



# M D A G

MULTIDISCIPLINARY  
APPROACHES WITH GEOGRAPHY

Başvuru 21.12.2023 Received | Kabul 12.03.2024 Accepted  
E-ISSN: 2980-1141 | <https://www.mdag.com.tr>  
Cilt 2, Sayı 1 (2024), ss. 1-21  
Doi., 10.29329/mdag.2024.649.1



## Atf Bilgisi / Reference Information

Çakıröz Ebru, S., ve Karataş, A. (2024). Karkarçay Havzası'nın Rölyef Özelliklerinin Morfometrik Analizleri Kullanarak İncelenmesi ve Mühendislik Jeomorfolojisi Açısından Yorumlanması. *Multidisipliner Yaklaşımlarla Coğrafya Dergisi*, 2(1), 1-21, <https://doi.org/10.29329/mdag.2024.649.1>

## Karkarçay Havzası'nın Rölyef Özelliklerinin Morfometrik Analizleri Kullanarak İncelenmesi ve Mühendislik Jeomorfolojisi Açısından Yorumlanması

Investigation of the Relief Features of the Karkarçay River Basin Using Morphometric Analysis and Interpretation in Terms of Engineering Geomorphology

Saliha Ebru Çakıröz

Arş. Gör., Marmara Üniversitesi, [ebru.cakiroz@marmara.edu.tr](mailto:ebru.cakiroz@marmara.edu.tr)

Atilla Karataş

Doçent., Marmara Üniversitesi, [atilla.karatas@marmara.edu.tr](mailto:atilla.karatas@marmara.edu.tr)

## ÖZET

Karkarçay Havzası, Azerbaycan'ın batısındaki Karabağ bölgesinde yer alan bir havza olup yakın zamanda Ermenistan işgalinden kurtarılmıştır. Hocalı, Şuşa ve Hankendi gibi kadim şehirlerin bulunduğu bu sahada imar faaliyetlerinin hız kazanacağı düşünüldüğünde, inşaa faaliyetlerinin sıhhatli bir biçimde yürütülmesi elzemdir. Bu bakımdan havza içinde öncelikli olarak rölyefin mahiyeti ortaya konulmalı, daha sonra buna uygun inşaa süreci yürütülmelidir. Bu amaçla kaleme alınan çalışmada rölyef, morfometrik analizler vasıtası ile değerlendirilmiş, analizler sonucunda hangi bölgede ne gibi sorunlar yaşanacağı öngörülmüştür. Alansal, yüzeysel ve çizgisel olmak üzere üç başlık altında toplanan analiz ve değerlendirmeler sonucunda havzanın memba kısmı ile mansap kısmı arasında farklı süreç ve sorunların var olduğu gözükür. Buna göre özellikle eğim, yükselti, aşınım süreçleri ve vadi yoğunluğu gibi unsurlar zemin stabilitesi açısından önem arz etmektedir. Öyle ki eğim koşulları havzanın yukarı kesiminde önemli bir problem iken aşağı kesimde vadi yoğunluğu ve drenaj sistemi ile alakalı sorunlar görülmektedir

**Anahtar Kelimeler:** Jeomorfoloji, Mühendislik Jeomorfolojisi, Karabağ, Karkarçay Havzası, Morfometrik Analiz, Azerbaycan

## ABSTRACT

The Karkarçay River Basin is located in the Karabakh region in western Azerbaijan and was recently liberated from Armenian occupation. Ancient cities such as Khojaly, Shusha and Khankendi are located in this region. In the near future, development activities in this region would gain momentum, and construction activities would need to be carried out properly. In this regard, the relief features within the basin should be identified first and the appropriate construction process should be carried out. In this study, the relief was evaluated through morphometric analyses, and as a result of the analyses, it was predicted what kind of problems would occur in the region. It was examined under three main headings: areal, superficial and linear. As a result of analysis and evaluations, it appears that there are different processes and problems between the upstream and downstream parts of the basin. In particular, factors such as slope, elevation, erosion processes and valley density are important for ground stability. While slope conditions are a significant problem in the upper part of the basin, problems related to valley density and drainage system are observed in the lower part.

**Keywords:** Geomorphology, Engineering Geomorphology, Karabakh, Karkarçay River Basin, Azerbaijan



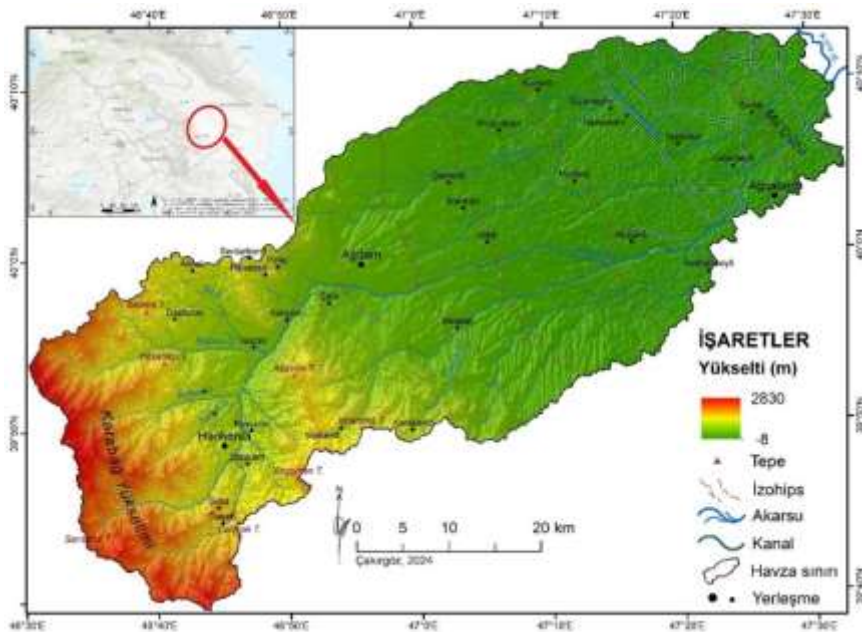
## GİRİŞ

Karkarçay Havzası, Azerbaycan'ın merkezi kesimi ile Dağlık Karabağ'ı birbirine bağlayan bir güzergahta yer almakta Kura Nehri'nin kollarından biridir. Kaynağını Küçük Kafkas Dağları'nın yamaçlarından alan akarsu kabaca kuzeydoğu – güneybatı doğrultusunda uzanarak Kura Nehri ile birleşir (Şekil 1). 30 yıl boyunca Ermenistan'ın işgali altında olan bölge, 2020 yılının kasım ayında yaşanan II. Karabağ Savaşı ile yeniden Azerbaycan topraklarına katılmıştır.

Bölgenin siyasi durumu bir yana bırakılırsa fiziki özelliklerinin de oldukça ilgi çekici olduğu görülür. Özellikle havzanın kendi içinde geniş yelpazede çeşitliliğe sahip olması jeomorfolojik yapıyı doğrudan etkiler. Bölgede aynı anda farklı jeolojik birimler bulunması, tektonik hareketlilik ve farklı iklim koşullarının yaşanması zıtlıklar barındırırken farklı bir ahengin oluşmasını sağlamıştır. Morfolojideki bu farklılıklar çeşitliliği artırmış ve yorumlamak güç hale gelmiştir. Bu nedenle izah kısmında morfometrik analizlerden istifade edilmiştir.

Rölyef özelliklerinin derinlemesine incelendiği ve büyük - yüksek - dar ve derin gibi nitelermelerin yerini niceliksel ifadelerle bıraktığı, bu yolla herkes tarafından aynı şekilde anlaşılan nesnel verilerin ortaya konulduğu morfometrik analizler, çalışmada önemli bir yer tutar. Her şeyden önce topografyanın jeomorfolojik evrimini açıklamak, hangi aşamada olduğunu anlamlandırmak ve şekillendirici etken ve süreçleri doğru değerlendirmek morfometrik analizler ile mümkün hale gelir. Bu bakımdan Karkarçay Havzası da yüzeysel, çizgisel ve alansal parametreler olmak üzere üç analiz grubu altında incelenmiştir. Her bir kategorinin alt başlıkların belirlenmesi ise mühendislik jeomorfolojisine katkı sağlayacak biçimde seçilmiştir. Böylece havzanın morfolojik nitelikleri, göreceli kavramlarla ifade edilmek yerine kantitatif söylemlerle desteklenmiştir. Bu veriler ise jeomorfolojik süreç ve sorunların hangi noktada yoğunlaştığı, nerede tehlike arz ettiğini, nerede göz ardı edilebilir olduğunu değerlendirmek ve geleceğe yönelik tahminlerde bulunmak için iyi bir yoldur.

Aynı amaca hizmet eden ve coğrafya temelli bir disiplin olan mühendislik jeomorfolojisi ise jeomorfolojik oluşum, evrim ve süreçleri, beşerî – fiziki ilişkiler kapsamında değerlendirerek hem oluşum ve süreçlerin boyutlarını inceleyen hem de mühendislik faaliyetlerini yer seçimi konusunda yönlendiren çok bileşenli bir çalışma alanıdır (Turan ve Karataş, 2019). Bu açıdan bakıldığında mühendislik süreçlerini yorumlarken morfometrik analizlerin çıktılarını kullanmak önemli bir destek sağlar.



Şekil 1. Karkarçay Havzası'nın lokasyon ve topografya haritası



## AMAÇ VE YÖNTEM

Karkarçay Havzası'na ait rölyef özelliklerini ortaya koyarak halihazırda işleyen jeomorfolojik süreçlerin hangi aşamada olduğunu, morfolojik evrim açısından ne ifade ettiğini ve mühendislik faaliyetlerine olan etkisini izah etmek üzere kaleme alınan bu çalışmada ilgili analizlerin yapılabilmesi amacıyla önce sahaya ait Sentinel kaynaklı, 10 metre çözünürlüklü DEM verilerine (Sayısal yükselti modeli) erişilmiştir. Araştırma bölgesini üç boyutlu olarak ele almayı sağlayan bu verinin ArcGIS 10.3 paket programında işlenmesi ile çeşitli analizler yapılmıştır. Her bir morfometrik analiz kendi içinde süreçlere sahip olup ilgili başlık altında değerlendirilmiştir. Çizgisel, alansal ve yüzeysel olmak üzere üç grupta toplanan söz konusu analizler kendi içlerinde değerlendirmeye tabi tutulup mühendisliğin icrası sürecinde ne gibi problemlere yol açabileceği konusunda öngörüler elde edilmiştir. Bunun dışında arazi çalışmaları ile de çalışmalar desteklenmiş, yerinde müşahede edilmiştir.

