



## SABUNCULAR DERESİ HAVZASI'NIN (RİZE/ÇAYELİ) MORFOMETRİK ÖZELLİKLERİNİN COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) İLE BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF THE MORPHOMETRIC PROPERTIES OF SABUNCULAR STREAM BASIN (RİZE/ÇAYELİ) WITH GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS)

**Bengisu ÖDEKER** 

Yüksek Lisans Öğrencisi, Ankara Üniversitesi,  
Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü,  
Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı, bodeker@ankara.edu.tr

**Necla TÜRKÖĞLU** 

Prof. Dr., Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi,  
Coğrafya Bölümü, Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı,  
nturkoglu@ankara.edu.tr

### Makale Bilgisi

Gönderildiği tarih: 1 Mart 2020  
Kabul edildiği tarih: 11 Nisan 2020  
Yayınlanma tarihi: 22 Haziran 2020

### Article Info

Date submitted: 1 March 2020  
Date accepted: 11 April 2020  
Date published: 22 June 2020

### Anahtar sözcükler

Sabuncular Deresi; Rize/Çayeli;  
Morfometrik Özellikler; Coğrafi Bilgi Sistemleri

### Keywords

Sabuncular Stream; Rize/Çayeli;  
Morphometric Properties;  
Geographical Information Systems

DOI: 10.33171/dtcfjournal.2020.60.1.2

### Öz

Akarsu havzalarının morfolometrik özelliklerinin bilinmesi, havza potansiyelinin hesaplanmasında ve havzada yapılacak her türlü planlamada büyük öneme sahiptir. Bu çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak Sabuncular Deresi Havzası'nın morfolometrik ve hidrografik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. 1/25.000 ölçekli sayısal topografya haritaları kullanılarak Digital Elevation Model (DEM) (Sayısal Yükseklik Modeli) oluşturulmuştur. Sayısal Yükseklik Modeli üzerinden belirlenen havza sınırına göre gerekli veri setleri ve morfolometrik haritalar elde edilmiştir. Havzaların karakteristik özelliklerinden; havza sınırı, havzanın çevre uzunluğu, havza alanı, eğimi, bakışı, akış yönleri, drenaj ağları gibi morfolometrik parametreler incelenmiştir. Ayrıca akarsuyun çatallanma oranı, sıklığı, yüzeyel akış uzunluğu, hipsometrik integrali ile havzanın lemniskat oranı, tekstür oranı, engebelilik oranı, dairesellik oranı, akım toplanma zamanı hesaplanmıştır. Tüm bu özellikler dikkate alınarak havzanın hidrografik özellikleri değerlendirilmiştir.

### Abstract

Knowing the morphometric properties of river basins has great importance in calculating the basin potential and any planning in the basin. In this study, it is aimed to investigate the morphometric and hydrographic features of Sabuncular Creek Basin by using Geographic Information Systems (GIS). Digital Elevation Model (DEM) (Digital Elevation Model) was created using 1/25.000 scaled digital topography maps. Necessary data sets and morphometric maps were obtained according to the basin limit determined on the Digital Elevation Model. From the characteristic features of the basins; morphometric parameters such as basin boundary, perimeter length of basin, basin area, slope, sight, flow directions, drainage networks were investigated. In addition, the bifurcation rate, frequency, surface flow length, hypsometric integral and the basin's lemniskat ratio, texture ratio, roughness ratio, circularity rate, flow accumulation time were calculated. Taking all these features into consideration, the hydrographic features of the basin were evaluated.

## 1. Giriş

Coğrafi verinin depolanması, düzenlenmesi, sorgulanması ve analiz edilmesi işlemleri bütününe CBS denilmektedir. CBS kısa sürede çok işlem yaparak zamandan tasarruf etmeyi, maliyeti azaltarak daha iyi bir hizmet sunulmasını sağlamaktadır. Birçok araştırma konusunda CBS kullanılmakta ve araştırma daha da zengin hale getirilmektedir. Ayrıca araziye çıkmadan önce çalışma alanına ait

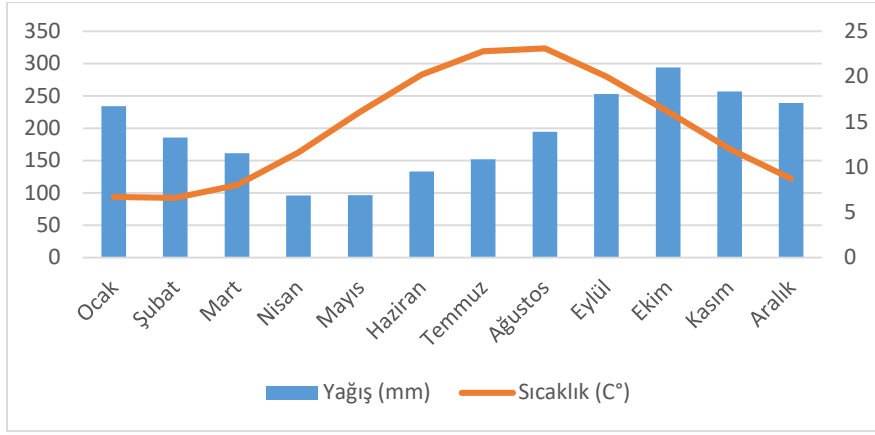
sayısal verilerin haritalanması, yapılacak çalışmaya ciddi katkı sağlamaktadır (Altıparmak ve Türkoğlu 374). Morfometrik özellikleri konu alan çalışmalarda havzanın şekillenmesini sağlayan akarsu ve akarsu ağlarının özelliklerinin incelenmesinde de CBS önemli bir yere sahiptir. Morfometrik çalışmalar sayesinde akarsular ile akarsu havzalarına ait özellikler ölçülebilmekte ve yorumlanabilmektedir (Strahler, "Quantitative Analysis of..." 913). Morfometrik parametreleri oluşturan değerlerden her biri havzanın bir özelliğini belirtmektedir ve birbirlerinden bağımsız düşünülememektedirler. Bu parametreler sayesinde havza özellikleri ortaya konulmaktadır. Ayrıca yüzey suyu kaynakları ile yeraltı suyu potansiyeli değerlendirilebilmektedir (Farhan 159).

Havzaların drenaj özelliklerini morfometrik yöntemlerle inceleyen birçok çalışma bulunmaktadır (Özdemir; Karataş; Toprak; Avcı ve Sunkar; Kütükçü ve diğerleri; Elbaşı ve Özdemir; Altıparmak ve Türkoğlu; Görür ve Karadeniz; Strahler; Tarboton; Ali and Khan; Farhan). Literatür taraması sonucunda çalışma alanı olarak seçilen Sabuncular Deresi Havzası'nda ilgili bir çalışmanın henüz yapılmamış olması çalışmanın temel dayanağını oluşturmaktadır. Çalışmada su akış yönleri ile drenaj ağlarının belirlenmesi ve havzaya ait morfometrik özelliklerin hesaplanması, bu sayede Sabuncular Deresi Havzası'nın hidrografik özelliklerinin değerlendirilmesi ile yorumlanması amaçlanmıştır.

Çalışma sahası, Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümü'nde, Doğu Karadeniz Dağları'nın kuzeyinde yer alan Sabuncular Deresi Havzası'nı kapsamaktadır (Şekil 1). Sabuncular Deresi Havzası Rize/Çayeli'nde yer almakta olup 378km<sup>2</sup>'lik yüzölçüme sahiptir. Toplam akarsu uzunluğu yaklaşık 46km; ana akarsuyun uzunluğu ise yaklaşık 23km'dir. Sabuncular Deresi Havzası engebeli bir topografyaya sahiptir. Akarsuyun kaynağını aldığı yerde yükseklik yaklaşık 3000 metreye ulaşmaktadır.



artış, kış aylarında ise yağışlar kar şeklinde olduğu için akarsu debilerinde azalış görülmektedir. Akarsuyun debisinin arttığı dönemlerde havzada taşkın riski artmaktadır.



**Şekil 2.** Rize'nin uzun yıllık aylık ortalama sıcaklık ve yağış grafiği (1981-2010)

İnsanların sosyal ve ekonomik hayatlarını kesintiye uğratan, büyük boyutlara ulaştığında ciddi zararlar verebilen can ve mal kayıplarına neden olabilen olaylara afet denilmekte heyelan, sel ve taşkın da afetler içerisinde yer almaktadır. Sel genellikle akarsuyun yukarı ve orta çığrında, taşkın ise aşağı çığrında meydana gelmektedir. Genel olarak dünya üzerinde taşkın tehlikesini çok sık yaşayan ülke Çin'dir. Sarı Nehir'in muson yağışları sebebiyle sıklıkla taşkın yaratması Çin'i bu konuda önlem almak durumunda bırakmıştır (Özey 117). Türkiye'de ise Devlet Su İşleri'nin verilerine göre en çok İzmir'de daha sonra Rize'de taşkın durumu ciddi boyutlara ulaşmaktadır. Bu çalışmada Sabuncular Deresi Havzası'nın taşkın risk potansiyeli de değerlendirilmiştir.

