Kıranşan K., Akbayram K. & Avcı V. (2021). Bingöl havzası ve çevresinde aktif tektonizmanın jeomorfolojik yapı üzerindeki etkileri. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi, 12(3), 1110-1129.

Bingöl Havzası ve Çevresinde Aktif Tektonizmanın Jeomorfolojik Yapı Üzerindeki Etkileri[1]

Effects of Active Tectonism on Geomorphological Structure in Bingöl Basin and Its Surroundings

Kemal Kıranşan[2,3], Kenan Akbayram[4,5], Vedat Avcı[6,5]

Öz

*Herhangi bir sahanın jeolojik gelişiminde ve aktif tektoniğin rolünün anlaşılmasında jeomorfolojik kayıtlar temel araştırma kaynağı sunarlar. Bingöl Havzası, Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nün doğu kesiminde bulunur. Bingöl Havzası, Türkiye'nin önemli aktif yapısal unsurlarından Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ)'nda oluşmuş tektonik havzalardan biridir. Bu çalışmanın amacı, Bingöl Havzası ve çevresinde aktif tektonizmanın jeomorfolojik yapı üzerindeki etkilerinin ortaya konulmasıdır. Bu amaç için basılı ve sayısal jeoloji ve topoğrafya haritaları, diri fay haritaları, 10*10 m çözünürlüklü sayısal yükselti modeli, deprem kataloğu verileri, Google Earth verileri ve saha çalışması verileri kullanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojileri ile jeomorfolojik yöntemler kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda Bingöl Havzası ve çevresinde aktif tektonizma etkisiyle eğim değerlerinin kısa mesafelerde değiştiği görülmüştür. Bingöl Havzası ve çevresinde aktif tektonizmanın etkisiyle asılı vadiler, fay diklikleri, heyelanlar, çöküntü gölleri (sag-pond), üçgen yüzeyler, çizgisel vadiler, ötelenmiş akarsular, alüvyal yelpazeler, kapatıcı sırtlar ve basınç sırtları gibi birçok şekillerin oluştuğu belirlenmiştir. Ayrıca havzada bulunan Kuvaterner yaşlı birçok şekillerin (alüvyon yelpazesi, taraça v.b) aktif tektonizma sonucunda deformasyona uğradığı ortaya konulmuştur. Bingöl Havzası için literatürde yer alan aktif fayların birçoğunun eksik olduğu görülmüş ve sahadaki aktif fay haritalarının çiziminde morfolojik verilerin daha fazla oranda göz önüne alınması gerektiği anlaşılmıştır.*

Anahtar Sözcükler: *Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ), Jeomorfoloji, Aktif Tektonizma, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Bingöl Havzası*

Abstract

*Geomorphic records provide a fundamental research resource in understanding the role of active tectonics in the geological development of a field. Basin Bingol is in the eastern part of the Upper Euphrates Department Anatolia region of Turkey's Eastern. Bingöl Basin is a basin formed by many dextral and sinistral strike slip fault on the East Anatolian Fault Zone. The purpose of this study is to reveal the effects of active tectonism on morphology in Bingöl Basin. For this purpose, printed and digital geology maps active fault maps and topography maps, digital elevation model (DEM) with 10*10 m resolution, earthquake catalog data, Google Earth images and field observations were used. Geographical Information Systems (GIS) Technologies and geomorphological methods were used in the evaluation of the data. As a result of the study, it has been observed that the slope values of the Bingöl Basin and its surroundings changed in short distances with the effect of active tectonism. It was observed that many shapes such as suspended valleys, sag-ponds, triangular surfaces, linear valleys, offset rivers, occlusive ridges and pressure ridges were formed under the influence of active tectonism in the Bingöl Basin. In addition, we observed that landscape formed during Quaternary (alluvial fan, terrace etc.) have been deformed as a result of active tectonism in the Bingöl Basin. Our study shows that most of the active faults around the Bingöl Basin were missing in the previous literature, and morphological data should be taken into account more carefully in drawing active fault maps in the field.*

Keywords: *East Anatolian Fault Zone (EAFZ), Geomorphology, Active Tectonism, Geographical Information Systems, Bingöl Basin*

Araştırma Makalesi [Research Paper]

Submitted: 24 / 05 / 2021
Accepted: 27 / 08 / 2021

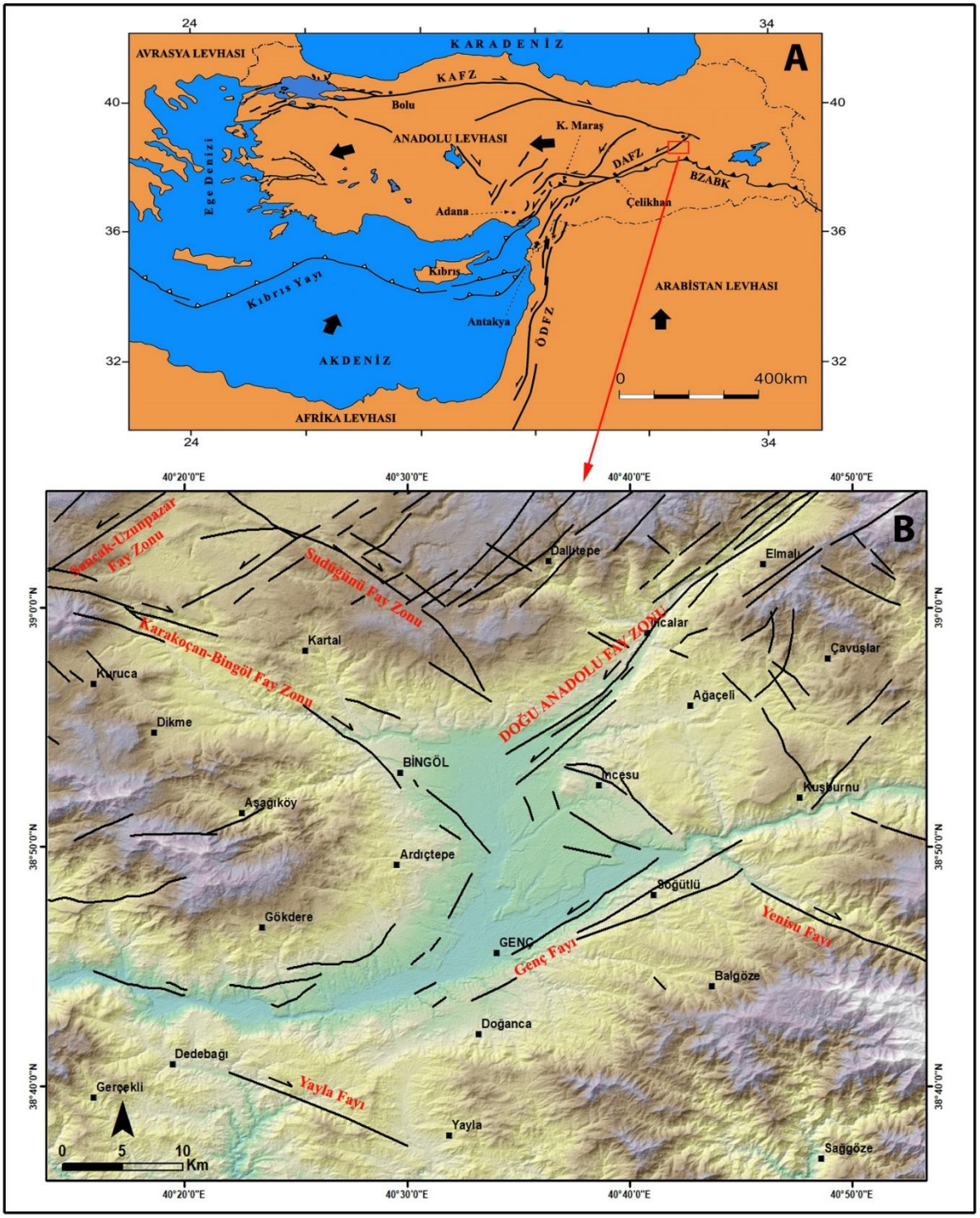
[1] Bu çalışma Bingöl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BÜBAP) tarafından (BAP-FEF.2019.00.004) desteklenmiştir.
[2] Bingöl Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, kkiransan@bingol.edu.tr, Orcid No: https://orcid.org/0000-0002-6024-4571
[3] Bingöl Üniversitesi Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulama ve Araştırma Merkezi,
[4] Bingöl Üniversitesi Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, kakbayram@gmail.com, Orcid No: https://orcid.org/0000-0002-8156-3782
[5] Bingöl Üniversitesi Enerji, Çevre ve Doğal Afet Çalışmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi
[6] Bingöl Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, vavci@bingol.edu.tr, Orcid No: https://orcid.org/0000-0003-1439-3098

Giriş

Yer bilimlerinde tektonik terimi, yerkabuğunun deformasyonu ile ilişkili şekilleri, yapıları ve süreçleri ifade eder. Aktif tektonik ise insanlığın hayatını önemli derecede etkileyecek bir zaman ölçeğinde yerkabuğunda meydana gelen deformasyon süreçlerine karşılık gelir (Keller ve Pinter, 2002). Tektonik jeomorfoloji, tektonik süreçlerle meydana gelen şekilleri, jeomorfolojik prensiplerle inceleyen bir bilimdir. Herhangi bir sahanın jeolojik gelişiminde aktif tektoniğinin rolünün anlaşılmasında jeomorfolojik kayıtlar temel araştırma kaynağı sunarlar. Aktif faylanma fay sarplığı, çizgisel çöküntü alanları, çizgisel uzamış vadiler, ötelenmiş drenajlar, terkedilmiş akarsu kanalları, basınç sırtları, kapanma sırtları, eğimlenmiş yamaçlar, kaynak suları, taraçalar, alüvyal yelpazeler, asılı vadiler, grabenler, ve çek-ayır havza gibi farklı ölçeklerde şekiller meydana getirir (McCalpin, 1986; Burbank ve Anderson, 2011; Keller ve Pinter, 2002).

Anadolu ve Arap plakaları arasındaki aktif levha sınırı olan sol-yanal atımlı Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) Türkiye'nin doğusunda Karlıova (Bingöl) ve Kahramanmaraş arasında KD-GB yönünde uzanış gösteren 435 km uzunlukta bir fay zonudur (Şekil 1A) (Duman ve Emre, 2013). DAFZ, Karlıova'da Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ile Kahramanmaraş yakınlarında ise Ölü Deniz Fay Zonu (ÖDFZ) ile birleşir (Şengör, 1979; Reilinger ve McClusky, 2011). Sol yanal atımlı DAFZ ile sağ yanal atımlı KAFZ, birlikte Anadolu Levhası'nın batıya doğru kaçışını karşılarlar (McKenzie, 1972; Şengör, 1979). DAFZ, Türkiye'nin önemli aktif fay zonlarından biri olmasına rağmen, güncel tektonik aktivitesi diğer ana aktif fay sistemleri (örneğin, KAFZ ve Batı Anadolu Graben Sistemi) kadar iyi bilinen ve Kuvaterner aktivitesi detaylı şekilde çalışılmış bir zon değildir. DAFZ üzerinde şimdiye kadar yapılan çalışmalarda fay zonunun genel özellikleri hakkında ortak bir görüş mevcutken, fayın Akdeniz'e doğru olan güneybatı uzanımı, fay üzerindeki yer değiştirme miktarı, kayma hızı, tarihsel deprem aktivitesi ve ÖDFZ ile olan ilişkisinde farklı görüşler mevcuttur. Bir görüşe göre DAFZ, Karlıova'dan Akdeniz'e kadar uzanırken (Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Dewey vd., 1973; Gülen vd., 1987; Jackson ve McKenzie, 1984; Kempler ve Garfunkel, 1991; McKenzie, 1972; McKenzie, 1976; Westaway ve Arger, 1996), bir diğer görüşe göre ise DAFZ Kıbrıs yayına kadar devam eder (Dewey ve Şengör, 1979; McKenzie, 1976). Başka bir görüş ise, DAFZ'nun Kahramanmaraş yakınlarındaki Türkoğlu civarında bittiğini ileri sürer (Chorowicz vd., 1994; Lovelock, 1984; Muehlberger ve Gordon, 1987). Ayrıca başka bir diğer görüşe göre ise DAFZ, Antakya'ya kadar uzanarak orada ÖDFZ ile birleşir (Allen, 1969; Arpat ve Şaroğlu, 1975; Kelling vd., 1987; Kiratzi, 1993; Rotstein, 1984; Şaroğlu vd., 1992*a*; Şengör vd., 1985).

Bingöl Havzası, coğrafik olarak Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nün doğu kesiminde yer alır. Bingöl Havzası, Türkiye'nin önemli aktif yapısal unsurlarından biri olan DAFZ (Şekil 1A) üzerinde meydana gelmiş tektonik havzalardan biridir (Şekil 1B). Herece (2008), Bingöl Havzası'nın DAFZ'nun Genç Segmenti'nin Göynük Segmenti'ne doğru ~13 km sola sekmesi ile bir çek-ayır havza niteliğinde oluştuğunu belirtmiştir. Bu çalışmanın amacı, Bingöl Havzası ve çevresinde aktif tektonizmanın jeomorfolojik yapı üzerindeki etkilerinin morfotektonik verilerle ortaya konulmasıdır.