## BULGULAR

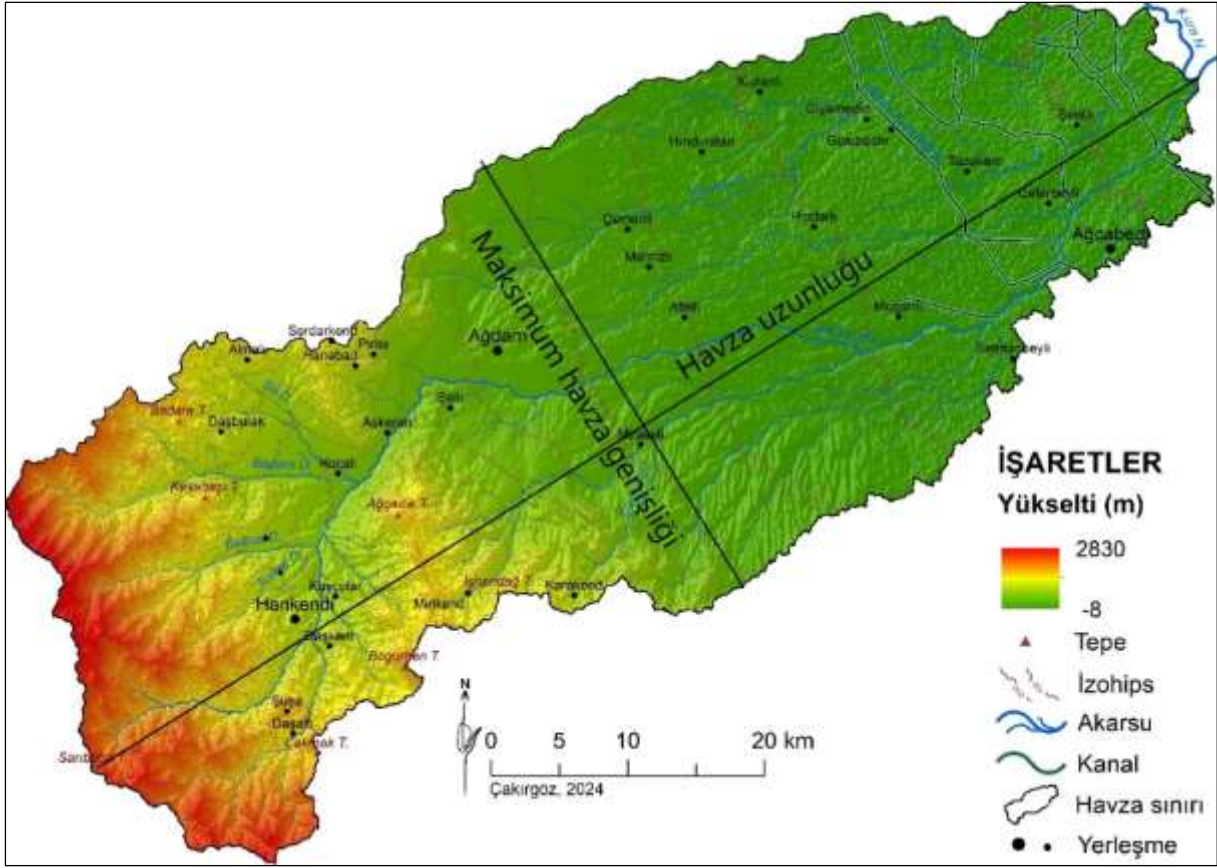
### Çizgisel Parametreler

Çizgisel parametreler, adından da anlaşılacağı üzere çalışılan havzaya dair birtakım çizgisel özellikteki verilerin işlenmesi ve değerlendirilmesine dayanır. Bu tür analizlerle irdelenen şey daha çok havzanın ya da drenaj hatlarının uzunluğuna dair verilerdir. Karkarçay Havzası'nın çizgisel açıdan değerlendirilmesi için havza uzunluğu, maksimum havza genişliği ve ana akarsu uzunluğu analizleri seçilmiş olup edinilen sonuçlar ilgili başlıklar altında verilmiştir.

#### *Havza Uzunluğu*

Bir havzanın değerlendirilmesinde önde gelen parametrelerden biri havza uzunluğu olup havzanın azametinin ve şeklinin nesnel bir biçimde izahı için gereklidir. Ancak havza uzunluğu analizi doğrudan havzanın uzunluğunu ölçüp buna göre birtakım yorumlamalar yapmaktan ziyade farklı morfometrik analizlerde kullanılmak üzere elde edilen temel bilgilerden biridir. Havza uzunluğu terimi bir havzada ana akarsuya paralel olmak kaydı ile memba kısmının su bölümü çizgisinden ana akarsu ağzına değin çizilen hattı ifade eder. Bu tanıma uygun hesaplanan havza uzunluğu değeri her zaman için havza maksimum uzunluğu ile denk gelmeyebilir (Karataş, 2017: 132).

Bu yönerge doğrultusunda Karkarçay'ın kaynağını aldığı bölgenin su bölümü çizgisinden başlayan doğru, çayın Kura Nehri'ne dökülmesiyle sınırlanan su bölümü çizgisine kadar uzatılmış ve havza uzunluğu verisi elde edilmiştir (Şekil 2). Buna göre Karkarçay Havzası'nın uzunluğu 94,280 km olarak hesap edilmiştir. Ana akarsu uzunluğu ile birbirine denk – yakın olması zorunlu olmayan bu değer çalışma alanının uzunlamasına özellik göstermesi ve akarsu kıvrımlılığının fazla olmaması dolayısıyla ana akarsu uzunluğu ile oldukça yakın bir değerdedir.



Şekil 2. Havza uzunluğu, havza maksimum genişliği

### ***Ana Akarsu Uzunluğu***

Ana akarsu uzunluğu havzanın asıl kapsamını oluşturan akarsu vadisinin başladığı noktadan döküldüğü noktaya dek sahip olduğu uzunluğu ifade eder. Bu değer in hesaplanmasında dikkat edilmesi gereken konu vadinin memba kısmında, ana kola ait en uzun 1.dizinin uç noktasından başlanarak havzadaki en büyük dizinin ağız kısmına kadar ölçülmesidir (Karataş, 2017: 134).

Bu bağlamda Sarı Baba Tepesi'nin doğusundan kaynağını alan 1.dizinden başlayarak ana vadi takip edilmiş ve Karkarçay'ın yerel taban seviyesi olan Kura Nehri'ne döküldüğü kısma kadar ölçülmüştür. Bunun neticesinde ana akarsu uzunluğunun 94,219 km olduğu görülür ki bu değer havza uzunluğu ile de son derece yakındır.

### ***Maksimum Havza Genişliği***

Havza uzunluğuna dik uzanacak şekilde havzanın en geniş kısmından çizilen doğru maksimum havza genişliğinin karşılığıdır. Maksimum havza genişliği havzanın en boy özelliklerinin ortaya konması bir yana havza geometrisinin açıklığa kavuşturulmasında kullanılan birçok parametrenin hesaplanmasında kullanılması bakımından da oldukça önemlidir.

Buna göre havzanın en geniş kesimini oluşturan Ağdam – Mahrızlı yerleşmelerinin arasından kuzeybatı – güneydoğu yönlü bir doğru geçirilmiş ve bu hattın uzunluğu 36,315 km olarak ölçülmüştür (Şekil 2). Böylece havza uzunluğunun tespit edildiği doğru ile havza maksimum genişliğinin ölçüldüğü doğrunun kesiştiği noktanın havzanın ağırlık merkezi olduğu da tespit edilmiştir.



## Yüzeysel Parametreler

Yüzeysel parametreler, havzanın jeomorfolojik durumunun yorumlanmasında önde gelen unsurlardan biri olup araştırma alanının yüzeysel özelliklerini - rölyef özelliklerini baz alır. Diğer bir ifade ile havzanın eğim ve yükselti özelliklerinden yola çıkarak üçüncü boyut özelliklerini irdeler (Özdemir, 2014: 464). Karkarçay Havzası'nı yüzeysel parametreler açısından anlamlandırmak üzere yapılan analizler: eğim, baki, yükselti, mutlak rölyef, havza rölyefi, rölyef oranı, nispi alan, nispi yükselti, aşınım ve parçalanma şiddet derecesi, hipsometrik eğri, hipsometrik integral, drenaj şebekesi ve vadi profilleridir. Söz konusu analizler vesilesi ile havzanın genel rölyef özelliklerine dair kapsamlı bir bakış açısı geliştirmek mümkündür. Zira bu analizler yalnızca eğim ve yükseltiye dair verileri ortaya koymakla kalmaz aynı zamanda çalışma alanındaki oransal dağılımı nedenleri ile birlikte sorgulayarak sahaya dair birtakım çıkarımlar yapmayı sağlar.

### *Eğim*

Herhangi bir havzada yüzeysel parametrelerin incelenmesi esnasında tetkik edilen özelliklerin başında gelen eğim, yağmur sularının zemine sızması ya da akışa geçmesi, toprak oluşumu ve tipi, bitki örtüsünün gelişimi, sürünme ya da heyelan gibi kütle hareketlerini tetiklemesi, erozyon, iklim ve mikroklima bölgelerinin oluşması, zirai faaliyetler, yerleşme ve arazi kullanımı gibi birçok etken için belirleyici faktör konumundadır. Bu bakımdan sahanın genel özelliklerini belirlemek, eğimin maksimum ve minimum değerlerini bilmek, eğimin arttığı sahaları tespit etmek ve gözlem altında tutmak, eğimin en düşük olduğu alanları belirlemek son derece önemlidir.

Bilindiği gibi eğim derecesinin yüksek olması bir problem olduğu gibi çok düşük olması da dezavantajdır. Zira eğimin fazla olduğu sahalarda iklim tutarsız, toprak oluşumu yavaş, bitki örtüsü cılız, erozyon şiddetlidir. Ayrıca bu bölgelerde sürünme ve heyelan gibi kütle hareketlerine de sıkça rastlanır. Dolayısıyla bu gibi zeminlerde yerleşme kurulabilecek ya da tarımsal üretim yapılabilecek alanlar oldukça azdır. Öte yandan eğim derecesinin düşük olduğu tekdüze dolgu sahalarda taban suyu seviyesinin yüksek olması, drenaj sisteminin yetersiz kalmasına bağlı olarak bozuk drenajın meydana gelmesi muhakkaktır. Bu durumda yerleşme kurulan zeminde taban suyunun yüksek olması bina temelleri için risklidir. Özellikle depreme bağlı gerçekleşen sıvılaşma olayı dikkate alınırsa riskin arttığı görülür. Ayrıca bu gibi sahalarda yapılan zirai faaliyetlerin verimi oldukça düşük olup bitki köklerinin su altında boğulması söz konusudur.

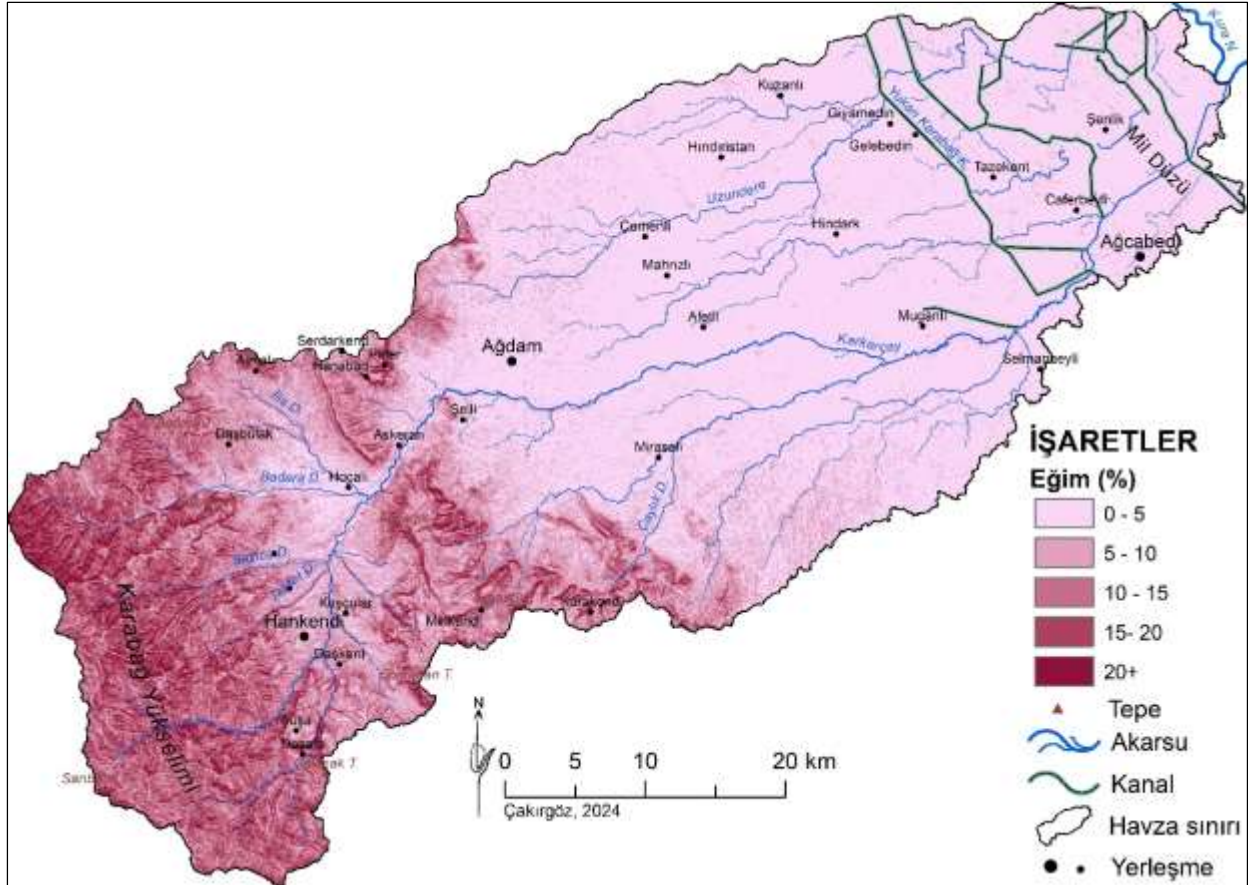
Karkarçay Havzası'nın eğim değerleri analiz edildiğinde % 0 - %100 arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 3). Havzanın aşağı çığırının büyük oranda % 0 - % 5 eğime sahip olması havzanın büyük bir kısmının geniş düzlüklerden müteşekkil olduğunun bir göstergesidir (Fotoğraf 1).



