

## Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Havza Morfometrik Analizi: Sarayköy Göleti Havzası (Çankırı)

Emine Görgülü<sup>1</sup>, Ceyhun Göl<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği ABD, 18200, Çankırı

<sup>2</sup>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Havza Yönetimi ABD, 18200, Çankırı

### Araştırma Makalesi

#### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 30 Haziran 2021

Kabul Tarihi : 27 Eylül 2021

DOI: <https://doi.org/10.53516/ajfr.960176>

\*Sorumlu yazar:

 drceyhungol@gmail.com

#### ÖZ

Bu araştırmanın amacı, Sarayköy Göleti Havzası içerisinde bulunan iki alt havzanın (Tarım - Mera Havzası (TMH) (283,32 ha) ve (Orman Havzası (OH) (484,36 ha)) Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile morfometrik özelliklerinin incelenmesidir. Havzalara ait 10 m çözünürlüklü ASTER GDEM'den faydalanılarak CBS

ortamında ArcGIS 10.3.1. versiyonlu programlar ile Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturulmuştur. SYM üzerinden çizgisel (bir boyutlu), alansal (iki boyutlu) ve relief (üç boyutlu) morfometrik özellikler incelenmiştir. Her iki alt havza da küçük havza sınıfındadır. TMH'nın %33,57'si, OH'nın %9,43 düz ve orta eğimli arazilerden oluşmaktadır. TMH'nda 13, OH'nda ise 20 mevsimsel ve devamlı dere vardır. TMH'nın %35 tarım, %65'i orman ve mera arazilerinden, OH'nın ise %85 orman ve %15'i orman içi mera arazilerinden oluşmaktadır. OH'sının morfometrik özellikleri dikkate alındığında erozyon, sel ve taşkın üretme potansiyeli TMH'na göre daha yüksektir. OH'nda mevcut orman varlığı korunmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Ekosistem tabanlı entegre havza planlama, morfometri, Çankırı

## Watershed Morphometric Analysis with Geographic Information Systems: Sarayköy Pond Watershed (Çankırı)

#### ABSTRACT

The aim of this research is to investigate the watershed morphometric characteristics of two sub-catchments (agriculture – grassland sub-catchment (AGsC) (283.32 ha) and (forest catchment (FsC) (484.36 ha)) within the Sarayköy pond watershed with geographic information systems (GIS). digital elevation models (DEM) of sub-catchments were created through GIS with ArcGIS 10.3.1 versioned programs with using ASTER GDEM (10 m resolution). Linear (one dimensional), areal (two dimensional) and relief (three dimensional) of catchment morphometric properties were investigated through DEM. Both sub-catchments are in the middle-sized watershed class. 33.57% of AGC and 9.43% of FC consists of flat and moderately sloping areas. There are 13 seasonal and continuous streams in AGC and 20 in FC. AGC consists of 35% agriculture, 65% forest and grassland areas, 85% forest and 15% grassland areas of FC. There is no cultivated area in FsC. Considering the morphometric properties of FC, the danger of erosion, flood and overflow is higher than AGC. Therefore, forests of FsC should be protected.

**Keywords:** Ecosystem-based integrated watershed planning, morphometry, Çankırı

*Bu makaleye atf:*

Görgülü, E., Göl, C., 2021. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile havza morfometrik analizi: Sarayköy Göleti Havzası (Çankırı). Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 7(2): 107-118.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0

## 1. Giriş

Dünyada yaşamın ve ekosistemlerin temel öğeleri toprak, su, hava, güneş ve besin maddeleridir. İnsanlar, doğası gereği bu doğal kaynakların bir arada bulunduğu bir ekosistem içerisinde yaşarlar. Son dönemde, nüfus artışı ve aşırı tüketim ekosistemlerde dengenin bozulmasına neden olmuştur. Bu bozulmanın en son ve en etkili sonucu ise küresel iklim değişikliği olarak ortaya çıkmıştır. Sürdürülebilir doğal kaynak yönetimi, sözü edilen bu sorunları çözmeye yönelik bir ilkeler bütünüdür (Balcı ve Özyuvacı, 1988; Özhan, 2004; Yılmaz ve ark. 2011; Görür ve Karadeniz, 2018).