Şekil 1. A) Doğu Akdeniz'in Aktif Tektoniğinin Ana Unsurları. Oklar Levhaların Hareket Yönlerini Göstermektedir BAZBK: Bitlis-Zağros Aktif Bindirme Kuşağı DAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu; KAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu; ÖDFZ: Ölüdeniz Fay Zonu B) Bingöl Havzası ve Yakın Çevresinin Sayısal Yükselti Modeli ve Havzayı Çevreleyen Aktif Faylar

Kaynak: Şengör ve Yılmaz 1981; Şaroğlu vd. 1992*a,b*) ; (Duman ve Emre, 2013; Herece, 2008).

Bu çalışmada literatür verileri, 1/100.000 ölçekli basılı jeoloji haritaları, 1/250.000 ölçekli basılı diri fay haritaları, 1/25.000 ölçekli sayısal ve basılı topografya haritaları, 10*10 m çözünürlüklü Sayısal Yükselti Modeli (SYM) verisi, deprem kataloğu verileri, Google Earth görüntüleri ve saha çalışması verileri kullanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojileri ile jeomorfolojik yöntemler kullanılmıştır. Sahanın jeoloji ve morfotektonik haritalarının çiziminde CBS yazılımları (Arcgis, Global Mapper) ve grafik yazılımlarından (Adobe photoshop) faydalanılmıştır. 1/100.000

ölçekli ve 1/250.000 ölçekli jeoloji ve diri fay haritaları CBS programları yardımıyla sayısallaştırılarak sahanın jeoloji ve tektonik haritaları oluşturulmuştur. 1/25.000 ölçekli basılı topografya haritaları taranarak CBS ortamına aktarılmış ve daha sonra koordinatlandırılmıştır. Koordinatlandırılan haritalar üzerinde yer alan izohips, akarsu, yerleşme gibi veriler sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırılan izohipsler Arcgis programında 10*10 m çözünürlük SYM verisine dönüştürülmüş ve bu veriden de kabartma haritası elde edilmiştir. Arcgis programında SYM verisi kullanılarak eğim ve fiziki haritalar oluşturulmuştur. Heyelan yoğunluk haritasının oluşturulmasında önce heyelan envanter verisi poligondan nokta formatına dönüştürülmüş ve daha sonra ArcGIS 3D Analiz Density aracı ile heyelan noktasal yoğunluk haritası oluşturulmuştur.

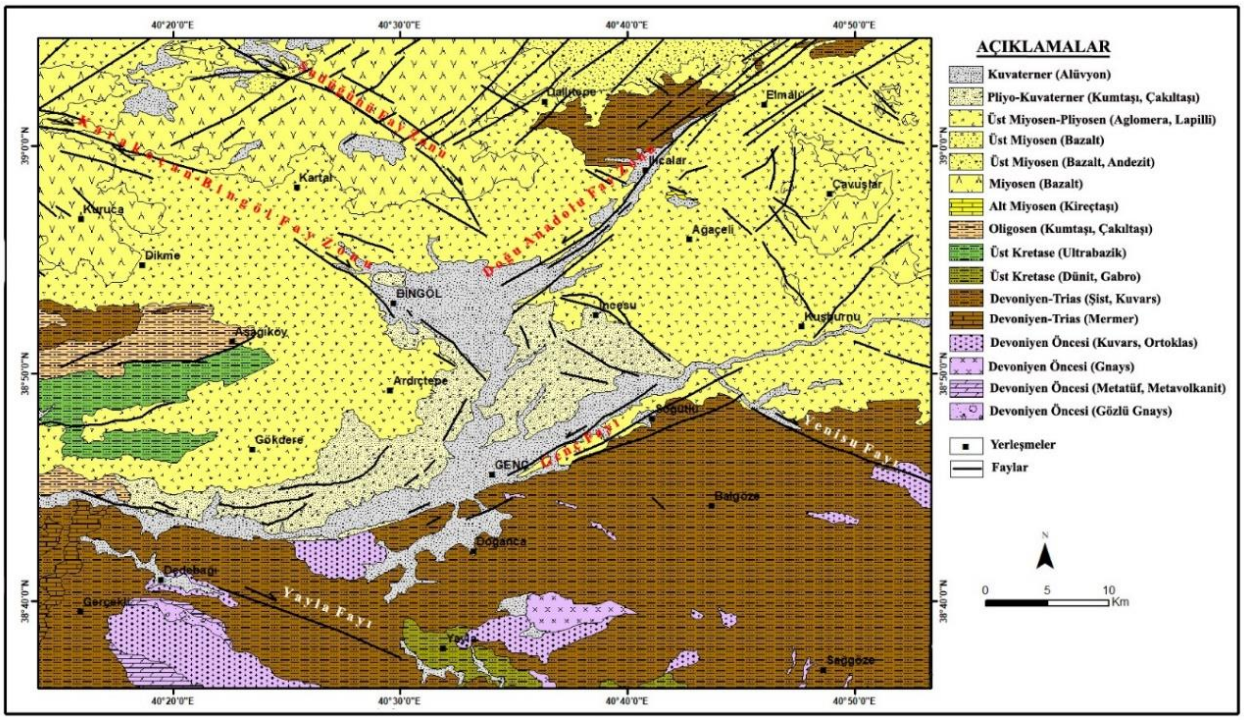
Elde edilen tüm jeoloji, tektonik, topografik haritalar, heyelan yoğunluk haritası, SYM ve kabartma verileri CBS programlarında birlikte değerlendirilerek çalışma sahasında aktif tektoniğin jeomorfolojik yapı üzerindeki etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu aşamada aktif tektonik ile jeomorfoloji arasındaki ilişkinin ortaya konulmasında literatürde yer alan tektonik jeomorfolojik bilgileri ile saha tecrübelerinden elde edilen bilgiler birlikte kullanılmıştır. CBS verileri ve teknikleri ile jeomorfolojik bilgi ve becerilerle elde edilmiş bulgular, saha çalışmaları ile yerinde incelenmiştir. Böylece elde edilmiş bulguların doğruluğu sahada tespit edilmeye çalışılmıştır. Saha gözlemleri ile elde edilen bulgular önceki bulgularla birlikte değerlendirilerek çalışmanın sonuçları ortaya konulmuştur.

1. Bulgular ve Tartışma

Herece (2008), Genç segmentinin Doğu Anadolu Fay Zonu'nun diğer segmentleri ile karşılaştırıldığında etkinlik bakımından önemli bir deformasyonu karşılamadığı ve günümüzde de aktif olduğunu gösteren verilerin olmadığını belirtmektedir. Yine Duman ve Emre (2013) tarafından Bingöl pull-apart havzasını güneyden sınırlayan Genç segmentinin varlığı kabul edilmemektedir. Daha önce yapılmış çalışmalarda (Herece, 2008; Duman ve Emre, 2013; Şaroğlu vd., 1987, 1992*a*) ve Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından 2012 yılında yapılan aktif fay haritasında Bingöl Havzası ve çevresindeki fay morfolojisi belirgin olan birçok aktif fay gösterilmemiştir. Yaptığımız bu çalışmada Bingöl Havzası'nın güneyden sınırlayan Genç Fayı'nın morfolojik verilere göre geniş bir zon halinde uzandığı ve aktif olduğu görülmüştür. Özellikle fay zonu üzerinde nehir atımları, kapatıcı ve uzamış sırtlar, fay diklikleri ve basamakları, üçgen yüzeyler, heyelanlar, alüvyal yelpazeler ve taraçalar gibi morfolojik birimlerin çok geniş alanlar boyunca görülmesi ve Pliyosen-Kuvaterner çökellerin bu fayın kolları tarafından kesilmesi Genç Fayı'nın aktif bir fay zonu olduğunu ortay koymaktadır (Şekil 6C) (Şekil 9B-C). Yaptığımız bu çalışmada aktif fay morfolojisi gösteren birçok şekillerin (fay diklikleri, basınç sırtları, kapatıcı sırtlar, alüvyal yelpazeler, taraçalar, çizgisel vadiler ve havzalar) havzanın hemen her tarafında görülmesi (Şekil 6B-C) ve bu şekillerin olduğu sahalarda küçük ve orta büyüklükte depremlerin meydana gelmesi (Şekil 3) Bingöl Havzası ve çevresinde literatürde yer almayan birçok aktif fay kolunun var olduğunu ortaya koymaktadır.

1.1. Bingöl Havzası ve Çevresinin Jeolojik ve Jeomorfolojik Ana Hatları

Doğu Anadolu Bölgesi'nin ve bu arada Bingöl Havzası'nın jeolojik gelişiminde literatürde başlıca dört tane kayaç topluluğundan (Şaroğlu ve Güner, 1981; Şaroğlu ve Yılmaz, 1984) bahsedilmektedir. Havzanın en yaşlı litoloji topluluğunu Paleozoyik-Alt Mesozoyik yaşlı metamorfikler (Bitlis Metamorfik Kuşağı) meydana getirir. Bu birimler, araştırma sahasında farklı sahalarda ayrı iki litoloji halinde görülür (Şekil 2). Birinci metamorfik topluluk havzanın güneyinde; ikinci ise kuzeydoğuda Göynük Çayı vadisi içerisinde Çobantaşı-Hacılar arasında yüzeylenmektedir (Boray, 1973; Yılmaz, 1975; Göncüoğlu ve Turhan, 1983; Şaroğlu, 1985; Seymen ve Aydın, 1972; Arpat ve Şaroğlu, 1972). İkinci dönem kayaçları, Üst Kretase (Kampaniyen-Alt Maastrihtiyen) yaşlı ofiyolitik melanj (Yüksekova Karışığı) ile temsil edilir. Bu birim Bitlis Metamorfitleri üzerine tektonik dokanakla gelir (Ketin, 1977; Demirtaşlı ve Pisoni, 1965) ve havzanın güneybatı kesimlerinde Karaömer, Gerindol ve Hesarek dağları çevrelerinde yüzeylenir (Şekil 2)



Şekil 2. Bingöl Havzası ve Yakın Çevresinin Jeoloji Haritası

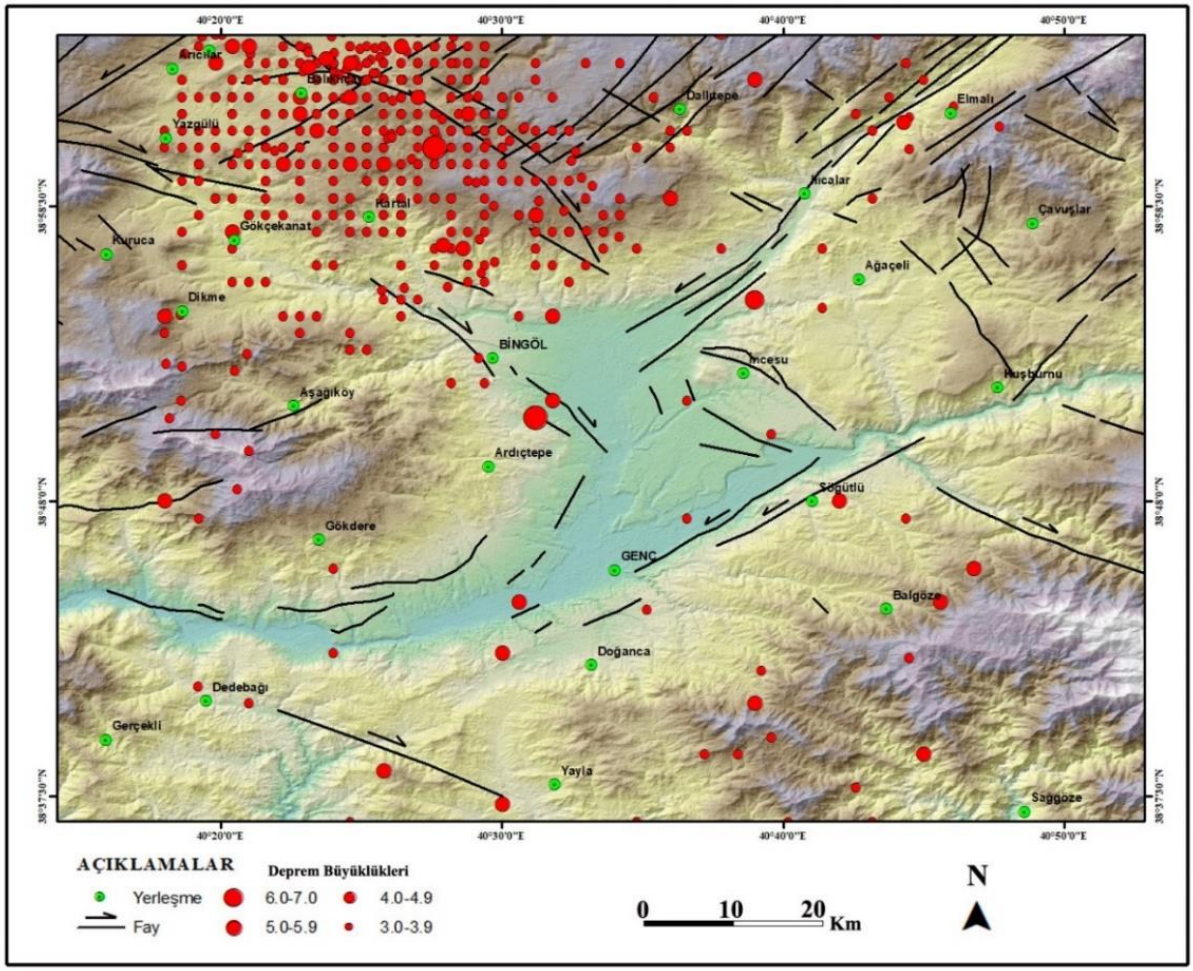
Kaynak: Tarhan, 2007; Tarhan, 1997; Sümengen, 2011; Duman ve Emre, 2013'den değiştirilerek hazırlanmıştır.