## 2. Veri ve Yöntem

Bu çalışmada CBS ortamında 1\25.000 ölçekli sayısal topografik haritalar üzerinden havza alanına ilişkin Sayısal Yükseklik Modeli oluşturularak havza sınırları belirlenmiştir. Bunların yanında çalışma sahasına ait morfometrik haritalar üretilmiştir. Bu doğrultuda morfometrik analizlerin yapılabilmesi için ArcGIS 10.1 yazılımında Spatial Analyst Tools modülünden yararlanılmıştır. Su akış yönleri ile drenaj ağlarının belirlenmesi, havzaya ait morfometrik özelliklerin hesaplanması ve bu özellikler aracılığıyla Sabuncular Deresi Havzası'nın hidrografik özelliklerinin değerlendirilmesi, yorumlanması, havzaya ait taşkın durumunun açıklanması amaçlanmıştır. Hidrolojik modeli oluştururken ilk aşama havza sınırlarının belirlenmesi olmuştur. Bu hedef doğrultusunda sayısal topografik haritalar

üzerinde sırtlardan geçmekte olan, sırtın her iki tarafında ayrı havza oluşturan su bölümü çizgileri baz alınarak havza sınırı çizilmiştir. Havza alanı için alan sembolü, havza çevresi için çizgi sembolü kullanılmıştır. İki ayrı katman ile çizilen sınır feature class dosyası içine kaydedilerek sayısal verilere ulaşılması sağlanmıştır. Böylece havzanın morfometrik özelliklerini belirlemek için gerekli olacak hesaplamalarda en temel veriler elde edilmiştir. Hidrografik özelliklerin matematiksel temelini ifade edilmesinde Strahler'in geliştirdiği modelleme ve yöntem kullanılmıştır. Bu yöntem doğrultusunda ilk akarsuyu oluşturan kollar birinci diziyi, birinci dizilerin birleşmesiyle oluşan kollar ikinci diziyi ortaya çıkarmaktadır. Tüm kollara bu işlem uygulandıktan sonra en büyük numaraya sahip dizi ana akarsuyu ifade etmektedir (Hoşgören 116). Akarsu üzerinde gerçekleştirilecek tüm hesaplamalar ve sonuca ulaşmamıza yardımcı olan oranlar, Strahler yöntemi ile oluşturulan akarsu düzenini çalışmanın altlığını oluşturmaktadır.

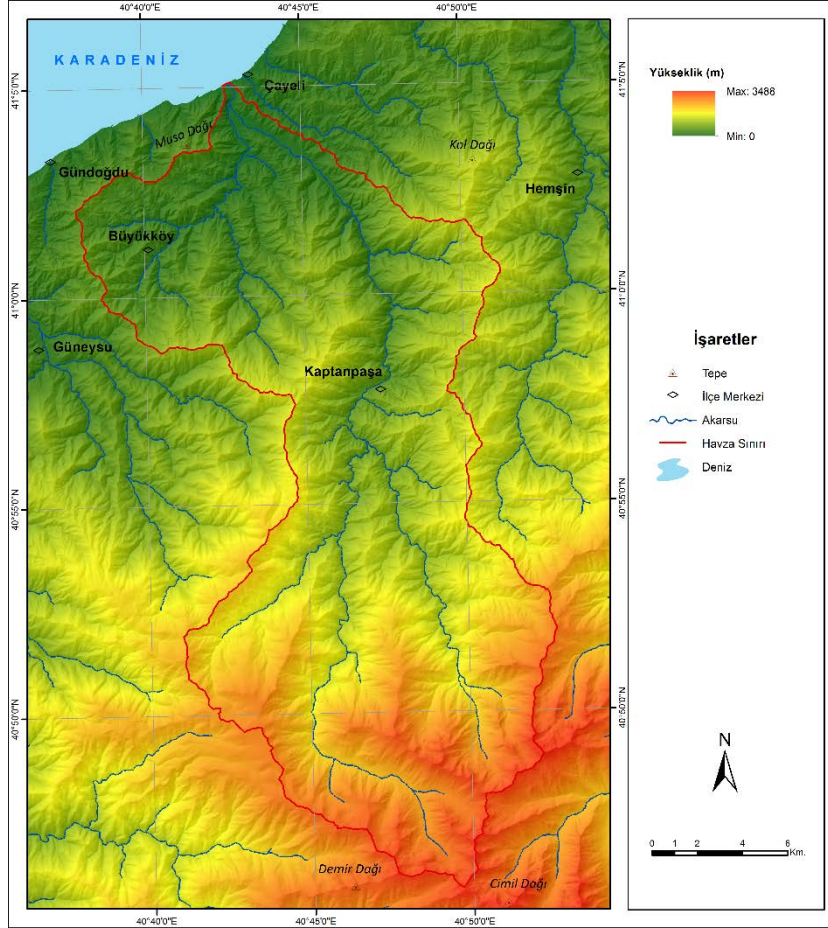
### **3. Bulgular**

#### **3.1. Hidrolojik Modelin Oluşturulması**

Sabuncular Deresi Havzası'nın doğal ortam şartları göz önünde bulundurularak, çalışma sahasına uygun yöntemler seçilmiş ve morfometrik analizlerin yapılabilmesi için hidrografik analizin temelini oluşturan parametreler tercih edilmiştir.

##### **3.1.1. Sayısal Yükseklik Modelinin Oluşturulması**

G45a1, G45a2, G45a3, G45a4, G45b1, G45b2, G45b3, G45b4, F45c3, F45c4, F45d3, F45d4 numaralı toplam 12 adet 1/25.000 ölçekli sayısal topografik harita kullanılarak Sayısal Yükseklik Modeli (Digital Elevation Model-DEM) oluşturulmuştur (Şekil 3). Bu çalışmada DEM, Spatial Analyst Tools modülündeki gerekli parametreleri elde edebilmek için kullanılan altlığı ifade etmektedir.



**Şekil 3.** Sabuncular Deresi Havzası Sayısal Yükseklik Modeli (DEM)

Bazen DEM verilerinin yapısında bozuk veya eksik kısımlar olmaktadır. Örneğin uydu görüntüleri ile üretilmiş bir DEM verisinde su yüzeylerindeki yansılardan veya bulutlardan dolayı bazı hücreler yanlış değer almaktadır. Böyle bir durumda yapılan analiz yanlış sonuçlar vermektedir. Bu çalışmada elde edilen verideki hataları minimum düzeye indirmek amacıyla Spatial Analyst Tools modülündeki hidroloji uygulaması altında yer alan Fill kullanılmıştır. Böylece Sayısal Yükseklik Modeli üzerindeki hatalı çukur ve tümsek noktaları düzeltilmiştir.

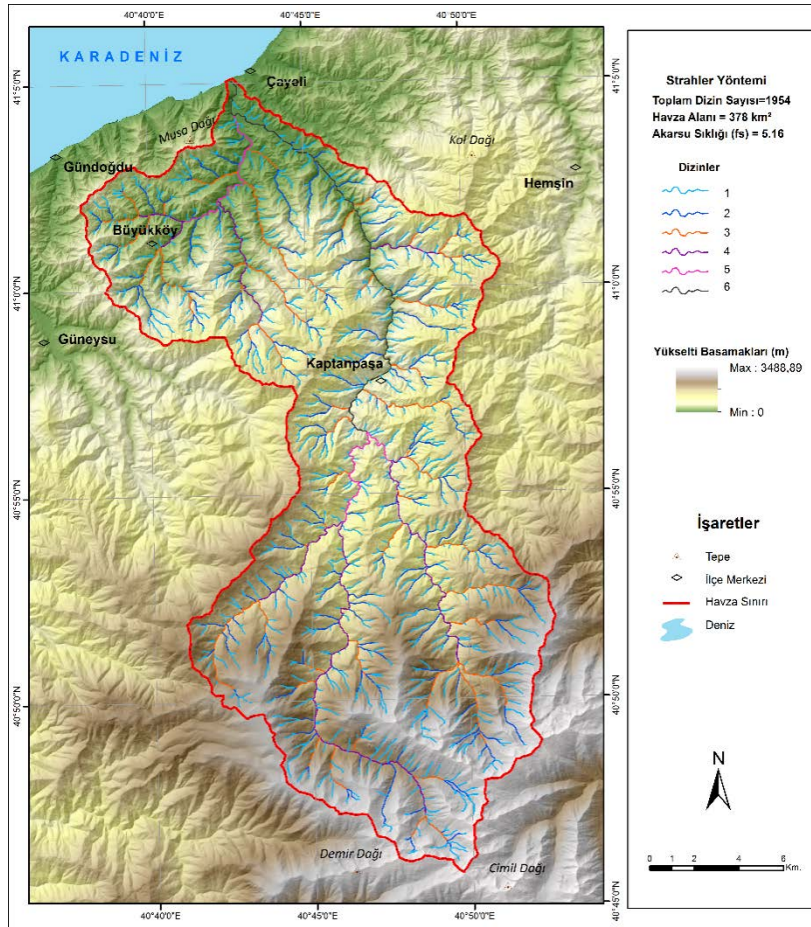
### 3.1.2. Akış Yönü Belirleme

Akış yönleri, akarsuların ve materyallerin taşınım hareketlerinin hesaplanmasında kullanılmaktadır (Tarboton 309). Sayısal yükseklik modeli üzerinde bulunan grid hücrelerinin her biri belirli bir yükseklik değerine sahiptir ve kendi değerinden daha düşük olan bir hücreye doğru akış gerçekleşmektedir. Her hücre için güney, kuzey, doğu, batı, kuzeydoğu, kuzeybatı, güneydoğu ve güneybatı olarak yönler belirlenmiştir (Aslan ve diğerleri 172).



küçük bir dizin kendisinden büyük bir dizinle birleştiğinde ise dizin değerinde bir artış olmamaktadır (Özdemir, “Havza Morfometrisi ve Taşkınlar” 458).

