



FIRAT ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER DERGİSİ

Journal of Social Sciences

p-ISSN:1300-9702 e-ISSN: 2149-3243



KARLIOVA HAVZASI VE ÇEVRESİNİN (BİNGÖL) JEOMORFOLOJİSİ

Geomorphology of Karlıova Basins And Its Environment (Bingöl)

Vedat AVCİ¹ ve Halil GÜNEK²

¹Dr. Öğr. Üyesi, Bingöl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Bingöl, vavci@bingol.edu.tr, orcid.org/0000-0003-1439-3098

²Doç. Dr. Ahi Evran Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Kırşehir, halil.gunek@ahievran.edu.tr, orcid.org/0000-0002-2005-2743

Araştırma Makalesi/Research Article

Makale Bilgisi

Geliş/Received:

29.06.2022

Kabul/Accepted:

08.09.2022

DOI:

10.18069/firatsbed.1138027

Anahtar Kelimeler

Karlıova Havzası,
Jeomorfoloji, Neotektonik,
Kuzey Anadolu Fay Zonu
(KAFZ), Doğu Anadolu Fay
Zonu (DAFZ)

Keywords

Karlıova Basin,
Geomorphology,
Neotectonic, North Anatolian
Fault Zone (NAFZ), East
Anatolian Fault Zone (EAFZ)

ÖZ

Bu çalışmada Karlıova Havzası ve çevresinin genel jeomorfolojisi değerlendirilmiş, fay zonlarında belirlenen alt havzalara morfolojik indisler uygulanmış ve çizgisellik analizi yapılmıştır. Anadolu Levhası'nın en doğu ucunda yer alan Karlıova Havzası, ülkemizin neotektoniğinde önemli bir yere sahiptir. Havza, Kuzey Anadolu Fayı (KAF), Doğu Anadolu Fayı (DAF) ve Varto Fayı'nın kesiştiği ve Karlıova üçlü eklemi olarak adlandırılan alana karşılık gelmektedir. KAF ve DAF'ın farklı doğrultuda hareketine bağlı olarak fay kaması havzası şeklinde gelişen havza, Kuvaterner'de Göynük Çayı'nın geriye aşındırması sonucunda dış drenaja açılmıştır. Neotektonik dönemde dikey yöndeki tektonik hareketlerin de ağırlık kazanmasıyla, güneyde DAFZ, batıda Bahçeköy ve Tokluklar Fayları boyunca dağlık alanlar yükselerek bugünkü konumlarını almıştır. Bu dönemde yaşanan toptan yükselmeler ve fay tektoniği altında ana jeomorfolojik birimler oluşmuştur. Havza ve çevresinde tektonik jeomorfolojiye ait yer şekilleri ile akarsu vadilerindeki taraçalar dönemsel yükselmeleri göstermektedir. Sayısal analizlere göre çizgisellikler, KD-GB ve KB-GD doğrultusunda yoğunlaşmaktadır. Bu doğrultular, KAF ve DAF'ın doğrultusu ile uyumludur. İndis analizleri havzada KAF ve Bahçeköy Fayı'nın morfolojideki etkisinin DAF'a göre daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

ABSTRACT

In this study, the general geomorphology of Karlıova Basin and its surroundings has been evaluated, morphometric indices have been applied to the sub-basins that were determined in the fault zones, and lineament analysis has been done. Karlıova Basin, which is located at the eastern most point of the Anatolian Plate, has an important place in the neotectonics of our country. The basin corresponds to the area called the Karlıova triple-junction, where North Anatolian Fault (NAF), East Anatolian Fault (EAF) and Varto Fault intersect. The basin developed as a fault-wedge basin depending on the movement of the NAF and the EAF in different directions, was opened to external drainage as a result of backward erosion of Göynük Stream in the Quaternary. In the neotectonic period, with the increase of vertical tectonic movements, mountainous areas along the EAFZ in the south, Bahçeköy and Tokluklar Faults in the west took their current positions. The main geomorphological units were formed by mass uplift and fault tectonics in this period. Landforms of tectonic geomorphology in and around the basin and terraces in the river valleys indicate periodic uplift. According to quantitative analyses, the lineaments are centered on NE-SW and NW-SE directions. These are in line with the direction of the NAF and the EAF. The indices analyses show that the effect of the NAF and Bahçeköy Fault on the morphology is higher than that of the EAF in the basin.

Atf/Citation: Avcı, V. ve Günek, H. (2022). Karlıova Havzası ve Çevresinin (Bingöl) Jeomorfolojisi, *Firat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 32, 3(877-894).

Sorumlu yazar/Corresponding author: Vedat AVCİ, vavci@bingol.edu.tr

1. Giriş

Bu çalışmada, Karlıova Havzası'nın genel jeomorfolojik özellikleri ile havzada etkili olan yapısal unsurların morfolojiye yansımaları morfometrik indislerle değerlendirilmiştir³. Karlıova Havzası, Doğu Anadolu Bölgesi'nde Yukarı Fırat Bölümü içerisinde yer almaktadır. D-B doğrultusunda 34.8 km genişliğinde, K-G doğrultusunda 35.6 km uzunluğunda kabaca bir kare şeklinde olan inceleme alanı toplam 1282,25 km²'lik alan kaplamaktadır. Karlıova Havzası, "dünyada kıta üzerinde oluşmuş en büyük ve en belirgin üçlü eklemlerden biri olan" (Akyüz vd., 2010), Karlıova Üçlü Ekleminde, yani Kuzey Anadolu Fayı (KAF), Doğu Anadolu Fayı (DAF) ve Varto Fayı'nın (VF) kesişme alanında yer almaktadır (Şekil 1). Havza, KAF ve DAF etkisinde gelişmiş olup, gelişimini devam ettiren en genç havzalardan biridir.

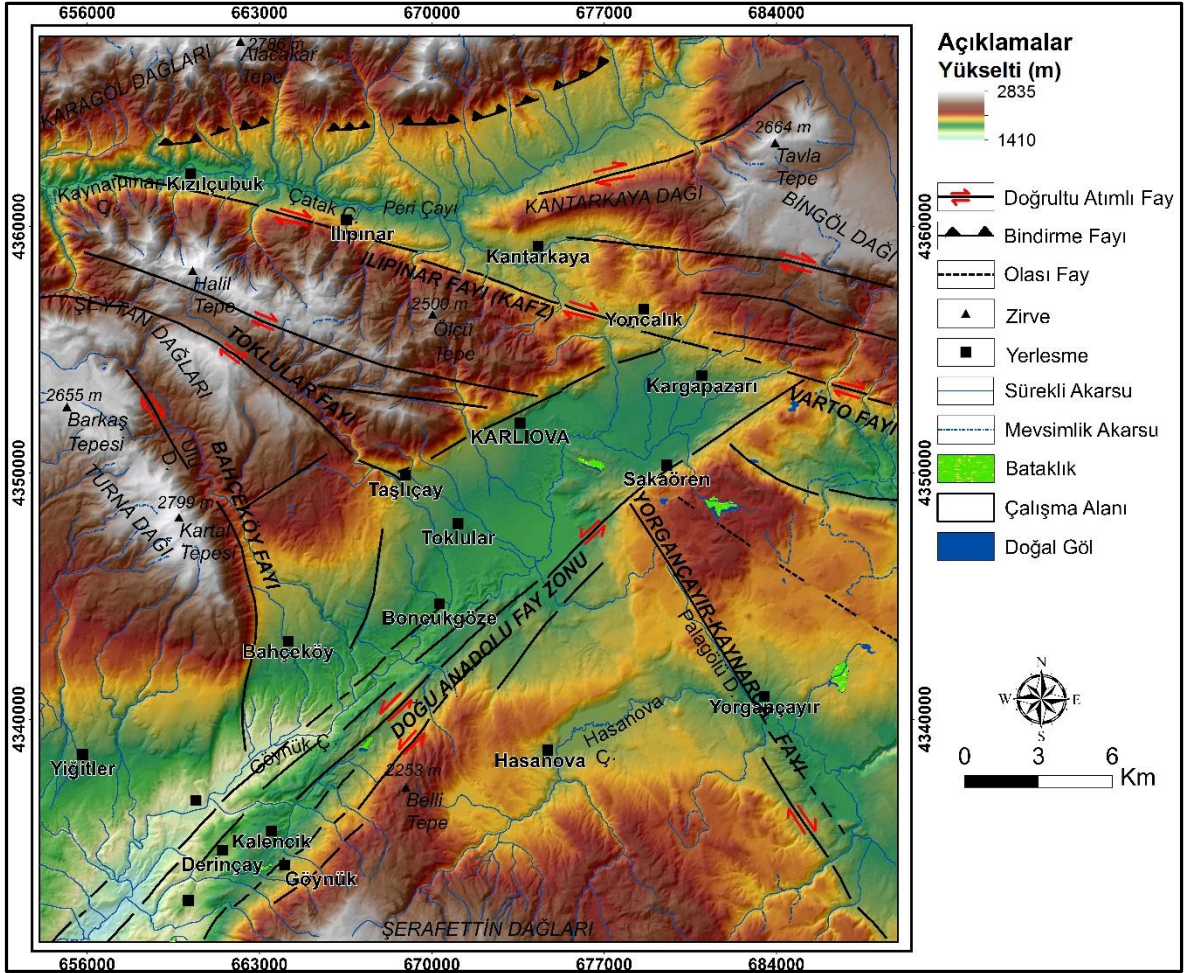


Şekil 1. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) lokasyon haritası (Faylar, Emre vd., (2013)'den, DEM verisi, <https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem/eu-dem-v1.1> adresinden alınmıştır).