Fotoğraf 1. Havzanın aşağı çığırını oluşturan geniş düzlüklerden bir fotoğraf (Ağdam)

Karkarçay ağzından Ağdam'ın batısında yer alan birikinti koni ve yelpazelerine değin düşük eğimli silik topografyanın hakimiyeti bu bölgeden sonra değişerek % 10'a kadar çıkar. Bu değer eğimin şiddeti açısından çok önemli olmasa da ovadan yamaca geçiş için önemli bir ayrımdır. Bir üst kademede ise eğimin zaman zaman % 20'ye ulaştığı ve sahanın nispeten sarp arazilerini meydana getirdiği görülür. Eğimin en şiddetli olduğu bölge ise batıdaki dağlık saha olup özellikle kuzeybatıda yer alan tepelerde eğim maksimum seviyesine ulaşır. Yukarı çığırda dikkat çeken bir diğer unsur ise Şuşa şehrinin kurulmuş olduğu düzlük arazinin bölge topografyasında farklılık arz etmesidir. Bu düzlüğün tabanını oluşturan tabaka başlarının sahip olduğu yüksek eğim derecesi haritada açıkça görülmektedir. Bir diğer farklılık arz eden yapı Hocalı güneydoğusunda yer alır ki burada eğim değerleri hafifçe kuzeybatı – güneydoğu doğrultulu bir hat boyunca devam ederken ani bir kesintiye uğrar. Bir koridoru andıran bu kesinti dağ silsilesini doğu - batı yönünde yaran boğazın varlığına işaret eder.

Karkarçay Havzası'nın eğim ile ilgili verilerine dayanarak sahanın büyük kısmında önemli sayılabilecek bir eğimin olmadığını, dolayısıyla bu alanda kütle hareketlerine bağlı olarak yaşanacak zemin deformasyonlarının oldukça kısıtlı olduğunu söylemek mümkündür. Bu sahada inşa edilecek yapıların eğimin sebep olduğu kütle hareketlerinden münezzeh olması önemli bir avantaj durumunda iken eğimin az olmasına bağlı gelişen drenaj bozuklukları, yüksek taban suyu ve sızılma gibi problemlerin yaşanması da muhtemeldir. Ova sahasının batı sınırını oluşturan birikinti yelpazesi bölgesinde ise eğimin çok yüksek değerlere ulaşmaması mühendislik faaliyetleri için olumluluk arz etse de zeminin alüvyal malzemedan müteşekkil olması zemin stabilitesine dair farklı sorunlara sebep olur. Buna karşılık Hankendi'nin batısından kuzey - güney doğrultusunda çizilecek bir sınır hattı eğim açısından yapılaşma için en olumsuz şartları barındıran bölgeyi gösterir. Zira % 22 – % 100 arasında değişen eğim değerleri erozyon ve kütle hareketlerine açık olup özellikle yamaç topuğunun oyulması neticesinde büyük yer değiştirmelere sahne olabilir. Sağanak yağışların ertesinde suyun zemine sızacak vakit bulamaması da bu durumu kuvvetlendiren bir diğer etkidir. Büyük yerleşmelere ev sahipliği yapan bölgede gerek karayolları gerekse sivil mimaride ekstra önlemler almak gerekir. Bu önlemler: bina temellerini sağlam yapmak, karayolu inşaatlarında yamaçlara perdeleme yapmak, akarsuları kanal içine alarak yamaçların altının oyulmasını engellemek vb. işlemlerdir.

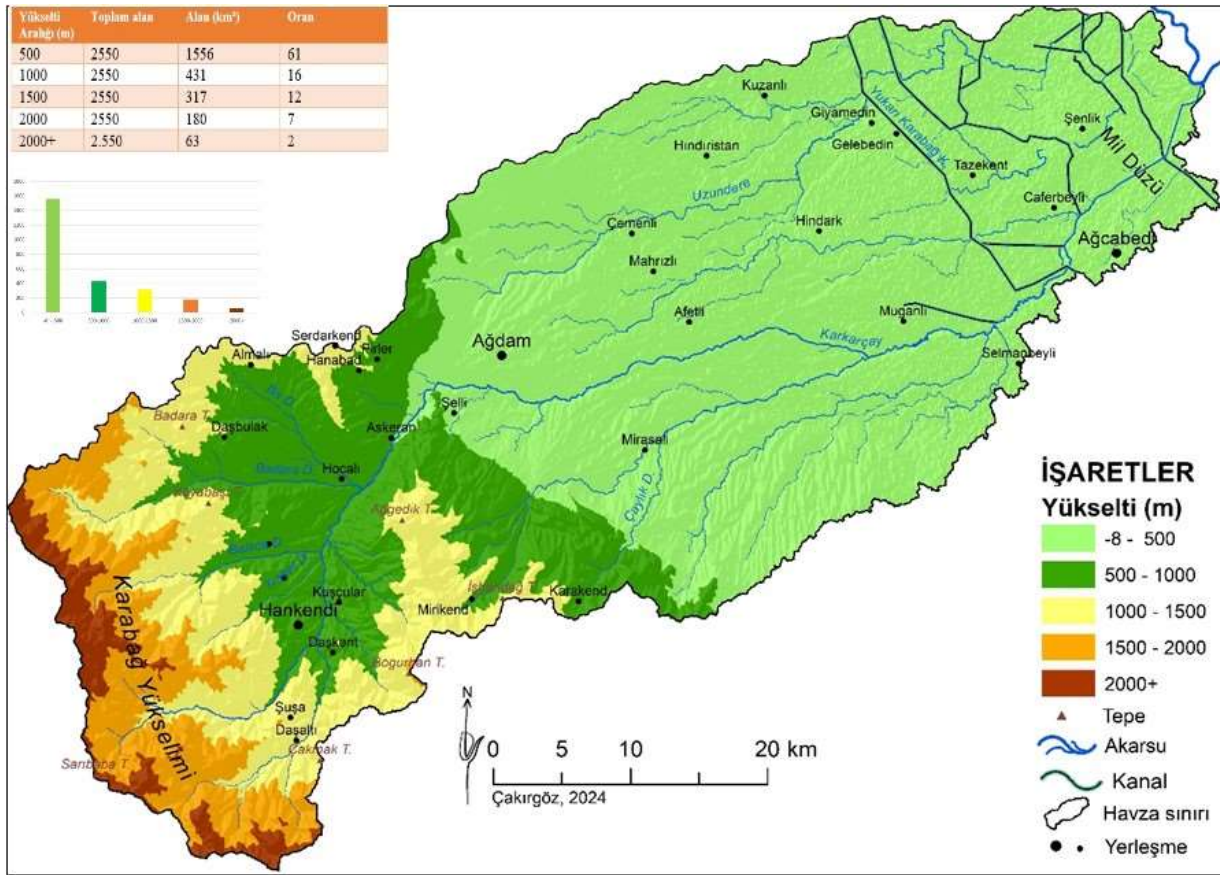


Şekil 3. Karkarçay Havzası'nın eğim haritası

### ***Yükselti Basamakları***

Mutlak rölyef kavramı en kısa tanımı ile herhangi bir bölgenin deniz seviyesine göre yükseltisidir. Yükselti basamaklarını ve dağılımını irdeleyen bu parametre sahanın jeomorfolojik koşullarının tespiti için oldukça önemlidir. Zira bilindiği gibi yükselti ile sıcaklık, yağış, toprak özellikleri, drenaj özellikleri, ziraat, bitki örtüsü ve yerleşme arasında sıkı bir ilişki vardır.

Karkarçay Havzası'nın genel rölyef özellikleri incelendiğinde dikkat çeken ilk husus havza tabanı ile havzanın en yüksek noktası arasındaki yükselti farkıdır. Kura Nehri ile Karkarçay'ın kesişim noktası ve çevresinde yükselti deniz seviyesinin dahi altında olup -8 m olarak kaydedilirken batıdaki dağlık alanda yükselti 2830 m'ye dayanmaktadır. En yüksek nokta ile en alçak nokta arasında 2837 m fark olan sahanın ortalama yükseltisi ise 558 m olarak hesaplanmıştır (Şekil 4).



Şekil 4: Karkarçay Havzası'nda yükselti basamakları alanı, toplam alana oranı ve dağılışı

Havzanın yükselti basamaklarının daha iyi yorumlanması adına yapılan bu analizde yükselti basamakları 500 m aralıklara bölünmüş olup -8 – 500, 500 – 1000, 1000 – 1500, 1500 – 2000 ve 2000+ olmak üzere beş grup belirlenmiştir. Buna göre havzanın en düşük yükseltisi olan -8 m ile 500 m aralığındaki saha 1556 km<sup>2</sup>'lik alanı ile sahanın %61'ini kaplamaktadır. Toplamda 2550 km<sup>2</sup> olan çalışma alanı için bu oran oldukça yüksek olup sahanın yarısından fazlasının 500 m altında olduğunu göstermektedir. Alansal açıdan en büyük ikinci bölgeyi oluşturan 500 – 1000 m aralığı ise 431 km<sup>2</sup> alan kaplayarak sahanın %16'sına denk gelmektedir.

Bu zon ovoidan dağlık bölgeye geçişi sağlayan birikinti yelpazelerinin üst kısımları ile platoları içine alır. Söz konusu basamak jeomorfolojik birimler arasında ılımlı bir geçiş sağlayarak birçok yerleşmeye ev sahipliği yapmıştır. Bir sonraki basamak 1000 – 1500 m aralığından oluşur ve alanı 317 km<sup>2</sup>'dir. Yükseltinin kendisini hissettirmeye başladığı bu bölge havzanın %12'sinden ibaret olup 1000 metrenin üzerindeki araziler içinde en geniş yer kaplayanıdır. Bu irtifada özellikle Şuşa gibi bir kentin varlığı Şuşa'nın kendine has yapısını bir kez daha göstermektedir. Havzanın batısına doğru artan yükseltinin artık daha az yer tuttuğunu söylemek mümkündür. Öyle ki 1500 – 2000 m arasına denk gelen saha 180 km<sup>2</sup>'den müteşekkil bir alan kaplar ki bu da havzanın %7'sine tekabül etmektedir. Avantajlı sayılabilecek bu durum bir sonraki yükselti basamağında da devam etmekte olup 2000 m ve üzerinde yerler toplam alanın yaklaşık %2'sini kapsamaktadır.

Elde edilen veriler mühendislik açısından değerlendirildiğinde çalışma alanının yarısından fazlasının düşük kotta olduğu barizdir. -8 – 500 m'yi kapsayan bu geniş alanda uzun bir müddet yükseltinin fazla artmayışı bir yandan eğimin ılımlı bir seviyede kalmasını sağlarken bir yandan da yükseltiye bağlı yaşanan iklimsel zorlukları bertaraf eder. Dolayısıyla mevzubahis basamak boyunca akma, sürünme ve kütle hareketleri son derece kısıtlı olacak, bu da başta köprü, yol, viyadük vb. yapılar olmak üzere kamusal yapıların zeminini görece stabil duruma getirecektir. Ancak burada da eğimin çok az olduğu diğer bölgelerde olduğu gibi drenaja ait problemlerin ortaya çıkması





muhtemeldir. Ek sistemlerle önlenebilir bu sorunlar bir yana bırakılırsa eğim, mühendislik faaliyetleri bakımından bir sorun teşkil etmez. Öte yandan jeoloji ve toprak bahsinde dikkat çekildiği üzere havzanın aşağı mecrasının birikimden müteşekkil gevşek yapılar olduğu göz önüne alınırsa yapılar da sıvılaşma ve oturma gibi sorunların olabileceği unutulmamalıdır. Ayrıca yükseltinin düşük olmasına bağlı olarak donma çözülme olaylarının sebep olduğu deformatif faaliyetler minimum seviyede kalır ki bu durum özellikle havzanın yukarı bölümüne göre oldukça avantajlı bir konumdadır.