Üçüncü dönem kayaçları, ofiyolitik melanjların üzerine uyumsuz olarak gelen Eosen-Alt Miyosen yaşlı denizel sedimanter istif meydana getirir (Şaroğlu ve Yılmaz, 1984). Bu birimler, araştırma sahasının batısında Karaömer ve Gerindol Dağları çevreleri ve kuzeybatıda yüzeylenirler. Havzada Neotektonik dönemde çökelmiş olan dördüncü dönem kayaçları, Üst Miyosen'den günümüze kadar devam eden ve karasal ortam şartlarında gelişmiş olan volkano-sedimanter çökeller (Solhan Formasyonu), Pliyo-Kuvaterner yaşlı kırıntılı sedimanlar (Palu Formasyonu) ve alüvyonlar ile temsil edilir (Şaroğlu ve Yılmaz, 1984; Sümengen, 2011). Volkano-sedimanter birimler havzanın kuzey, kuzeydoğu, doğu ve kuzeybatı kesimlerinde bulunur. Pliyo-Kuvaterner yaşlı kırıntılı birimler ve alüvyonlar ise havzanın orta kesimlerinde yüzeylenir (Şekil 2).

Neotektonik dönemde Bingöl Havzası ve çevresinde kıta-kıta çarpışmasının (Şengör, 1980) etkisiyle sıkışma tektonik rejimi etkili olmuş ve bunun sonucunda faylanmalar, kıvrımlar, açılma çatlakları ve bindirmeler meydana gelmiştir (Şaroğlu ve Yılmaz, 1984). Bingöl Havzası'nın tektonik gelişimini etkileyen faylar, DAFZ (Göynük ve Genç segmentleri), Karakoçan-Bingöl Fay Zonu, Sudüğünü Fay Zonu ve Sancak-Uzunpazar Fay Zonu'dur (Şekil 1B). Bingöl Havzası sınırları içinde DAFZ'nun segmentleri Göynük ve Genç segmentleridir. DAFZ'nun Karlıova Üçlü Eklemi'ne bağlanan doğu kısmında bulunan Göynük Fayı, 22 Mayıs 1971 Bingöl Depremi ile ilk defa varlığı anlaşılmış (Arpat ve Şaroğlu, 1972) ve Seymen ve Aydın (1972) tarafından Göynük Fayı olarak isimlendirilmiştir. Göynük Fayı, Karlıova'nın Kargapazarı Köyü'nden Bingöl Ovası'na kadar yaklaşık 70 km uzunluğunda olup jeolojik ve morfolojik olarak çok iyi bir şekilde izlenebilmektedir (Arpat ve Şaroğlu, 1972; Seymen ve Aydın, 1972). Bingöl Havzası'nda DAFZ'nun bir diğer segmenti olan Genç Segmenti'nin varlığı ilk defa Arpat ve Şaroğlu (1972) tarafından belirlenmiş olup, uzunluğu yaklaşık olarak 50 km'dir. Gökdere ve Söğütlü köyleri arasında uzanarak Bingöl Çek-Ayır Havzası'nı güneyden sınırlamaktadır (Herece, 2008).

Sudüğünü Fay Zonu, Bingöl Havzası'nın kuzeyinde Sudüğünü ile Göltepesi köyleri arasında yaklaşık 20 km uzunluğunda sağ yanal doğrultu atımlı bir fay zonudur. Bu fay zonunun varlığı 1 Mayıs 2003 Bingöl Depremi ile ortaya çıkmıştır (Emre vd., 2003). Karakoçan-Bingöl Fay Zonu, Bingöl Havzası'nın batısında Karakoçan-Bingöl yerleşmeleri arasında yaklaşık 40 km uzunluğunda sağ yanal bir doğrultu atımlı fay zonudur. Bu fay zonunun morfoloji üzerindeki etkileri ve çizgiselliği oldukça belirgindir (Şaroğlu vd., 1987; Emre vd., 2003). Sancak-Uzunpazar Fay Zonu, Sancak köyü batısında Sütgölü ile Adaklı doğusundaki Uzunpazar arasında yer alan sol yanal doğrultu atımlı bir fay zonu olup kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda 40 km civarında bir uzunluğa sahiptir. Kuzeydoğuda Yedisu Havzası'nda KAFZ'nun kollarına ulaşır. Güneybatıda ise iki kola ayrılmaktadır (Emre vd., 2003). Bingöl Havzası'nda sıkışma tektonik rejiminin etkisiyle oluşan bir diğer yapısal birim kıvrımlardır. Bunlar havzanın batısında Karaömer Dağı ve çevresinde bulunurlar ve bu saha "Gökdere Yükselimi" olarak adlandırılır (Herece, 2008).

Bingöl Havzası ve çevresinde aletsel dönem depremlere bakıldığında (1900-2020) büyüklüğü 5 ile 7 arasında olan birçok deprem meydana gelmiştir (Şekil 3). Bu depremlerden en önemlisi 6.8 büyüklüğündeki 22 Mayıs 1971 Bingöl depremidir. Resmi kayıtlara göre bu depremde 855 can kaybı olmuş ve çok sayıda bina yıkılmıştır. Arpat (1971) tarafından yapılan çalışmada, DAFZ'nun Göynük segmenti üzerinde meydana gelen bu depremde Bingöl Ovası'nda ve Göynük Vadisi boyunca birçok çatlak sistemi ve yüzey kırıkları meydana gelmiştir. Bingöl Havzası içerisinde meydana gelmiş bir diğer deprem 1 Mayıs 2003 Sudüğünü Depremidir. 6.4 büyüklüğünde olan bu deprem, Muş, Erzurum ve Erzincan çevrelerinde güçlü bir şekilde hissedilmiş olup, resmi kayıtlara göre 176 can kaybı olmuş 500 den fazla yaralanma meydana gelmiş ve pek çok bina ağır hasar almıştır. 1 Mayıs 2003 Bingöl depreminde kaya düşmeleri ve moloz akıntıları gibi kütle hareketleri gelişmiştir (Emre vd., 2003).



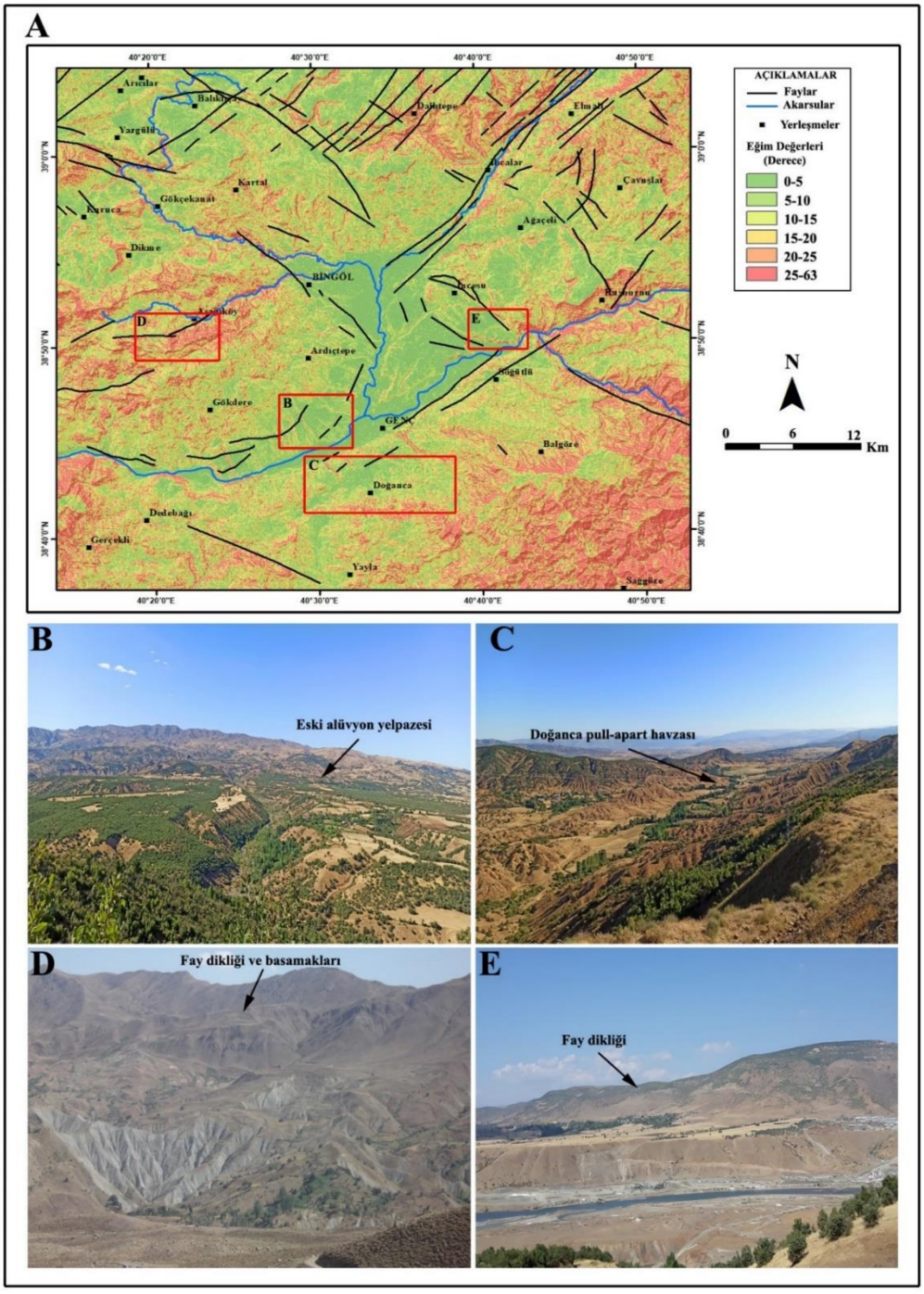
Şekil 3. Bingöl Havzası ve Çevresinin Deprem Aktivite Haritası

Kaynak: Deprem verileri Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi BDTİM Deprem Sorgulama Sistemi'nden indirilmiştir 1900-2020).

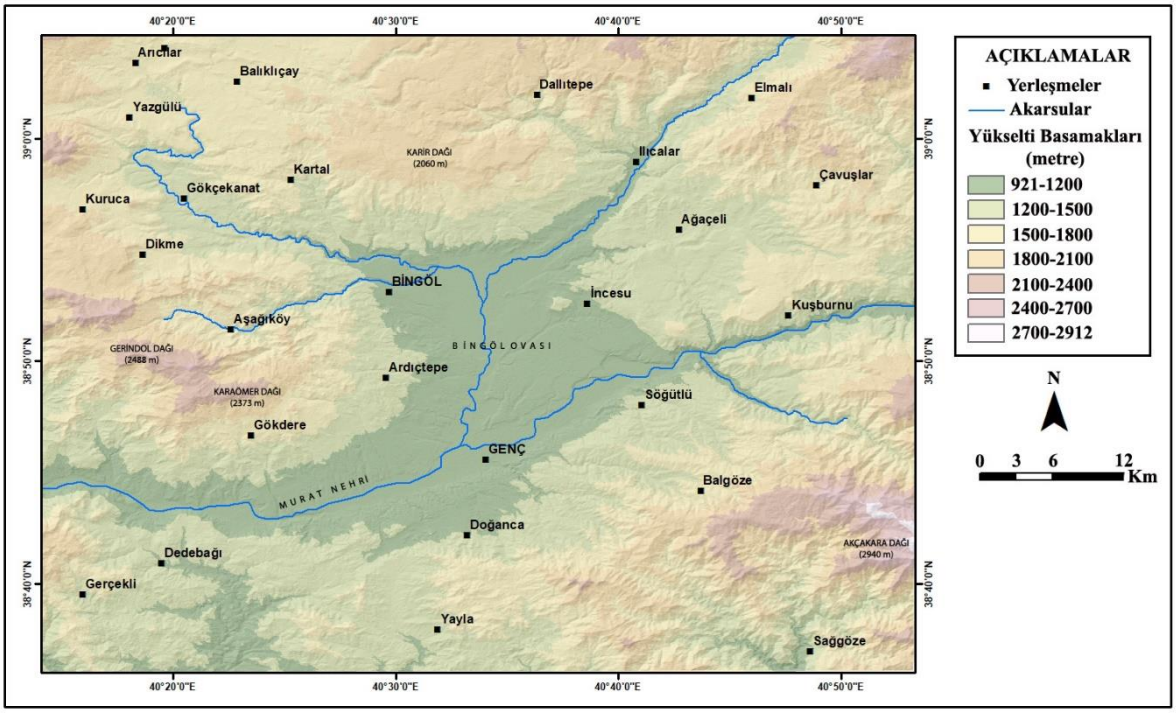
Bingöl Havzası ve çevresinin jeomorfolojik özelliklerinin ortaya çıkmasında Üst Miyosen-Pliyosen ve Kuvaterner dönemindeki tektonik hareketler, volkanizma ve flüvyal süreçler büyük oranda etkili olmuştur. Orta-Üst Miyosen'de başlayan kıta-kıta (Şengör, 1980) çarpışmasından sonra Bingöl Havzası, K-G yönünde sıkışma tektoniğinin etkisine girerek, havzada çok önemli yapısal unsurlar meydana gelmiştir. Üst Miyosen-Pliyosen döneminde havzada volkanizma çok etkili olmuş ve geniş alanlar volkanik örtüler ile kaplanmıştır. Kuvaterner döneminde ise havzada blok tektonizması ve flüviyal süreçler devreye girmiş ve günümüzdeki morfolojinin temelleri atılmıştır (Tonbul, 1990, Şaroğlu ve Yılmaz, 1984, Şaroğlu ve Güner, 1987).