Karlıova Havzası, güneyden volkanik bir platoyu andıran Şerafettin Dağları'nın uzantıları, kuzeyden Karagöl Dağları ile batıda Şeytan Dağları ve Turna Dağı ile sınırlandırılmaktadır. İnceleme alanını kuzeydoğudan Bingöl Dağı, güneybatıdan ise Göynük Çayı'nın oluşturduğu Hacılar Boğazı sınırlandırmaktadır. Havza çevresindeki dağlık alanlar, dağlık alanlardan havza tabanına geçişte belli yükseltilerde görülen plato sahaları, vadi ve boğazlar, taraçalar, birikinti koni ve yelpazeleri, vadi ve havzalar jeomorfolojik birimleri oluşturmaktadır. Bu jeomorfolojik birimlerin dışında faylı yapıya bağlı olarak gelişen yer şekilleri ile yoğun kütle hareketleri görülmektedir. İnceleme alanındaki dağlık alanlar, Karlıova Havzası'nın kuzeyinde geniş alan kaplamakta olup batı, doğuda ve güneyde daha çok plato görünümüne sahiptir. Karlıova Havzası ve çevresinde 2000-2250 m yükseltileri arasında alçak platolar, 2250-2500 m yükseltileri arasında yüksek platolar ve 2500 m'nin üzerinde en yüksek platolar görülmektedir (Avcı, 2014, Şekil 2). Aşınım düzlüklerine karşılık gelen platolar dışında, Karlıova Havzası'nın batı, doğu ve güneyinde volkaniklerin yüzelediği alanlarda volkanik platolar geniş alan kaplamaktadır. Göynük Çayı, Peri Çayı ve Hasanova Çayı vadileri zayıf direnç gösteren fay hatlarında gelişmiş fay vadileridir. Peri Çayı ve Göynük Çayı vadilerinde, vadi tabanından 50-60 m, 25-30 m ve 10-20 m yüksekte 3 basamak halinde taraçalar görülmektedir. Karlıova Havzası ile çevresindeki dağlık alanlar arasında yükselti farkı ortalama 1000 m'yi bulmaktadır. Ortalama yükseltinin fazla olması tektonik yapıya bağlı olarak meydana gelen yükselme ve volkanik faaliyetler ile ilişkilidir. Havza çevresinde tektonik aktivite, flüvyal aşındırma ve volkanik faaliyete bağlı olarak eğim değerleri değişmektedir. Fay yamaçları ve akarsu vadilerinde yüksek eğim, platolarda düşük eğim değerleri görülmektedir. Yakın çevresi ile değerlendirildiğinde; yüksek dağlık alanlarla çevrelenmiş olan bu saha jeolojik, jeomorfolojik ve hidrografik olarak tam bir havzaya karşılık gelmektedir. Havzanın, Anadolu Levhası'nın en doğu ucunda yer alması, DAF,

³ Bu çalışma Karlıova Havzası ve Çevresinin (Bingöl) Genel ve Uygulamalı Jeomorfolojisi adlı doktora tezinden değiştirilerek hazırlanmıştır.

KAF ve Varto Fayı'nın kesişme alanında yer alması bu sahanın tektonik ve jeomorfolojik açıdan önemli bir alan olduğunu göstermektedir. Bu özelliği nedeniyle jeomorfolojik açıdan çalışılmaya değer bulunmuştur.



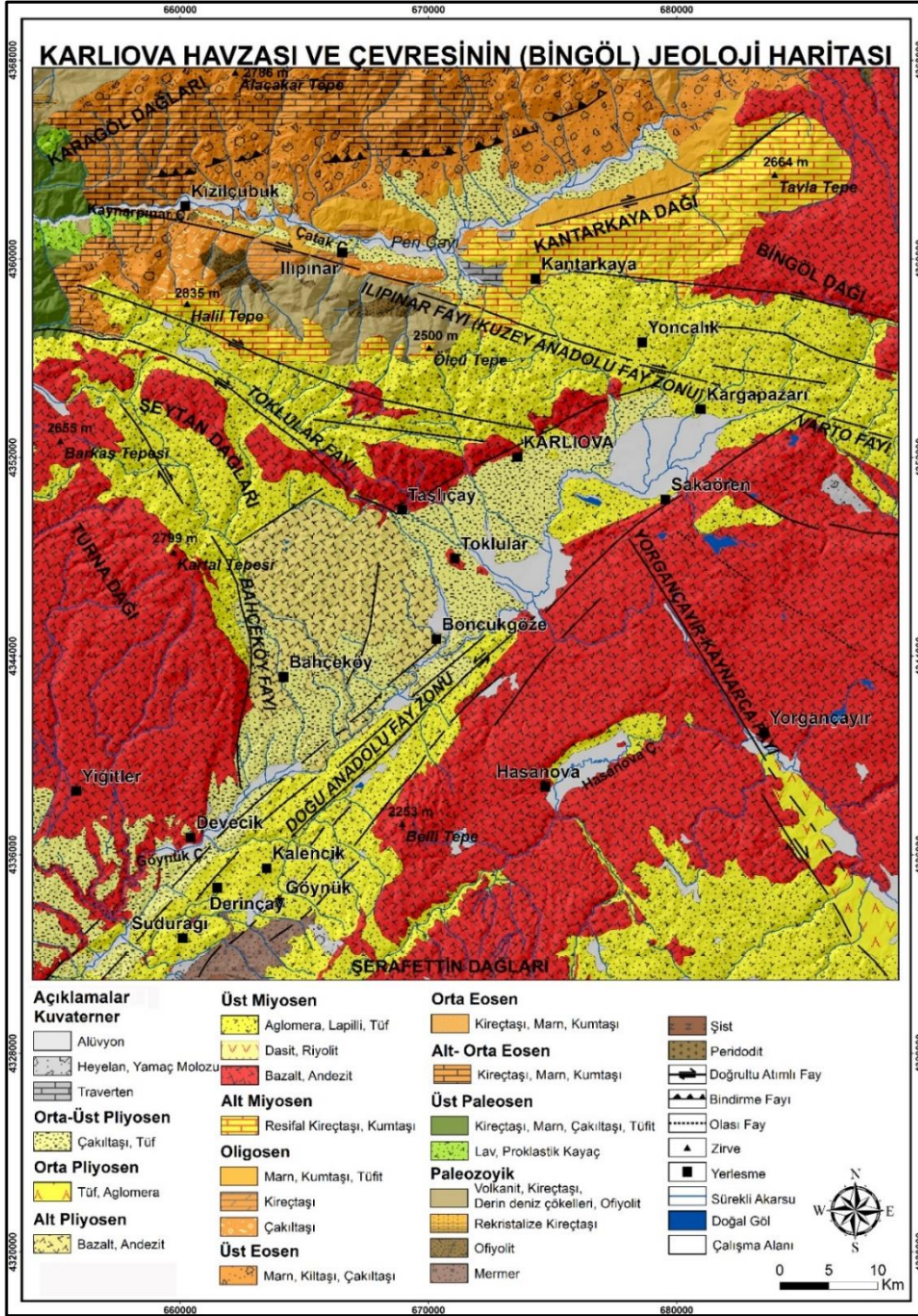
Şekil 2. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) fiziki haritası (Faylar, Tarhan, 1997; Herece 2008 b ve arazi çalışmalarından yararlanılarak çizilmiştir).

KAF ve DAF arasında gelişmiş tektonik kökenli bir depresyon olan Karlıova Havzası'nda, Paleozoyik'ten günümüze farklı dönemleri temsil eden litolojik birimler yüzeylemektedir. Bu alandaki en yaşlı birimleri Hınıs Metafiyolitine ait birimler ile Paleozoyik metamorfite oluşturmaktadır. Eosen-Alt Miyosen dönemine ait birimler Karlıova Havzası'nın kuzeyinde geniş alanlarda yüzeylemektedir. Havzada, Kuvaterner dönemini yeni alüvyonlar, heyelan ve travertenler temsil etmektedir (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986). Havza ve çevresindeki fay ve bindirme yapıları ana yapısal unsurları oluşturmaktadır. Araştırma sahasında doğrultu atımlı faylanmanın belirtileri olan ötelenmeler kuzeyde sağ yönlü, güneyde ise sol yönlüdür. İnceleme alanında doğrultu atımlı DAF ve KAF'ın aynı zamanda düşey atımlı fay morfolojisine güzel örnekler sunması sahayı jeomorfolojik bakımdan ilginç kılmaktadır.

2. Jeolojik Özellikler

Karlıova Havzası ve çevresinde Paleozoyik'ten Kuvaterner'e kadar farklı dönemler içinde oluşmuş magmatik, metamorfik ve tortul kayalar yüzeylemektedir (Avcı ve Günek, 2014, Şekil 3). Sahadaki en yaşlı birimleri oluşturan Paleozoyik birimleri havza kuzeyi ve güneyinde parçalar halinde dağılmıştır. Üst Paleosen kireçtaşı, marn, çakıltaş ve tüflerden oluşan birimler incelenen alanın kuzeybatısında, Alt-Orta Eosen kireçtaşı, kumtaşı ve marndan oluşan birimler, Orta Eosen kireçtaşı, marn ve kumtaşı birimleri ve Oligosen Alt Miyosen birimleri havza kuzeyinde ve Kantarkaya Dağı çevresinde yüzeylemektedir. Üst Miyosen aglomera, lapilli ve tüften oluşan birimler, Karlıova kuzeyinde, Kalencik ve çevresinde, Şerafettin Dağları doğusunda, dasit ve riyolit,

Sudurağı batısında, bazalt ve andezit Turna Dağı ve çevresinde, Şeytan Dağları'nda, Taşlıçay kuzeyinde, Sakaören-Yorgançayır-Hasanova arasında, Alt Pliyosen bazalt ve andezitten oluşan kayaçlar Bahçeköy çevresinde, Orta Pliyosen tuf ve aglomera, Yorgançayır güneyinde, Orta-Üst Pliyosen çakıltaşı ve tuf, Sudurağı batısı, Bahçeköy kuzeyi, Karlıova çevresi ve Kantarkaya Dağı kuzeyinde yüzeylemektedir. En genç birimleri oluşturan Kuvaterner alüvyon, Karlıova Havzası ve diğer havzalar ile Göynük Çayı ve Peri Çayı vadilerinin taban kısımlarında görülmektedir (Şekil 3, Tarhan, 1997).



Şekil 3. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) jeoloji haritası (Tarhan, 1997; Herece, 2008b çalışmalarından faydalanılmış ayrıca yeni arazi gözlem ve çalışmaları ile düzenlenmiştir).

Havza ve çevresinde Üst Maastrichtiyen-Alt Miyosen ve daha yaşlı birimlerde gözlenen yaklaşık D-B, K-G, KD-GB ve GB-KD yönlü kalıntı faylar Paleotektonik döneme aittir. Bu yapıların yanında Neotektonik dönemde KAF ve DAF ortaya çıkmıştır. 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). KAF'ın Bahçeköy ve Toklular Segmentleri ile Varto Fayı, Karlıova Havzası'nın güneydoğusunda yer alan Yorgançayır-Kaynarca Fayı diğer faylara karşılık gelmektedir. Doğrultu atımlı faylar ile birlikte inceleme alanı kuzeyinde sınırlı bir alanda bindirme fayı da bulunmaktadır. Ülkemizin en önemli yapısal unsurlarından olan KAF, yaklaşık 1100 km uzunluğundadır. KAFZ'nin genişliği 2-3 km ile 10 km arasında değişmektedir. KAF, DAF ile Karlıova'nın 12 km doğusunda birleştikten sonra güneye iç bükey bir yay çizerek, güneydoğu doğrultusunda uzanmaktadır (Şaroğlu, 1985; Avcı ve Günek, 2015a). Ilıpınar, Toklular ve Bahçeköy Fayları, KAF'ın inceleme alanındaki kollarını oluşturmaktadır (Şekil 3). KAF'ın en doğu ucu olan Ilıpınar Fayı, DAF'ı kuzeydoğudan sınırlandırmaktadır. Fay, Karlıova Havzası'nın gelişimini DAF'la birlikte kontrol etmektedir (Herece, 2008a; Avcı ve Günek, 2015a, Şekil 3, Foto 1a). 30 km yaklaşık uzunluğu olan Ilıpınar Fayı, DAF'la kesişim alanından batıya doğru belirgin olarak izlenebilir (Herece, 2008a; Avcı ve Günek, 2015a). KB-GD doğrultusunda uzanan Ilıpınar Fayı, Kızılçubuk köyü ile Kantarkaya köyü arasında tek hat olarak uzanır. Kantarkaya köyünden sonra 3 kola ayrılmaktadır. Fay boyunca akarsu ötelenmeleri, traverten taraçaları, şelaleler, fay diklikleri, fay kontrollü havzalar, kütle hareketleri ve basamaklı yapılar yaygın olarak görülmektedir.

