprü ve Yakın Çevresinin Uygulamalı Fiziki Coğrafya Araştırmaları* (19 Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi), Samsun.

ŞAHİN, C.,1987, "Erozyon-Toprak Erozyonu-Yarıntı Erozyonu", **Gazi Eğitim Fak. Dergi**si, 3/1, s: 189-222, Ankara.

ŞAHİN, C. ve SİPAHİOĞLU, Ş., 2003, Doğal Afetler ve Türkiye, Genişletilmiş 2. Baskı, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara.

ŞEKER, D. Z., TANIK, A. ve ÖZTÜRK, İ., 2009, **"**CBS'nin Havza Yönetimi Çalışmalarında Uygulanması*",* Türkiye Mimarlar Mühendisler Odası Başkanlığı Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 02-06 Kasım 2009, İzmir.

ŞAROĞLU, F., EMRE, Ö. ve KUŞCU, İ., 1992**, "**The East Anatolian Fault Zone of Turkey", **Annales Tectonicae**, 6, 99-125.

ŞAROĞLU, F., EMRE, Ö. ve KUŞÇU, İ., 2013, Türkiye Diri Fay Haritası, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Türkiye.

ŞAROĞLU, F., EMRE, O. ve AYDOĞAN, B., 1987, *Türkiye'nin Diri Fayları ve Depremsellikleri*, Maden Tetkik Arama Enstitüsü Derleme Rapor No. 8174, 228-230.

ŞAROĞLU, F., 1983, "Bingöl Dağı ve İnsan Öyküleri", **Yeryuvarı ve İnsan**, S: 8/3, s: 3-4, Ankara.

ŞAROĞLU, F., 1985*, Doğu Anadolu'nun Neotektonik Dönemde Jeolojik ve Yapısal Evrimi,* (İstanbul Üniversitesi Unpublished PhD Thesis), İstanbul, 240 pp.

ŞAROĞLU, F. ve GÜNER, Y., 1981, *"*Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik Gelişimine Etki Eden Öğeler: Jeomorfoloji, Tektonik ,Volkanizma İlişkileri*"*, **Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni,** C: 24, S: 2, s: 39-50, Ankara.

ŞAROĞLU, F. ve YILMAZ, Y., 1984, *"*Doğu Anadolu'nun Neotektoniği ve İlgili Magmatizması*"*, **Türkiye Jeoloji Kurumu Ketin Simpozyumu**, s: 63-81.

ŞAROĞLU, F. ve YILMAZ, Y., 1986, *"*Doğu Anadolu'da Neotektonik Dönemdeki Jeolojik Evrim ve Havza Modelleri", **Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi**, S: 107, Ankara.

ŞAROĞLU, F. ve YILMAZ, Y., 1991, "Geology of the Karlıova Region; Intersection of the North Anatolian and East Anatolian Transform Faults, **Bült. of The Technical University of İstanbul**, 44, 3,4.

ŞAROĞLU, F., 2012, "Morfotektonik*",* **Kuvaterner Bilimi, Ankara Üniversitesi Yayınları** No: 350, Ankara.

ŞENGÖR, A. M. C., 1980**,** Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları, Türkiye Jeoloji Kurumu Konferans Serisi 2, Ankara.

ŞENTURK, İ., 1968, *Bingöl Karlıova ilçesi Halifan (Derinçay) Köyü Civarındaki Kömürlü Sahanın Jeolojik Raporu* Maden Tetkik Arama Enstitüsü Derleme Rapor No: 4091.

TARBOTON, D.G., BRAS, R.L. and RODRIGUEZ-ITURBE, I., 1991, "On the Extraction of Channel Networks from Digital Elevation Data"**,** **Hydrological Processes,** Vol. 5, 81-100.

TARHAN, N., 1989, *Hınıs-Varto (Erzurum-Muş) Dolayının Jeolojisi ve Petrolojisi,* (İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı Basılmamış Doktora Tezi), İstanbul.

TARHAN, N., 1991/a, *Hınıs-Varto-Karlıova (Erzurum-Muş-Bingöl) Dolayının Jeolojisi ve Petrolojisi,* Maden Tetkik Arama Enstitüsü Rapor No: 9428, Ankara.