Bingöl Havzası ve çevresinde eğim değerleri kısa mesafelerde değişkenlik gösterir. Bu durumun oluşmasındaki en önemli faktör, Kuvaterner tektonizması ve aktif faylanmadır. Havzada eğim değerlerinin arttığı alanlar ile fay zonlarının yer aldığı sahalar birbiriyle uyumluluk gösterir. Bununla birlikte fay zonlarının yer almadığı sahalarda eğim değerlerinin yüksek olması, eğimli sahaların ve düzlüklerin çizgisel bir uzanış göstermesi buralarda aktif tektonizma sonucunda önemli faylanmaların olduğunu ortaya koyar (Şekil 4 A-B-C-D-E). Havzanın orta kesimlerinde eğim değerleri 0 ile 15º arasındadır. Havzadan çevredeki yüksek alanlara geçişte bu değerler 25º-63º arasında değişmektedir. Bingöl Havzası ve çevresinde

normal bileşenli doğrultu atımlı faylar (oblik faylar) aktif olduğundan bu durum sahadaki eğim değerlerinin yüksek olmasına neden olmuştur. Bingöl Havzası ve çevresi etrafının yüksek dağlarla çevrili olması ve orta kısımlarında da alçak düzlüklerin bulunması yönüyle jeomorfolojik havza özelliği gösterir. Bingöl Havzası ve çevresinde yer alan başlıca jeomorfolojik birimler, yüksek dağlık alanlar, platolar, ovalar, boğazlar, vadi tabanları ve birikinti koni ve yelpazeleridir. Havzanın etrafında yükseltileri yer yer 2000 m'yi aşan büyük dağlık sahalar bulunmaktadır. Bu dağlık sahaların en yükseğini KD-GB yönünde uzanan Akçakara Dağı (2940 m) oluşturur (Şekil 5). Akçakara Dağı, Güneydoğu Toroslar silsilesine dahil olup, litolojik olarak Bitlis Metamorfiklerinden meydana gelmektedir. Dağlık sahanın doğu bölümü derin vadilerle parçalanmış arızalı bir topoğrafya sunmaktadır. Bingöl Havzası'nın batısında nispeten daha genç yaşta olan Karaömer Dağı (2373 m) ve Gerindol Dağı (2488 m) bulunur. Bu iki dağlık kütlenin litolojisini Orta-Üst Miyosen yaşlı Solhan Volkanitlerine ait lavlar ve tüfler meydana getirir. Bingöl Havzası'nın kuzeyinde ise 1800-2000 yükseltilerinde uzanan Karir Dağı bulunur (Şekil 5).



Şekil 4. A) Bingöl Havzası ve Çevresinin Eğim Haritası (Faylar, Tarhan, 2007; Tarhan, 1997; Sümengen, 2011; Duman ve Emre, 2013'den Alınmıştır) B) Bingöl Havzası'nın Güneybatısında Yer Alan Eski Alüvyon Yelpazesi C) Genç İlçesinin Güneyinde Yer Alan Doğanca Havzası D) Bingöl Havzası'nın Batısında Yer Alan Fay Dikliği ve Basamakları E) Bingöl Havzası'nın Doğusunda Yer Alan Fay Dikliği.



Şekil 5. Bingöl Havzası ve Çevresinin Fiziki Haritası

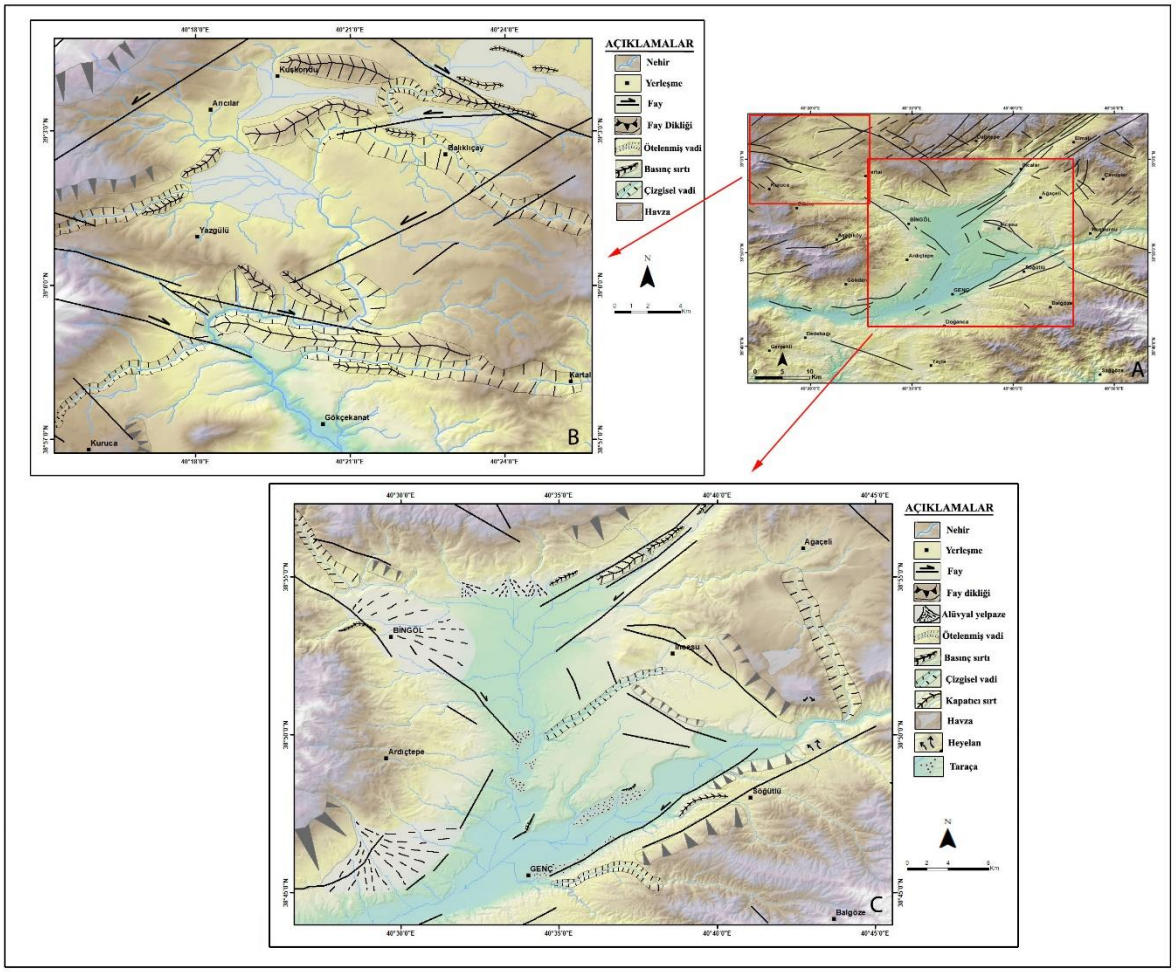
Karir Dağı (2082 m), aynı zamanda üzerinde geniş düzlüklerin bulunduğu volkanik bir plato sahasına karşılık gelir. Karir Dağı, sağ ve sol yönlü doğrultu atımlı faylar tarafından yoğun şekilde kesildiğinden önemli oranda deformasyona uğramıştır. Dağın, Bingöl Ovası'na bakın tarafında önemli oranda kütle hareketleri yaşanmaktadır. Bingöl Havzası'nın doğu kesimindeki saha ise yatay duruşlu bazaltlar olması nedeniyle bir bazalt platosu görünümdedir (Tonbul, 1990). Bazalt platosu üzerinde yükselti 1700-1800 m arasında değişmekte olup, diğer sahalara nazaran alçak bir konumdadır. Batı yamacı sağ yönlü doğrultu atımlı faylar tarafından kesilmiştir. Bingöl Havzası'nda bulunan bir diğer önemli jeomorfolojik birim ovalardır. Araştırma sahasında yer alan en önemli ova, Bingöl Ovası'dır. Bingöl Ovası, Doğu Anadolu Fay Zonu'nda bulunan ve Kuzeydoğu-Güneybatı doğrultusunda uzanan tektonik bir ovadır. Ovanın uzunluğu 26 km, genişliği ise ortalama 16 km civarındadır. Kuzeyden güneye doğru eğimli bulunan ova, dört taraftan tektonik hatlarla sınırlandırılmıştır (Tonbul, 1990).

Bingöl Havzası'nda çeşitli seviyelerde bulunan sekiler önemli bir alan kaplamaktadır. Bu sekilerin bazıları oluşumlarından sonraki genç tektonik hareketlerle deformasyona uğramış olup başlıca dört seviye halinde görülürler (Tonbul, 1990). Bingöl Havzası'nda bulunan bir diğer önemli jeomorfolojik birim, eski birikinti yelpazeleri ve sekileridir. Bu birimler, özellikle ovanın batı ve doğu kesimindeki dağlık alan önünde gelişmişlerdir. Birikinti yelpazeleri, oluşumlarından sonra tektonik hareketlerden dolayı deformasyona uğramışlardır. Murat Nehri ve Göynük Çayı ile bunlara ait yan kolların bugün içlerinde yer yer menderesler çizerek aktıkları vadi tabanları, ova yüzeyinden 50 ile 150 m arasında değişen bağıl yükselti farkı gösterirler. Ovadaki taban araziye karşılık gelen bu alanlar, geniş alüvyal düzlükler halindedir. Buradaki alüvyonların kalınlığı 40 ile 60 m arasında değişmektedir (DSİ, 1963). Geniş anlamda düşünüldüğünde yöredeki vadi tabaları ana akarsular ve bunlara ait yan kolların taşkın ve millenme alanlarıdır. Dolayısıyla kum adaları, terk edilmiş menderesler, menderes yenikleri, yatay kenar diklikleri, örgülü yatak, doğal set alanları, bataklıklar vb. gibi gerek birikime gerekse aşınıma bağlı oluşmuş taşkın alanına özgü birimlere buralarda yaygın olarak rastlanılmaktadır (Tonbul, 1990). Bingöl Havzası'nda önemli alanlar kaplayan bir diğer jeomorfolojik birim, boğazlardır. Doğudan gelen Murat Nehri, Genç ilçesi civarında Göynük Çayı'nı kendisine kattıktan sonra, batıdaki Palu ilçesine kadar olan yaklaşık 70 km uzunluğundaki bir yarma vadiye girmektedir.

1.2. Bingöl Havzası ve Çevresinde Aktif Tektonizmanın Jeomorfolojik Yapı Üzerindeki Etkileri

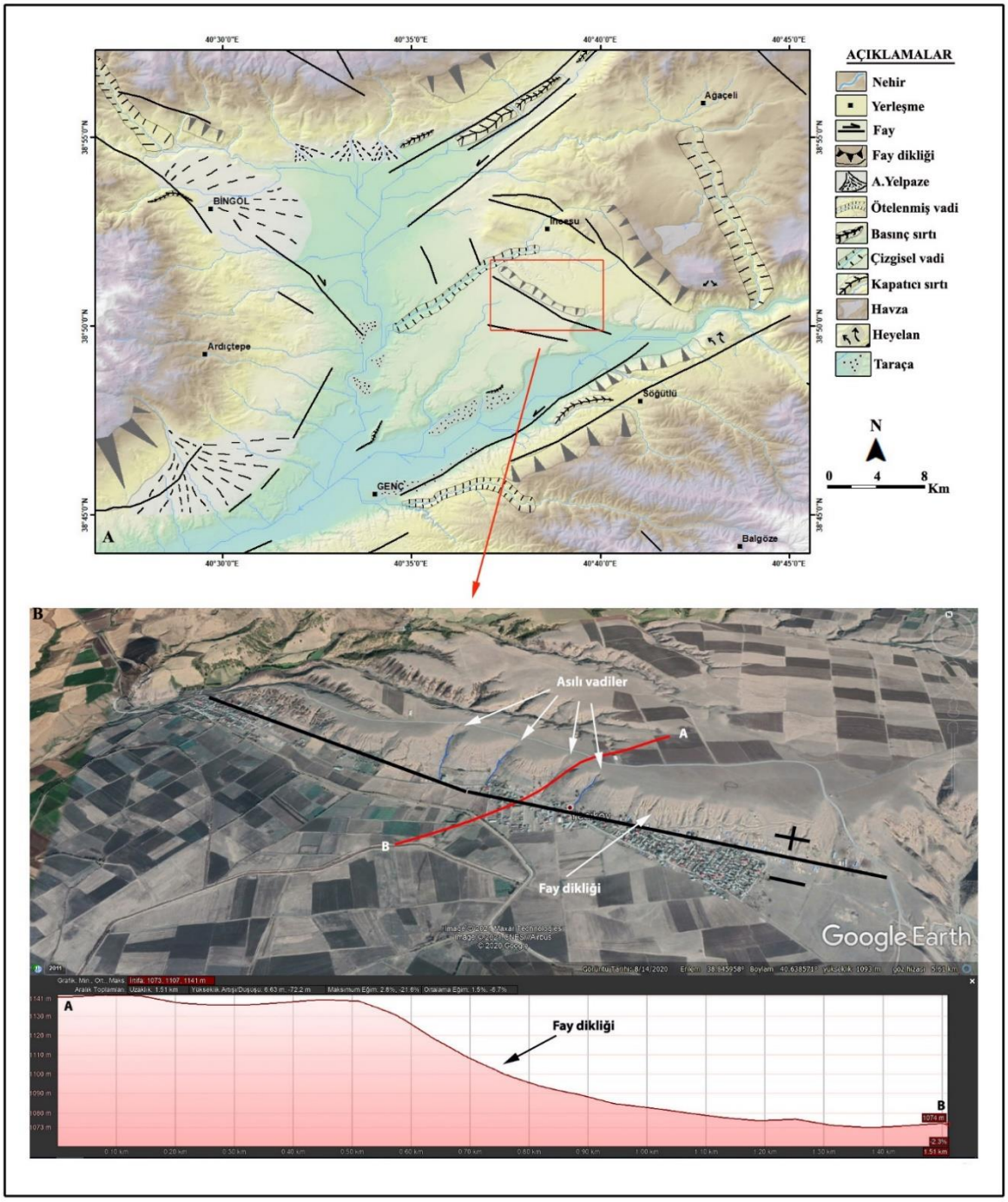
İçerisinde Bingöl ve Genç şehir merkezlerinin bulunduğu Bingöl Havzası, DAFZ üzerinde yer alır. Yaklaşık olarak 300-500 km^2 bir alana sahip olan havza, sağ ve sol yanal atımlı birçok fay tarafından biçimlendirilmiştir. Bingöl Havzası'nın orta kesimlerine karşılık gelen Bingöl Ovası, DAFZ tarafından şekillendirilen bir tektonik ova olması nedeniyle ovanın genel uzanış fay zonunun uzanışı (KD-GB) ile paraleldir. Kuzeyden güneye doğru eğimli olan ova yüzeyinde yükselti değerleri 1000-1200 m arasında değişir. Ovanın biçimlenmesinde DAFZ dışında sağ yanal atımlı oblik faylar da önemli oranda etkili