500 – 1000 m arasındaki saha da aynı şekilde havzada önemli bir yer tutmaktadır. Bu basamak ova ile dağ ve platoları birbirine bağlayan birikinti yelpazesi kuşağını, Karkarçay'ın derince yardığı boğazı ve Karabağ platosunu barındırması bakımından özel öneme sahiptir. Hafif meyilli birikinti yelpazesi eğim açısından olumluluk arz etse de Karkarçay'ın dağlık sahadan getirdiği malzemenin üst üste yığılması ile meydana geldiğinden dayanımı güven telkin etmemektedir. Nitekim tarihi tecrübeye dayanan bilgiler ışığında yerleşen halk meskûn mahal için bu bölge yerine plato sahasını tercih etmiştir. Bu basamak boyunca önemli yerleşmelerin varlığı teyit edilmiş olup bunların başında da geçmişte Karabağ'ın en yüksek nüfusa sahip kenti olan Hankendi şehri gelmektedir. Yine tarihte Hocalı soykırımı ile akıllara kazınan Hocalı yerleşmesi de burada bulunmaktadır. Sonraki yükselti basamaklarını kapsayan 1000+ m üstü arazinin diğerlerine göre daha kısıtlı alanda kalmış olması yükseltinin kısa sürede değiştiğinin ve buna bağlı olarak da eğim ve engebenin arttığına göstergesidir. Bu seviyede inşa süreci daha çok zorlukla karşı karşıya kalmakta ve külfet artmaktadır. Özellikle kış aylarında yaşanan donma hadisesi ulaşımı dahi sıkıntıya sokmaktadır. Bu olumsuzlukların aksine Şuşa gibi bir kültür kentinin burada kurulmasının nedeni şehrin kuruluş yerinin anakaya temelli genişçe bir düzlük üzerinde yer almasıdır. Ayrıca Şuşa çevresinde kanyon ve şelale gibi morfolojik birimlerin olması, savunma açısından daha elverişli koşullara ortaya çıkarmış ve iklimi alanları oluşturarak bazı iklimsel avantajlar yaratmıştır.

### ***Havza Rölyefi***

Havza rölyefi, bir havzadaki en yüksek nokta ile en alçak noktanın farkı olarak tanımlanmıştır (Özdemir, 2011: 460; Karataş, 2017: 146). Bu değerın hesaplanması havzadaki yükselti farkının ne oranda olduğunun niceliksel olarak ifade edilmesidir. Dolayısıyla havza rölyefine bakarak havzanın yükselti durumu ve eğimi hakkında genel kanılara varmak mümkündür. Bu maksada hizmetle Karkarçay Havzası'nın havza rölyef oranını tespit etmek için 2830 m'deki en yüksek nokta ile -8 m olarak belirlenen havza tabanının farkı hesaplanmış ve havza tabanının deniz seviyesinin altında olmasından dolayı 2838 m bir fark bulunmuştur.

$$\begin{aligned} \text{Havza Rölyefi} &= \text{Havza maksimum yükseltisi} - \text{Havza minimum yükseltisi} \\ &= -8 - 2830: 2838 \end{aligned}$$

Buna göre havza için yükseltinin ciddi manada değiştiğini, şiddetli aşındırma ve biriktirme şekillerinin mevcut olduğunu, topografyada keskin yer şekillerinin yaygın olduğu anlayışı ortaya çıksa da gerçekte durum farklıdır. Öyle ki Ağgedik Boğazı ile havza adeta ikiye ayrılmış ve her iki parça da kendine has özellikler geliştirmiştir. Öncelikle dağlık kesimi içinde barındıran ve ortalama yükselti de daha fazla olan batı kesimde jeomorfolojik süreçler belirgin bir şekilde yaşanmakta olup kuvvetli aşındırma hareketlerinin yaşandığı ve belirgin şekillerin yer aldığını söylemek yanlış olmaz. Batı kesimde amplitüdünün işaret ettiği bilgilere göre havza içinde yalnızca topografyada değil sıcaklık-yağış değerlerinde, toprak oluşumu ve toprak tiplerinde, vejetasyonun türünde ve dağılımında, su kaynaklarında bunlara bağlı olarak da nüfusun dağılımında, yerleşmede ve iktisadi faaliyetlerde çeşitliliğin çok çeşitli olacağını kestirmek zor değildir. Öte yandan havzanın doğu kesimi birikim unsurlarından müteşekkil, yükselti değerleri düşük, eğim azdır. Buna binaen bölgedeki morfolojik şekiller de farklılık arz etmekte olup daha basık - silik şekiller mevcuttur.

Kısacası çalışma alanının yukarı - orta - aşağı çığırında fiziksel ve beşerî birçok farklılık göze



çarpmaktadır. Örneğin iklim bahsinde değinildiği üzere yukarı çığırdaki yıllık ortalama sıcaklık ile aşağı çığırdaki yıllık ortalama sıcaklık değerleri birbirine benzemez. Aynı şekilde yukarı çığırda gür ormanların varlığı müşahede edilirken ovanın yüksek sıcaklığında daha kurakçıl türler görülür.

### **Rölyef Oranı**

Yüzeysel parametreler içinde önemli bir çıktı olan rölyef oranı, havza rölyefi ile havza maksimum uzunluğunun oranlanmasına dayanır (Özdemir, 2011: 460; Karataş, 2017: 146). Bu oran sahada engebellik durumunun ne olduğunu ve buna karşılık erozyonal süreçlerin hangi boyutta olduğunu anlamaya yarayan bir yöntemdir. Karkarçay Havzası'nın rölyef oranını bulmak üzere 2838 m olan havza rölyefi ile 94 000 m olan havza maksimum uzunluğu oranlanmış ve 0,03 bulunmuştur.

$$\begin{aligned} \text{Rölyef oranı} &= \text{Havza rölyefi} / \text{Havza maksimum uzunluğu} \\ &= 2838 / 94\ 000 : 0,03 \end{aligned}$$

Buna göre çalışma sahasında engebenin fazla olduğunu ve aşınım faaliyetlerinin önemli rol oynadığını belirtmek yanlış olmaz. Öte yandan görülmektedir ki yapılan her bir analiz diğerini teyit etmekte ve güvenilirliği artırmaktadır.

### **Nispi Alan**

Sahanın morfolojik evriminin niceliksel karşılıkları olan nispi alan, yükselti farkı, nispi yükselti ve hipsometrik integral birbirlerine sıkı sıkıya bağlı kavramlar olarak göze çarpar. Bu bakımdan çalışma alanının hipsometrik özelliklerinin tespiti için önce saha 284 metre aralıklarla 10 eşit parçaya bölünmüş ve buna göre birtakım hesaplamalar yapılmıştır. Bunlardan nispi alan bir havzada eşit aralıklarla belirlenen yükselti kademelerinden her birinin altında kalan alan olarak tanımlanmıştır (Karataş, 2017: 147). Bu amaçla her bir yükselti kademesindeki alanın toplam alana oranlanması ile nispi alan verisini elde etmek mümkündür (Tablo 1).

Tablo 1. Karkarçay Havzası'nın hipsometrik özellikleri

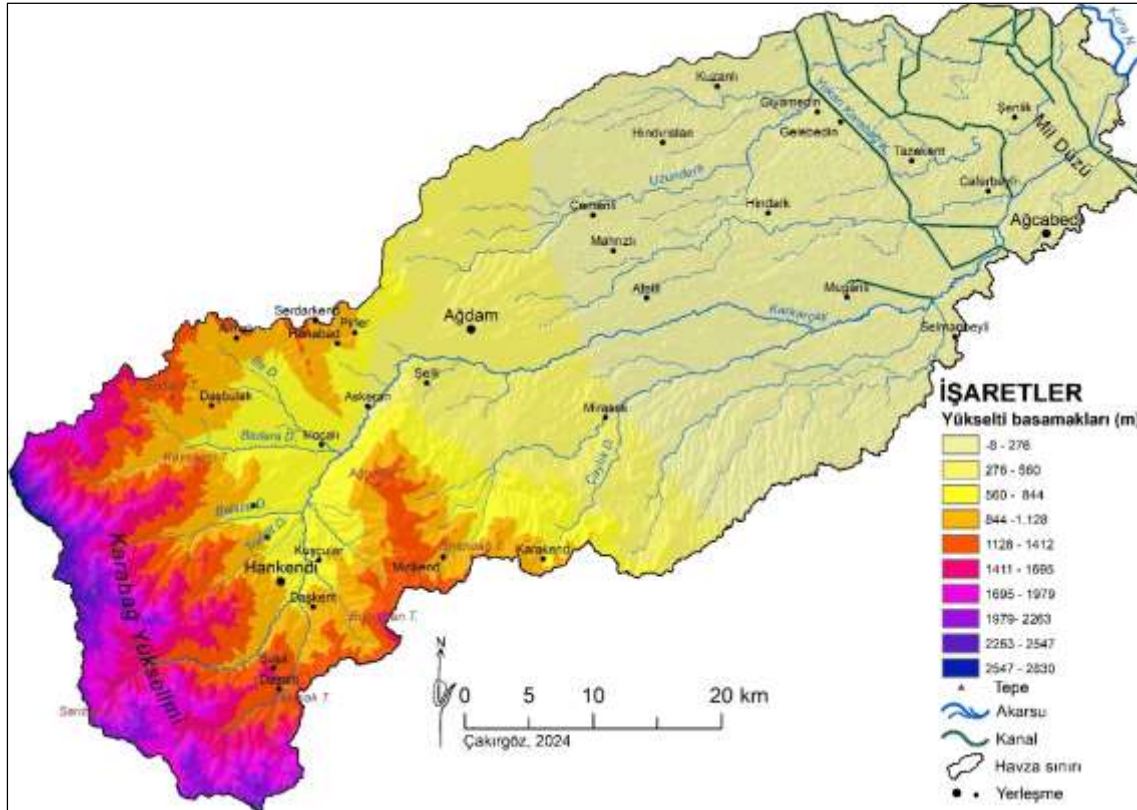
Yükselti Aralığı (m)	Toplam Alan (km <sup>2</sup> )	Havza Rölyefi	Alan (km <sup>2</sup> )	Kapsadığı Alan (km <sup>2</sup> )	Yükselti Farkı	Nispi Alan	Nispi Yükselti	Hipsometri k İntegral
-8- 276 m	2.550	2838	1.210,96	2550	0	1	0	0,19
276 - 560 m	2.550	2838	391,26	1339,4	283	0,5250	0,09	0,19
560 - 843 m	2.550	2838	252,19	958,1	567	0,3756	0,1	0,19
844 - 1127 m	2.550	2838	237,45	695,9	850	0,2729	0,2	0,19
1128 - 1412 m	2.550	2838	176,65	458,5	1134	0,1796	0,3	0,19
1412 - 1695 m	2.550	2838	115,06	281,8	1418	0,1105	0,4	0,19
1695 - 1979 m	2.550	2838	97,98	166,7	1702	0,0654	0,5	0,19
1979 - 2263 m	2.550	2838	52,62	68,8	1986	0,0270	0,7	0,19
2263 - 2547 m	2.550	2838	13,64	16,19	2270	0,0062	0,8	0,19
2547 - 2830 m	2.550	2838	2,54	2,5	2553	0,0009	0,9	0,19

2830+			0	2838	0	1	0,19
-------	--	--	---	------	---	---	------

### *Nispi Yükselti*

Sahanın hipsometrik özelliklerini ortaya koymak amacıyla daha önce on sınıfa ayrılan her bir yükselti kademesinin havza tabanı ile olan farkının havza rölyefine oranlanması ile nispi yükseltiyi tespit etmek mümkündür (Karataş, 2017:149). Bu formüle bağlı olarak havzadaki yükselti basamaklarının her biri için nispi yükselti hesaplaması yapılmıştır. Buna göre eküidistans değeri 284 m olan yükselti basamaklarının eşit bir şekilde dağılmasına paralel olarak nispi yükseltinin de tedrici biçimde arttığı görülür (Şekil 5).