Bu çalışmada Sabuncular Deresi Havzası'ndaki akarsular ile tanımlanan drenaj ağları Strahler yöntemi kullanılarak derecelendirilmiştir (Şekil 5). Bu derecelendirme, taşkını değerlendirebilmek için gerekli morfometrik parametrelerin hesaplanmasında kaynak olması bakımından önemlidir. Böylece akarsuların kol sayıları, çatallanma ve dairesellik oranları hesaplanmıştır. Ana akarsu uzunluğu, toplam drenaj uzunluğundan yola çıkarak drenaj yoğunluğu ve beraberinde de yüzeysel akış uzunluğu tespit edilmiştir. Havza içindeki toplam dizin sayısı havza alanıyla ilişkilendirilerek akarsu sıklığı belirlenmiştir.



**Şekil 5.** Sabuncular Deresi Havzası'nın Strahler yöntemine göre derecelendirilmesi

### 3.1.4. Akarsu Sıklığı ( $F_s$ )

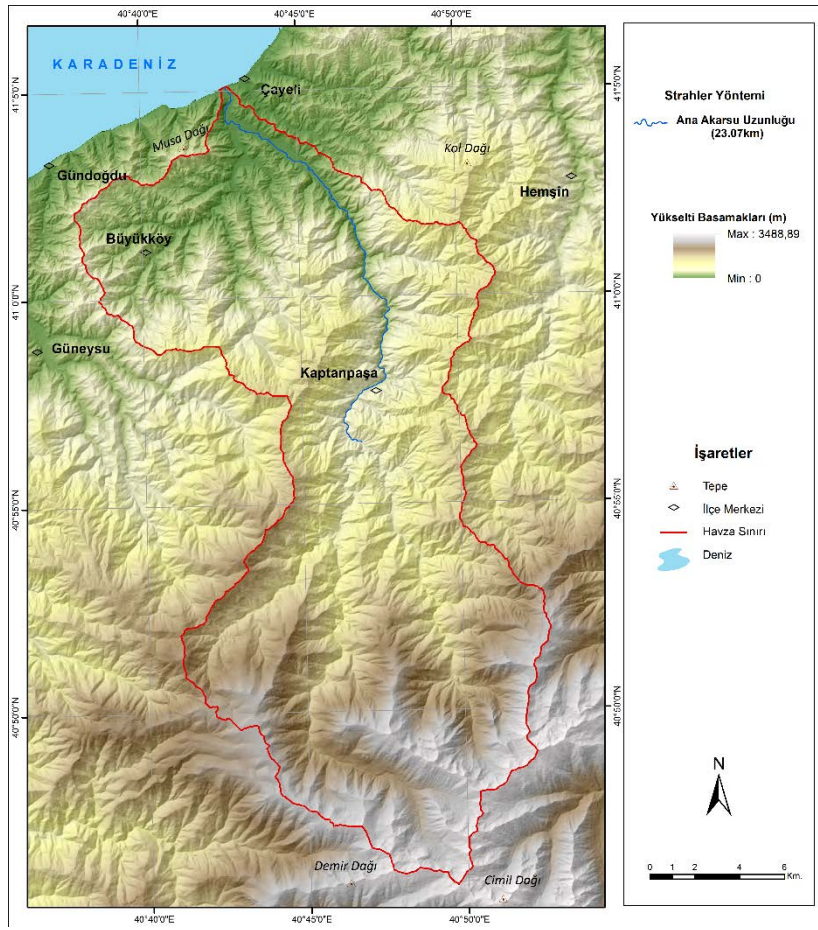
Havza içindeki toplam akarsu dizin sayısının ( $N_u$ ) havza alanına ( $A$ ) bölünmesiyle hesap edilmektedir. Akarsu sıklığı ( $F_s$ ) değerinin yüksek olması, zeminin geçirgen olmadığını, eğimin fazla olduğunu, bu nedenle suyun sızmadan akışa geçtiğini göstermektedir. Akarsu sıklığı değerinin düşük olması ise zeminin



geçirgen ve eğimin az olduğunu ifade etmektedir (Reddy ve diğerleri). Sabuncular Deresi Havzasına ait akarsu sıklığı formülize edilerek 5.16 bulunmuştur (Şekil 5). Bu rakam, havzanın yüksek relief özellikleri gösterdiğini ve taşkın riskinin yüksek olduğunu ifade etmektedir. 1. dizin sayısı toplamının tüm dizinlerden fazla olduğu göz önüne alındığında akarsu sıklığının en fazla bu alanlarda olduğu söylenebilir.

$$F_s = \frac{N_u}{A} = \frac{1954}{378} = 5.16$$

### 3.1.5. Ana Akarsu Uzunluğu (L)



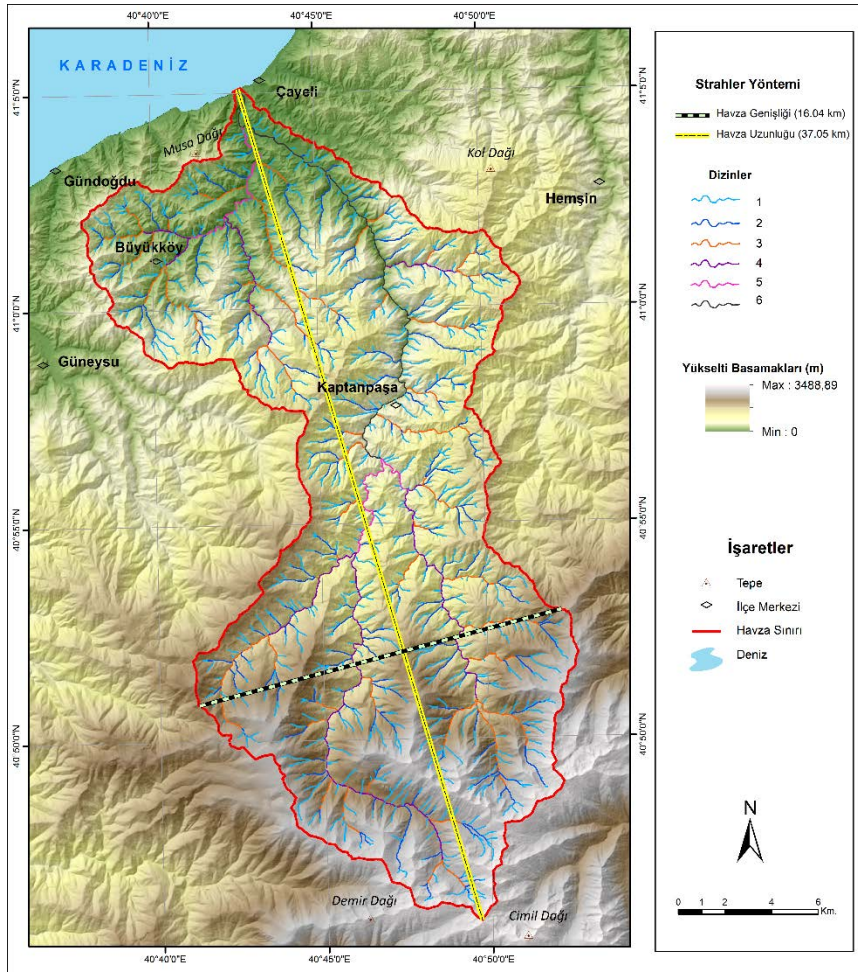
**Şekil 6.** Sabuncular Deresi Havzası ana akarsu uzunluğu haritası

Ana akarsu uzunluğu belirlenirken Strahler yöntemine göre belirlenen dizinlerden en büyük olan 6. derecedeki dizinin başlangıcından ağız kısmına kadarki uzunluğu dikkate alınmıştır. Bu doğrultuda Sabuncular Deresi Havzası'nda ana akarsu olarak belirlenen kolun uzunluğu 23.07km olarak tespit edilmiştir (Şekil 6). Bu uzunluğun hesaplanması morfometrik özelliklerin belirlenmesinde akım toplanma zamanının hesap edilmesine katkı sağlaması bakımından önemlidir.