Havza, eko-hidrolojik çalışmaların yürütüldüğü coğrafi bir ünedir. Havzalar, ekolojik ve beşeri ortam unsurlarını bir arada kapsaması nedeniyle yönetim ve planlama çalışmaları için ideal planlama üniteleridir (Heathcote, 2009). Havza yönetimi; doğal kaynakların doğru kullanılmasını ve korunmasını, insan refahını artırmayı amaçlayan, doğal afetleri önleyici tedbirleri düzenleyen, ekosistemi bir bütün olarak ele alan, sürdürülebilir planlama ve yönetim sistemidir (Mody, 2004; Girgin, 2008; Beheim ve ark., 2010).

Havza planlama ve yönetimi çalışmalarının ilk aşaması morfometrik analizdir. Özellikle havza bazlı hidrolojik planlamaların temeli buna dayanmaktadır. Sayısal yükseklik verilerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında kullanılması ile havza morfometrik analizleri kolayca yapılabilmektedir (Altıparmak ve Türkoğlu, 2018).

Morfometri, yer yüzeyinin sayısal olarak ifade edilmesidir. Havzaların morfometrik özellikleri çizgisel, alansal ve relief (yüzey şekli) parametreleri olarak üç ana başlık altında toplanmaktadır (Balcı ve Özyuvacı, 1988; Özhan, 2004; Özdemir, 2011).

Havza çizgisel morfometrik parametreleri, akarsu sayısı, uzunluğu, havzanın çevre uzunluğu, havza uzunluğu (L), havza genişliği (B), Çatallanma Oranı ( $R_b$ ), Uzunluk Oranı ( $R_L$ ), Yüzeysel Akış Uzunluğu ( $L_o$ ) ve Tekstür Oranı (T)'dir. (Balcı ve Özyuvacı, 1988; Özhan, 2004; Özdemir, 2011).

Havzaların alansal özelliklerinin oluşturduğu morfometrik parametreler, havzaya düşen yağışların toplanması ve yüzeysel akışın birikimi açısından çok önemli bir etkiye sahiptir. Bu parametreler; Drenaj Yoğunluğu ( $D_d$ ), Dere Sıklığı ( $F_s$ ), Havza Şekli ( $R_F$ ), Uzunluk Oranı ( $R_e$ ) ve Gravelius İndeksi ( $K_G$ ) dir (Balcı ve Özyuvacı, 1988; Özhan, 2004; Özdemir, 2011).

Havzanın yeryüzü şekillerine ait relief morfometrisi, yükseklik, eğim bakı, Havza Reliefi ( $B_h$ ), Relief Oranı ( $R_h$ ), Engebelilik Değeri ( $R_n$ ), Akım Toplanma Zamanı (Konsantrasyon Zamanı)

( $T_c$ ), Hipsometrik Eğri ( $H_c$ ), ve Hipsometrik İntegral ( $H_i$ ) özelliklerinden oluşmaktadır (Balcı ve Özyuvacı, 1988; Özhan, 2004; Özdemir, 2011).

Morfometrik parametrelerin analizi, arazi etütlerine başlamadan önce alanın hidrolojik, topoğrafik ve jeolojik durumu hakkında bilgilenmemizi sağlamaktadır (Lyon, 2002; Görür ve Karadeniz, 2018). CBS yardımıyla günümüzde, jeomorfometri olarak adlandırılan morfometrik özelliklerin sayısal ölçümü ve analizi eskiye göre daha kolay ve otomatik olarak yapılabilmektedir (Goudie, 2004; Özdemir, 2007; Uzun, 2014; Ghany, 2015; Elbaşı ve Özdemir, 2018). Sayısal ölçümler, farklı arazi şekillerinin karşılaştırılması ve parametrelerin hesaplanmasında araştırmacıların daha objektif olmasını sağlamaktadır (Keller ve Pinter, 2002).