Yapılan sınıflandırma ve haritalama neticesinde en fazla alan kaplayan basamağın en düşük kottaki basamak olan ve -8 – 276 m arasını kapsayan basamaktır ve 1210 km<sup>2</sup> ile toplam alanın %47'sine tekabül etmektedir. %15'lik dilimi ile önemli bir paya sahip olan bir sonraki basamak 276 – 560 m aralığı olup 391 km<sup>2</sup> alana denk gelir. Bundan sonra aritmetik azalan basamaklar içinde en az yer kaplayan bölge ise 2546 – 2830 m arasıdır ve kapladığı 2 km<sup>2</sup> alan ile toplam alanın yalnızca 0,1'lik kısmına denk gelir.



Şekil 5. Karkarçay Havzası'nın 284 m aralıklı yükselti basamakları haritası

### *Hipsometrik Eğri*

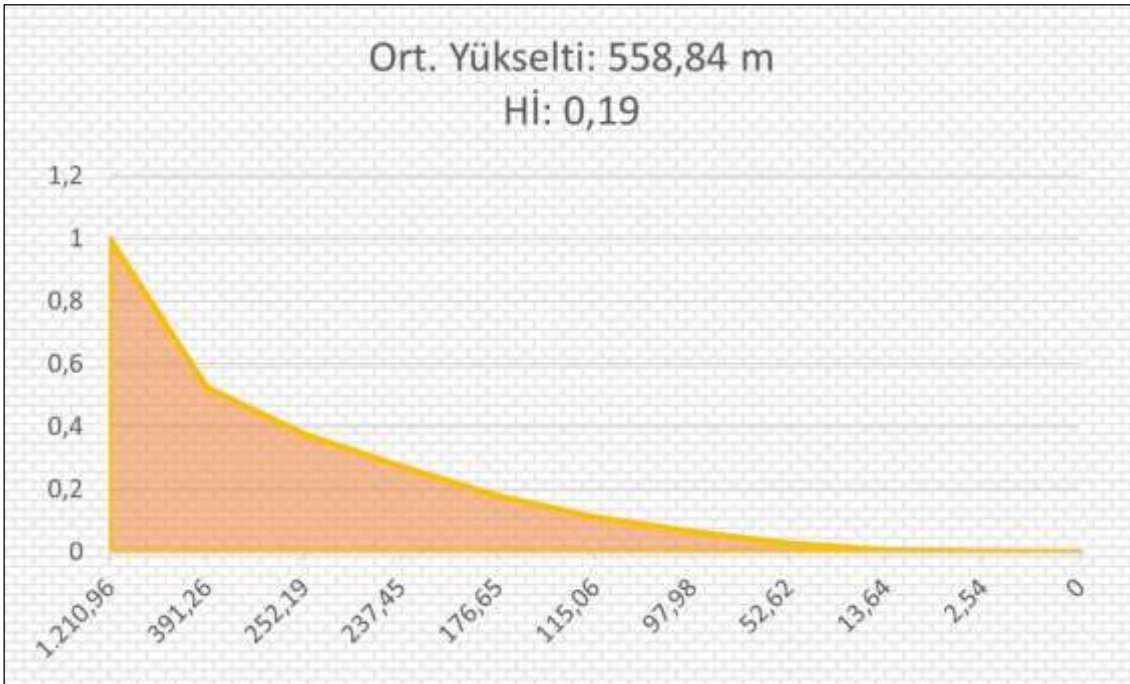
Bir bölgede belirli yükselti kademelerinde bulunan yüzeylerin sahadaki yüzdelik oranının ifadesi hipsometrik eğri ile mümkündür. Böylece bir taraftan sahaya ait yükselti bilgileri verilirken diğer yandan da havzanın ortalama yükseltisi tespit edilmiş olur. Hem deniz seviyesinin üstünde hem de su yüzeyleri altında kullanılabilen bu yöntem özellikle epirojenik hareketlerin belirlenmesi için önem arz



eder (Bilgin, 2013: 237). Kabaca yükseltinin havza içindeki dağılımını gösteren hipsometrik eğrinin hesaplanması ise nispi yükseltinin nispi alana ya da yükseltinin alana oranlaması ile bulunur (Özdemir, 2011: 466; Avcı ve Günek, 2015; Karataş, 2017: 149).

Bu formüle göre yapılan hesaplamalar sonucunda hipsometrik eğrinin iç bükey yapıda olması morfolojik evrimini büyük oranda tamamlamış sahaları temsil ederken dış bükey eğriler halihazırda aşındırma faaliyetlerinin yoğun bir şekilde etkili olduğu genç sahaları tasvir eder. Bu eğriler boyunca oluşan anomaliler ani yapısal ve litolojik değişimleri ifade eder (Tarı ve Tüysüz, 2008: 23). Ortalama yükseltisi 558 m olan Karkarçay Havzası bu bakımdan incelendiğinde hipsometrik eğrinin iç bükey oluşu dikkat çeker (Şekil 6). Büyük oranda düzgün bir yapı gösteren iç bükey eğri sahanın olgunlaşma devresinde olduğunu, aşındırma faaliyetlerinin büyük oranda son bulduğunu ve akarsuların denge profiline ulaştığı izlenimini verir. Ancak bu durum yanıltıcı olup havzanın yukarı ve aşağı çıkırında büyük farklılıkların olduğu görülür. Öyle ki söz konusu hipsometrik eğri havzanın aşağı kesimi için büyük oranda doğru olsa da havzanın yukarı kesiminde durum farklıdır. Yüksek dağların ve derin vadilerin yer aldığı yukarı çıkır hala yükselmekte olan genç bir yapıya sahip olup şiddetli aşındırma faaliyetlerine ev sahipliği yapmaktadır.

Bu durum mühendislik faaliyetleri açısından da farklı koşulların yaşandığı anlamına gelmekte olup yukarı çıkır gibi morfolojik evrimin başında olan sahalarda kütle hareketleri vb. hadiselerin sıklıkla gerçekleşmesi ya da potansiyel barındırması bu gibi yerlerin inşasını zorlaştırmaktadır. Öte yandan aşağı havza gibi jeomorfolojik evrimin sonunda olan ya da yaklaşan zeminler durağan yapıları sayesinde daha az sorun barındırır.



Şekil 6. Karkarçay Havzası'na ait hipsometrik eğri ve hipsometrik integral

### ***Hipsometrik İntegral***

Çalışma alanına ait morfolojik bilgilerin herhangi bir karışıklığa ya da muammaya mahal vermemesi için kullanılan parametrelerden biri de hipsometrik integral olup hipsometrik eğri ile sıkı bir ilişki içerisinde. Genel bir ifade ile hipsometrik eğrinin altında kalan sahayı ifade etmek için kullanılan hipsometrik integral, sahanın jeomorfolojik evrimde hangi safhada olduğunu sayısal ifadesidir. Böylece bir yandan sahanın geçmişine dair çıkarımlar yapılabilirken diğer yandan da gelecekte yaşanacak süreçlerle alakalı fikir edinilebilir. Bu da sahadaki potansiyel sorunlar için



önceden tedbir almayı mümkün kılar. Söz konusu değeri bulmak amacıyla önce ortalama havza yükseltisi ile minimum havza yükseltisinin farkını bulmak daha sonra da maksimum havza yükseltisi ile minimum havza yükseltisinin farkına oranlamak gerekmektedir (Cürebal ve Erginal, 2007: 131; Özdemir, 2011: 460; Karataş, 2017: 151).

Hipsometrik İntegral = Havza ort. – Havza min. / Havza max. – Havza min.

Buna göre ortalama yükseltisi 558 m olan Karkarçay Havzası'nın -8 m olan havza minimum yükseltisi ile farkı alınmış, ardından 2830 m olan havza maksimum yükseltisi ile yine -8 m olan havza minimum değerinin farkına bölünmüştür. Bu işleme göre havzanın hipsometrik integral değeri 0,19 olarak tespit edilmiştir (Tablo 1). Bilindiği gibi hipsometrik integral değeri büyüdükçe sahanın genç olduğu, küçüldükçe de olgun olduğu sonucuna varılmaktadır (Karataş, 2007: 151). Çalışma alanının sahip olduğu 0,19 nispeten küçük bir değer olup sahanın birçok merhaleyi geçtiği ve halihazırda nispeten olgun devrede olduğunu ifade eder. Ancak bu durum esasen sahanın her yeri için geçerli olmayıp yukarı ve aşağı havzada farklı koşullar yaşanmaktadır.

Hipsometrik eğri ile hipsometrik integralin birbirini tamamlayan iki değer olması malum olmakla birlikte birbirlerini destekledikleri de açıktır. Nitekim eğrinin formu ile integralin niceliksel ifadesi aynı özelliklere işaret etmektedir. Bu hususun yapılaşma süreçlerinde de büyük katkı sağladığı ve stabil bir sahada olumsuz olasılıkların azalacağı bilinmelidir. Olgunluk devresine ulaşmış bir topografya yüzeyinde aşınma ve kütle hareketleri gibi yıkıcı faaliyetlerin az olması, büyük değişimlerin yaşanmaması büyük avantaj sağlar. Öte yandan aşınım döngüsünde henüz başlangıç ya da gençlik devresinde olan bir saha için aynı şeyleri söylemek mümkün değildir. Zira bilindiği üzere bu gibi sahalarda dış kuvvetlerin etkisi büyük olup yüzeyde deformasyon gücü yüksek aşındırma biriktirme faaliyetleri görülür.

### ***Aşınım ve Parçalanma Şiddet Derecesi***

Flüvyal jeomorfolojiye dair süreçlerin sahada ne denli etkin olduğunu gösteren analizlerden biri de aşınım ve parçalanma şiddet derecesi analizidir. Söz konusu analiz çalışma alanının muhtelif boyuttaki eşit gridlere bölünmesi ve her bir gridin içindeki maksimum ve minimum yükseltinin farkının alınması daha sonra da bu farka binaen aşınım şiddetinin geçişken bir şekilde haritalandırılmasını kapsar (Karataş, 2017: 155). Böylelikle saha kendi içinde mikro parçalara bölünerek her bir parçanın lokal olarak değerlendirilip, elde edilen verilerin dağılımına göre genel yargılara ulaşılmış olur.

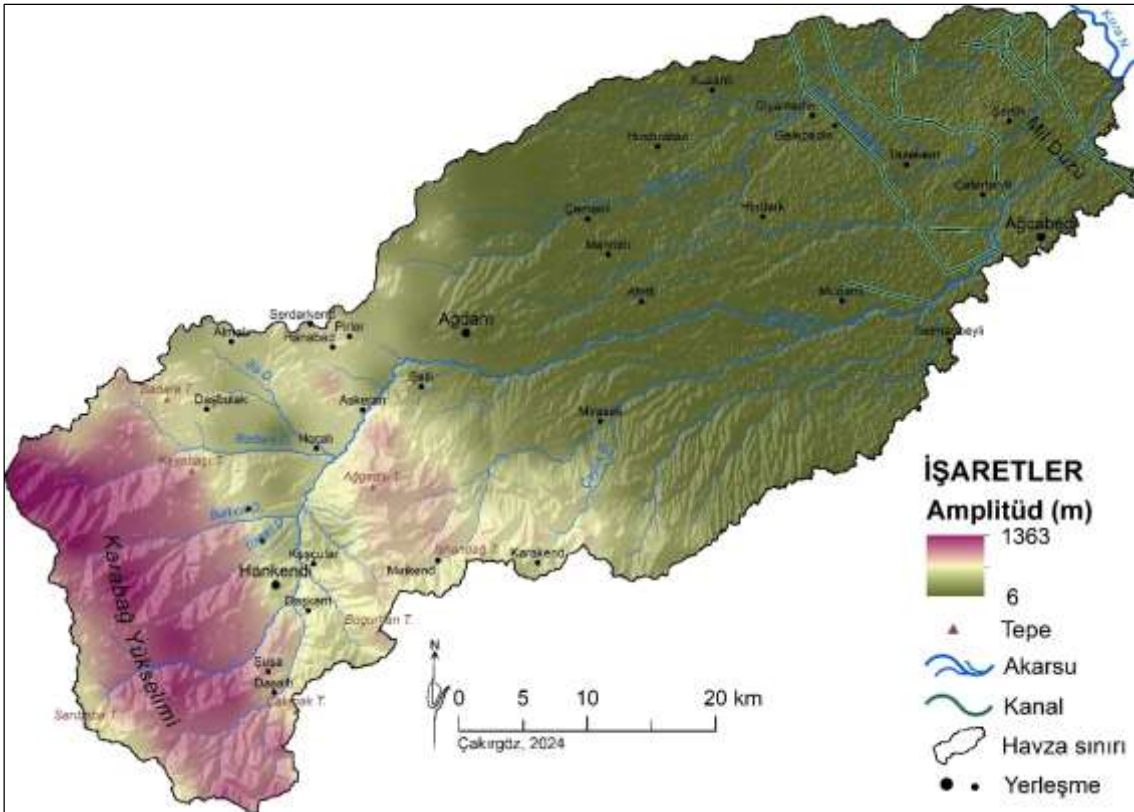
Aşınım ve parçalanma şiddet derecesinin havza genelinde büyük farklar oluşturmaması o bölgenin olgun bir yüzeye sahip olup aşındırma ve biriktirmenin nispeten az olduğunu gösterirken gridler ya da bölgeler arasında büyük farkların olması topografyanın henüz genç sayılabilecek bir evreye rastladığını ve yüzeyin hızla şekillenmekte olduğunu gösterir. Bu gibi yüzeylerde özellikle akarsuların kazma hızı yüksek, enerjisi fazladır. Dolayısıyla akarsular bir yandan hızlı bir şekilde vadisini olgunlaştırırken bir yandan da yüklendiği alüvyonu biriktirecek düzlük arar. Böylece analiz sonucu oluşturulan haritada hangi kesimde aşındırmanın daha az ya da fazla olduğu açıkça görülmektedir. Buna karşın dengeli bir aşınım sahne olan yüzeylerde birdenbire meydana gelen aşınım sahaları tektonik ve volkanik faaliyetlere bağlı beklenmedik seyir gösterebilirler. Bu gibi anomalilerin yorumlamayı yanlış yönlendirmemesi için tektonik ve volkanik unsurların önceden tespit edilmesi ve şekillendirici etkisinin ne boyutta olduğu göz önüne alınmalıdır (Karataş, 2017: 155).

