



## ULUDERE HAVZASI'NIN (BİNGÖL) JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİNDE MORFOMETRİK ANALİZLERİN KULLANIMI

**Vedat AVCI\***

**Halil GÜNEK\*\***

**Öz**

*Bu çalışmada Uludere Havzası'nın jeomorfolojik özellikleri ve bu özellikleri kazanmasında etkili olan faktörler morfometrik indisler kullanılarak belirlenmiştir. Morfometrik analizler sahaya ait 1/25000 ölçekli topoğrafya haritalarının sayısallaştırılması ile üretilen sayısal yükseklik modelinden elde edilmiştir. Bu çalışmada profil, eğim, bakı, hipsografik analizler, nisbi rölyef ve yükselti frekansı analizleri yapılmıştır. Tektonik hatlar eğim dağılımını belirlemiş, buna bağlı olarak havzanın batısında eğim değerleri yükselmiştir. Aktif fayın havzayı KB-GD yönlü kesmesi yamaçlar arasında bakı farklılığına neden olmuştur. Tektonizma KKB-GGD yamaçların sahada geniş olanlar kaplamasına sebep olmuştur. Dik yamaçlardan akarsu havzasını besleyen çok sayıda küçük akarsu doğmuş ve bu akarsular tektonik hareketlerden dolayı ötelenmiştir. Havzanın tektonik olarak çarpılması asimetrik bir şekil kazanmasını sağlamış, buna bağlı olarak doğudan akarsuyu besleyen alan genişlemiştir. Havzanın sularını drene eden Uludere tektonik hatlara yerleştiği için subsekant akarsu özelliği göstermektedir. Nispi rölyefin batıda 538 m'ye çıktığı, doğuda ise 100 m'nin altına düştüğü havzada, yükselti frekansı analizine göre en fazla tekrarlanan yükselti basamağının 2600-2700 m olduğu, bunun da genç tektonik hareketlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nisbi reliefin havzanın doğusunda azalması volkanik düzlüklerin geniş alan kaplaması ile ilgilidir. Enine profil serilerinde göze çarpan yükselti farkı ve asimetriklik havzanın şekillenmesinde tektonizma etkisinin belirgin olduğunu ve havzanın gençlik döneminde olduğunu ortaya koymaktadır.*

**Anahtar Kelimeler:** Bingöl, Uludere Havzası, jeomorfoloji, morfometrik analizler, tektonizma.

\* Yrd. Doç. Dr. Bingöl Üniversitesi, vavci@bingol.edu.tr

\*\* Yrd. Doç. Dr. Fırat Üniversitesi, hgunek@gmail.com

## THE USE OF MORPHOMETRIC ANALYSIS IN DETERMINING GEOMORPHOLOGICAL FEATURES OF ULUDERE BASIN

### Abstract

*In this study geomorphological features of Uludere Basin and the factors that are effective on gaining these features have been determined using morphometric indices. Morphometric analyses have been obtained from digital elevation model produced by the digitization of 1/25000 scale maps. In this study profile, slope, aspect, hipsographic analyses, relative reliefs and elevation frequency analysis have been done. Tectonic lines have determined the slope distribution, and the slope values in the west of the basin have increased accordingly. Active fault's cutting the basin in NW-SE direction has led to a difference in aspect between hillsides. Tectonism has caused the NNW-SSE hillsides to cover large areas in the field. A large number of small streams feeding the river basins take their sources from sharp hillsides and these streams have been offset due to the tectonic movements. Basin's tectonically oriented has enabled it to gain a shape, as a result of this the area feeding the stream from the east has expanded. Uludere draining the basin's streams indicates the feature of a subsekant stream because it has settled on tectonic lines. According to the elevation frequency analysis, in the basin, where relative relief goes up to 538 m in the west and falls below 100 m in the east, the most repeated elevation range is between 2600-2700 m and this is thought to be caused by young tectonic movements. The decline in relative relief in the east of the basin is related to the volcanic plains covering large areas. Noticeable elevation differences and asymmetry in transverse profiles indicate that the effect of tectonics is obvious on basin's taking a shape and that the basin is in its early phase.*

**Keywords:** *Bingol, Uludere Basin, geomorphology, morphometric analyses, tectonics.*

### 1. GİRİŞ

Her geçen gün jeomorfoloji çalışmalarında morfometrik analizlerin önemi artmaktadır. Bir bölgenin jeomorfolojisinde etkisi olan süreçlerin belirlenmesinde bu yöntemler önemli veri kaynağı oluşturmaktadır. Jeomorfolojik birimlere ait bilgilerin sayısal olarak bölgenin yükseklik değerlerinden (SYM-Sayısal Yükseklik Modeli) çıkarılması morfometri olarak tanımlanmaktadır. Morfometri yardımıyla elde edilen bu veriler inceleme alanındaki gerek drenajın evrimi, gerekse bu evrim üzerindeki yapısal/litolojik

kontrolün derecesi, dağılımı ve karakteri üzerine tutarlı ve hızlı bilgi edinilmesini sağlayabilmektedir (Keller ve Pinter, 2002). Morfometrik özelliklerin analizi sonucu elde edilecek kantitatif verilerle, havzaların oluşum ve gelişmesinde rol oynayan etmenler daha iyi yorumlanabilmektedir (Özdemir, 2007). Tektonik aktivitenin drenaj sistemleri üzerine etkileri, jeomorfik indislerle yapılan modellemeler ve morfometrik yaklaşımlar kullanılarak açıklanabilmektedir. Bu amaçla bir drenaj havzası içinde topoğrafyaya ait ölçülebilir parametreler (boyut-yükselti ve eğim), topoğrafya haritaları ve hava fotoğrafları üzerinden üretilen sayısal verilerden sahanın tektonikten etkilenme derecesi ortaya çıkarılabilir. Sayısal ham veri oluşturma aşamasında sayısal arazi modellemesi yöntemini izlemek, verilerin hassasiyeti açısından fayda sağlamaktadır (Erginal ve Cürebal, 2007).

Morfometrik analizler ile bir bölgenin drenaj özellikleri kolaylıkla belirlenmektedir. Drenaj özelliği ise alanda jeomorfolojik şekillenmeyi etkileyen sürecin belirlenmesini sağlamaktadır. Bunun dışında bakı özellikleri kullanılarak, jeomorfolojik aşınım döngüsündeki aşama ve topoğrafyanın oluşumu hakkında fikir sahibi olunabilmektedir (Ekinci, 2004). Bakı özellikleri değerlendirilerek sahanın hangi yöne meyillendiği tespit edilebilir (Özşahin, 2015). Jeomorfik indisler kapsamında çok sık kullanılan bir diğer parametre de hipsometrik diyagramlardır (Ekinci, 2011). Hipsometrik diyagramlar kullanılarak aşınım yüzeyleri ve plato alanları belirlenebilir (Özşahin, 2015).