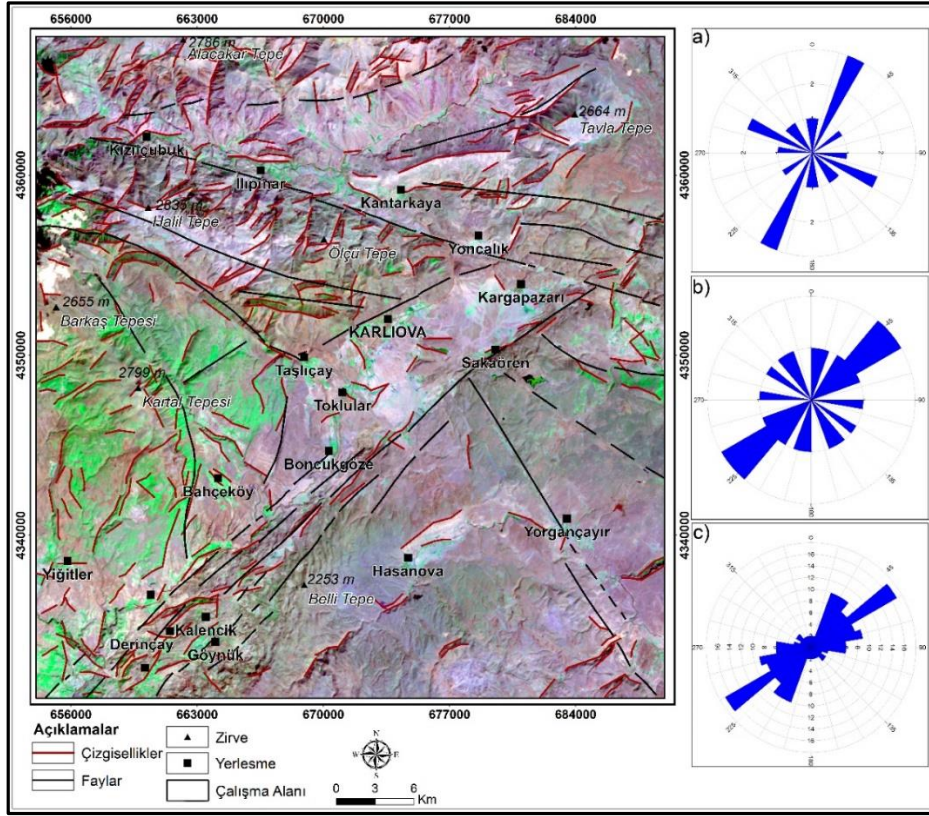


Foto 1. Havzada KAF (a) ve DAF (b) en önemli tektonik yapıları oluşturur.

Herece (2008a), KAF ile DAF'ın bağlantısını oluşturan bu fayın magnitudü 7'den fazla deprem üretebileceğini, fay boyunca yanal ötelenmiş dere ve akarsuların geçmişte büyük ve yıkıcı depremlerin meydana geldiğini gösterdiğini belirtmektedir. KB-GD doğrultusunda uzanan Toklular Fayı, inceleme alanında yaklaşık 17 km uzunluğundadır. Fay, Taşlıçay köyü güneyinde Göynük Vadisi'ne ulaşmaktadır. Fayın, Göynük Vadisi'ne ulaşan kolu dışında, Karlıova Havzası'na ulaşan bir kolu da bulunmaktadır. Toklular Fayı, birikinti konileri, dik yamaçlar, ötelenmiş akarsular ve boğaz vadiler (Avcı ve Günek, 2015a) oluşturarak morfolojiye yansımıştır. KB-GD doğrultusunda uzanan Bahçeköy Fayı, morfolojide belirgin olup, Göynük batısında DAF'ın Göynük Fayı'ndan ayrılmaktadır (Herece, 2008a, Avcı ve Günek, 2015b). Turna Dağı'ndan inceleme alanına giren fay, Devecik köyü doğusunda Göynük Vadisi'nde DAF'la kesişmektedir. Fay, morfolojide dik yamaçlar, kornişli vadiler, ötelenmeler, çarpılmalar meydana getirmiştir (Şekil 3). Karlıova Havzası'nı güneyden kontrol eden DAF, Bahri Gölü doğusunda KAF'ın Ilıpınar Segmenti ile birleştiği noktadan Sakaören köyü batısına kadar tek hat halindedir. İnceleme alanına girdiği Hacılar köyünden Sakaören köyüne kadar olan bölümde zon şeklindedir (Avcı ve Günek, 2015a; Şekil 3, Foto 1b).

Hacılar köyünde, façeta (üçgen yüzeyler) oluşturan DAFZ boyunca fay gölleri, dik yamaçlar, ötelenmiş akarsular, çizgisel çöküntü alanları ve uzamış sırtlar meydana gelmiştir (Avcı ve Günek, 2015a). Bu sahada fayın etkisiyle yoğun kütle hareketleri yaşanmaktadır. Akarsularda meydana gelen ötelenme güneybatıda 2 km'ye ulaşmaktadır. Havzayı doğudan sınırlandıran Varto Fayı, akarsuları sağ yanal olarak ötelemiştir. Varto

Fayı'nın ortaya çıkması ile Bingöl Dağı'nın güney yarısı yok olmuştur. Havza ve çevresindeki kırık sistemlerinin/çizgisel hatların belirlenmesi amacıyla havzayı içine alan 19/9/2011 tarihli Landsat TM 5 uydu görüntüsünden (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) çizgisellik analizi yapılmıştır. Bu analiz PCI Geomatica yazılımı Lineament Extraction aracı kullanılarak yapılmış, bu çizgiselliklere, akarsulara ve faylara ait rose diyagramının oluşturulmasında Rockworks yazılımı kullanılmıştır. Rose diyagramı için akarsular, faylar ve çizgiselliklerin koordinat değerleri (X1, X2, Y1, Y2) ArcMAP calculate geometry aracı ile yazdırılmış, katman DXF formatında export edilmiştir. RockWorks- Linears-Rock Diagrams Modülü ile rose diyagramı oluşturulmuştur. Bu analizle çizgisel hatların, akarsu şebekesinin tektonizma denetiminde gelişip gelişmediği ortaya konulmuştur. Analiz sonucunda belirlenen çizgisel hatların uzanış yönü ile fay doğrultularının yönü benzer çıkmıştır. Litolojik yapı özellikleri nedeniyle DAF'ın bulunduğu alandaki çizgisellikler daha belirgindir (Şekil 4). Akarsulara ait rose diyagramı, inceleme alanında drenajın daha çok KD-GB ve KB-GD yönlü olarak kurulduğunu göstermektedir. Akarsulara ait bu uzanım KAF ve DAF'ın doğrultusu ile uyumludur. Çizgiselliklerden elde edilen rose diyagramı incelendiğinde havza ve çevresinin K-G doğrultusunda sıkıştırıldığı görülmektedir. Bununla birlikte 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 4 a, b, c).

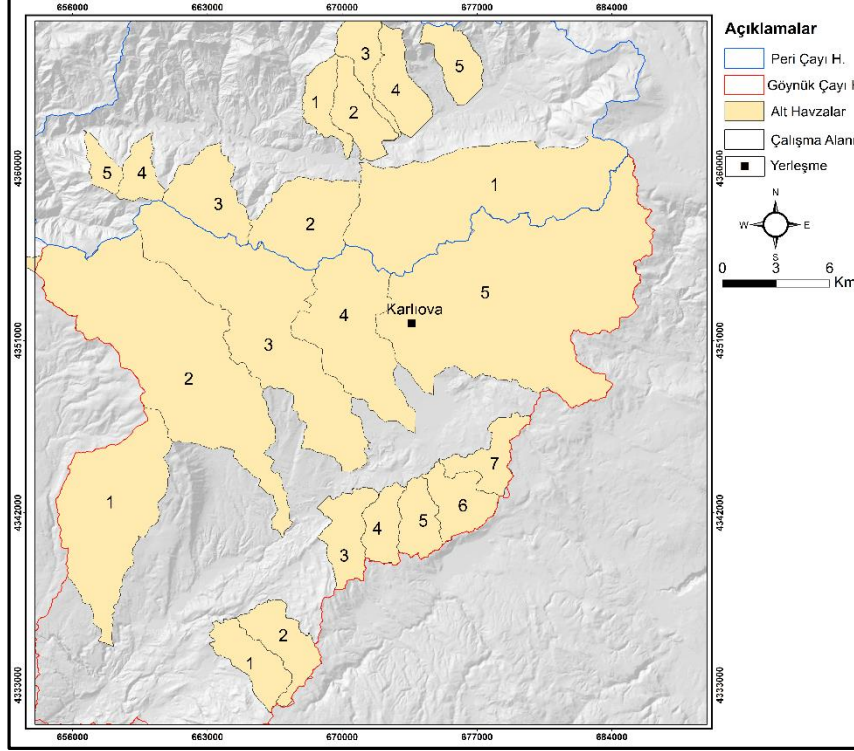


Şekil 4. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) çizgiselliklerin dağılışı, a) akarsu b) fay ve c) çizgiselliklere ait rose diyagramları (Faylar, Tarhan, 1997; Herece, 2008b ve arazi çalışmalarından yararlanılarak çizilmiştir)

3. Morfometrik Analizler

Havza ve çevresi KAF, DAF, Bindirme Fayı ve ikincil fayların denetiminde geliştiği için bu fayların morfolojideki etkileri morfometrik indis analizleri ile belirlenmeye çalışılmıştır. İnceleme alanına ait Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) topoğrafya haritaları kullanılarak hücre boyutu 10*10 m olarak oluşturulmuştur. Bu işlem Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımları kullanılarak yapılmıştır. KAF, DAF, Bindirme Fayı ve Bahçeköy ile Toklular Fayları'nın denetiminde olarak gelişen 22 alt havza belirlenmiştir (Şekil 5). Havzalar belirlenirken, ArcMAP yazılımının Hydrology (Hidroloji) ve Global Mapper yazılımının Analysis (Analiz)

araçları kullanılmıştır. Belirlenen bu havzalara aktif tektonikte yoğun olarak kullanılan hipsometrik eğri (Hc), hipsometrik integral (Hi), havza şekli (Bs) ve Akarsu Uzunluk-Gradyan (SL) indisleri uygulanmış, bu açıdan havzalar göreceli olarak karşılaştırılmıştır. Böylece fay zonlarının göreceli tektonik aktivitesi ortaya konulmuştur. İndis uygulanmasında literatürde yer alan Tablo 1’deki formüller kullanılmıştır.