### 3.1.6. Maksimum Havza Genişliği (W) ve Havza Uzunluğu (Lb)

Havza üzerinde akarsuyun ağız kısmından kaynak kısmına doğru en uzun eksen belirlendikten sonra bu eksen dik kesen en geniş eksenin belirlenmesi olarak ifade edilmektedir. Bu sayede havzanın yapısı ve havzadaki flüvyal süreçlerin yorumlanması sağlanmaktadır (Karataş 127).

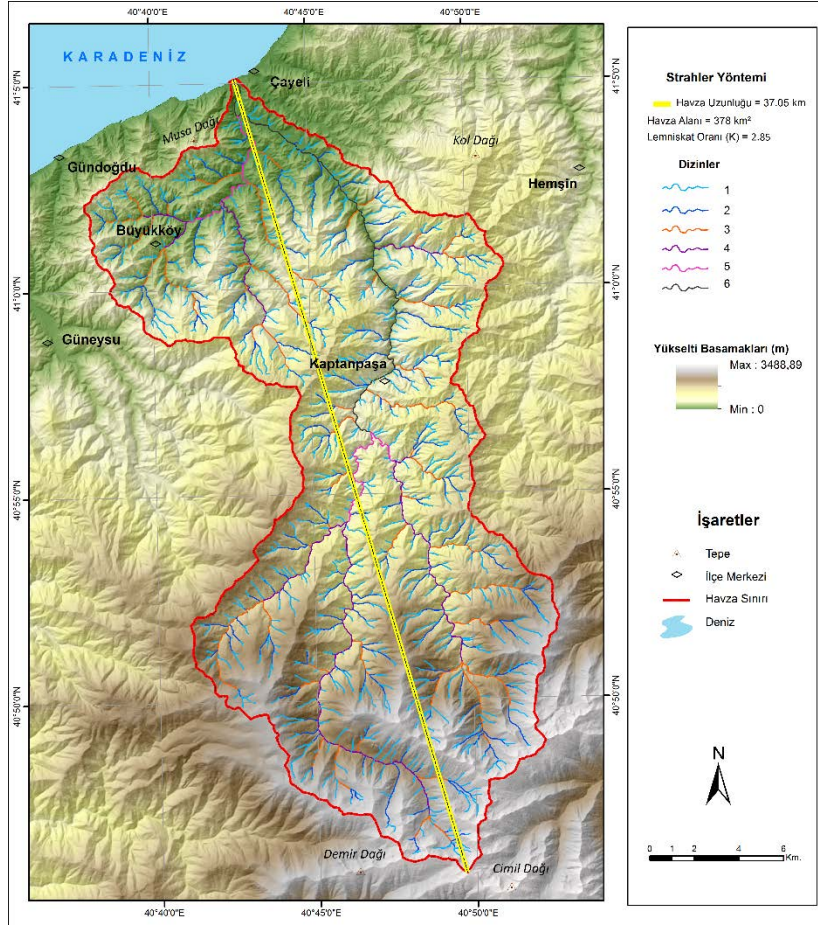
Sabuncular Deresi Havzası maksimum havza uzunluğu 37.05km, maksimum havza genişliği 16.04km'dir (Şekil 7). Değerlere göre, uzunluk ve genişlik arasında büyük bir fark olduğu ve bu yüzden havzanın dairesellikten uzaklaştığı görülmektedir. Bu değerlerin yorumlanması diğer morfometrik parametreler ile birlikte değerlendirildiğinde daha muntazam sonuçlar verecektir. Diğer durumda yani sadece havza uzunluğuna karşılık gelen genişliğe bakarak havza şeklinin değerlendirilmesi; uzun, kısa, geniş veya dar diye belirlenmesi doğru sonuçlar vermeyecektir (Karataş 126).



**Şekil 7.** Sabuncular Deresi Havzası havza uzunluğu ve havza genişliği haritası

### 3.1.7. Lemniskat Oranı (K)

Havzada ana akarsu koluna paralel olacak şekilde belirlenen maksimum havza uzunluğunun (Lb) karesi ile  $\pi$  çarpılarak havza alanının (A) dört katına bölünmesiyle elde edilen bir orandır (Baiju ve diğerleri 901). Kelebek eğrisi de denilen lemniskat oranı havzanın eğim özelliklerini anlamamıza yardımcı olmaktadır. Lemniskat oranınının 0.50-1.80 aralığında olması normal kabul edilmektedir (Baiju ve diğerleri 905).



**Şekil 8.** Sabuncular Deresi Havzası lemniskat oranı haritası

Bu oranın düşük olması akış hızının düşük olduğunu dolayısıyla sediment yükünün azaldığını, dahası havzanın neredeyse yuvarlak bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Bu oranın yüksek olması ise, akış hızının yüksek olduğunu, sediment yükünün arttığını, havzanın uzun ve dar bir yapıya sahip olduğunu ifade etmektedir. Böylece yüksek lemniskat oranına sahip havzalarda sel/taşkın ve heyelan riski de artmaktadır.

Sabuncular Deresi Havzası'nda lemniskat oranı 2.85 olarak yüksek bir değer bulunmuştur. Bu değer, havzanın sel/taşkın ve heyelan riskinin fazla olduğu göstermektedir (Şekil 8).

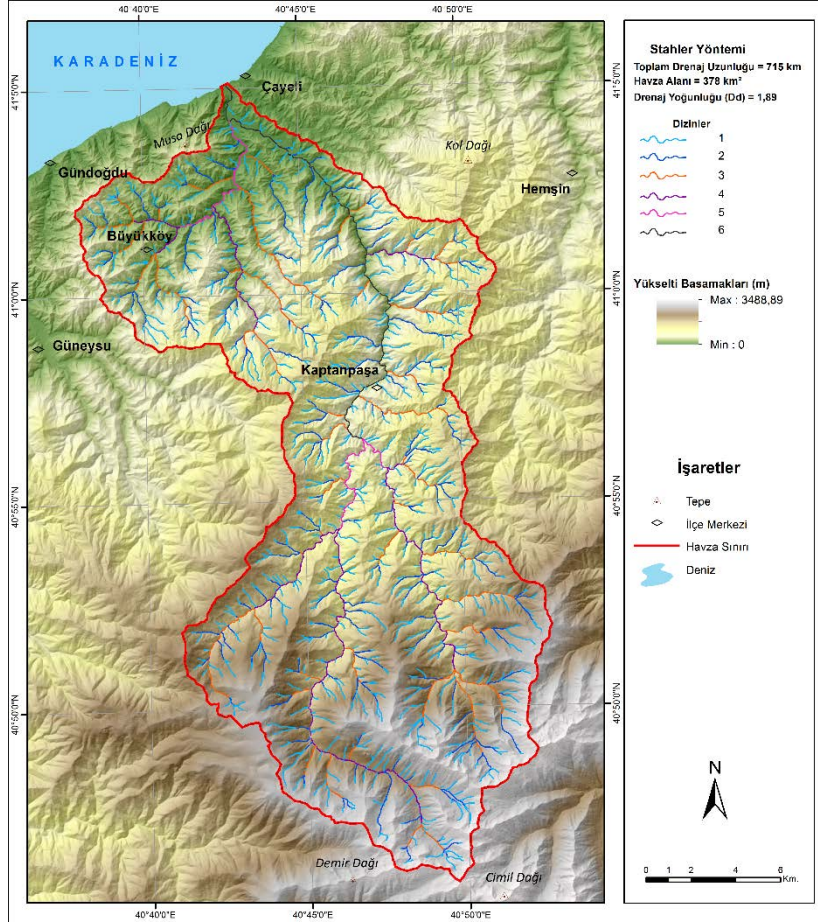
$$K = \frac{Lb^2\pi}{4A} = \frac{37.05^2 \times 3.14}{4 \times 378} = 2.85$$