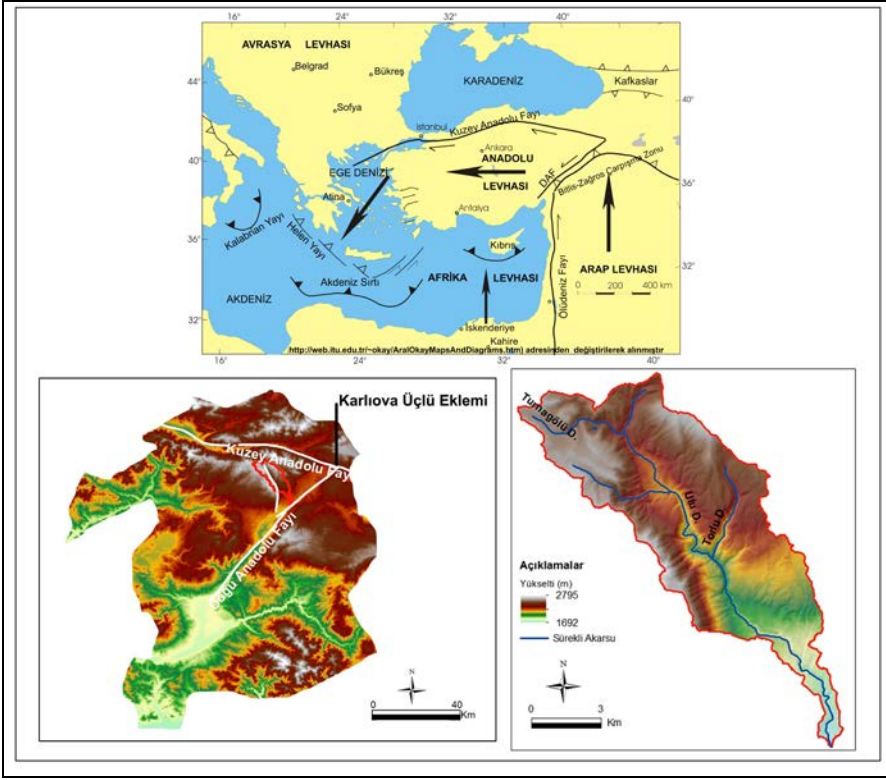
Uzun (2014), Lale Dere Havzası'nda (Yalova) bakı durumunun havzanın şekilsel yapısını gösterdiğini belirtmekte, batı yönlü yamaçların fazlalığını, Lale Deresi'nin bu kesimde vadisini ve su toplama havzasını genişletmesine bağlamaktadır. Özşahin (2015), Hoşköy Deresi Havzası'nda (Tekirdağ) hipsometrik diyagram ile aşınım yüzeyi şeklinde gelişmiş plato alanlarını

belirlemiştir. Bu çalışmada Uludere Havzası'nın jeomorfolojik özelliklerinin ortaya çıkmasında etkili olan faktörler morfometrik analizler kullanılarak araştırılmıştır.

### 1.1. ÇALIŞMA SAHASI ve GENEL ÖZELLİKLERİ

Uludere Havzası Bingöl'ün kuzeydoğusunda, Karlıova Üçlü Eklemi'nin (Karlıova Triple Junction) batısında yer almaktadır. 74,9 km<sup>2</sup> alan kaplayan havza KB-GD doğrultusunda uzamakta olup, yükselti 2795 m ile 1692 m arasında değişmektedir (Şekil 1).

Uludere Havzası'nda dağlık alanlar, vadiler ve platolar ana jeomorfolojik birimleri oluşturmaktadır. Havzanın batısında Şeytan Dağları'nın uzantıları üzerinde Kartal Tepe (2799 m) ve Barkaş Tepe (2655 m) yer almaktadır. Bu kütleler Bahçeköy Fayı ile kesildiğinden yamaçlarında fay diklikleri bulunmaktadır. Eğimin 0-53<sup>0</sup> arasında değiştiği Uludere Havzası'nda, eğim dağılışı üzerinde tektonik hareketler, buna bağlı olarak artan akarsu aşındırması, litoloji ve volkanik düzlüklerin geniş alan kaplaması etkili olmuştur. Havzanın batısında eğim değerleri doğusuna oranla daha yüksektir.

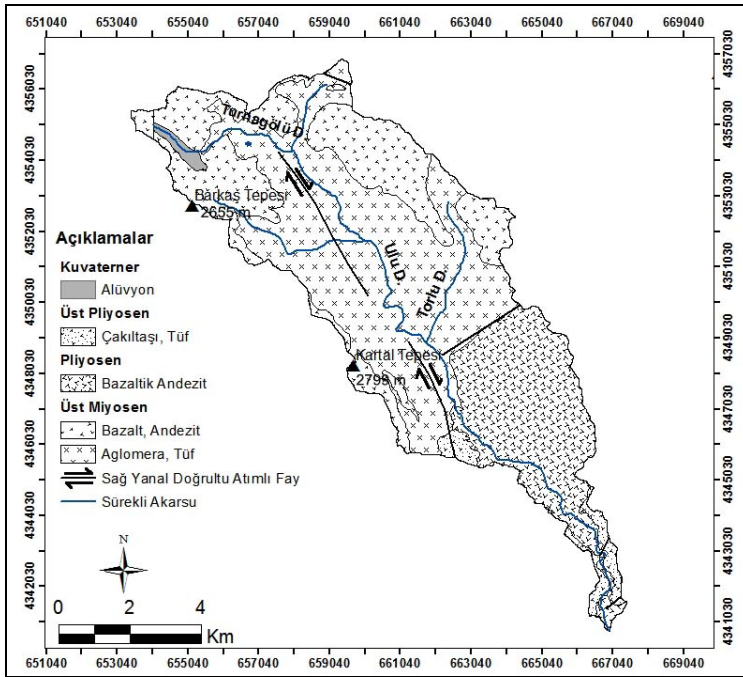


**Şekil 1.** Uludere Havzası'nın (Bingöl) Lokasyon Haritası

Uludere Havzası'nda volkanik platolar geniş alan kaplamaktadır. Bu platoların yükseltisi KB-GD yönünde azalmaktadır. Havzanın doğusunda plato sahalarının kapladığı alan fazladır. Havzanın batısında yer alan platolar Bahçeköy Fayı'na bağlı olarak çarpılmıştır. Havzanın güneyinde yer alan plato sahaları akarsular tarafından derince yarılmış olup, yamaçlarda korniş oluşumu vardır. Havzanın sularını drene eden Uludere'nin vadisinin yukarı bölümünde yükselti 2600 m'ye çıkarken, aşağı bölümünde 1700 m'ye düşmekte ve vadi çizgisel bir uzanım göstermektedir. Üst Pliyosen-Alt Pleyistosen'de devreye giren Bahçeköy Fayı'na bağlı olarak kurulan vadiye yerleşen Uludere, yaklaşık 14 km'lik bir uzunluğa sahiptir (Akyüz, Sançar ve Zabcı, 2010). Yüksek eğimli fay yamaçlarında kısa boylu yan kollar gelişmiştir. Vadinin gelişimi ile Bahçeköy Fayı arasında yakın bir

ilişki bulunmaktadır. Bahçeköy Fayı'nın meydana getirdiği alçalma-yükselme ve çarpılmalar Uludere'nin yatağına gömülmesini sağlamıştır (Avcı, 2014).

Uludere Havzası'nın büyük bir bölümünde Üst Miyosen dönemde oluşmuş aglomera, tuf ve bazaltlar yüzeylenmektedir. Kuzeyde Üst Miyosen'e ait bazalt ve andezit, havzanın güneyinde Pliyosen dönemde oluşmuş bazaltik andezit litolojii oluşturmaktadır (Tarhan, 1997; Şekil 2). Bu litolojik yapı jeomorfolojiye yansımıştır. Bazaltların yüzeylendiği alanlarda derin vadi ve kornişler oluşmuştur.