Kendi içinde çok farklı yükseltileri bir arada barındıran Karkarçay Havzası için de bu analiz yapılmış ve birtakım çıkarımlara varılmıştır. Her şeyden önce 2550 km<sup>2</sup>'lik bir alana tekabül eden çalışma alanı önce 4'er km<sup>2</sup>'lik gridlere ayrılmış, daha sonra her bir grid içindeki maksimum yükselti ile minimum yükseltinin farkı alınmıştır. Ardından bu fark değer her bir gridin ortasına denk gelen noktalara atanmış ve interpolasyon işlemi yapılmıştır. Buna göre havzanın aşağı çıkışında yükseltisi



son derece düşük olup ova vasfı taşıyan geniş alan için aşınma ve parçalanmadan söz etmek zordur. Büyük oranda birikim süreçlerinin bir çıktısı olan bu sahada önemli oranda yükselti farklılıklarının bulunmaması bu bölgenin 6 m'den başlayan yükselti farklarına neden olmuştur. Bir müddet batıya gidildiğinde ise geniş bir alüvyal yelpazenin varlığı izlenmekte olup aşındırma derecesi bir miktar yükselmiştir. Özellikle Ağdam batısının havza için de bir geçiş sahası olduğu açıktır. Nitekim bu sınırdan sonra yüzeyin engebesinin arttığı ve buna bağlı olarak aşındırmanın çok daha güçlü seviyeye geldiği görülmektedir (Şekil 7).

Diğer yandan tektonik hareketlerin sahada farklılıklar oluşturabileceği daha önce dile getirilmiştir. Batıya doğru ritmik bir şekilde artan aşınım şiddet derecesi Askeran çevresinde hızlı bir kesintiye uğrar ve doğu batı yönünde uzanan bir kanal izlenimi verir ki burada yer alan boğaz vadi bu anomaliyi açıklamaktadır. Boğazın hemen batısındaki sahada jeomorfolojik yapının subsekant depresyona ve plato sathına dönüşmesi ile aşınım ve parçalanma şiddeti tekrar düşmüş olsa da Küçük Kafkas Dağları'na yaklaştıkça artan irtifa ile aşınımın şiddeti de artar. Eğim, yağış değerleri ve sıcaklık farkı gibi etkenlerin zeminin durağan yapısına zarar verdiği bu sahada aşınımın boyutu keskin bir şekilde artar. Bu kesimde 1363 metre yükselti farkına sahip gridlerin varlığı söz konusudur. Havzanın aşağı çığırını ile yukarı çığırını arasındaki fark da oldukça önemli olup havza içinde çok çeşitli kademelerin bir arada bulunduğu işaret eder. Öyle ki aşağı çığırda 6 metre olan amplitüdün yukarı çığırda 1363 metrelere varması bu durumun niceliksel ifadesidir.



Şekil 7. Karkarçay Havzası'nda aşınım ve parçalanma şiddet derecesi

## Alansal Parametreler

Havzanın alansal özelliklerini, başka bir deyişle havzanın alanını, biçimini ve oransal değerlerini irdeleyen morfometrik analizleri alansal parametreler olarak kategorize etmek mümkündür. Havzanın geometrik özelliklerinin ve görünümünün öncelendiği bu analizler havza alanının niceliksel olarak



ifade edilmesini sağlar. Havzanın toplamda ne kadar alan kapladığı, su toplama alanının ne kadar olduğu, bu alanda vadilerin ne oranda yer kapladığı gibi soruları alansal parametreleri kullanarak yanıtlamak mümkündür. Yukarıda zikredilen hususların açıklığa kavuşturulması amacıyla birtakım alansal parametre seçilmiş ve Karkarçay Havzası'na uygulanmıştır. Bu analizler: havza alanı, biçim faktörü, biçim katsayısı, havza görünüm oranı ve vadi yoğunluğudur. Analizlerin tatbik edilmesi esnasında zaman zaman topografyanın sade yapısı, zaman zaman da antropojenik müdahaleler dolayısıyla bazı uyumsuzluklar yaşanmış, daha sonra bunların izahına yer verilmiştir.

### ***Havza Alanı***

Havza alanı, bir havzanın derinlemesine ele alınmasında öncelikli parametrelerden biri olup havzanın kaderini tayin eden birçok özelliğin de müsebbibidir. Her şeyden önce havza alanı, havzanın büyüklüğünü tasvir etmesi nedeni ile ana akarsuyun su toplama alanını ifade eden olgu durumundadır. Havza sınırının belirleyicisi olan bu parametre akarsuyun drenaj şebekesi, akarsuyun beslenme kaynakları, debisi, sediment yükü ve potansiyeli ile alakalı fikir vermektedir (Strahler, 1957: 915). Havzanın alanının büyüklüğü nispetinde su toplama süresi de uzar (Kutukçu vd., 2015: 180). Örneğin coğrafi konumunu bilmek koşulu ile alanı bilinen bir havzanın bazı potansiyel özellikleri tahmin edilebilir.

Karkarçay Havzası'nın toplam alanı 2550 km<sup>2</sup>'ye tekabül etmektedir. Bununla birlikte Türkiye, Gürcistan, Azerbaycan, Ermenistan ve İran olmak üzere beş ülkenin sınırlarına dahil olan Kura - Aras Havzası'nın da alt havzalarından birini oluşturmaktadır.

### ***Biçim Faktörü***

Havza alanının, maksimum havza genişliği ile ana akarsu uzunluğu çarpımına oranı biçim faktörü olarak adlandırılmaktadır. Bu oran flüvyal süreçlerin havzada ne oranda etkin olduğunun ve strüktürel yapının bu süreçteki rolünün yansımadır (Karataş, 2017: 124). Karkarçay Havzası'nda flüvyal erozyon ve yapının şekillendirici etkisini yorumlamak üzere 36 km olan havza genişliği 94 km olan ana akarsu uzunluğu ile çarpılmış ve çıkan sonuç toplam havza alanı olan 2550'yi bölmüştür. Buna göre Karkarçay Havzası'nın biçim faktörü değeri 0,75'e karşılık gelmektedir.

$$\text{Biçim F.} = \frac{\text{Havza alanı}}{(\text{Ana Akarsu Uzunluğu} * \text{Maksimum Havza Genişliği})}$$
$$2550 / (94 * 36) : 0,75$$

Biçim faktörünün ifade ettiği değer Karkarçay Havzası'nda flüvyal erozyonun güçlü bir şekilde işlediğinin ve işlemin havzadaki strüktürün müsaade ettiği ölçüde şekillendiğinin bir göstergesidir.

### ***Biçim Katsayısı***

Havza geometrisini en açık şekilde ifade eden alansal parametrelerden bir diğeri de biçim katsayısı indisidir. Havza şekli olarak da adlandırılan bu yöntem ile havzanın geometrik şeklinin ince uzun - uzunlamasına mı yoksa yuvarlak mı olduğuna karar verilir (Horton, 1932: 351; Özdemir, 2011: 463; Karataş, 2017: 125). Bilindiği gibi havzalar üzerine yapılan çalışmalarda en önemli konulardan biri de havza şeklidir. Zira havzanın uzunlamasına ya da yuvarlak olması gibi geometrik durumu özellikle taşkın olaylarını önemli ölçüde etkilemektedir. Bunun nedeni ise doğrudan suyun ana kola ulaşma süresi ile alakalıdır. Örneğin uzunlamasına havzalardan tali kollardan ana kola suyun gelişi uzaklığa bağlı olarak sıra ile gerçekleşir. Dolayısıyla ana kol en yakın kollardan gelen suyu taşıyıp bir sonraki kolun suyu gelene kadar vakit kazanır. Bu durumda suyun ana kola bir anda gelmeyişi ani ve yüksek genlikli bir taşkını engeller. Yuvarlak havzalarda ise tam tersi ana akarsuyun tüm kolları eş zamanlı bir araya geldiğinden su seviyesi yatak kapasitesini aşar ve taşkın meydana gelmiş olur.



Taşkın boyutunu ifade etmek amacıyla kullanılan ve taşkın hidrografi adı verilen grafik bu durumun görsel izahıdır. Öyle ki bir süre stabil ilerlediği halde aniden yüksek derecede pik yapan eğriler yuvarlak havzaları simgelerken aralıklarla daha küçük birkaç pik yapan eğriler uzunlamasına havzaları temsil eder.

Havza maksimum uzunluğunun karesinin havza alanına oranlanması ile elde edilen biçim katsayısı değeri havzada olası bir taşkın durumunda ana akarsu ve yan kolların nasıl davranış göstereceğini anlamlandırmak açısından önemlidir. Karkarçay Havzası'nın havza şekli bu usule uygun olarak hesaplanmış ve birtakım çıkarımlar yapılmıştır.

$$\begin{aligned} \text{Havza şekli} &= \text{Havza alanı} / \text{Havza maksimum uzunluğu}^2 \\ &= 2550 \text{ km}^2 / (94,280 \text{ km})^2 \\ &= 3,46 \end{aligned}$$

Buna göre uzunlamasına havza tipine dahil olan Karkarçay Havzası'nın bu geometrisi özellikle taşkın durumunda büyük avantaj sağlamakta olup özellikle eğim derecesi çok düşük olan aşağı çığır için büyük önem arz eder. Zira gerek yerleşmelerin gerekse geniş tarım arazilerinin düşük kotta olması taşkın verdiği hasarı artıracak niteliktedir. Bu sahada yaşanacak taşkınlar bina temellerini su basması ve zemin hareketliliği ile bitki köklerinin ve toprak canlılarının suda boğulması anlamına gelir.

### ***Havza Görünüm Oranı***

Havza geometrisini en - boy açısından değerlendiren bir başka analiz de havza görünüm oranıdır. Havza boyunun havza enine oranlanması, diğer bir ifade ile havza uzunluğunun maksimum havza genişliğine bölünmesi ile elde edilen havza görünüm oranı havzanın şekli ile alakalı çıkarımlar sunar. Ayrıca havza geometrisinde yapının rolünü ortaya koymak için de etkili bir yoldur (Karataş, 2017: 126). Verilen formüle göre Karkarçay Havzası'nın havza görünüm oranı 2,59 olarak belirlenmiş olup havza şekline dair çıkarımlar farklı indislerin kullanılması yolu ile birbirini teyit eder durumdadır.

$$\begin{aligned} \text{Havza Görünüm Oranı} &= \text{Havza uzunluğu} / \text{Maksimum havza genişliği} \\ \text{Havza Görünüm Oranı} &= 94,280 / 36,315 \text{ km} = 2,5 \end{aligned}$$

Buna göre Karkarçay Havzası'nın uzunlamasına bir havza olduğunu ve bu durumun oluşmasında yapının etkisinin büyük olduğunu gösterir.