TARHAN, N., 1991/b, *"*Hınıs-Varto-Karlıova (Erzurum-Muş-Bingöl) Dolayının Neojen Volkanitlerinin Jeolojisi ve Petrolojisi*"*, **Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi**, S: 113, s: 45-60, Ankara.

TARHAN, N., YUSUFOĞLU, H., BAĞIRSAKÇI, S., PAPAK, İ. ve KARABALIK, N., 1991, *Bingöl-Karlıova-Yedisu Dolayının Jeolojisi ve Petrolojisi*, Maden Tetkik Arama Enstitüsü Rapor No. 9448, Ankara.

TARHAN, N., 1997, 1/100000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Erzurum G 31 ve G 32 Paftaları, Maden Tetkik Arama Enstitüsü Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.

TAŞTEKİN, A. T., 2012, Meteroloji ve Çığ, Meteroloji Genel Müdürlüğü, http://www.mgm.gov.tr/FILES/arastirma/cigdankorunma.pdf, Son Erişim Tarihi: 23.12.2012

TAYMAZ, M., 2001, "Doğal Afet Zararlarını Azaltma Çalışmaları**", Afet ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü Bülteni**, 2: 4-5.

TAYMAZ T., JACKSON, J. A. and MCKENZİE, D., 1991, *"*Active Tectonics of The North and Central Agean Sea*"*, **Geophys. J. Of İnt.**, S: 106, s: 433-490.

TAYMAZ, T., EYİDOGAN, H. ve JACKSON, J., 1991, *"*Source Parameteres of Large Earthquakes in The East Anatolian Fault Zone (Turkey)*"*, **Geophysical Journal International**, 106, 3, 537-550.

TEKİN, B. M ., NURLU, M., ÖZSARAÇ, V., KUTERDEM, N. K ve AKSOY, N., 2007, *"*Doğal Afetlerde Uydu Görüntülerinin Kullanımı ve Internatıonal Charter "Space and Major Dısasters*"*, Türkiye Mimar ve Mühendis Odaları Birliği Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 30 Ekim–02 Kasım 2007, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

TEMİZ, E. ve GÖKTEN, E., 2003, *"*Kırşehir Dolayının Neotektoniği ve Depremselliği*"*, ATAG-7 Aktif Tektonik Araştırma Grubu 7. Toplantısı Yüzüncü Yıl Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01-03 Ekim 2003, Van.

TEMİZ, H., 2004, *Kırşehir Dolayının Neotektoniği ve Depremselliği* (Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Basılmamış Doktora Tezi).

TEMİZ, A., 2005, **"**Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Heyelan Duyarlılık Haritalarının Hazırlanması: Karabük Örneği*",* Deprem Sempozyumu 2005, Kocaeli.

TIBALDI, A. ve FERRARI, L., 1991, "Multisource Remotely Senses Data, Field Checks and Seismicity for the Definition of Active Tectonics in Ecuadorian Andes", **International Journal of Remote Sensing**, S: 12, s: 2343-2358.

TİTUS, S. J., 2007*, "*A Kinematic Model for the Rinconada Fault System in Central California Based on Structural Analysis of en Echelon Folds and Paleomagnetism*"*, **Journal of Structural Geology,** 29,961-982.

TOLUN, B., 1977, Yerleşme Coğrafyası.

TONBUL, S., 1987, *"*Elazığ Batısının Genel Jeomorfolojik Özellikleri ve Gelişimi*",* **Jeomorfoloji Dergisi**, S: 15, s: 37-52, Ankara.

TONBUL, S., 1989, "Bingöl Havzası'nın Jeomorfolojik Birimleri ve Gelişimi", Türkiye 13. Jeomorfoloji Kurultayı, (27-31 Mart 1989), 78-79, Ankara.

TONBUL, S., 1990/a, "Bingöl Ovası ve Çevresinin Jeomorfolojisi ve Gelişimi", **Coğrafya Araştırmaları Dergisi**, C: 2, S: 2, s: 329-352, Ankara.

TONBUL, S., 1990/b, *"*Bingöl Ovası ve Çevresinin İklimi*"*, **Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, C: 4, S:1, s: 347–374, Elazığ.