Şekil 2. Uludere Havzası'nın (Bingöl) Jeoloji Haritası

Havzanın jeomorfolojik özelliklerini kazanmasında batısından geçen Bahçeköy Fayı'nın etkisi belirgindir. Bahçeköy Fayı, Yedisu'dan (Bingöl) doğuya doğru uzanan Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF), Doğu Anadolu Fayı (DAF) ile bağlantı

kurduğu önemli kırıklardan birisidir. KB-GD doğrultusunda uzanan Bahçeköy Fayı, Göynük batısında DAF'ın Göynük Fayı'ndan ayrılmaktadır. Anadolu Bloğu'nun başlangıçtaki kuzey sınırını oluşturan Bahçeköy Fayı zaman içinde DAF boyunca olan sol-yanal hareketlerden dolayı kuzeye göç ederek önce Toklular Segmenti daha sonra da Ilıpınar Segmenti'ne geçmiştir (Herece, 2008). Bahçeköy Fayı KB-GD yönlü bir uzanımına sahip olup, Üst Pliyosen-Alt Pleyistosen sonrası gelişmiş düşey bileşeni yüksek sağ yanal doğrultu atımlıdır (Akyüz vd., 2010, Şekil 2).

Bu çalışmada uygulanan analizler sonucunda Uludere Havzası'nın profil serilerinde görülen asimetriklik, eğim değerlerinin ve bakı yönünün fayın uzanımına bağlı olarak değişmesi, nisbi rölyefin yüksek olması tektonik hareketlere bağlı oluşan genç bir havza olduğunu göstermektedir.

## 2.YÖNTEM

Bu çalışmada Uludere Havzası'na ait Sayısal Yükselti Modeli (SYM) ile jeomorfik indisler kullanılarak yapılan morfometrik analizler yardımıyla sahanın şekillenmesinde rol oynayan faktörler ortaya konulmuştur. Çalışma kapsamında yapılmış analizlerde CBS yardımıyla oluşturulan SYM kullanılmıştır. SYM, Harita Genel Komutanlığı 1/25000 ölçekli topoğrafya haritalarının sayısallaştırılması ve grid verisine dönüştürülmesiyle elde edilmiştir. Jeoloji haritası Maden Tetkik Arama Enstitüsü Erzurum J45 paftası ve arazi çalışmalarından yararlanılarak çizilmiştir. Çalışmada veri ve harita üretimi için ArcGIS 10.1, X Tools 9.2 ve Surfer 12.0 yazılımları kullanılmıştır. Çalışmada profil analizleri, eğim ve bakı analizi, hipsometrik analizler, nisbi rölyef, yükselti frekansı analizleri yapılmıştır. Profil analizleri, eğim ve bakı analizleri ile hipsometrik analizler ArcGIS 10.1 Programı Spatial Analiz Modülü kullanılarak yapılmıştır. Uludere Havzası için nisbi rölyef (yarılma derecesi) havzanın 1 km<sup>2</sup>'lik grid hücrelere bölünmesiyle elde edilmiştir. Bu işlem için zonal istatistik kullanılmıştır. Yükselti frekansını bulmak

için Uludere Havzası 1 km<sup>2</sup>'lik gridlere bölünmüş, zonal istatistik yöntemiyle her hücrenin en yüksek ve en düşük yükselteleri tespit edilip, haritalanmış ve grafik çizilmiştir.

### 3. MORFOMETRİK ANALİZLER

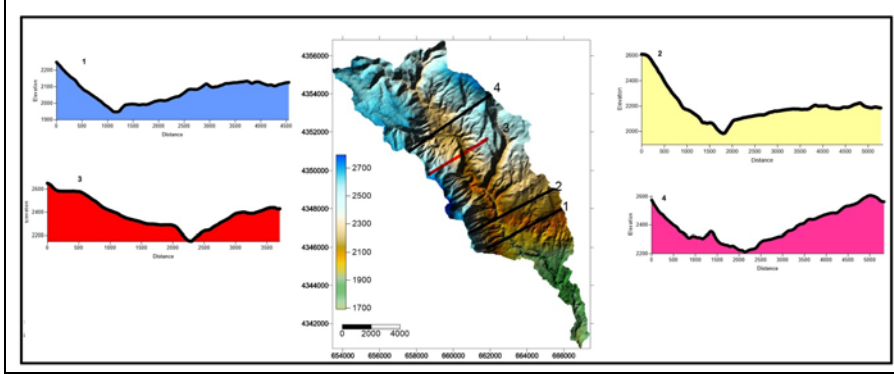
Bu bölümde Uludere Havzası'nın profil, eğim, bakı, hipsografik eğri, nisbi rölyef ve yükselti frekansı özellikleri ayrı başlıklar halinde değerlendirilmiştir.

#### 3.1. Profil Analizleri

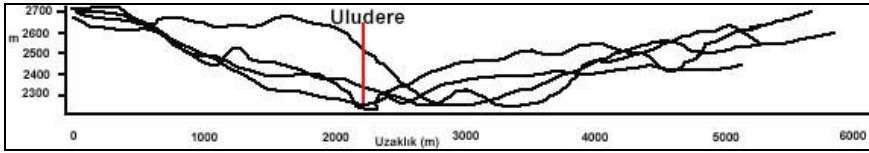
Topoğrafyanın esas karakterini ortaya koymak üzere yapılacak ilk iş profil çıkarmaktır. Bir profil hattının inişli çıkışlı olması, o sahadaki reliefin arızalı olduğunu, fazla yarıldığını gösterir. Yerçekillerinin genel uzanışına dik ve bu şekilleri kesen hatlar boyunca alınacak enine profiller topoğrafyadaki kuvvetli eğimler, eğim kırıklıkları, gençleşme ve tektonik hatlar, aşınım yüzeylerinin ve seki sistemlerinin sınıflandırılması gibi birçok konuda önemli ipuçları verirler. Ayrıca önemli akarsu vadileri boyunca vadinin uzanışına dik alınacak enine profiller, vadi yamaçlarındaki eğim şartları, taraçalar gibi birçok topoğrafik özelliğin açıklanmasında yardımcı olur (Bilgin, 2013).

Uludere Havzası için KD-GB doğrultulu profil serileri analiz edilmiştir. Profillerde, dikkat çeken önemli sonuçlardan biri vadideki gömülmenin 1000 m'ye ulaşmasıdır (Şekil 3, 4). Bu durumu ortaya çıkaran temel faktör, meydana gelen tektonik gençleşme hareketleri ile akarsuyun yatağına gömülmesidir. Gömülmenin uzun bir mesafede gerçekleşmesi de bu durumun ancak tektonik aktivite ile olabileceğine işaret etmektedir.