### 3.1.8. Drenaj Yoğunluğu (Dd)

Drenaj yoğunluğu Horton tarafından üretilmiş olup, en önemli morfometrik parametrelerden birisidir. Havzadaki Strahler yöntemine göre oluşturulan dizinlerin, toplam drenaj uzunluğunun (L) havza alanına (A) bölünmesiyle elde edilmektedir (Horton 283). Drenaj yoğunluğu sayesinde havza ile ilgili temel olan birçok bilgiye ulaşılabilmektedir. Geçirimli kayaçların varlığı dolayısıyla sızma kapasitesinin yüksek olması halinde yeraltı akışları oluşacaktır. Böylece yüzeyde ciddi bir aşınma görülmeyecek, drenaj yoğunluğu düşük değerler gösterecektir. Ayrıca bitki örtüsünün yoğun olması nedeniyle nemli ılıman iklimlerde de sızma kapasitesi artmakta ve drenaj yoğunluğu düşük değerlere sahip olmaktadır. Bu durumun aksine geçirimsiz bir yüzeyin varlığı ile ya da kurak alanların bitki örtüsünden yoksun olması sebebiyle sızma kapasitesi azalacak, akış yüzeyde olacak ve aşınma ortaya çıkacaktır. Böylece drenaj yoğunluğu yüksek değerler gösterecektir (Patton ve Baker 942).

$$Dd = \frac{L}{A} = \frac{715}{378} = 1.89$$

Sabuncular Deresi Havzası drenaj yoğunluğu 1.89'dur (Şekil 9). Bu değer drenaj yoğunluğunun havzada yüksek olduğunu ifade etmektedir. Havzada gür bir bitki örtüsü bulunmasına rağmen bu oranın yüksek olmasının nedeni, eğim ve yağış özelliklerinin yüzey akışını artırıcı rol oynamasıdır. Bu yüksek değer ile alanın fizyografik özellikleri bir arada değerlendirildiğinde havzanın taşkın riskinin yüksek olduğunu söylemek mümkündür.



Şekil 9. Sabuncular Deresi Havzası drenaj yoğunluğu haritası

### 3.1.9. Yüzeysel Akış Uzunluğu ( $\ell_0$ )

Havza alanının (A) drenaj yoğunluğunun (Dd) karesine bölünmesi ile yüzeysel akış uzunluğu elde edilmektedir. Bir kanala girmeden yüzeyden akış gösteren su ile en yakın kanal arasındaki mesefeye yüzeysel akış uzunluğu denir (Horton 284). Taşkın sürecinde toplanma zamanının belirlenmesinde önemli bir değişkendir. Bu uzunluk sayesinde havzadaki yüzeysel erozyon ile ilgili bilgiler sağlanmaktadır. Dairesel havzalarda su daha fazla oyalandığı için yüzeysel akış uzunluğu değeri düşük çıkmaktadır. Aksine uzunca bir yapı gösteren havzalarda su oyalanmadan kaynaktan ağıza hareket ettiği için bu uzunluk yüksek değerler göstermektedir (Toprak 99). Sabuncular Deresi Havzası yüzeysel akış uzunluğu değeri 105.82 olarak hesap edilmiştir. Havzanın  $\ell_0$  değerinin yüksek olması, yüzey erozyonu ve taşkın riskinin de çok yüksek olduğunu göstermektedir.

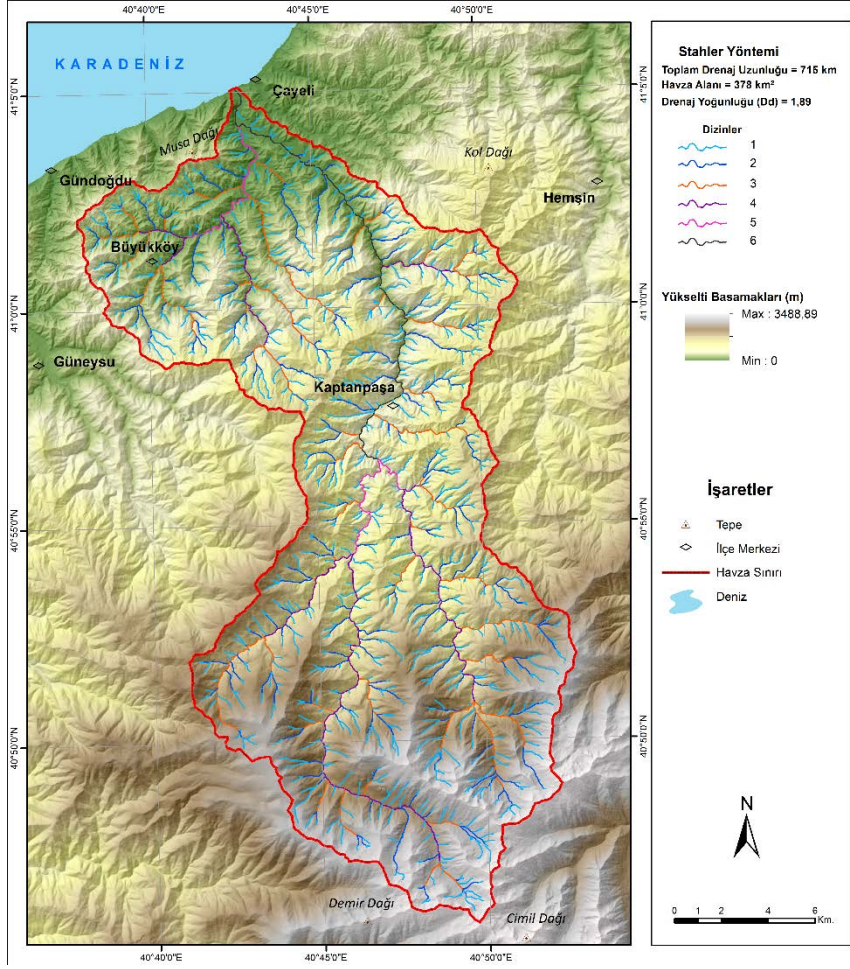
$$\ell_0 = \frac{A}{Dd^2} = \frac{378}{1.89^2} = 105.82$$

### 3.1.10. Çatallanma Oranı (Rb)

Sabuncular Deresi, çeşitli dereceden kolları ile birlikte bir ağ sistemi oluşturmaktadır. Bu ağ sistemi kendi içerisinde belirli kollara ayrılmakta ve çatallanma derecesi göstermektedir. Çatallanma oranı havzanın şekli hakkında da yorum yapabilmemizi sağlamaktadır. Çatallanma derecesinde birinci dizin kaynaktan doğan ilk kolu oluşturmaktadır ve bu kolların birleşmesi ile dizin değeri artarak devam etmektedir. Havzada ki çatallanma oranı Strahler' in ileri sürdüğü formüle göre yani bir dizinin toplam sayısının bir üst dizinin toplam sayısına bölünmesi ile tespit edilmiştir (Özdemir, "Havza Morfometrisi ve Taşkınlar" 459).

Akarsuyun çatallanma oranının hesap edilmesi havzanın relief ve parçalanma şiddetinin hangi boyutta olduğunu göstermesi bakımından önemlidir (Horton 290). Ayrıca sel ve taşkın riski taşıyan alanların tespit edilmesini sağlamaktadır. *"Çatallanma oranı ortalamasının 5'ten az olması jeomorfolojik kontrollü drenaj paterni gelişimini, 5'ten daha fazla olması durumunda ise strüktürel kontrollü drenaj patern gelişimini yansıttığı vurgulanmaktadır"* (Rama 202). Çatallanma oranı akarsuyun akımı hakkında bilgi vermektedir. Çatallanma oranının yüksek olması akımın sel karakterli olduğunu gösterirken çatallanma oranının düşük olması akımın taşkın karakterli olduğunu ifade etmektedir (Özdemir, "Havza Morfometrisi ve Taşkınlar" 459-460).

Sabuncular Deresi Havzası çatallanma oranı 1,98 olarak hesaplanmıştır (Şekil 10). Değerin düşük olması havzada sel karakterli akımlardan ziyade taşkın karakterli akımların görüldüğü anlamını taşımaktadır. Ayrıca akarsuyun 6. derece kollarına doğru belirlenen düşük çatallanma oranı bu kolların bulunduğu alanlarda taşkın olma ihtimalinin yüksek olduğunu göstermektedir.