olmuştur. Aktif tektonizma, Bingöl Havzası ve çevresinin jeomorfolojik yapısı üzerinde çok önemli etkilerde bulunmuştur. Havzada görülen önemli morfotektonik yapılar, basınç sırtları, kapatıcı sırtlar, fay diklikleri ve basamakları, asılı vadiler, çizgisel vadiler, çizgisel çöküntü alanları, ötelenmiş sırtlar ve dereler, alüvyal yelpazeler, havzalar ve taraçalardır (Şekil 6B-C). Bingöl Havzası'nda aktif tektoniğin etkileri havzanın hemen her tarafında görülmekle birlikte tipik şekillerin görüldüğü sahalar havzanın orta bölümü ve havzanın kuzeybatı kesimleri olmasından dolayı çalışma alanı Bingöl Havzası bölümü ve havzanın kuzeybatısındaki dağlık alan olmak üzere 2 bölüm halinde incelenmiştir (Şekil 6A-B-C).



Şekil 6. A) Bingöl Havzası ve Çevresinin Genel Sınırları B) Bingöl Havzası'nın Kuzeybatısında Kalan Dağlık Alanın Morfotektonik Haritası (Faylar Tarhan, 2007; Tarhan, 1997; Sümengen, 2011; Emre Ve Duman, 2013'den Alınmıştır). C) Bingöl Havzası'nın Morfotektonik Haritası

Fay diklikleri (fault scarps), aşınma öncesinde fayın hareketi sonucunda oluşan ve fay düzleminin ortaya çıktığı yüksek eğimli yamaçlardır. Bu fay diklikleri, fayların tekrar aktif hale gelmesiyle meydana gelen depremler sonucunda kosismik yüzey kırıkları ve düşey atımlar sonucunda ortaya çıkarlar (Keller ve Pinter, 2002; Bingöl, 1986). Bingöl Ovası ve çevresinde fay diklikleri en fazla rastlanılan şekillerdendir. Ovanın kuzey ve kuzeybatı kesimlerinde sağ yanal ve sol yanal atımlı fayların yoğun olarak görüldüğü alanlarda dikkat çeker. Bu sahada morfolojik olarak çok belirgin olan fay diklikleri, Sancaklı köyü batısı ve Çukurca köyü kuzey kesimlerinde gözlenir. Bu sahalar dışında ovanın doğu kesimlerinde Harabe, Gözer ve Yeniköy çevreleri; güney kesiminde Genç ilçesi ile Meşedalı köyü arasında ve havzanın güneybatı taraflarında ise Yamaç köyleri çevresinde gözlenir (Şekil 6C) (Şekil 7B). Bingöl Havzası'nın kuzeybatı kesimlerinde ise Arıcılar ve Yazgülü köylerinin batı bölümlerinde bulunur (Şekil 6B).

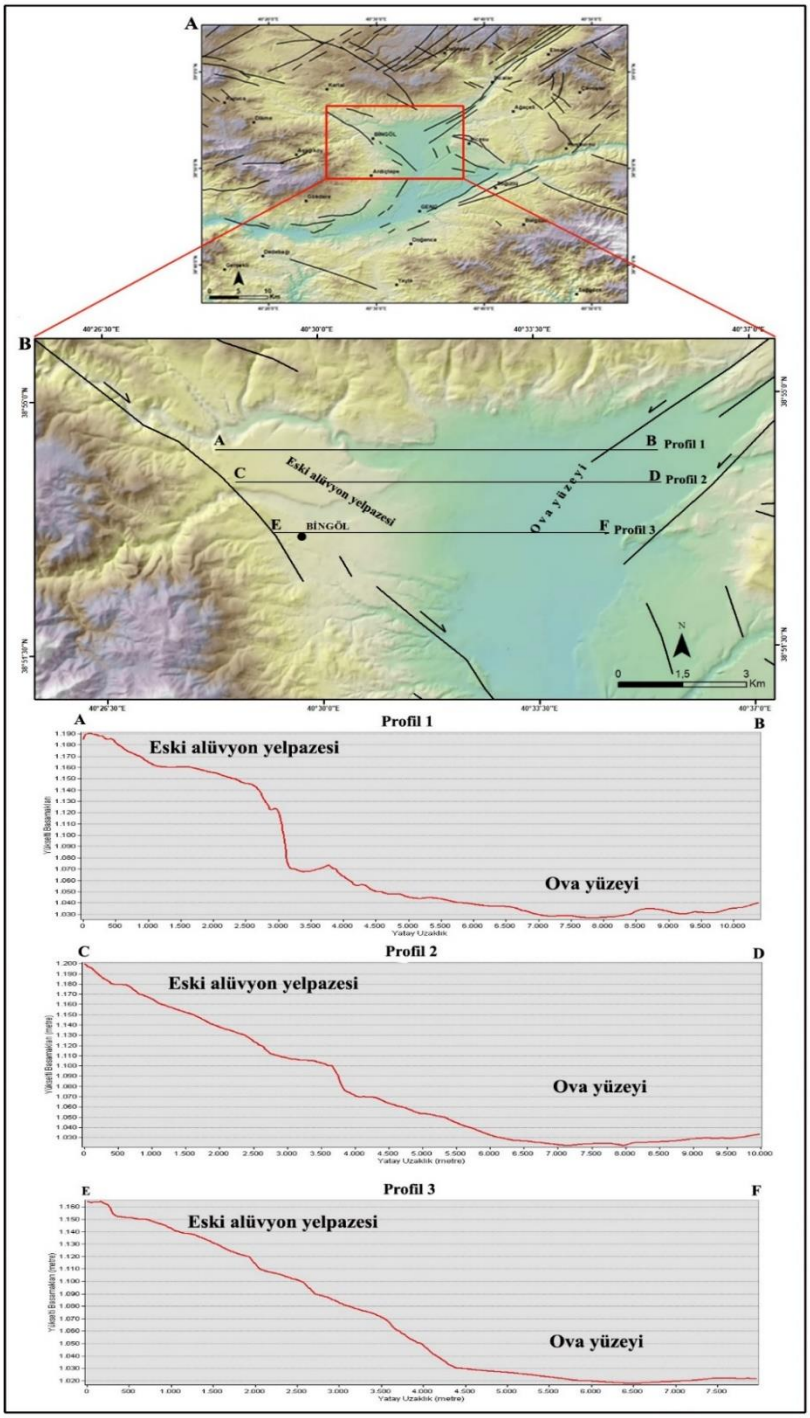


Şekil 7. A) Bingöl Havzası'nın Morfotektonik Haritası (Faylar Duman ve Emre, 2013; Herece, 2008'den Alınmıştır). B) Bingöl Havzası'nın Doğusunda Yer Alan Fay Diklikleri ve Asılı Vadiler

Asılı vadiler (Hanging valleys), fay dikliklerinin yeni tektonik hareketler ile gençleşmesi sonucunda, daha önceden kurulmuş olan konsekant akarsuların vadilerinin fay dikliği önünde belli bir yükseltide askıda kalmasıyla oluşan vadilerdir (Atalay, 1973). Bingöl Havzası'nda asılı vadiler fay dikliklerinin bulunduğu sahalarda görülmekle beraber tipik olarak görüldüğü sahalar havzanın orta kesimlerinde Pliyo-Kuvaterner çökelleri üzerinde gelişmiş olanlarıdır. Havzanın doğusunda Yeniköy civarında kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı normal bileşenli yanal atımlı bir fay tarafından yaklaşık 35-40 m düşey yönde yükseltilmişlerdir (Şekil 7B).

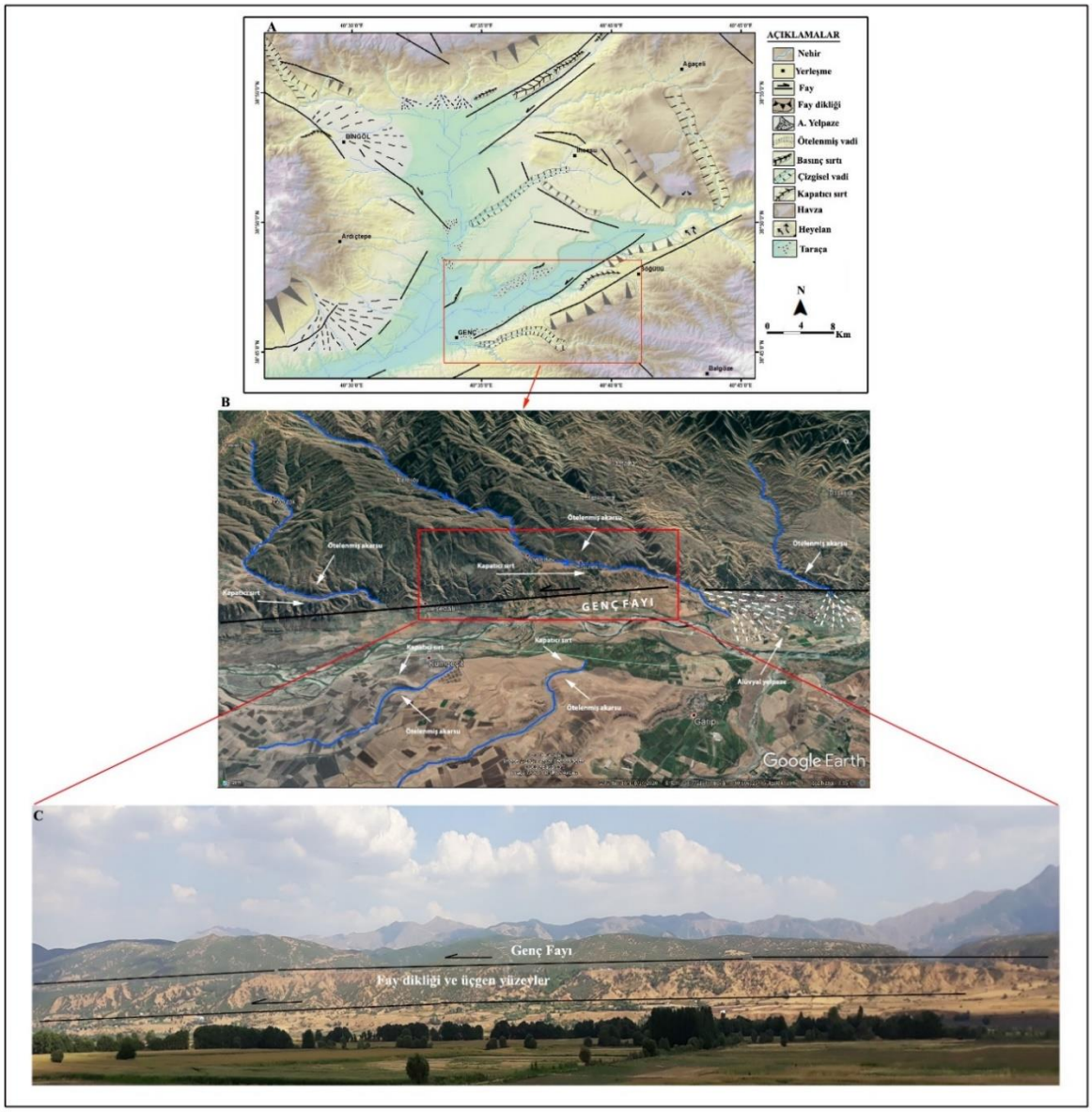
Alüvyal yelpazeler (Alluvial fan), fay diklikleri üzerinde arazinin eğimine uygun olarak akan konsekant akarsu ve kollarının aşındırdığı malzemeyi eğimin azaldığı yerde biriktirmesiyle oluşan koni ve yelpaze biçimindeki şekillerdir. Bu şekillerin oluşumunda faylanma ve erozyonal süreçler birlikte etkili olurlar. Dağ önü havzalarında bu şekiller, aktif faylanma, tiltlenme, yükselmenin jeomorfik belirteçleri olarak kullanılabilirler (Keller ve Pinter, 2002; Hoşgören, 1993). Bu şekiller

Bingöl Havzası'nın orta kesimlerinde ova yüzeyi ile yamaçlar arasında gözlenir. Pliyo-Kuvaterner yaşlı çökellerden oluşan bu saha üzerinde günümüzde aşınım süreçleri etkilidir. Bingöl Ovası'nın batı kesimlerinde Bingöl şehir merkezinin de üzerinde kurulduğu alan eski bir birikinti (alüvyal) yelpazesine karşılık gelmektedir. Bir diğer önemli birikinti yelpazesi ovanın güneybatı kesimlerinde Kılçadır ve Gümüşlü köyleri civarında bulunur. Bu eski alüvyon yelpazeleri, aktif faylanma sonucunda güncel alüvyonlara göre yaklaşık 100-200 m yüksekte bulunur. Bingöl şehir merkezinin üzerinde yer aldığı birikinti yelpazesine paralel alınan profillere bakıldığında ova tabanından yelpazeye geçişlerde yükseltinin arttığı ve belirli aralıklarla basamaklanmaların oluştuğu görülmektedir (Şekil 8B). Ayrıca bu yelpazelerin Çapakçur ve Gayt çayları tarafından aşındırılmasıyla birkaç basamak halinde taraçalar meydana gelmiştir. Bu durumun oluşmasında Kuvaterner döneminde etkili olan aktif tektonik süreçler belirleyici olmuştur. Birikinti koni ve yelpazelerin bulunduğu bir diğer saha ise ovanın kuzey tarafında Kaleönü ve Ekinyolu köylerinin üzerinde bulunduğu alana karşılık gelir (Şekil 6C).