Şekil 5. Karlıova Havzası ve çevresinde (Bingöl) morfometrik indis analizlerinin uygulandığı alt havzalar.

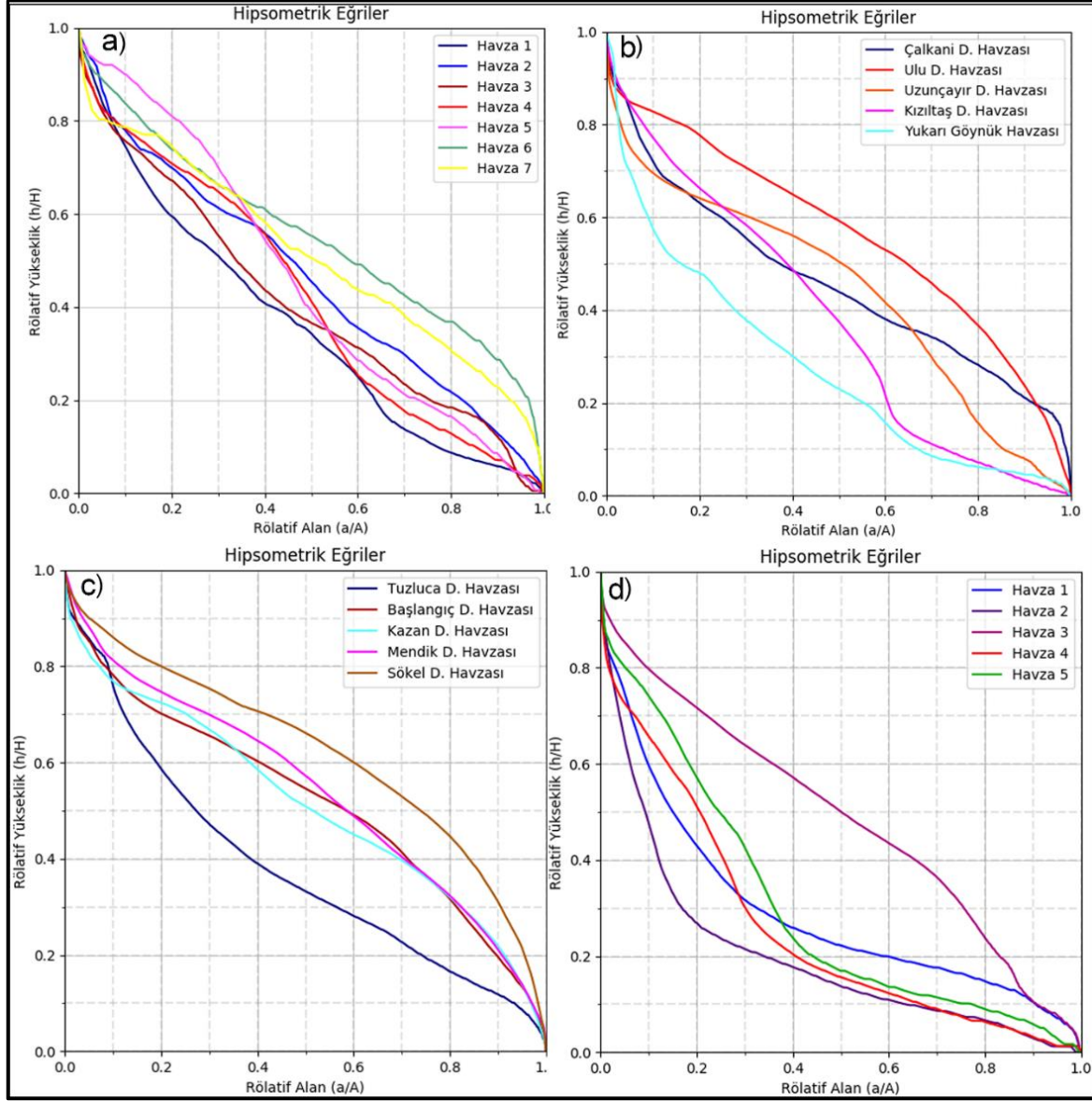
Tablo 1. Karlıova Havzası’nda Belirlenen Alt Havzalar İçin Uygulanan Morfometrik İndisler

İndis	Formül	Açıklama	Kaynak
Hipsometrik Eğri (Hc)	$y = h/H, x = a/A,$	Hc çizdirilirken göreceli yükseklik (y) ve göreceli alan (x) kullanılır.	Strahler, 1952)
Hipsometrik İntegral (Hi)	$Hi = \frac{H_{ort} - H_{min}}{H_{maks} - H_{min}}$	Hi hesaplanmasında, Hort, ortalama yükselti, Hmin, minimum yükselti, Hmaks, maksimum yükseltidir. Hi hesaplanmasında kullanılan değerler havzalara ait SYM’nin histogram verisinden elde edilmiştir.	(Strahler, 1952)
Drenaj Havzası Şekli (Bs)	$Bs = Bl/Bw$	Havza şekli hesaplanmasında kullanılan Bl, maksimum havza uzunluğu iken, Bw, maksimum havza genişliğidir.	(Cannon, 1976)
Akarsu-Uzunluk Gradyan İndeksi (SL)	$SL = \frac{\Delta H}{\Delta L} \times L$	SL hesaplaması yapılan koldaki yükselti değişimi ΔH , hesaplama yapılan kanal uzunluğu ΔL , hesaplama yapılan kanalın orta noktasından vadinin en yüksek noktasına kadar olan mesafe ise L ’dir.	Hack, 1973

3.1. Hipsometrik Eğri (Hc) ve Hipsometrik İntegral (Hi)

Bir havzada yükseltinin alansal dağılımını göstermek için Hc indisi kullanılır (Strahler, 1952). Hc’nin gösterdiği form ile havzalarda tektonik etkinin derecesi yorumlanabilir. Konveks (dışbükey) hipsometrik eğri,

jeomorfolojik olarak daha genç ve erozyonun daha az olduğu havzaları gösterir. Olgun havzaların eğrisi S-şeklinde olur ve bu havzalarda erozyon orta ölçüdedir. Yaşlı havzalar içbükey eğrilerle gösterilir, bu havzalarda erozyon derecesi yüksektir (Keller ve Pinter, 2002; Akyüz vd., 2010). Karlıova Havzası'nda yer alan alt drenaj havzaları Hc açısından karşılaştırıldığında Göynük Çayı Havzası'nda güneyde Karlıova Üçlü Eklemi'ne yakın 6. ve 7. havzalar dışbükey profile sahipken, bu lokasyonda yer alan diğer havzaların eğrisinin karmaşık bir form gösterdiği görülmektedir. Göynük Çayı Havzası'nda kuzeyde yer alan havzalardan Bahçeköy Fayı'nın denetiminde şekillenen Uludere Havzası'nın (2 nolu havza) hipsometrik eğrisi dışbükey, Karlıova Havzası'nın tabanında yer alan Yukarı Göynük Havzası'nın (5 nolu havza) hipsometrik eğrisi içbükey, diğer havzaların hipsometrik eğrisinin karmaşık bir şekle sahip olduğu görülmektedir (Şekil 6a, b).



Şekil 6. Göynük Çayı Havzası'nda güneyde (a) ve kuzeyde (b) yer alan havzalar ile Peri Çayı Havzası'nda güneyde yer alan havzaların (c) ve kuzeyde yer alan havzaların (d) hipsometrik eğrileri (CalHypso uzantısı kullanılarak (Pérez-Peña vd., 2009) Qgis ile çizilmiştir)

Peri Çayı Havzası'nda yer alan alt drenaj alanları Hc açısından karşılaştırıldığında; Ilıpınar Fayı'nın etkisinde şekillenen Tuzluca Deresi ve kollarının oluşturduğu havzanın (1 nolu havza) Hc profilinin iç bükey olduğu görülmektedir. Kazan Deresi Havzası'nın (3 nolu havza) hipsometrik eğrisi dışbükeydir. Bu havzada yarılma, yükselti farkı meydana getirmiştir. Kazan Deresi Havzası'nda tektonik etkinliği gösteren bir başka kanıt, Kazan

Deresi'nin yaklaşık 1 km ötelenmesidir. İkincil fayların denetiminde gelişen Mendik (4 nolu havza) ve Sökel Deresi havzalarının (5 nolu havza) hipsometrik eğrileri dışbükeydir. Bu durum flüvyal süreçlere bağlı olarak meydana gelen yükselti farkına bağlıdır. Ilıpınar Fayı tarafından şekillendirilen Başlangıç Deresi Havzası'nın (2 nolu havza) hipsometrik eğrisi dışbükey karakterdedir. Peri Çayı Havzası'nda kuzeyde bindirme fayı denetimde olan 3 nolu havzanın hipsometrik eğrisi dışbükey, diğer havzaların hipsometrik eğrisi içbükey bir görünüme sahiptir (Şekil 6c, d).

Hi değeri 0,5'den büyük olduğunda bu durum yüksek tektonik aktivite ile ilgilidir (El Hamdouni vd., 2008). Hipsometrik integral (Hi) değeri Göynük Çayı Havzası'nda güneyde yer alan 6 ve 7 nolu havzalarda 0,50'den büyüktür. Bu havzalarda tektonik aktivite, Göynük Havzası'nda güneyde yer alan diğer havzalara göre daha yüksektir. Göynük Çayı Havzası'nda güneyde yer alan alt havzalardan Karlıova Üçlü Eklemi'ne en yakın olan drenaj havzaları 6 ve 7 nolu havzalardır. Hipsometrik integralin bu yüksek değeri KAF, DAF ve Varto Fayı'na olan yakınlık ve yüksek tektonik aktivite ile ilişkilendirilmiştir. Göynük Çayı su toplama alanında kuzeyde yer alan Uludere Havzası'nda (2 nolu havza) Hi değeri 0,56 ile en yüksektir. Bu havzanın yüksek hipsometrik integral değeri Bahçeköy Fayı'nın etkisine bağlıdır. Diğer havzaların hipsometrik integral değerleri düşüktür. Peri Çayı Havzası'nda güneyde Tuzluca Deresi Havzası'nda Hi değeri 0,35 iken, diğer havzaların Hi değeri 0,50'den büyüktür. KAF'ın etki alanında bulunan bu sahada Tuzluca Deresi dışındaki havzalarda tektonik etki oldukça yüksektir. Bunu hipsometrik integral değerleri kanıtlamaktadır. Bu segmentte en yüksek integral 0,61 ile Sökel Deresi Havzası'nda hesaplanmıştır. Peri Çayı Havzası'nda kuzeyde en yüksek integral değeri 0,48 ile 3 nolu havzaya aittir. Diğer havzaların integral değerleri daha küçüktür (Tablo 2).