Şekil 3. Uludere Vadisi'nden alınan alınan enine profil kesitleri



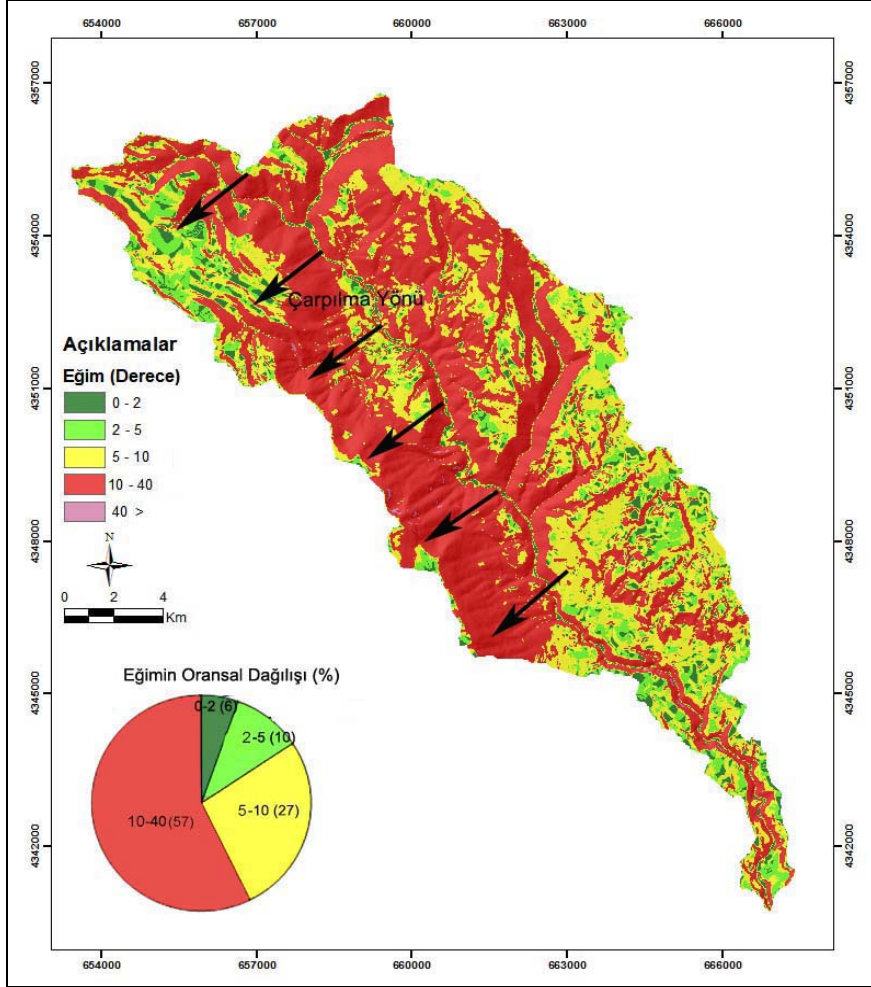
Şekil 4. Uludere Havzası'nın B-D Yönlü Profil Serilerinden Oluşan Süperimpoze (Çakıştırılmış) Profilleri

Vadinin doğu ve batı yamaçlarında eğim farklılığının fazla olması ve eğim değişkenliğinin batı yamaçlarında daha hızlı olması enine profil serilerinde görülen bu durumun da tektonik hatlardan kaynaklandığını ortaya koymaktadır.

### 3.2. Eğim Analizi

Eğim özellikleri topoğrafyanın genel karakteri, jeomorfolojik yapının çözümlenmesi ve yerşekillerinin tespiti bakımından önemli bir parametredir (Özşahin, 2015). Havza için elde edilen eğim haritasında dikkat çeken önemli sonuçlardan biri havzanın batısı ile doğusu arasında eğim değerleri arasındaki farkın belirgin olmasıdır. Eğim GB'da en yüksek değerine ulaşmaktadır. Bu

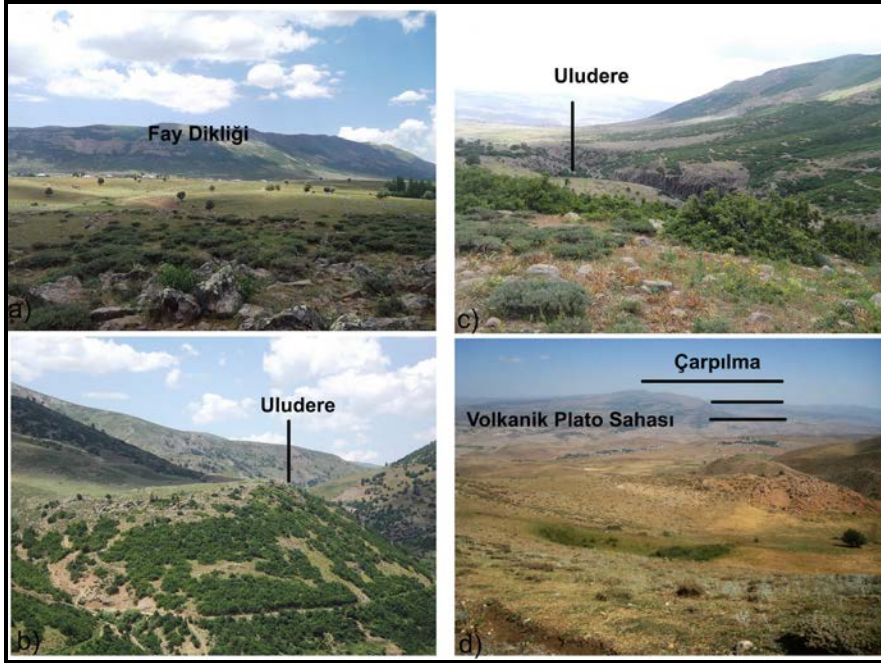
durum üzerinde havzanın KB-GD doğrultusunda çarpılmasının etkisi büyüktür (Şekil 5).



Şekil 5. Uludere Havzası'nın (Bingöl) Eğim Haritası

Havzada 10- 40° arasında eğime sahip alanlar en fazla orana (% 57) sahiptir. 5- 10° arasında eğime sahip alanlar % 27'lik bir orana sahiptir (Şekil 5). Havzada eğimin 0-5° arasında değiştiği alanların oranı % 10' dur. Eğim değerlerinin düşük

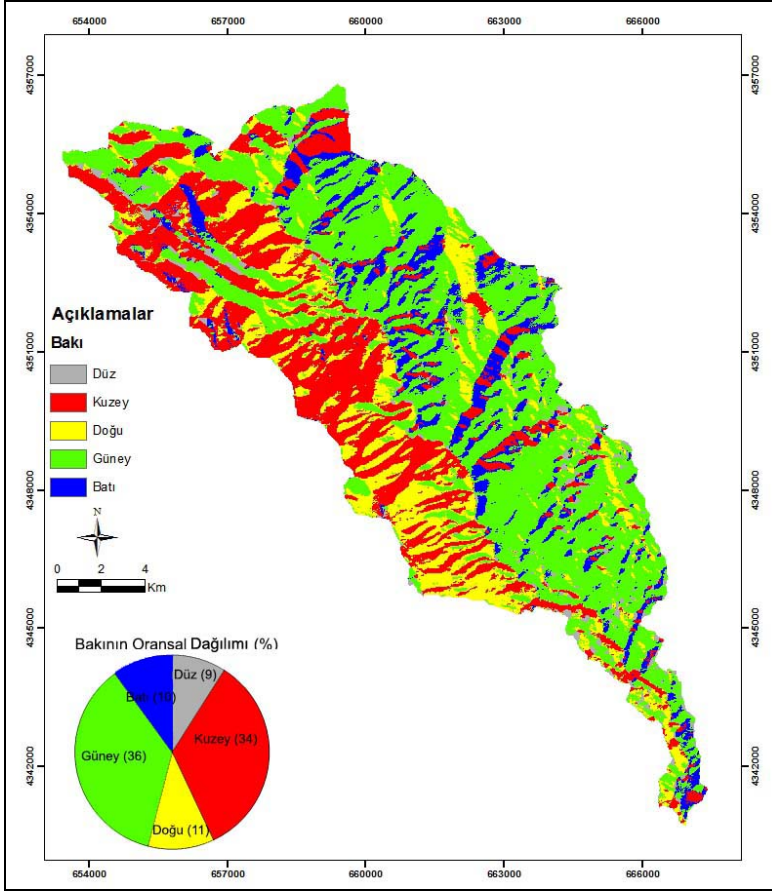
olduğu alanlar genelde morfoloji açısından olgun arazileri, yaşlı aşınım yüzeylerini göstermektedir. Uludere Havzası'nda ise eğim değerlerinin düşük olduğu sahalarda volkanik plato alanlarına karşılık gelmektedir. Havzada eğim dağılışı üzerinde tektonizma, akarsu aşındırması, litoloji ve volkanizma etkili olmuştur. Bazalt litolojiye gömülen Uludere'nin yamaçlarında eğim değerleri yükselmektedir (Foto 1b-c). Havzanın sularını drene eden Uludere'nin yatağında eğim kırıkları, havzanın batısında fay diklikleri belirgindir. Bu diklikleri oluşturan faylar yakın dönemde gençleşme hareketleri ile ortaya çıkmıştır (Foto 1a-d). Bu nedenle özellikle havzanın batısının aşınım olgunlaşmasına ve akarsu yatağının yatıklaşmasına yetecek kadar bir sürenin geçmediği, genç tektonik hareketlerin sahanın morfolojisinde belirgin bir etkiye sahip olduğu değerlendirilmektedir.