### ***Vadi Yoğunluğu***

Herhangi bir sahadaki toplam drenaj uzunluğunun havza alanına oranlanması ile vadi yoğunluğunu elde etmek mümkündür (Horton, 1932: 357; Strahler, 1957: 916; Cürebal, 2004: 19; Özdemir, 2011: 460). Bu indis havzanın iklim, bitki örtüsü, sızma yoğunluğu ve debisi gibi birçok konuda fikir verir (Koçyiğit ve Akay, 2018: 1326). Ayrıca vadi oluşumu; litolojik karakter, eğim özellikleri, bitki örtüsünün türü ve yoğunluğu, toprak tipleri ve yağış gibi çok çeşitli kriterlere bağlı olduğundan drenaj yoğunluğunun bilinmesi bu konular hakkında da yorum yapmaya yardımcı olur. Buna göre geçirimsiz ve az çatlaklı kayalar sızma miktarını azaltacağından yüzey akışını desteklerken, eğimin az olması sızmayı artırır, çok olması ise suyu yüzeysel akışa yönlendirir. Ayrıca bazalt ve birikinti konisi gibi yüzeylerde drenaj ağının karmaşık gelişmesi ve daha uzun olması vadi yoğunluğunu etkiler (Karataş, 2017: 127). Bitki örtüsünün sık ve nemcil türlerden oluşması yağışlarla düşen suyun bir miktarını kullanırken bir miktarının da yavaş yavaş sızmasını sağlar. Böylece sular yüzeysel akışa geçip büyük akarsular oluşturmaz. Öte yandan taşkın riskini minimize etmesi bakımından önemlidir. Toprağın kil ihtiva etmesi su ile temasında geçirimsiz duruma geleceğinden suyun sızmasını engeller. Bu durumda suların yüzeysel akışa geçmesi kaçınılmaz olur. Kumlu topraklar ise suyu hızla emeceğinden yüzeysel akış olasılığı düşer. Vadi oluşumunda önem arz eden faktörlerden bir diğeri de yağışın türü ve miktarı olup kar yağışı sızma için önemli bir öncül iken



yağmur suları daha çabuk akışa geçer. Yağışın fazla olması da vadi oluşumunu destekleyen bir diğer etkidir.

Bunun dışında insan eliyle yapılmış olan vadiler - kanallar vardır ki bunlar suyun hali hazırda varlığını gösterdiği yapılar olması bakımından ve ani su baskınlarında suyun tercih edeceği ilk yollar olmasından dolayı vadi yoğunluğu hesaplanırken göz önünde bulundurulması gereken unsurlardır. Bu hususta dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli mesele de vadi yoğunluğunu hesap ederken yalnızca faal vadilerin değil miadı dolmuş ölü vadilerin de hesaba katılması gerekliliğidir. Zira kuru vadiler güncel durumda veya sürekli olarak su akışına ev sahipliği yapmasalar da olası sağanak yağış ve taşkın durumunda suyun hücum edeceği başlıca kanallardır (Özdemir, 2011: 462).

Herhangi bir sahada vadi yoğunluğunun bulunması birim alandaki vadi uzunluğunun tespiti ile mümkün olmaktadır. Bu bağlamda Karkarçay Havzası 1 km<sup>2</sup>'lik gridlere bölünerek her bir grid içindeki vadi uzunluğunun hesaplanmasına dayanır ve m / km<sup>2</sup> cinsinden ifade edilir.

Buna göre Karkarçay havzasında km<sup>2</sup>'ye düşen vadi uzunluğu vadiden yoksun sahalara yani 0 metreden 4080 metreye kadar değişiklik gösterir. Eğimin yüksek olduğu dağlık sahalarda özellikle sırt ve yamaçları vadi uzunluğunun en az olduğu sahalara denk gelir. Ancak bu dağlar arasındaki geniş yarıklarda yüzeysel akış artarak vadi uzunluğunu artırmıştır. Bir miktar doğuya gidildiğinde hafifçe kuzeybatı - güneydoğu doğrultulu dağ silsilesini yarıp ovaya doğru meyillenen boğaz vadi çevresinde de dağlık sahadaki akarsuların buraya kanalize olmasıyla vadi yoğunluğunun arttığı görülür. Bu noktadan sonra doğuya doğru eğimin sürekli düşmesi ve ova sahasına geçilmesi ile akarsular geniş alana yayılmış ve daha karmaşık bir yapı sunmuştur. Eğimin az olması ve taban suyu seviyesinin yüksek olmasına bağlı olarak yaşanan drenaj bozuklukları açıkça kendini göstermektedir. Öte yandan irili ufaklı birçok akarsuyun ovada toplanması ve çeşitli drenaj sorunlarına neden olması bu suların tahliyesini zorunlu hale getirmiştir. Bu amaçla inşa edilen birçok kanalın varlığı söz konusu olmakla birlikte bu kanalların zaman zaman ana akarsuya dik uzandığı görülmektedir. Diğer amacı tarım alanlarına sulama suyu sağlamak olan kanalların her biri vadi hükmüne sahip olduğundan drenaj yoğunluğu hesaplamalarına dahil edilmiş olup özellikle havzanın aşağı kesiminde vadi yoğunluğunu artırdığı görülür (Şekil 33) (Fotoğraf 2).

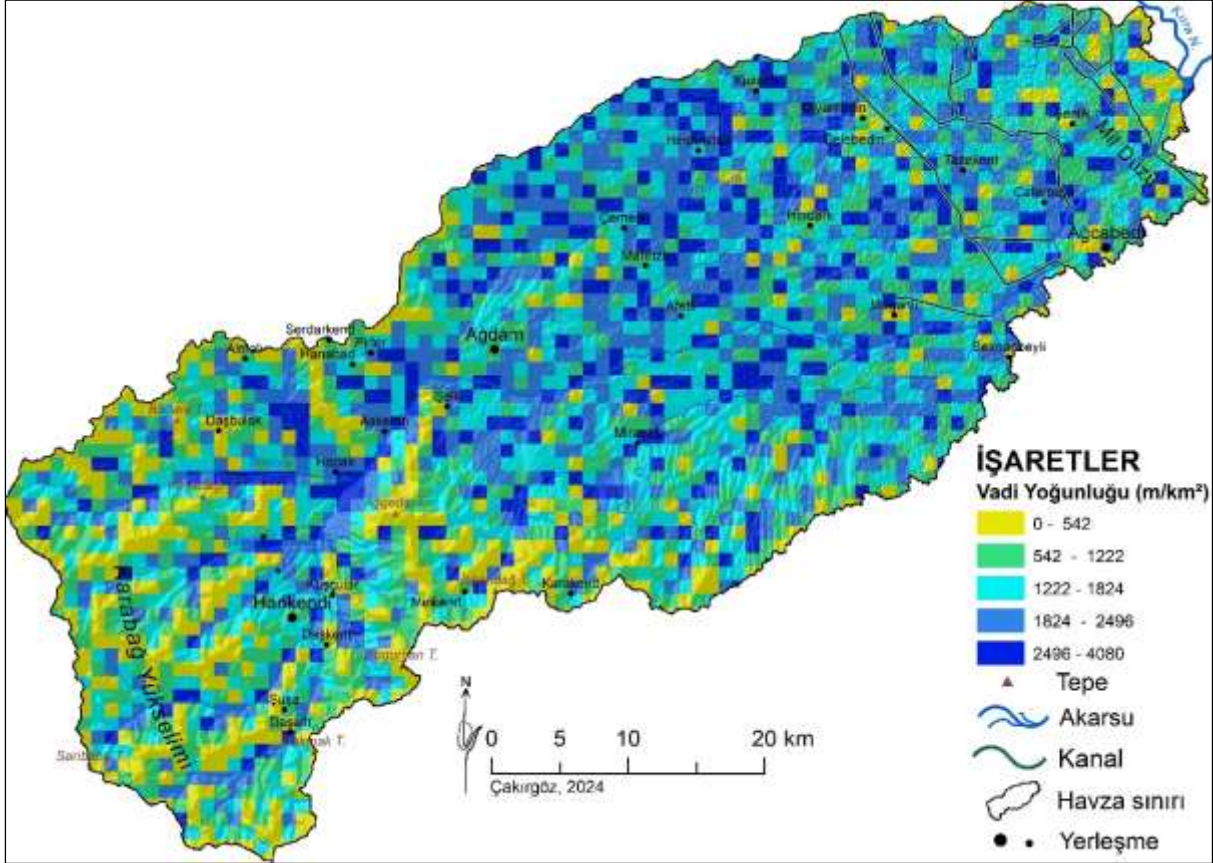


Fotoğraf 2. Havzanın aşağı çığırında sıkça rastlanan sulama kanallarına bir örnek (Ağcabedi)

Ani sağanak ve taşkınlarda su basması muhtemel olan yüzeyler olarak da adlandırılabilir olan vadilerin özellikle ova sahasında bu kadar yüksek olmasının kaçınılmaz sonuçları olduğu malumdur. Öncelikle bu bölgede inşa edilecek yapıların temel çalışmalarında drenaj işlemleri önemli mahiyette



olup zeminin inşaat sırasında sudan yoksun olması gerekmektedir. İnşa sürecinin ardından suyun bina temelinden uzaklaştırılması hem inşaat malzemelerinin sıhhati için hem de olası bir depremde zeminin sıvılaşmasını engellemek için alınması gerek önlemlerdir. Yerleşim alanlarının yoğunlukta olduğu bölgelerde suyun drene edilmesi için kanal sisteminin geliştirilmesi ve taban suyu seviyeni kontrol altında tutmak amacıyla kanalların derinleştirilmesi uygulanabilecek çalışmalardan biridir.



Şekil 8. Karkarçay Havzası'nda vadi yoğunluğu

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Küçük Kafkas Dağları'nın Hazar Denizi'ne bakan yamaçlarından kaynağını alan kuzeydoğu yönünde ilerleyerek Karabağ'ı kateden, daha sonra Azerbaycan'ın merkezi düzlüklerine ulaşan Karkarçay, burada Bölgesel olarak Kür Çayı olarak da adlandırılan Kura Nehri'ne katılarak Hazar Denizi'ne ulaşır. Karkarçay'ın akaçlama alanı 2830 m'den başlayıp, Kura Nehri'ne katıldığı kısımda deniz seviyesinin -8 m altına düşmektedir. Dolayısıyla bu denli irtifa farkı yaşanan bir bölgede iklimden jeomorfolojiye fiziki faktörlerin buna bağlı geliştiği muhakkaktır. Karkarçay Havzası da bu yönü ile dikkat çekmekte olup kendi içinde çok farklı jeomorfolojik koşullara sahiptir. Bu bakımdan havzanın jeomorfoloji hakkında yapılan incelemelerin morfometrik analizle desteklenerek net ifadeler ortaya konmalıdır. Zira morfometrik analizler büyük, küçük, uzun, kısa gibi göreceli kavramların sayısal değerler ifade edilerek somutlaştırılmasını sağlar.

Çizgisel, alansal ve yüzeysel olmak üzere üç grupta toplanan bu indisler; havzanın jeomorfolojik evrimde bulunduğu aşamayı aşikâr etmesi, havza geometrisi, yükseltisi gibi verileri sağlayarak üç boyutlu değerlendirilmesini sağlaması, hangi aktörün nerede etkili olduğunu izah etmesi, ve potansiyel sorunlara ışık tutma paydasına birleşir. Zira bahsi kullanılan her indis konu edindiği jeomorfolojik parametreyi bir skalaya oturtarak onun derecesini gösterir.



Buna göre: Havza en – boy açısından değerlendirildiğinde geometrik açıdan uzunlamasına havza grubunda yer aldığı görülür. Bu durumun anlamı ise herhangi bir taşkın durumunda yan kollardan gelen suların sırayla ana kola ulaşacağı ve taşkın pikinin kademeli olacaktır. Dolayısıyla sular havzanın aşağı kesiminde bir anda yığılmaya neden olup tahribat gücünü artırmaz. Bu durumda yuvarlak bir havzaya göre daha avantajlı olup hem akarsu kanal yapısının hem de vadi yakınındaki binaların inşası buna göre düzenlenmelidir.