Tablo 2. Karlıova Havzası ve Çevresinde (Bingöl) Yer Alan Alt Havzaların Hi ve Bs Değerleri

Morfometrik İndis ve Lokasyon	Birim	Havza No							
		1	2	3	4	5	6	7	
Hipsometrik İntegral	Göynük Çayı Havzası (Güney)	Birimsiz	0,35	0,41	0,40	0,42	0,45	0,55	0,51
	Göynük Çayı Havzası (Kuzey)		0,45	0,56	0,43	0,36	0,27		
	Peri Çayı Havzası (Güney)		0,35	0,51	0,51	0,54	0,61		
	Peri Çayı Havzası (Kuzey)		0,30	0,19	0,48	0,25	0,29		
Drenaj Havzası Şekli	Göynük Çayı Havzası (Güney)	Birimsiz	2,03	1,35	1,56	1,81	1,82	1,11	1,56
	Göynük Çayı Havzası (Kuzey)		2,22	2,91	2,72	1,77	1,29		
	Peri Çayı Havzası (Güney)		2,44	1,38	1,31	1,43	2,08		
	Peri Çayı Havzası (Kuzey)		2,22	1,85	2,39	2,19	1,82		

Hc ve Hi birlikte değerlendirildiğinde Göynük Çayı Havzası'nda güneyde Karlıova Üçlü Eklemi'ne yaklaştıkça tektonik etkinin arttığı, kuzeyde KAF'ın Bahçeköy Segmenti'nin morfolojiye olan etkisinin DAFZ'a göre daha fazla olduğu ortaya çıkmaktadır. Peri Çayı Havzası'nda KAF'ın bindirme fayına göre daha etkili olduğu görülmektedir. Netice olarak morfolojik veriler ile indis sonuçları birlikte ele alındığında Karlıova Havzası'nda KAF'ın DAF'a göre daha etkin olduğu, KAF'ın Bahçeköy Segmenti'nin morfolojideki etkisinin DAF'a göre daha yüksek olduğu sonucu çıkmaktadır.

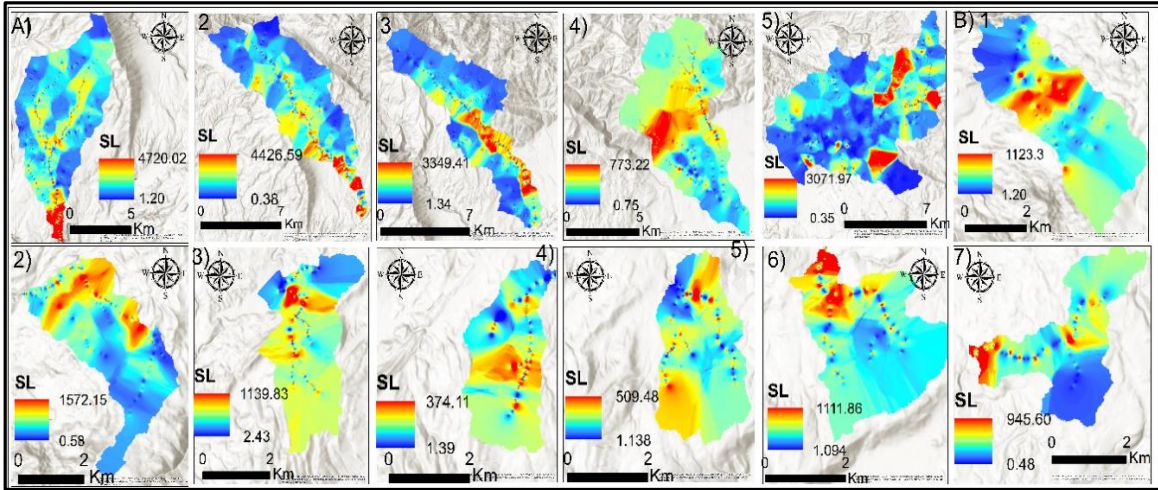
3.2. Drenaj Havzası Şekli (Bs)

Tektonizma, drenaj havzalarının dairesel veya uzunlamasına bir şekil almasına neden olan süreçtir. Tektonizma etkisinde gelişen havzalar uzunlamasına bir karakter sergilerken, tektonik etkinin azaldığı havzalar dairesel bir şekil göstermektedir. Yüksek Bs değerleri tektonik aktivite ile ilgilidir (Cannon, 1976; Ramirez-Herrera, 1998). Bs açısından havzalar karşılaştırıldığında Göynük Çayı Havzası'nda güneyde 1 numaralı havzanın bu segmentte yer alan diğer havzalara göre daha uzunlamasına bir şekle sahip olduğu görülmektedir. Göynük Çayı Havzası'nda kuzeyde 2 numaralı Uludere Havzası'nın Bs değeri en yüksektir. Bu havza aynı zamanda çalışma alanında en yüksek Bs değerine sahiptir. Bahçeköy Fayı'na bağlı olarak şekillenen Uludere Havzası'nın uzunlamasına şekli tektonizmaya bağlıdır. Peri Çayı Havzası'nda güneyde yer alan alt havzalardan 1 nolu havza Bs değeri en yüksek olan havzadır. Diğer havzaların Bs değerleri düşüktür. Peri Çayı Havzası'nda kuzeyde yer alan 3 nolu havzanın Bs değeri en yüksektir (Tablo 2). Karlıova Havzası'nda seçilen drenaj

alanlarından Uludere Havzası en uzunlamasına havzadır. Havzanın uzunlamasına olan bu şekli, KAF'ın Bahçeköy Segmenti'nin aktivitesine bağlıdır.

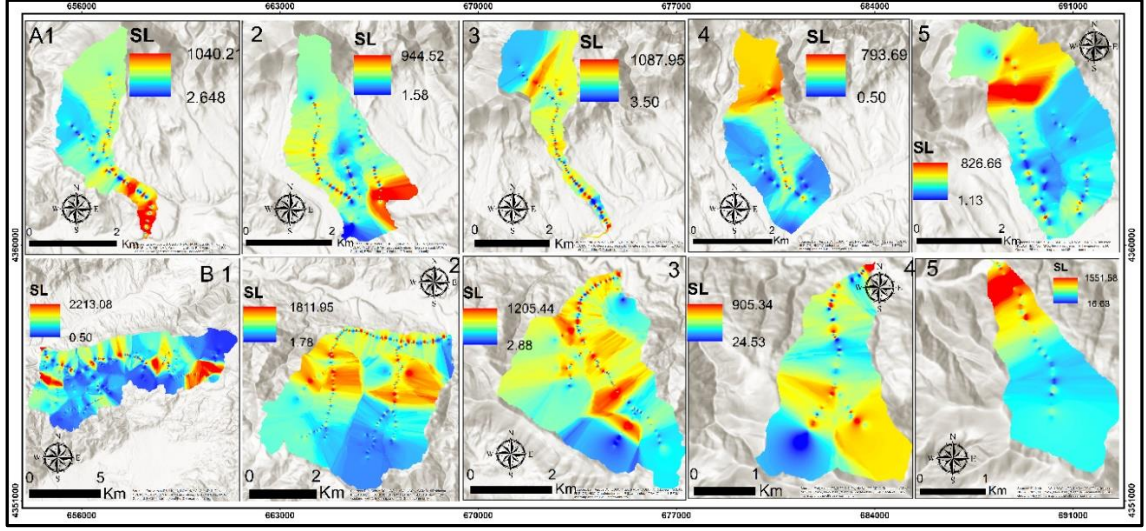
3.4. Akarsu Uzunluk-Gradyan İndeksi (SL)

Havzalarda 50 m'lik kanal uzunlukları dikkate alınarak SLIX toola (Piacentini vd., 2020) SI indeks değerleri elde edilmiş, indeks değerleri enterpole (Ters mesafe ağırlık yöntemi (IDW) kullanılmıştır) edilerek SL dağılım haritası oluşturulmuştur. SL indeksi ile kanal eğimindeki değişiklikler belirlenebilir ve bu değişikliklerle tektonik aktivite, kaya direnci ve topografya arasındaki ilişkiler değerlendirilebilir (Keller ve Pinter, 2002). Göynük Çayı Havzası'nda kuzeyde yer alan Çalkani Deresi Havzası'nda (1 nolu havza) SL değerleri 1.20-4720 arasında değişmektedir. Bu havzada SL değerinin maksimum olduğu alan Bahçeköy Fayı'nın DAF'a bağlandığı sahaya tekabül etmektedir. Uludere Havzası'nda (2 nolu havza) SL, 0.38-4426 arasında değişmektedir. En yüksek değerler Bahçeköy Fayı'nın Göynük Çayı Vadisi'nde DAF'la kesiştiği sahada ölçülmüştür. Vadi boyunca yüksek SL değerleri faylanmayı işaret etmektedir. Toklular Fayı tarafından denetlenen Uzunçayır Havzası'nda (3 nolu havza) da SL değerleri yüksek olup, 1.34-3349 arasında değişmektedir. Kızıtaş Deresi Havzası'nda (4 nolu havza) SL 0.75-773 arasında değişen değerler gösterir. Havzada yüksek SL değerleri Karlıova Havzası'nın kuzeyinde KAF'a bağlı olarak ortaya çıkmıştır. Büyük bir bölümü Karlıova Havzası'nın tabanında yer alan Yukarı Göynük Havzası'nda (5 nolu havza) SL, 0.35-3071 arasında değişmektedir. Bu havzada maksimum değerler KAF'ın meydana getirdiği eğim farklılıkları nedeniyle Kargapazarı doğusunda ölçülmüştür. Göynük Havzası'nda güneyde 1 numaralı havzada DAF'a bağlı olarak SL değeri maksimum 1572 olarak ölçülmüştür. 2 numaralı havzada maksimum SL değeri 1139'dur. Diğer havzaların SL değerleri nispeten düşüktür. Göynük Havzası'nda güneyde SL'nin yüksek değerleri DAF ile ilişkilendirilmiştir (Şekil 7)



Şekil 7. Göynük Çayı Havzası'nda kuzeyde (a) ve güneyde yer alan (b) alt havzalarda SL indeksi değerlerinin dağılımı

Peri Çayı Havzası'nda kuzeyde bindirme kuşağında yer alan havzalarda minimum SL değeri 0.5 ile 4 nolu havzada, maksimum 1087 ile 3 nolu havzada ölçülmüştür. Bu segmentte de yüksek değerler bindirmeye bağlı olarak ortaya çıkmıştır. Peri Çayı Havzası'nda güneyde yer alan alt havzalarda minimum SL değeri 0.50 ile Tuzluca Deresi Havzası'nda (1 nolu havza) maksimum değer 2213 ile aynı havzada ölçülmüştür. Güneyde yer alan havzalarda yüksek SL değerleri litolojiden ziyade KAF ile ilgilidir (Şekil 8).



Şekil 8. Peri Çayı Havzası'nda güneyde (a) ve kuzeyde yer alan (b) alt havzalarda SL indeksi değerlerinin dağılımı.