**Foto 1.** Uludere Havzası'nda Bahçeköy Fayı'na bağlı olarak oluşan fay diklikleri (a-d) ve derin vadiler(b-c)

### 3. 3. Bakı Analizi

Bakı, bir sahadaki nem, yağış, rüzgar, güneşlenme süresi ve şiddeti gibi doğal ortam özellikleri üzerinde yönlendirici rol oynamaktadır (Wilson ve Gallant, 2000). Topoğrafyadaki bakı özellikleri kullanılarak, jeomorfolojik aşınım döngüsündeki aşama ve topoğrafyanın oluşumu hakkında da fikir sahibi olunabilmektedir (Ekinci, 2004). Uludere Havzası'nda bakı üzerinde tektonizmanın etkisi belirgindir. Aktif fayın havzayı KB-GD yönlü kesmesi yamaçlar arasında bakı farklılığına neden olmuştur. KKB-GGD yönlü yamaçlar fazla alan kaplamakta olup, bu durum muhtemelen jeomorfolojik gelişim esnasında Bahçeköy Fayı'nın oluştuğu dönemde sahanın ilgili yönlere doğru çarpılmasıyla alakalıdır. Bakı haritası aynı zamanda KB-GD doğrultulu Bahçeköy Fayı'nı da net olarak göstermektedir (Şekil 6). Havzanın doğusunda güney yönlü yamaçlar fazla alan kaplamakta, su toplama alanı genişlemektedir. Havzanın batısında farklı yönlere yönelen bir akarsu şebekesi doğmuştur. Bu akarsular kısa boylu olup, ana akarsuya dik ve dike yakın açılarla kavuşan, arazinin ve onu oluşturan tabakaların eğimine uygun bir yönde akan konsekant akarsulardır. Havzada kuzeye bakan yönlerin oranı % 34 iken, güneye bakan yamaçların oranı % 36'dır (Şekil 6). Bu oransal dağılım da fayın etkisini göstermektedir. Yamaçlar arasında bakı farklılığı aşınmaya ve vadi derinliğine neden olmuştur. Genel olarak güney yönlü yamaçlarda vadi derinliği kuzey yönlü yamaçlara oranla daha fazladır. Bu durum güney yönlü yamaçların hava kütlelerine dönük olması ve fazla yağış alması ile ilgilidir.



Şekil 6. Uludere Havzası'nın (Bingöl) Bakı Haritası

### 3.4. Hipsografik Analizler

Yeryüzündeki herhangi bir yerin deniz seviyesinden itibaren mevcut yüksekliği o yerin bütün coğrafi şartlarının oluşumunda etkilidir. Herhangi bir sahanın yükseltisi o sahanın bütün coğrafi olaylarını (iklim, morfoloji, tektonizma, ulaşım, nüfus, yerleşme, turizm, vb.) sahadaki tüm beşeri ve ekonomik faaliyetleri etkilemektedir. Yükseklik kuşakları veya katmanları analizleri, bir coğrafi bölgeyi oluşturan topoğrafyanın deniz yüzeyinden olan yükseklik

değişimlerinin incelenmesi, periyodik aralıklarla yükseklik değişimlerinin saptanması, ortalama yüksekliklerin bulunarak, bulunan değerlerin nedenlerinin bilimsel veriler kapsamında analiz edilmesidir (Yıldırım ve Karadoğan, 2009).

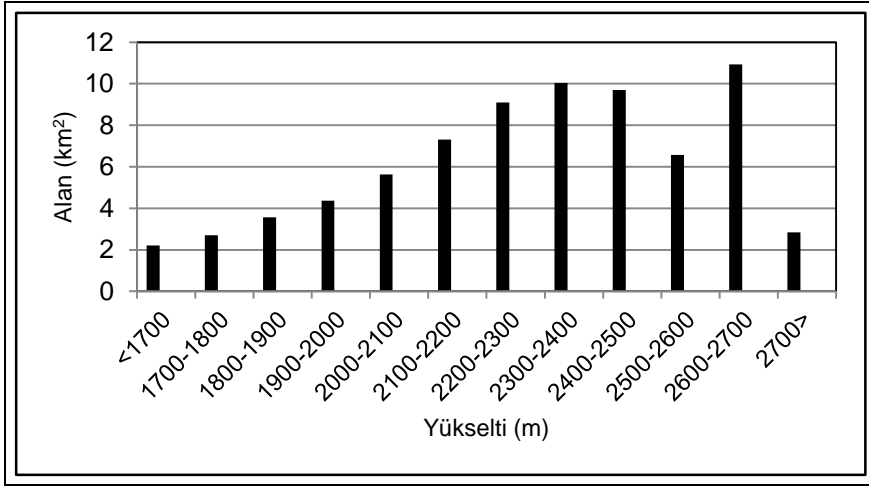
Uludere Havzası'nda yükselti 1692 m ile 2795 m arasında değişmektedir. Havza alanının 74,9 km<sup>2</sup> olduğu düşünüldüğünde bu yükselti değişiminin çok fazla olduğu dikkati çekmektedir. Yükseltinin KB-GD yönlü azalışı da dikkate alındığında bu durum tektonik hatların etkisinin belirgin olduğunu ortaya koymaktadır. Çünkü havza aynı doğrultuda uzanan Bahçeköy Fayı tarafından kesilmiştir. Havzada 2500 m'nin üzerinde yer alan yükseltelerin oranı % 40'ın üzerinde olup, 2600-2700 m yükselti basamağı fazla alan kaplamakta, yükselti genel olarak KB'ya doğru artmaktadır (Tablo 1, Şekil 7)

**Tablo 1. Uludere Havzası'nda Yükselti Basamakları ve Kapladıkları Alanlar**

Yükselti Basamakları (m)	Alan (km <sup>2</sup> )	Toplam Alana Oranı (%)
<1700	2,2	2,6
1700-1800	2,7	2,7
1800-1900	3,5	4,6
1900-2000	4,3	5,7
2000-2100	5,6	7,4
2100-2200	7,3	9,7
2200-2300	9,1	12,1
2300-2400	10	13,3
2400-2500	9,7	12,9
2500-2600	6,5	8,6
2600-2700	10,9	14,6
2700-2795	2,8	3,7
Toplam	74,9	100

Havzada 2500 m'den sonra en yüksek volkanik platolar, 2250-2500 m yükselteleri arasında yüksek volkanik platolar, 2000-2250 m yükselteleri arasında alçak volkanik platolar görülmektedir. En yüksek ve yüksek volkanik platolar Bahçeköy Fayı tarafından kesilmiştir. En yüksek volkanik platoların doğuya bakan yamaçlarında fay diklikleri görülmektedir.