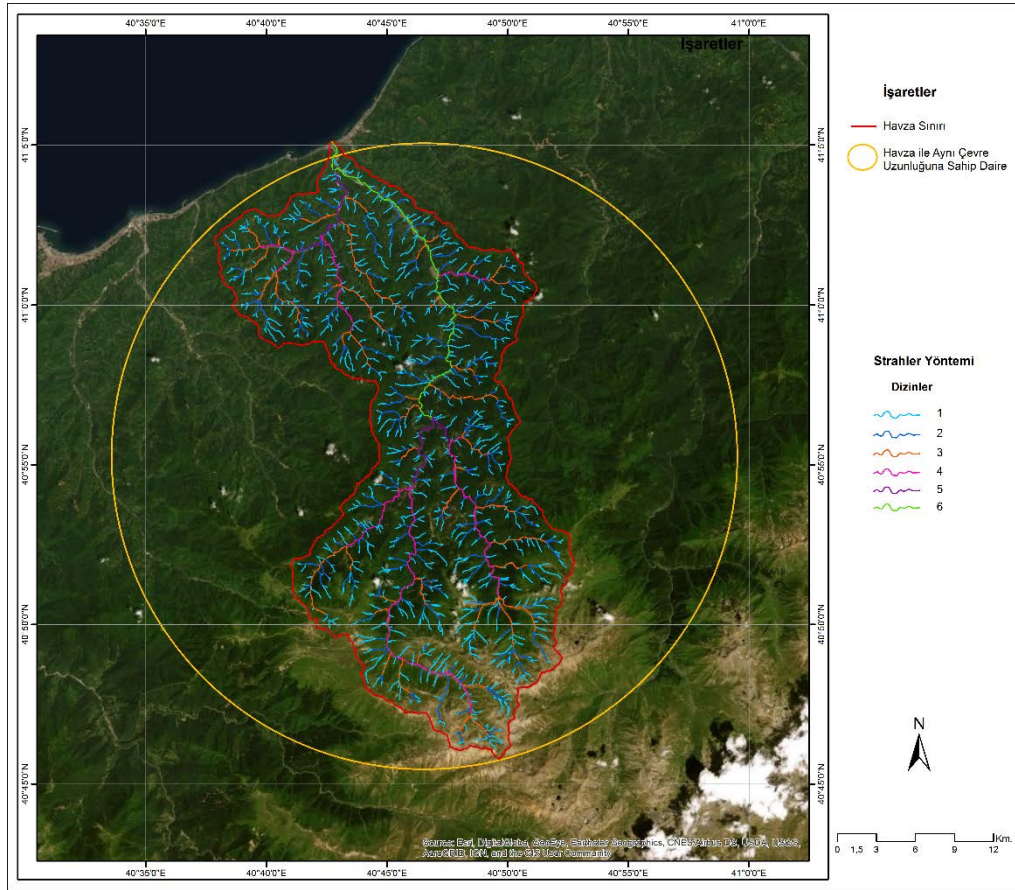


**Şekil 10.** Sabuncular Deresi Havzası çatallanma oranı haritası

### 3.1.11. Dairesellik Oranı (R<sub>c</sub>)

Dairesellik oranı; havza alanının (A)  $4\pi$  ile çarpılarak havzanın çevre uzunluğunun (P) karesine bölünmesi sonucu hesap edilmektedir. Değer 1'e yaklaştıkça dairesellik artar. Sabuncular Deresi Havzası'nın dairesellik oranı 0.37 olup, düşük bir değere sahiptir. Bu değer düşük olması havzanın dar ve uzun şekilde olduğunu göstermektedir. Bu tür havzalarda su toplanma zamanı kısadır. Dolayısıyla havzaya düşen yağış akışa geçip kısa sürede havzanın aşağı çığırına ulaşmakta ve taşkına sebebiyet vermektedir.

$$R_c = \frac{4\pi A}{P^2} = \frac{4 \times 3.14 \times 378}{113.727^2} = 0.37$$



**Şekil 11.** Sabuncular Deresi Havzası dairesellik oranı haritası

### 3.1.12. Tekstür Oranı (T)

Tekstür oranı havzanın morfolojik özellikleri bakımından önemli bir parametredir. Arazinin engebeli bir topografyaya sahip olması bu oranın yüksek olmasına sebebiyet vermektedir. Tekstür oranını elde edebilmek için 1. derece dizinlerin sayısı havzanın çevre uzunluğunun 1'e bölümü ile çarpılmaktadır (Kütükçü ve diğerleri 181). Birinci dizin sayısı ne kadar fazla olursa tekstür oranı o kadar yüksek çıkmaktadır. Bu doğrultuda Sabuncular Deresi Havzası tekstür oranı 8.60 olarak hesap edilmiştir. Havzada bu oranın yüksek olması akışa geçen su miktarının da yüksek olduğunu göstermektedir. Bu nedenle hem akışa geçen su miktarı hem de relief özelliklerinin yüksek olması havzanın taşkın riskinin yüksek olmasına sebebiyet vermektedir.

$$T = N_{D1} \left( \frac{1}{P} \right) = 979 \left( \frac{1}{113.727} \right) = 8.60$$



### 3.1.13. Drenaj Tekstürü (Rt)

Drenaj tekstürü Strahler yöntemi ile oluşturulan dizinlere bağlı kalacak şekilde toplam dizin sayısının ( $N_u$ ) havzanın çevre uzunluğuna (P) bölünmesi ile formülize edilerek hesaplanmaktadır. Drenaj tekstürü arazinin ne kadar geçirgen olduğu veya oluştuğu kayaların yapısı hakkında bilgi sahibi olmayı sağlamaktadır. Beş sınıfa ayrılmıştır ve elde edilen değer bu sınıflara göre değerlendirilmektedir. 2'den az ise çok kaba taneli, 2-4 arasında ise kaba taneli, 4-6 arasında ise orta taneli, 6-8 arasında ise ince taneli, 8'den fazla ise çok ince taneli olarak sınıflandırılmaktadır (Ali ve Khan 25).

$$R_t = \frac{N_u}{P} = \frac{1954}{113.727} = 17.18$$

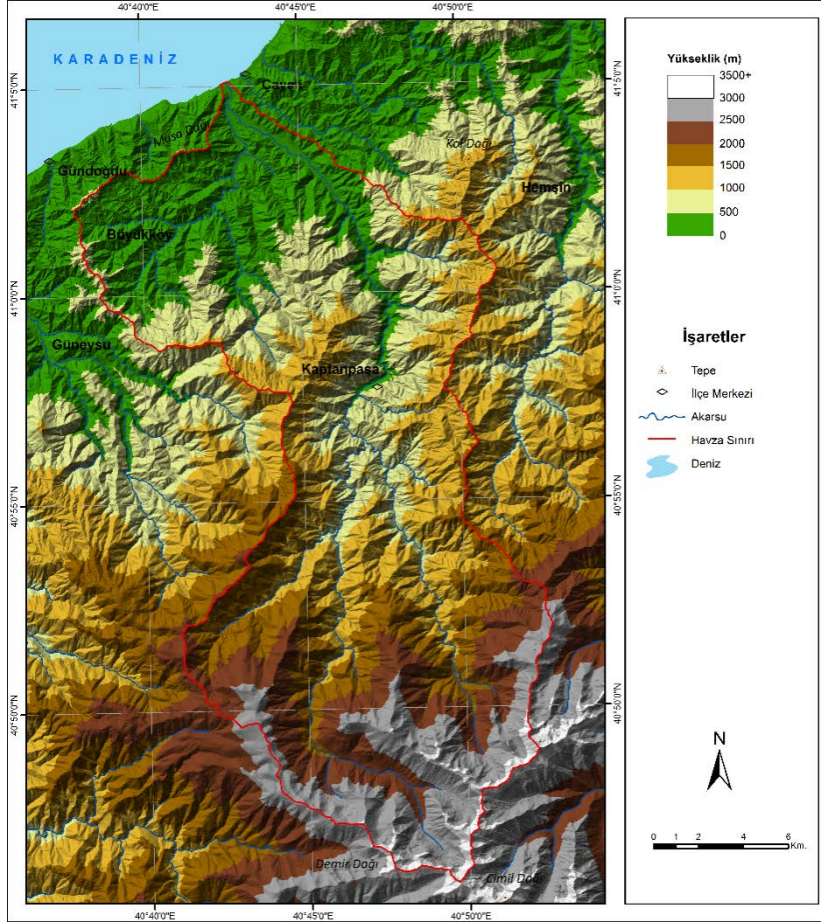
Sabuncular Deresi Havzası drenaj tekstürü 17.18 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak havzada tespit edilen drenaj yoğunluğunun yüksekliği, yüzeysel akışın fazlalığını ve çok ince taneli drenaj tekstürüne sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum havzanın taşkın riskini artırmaktadır.

## 3.2. Relief Morfometrik Özellikler

### 3.2.1. Bakı

Yüzeyin kuzeyle yaptığı coğrafik açı değeri olarak tanımlanan bakı; yüzeyin  $0^\circ$ - $360^\circ$  arasında sıralanan pusula yönleridir (Bağdatlı ve Öztürk 16). Kuzey  $0^\circ$ 'dir ve saat yönünde  $90^\circ$  doğu,  $180^\circ$  güney,  $270^\circ$  batıdır. Eğim derecesi 0 olan düz alanlar -1 değeri ile temsil edilir. Sabuncular Deresi Havzası matematik konumu itibariyle kuzey yarımkürede dönenceler dışında bulunmakta, güneş ışınlarını güneyden almaktadır. Bakı faktöründe yüzey şekillerinden güneş ışınlarının geliş açısının belirgin bakı alanları yarattığı görülmektedir. Bakı alanlarının kesiştiği yerler bize sırtları göstermektedir (Şekil 12). Havzada yönleri belirten bakı gruplarının her biri birbirine çok yakın değerler içermektedir. Çok küçük farklar ile bakı grupları arasında kuzeye bakan yamaçlar %12.27 oranla daha geniş bir alan; güneydoğuya bakan yamaçlar %7.57 oranla daha az bir alan kaplamaktadır. Güneye bakan yamaçlar kuzeydeki yamaçlara göre daha fazla güneş ışınına maruz kalacağı için bitki örtüsü daha seyrek olacaktır. Böylece bu yamaçlarda yüzeysel akış artacak ve sel/taşkın, heyelan oluşması kaçınılmaz hale gelecektir.