4. Jeomorfolojik Özellikler

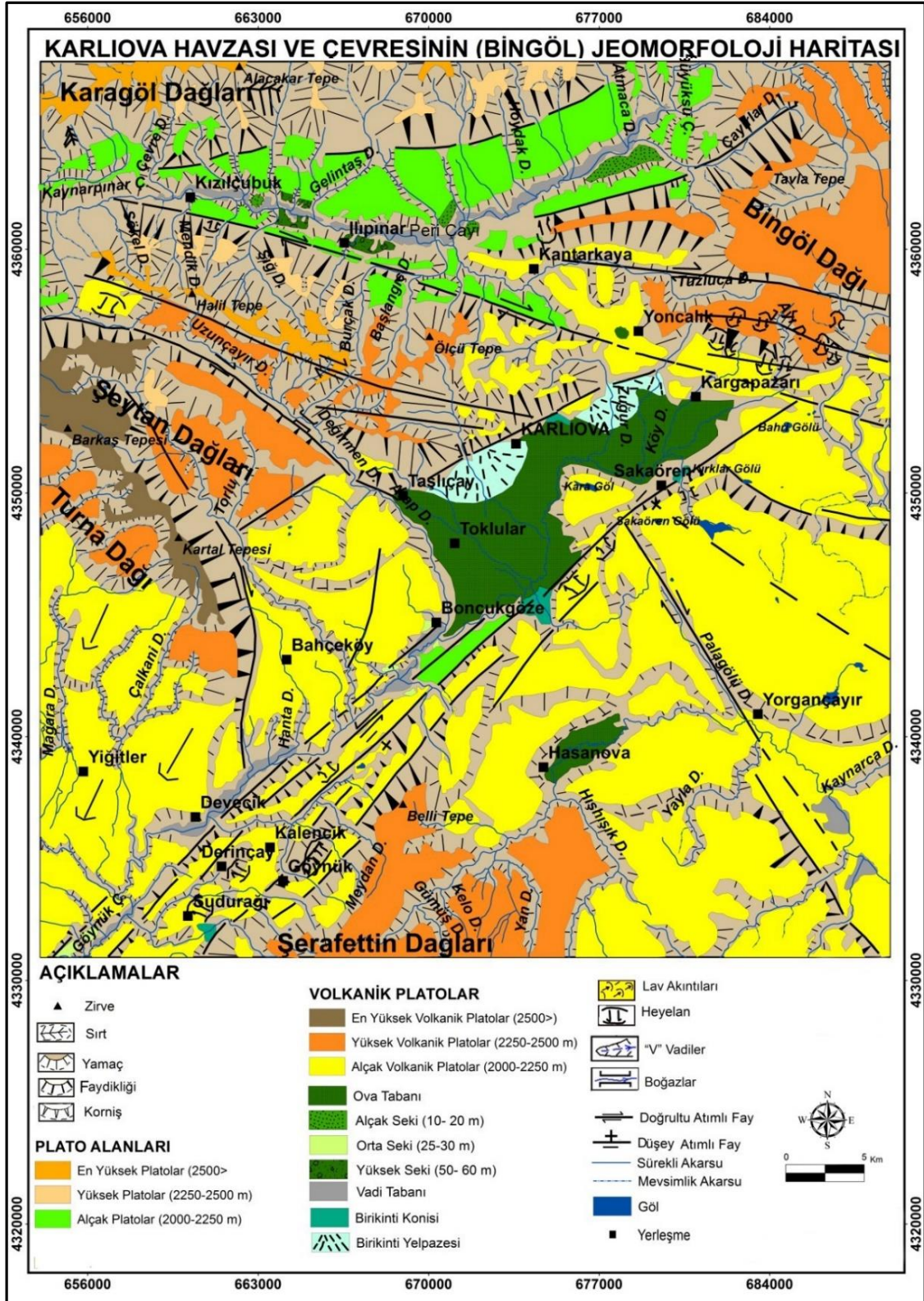
Karlıova Havzası'nı çevreleyen dağlık alanlar, dağlık alanlardan havza tabanına geçişte belli yükseltilerde görülen platolar, havzalar, vadi ve boğazlar, birikinti koni ve yelpazeleri ana jeomorfolojik birimleri oluşturmaktadır (Şekil 9). Bu ana jeomorfolojik birimlerin dışında faylı yapıya bağlı olarak gelişen yer şekilleri incelenen alanın jeomorfolojisine zenginlik sağlamıştır.

4.1. Dağlık Alanlar

Karlıova Havzası ve çevresinde fay hatlarına paralel uzanış gösteren Bingöl Dağı, Kantarkaya Dağı, Karagöl Dağları, Şeytan Dağları, Turna Dağı ve Şerafettin Dağları önemli dağlık kütleleri oluşturmaktadır. Bu dağlık kütleler üzerinde farklı yükselti basamaklarında platolar yer almaktadır. Kuzeydoğuda sınırlı bir bölümü inceleme alanında kalan, Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Bingöl Dağı, tabla-kalkan oluşumu gösteren bir volkanidir (Tonbul, 1996). Bazalt lavları dağın merkezi kısmından her yöne akmıştır. Kuvaterner başlarında genç volkanik faaliyetler görülmüş, Pleyistosen başlarında KAF'nın gençleşmesi/Varto Fayı'nın ortaya çıkması ile Bingöl Dağı'nın güney yarısı yok olmuştur. Dağın zirveler bölümü Pleyistosen'de glasyasyona uğramıştır (Şekil 9; Tonbul, 1996, 1997). Karlıova Havzası'nın kuzeyinde yer alan Kantarkaya Dağı, KD-GB doğrultusunda uzamakta olup kuzey ve güney yamaçları Ilıpınar Fayı tarafından kesilmiştir. Kuzeybatıda yer alan Karagöl Dağları, KD-GB doğrultusunda uzamakta olup akarsular tarafından yarılarak oldukça engebeli bir görünüm kazanmıştır. Havzanın kuzeybatısında yer alan Şeytan Dağları, KB-GD doğrultusunda Toklular Fayı'na paralel bir uzanış göstermektedir. Havzanın batısında yer alan Turna Dağı, KB-GD doğrultusunda Bahçeköy Fayı'nın uzanışı ile paralellik göstermektedir. Dağın ortalama yükseltisi 2500 m'nin üzerinde olup, 2655 m ile Barkaş Tepe ve 2799 m ile Kartal Tepe en yüksek zirveleri oluşturmaktadır. Üst Pliyosen-Alt Pleyistosen'de etkili olarak devam eden tektonik olaylar sonucu Turna Dağı bütünüyle yükselmiş, bu farklı yükselmeye dağ kuzeybatıdan güneydoğuya doğru çarpılmıştır. Havzanın güneyinde D-B doğrultusunda uzanan Şerafettin Dağları volkanizmaya bağlı oluşmuştur (Şekil 9).

4.2. Plato Alanları

Karlıova Havzası ve çevresindeki platoların bir bölümü dağlık alanlar üzerinde gelişen aşınım düzlüklerine, bir bölümü volkanik platolara karşılık gelmektedir. Aşınım yüzeylerinden oluşan platolar, tektonik hareketlerle yükselmiş, çarpılmaya uğramış, akarsular tarafından yarılmış ve bugünkü görünümünü kazanmışlardır. İnceleme alanında 2500 m'nin üzerindeki düzlükler en yüksek platolara, 2250-2500 m arasındaki düzlükler yüksek platolara ve 2000-2250 m yükseltileri arasındaki düzlükler alçak platolara karşılık gelmektedir. Bu platolar dışında geniş yüzeylenme alanına sahip volkaniklere göre en yüksek, yüksek ve alçak volkanik platolar görülmektedir. İnceleme alanında 2500 m'den yüksek volkanik alanlarda görülen düzlükler en yüksek volkanik platoları (Üst Pliyosen), 2250-2500 m yükseltileri arasında görülen düzlükler yüksek volkanik platoları (Orta Pliyosen) ve 2000-2250 m yükseltileri arasında volkanik alanlarda görülen düzlükler alçak volkanik platoları (Alt Pliyosen) oluşturmaktadır. Aşınım düzlükleri inceleme alanının kuzeyinde, volkanik platolar ise batıda, güneyde ve doğuda görülmektedir (Şekil 9).



Şekil 9. Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) jeomorfoloji haritası (Avcı, 2014).

4.3. Ova ve Havzalar

Ova ve havzalar genelde Neotektonik dönemde etkili olmaya başlayan KAF ve DAF'ın etkisiyle ortaya çıkmıştır. Havza çevresinde, havzanın aktif tektonik hareketlere bağlı oluştuğunu gösteren birikinti koni ve yelpazeleri gibi belirgin yer şekilleri görülmektedir (Şekil 9, Foto 2a, b).

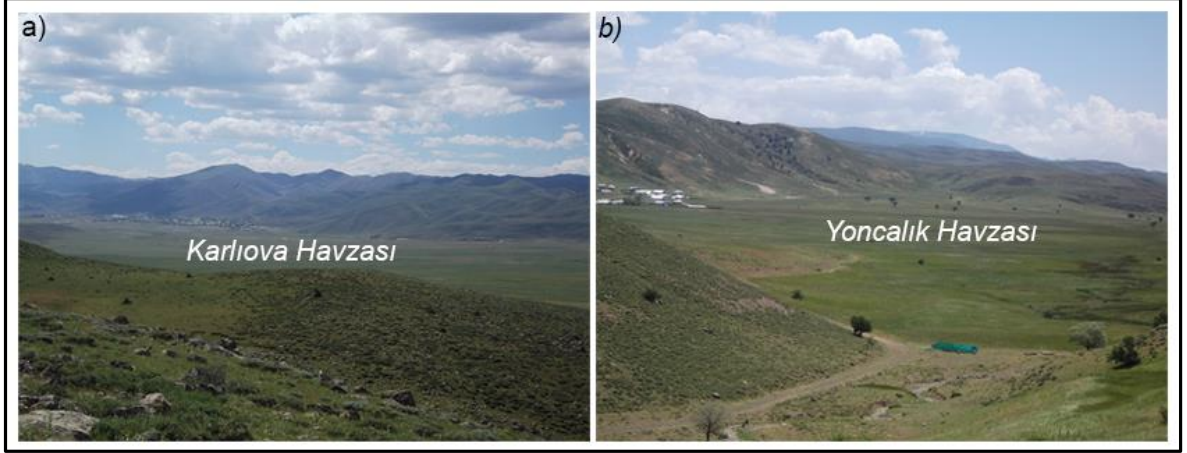


Foto 2. KAF ve DAF'ın kesişme alanında fay kaması şeklinde gelişen Karlıova Havzası. Bu havza Kuvaterner'de oluşan en genç havzalardan biridir (a). Yoncalık Havzası, Karlıova Havzası'nın kuzeydoğusunda Ilıpınar Fayı'na bağlı olarak oluşmuş bir havzadır (b).