TONBUL, S. ve ÖZDEMİR, M. A., 1994/a, "Doğu Anadolu Fayının (DAF) Tektonik Özelliklerinin Palu Civarında (Elazığ Doğusu) Jeomorfolojik Ölçütlerle Belirlenmesi", **Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 6 (1-2), 267-279, Elazığ.

TONBUL, S., ve ÖZDEMİR, M. A., 1994/b, "Doğu Anadolu Fayı'nın Palu Civarında (Elazığ Doğusu) Jeomorfolojik Birimlere Yansıması Üzerine Gözlemler", **Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi**, 3, 275-290, Ankara.

TONBUL, S., 1996, "Bingöl Dağı'nın Volkan Morfolojisi ve Volkanizma-Tektonik İlişkileri", **Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,** C: 8, S:1, s: 311–340, Elazığ.

TONBUL, S., 1997, "Bingöl Dağı'nda Buzul Şekilleri", **Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi**, S:6, s: 347–374, Ankara.

TUROĞLU, H., 1997, *"*İyidere Havzası'nın Hidrografik Özelliklerine Sayısal Bir Yaklaşım*"*, **Türk Coğrafya Dergisi**, S: 32 (ayrı basım), s: 355-364, İstanbul.

TUROĞLU, H. ve ÖZDEMİR, H., 2005, Bartın'da Sel ve Taşkınlar. Sebepler, Etkiler, Önleme ve Zarar Azaltma Önerileri, Çantay Kitabevi, İstanbul.

TUTKUN, S. Z. ve HANNOCK, P. L., 1990**, "**Tectonics Landforms Expressing Strain at The Karliova Continental Triple Junction (E Turkey)*"*, **Annales Tectonica**, V:4, s: 182-195.

TÜYSÜZ, O., AKYÜZ, S. ve EYİDOĞAN, H., 2003, "1 Mayıs 2003 Bingöl Depremi" Kuvaterner Çalıştayı, İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

TÜYSÜZ, O., 2005, *"*12 ve 14 Mart Karlıova Depremleri*"*, **İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü**, İstanbul.

TÜYSÜZ, O. ve ERTURAÇ, M. K., 2005/a, "12 ve 14 Mart Karlıova Depremleri ve Düşündürdükleri*",* **İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü**, İstanbul.

TÜYSÜZ, O. ve ERTURAÇ, M. K., 2005/b, "Kuzey Anadolu Fayının Devrez Çayı ile Soruk Çayı Arasındaki Kesiminin Özellikleri ve Fayın Morfolojik Gelişimdeki Etkileri", Türkiye Kuaterner Sempozyumu 5.

UROMEİHY, A. and MAHDAFİVAR, M. R., 2000, "Lanslide Hazard Zonation of Khorshrostam Area, Iran", **Bulletin of Engineering Geology and the Environment**, 58, 207-213.

UTKU, M., 2007, "Aktif Tektonik Değerlendirmede Sınırlar*",* Internatıonal Earthquake Symposıum, 22-26 October 2007, İzmit.

UTKUCU, M ., PINAR, A. ve ALPTEKİN, Ö., 2003, "Uzak Alan P Dalga Şekillerinin Sonlu-Fay Ters Çözümünden 22 Mayıs 1971 Bingöl Depremi Kırılma Sürecinin İncelenmesi*"*, **Yerbilimleri, Hacettepe Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni,** 28, s: 65-79, Ankara.

VOLDATİ, T., 1995, "Multiple-Source Remotely Sensed Data For Lithological and Structural Mapping", **ITC Journal,** 2, 95-113.

WALKER, R. T., BAYASGALAN, A., CARSON, R., HAZLETT, R., MCCARTHY, L., MISCHLER, J., MOLOR, E., SARANTSETSEG, P., SMITH, L., TSOGTBADRAKH, B. and TSOLMON, G., 2006, *"*Geomorphology and Structure of the Jid Right-Lateral Strike-Slip Fault in the Mongolian Altay mountains*"*, **Elsevier, Journal of Structural Geology**, 1-16.