Dünyada havzaların farklı özelliklerinin incelenmesinde morfometrik analizler yaygın şekilde kullanılmaktadır (Kumar ve ark., 2000). Morfometrik analizler, havza bazlı doğal kaynak yönetiminde başarıyı artırıcı bir faktördür (Martins ve Gadiga, 2015; Utlu ve Özdemir, 2018; Turoğlu ve Aykut, 2019).

Bu çalışmada, Türkiye'nin yarı kurak iklim özelliklerine sahip Sarayköy Göleti Havzası'nın iki alt havzası olan Tarım Mera Havzası (TMH) ve Orman Havzası (OH) morfometrik özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Araştırma havzalarının tanıtımı

Araştırma alanı olarak seçilen, 767.68 ha genişliğindeki Sarayköy Göleti Havzası (SGH) Çankırı İli, Eldivan İlçesi, sınırları içerisinde. Havza konum itibari ile  $40^{\circ} 38' 41''$  -  $40^{\circ} 20' 38''$  Kuzey enlemleri ile  $33^{\circ} 36' 00''$  -  $33^{\circ} 25' 10''$  Doğu boylamları arasındadır. Araştırma alanı, Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Merkez Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde (Şekil 1).

SGH, su ayırma çizgisi ve arazi kullanım türüne göre 283.32 ha genişliğinde Tarım-Mera Havzası (TMH) ve 484.36 ha genişliğinde Orman Havzası (OH) olmak üzere iki alt havzadan oluşmaktadır.



Şekil 1. Araştırma havzaları yer bulduru haritası

Araştırma alanı, Batı Karadeniz nemli ikliminden İç Anadolu karasal ve kurak bozkır iklimine geçiş kuşağındadır (OGM, 2015a). Bölgenin yıllık ortalama toplam yağış miktarı 500 mm, ortalama sıcaklığı ise 10,4 °C' dir. Thornthwaite yöntemine göre bölgenin iklim tipi “kurak-az nemli, mezotermal ve kışları yağışlı” dır (Göl, 2002; Anonim, 2016; Göl ve ark., 2017).

Araştırma alanı, tersiyere ait Oligo-Miosen jipsli seriden oluşmaktadır (Göl ve ark., 2004; Göl ve ark., 2010; Anonim, 2011). Araştırma alanının jeolojik yapısını Bayındır formasyonu oluşturmaktadır. Bu formasyon jips, çamur taşı ve kumtaşı karışımından oluşur (Sağiroğlu, 1998). Araştırma bölgesi toprakları, Soil Survey Staff (1999)'a göre Entisol ve Inceptisol olarak sınıflandırılmıştır (Göl ve Dengiz, 2007).

Araştırma alanı, İran-Turan flora bölgesindedir. Bölgede yaygın ağaç ve çalı türleri; *Pinus nigra* J. F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe var. *pallasiana* (Anadolu Karaçamı), *Quercus infectoria*

*G.Olivier* (Mazı Meşesi), *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* var. *oxycedrus* (Katran Ardıcı), *Populus nigra* L. (Kara Kavak), *Elaeagnus angustifolia* L. (İğde), *Amygdalus communis* L. (Badem), ve *Robinia pseudoacacia* L. (Yalancı Akasya) dır (Göl, 2002; OGM, 2015a; OGM, 2015b; Tuttu ve Akkemik, 2017).

## 2.2. Yöntem

Araştırma alanı Sarayköy Gölü Havzası (SGH)'nin meşcere, jeoloji ve toprak haritaları ile iklim verileri elde edilmiştir. SGH'nin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında ArcGIS 10.3.1. program versiyonu ile Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ve ArcHYDRO uzantısı kullanılarak hidrografi haritası oluşturulmuştur. Hidrografik özelliklerin belirlenmesinde Strahler (1964) yöntemi kullanılmıştır (Özhan, 2004; Ödeker ve Türkoğlu, 2020).