Karlıova Havzası, birbirleriyle kesişen ve hareket yönleri farklı olan doğrultu atımlı KAF ile DAF arasında gelişen Kuvaterner yaşlı, fay kaması (fault wedge basin) havzalarına örnek oluşturmaktadır. Ingersol (1988) fay kaması havzalarının; düşük eğimli bükülme alanlarında bir veya iki kenarın yükselmesi sonucunda arada kalan havzanın blok olarak alçalması ve çevredeki bloklardan birinin ileri taşınmasının engellendiği alanlara tekabül ettiğini belirtmektedir (Avcı ve Günek, 2015c; akt. Günek ve Sunkar, 2006). DAFZ'da Gölbaşı Depresyonu (İmamoğlu ve Gökten, 1996) ve KAFZ'da Suşehri Havzası (Koçyiğit, 1989), fay kaması havzalarına örnekler (Günek ve Sunkar, 2006). Karlıova Havzası, Pleistosen'de Bahçeköy ve Toklular Faylarının ortaya çıkmasıyla batıya doğru genişlemiştir. KB-GD doğrultusunda uzanan Yoncalık Havzası, Karlıova'nın kuzeydoğusunda Ilıpınar Fayı'na bağlı olarak oluşmuş çek-ayır tipinde bir havzadır (Şekil 9, Foto 2b). KD-GB doğrultusunda uzanan Hasanova Havzası, DAF tarafından oluşturulmuştur. Havzanın yükseltisi KD-GB doğrultusunda azalmaktadır. Bunun nedeni DAF'ın etkisiyle güneybatıdan yükselmiş olmasıdır. Havzanın kuzeyinde DAF'a bağlı olarak çarpılmış yüzeyden, havza tabanına geçişte eğim artmaktadır.

4.4. Vadiler

Araştırma alanındaki vadi sistemleri bugünkü görünümünü DAF ve KAF'ın oluşumundan sonra kazanmıştır. DAF'ın olasılıkla Orta Pliyosen ortalarına doğru oluşturduğu KD-GB doğrultulu, hendek şeklinde bir morfolojiye Göynük Çayı yerleşmiş olmalıdır (Tonbul, 1990). Bu hendeğe doğru meydana gelen aşınım yüzeylerine yerleşen akarsular vadilerini kurmaya başlamıştır. Göynük Çayı, Peri Çayı, 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 atımlı fay hatlarına yerleşen akarsularda bu durum belirgindir. KAF'ın devreye girmesiyle de Peri Çayı Vadisi oluşmuştur. Kuvaterner'de yaşanan epirojenik hareketlerle bazı akarsular, yatakları içerisine gömülerek boğazlar oluşmuştur. 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 canlı olduğuna bir kanıttır. Karlıova ve Hasanova havzalarının tabanlarında ise olgun vadiler görülmektedir. Peri Çayı Havzası'nda litoloji ve yüksek eğimin etkisiyle dar ve derin vadiler oluşurken, bazalt litoloji ve faylara bağlı olarak Göynük Çayı Havzası'nda boğaz görünümlü vadiler, güneydoğuda Hasanova Çayı Havzası'nda lavların oluşturduğu düz yüzeylerde geniş ve tabanlı vadiler gelişmiştir (Şekil 9). Uzunçayır Deresi tarafından oluşturulan Uzunçayır Boğazı, 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. Karlıova Deresi tarafından oluşturulan Karlıova Boğazı, havzanın kuzeyinde yer almaktadır. Boğazın genişliği havzaya açıldığı kısımda 100-400 m arasında değişmektedir. Kargapazarı'nın doğusunda alçak volkanik platoları yaran Ayı Deresi Boğazı, KAF'ın şekillendirmesiyle oluşmuştur. Boğaz oldukça dar

olup, genişliği 10 m civarındadır. Karlıova Havzası'nın güneyinde alçak volkanik plato sahasından kaynaklanan Aşk Deresi, boğaz vadi oluşturmuştur. Çalışma alanında yer alan bir diğer boğaz Hano Deresi Boğazı'dır (Şekil 9).

4.5. Taraçalar

Karlıova Havzası ve çevresinin dağlık karakteri ve aktif tektonik nedeniyle tipik akarsu taraçaları Göynük Çayı ve Peri Çayı vadilerinde sınırlı alanlarda görülmektedir. Bunlar vadi tabanlarına göre T1 10-20 m, T2 25-30 m ve T3 50-60 m yüksekte yer alan taraçalardan oluşmaktadır. Tektonik hareketlerden etkilenen bu taraçalar çarpılmış, yükselmiş ve bazı alanlarda 5-10 m daha yükselti kazanmıştır (Şekil 9).

4.6. Birikinti Konileri

İnceleme alanında en tipik birikinti konileri, Karlıova Havzası'nın kuzeyinde kaynağını dağlık alanlardan alan akarsuların oluşturduğu konilerdir. Bu oluşum dışında havza çevresinde tektonik etkiye bağlı olarak çok dönemli birikinti koni ve yelpazeleri gelişmiştir. Karlıova ilçesi birikinti koni ve yelpazeleri üzerinde kurulmuş olduğundan deprem açısından yüksek risk taşımaktadır. Ayrıca bu özelliği nedeniyle sel ve taşkın riski de çok yüksektir. Karlıova Havzası dışında birikinti koni ve yelpazeleri çok dar alanlıdır (Şekil 9).

4.7. Yapısal Şekiller

Karlıova Havzası, KAFZ, DAFZ ve VF'nin kesişme alanında yer aldığından faylı yapıya bağlı olarak gelişen şekiller açısından oldukça zengindir. Havza ve çevresinde fay diklikleri, fay gölleri, çizgisel uzanım gösteren vadi ve çöküntü alanları, ötelenmiş akarsu ve sırtlar, basamaklı yapılar, üçgen yüzeyler, asılı vadiler, pull-apart (çek-ayır) havzalar, traverten taraçaları, uzamış sırtlar, asimetrik vadi ve havzalar, birikinti konileri ve kütle hareketleri yaygın görülmektedir (Avcı, 2014; Avcı ve Günek, 2015a). Karlıova Havzası ve çevresinde yaygın ve tipik olarak belverme gölcüğü olarak adlandırılan fay gölleri dikkat çekmektedir. Doğru atımlı fay sistemlerinde, doğrusal gidişli gevşeten ya da sıkıştırıcı büklümler (bend) ya da sıçramalar yapması (step-over) ile fayın yönüne bağlı olarak küçük ölçekli yükselme ve alçalmalar meydana gelmektedir. Alçalmaların genel sonucu, batık göl (sag-pond) ismi verilen küçük çöküntü alanları, fay gölleri oluşmaktadır (Tüysüz ve Erturaç, 2005). Havza ve çevresinde bu göller daha çok DAFZ üzerinde görülmektedir. Bu göllere Bahri, Kırklar, Sakaören, Karagöl ve Ciligöl örnek verilebilir. Üçlü ekleme oldukça yakın bir konumda olan Bahri Gölü, yaklaşık 1150 m²'lik alana sahip olup, Bingöl sınırları içerisindeki en büyük göldür. KAF ve DAF'nin kesişmesine bağlı olarak göl çanağı geometrik olarak daralıp, genişlemektedir. Sakaören köyünün kuzeydoğusunda yer alan Kırklar Gölü, deniz seviyesinden 2000 m yükseklikte olup, 150 m²'lik alan kaplamaktadır. Karlıova Havzası'nın güneyinde yer alan Sakaören Gölü, deniz seviyesinden 2050 m yükseklikte yer almaktadır. DAF'a bağlı olarak oluşan çizgisel görünümüne sahip bir çukura yerleşen gölün, kuzey ve güneye bakan yamaçlarında eğim 20°'nin üzerindedir. Karlıova Havzası ile Kargapazarı köyü arasında yer alan Karagöl, deniz seviyesinden 1850 yükseklikte yer almaktadır. Yaklaşık 175 m²'lik bir alana sahip olan göl, sazlık ve bataklığa dönüşmüştür (Avcı, 2014; Avcı ve Günek, 2015a, Foto 3a, b). Fay göllerinin DAFZ üzerinde oluşumu dikkat çekmektedir. KAFZ'in inceleme alanına yakın bölümünde fay gölleri oluşmamıştır. Fay gölleri dışında akarsu ötelenmeleri ve faylanmaya bağlı diğer yer şekilleri de tipik olup bu makalede bu şekillerin hepsini değerlendirmek mümkün olmamıştır.



Foto 3. Karlıova Havzası'nda fay gölleri yaygındır a) Kargapazarı güneydoğusunda yer alan Bahri Gölü 2000 m yükseltide, b) Sakaören köyü güneyinde yer alan Sakaören Gölü 2050 m yükseltide yer almaktadır.

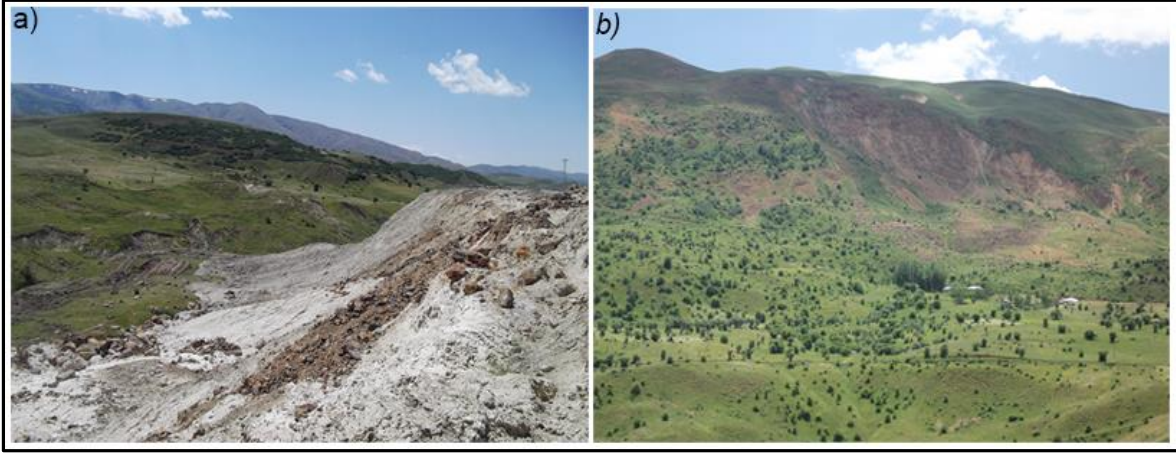


Foto 4. DAFZ üzerinde meydana gelen heyelanlar Bingöl içme suyu şebekesine zarar vermektedir (a), KAFZ üzerinde Peri Çayı Vadisi'nde de heyelanlar meydana gelmektedir (b).