WALLEY, C. D., 1988, *"*Abraded Strike-Slip Model for The Dead Sea Fault and Its Implications for Levantine Tectonics*",* **Tectonophysics**, S: 145, s: 63-72.

WEAVER, KRİSTİN., D, DOLAN. ve JAMES F., 2000, *"*Paleoseismology and Geomorphology of the Raymond Fault, Los Angeles County, California*"* **Bulletin of the Seismological Society of America**, 90, 6, pp: 1409–1429.

WESTAWAY, R. and ARGER, J., 1996, *"*The Gölbaşı Basin Southeastern Turkey: A Complex Discontinuity in a Major Strike-Slip Fault Zone*"*, **Journal of the Geological Society**, V: 153, N: 5, p: 729-743 London.

WESTAWAY, R. W. C., 2003**, "**Kinematics of the Middle East and Eastern Mediterranean Updated*"*, **Turkish Journal of Earth Sciences**, S: 12, s: 5-46.

WESTAWAY, R. W. C. ve ARGER, J., 2001**, "**Kinematics of the Malatya-Ovacik Fault Zone*"*, **Geodinamica Acta**, 14, s: 103 – 131.

WISCHMEIER, W. H. and D. D. SMITH., 1965, Predicting Rainfall Erosion Losses From Cropland East of the Rocky Mountains: Guide for Selection of Practices for Soil and Water Conservation. U.S.Dep. Agric., Agric. Handbook No: 282. 47 p.

WONG, H. K., LÜDDMAN, T., ULUG, A. and GÖRÜR, N., 1995, *"*The Sea of Marmara: a Plate Boundary Sea in a Tectonic Escape Regime*"*, **Tectonophysics**, 224, 231-250.

YALÇINLAR, İ., 1969, Strüktüral Jeomorfoloji C: II (2. Baskı), İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, No: 29, İstanbul.

YALÇIN, A., 2007, "Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretilmesinde Analitik Hiyerarşi Yönteminin ve CBS'nin Kullanımı", **Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi**, C: 22, S: 3, s: 1-14.

YILMAZ, Y., ŞAROĞLU, F. ve GÜNER Y., 1987, *"*Initiation of the Neomagmatism in East Anatolia*"*, **Tectonophysics**, 134, 1-3, 177-199.

YILMAZ, Y., GÜNER, Y. ve ŞAROĞLU F., 1998, *"*Geology of the Quaternary Volcanic Centres of the East Anatolia, Journal of Volcanology", **Geothermal Research**, 85, 173-210.

YILMAZ, Y., GÜNER, Y. ve ŞAROĞLU, F., 1987, " Doğu Anadolu'da Solhan (Muş) Volkanitlerinin Petrojenetik İncelenmesi", **Yerbilimleri**, S: 14, s: 133-163.

YÜKSEL, Ö., 2009, *Gölbaşı (Adıyaman) Dolayında Doğu Anadolu Fay Sisteminin Paleosismisitesi ve Zeminlerin Değerlendirilmesi* (Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Adana.

WEB KAYNAKLARI

aris.cob.gov.tr. (06/05/2013 tarihli erişim)

homepage.ufp.pt/biblioteca/WebbasPrinTectonics/BasPrincTectonics/Page7.htm(27/03/2014 tarihli erişim)

ÖZGEÇMİŞ

Vedat AVCİ, 4 Şubat 1976'da Bingöl'ün Genç İlçesi'nde dünyaya geldi. İlk-orta ve lise öğrenimini Bingöl-Genç'te tamamladı. 1993 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Coğrafya Öğretmenliği Bölümünü kazandı. 1997 yılında üniversiteyi bitirip Bingöl Lisesi'nde Coğrafya Öğretmeni olarak göreve başladı. 1997-2011 yılları arasında Bingöl'de çeşitli okullarda öğretmenlik ve yöneticilik yaptı. 2004-2007 yılları arasında Fırat Üniversitesi Coğrafya Anabilim dalında Yüksek Lisans Eğitimini tamamladı. 2009 yılında Fırat Üniversitesi Coğrafya Anabilim Dalı'nda Doktora Eğitimine başladı. 2011 yılında Milli Eğitim Bakanlığı Müfettişliğine atandı. Halen bu görevini sürdürmektedir.