Eğim hususunda bazen eğimin fazla oluşu bazen de az oluşu sorun niteliği taşımaktadır. Öyle ki havzanın yukarı çıkırında eğim değerlerinin yüksek olması iklimik ve litolojik koşullar ile birleştiğinde akma, sürünme ve heyelana neden olabilir. bu gibi zeminlerde yamaca fazla yük bindirilmemesi, topuğun dengesini bozacak işlemler yapılmaması ve uygun inşaat teknolojisinin kullanılması gerekir. Havzanın aşağı kesiminde ise eğim değerlerinin düşük olması akarsu şebekesinin bozulmasına neden olmuş ve zemini kolaylıkla su basabilir duruma getirmiştir. Bu bölgede inşa edilen su kanalları vasıtası ile durum büyük oranda kontrol altına alınsa da herhangi bir su yükselme durumunda ya da taban suyu seviyesinin yüksek olduğu dönemde kum, kil ve mil gibi gevşek malzemelerden müteşekkiri olan zemin stabilitesini kaybetmeye başlar. Deprem durumunda ise yine bu unsurların etkisi altında sıvılaşma yaşanması olasıdır.

Aşınım ve parçalanma şiddet derecesi analizi ile sahada aşınımına en fazla maruz kalan yerler işaret edilmiş ve aşınımın şiddeti doğrultusunda zemin stabilitesi ifade edilmiştir. Böylece aşınımın fazla olduğu riskli bölgelerde mukavemeti sağlamak için ekstra yöntemlere ihtiyaç duyulduğu açıktır.

Havza periyodik aralıklarla yükselti basamaklarına ayrıldığı durumda ise havzanın büyük kısmının uygun yükselti koşullarında bulunduğu ve buna bağlı olarak donma-çözülme kaynaklı zemin bozuklukları ile topografik sorunlardan muaf olduğu görülür. Bilindiği hem eğim hem de donma çözülme süreçleri zeminin harekete geçmesinde tetikleyici unsurlar olarak göze çarpar.

Hipsometrik eğri, hipsometrik integral gibi havzanın morfolojik evrimdeki konumunu ifade etmeye yarayan verilere göre havza deformatif faaliyetlerin nispeten az olduğu olgun devreye denk gelse de gerçekte durum daha farklıdır. Havzanın aşağı çıkırının geniş alan kaplamasına bağlı oluşan bu değerler havzanın yukarı kısmında geçerli değildir. Dolayısıyla memba kesiminde genç arazilerde görülen yıkıcı faaliyetlerin tümü aktiftir. Buna benzer bir durum da vadinin boyuna profilinde görülmekte olup aşağı kesimin baskısı yukarı çıkırın gerçeklerini baskılamıştır.

Havzadan alınan enine profillerde ise havza çerçevesi net bir şekilde ortaya çıkarak bu alanlarda görülebilecek olan morfolojik sorunlara ışık tutar. Özellikle Ağgedik Boğazı'nın etkisi daha net görülmekte olup havzayı adeta iki farklı parçaya ayırır.

Zeminin stabilitesini bozan bir diğer unsur ise su varlığı olarak belirlenmiş olup vadi yoğunluğu üzerinde durulmuştur. Her şeyden önce akışa sahip olan ya da olmayan vadiler için söylenebilecek mutlak şey taşkın durumunda hepsinin akışa geçeceğidir. Bu bakımdan özellikle killi zeminlerde, eğimin çok az olduğu yerlerde, yükseltinin düşük taban suyu seviyesinin yüksek olduğu yerlerde suyun – vadinin mevcudiyeti sorun teşkil eder. Zira farklı kombinasyonların bir araya gelmesi ile sürünme, heyelan, suya doymuş duruma gelme, şişme ve sıvılaşma meydana gelmesi mümkündür. Bu sorunların bertaraf edilmesi ise drenaj koşullarını iyileştirip, suyu kontrol altına almaktan geçer.

Görüldüğü üzere, bir sahada aynı anda çok farklı koşullar yaşanıp birbirinden farklı sorunları açığa çıkarabilir. Bu risklerin bulunduğu bölgelerde mühendislik faaliyetlerinin uzak durulması mümkün olmayıp yol, baraj, köprü, viyadük, kamu binaları ve konutların yapılması bir zorunluluktur. Öte yandan bölge jeomorfolojisinin izahı, dağılışı ve yoğunluğu dikkate alındığı takdirde sorunlar belirlenip uygun önlemleri almak mümkündür.



## Kaynakça

- Bilgin, T., (2013), Genel Kartografya II, Filiz Kitabevi, İstanbul.
- Cürebal, İ. ve Erginal, A. E., (2007), Mıhlı Çayı Havzası'nın Jeomorfolojik Özelliklerinin Jeomorfik İndislerle Analizi, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, C.6 S.19 (126-135).
- Cürebal, İ., (2004), Madra Çayı Havzasının Hidrografik Özelliklerine Sayısal Yaklaşım, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7 (11), 11-24.  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/baunsobed/issue/50343/651902>
- Horton, R.E., (1932), Drainage-Basin Characteristics. Transactions: American Geophysical Union, 13, 348-352. <http://dx.doi.org/10.1029/tr013i001p00350>
- Karataş, A. (2017), Karasu Çayı Havzasının Hidrografik Planlaması, Çantay Kitabevi, İstanbul.
- Koçyiğit, M.B. ve Akay, H., (2018), Estimation of potential flash flood risk in a basin using morphometric parameters: A case study of Akçay Basin, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University 33:4, 1321-1332.
- Kutukcu, A., Kaya, S., Kabdasli, S. ve Gazioglu, C., (2015), Nehir Havzalarının Morfolojik Karakteristiklerinin Cbs Destekli Nümerik Modeller Kullanılarak Analizi, TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu, Konya.
- Özdemir, H., (2011), Havza Morfometrisi ve Taşkınlar, Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistemik ve Bölgesel, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları, No:5, 507-526, İstanbul.
- Strahler, A. N., (1957), Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology, Transactions. American Geophysical Union, Vol. 38, No. 6.
- Tarı, U. ve Tüysüz, O., (2008), İzmit Körfezi ve Çevresinin Morfotektoniği, İTÜ Dergisi Mühendislik, Cilt:7, Sayı:1, 17-28.  
[https://www.haritaciyiz.com/araziprofil/#:~:text=ARAZ%C4%B0%20\(S%C4%B0YAH\)%20PROF%C4%B0L%C4%B0%20ELDE%20ED%C4%B0LMES%C4%B0&text=Demiryolu%2C%20karayolu%2C%20kanal%2C%20dere,sonucunda%20arazi%20profilini%20elde%20edilir.](https://www.haritaciyiz.com/araziprofil/#:~:text=ARAZ%C4%B0%20(S%C4%B0YAH)%20PROF%C4%B0L%C4%B0%20ELDE%20ED%C4%B0LMES%C4%B0&text=Demiryolu%2C%20karayolu%2C%20kanal%2C%20dere,sonucunda%20arazi%20profilini%20elde%20edilir.)



## EXTENDED ABSTRACT

Karkarcay Basin, one of the sub-branches of the Kura River Basin, takes its source from the hillside of the Lesser Caucasus Mountains and flows into the Kura River. Most of the basin extending in the southwest-northeast direction is located in the historical region called Karabakh. Shusha, Khankendi, Agdam and Aghjabadi attract attention as the most important cities of the region. In this regard, it is important to examine the area in question in detail. Because, in the restructuring of the region, which was occupied for a while in the historical process, it is significant to analyze its geomorphological features in detail and develop strategies accordingly.

Morphometric analyzes have a critical place in expressing geomorphological evolution. First of all, through morphometric analysis, it is possible to determine the stage of geomorphological evolution of the region, the severity of the process and the regions that show differences. In this context, the Karkarcay Basin was examined under three headings: areal, superficial and linear parameters, and an effort was made to objectively express the existing geomorphological structure.

Engineering geomorphology has the mission of determining possible geomorphological risks for both public buildings and infrastructure systems and civil architecture by using geomorphological knowledge, controlling their course and preventing possible disasters by making future predictions.

In addition, guiding construction activities in site selection based on this information is another area of study in engineering geomorphology. For this purpose, the Karkarcay Basin was first examined using morphometric analysis and its place and characteristics in this process were expressed. Then, the data obtained from the method in question were interpreted in terms of engineering geomorphology and attention was drawn to possible threats.

The length of the basin, which was first evaluated within the scope of linear parameters, was determined as 94,280 km. The length of the main river corresponds to 94,219 km. On the other hand, the maximum width of the basin is 36,315 km. From these data, it can be concluded that the basin is largely an elongated basin.

The slope considered within the surface parameters is divided into five groups. In most parts of the basin, the slope is between 0 and 5%. The highest values are observed along the Karabakh Rise, which is the mountainous part of the basin. In this region, the slope exceeds 20%. In places where the slope is low, the probability of mass movements such as flowing, creeping and landslides decreases. On the contrary, in areas where the slope is high, it is more likely that the slope balance will be disrupted. On the other hand, low slope can also be a problem from time to time. So much so that the very low slope in the plain region can cause drainage disorders.

Another analysis carried out in this context is the elevation steps, which are important in terms of both affecting the climate and being in a close relationship with the slope. In this regard, the basin is divided into five elevation steps and it is seen that the step with the largest area is the step covering the range -8 - 500 m. 61% of the basin is in this group. The step that covers the least area is the summit line of the Karabakh Rise with an altitude of 2000+ m and corresponds to 2% of the area. The distribution of these steps is important in terms of providing information on many issues such as slope or freezing and thawing. The basin relief, which consists of the difference between the maximum elevation and the minimum elevation, corresponds to 2838 m and reveals that there is a significant elevation difference within the basin. The situation of the basin is revealed when the hypsometric curve and hypsometric integral, which expresses the place of the basin in the erosion cycle, are calculated. Although the basin appears to be largely in the maturity phase according to the hypsometric curve, this may be misleading. Although the lower ground gives the impression of a maturity period, young topographic conditions prevail in the upper part, where erosion continues violently. Likewise, although the hypsometric integral calculated as 0.19 represents relatively mature surfaces, the same is not true for the entire basin. Therefore, the young structure of the ground should be taken into consideration during construction activities in the basin. Indeed, as seen in the erosion and fragmentation severity



analysis, an erosion of 6 m is mentioned in the lower part of the basin, while this value increases up to 1363 m in the upper part. While the region with the least intensity of erosion corresponds to the plains, the region with the highest corresponds to the mountainous areas. Especially the mountainous area along the west of Hankendi stands out as the place where erosion is most severe.

The spatial parameters that make up the next analysis group express the basin area, shape and proportional values. Among these, the basin area is one of the most basic analyses, it represents the drainage area of the stream and is important in determining the geographical potential. Karkarçay Basin, which is a basin of 2550 km<sup>2</sup> in size, is one of the sub-basins of the Kura Basin. Another analysis under this heading is valley density. Valley density refers to the length of streams in each km<sup>2</sup> area. On the other hand, when calculating valley density, not only valleys with current flow but also dry valleys are calculated. The reason for this is that dry valleys are the first places where water will attack in case of a flood. Therefore, all of these valleys should be taken into consideration in a project that will come into contact with water. According to the analysis, valley density varies from 0 to 4080 m/km<sup>2</sup> throughout the basin. The regions with the lowest valley density are the high slopes and ridges in the mountainous region. The regions with the highest valley density are the plain regions where the slope is very low. The complexity of the drainage network in this region has been effective in increasing the valley density. The presence of many drainage channels, especially around the mouth of the river, is one of the reasons for the average increase. It is very significant to control and remove water during construction activities in such areas. Otherwise, it is possible that fundamental deteriorations may occur.

## Ek bilgiler

**Çıkar çatışması bilgisi:** Sorumlu yazarlar, çalışmada çıkar çatışması olmadığını kabul etmektedir.

**Destek bilgisi:** Bu çalışma Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı'nda kabul edilen ve Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenen "Karkarçay Havzası'nın (Karabağ – Azerbaycan) Mühendislik Jeomorfolojisi" başlıklı doktora tezinin bir bölümünden ibarettir.

**Etik onay bilgisi:** Çalışma için etik onay gerekmemektedir.

**Katkı oranı bilgisi:** Yazarların makaleye katkı oranı %50 birinci yazar, %50 ikinci yazar olarak dağıtılmıştır.