4.9. Jeomorfolojik Gelişim

Karlıova Havzası'nın tektonik ve jeomorfolojik gelişiminde Neotektonik dönem hareketlerinin etkisi belirgindir. Neotektonik dönemde, inceleme alanında dağlık alanlar yükselmiş, morfolojide etkin olan faylar oluşmuş ve neo-vulkanizma yaşanmıştır. Orta-Üst Miyosen tektonik hareketlerinin meydana getirdiği dislokasyonlar, Karlıova Havzası'nın kuzeydoğusunda ve güneyinde Şerafettin ve Bingöl Dağları'nın ortaya çıkmasını sağlamıştır. Şerafettin Dağları ve Bingöl Dağı'ndan çıkan bazaltlar geniş alanlara yayılmıştır. 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. Alt Pliyosen'de kıtasal kabuğun kalınlaşması, DAF'ın oluşmaya başlamasına neden olmuş, DAF, Orta Pliyosen'de önemli yapısal unsur haline gelmiştir (Tonbul, 1990). İnceleme alanı Pliyosen boyunca aşınım sahası olmakla birlikte sıkışma rejimi etkisinde yükselmiştir. Orta-Üst Pliyosen'de levha hareketlerinin artması sonucu KAF ile DAF birleşmiş, buna bağlı olarak Karlıova ve daha güneyde Bingöl düzlükleri oluşmuş, Pleyistosen'de ise Karlıova Havzası açılmıştır (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986). Pleyistosen sonlarından itibaren genç tektonik hareketlere bağlı olarak havzayı sınırlayan dağlık sahalardan plato alanlarının yükselmesi devam etmiştir. Bu yükselmeye bağlı olarak akarsu vadilerinde taraça sistemleri oluşmuştur. 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. Jeolojik geçmişi boyunca tektonik hareketler açısından aktif olan Karlıova Havzası ve çevresi Neotektonik dönemden bu yana genişliği 10-20 km'yi bulan aktif fay zonları üzerinde bulunmaktadır. Bu faylar havzanın şekillenmesinde önemli bir etkiye sahip olup, bu etki devam etmektedir.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada Karlıova Havzası ve çevresinin genel jeomorfolojisi değerlendirilmiş, aktif fay zonları üzerinde yer alan drenaj alanlarına morfometrik indisler uygulanmış ve çizgisellik analizleri yapılmıştır. Havza, KAF ve DAF'ın birleşmesinden sonra Kuvaterner'de açılmaya başlamış, genç bir depresyondur. Dış drenaja Göynük Çayı ile açılan havza, Kuvaterner'de Murat Nehri'ne bağlanmıştır. Karlıova Havzası, tektonik bakımdan kilit noktada yer almaktadır. KAF, DAF ve VF'nin kesişme alanına oldukça yakın bir konumdadır. Çalışma alanının jeomorfolojik gelişiminde Neotektonik dönem oldukça önemlidir. Bu dönemde, K-G doğrultusundaki bindirmeler yerini sağ/sol yanallı doğrultu atımlı fay tektoniğine bırakmıştır. Dikey yöndeki tektonik hareketlerin ağırlık kazandığı Neotektonik dönemde güneyde DAFZ, batıda Bahçeköy ve Toklular Fayları boyunca dağlık alanlar yükselmiş ve bugünkü konumlarını almışlardır. Bugünkü ana jeomorfolojik birimler büyük ölçüde bu dönemde yaşanan toptan yükselmeler ve fay tektoniği altında şekillenmiştir (Avcı, 2014). Havza ve çevresi KAF'ın Ilıpınar, Bahçeköy ve Toklular Segmentleri ile DAF tarafından şekillendirilmektedir. Karlıova Havzası ve çevresinde yaygın olarak görülen kütle hareketleri, depremler, birikinti koni ve yelpazeleri, sıcak su kaynakları havzanın oluşumunun devam etmekte olduğunu göstermektedir. Karlıova Havzası'nda ana jeomorfolojik birimler, dağlık alanlar, platolar ve vadilerdir. Ana jeomorfolojik birimlerin yanında, birikinti konileri, boğazlar, fay diklikleri ve fay basamakları, ötelenmiş vadi ve sırtlar, sekiler gibi yer şekilleri oluşmuştur. Bu şekillerin varlığı nedeniyle havza çok dönemli gelişim sergilemektedir. Karlıova Havzası'nın, Anadolu Levhası'nın hareketi ile açılmaya, Kuvaterner'de devreye giren genç fayların etkisiyle

de batıya doğru genişlemeye başladığı düşünülmektedir. 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 paleo-heyelanlar da yaygın olarak görülmektedir. Özellikle Göynük Vadisi yamaçlarında oluşan heyelanlar yolları etkilemesinin yanında yerleşme alanlarını da tehdit etmektedir. Fay hatlarına yerleşen akarsular, yüksek hipsometrik integral değerine ve dışbükey hipsometrik eğriye sahip havzalar, asimetrik bir yapı kazanan vadi ve havzalar, uzamış havzalar, yüksek SL değerleri, Karlıova Havzası ve çevresinde tektoniğin canlı olduğunu göstermektedir. Havza ve çevresinde çizgisellikler büyük ölçüde faylarla uyumludur.

Kaynaklar

- Akyüz, H. S., Sançar, T. ve Zabcı, C. (2010), Karlıova Üçlü Eklemi Civarında Göynük Fayı (Bingöl) ve Varto Fayının (Muş) Morfotektoniği, Fay Geometrisi ve Kayma Hızı, TÜBİTAK Proje No: 109Y160, İstanbul.
- Avcı, V. (2014), Karlıova Havzası ve Çevresinin (Bingöl) Genel ve Uygulamalı Jeomorfolojisi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi. Elazığ.
- Avcı, V. ve Günek, H. (2014), Karlıova Havzası ve Çevresindeki (Bingöl) Aktif Heyelanların Litoloji, Yükselti, Eğim, Bakı ve Ndvı Sınıflarına Göre Dağılımı, *International Journal of Social Science*, 28, 445-464.
- Avcı, V. ve Günek, H. (2015a), Karlıova Havzası ve Çevresinde (Bingöl) Kuzey Anadolu Fayı (Kaf) ve Doğu Anadolu Fayı'na (Daf) Bağlı Olarak Gelişmiş Yerçekilleri, *Bingöl Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 75-94.
- Avcı, V. ve Günek, H. (2015b), Uludere Havzası'nın (Bingöl) Jeomorfolojik Özelliklerinin Belirlenmesinde Morfometrik Analizlerin Kullanımı, *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21, 745-770.
- Avcı, V. ve Günek, H. (2015c), Karlıova Havzası'nda (Bingöl) Doğal Ortam Özelliklerinden Kaynaklanan Sorunlar ve Çözüm Önerileri, *The Journal of Academic Social Science Studies*, 31, 211-233.
- Cannon, P. J. (1976). Generation of explicit parameters for a quantitative geomorphic study of the mill creek drainage basin. *Oklahoma Geology Notes*, v. 36, p. 3-16.
- Duman, T. Y., Olgun, Ş., Çan, T., Nefeslioğlu, H.A., Hamzaçebi, S., Elmacı, H., Durmaz, S. ve Çörekçioğlu, Ş. (2009), 1/500.000 Ölçekli Türkiye Heyelan Envanteri Haritası Erzurum Paftası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- El Hamdouni, R., Irigaray, C., Fernández, T., Chacón, J. ve Keller, E. A. (2008), Assessment of relative active tectonics, southwest border of the Sierra Nevada (southern Spain), *Geomorphology*, 96(1-2), 150-173.
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş. ve Şaroğlu, F. (2013), Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası. Ölçek 1:1.250.000, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30, Ankara-Türkiye. ISBN: 978-605-5310-56-1
- Günek, H. ve Sunkar, M. (2006), Kurucaova ve Yakın Çevresinin (Malatya) Jeomorfolojik Özelliklerinden Kaynaklanan Sorunlar ve Çözüm Önerileri, *Türk Coğrafya Dergisi*, 47.
- Hack, J. T. (1973). Stream-profile analysis and stream-gradient index. *Journal of Research of the US Geological Survey*, 1(4), 421-429.
- Herece, E. (2008a), Doğu Anadolu Fayı Atlası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Özel Yayın Serisi:13, Ankara.
- Herece, E. (2008b), DAF Boyu Jeoloji Haritası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 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*, II, 176-184.
- Ingersoll, R. V. (1988), Tectonics of Sedimentary Basins, *Geological Society of America Bulletin*, 100, pp: 1704-1719.
- Keller, E.A. ve Pinter, N. (2002), *Active Tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape*, Prentice-Hall, New Jersey.
- Koçyiğit, A. (1989), Suşehri Basin: An Active "Fault-Wedge Basin" on The North Anatolian Fault Zone, Turkey", *Tectonophysics*, 167 (1), 203-214.
- Piacentini, D., Troiani, F., Servizi, T., Nesci, O. ve Veneri, F. (2020). SLIX: A GIS toolbox to support along-stream knickzones detection through the computation and mapping of the stream length-gradient (SL) index. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(2), 69.
- Pérez-Peña, J.V., Azañón, J. M. ve Azor, A. (2009). CalHypso: An ArcGIS extension to calculate hypsometric curves and their statistical moments. Applications to drainage basin analysis in SE Spain. *Computers & Geosciences*, 35(6), 1214-1223.
- Ramírez-Herrera, M. T. (1998). Geomorphic assessment of active tectonics in the Acambay Graben, Mexican

- Volcanic Belt. *Earth Surface Processes and Landforms*, 23, 317–332.
- Strahler, N. (1952). Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. *Geological Society of America Bulletin*, 63(11), 1117–1142.
- Şaroğlu, F. (1985), Doğu Anadolu'nun Neotektonik Dönemde Jeolojik ve Yapısal Evrimi, (İstanbul Üniversitesi Unpublished PhD Thesis), İstanbul, 240 pp.
- Şaroğlu, F. ve Yılmaz, Y. (1986), Doğu Anadolu'da Neotektonik Dönemdeki Jeolojik Evrim ve Havza Modelleri, *Maden Tetkik ve Arama (MTA) Enstitüsü Dergisi*, 107.
- Tarhan, N. (1997), 1/100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Erzurum G 31(J 45) ve G 32 (J 46) Paftaları, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara
- Tonbul, S. (1990), Bingöl Ovası ve Çevresinin Jeomorfolojisi ve Gelişimi, *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 329-352.
- Tonbul, S. (1996), Bingöl Dağı'nın Volkan Morfolojisi ve Volkanizma- Tektonik İlişkileri, *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(1), 311–340.
- Tonbul, S. (1997), Bingöl Dağı'nda Buzul Şekilleri, *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 6, 347–374.
- Tüysüz, O. ve Erturaç, M. K. (2005), “Kuzey Anadolu Fayının Devrez Çayı ile Soruk Çayı Arasındaki Kesiminin Özellikleri ve Fayın Morfolojik Gelişimdeki Etkileri”, *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu* 5.

İnternet Kaynakları

<https://earthexplorer.usgs.gov/>

<https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem/eu-dem-v1.1>

Etik, Beyan ve Açıklamalar

1. Etik Kurul izni ile ilgili;

Bu çalışmanın yazar/yazarları, Etik Kurul İznine gerek olmadığını beyan etmektedir.

2. Bu çalışmanın yazar/yazarları, araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyduklarını kabul etmektedir.

3. Bu çalışmanın yazar/yazarları kullanmış oldukları resim, şekil, fotoğraf ve benzeri belgelerin kullanımında tüm sorumlulukları kabul etmektedir.

4. Bu çalışmanın benzerlik raporu bulunmaktadır.