Havzayı şekillendiren tektonik hatların Üst Pliyosen-Alt Pleyistosen'de ortaya çıkması (Akyüz vd., 2010) ve Kuvaterner'in diğer dönemlerinde meydana gelen gençleşmeler ortalama yükseltinin fazla ve 2600-2700 m basamağının geniş alan kaplamasını sağlamıştır. Bu tektonik hatlarda meydana gelen gençleşmeler akarsu şebekesine de yansımış ve ötelenmeler meydana gelmiştir. Bunun yanında fay vadileri, fay diklikleri ve litolojinin de elverişli olmasıyla oluşan kornişler tektonizmanın etkisini kanıtlamaktadır.

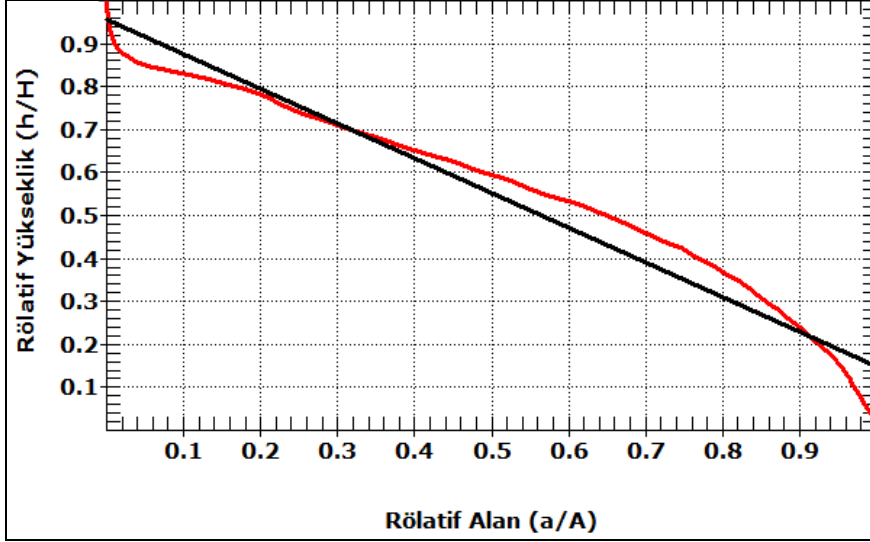


**Şekil 7.** Uludere Havzası'nda Yükselti Gruplarının Alansal Dağılımı

Uludere Havzası'nda yükseltinin alansal dağılışımdan faydalanarak hipsometrik eğri analizi yapılmıştır. Bu sonuçlardan sahanın genel jeomorfolojik özelliklerinden yükselti katlarının alansal dağılışı, ana jeomorfolojik birimler ve aşınım yüzeylerinin genel karakteri tespit edilebilir (Ekinci, 2011).

Hipsometrik eğri nispi yükseltinin nispi alana oranından (Strahler, 1952; Pike ve Wilson, 1971) yararlanılarak çizilmektedir. Uludere Havzası'nın hipsometrik eğrisi dış bükey bir durum göstermektedir. Bu özelliği ile genç oluşumlu bir

havza olduğu, eğrinin başlangıcında görülen eğim kırıklığı fayı ve bazalt litolojiji göstermektedir (Şekil 8).

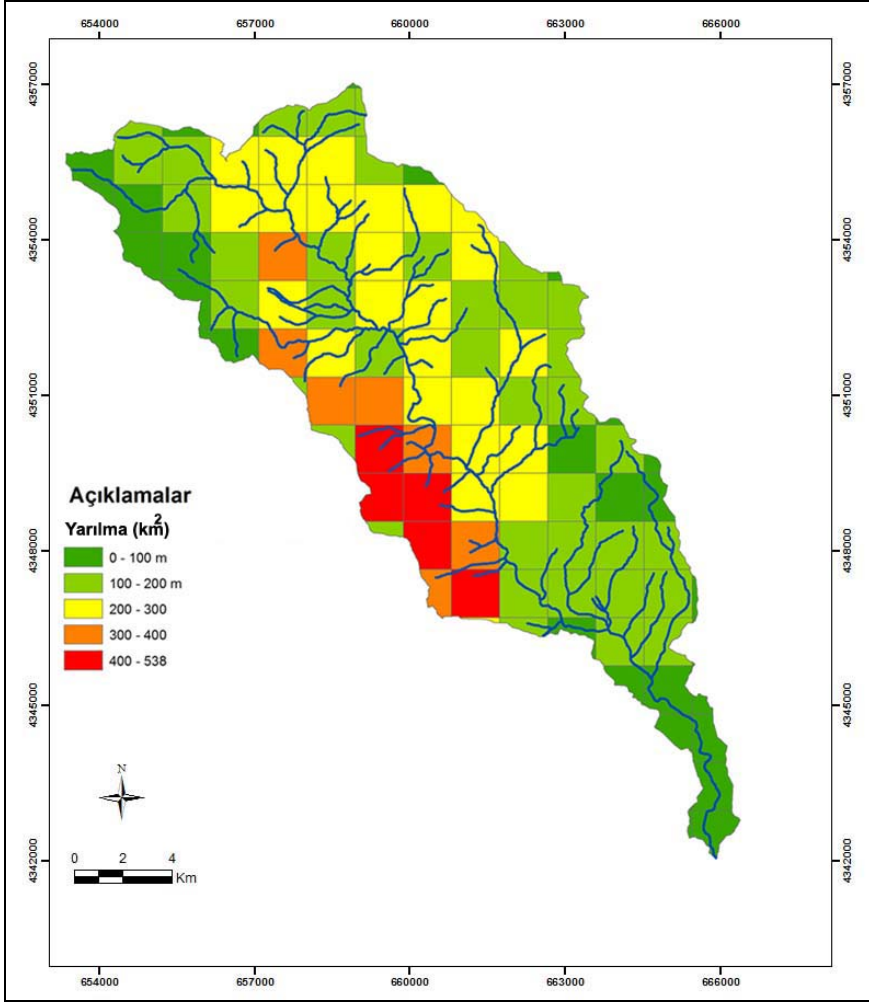


Şekil 8. Uludere Havzası'nın Hipsometrik Eğrisi

### 3.5. Nisbi Rölyef (Relative Relief) Analizleri

Nisbi rölyef analizleri herhangi bir yerde en alçak ve en yüksek nokta arasındaki yükselti farkının bulunmasına dayanmaktadır. Morfolojik gelişim sırasında geriye aşınım dalgası kaynak tarafına doğru ilerler ve bunun neticesinde akarsular vadilerini gittikçe derinleştirir. Bu suretle vadi tabanları ile bu vadilerin gömüldükleri topoğrafya yüzeyi veya zirveler arasındaki yükselti farkı zamanla artar. Relief amplitüdü olarak ifade edilen bu farkın tespiti, bir sahadaki yarılma derecesini ortaya koyar (Bilgin, 2013). Uludere Havzası'nda nisbi rölyef, 0-538 m arasında değişmekte olup, güneybatıda en yüksek değerine ulaşmaktadır (Şekil 9).





Şekil 9. Uludere Havzası'nda (Bingöl) Rölyef Amplitüdü

Havzada faylanmaya bağlı olarak batıda meydana gelen dik eğimli yamaçlardan doğan akarsular diklikleri yarmaya başlamıştır. Güneybatıda yarıma en fazladır. Doğuda volkanik plato alanlarında ise yarıma düşüktür.