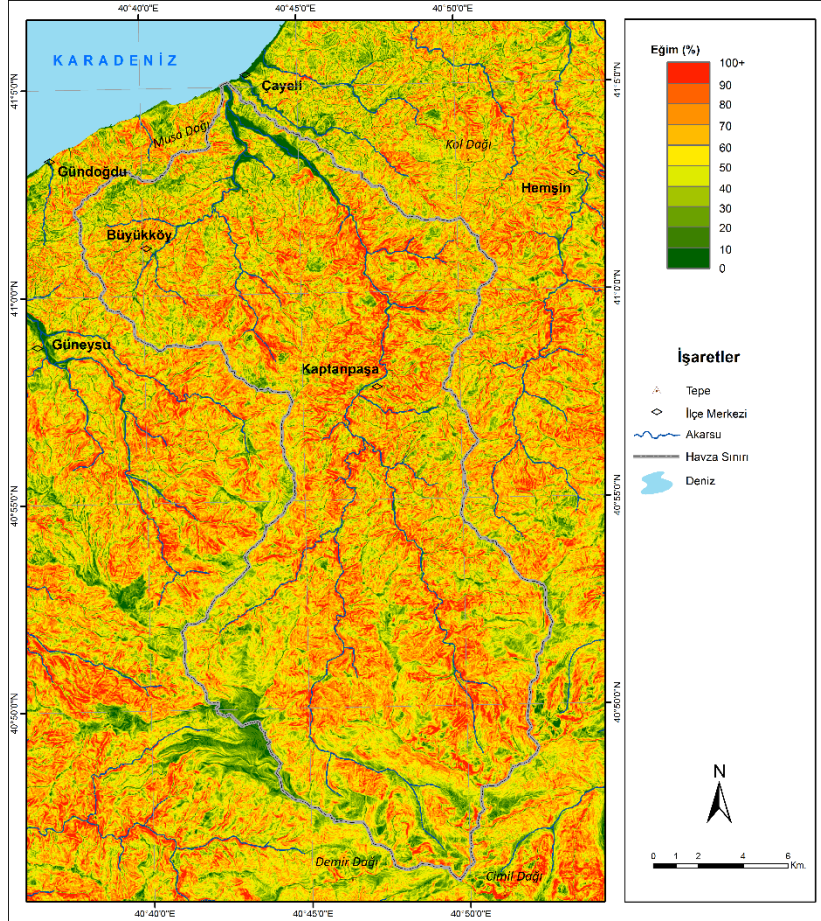




**Şekil 13.** Sabuncular Deresi Havzası tin arazi modeli

### 3.2.3. Eğim

Altıparmak ve Türkoğlu'na göre eğim taşkın ve heyelanların oluşmasında çok önemli bir etkiye sahiptir (370). Eğimin fazla olduğu alanlarda yağışla gelen suların toprağa sızması, eğimin az olduğu alanlara göre daha yavaş ve azdır. Böylece yağış suları toprağa sızmadan akışa katılırlar ve bu durum yüzeysel akışa geçen su miktarının fazla olmasına neden olur. Sabuncular Deresi Havzası ve çevresinde en düşük eğim değeri %0 iken en yüksek eğim değeri %226.3'tür (Şekil 14). Arazi çalışmasındaki gözlemler değerlendirildiğinde %0 eğime sahip alanları insanların kendi imkânları ile düzleştirdiği düşünülmektedir. Özellikle kıyıya doğru, yerleşmelerin de görece sıklaştığı Çayeli çevresinde eğim değerlerinin azalması dolayısıyla da taşkın ihtimalinin fazla olması söz konusudur. Genel olarak havzadaki eğim değerlerinin yüksek olduğu, eğimin dik ya da dike yakın olduğu alanlar geniş yer kaplamaktadır. Bu alanlarda taşkın yanı sıra sel riski daha yüksektir. Oldukça fazla olan yüzeysel akış ve yerçekimi etkisi sonucunda Sabuncular Deresi Havzası'nda sel ve taşkın yanında heyelan ve kütle hareketlerinin de görülmesi kaçınılmaz hale gelmektedir.



Şekil 14. Sabuncular Deresi Havzası'nın eğim haritası

### 3.2.4. Havza Reliefi ( $B_h$ )

Havza reliefi havzadaki maksimum yükselti değerinden minimum yükselti değerinin çıkarılması ile hesap edilmektedir. Havza reliefinin artması daha engebeli bir alanın varlığını göstermektedir. Dolayısıyla yüzeysel akış artacaktır ve akım toplanma zamanı kısalmaktadır. Yani su daha kısa sürede akarsuyun ağız kesimine ulaşacak ve taşkın ihtimalinin artmasına sebep olacaktır (Toprak 104). Taşkın riski hesaplamalarında havza reliefi önemli bir morfometrik parametredir.

$$B_h = H_{\max} - H_{\min} = 3353 - 0 = 3353$$

Hesaplama sonucunda Sabuncular Deresi Havzası relief değeri 3353 bulunmuştur. Bu değer büyük olması havzada hem erozyonun hem de taşkın riskinin yüksek olduğunu göstermektedir.

### 3.2.5. Engebellik Değeri ( $R_n$ )

Engebelilik değeri havza reliefinin ( $B_h$ ) kilometre cinsinden değeri ile drenaj yoğunluğunun çarpılması sonucu elde edilmektedir. Hesaplamaya göre Sabuncular Deresi Havzası engebellik değeri 6.33717 olarak bulunmuştur. Hem havza

reliefinin hem de drenaj yoğunluğunun yüksek olmasından dolayı engebелilik değeri de yüksektir. Havzanın yükseltisinin fazla olmasının yanı sıra akarsu tarafından oldukça parçalanmış olması taşkın ihtimalini artırmaktadır.

$$R_n = B_n \times D_d = 3.353 \times 1.89 = 6.33717$$

### 3.2.6. Havza Eğimi (S)

Havza eğimi (S) maksimum ve minimum yükselti değerlerinin farkı ile elde edilen havza relief değerinin metre cinsinden ana akarsu uzunluğuna (L) bölünmesi ile elde edilmektedir. Havza eğimi ile havza reliefinin ortaya çıkardığı sonuçlar aynıdır. Yani havza eğimi arttıkça yüzeysel akış, yüzey erozyonu, taşkın olasılığı artmakta ve akım toplanma zamanı azalmaktadır. Aşağıdaki formül uygulandığında Sabuncular Deresi Havzası'nın eğim değeri 0.14 olarak hesap edilmiştir. Havza reliefi ne kadar yüksek ise havza eğimi de o kadar yüksek değere sahip olacaktır. Bu durumun havzada görülmesi taşkın riskini artırmaktadır.

$$S = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{L \text{ (metre)}} = \frac{3353 - 0}{23070} = 0.14$$

### 3.2.7. Akım Toplanma Zamanı (T<sub>c</sub>)

Akım toplanma zamanı havzaya düşen bir su damlasının kaynak noktasından ağız kısmına kadar olan mesafeyi ne kadar sürede yol aldığını ifade etmektedir (Toprak 105). Formüle göre bu süreyi tespit edebilmek için standart kabul edilen değerler dışında ana akarsu uzunluğu (L) ve havzanın eğim değerine (S) ihtiyaç duyulmaktadır. Hesaplamalar sonucunda Sabuncular Deresi Havzasına ait akım toplanma zamanı 95.13 dakika olarak bulunmuştur. Yani havzada bir su damlası kaynak noktasından denize ulaşana kadar 1 saat 35 dakika geçmektedir. Eğim ile akım toplanma zamanı ters orantılıdır. Eğimin yüksek olduğu Sabuncular Deresi Havzası'nda olası bir taşkın durumunda önlem alma süresi kısa olacaktır. Ayrıca yaklaşık olarak belirlenen bu süre birçok faktörün etkisinde kalabilmektedir. Örneğin doğal bir yatak içerisinde akan su daha fazla oyalanırken şehirleşmeye bağlı olarak bir kanalda akan su daha hızlı ağıza ulaşacaktır (Toprak 105).

$$T_c = \frac{0.0195 \times L^{0.77}}{S^{0.385}} = \frac{0.0195 \times 23070^{0.77}}{0.14^{0.385}} = 95.13$$

### 3.2.8. Hipsometrik İntegral (Hi)

Hipsometrik integral değerinin hesaplanması ile havzanın hangi evrede olduğu anlaşılmaktadır. Gençlik evresindeki bir havza, taşkın ovası bulunmayan akarsular tarafından derin bir şekilde yarılmış vadiler ile karakterize olmaktadır.