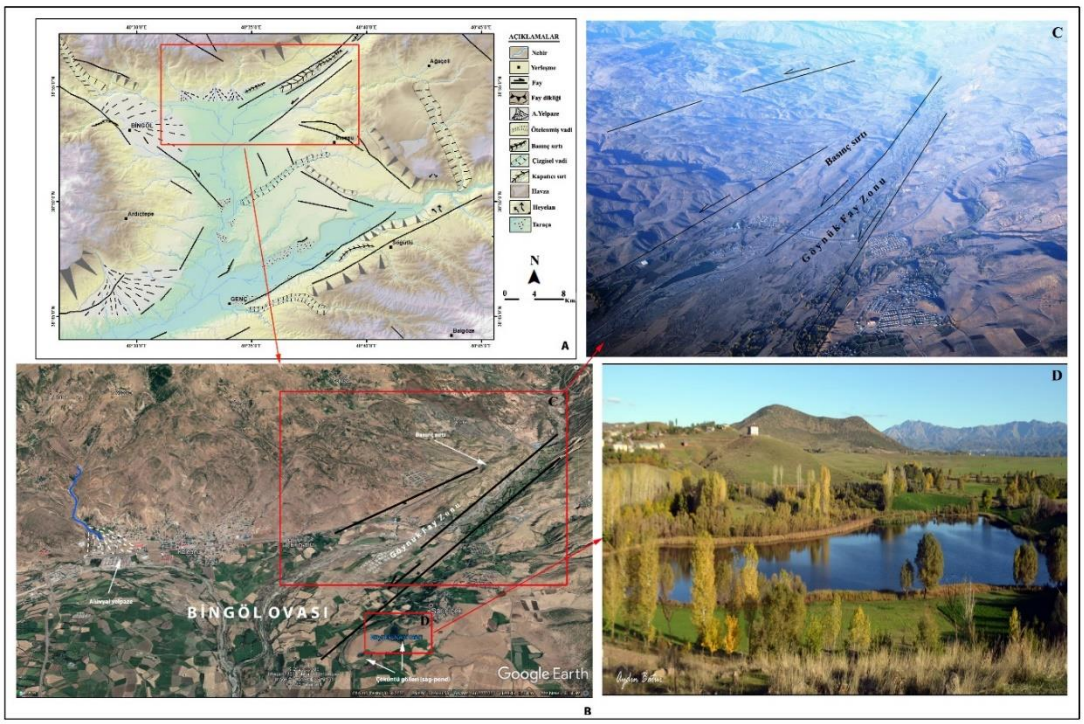
Şekil 8. A) Bingöl Havzası ve Çevresinin Sayısal Yükselti Modeli B) Bingöl Havzası'nda Eski Alüvyon Yelpazesi ile Ova Tabanı Arasındaki Yükselti Farkını Gösteren Profiller

Fay Façetaları (Üçgen yüzeyler-triangular facet), normal faylarla sınırlı havzalardaki dikey hareket ve akarsu vadilerindeki aşındırma üçgen yüzeylerin oluşumuna neden olur. Üçgen yüzeyler, dağları drene eden vadiler arasında meydan gelen yüksek tepe biçimli düz yüzeyler olup, aktif faylarla ilişkili dağ önünün karakteristik şekilleridir (Keller ve Pinter, 2002). Bingöl Havzası'nda üçgen yüzeyler, özellikle havzanın kuzeyinde Kaleönü ve Ekinyolu köyleri kuzeyindeki yamaçlarda (Şekil 10B) ve havzanın güneyinde Genç Fayı'nın kestiği yamaçlarda bariz şekilde gözlenirler (Şekil 9B-C).



Şekil 9. A) Bingöl Havzası'nın Morfotektonik Haritası B) Genç İlçesi Çevresinde Kapatıcı Sırtlar ve Ötelenmiş Akarsular C) Genç İlçesi Doğusunda Fay Tarafından Oluşturulmuş Fay Dikliği ve Üçgen Yüzeyler

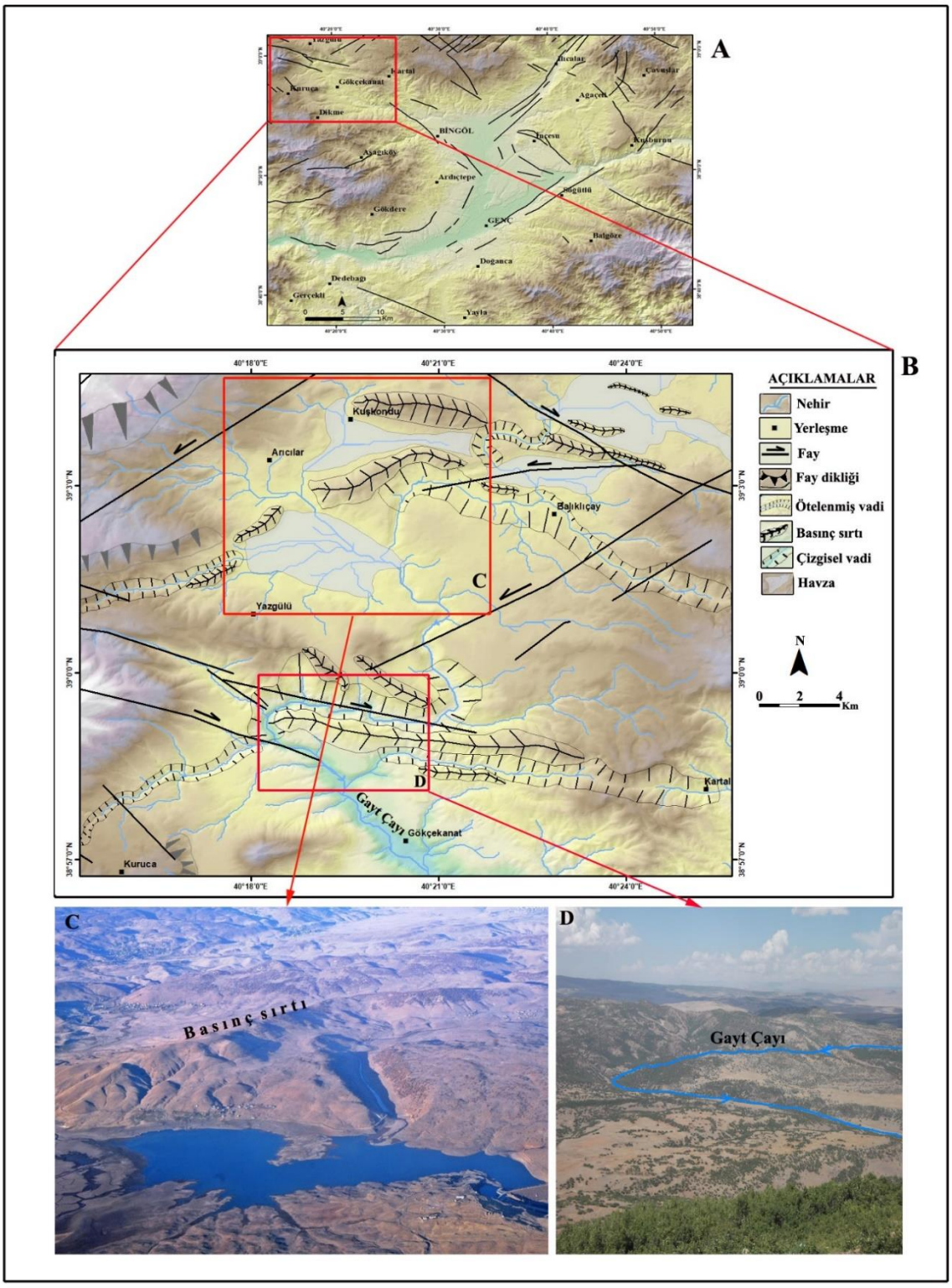
Basınç sırtları (Pressure ridges), bir fay zonunda fay kolları arasında sıkışmayla oluşmuş küçük eğimli sahalardır. Bir fay, önceden oluşmuş basınç sırtlarının içinden geçtiği yerlerde kapatıcı sırtlar oluşabilir (Keller ve Pinter, 2002). Bingöl Havzası ve çevresinde doğrultu atımlı fay zonlarında görülen en yaygın morfotektonik şekiller basınç sırtlarıdır. Bu şekiller havzanın hemen her tarafında görülmekle beraber en tipik olarak görüldüğü alanlar, havzanın orta kesimleri ve kuzeybatı kesimleridir. Havzanın orta kesimlerinde Göynük Fayı'nın Bingöl Ovası'na giriş yaptığı kuzeydoğu kesimlerde birbirine paralel uzanan birçok basınç sırtları gözlenir (Şekil 10B-C). Sağ ve sol yanal atımlı faylar tarafından oluşturulan bu basınç sırtları aynı zamanda ovanın orta kesimleri ile kuzeydoğu kesimlerinde bulunan Pliyo-Kuvaterner yaşlı çökeller içerisinde de oluşmuştur. Basınç sırtlarının en yoğun görüldüğü saha, havzanın kuzey batı kesimleridir. Bu saha sağ yanal atım ve sol yanal atımlı birçok fayın birbirini kestiği bir saha olup aktif faylanmanın çok bariz olarak görüldüğü bir alan konumundadır. Burada irili ufaklı birçok basınç sırtı ile birlikte çok büyük boyutlara erişenler de görülmektedir. Bu şekiller sahada daha çok kuzey ve güney kesimlerde yoğunlaşmıştır (Şekil 11 B-C-D).



Şekil 10. A) Bingöl Havzası'nın Morfotektonik Haritası B) Bingöl Ovası'nın Kuzeyinde Bulunan Alüvyal Yelpaze, Basınç Sırtı ve Çöküntü Gölleri C) Bingöl Havzası'nın Kuzeydoğusunda Basınç Sırtı ve Fay Zonunu Gösteren Görüntü (Google Earth Fotoğraflardan (Kemal Batur) Alınmıştır). D) Bingöl Havzası'nda Bulunan Sülüklü Çöküntü Gölü (Google Earth Fotoğraflardan (Aydın Batur) Alınmıştır).

Kapatıcı Sırtlar (Sürgü sırtları, kapan sırtı), (shutter ridges) fayın topografyayı değiştirip derelerin karşısına tepeleri getirdiği yerlerdeki sırtlardır. Bu topografya, yaygın bir şekilde faya dik olarak bulunan akarsular tarafından oyulduğundan kapatıcı sırtlar, bükülmüş akarsularla beraber bulunabilirler (Burbank ve Anderson, 2011). Bingöl Havzası'nda çeşitli boyutlarda birçok kapatıcı sırt bulunur. Havzanın orta kesimlerinde en dikkat çekici olanı Genç ilçesinin doğusunda Söğütlü köyü civarında görülür. Buradaki kapatıcı sırtın uzunluğu yaklaşık olarak 3 km civarındadır (Şekil 9B). Havzada bir diğer dikkat çeken kapatıcı sırt, havzanın kuzeybatı bölümünde Gökçekanat köyü kuzeyinde izlenir. Buradaki kapatıcı sırtın uzunluğu yaklaşık olarak 4,5 km civarındadır (Şekil 11B-D). Araştırma sahasında söz konusu kapatıcı sırtların olduğu alanlarda akarsularda da önemli oranlarda atımlar gerçekleşmiştir.

Çizgisel Vadiler (linear valleys), ana fay izleri boyunca gelişen doğrusal çukurluklardır. Kayaçların ezilmesi ve erozyon için daha uygun hale gelmesini sağlayan devamlı hareketten dolayı güncel fay izi boyunca sık sık gelişirler. Akarsular, yaygın olarak bu zayıflık zonlarını takip ederler ve uzun bir mesafe bu çukurluklar boyunca akarlar (Keller ve Pinter, 2002). Bingöl Havzası'nda çizgisel vadiler yaygın olarak görülen şekillerdendir. Bu şekiller Bingöl Ovası'nın orta kesimlerinde Pliyo-Kuvaterner çökelleri içerisinde, havzanın doğu kesimlerinde Ağaçeli köyü güneyinde ve havzanın kuzeybatısına doğru Kartal ve Çiçekdere köyleri civarında gelişmişlerdir (Şekil 6C). Ayrıca havzanın kuzeybatı bölümünde çok uzun mesafeler boyunca izlenebilen çizgisel vadiler bu sahada çok geniş alanlar kaplar (Şekil 6B).