#### 4.6. Yükselti Frekansı Analizi

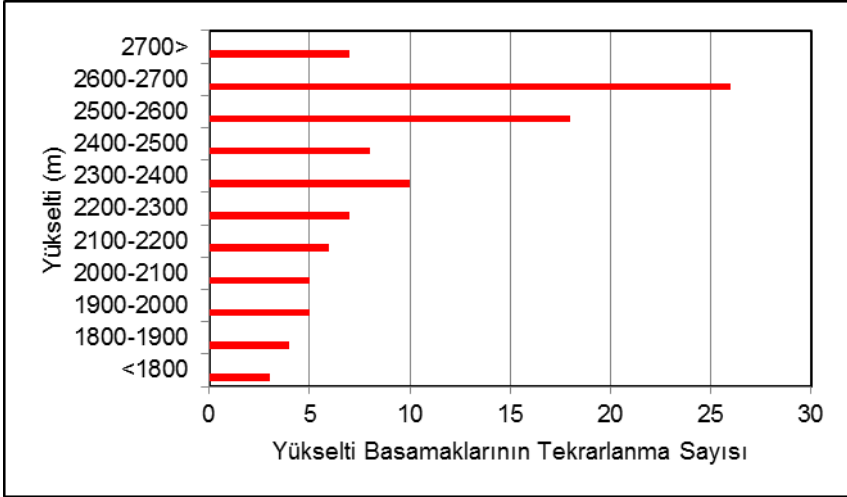
Jeomorfoloji araştırmalarında aşınım yüzeylerini tespit etmek ve bu yüzeyler arasındaki yükselti ilişkilerini karşılaştırmak amacıyla uygulanan bu metod Bauglig (1926) tarafından geliştirilmiştir. Çünkü bazı yükselti değerleri topoğrafyada sıklıkla tekrar etmektedir. Bu tekrarlar aşınım yüzeylerinin uzandığı yükselti değerlerini işaret etmektedir (Bilgin, 2013).

Yükselti frekansı analizleri önce harita üzerinde uygulanır ve daha sonra bir grafik veya frekans eğrisine dönüştürülür. Yükselti frekansı metodu iki şekilde uygulanır: Birinci metotta belirli yükselti kademeleri arasına rastlayan tepe ve zirveler sayılarak bunların sayısı bir tablo şeklinde tespit edilir. Daha sonra yükselti frekansı grafiğinde yüzde değerlerine göre yerlerine konarak bir eğri ile birleştirilir. Böylece daha fazla frekansa sahip yükseltilerin bir aşınım yüzeyini parçalayarak tepe haline geldiği ya da zirveler şeklinde korunduğu anlaşılır.

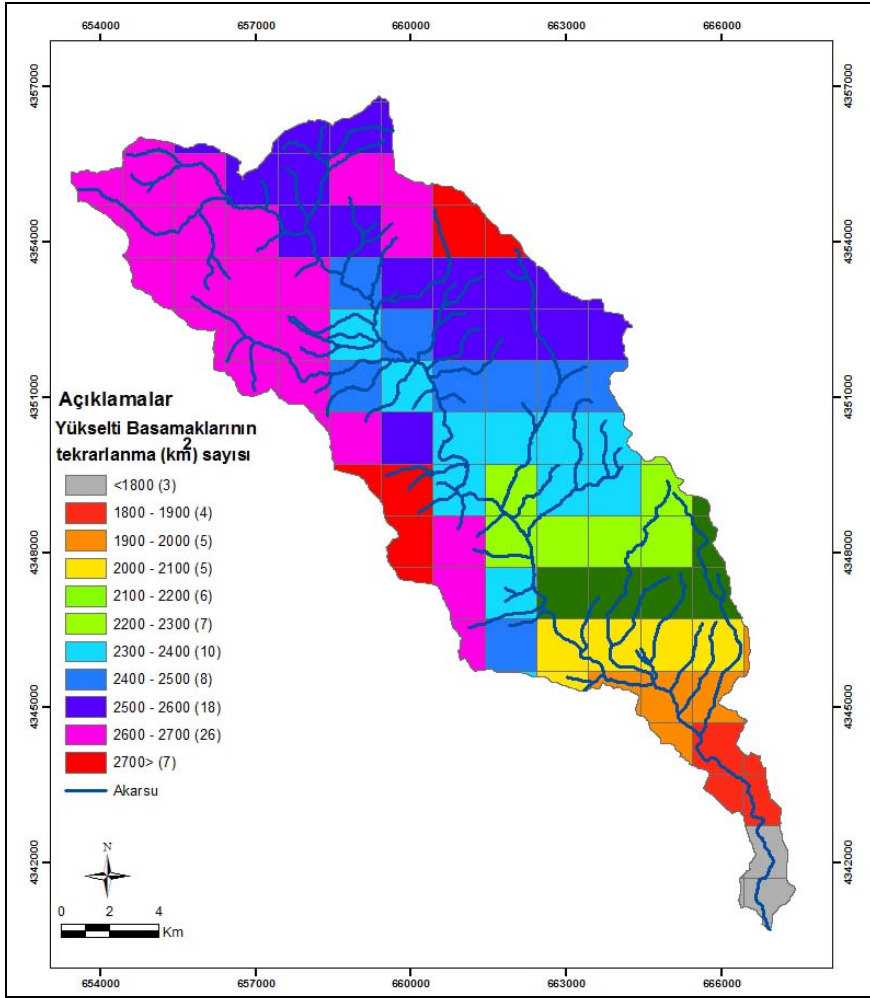
İkinci metotta haritada ilgili saha eşit büyüklükte küçük karelere bölünerek analiz yapılır. Böylece tepe ve zirveleri seçme yerine, rastgele her yer hesaba katılmış olur. Sırasıyla her karede mevcut en yüksek tepenin yükseltisi tespit edilir. Böyle bir tepe veya zirve yoksa, o takdirde kare içindeki en yüksek izohipsin yükseltisi hesaba katılır. Hazırlanan bir grafik ya da histogramla gösterilir (Bilgin, 2013).

İkinci metod kullanılarak yapılan yükselti frekansı analizine göre 2600-2700 yükseltisi en sık tekrarlanan basamaktır. Bu yükselti basamağı en yüksek volkanik plato sahasına karşılık gelmektedir. Bunun sonucunda yüksek volkanik platolar geniş alan kaplamaktadır. Bu platolar faylanma etkisiyle çarpılmıştır. Yine yükseltinin KB-GD doğrultusunda önemli ölçüde azaldığı yükselti frekansı

haritasında görülmektedir. Bu durum KB-GD yönlü tektonik hatlara bağlı oluşmuş bir durumdur (Şekil 10, 11).



Şekil 10. Uludere Havzası'nda Yükselti Frekansı Grafiği



Şekil 11. Uludere Havzası'nda (Bingöl) Yükselti Frekansı

## 5. SONUÇ

Morfometrik analiz sonuçlarına göre, Uludere Havzası'nın oluşum ve gelişiminde tektonik hareketler birinci derecede etkili olmuştur. Bu durum yükselti basamaklarının kapladığı alan, havza içindeki yükselti farkı, eğim ve baki özellikleri, hipsometrik eğri, drenaj şebekesi ve asimetrik vadi şekli ile kanıtlamaktadır. Uludere havzasında önemli bir yükselti farkı bulunmakta, bu

fark havzanın batısı ile doğusu arasında belirginleşmektedir. Havzada yükseltinin KB-GD yönünde azalışı tektonik hatların uzanışına paraleldir. Rölyef amplitüdü 538 m'yi bulmakta, batıda yükselti değişkenliği ani olmaktadır. Havzada yükselti basamaklarının oransal dağılımı ve dış bükey şekil gösteren hipsometrik eğri havzanın yükselmeye uğradığını ve ana akarsuyun tektonik hatta yerleşerek dar ve derin vadisini oluşturduğunu kanıtlamaktadır. Derine aşındırma faaliyetleri ile gömülme bazı yerlerde 1000 m'ye yaklaşmıştır. Havzada KB-GD doğrultusunda dik yamaçlarda eğim değerleri artmaktadır. Havzada eğim dağılışı tektonizma, akarsu aşındırması, litoloji ve volkanizma etkisindedir. Tektonizma akarsu havzasının şeklini de etkilemiş, doğudan su toplama alanı genişlerken batıda daralmıştır. Havzanın batısında dik yamaçlardan çok sayıda akarsu kaynaklanmaktadır. Bu yamaçlarda yarıntı erozyonu başlamış, ancak bu akarsuların genç olmaları aşınmanın ileri boyutlara ulaşmasına imkân vermemiştir. Yapılan analizler Uludere Havzası'nın tektonik hareketlerden etkilenen, genç bir havza olduğu ve jeomorfolojik özelliklerin halen tektoniğin denetiminde olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır.