Olgunluk evresindeki bir havzada ise akarsular denge seviyesine ulaşmış, vadilerini deniz seviyesine kadar aşındırmış durumdadır. Yaşlılık evresinde taşkın ovaları belirgin hale gelmiş, eğim ortadan kalkmıştır (Özdemir, “Havza Morfometrisi ve Taşkınlar” 467-468).

$$H_i = \frac{\bar{H} - H_{\min}}{H_{\max} - H_{\min}} = \frac{1676 - 0}{3353 - 0} = 0.50$$

Havzanın hipsometrik integral değeri 0.50'dir. Bu değer havzanın gençlik evresinde olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda bu değer, havzanın eğim değerlerinin yüksek, taşkın ihtimalinin fazla olduğunu göstermektedir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

CBS'nin yaygın olarak kullanılması sonucu verilerin depolanması, analiz edilmesi, düzenlenmesi, yorumlanması, doğruluklarının ve güvenilirliklerinin sorgulanması daha kolay hale gelmiştir. Bunun yanında CBS çalışmalarının arazi gözlemleriyle desteklenmesi sonucu daha güvenilir ve gerçekçi sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada CBS kullanılarak bir akarsu havzasının morfometrik özellikleri ortaya konulmuştur.

Sabuncular Deresi Havzası 378km<sup>2</sup>'lik alanı ve deniz seviyesinden 3500m'ye çıkan yükseltisi ile oldukça engebeli bir yapı göstermektedir. Hesaplamalar sonucunda da engebelilik oranı ve havza reliefi değerlerinin yüksekliği bu durumu kanıtlar niteliktedir. Havza yüksek bir drenaj yoğunluğuna sahiptir ve akarsular tarafından parçalanmış durumdadır. Eğim değerlerinin yüksek olması, yağışın fazlalığı ve yoğun bitki örtüsüne rağmen, suyun yeraltına sızmaya olanak bulamadan yüzeysel akışa geçmesine sebep olmaktadır. Drenaj yoğunluğunun ve yüzeysel akış uzunluğunun yüksek olması, ayrıca güçlü bir akışın varlığı, drenaj tekstürünü oldukça ince taneli yapıdan oluşması havzada yüzey erozyonu riskini artırmaktadır. Bu alanda genç bir topografyanın varlığı, havzaya düşen suyun akış hızı ve çalışma kapsamında incelenen parametrelerin neredeyse tümünün yüksek değerler göstermesi Sabuncular Deresi Havzası'nın taşkın riskinin yüksek olduğunu göstermektedir. Taşkın riskinin artması akım toplanma zamanının azalması demektir. Havzada akım toplanma zamanı 1 saat 35 dakika gibi kısa bir süre bulunmuştur. Bu süre olası bir taşkın durumunda önlem almak için ne kadar süreye ihtiyaç duyulduğunu göstermesi bakımından önemlidir. Süre kısaldıkça taşkına karşı önlem almak zorlaşmakta, ciddi can ve mal kayıpları yaşanmaktadır.

Sonuç olarak Sabuncular Deresi Havzası'nın bol miktarda yağış alması, yükselti aralığı ile eğim değerlerinin fazla olması, tüm morfometrik hesaplamalardan yüksek sayısal değerler elde edilmesi, havzanın sel, taşkın ve heyelan tehlikesi potansiyelinin yüksek olduğunu göstermektedir. Özellikle yerleşmelerin yoğunlaştığı havzanın kıyı kesiminde, eğimin azalmasına bağlı olarak taşkın riskinin yüksek olması can ve mal kayıplarının yaşanmaması için gerekli planlamalar yapılmasını ve tedbirlerin alınmasının zorunlu kılmaktadır. CBS kullanılarak yapılan ve havzaların morfometrik özelliklerini ortaya koyan bu tür çalışmalar, taşkın yönetim planlarının hazırlanması ve uygulanmasında, heyelan, çığ gibi doğal afetlerin risk analizlerinde, erken uyarı sistemlerinin oluşturulmasında, yerleşme, tarım, turizm, sanayi gibi beşeri faaliyetlerin planlanmasında yapılacak çalışmalara altlık oluşturacaktır.

### **KAYNAKÇA**

- Ali, Syed Ahmad ve Nazia Khan. "Evaluation of Morphometric Parameters-A Remote Sensing and GIS Based Approach." *Open Journal of Modern Hydrology* 3.1 (2013): 20-27.
- Altıparmak, Suzan ve Necla Türkoğlu. "Yakacık Çayı Havzasının (Hatay) Morfometrik Analizi." *DTCF Dergisi* 58.1 (2018): 353-374.
- Aslan, Ş. Tülin Akkaya ve diğerleri. "Sayısal Yükseklik Modelinden Yararlanılarak Bazı Havza Karakteristiklerinin Belirlenmesi: Bursa Karacabey İnkaya Göleti Havzası Örneği." *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 18.1 (2004): 167-180.
- Avcı, Vedat ve Murat Sunkar. "Giresun'da Sel ve Taşkın Oluşumuna Neden Olan Aksu Çayı ve Batlama Deresi Havzalarının Morfometrik Analizleri." *Coğrafya Dergisi* 0.30 (2015): 91-119.
- Bağdatlı, Cüneytve Barış Öztürk. "Havza morfolojik özelliklerinin belirlenmesinde coğrafi bilgi sistemlerinin (CBS) etkin rolü." *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 18.1 (2014): 11-19.
- Baiju, C. K. ve diğerleri. "GIS Based Morphometric Analysis of the Kochara Sub-Watershed of Greater Periyar Plateau (GPP) of South Western Ghats, India." *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS* 4.1 (2015): 895-910.
- Elbaşı, Emre ve Hasan Özdemir. "Marmara Denizi Akarsu Havzalarının Morfometrik Analizi." *Coğrafya Dergisi* 0.36 (2018): 63-84.

- Farhan, Yahya. "Morphometric assessment of Wadi Wala watershed, southern Jordan using ASTER (DEM) and GIS." *Journal of Geographic Information System* 9.2 (2017): 158.
- Görür, Ayten Erol ve Canan Karadeniz. "Morfometrik Parametrelerin Havza Hidrolojisi Bakımından Değerlendirilmesi." *Türkiye Ormanlık Dergisi* 19.4 (2018): 447-454.
- Horton, Robert Elmer. "Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology." *GSA Bulletin* 56.3 (1945): 275-370.
- Hoşgören, Mehmet Yıldız. *Hidrografya'nın Ana Çizgileri I: Yeraltı suları-Kaynaklar-Akarsular*. İstanbul: Çantay Kitabevi, 2001.
- Karataş, Atilla. *Karasu Çayı Havzasının Hidrografik Planlaması*. İstanbul: Çantay Kitabevi, 2017. Web 20 Kasım 2019.
- Kütükçü, A. ve diğerleri. "Nehir havzalarının morfolojik karakteristiklerinin CBS destekli nümerik modeller kullanılarak analizi." *TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu, 21-23 Mayıs 2015, Konya*, s.177-182.
- Özdemir, Hasan. "Havza Morfometrisi ve Taşkınlar." *Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistemik ve Bölgesel*. Ed. Deniz Ekinci. İstanbul: Türk Coğrafya Kurumu Yayınları, 2011. 457-474.
- Özey, Ramazan. *Afetler Coğrafyası*. İstanbul: Aktif Yayınevi, 2011.
- Patton, Peter C. ve Victor R. Baker. "Morphometry and Floods in Small Drainage Basins Subject to Diverse Hydrogeomorphic Controls. U.S." *Water Resources Research* 12.5 (1976): 941-952.
- Rama, V. Anantha. "Drainage Basin Analysis for Characterization of 3rd Order Watersheds Using Geographic Information System (GIS) and ASTER Data." *Journal of Geomatics* 8.2 (2014): 200-210.
- Reddy, Gangalakunta P. Obi ve diğerleri. "Drainage Morphometry and its Influence on Landform Characteristics in A Basaltic Terrain, Central India –A Remote Sensing and GIS Approach." *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 6.1 (2004). Web. 20 Kasım 2019.



Strahler, Arthur N. "Hypsometric Analysis of Erosional Topography." *Bulletin of the Geological Society of America* 63.11 (1952). Web. 10 Ocak 2020.

---. "Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology." *Eos, Transactions American Geophysical Union* 38.6 (1957): 913-920.

Tarboton, David. "A New Method for The Determination of Flow Directions and Upslope Areas in Grid Digital Elevation Models." *Water Resources Research* 33.2 (1997): 309-319.

Toprak, Ahmet. "Solhan Deresi Havzasının (Bingöl) Sel ve Taşkın Analizi." Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi, 2015. Web. 6 Şubat 2020.