Şekil 11. A) Bingöl Havzası ve Çevresinin Genel Sınırları B) Bingöl Havzası'nın Kuzeybatısında Kalan Dağlık Alanın Morfotektonik Haritası (Faylar, Tarhan, 2007; Tarhan, 1997; Sümengen, 2011; Emre ve Duman, 2013'den Alınmıştır). C-D) Bingöl Havzası'nın Kuzeybatısındaki Kalan Dağlık Alan Üzerinde Morfotektonik Yapıları Gösteren Görüntüler (Foto 1 Google Earth Fotoğraflardan (Kemal Batur) Alınmıştır).

Ötelenmiş Vadiler ve Akarsular (Offset walley and streams), faylar tarafından yer değiştirilmiş akarsulardır. Bu akarsular, göreceli olarak yer değiştirmenin yönlerini gösterirler. Atımlar, birkaç depremin kümülatif atımını yansıtırlar. Son aşamada fay izinde başı kopmuş bir akarsu üreterek fay zonu boyunca daha doğrusal bir yönde aşındırma yapabilirler (Keller ve Pinter, 2002). Doğrultu atımlı faylar boyunca akarsu yönlerinde meydana gelen sapmalar ve vadilerdeki ötelenmeler

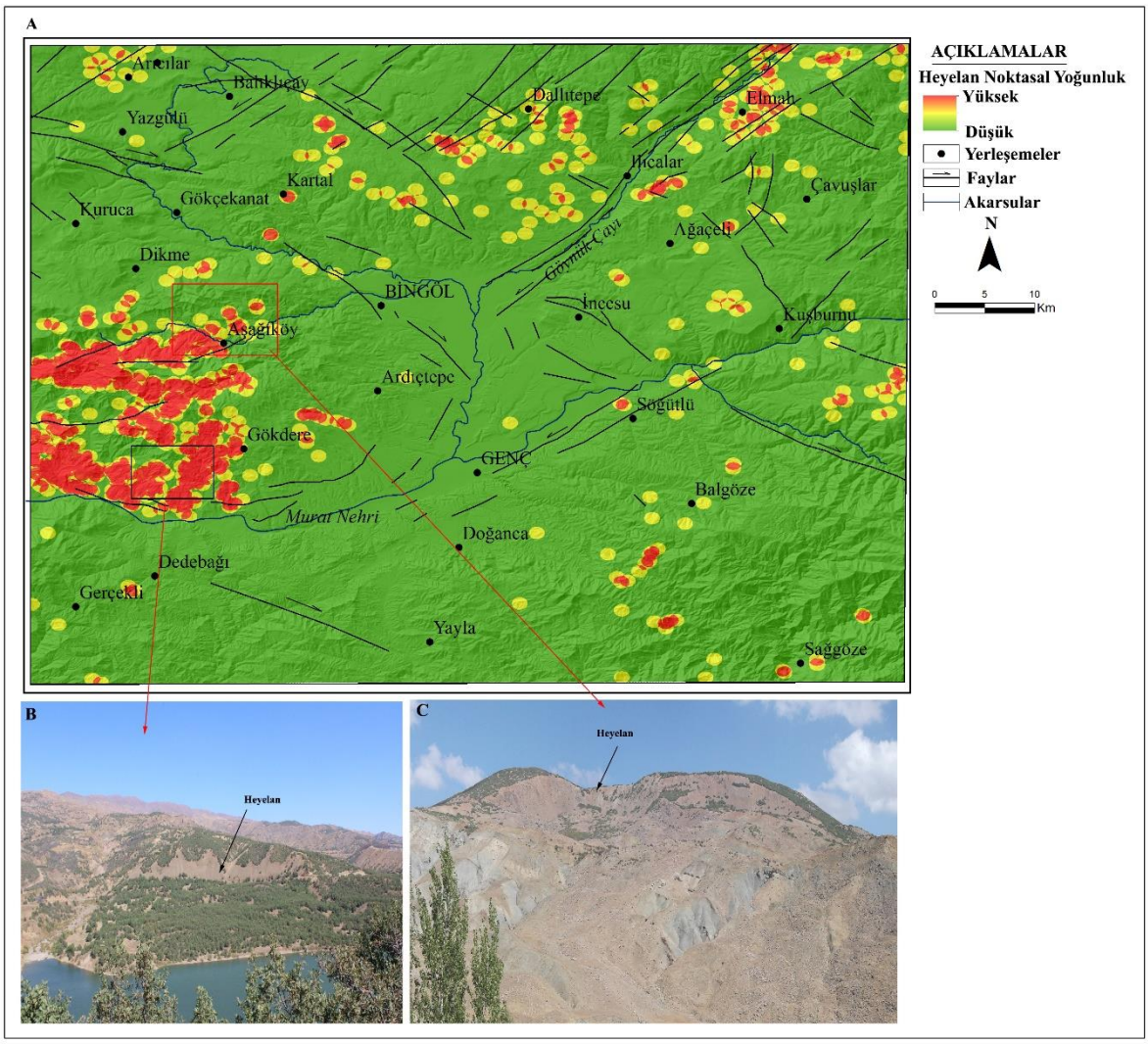
faylardaki hareketin göstergelerinden biridir ve bu yapılar aktif ve genç tektonik çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır (Şengör, 2017). Ötelenmiş vadiler ve akarsular, Bingöl Havzası'nda çok fazla rastlanılan şekillerdendir. Bunlar, havzanın hemen her tarafında çeşitli ölçeklerde görülürler. Özellikle büyük ölçekte olanları, havzanın güney kesimlerinde Genç ilçesinin güney ve güneydoğu bölümlerinde rastlanır. Buralarda ötelenmiş vadiler ve akarsuların uzunlukları yaklaşık 1-4 km civarındadır (Şekil 9B). Yine çalışma sahasında ötelenmiş akarsular ve vadiler çok tipik olarak havzanın kuzeybatı bölümlerinde Gayt Çayı üzerinde görülürler. Bu sahada görülen ötelenme miktarı1-4,5 km arasında değişmektedir (Şekil 11B-D).

Çöküntü Gölleri (Sag-pond), fay zonlarında sıklıkla bulunurlar ve genellikle fay zonundaki iki kolun arasında oluşan çökmeyle ilişkilidirler (Keller ve Pinter, 2002). Bingöl Havzası'nda tipik çöküntü gölleri, Bingöl Ovası'nın doğusunda Çeltiksuyu köyü güneyinde Büyük Sülüklü ve Küçük Sülüklü gölleri (Şekil 10B-D) ile Havzanın kuzeydoğusunda Göltepesi köyü kuzeyinde yer alan Kuzu ve Gölbaşı gölleridir.

Havzalar (pull-apart, fay kaması), belirli bir kökene sahip ve özgün stratigrafik dizilimi ile tanımlanabilen çökelim alanıdır (Şaroğlu, 2012). Çalışma alanı, genel itibariyle bir tektonik havza (pull-apart) havza olmakla birlikte bu saha içerisinde sağ ve sol yanal atımlı fay kollarının hareketlerine bağlı olarak bir çok küçük ve orta büyüklükte havzalar meydana gelmiştir. Bu havzalar çalışma sahasının kuzeybatı bölümünde Sancak-Uzunpazar Fayı'nın kolları tarafından oluşturulmuşlardır. Bunlar Kuşkondu ile Arıcılar köyleri arası ile Sancak ve Sudüğünü köyleri arasında görülürler ve daha çok fay kaması havzası niteliğindedirler (Şekil 11B-C-D). Ayrıca Genç ilçesinin güney tarafında Doğanca köyü civarında da Genç Fayı'nın kolları tarafından oluşturulmuş bir pull-apart havza bulunur (Şekil 4C).

Akarsu Taraçaları (Terraces), alüvyal çökellerin oluşturduğu, güncel taşkın ovalarından topoğrafik olarak daha yüksekte konumlanan düzlükler olarak tanımlanmaktadır (Pazzaglia, 2013). Taraçalar, iklim ve tektonik kaynaklı olmakta birlikte karma faktörlerin de şekillendirdiği taraçalar da gelişebilmektedir. Dolgu taraçaları ve alüvyal taraçalar olmak üzere ikiye ayrılırlar (Keller ve Pinter, 2002). Bingöl Havzası'nda akarsu taraçalarının en iyi gözlendiği sahalar Bingöl Ovası'nda Murat Nehri, Çapakçur, Gayt ve Göynük çayları kenarlarıdır (Şekil 6C). Bingöl Ovası'nda bulunan bu taraçalar, aktif tektonik kaynaklı nedenlerden dolayı eğimlenmişler ve ilksel konumlarını kaybederek deformasyona uğramışlardır. Bingöl Ovası'nın orta kesimlerinde yer alan bu taraçalar birbirinden farklı dört seviye halinde bulunurlar (Tonbul, 1990).

Heyelanlar (Landslides), kayaçlardan, döküntülü malzemeden veya topraktan oluşan malzemenin, yer çekimin etkisiyle bulunduğu yerden ayrılarak yer değiştirmesi olarak adlandırılırlar (Erinç, 2010). Heyelanlar, yağışlar, ani kar erimeleri, depremler ve antropojenik süreçler sonucundan tetiklenebilirler (Glade vd., 2000; Larsen ve Simon, 1993). Bingöl Havzası ve çevresinde eski ve yeni oluşmuş birçok heyelan görülür (Şekil 12 A-B-C). Özellikle aktif tektonikle ilişkili heyelanlar özellikle fay zonları üzerinde yer alırlar. Noktasal yoğunluk haritası incelendiğinde heyelanların DAF doğrultusunda (KD-GB) yoğunlaştığı görülür. Özellikle Göynük Çayı Vadisi ve Gökdere çevresinde noktasal yoğunluk artar. Bu durum tektonik hatların uzanışına uyum gösterir. (Şekil 12A).



Şekil 12. A) Bingöl Havzası ve Çevresinin Heyelan Noktasal Yoğunluk Haritası (Faylar, Tarhan, 2007; Tarhan, 1997; Sümengen, 2011; Emre ve Duman, 2013'den Alınmıştır). B) Bingöl Havzası'nın Güneybatısında Yer Alan Heyelan C) Bingöl Havzası'nın Batısında Yer Alan Heyelan

Sonuç ve Değerlendirme

Bingöl Havzası ve çevresinde Paleozoyik'ten Kuvaterner dönemine kadar olan geniş zaman aralığında birbirinden farklı kayaç toplulukları bulunur. Bingöl Havzası, sol yanal atımlı DAFZ içerisinde yer almakla birlikte havzanın oluşumunda sağ yanal konjigat faylar da etkili olmuştur. Aletsel dönemde (1900-2020) büyüklüğü 4 ile 6.8 arasında değişin birçok deprem meydana gelmiştir. Bingöl Havzası ve çevresinin jeomorfolojik özelliklerinin ortaya çıkmasında Neotektonik dönemde etkili olan volkanik, tektonik ve flüvyal süreçler etkili olmuştur. Kuvaterner döneminde etkili olan dikey tektonik hareketler, Bingöl Havzası ve çevresinde eğim değerlerinin yüksek olmasına ve kısa mesafelerde değişiklikler göstermesine neden olmuştur. Literatürde varlığı ve aktifliği konusunda tartışmalar olan Genç Fayı üzerinde fayın varlığını ve aktifliğini ortaya koyan jeomorfolojik bulgular (nehir atımları, kapatıcı sırtlar, fay diklikleri, üçgen yüzeyler, alüvyal yelpazeler) ve deprem verileri elde edilmiştir. Bingöl Havzası ve çevresinde aktif tektonizmanın etkisiyle asılı vadiler, çöküntü gölleri (sag-pond), üçgen yüzeyler, alüvyal yelpazeler, taraçalar, çizgisel vadiler, fay diklikleri, havzalar, heyelanlar, ötelenmiş akarsular, kapatıcı sırtlar ve basınç sırtları gibi birçok şekiller oluşmuştur. Bingöl Havzası içerisinde oluşmuş olan eski alüvyon yelpazeleri, aktif faylanma sonucunda güncel alüvyonlara göre yaklaşık 100-200 m yükselmiş ve basamaklı bir görünüm kazanmıştır. Bingöl Havzası ve çevresine yer alan ana akarsular ve yan kolların üzerinde aktif tektonizmanın etkisiyle taraçalar deforme olmuş ve bu akarsular ve kolları üzerinde önemli nehir atımları gerçekleşmiştir. Bingöl Havzası ve çevresinde aktif tektonizmanın etkisiyle eski ve yeni birçok heyelanlar meydana gelmiştir. Bütün bu jeomorfolojik ve tektonik verilere göre Bingöl Havzası ve çevresi için literatürde var olan aktif fayların eksik olduğu görülmüş ve bu saha için aktif fayların belirlenmesinde jeomorfolojik verilerin daha çok göz önüne alınması gerektiği anlaşılmıştır.

Kaynakça

Allen, C.R. (1969). Active faulting in northern Turkey. Division of Geological Sciences. California Institute of Technology, Contribution No. 1577. 32 pp.

Arpat, A. E. (1971). 22 Mayıs 1971 Bingöl Depremi Ön Rapor, Institute of Mineral Research and Exploration Report 4697.