**KAYNAKÇA**

- 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.
- Avcı, V. (2014). *Karlıova Havzası ve Çevresinin (Bingöl) Genel ve Uygulamalı Jeomorfolojisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.
- Bilgin, T. (2013). *Genel kartoğrafya-II*. İstanbul: Filiz Kitabevi.
- Ekinci, D. (2004). *Gülüç Çayı Havzası'nın Uygulamalı Jeomorfolojisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Ekinci, D. (2011). *Safranbolu ve çevresinin jeomorfoloji özellikleri*. İstanbul: Titiz Yayınevi.
- Erginal, A. E. ve Cürebal, İ. (2007). "Soldere Havzası'nın Jeomorfolojik Özelliklerine Morfometrik Yaklaşım: Jeomorfik İndisler ile Bir Uygulama." Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 17: 203-210.
- Erol, O. (1993). "Ayrıntılı Jeomorfoloji Haritaları Çizim Yöntemi." İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni, 10: 19-37.
- Herece, E. (2008). *Doğu Anadolu Fayı Atlası*. Ankara: Maden Tetkik Arama Enstitüsü.
- Keller, E. A. ve Pinter, N. (2002). *Active tectonics: Earthquakes, uplift, and landscape*. New Jersey: Prentice Hall.
- Özdemir, H. (2007). *Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi*. Yayınlanmamış doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Özşahin, E. (2015). "Hoşköy Deresi Havzası'nın (Tekirdağ) Jeomorfometrik Özellikleri." International Journal of Social Science, 33: 99-120.

- Pike, R. J. ve Wilson, S. E. (1971). "Elevatio-Relief Ratio Hypsometric Integral and Geomorphic Area-Altitude Analysis." Geological Society American Bulletin, 82: 1079-1084.
- Strahler, A. N. (1952). "Hypsometric (area-altitude curve) Analysis of Erosional Topography." Geological Society of America Bulletin, 63: 1117-1141.
- Tarhan, N. (1997). *1/100000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Erzurum G 31 ve G 32 Paftaları*. Ankara: Maden Tetkik Arama Enstitüsü Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi.
- Uzun, M. (2014). "Lale Dere (Yalova) Havzası'nın Jeomorfolojik Özelliklerinin Jeomorfometrik Analizlerle İncelenmesi." Route Educational and Social Science Journal, 1(3): 72-88.
- Wilson, J. P. ve Gallant, J. C. (2000). *Terrain analysis; principles and applications*. USA: John Wiley&Sons Inc.
- Yıldırım, A. ve Karadoğan, S. (2009). "Dicle Üniversitesi Kampüs Alanının Jeomorfolojik Özelliklerinin Belirlenmesinde Morfometrik Analizler." Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 1: 48-69.

### EXTENDED ABSTRACT

Reliable facilities provided by the Geographic Information Systems have allowed the morphometric analysis to produce quick and objective results. Morphometric analyses provide important information about geomorphological evolution of an area. In this study geomorphological features of Uludere Basin and the factors that are effective on gaining these features have been determined using morphometric indices. Uludere Basin, which is placed on this study, is located in the northeast of Bingol. Covering 74,9 km<sup>2</sup> of an area, basin is extended in NW-SE direction and altitude ranges from 2795 m to 1692 m.

In the basin, where slope ranges between 0-53°, tectonic activities and increasing river corrosion as a result of this, and volcanic plains have been effective on slope distribution. In the west of the basin slope values are higher than those in the east. Draining the waters of the basin, Uludere settles in its valley formed by Bahcekoey Fault and shows a linear extension. There is a close relationship between Bahcekoey fault and the development of the valley. Descent-rise and distortions caused by Bahcekoey Fault have led Uludere to be embedded in its valley. In a large part of Uludere Basin, Upper Miocene agglomerate, tuffs and basalts come up to the surface. In the north, Upper Miocene basalt and andesite, while in the south of the basin Pliocene basaltic andesite form lithology. This lithological structure has reflected on the geomorphology. In the areas, where basalts surface, deep valleys and cornices has been formed. On gaining its geomorphological features, the effect of Bahcekoey fault passing from its north is significant. Being right-lateral strike-slip, Bahcekoey fault reaches the East Anatolian Fault in Goynuk Valley. Vertical slip goes up to 1000 m along the fault.

The impact of Bahcekoey Fault is large on the formation and development of the basin. In this study profile and slope analyses, aspect analysis, hipsographic analysis, the relative reliefs and elevation frequency analysis have been done. For Uludere Basin, these analyses have been done using Digital Elevation Model (DEM). DEMs are created with the aid of Geographical Information Systems. Digital elevation model have been obtained by digitization of 1/25000 scale topographic maps of General Command of Mapping (GCM) and converting them to grid data. 3D Analyst Module of ArcGIS 10.1 has been used for this operation. Profile, slope, aspect analyses and hypsometric analysis have been done using Digital Elevation Model and Spatial Analyst-Surface Module of ArcGIS 10.1. Relative relief (split level) for Uludere basin has been obtained by dividing the basin into 1 km<sup>2</sup> grid cells and using zonal statistics. In order to find



elevation frequency Uludere basin has been divided into 1km<sup>2</sup> cells and with the zonal statistical method the highest and lowest elevations of each cell has been identified and mapped, and then the graphic has been drawn. According to the results of this analysis, in the basin there is a significant difference between high plains and low areas and it has been determined that this change was caused by tectonic movements. Active fault's cutting the basin in NW-SE direction has led to a difference in aspect between hillsides. Tectonism has caused the NNW-SSE hillsides to cover large areas in the field. A large number of small streams feeding the river basins take their sources from sharp hillsides and these streams have been offset due to the tectonic movements. Basin's tectonically oriented has enabled it to gain a shape, as a result of this the area feeding the stream from the east has expanded. Uludere draining the basin's streams shows the feature of a subsekant stream because it has settled on tectonic lines. According to the elevation frequency analysis, in the basin, where relative relief goes up to 538 m in the west and falls below 100 m in the east, the most repeated elevation range is between 2600-2700 m and this is thought to be caused by young tectonic movements. According to the results of morphometric analysis, tectonic movements have been primarily effective on the formation and development of the Uludere basin. The area covered by altitude levels, elevation difference in the basin, hypsometric curve, drainage network and the asymmetric shape of the valley are the evidence of this case. There is a significant elevation difference in Uludere Basin and this difference becomes evident between the west and east of the basin. The decrease in elevation in NW-SE direction in the basin is parallel to the extension of tectonic movements. The proportional distribution of altitude levels in the basin and hypsometric curve showing a convex shape proves that the basin has risen and the main stream has formed the narrow and deep valley of its own by settling on tectonic line. Slope values on sharp sides in NW-SE direction increase. Slope

distribution in the basin is influenced by tectonics and volcanism. The analyses having been done show that Uludere Basin is a basin affected by tectonic movements, newly formed and that the geomorphological features are still in control of tectonics.