SYM kullanılarak, SGH'nin alt havzaları olan Tarım-Mera Havzası (TMH) ve Orman Havzası (OM)'nın su ayırma çizgileri belirlenmiştir. Alt havzaların morfometrik özelliklerine ait veri alt yapısı (topografya, jeoloji, arazi kullanım türü

haritası, eğim, yükselti, bakı, akarsu ağı karakteristikleri vb.) oluşturulmuştur. Havzalara ait çizgisel, alansal ve relief morfometrik özellikleri Çizelge 1'de verilen yöntemlere göre belirlenmiştir.

**Çizelge 1.** Havzaya ait bazı morfometrik parametreler

Çizgisel Morfometri	Formül	Birim	Kaynaklar
Dere Sayısı	$N_u$	Adet	Strahler, 1964
Akarsu Dizin sayısı	$N_u$	Adet	Strahler, 1964
Dere Uzunluğu	$L_u$	km	Horton, 1932
Çatallanma Oranı	$R_b = N_u/N_{(u+1)}$		Sreedevi ve ark., 2013
Uzama Oranı	$R_e = (2/L_b) * (A/\pi) 0.5$		Strahler, 1964
<b>Alansal Morfometri</b>			
Havza Alanı	A	Ha	
Havza Uzunluğu	L	km	
Havza Geniliği	B	km	
Drenaj Yoğunluğu	$D_d = \Sigma L_u/A$	km.km <sup>-2</sup>	Verstappen, 1983
Dere Sıklığı	$F_s = N_u/A$	Adet.km <sup>-2</sup>	Horton, 1932
Form Faktörü	$R_f = A/L_b^2$		Reddy ve ark., 2004
<b>Relief Morfometrisi</b>			
Maksimum Havza Reliyefi	$B_h = H_{max} - H_{min}$	m	Özhan, 2004
Relief Oranı	$R_h = H/L$		Özhan, 2004
Engbelilik Değeri	$R_n = B_h \times D_d$		Schumm, 1956
Ana Akarsu Ortalama Eğimi		%	Aslan, 2005
Drenaj Dağılıp Tipi			Özhan, 2004

A- havzanın alanı,  $R_f$  - form faktörü,  $L_b$ - havzanın uzunluğu,  $R_s$ - şekil faktörü,  $P_u$ - havzanın alanıyla aynı alana sahip çemberin çevresi,  $P_c$ - havzanın çevresi,  $R_c$ - dairesellik oranı, P- havzanın çevresi,  $R_e$ - uzama oranı,  $C_c$ - kompaktlık katsayısı,  $R_b$ - çatallanma oranı,  $N_u$ - toplam dere sayısı,  $N_{(u+1)}$  - Bir sonraki üst dere sayısı, D- drenaj yoğunluğu, Km- Kilometre, Ha- Hektar

### 3. Bulgular

#### 3.1. Araştırma havzaları relief özellikleri

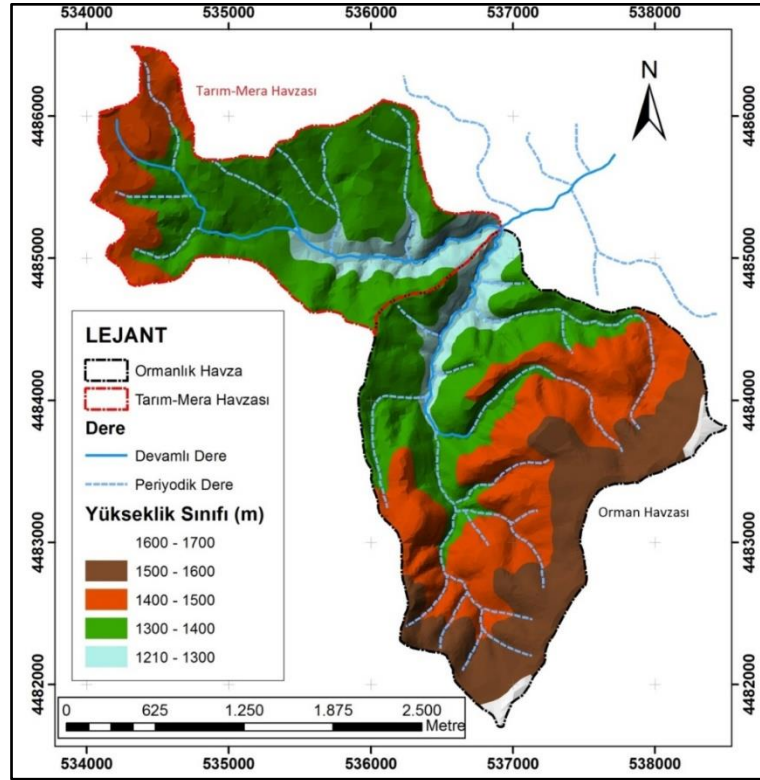
Araştırma alanını oluşturan Sarayköy Göleti Havzası (SGH) ve onun iki alt havzası olan Tarım - Mera Havzası (TMH) ve Orman Havzası (OH) Özhan (2004)'e göre küçük havzalar sınıfına