Arpat, E. ve Şaroğlu, F. (1972). Doğu Anadolu Fayı ile İlgili Bazı Gözlem ve Düşünceler. MTA Dergisi, Sayı: 78, S:44-51, Ankara.

Arpat, A. E. ve Saroğlu, F. (1975). Türkiye'de bazı önemli genç tektonik olaylar. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 18, 29–41.

Atalay, İ. (1973). Sultandağları ile Akşehir ve Eber Gölleri havzalarının strüktüral, jeomorfolojik ve toprak erozyonu etüdü. Doktora tezi (basılmış), Yeni Desen Mat., Ankara.

Barka, A. A., & Kadinsky-Cade, K. (1988). Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. Tectonics 7, 663–684.

Bingöl, E. (1986). Doğrultu Atım Sorunu ve Jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayınları, No: 28.

Boray, A. (1973). The Structure and Metamorphism of the Bitlis Area, South East Turkey. Ph.D. Thesis., University of London, 223 p. (Unpublished).

Burbank, D. W., & Anderson, R. S. (2001). Tectonic geomorphology. Malden, MA: Blackwell Science.

Chorowicz, J., Luxey, P., Lyberis, N., Carvalho, J., Parrot, J. F., Yürür, T., & Gündoğdu, N. (1994). The Maraş Triple Junction (southern Turkey) based on 81 digital elevation model and satellite imagery interpretation. Journal of Geophysical Research 99 (B10), 20225-20242.

Demirtaşlı, E. ve Pisoni, C. (1965). Ahlat-Adilcevaz Bölgesi'nin Jeolojisi (Van Gölü Kuzeyi). MTA Dergisi 64, 22-36, Ankara.

D.S.I. (1963). Bingöl (Çapakçur)-Genç Ovası Hidrojeolojik Ön Raporu. Bap. No. 2119/21, Ankara.

Dewey, J.F., & Şengör, A.M.C. (1979). Aegean and surrounding regions: complex multi-plate and continuum tectonics in a convergent zone. Geological Society of America Bulletin 90 (I) 84– 92.

Dewey, J.F., Pitman, W.C., Ryan, W.B.F., & Bonnin, J. (1973). Plate tectonics and the evolution of the Alpine system. Geological Society of America Bulletin 84: 3137– 3180.

Duman, T.Y., & Emre, Ö. (2013). The East Anatolian Fault: geometry, segmentation and jog characteristics. Geological Society, London Special Publications published online February 19, 2013 as doi: 10.1144/SP372.14

Emre, Ö., Herece, E., Doğan, A., Parlak, O., Özaksoy, V., Çıplak, R. ve Özalp, S. (2003). 1 Mayıs 2003 Bingöl Depremi Değerlendirme Raporu. MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.

Erinç, S. (2010). Jeomorfoloji I. Der Yayınları, İstanbul.

Glade, T., Crozier, M., & Smith, P. (2000). Applying probability determination to refine landslide-triggering rainfall thresholds using an empirical, Antecedent Daily Rainfall Model. Pure and Applied Geophysics 157(6-8), 1059-1079.

Göncüoğlu, M.C. ve Turhan, N. (1983). Bitlis Metamorfitlerinde Yeni Yaş Bulguları. MTA Dergisi, Sayı: 95-96, S.44-48, Ankara.

Gülen, L., Barka, A. ve Toksöz, M. N. (1987). Kıtaların çarpışması ile ilgili komplex deformasyon: Maraş üçlü eklemi ve çevre yapıları. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Bülteni, 14, 319-336.

Hempton, M. R., & Dewey, J. F. (1981). Structure and tectonics of the Lake Hazar pull-apart basin, SE Turkey. Transactions, American Geophysical Union EOS, 62, 1033.

Herece, E. (2008). Atlas of East Anatolian Fault. General Directorate of Mineral Research and Exploration, Special Publication Series-13, 359, 13 appendices as separate maps.

Hoşgören, M.Y. (1993). Jeomorfolojinin Ana Çizgileri. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayını, No: 3132, İstanbul.

Jackson, J.A., & McKenzie, D. (1984). Active tectonic of the Alpine-Himalayan belt between western Turkey and Pakistan. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society 77, 185-264

Kelling, G., Gökçen, SL., Floyd, PA., & Gökçen, N. (1987). Neogene tectonics and plate convergence in the eastern Mediterranean: new data from southern Turkey, Geology 15: 425–429.

Keller, E. A., & Pinter, N. (2002). Active tectonics. Earthquakes, uplift, and landscape (362 pp.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Kempler, D., & Garfunkel, Z. (1991). Northeast Mediterranean triple junction from a plate kinematics point of view. Bulletin of the Technical University of İstanbul Special Issue 44, 425-454.

Ketin, İ. (1977). Main Orogenic Events and Paleogeographic Evolution of Turkey. General Directorate of Mineral Research and Exploration S: 88, S: 1-5, Ankara.

Kiratzi, A.A. (1993). A study on the active crustal deformation of the North and East Anatolian Fault Zones. Tectonophysics 289, 317-336

KOERI: Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü,

Larsen, M. C., & Simon, A. (1993). A rainfall intensity-duration threshold for landslides in a humid-tropical environment. Puerto Rico. Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography, 75(1-2), 13- 23.

Lovelock, P. E. R. (1984). A review of the tectonics of the Northern Middle East region. Geological Magazine 121, 577-587.

McCalpin, J. (1986). Quaternary tectonics of the Sangre de Cristo and Villa Grove Fault Zones, in Contributions to Colorado Seismicity and Tectonics*: A 1986 Update*. Colorado Geological Survey Special Publication 28, 59-64.

McKenzie, D. (1972). Active tectonics of the Mediterranean region. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society 30 (2). 109-185.

Mckenzie, D. P. (1976). The East Anatolian Fault; a major structure in eastern Turkey. Earth and Planetary Science Letters 29, 189–193.

Muehlberger, W.R., & Gordon, M.B. (1987). Observation on the coplexity of The East Anatolian Fault Turkey. Journal Structural Geology 9/7, 899-903.

MTA. (2012). 1/250.000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritaları. Elazığ Paftası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

MTA. (2012). 1/250.000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritaları, Erzincan Paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

MTA. (2012). 1/250.000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritaları, Erzurum Paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

MTA. (2012). 1/250.000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritaları, Muş Paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Pazzaglia, F.J. (2013). Fluvial Terraces, in, John F. Shroder (Editor-in-chief), Wohl, E. (Volume Editor), 2013. Vol 9, Fluvial Geomorphology, San Diego: Academic Press, p. 379-412.

Reilinger, R.,& McClusky, S. (2011). Nubia– Arabia–Eurasia plate motions and the Dynamics of Mediterranean and Middle East tectonics. Geophysical Journal International 186, 971–979. doi: 10.1111/j.1365-246X.2011.05133.x

Rotstein, Y. (1984). Counterclockwise rotation of the Anatolian block. Tectonophysics 108, 71-91.

Seymen, İ. ve Aydın, A. (1972). The Bingöl Earthquake Fault and Its Relation to The North Anatolion Fault Zone. General Directorate of Mineral Research and Exploration 79, S.1-9, Ankara.

Sümengen, M. (2011). 1/100.000 Türkiye Jeoloji Haritaları Elazığ K 44 Paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Sümengen, M. (2011). 1/100000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Elazığ K 45 paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Sümengen, M. (2011). 1/100000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Elazığ K44 Paftası Raporu. Maden Tetkik Arama Enstitüsü Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.

Şaroğlu, F. (1985). Doğu Anadolu'nun Neotektonik Dönemde Jeolojik ve Yapısal Evrimi. Institute of Mineral Research and Exploration Report No:7857, Ankara.

Şaroğlu, F. (2012). Kuvaterner Bilimi. Ankara Üniversitesi Yayınları No: 350, Ankara.

Şaroğlu, F. ve Güner, Y. (1981). Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik Gelişimine Etki Eden Öğeler, Jeomorfoloji, Tektonik, Volkanizma İlişkileri. Türkiye Jeololji Kurumu Bülteni 24/2, 39-50.

Şaroğlu, F. ve Yılmaz, Y. (1984). Doğu Anadolu'nun Neotektoniği ve İlgili Magmatizması. Türkiye Jeoloji Kurumu Ketin Simpozyumu Bildiriler Kitabı, 149-162

Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Boray, A. (1987). Türkiye'nin Diri Fayları ve Depremsellikleri. Institute of Mineral Research and Exploration Report, No: 8174, Ankara, 394s (yayımlanmamış).

Şaroğlu F., Emre, Ö., & Kuşçu, İ. (1992a). Active fault map of Turkey. Ankara, Turkey: General Directorate of Mineral and Research Exploration of Turkey Publication (MTA).

Şaroğlu, F., Emre, E., & Kuşçu, İ. (1992b). The East Anatolian Fault zone of Turkey. Annalae Tectonicae 6, 99-125

Şengör, A. M. C. (1979). The North Anatolian transform fault: Its age, offset and tectonic significance. Journal of Geological Society London, 136, 269–282.

Şengör, A.M.C. (1980). Türkiye Neotektoniğinin Esasları. Türkiye Jeoloji Kurumu Yayınları, S.40.

Şengör, A.M.C. (2017). Diversion of River Courses Across Major Strike-Slip Faults and Keirogens. Active Global Seismology: Neotectonics and Earthquake Potential of the Eastern Mediterranean Region, 225.

Sengör, A. M. C., Görür, N., & Saroğlu, F. (1985). Strike slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. In: Biddle, K. T. & Christie-Blick, N. (eds) Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Tulsa, Special Publication, 37, 227–264.

Şengör, A. M. C., & Yilmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. Tectonophysics 75, 181–241.

Tarhan, N. (1997). 1/100.000 Türkiye Jeoloji Haritaları Erzurum J 45 Paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Tarhan, N. (2007). 1/100.000 Türkiye Jeoloji Haritaları Erzincan J 44 Paftası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Tonbul, S. (1990). Bingöl Ovası ve Çevresinin Jeomorfolojisi ve Gelişimi. Coğrafya Araştırmaları Dergisi, Sayı: 2, Ankara.

Westaway, R., & Arger, J. (1996). The Gölbaşı basin, southeastern Turkey: A coplex discontinuty in a major strike-slip fault zone. Journal Geological Society 153, 729-743.

Yılmaz, O. (1975). Cacas Bölgesi (Bitlis Masifi) Kayaçlarının Petrografik ve Stratigrafik İncelenmesi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni Cilt: 18, Sayı:18, S.33-40, Ankara.

Extended Abstract

Aim and Scope

Tectonic geomorphology is a science that examines the shapes formed by tectonic processes with geomorphological principles. Geomorphological records provide a fundamental research resource in understanding the role of active tectonics in the geological development of any site. Active faulting forms shapes in different scales such as fault scarp, linear depression areas, linear elongated valleys, offset drains, abandoned river channels, pressure ridges, closing ridges, sloping slopes, spring waters, terraces, alluvial fans, suspended valleys, grabens, and pull-apart basin. Bingöl Basin is one of the tectonic basins formed on the East Anatolian Fault Zone (EAFZ) which is one of the important active structural elements of Turkey. The aim of this study is to reveal the effects of active tectonism on geomorphology in Bingöl Basin and its surroundings with morphotectonic data.

Methods

In this study, literature data, 1 / 100.000 scaled printed geology maps, 1 / 250.000 scaled printed active fault maps, 1 / 25.000 scaled digital and printed topographic maps, 10 * 10 m resolution Digital Elevation Model data, earthquake catalog data , Google Earth images and fieldwork data were used. Geographic Information Systems (GIS) technologies and geomorphological methods were used in the evaluation of the data. GIS software (Arcgis, Global Mapper) and graphic software (Adobe Photoshop) were used to draw the geological and morphotectonic maps of the site. All the obtained geology, tectonic, topographic maps, landslide density map, Digital Elevation Model and relief data were evaluated together in GIS programs to determine the effects of active tectonics on geomorphology in the study area.

Findings

In the literature, mainly four rock assemblages are mentioned in the geological development of the Eastern Anatolia Region and in the meantime the Bingöl Basin. During the neotectonic period, the compression tectonic regime in the Bingöl Basin and its surroundings was influenced by the continental collision and as a result, faulting, folds, extensional cracks and thrusts occurred (Şaroğlu and Yılmaz, 1984). Faults affecting the tectonic development of the Bingöl Basin are EAFZ (Göynük and Genç segments), Karakoçan-Bingöl Fault Zone, Sudiği Fault Zone and Sancak-Uzunpazar Fault Zone. . The important morphotectonic structures seen in the basin are pressure ridges, occlusive ridges, fault steeps and steps, hanging valleys, linear valleys, linear depression areas, offset ridges and streams, alluvial fans, basins and terraces.

Conclusion

Although the Bingöl Basin is located within the left-slip EAFZ, right-lateral conjigate faults have also been effective in the formation of the basin. During the instrumental period (1900-2020) many earthquakes with magnitudes between 4 and 6.8 occurred. Under the influence of active tectonism in the Bingöl Basin and its surroundings, many shapes such as suspended valleys, sag-ponds, triangular surfaces, alluvial fans, terraces, linear valleys, fault steeps, basins, landslides, offset rivers, occlusive ridges and pressure ridges have been formed. The old alluvial fans formed in the Bingöl Basin have increased approximately 100-200 m compared to the current alluviums as a result of active faulting and gained a stepped appearance. According to all these geomorphological and tectonic data, it was seen that the active faults in the literature for the Bingöl Basin and its surroundings were lacking, and it was understood that geomorphological data should be taken into consideration more in determining active faults for this area.