girmektedir. TMH ve OH orta dağlık, dalgalı ve kırıklı bir arazi yapısına sahiptir.

TMH'nin yükseltisi 1200 - 1500 m, OH'nin yükseltisi ise 1200 - 1700 m arasında değişmektedir. TMH'nin ortalama yüksekliği 1337 m, OH'nin 1425 m dir. OH'nin %27,80'i 1500m den yüksektir (Çizelge 2, Şekil 2).

**Çizelge 2.** Araştırma alanı TMH ve OH yükseklik dağılımları

Yükselti Kademeleri (m)	TMH		OH	
	Alan (ha)	(%)	Alan (ha)	(%)
1210 - 1300	40,64	14,33	32,82	6,70
1300 - 1400	187,13	66,06	141,12	29,13
1400 - 1500	55,55	19,61	175,81	36,37
1500 - 1700	-	-	134,61	27,80
Toplam	283,32	100	484,36	100



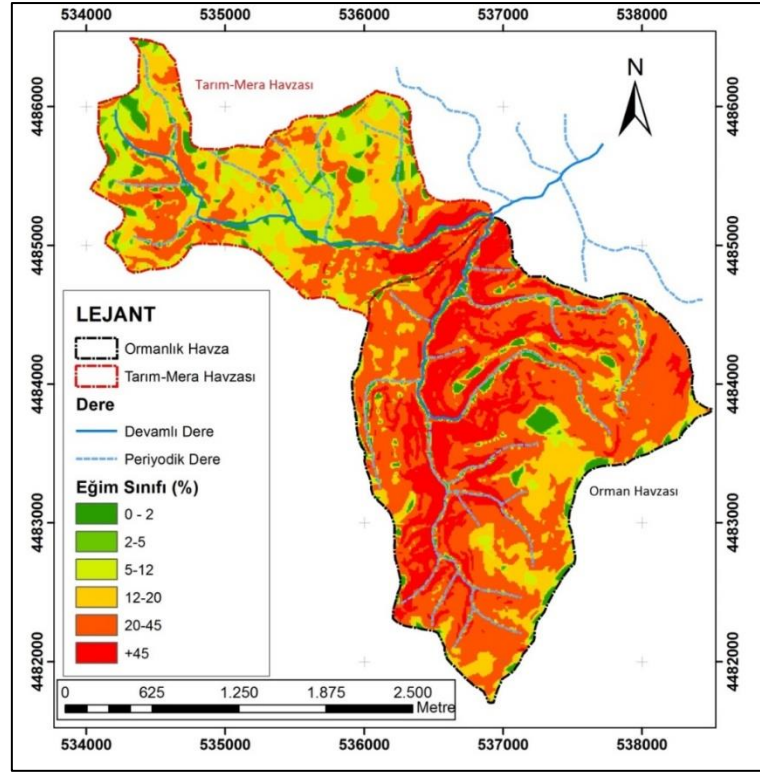
Şekil 2. Araştırma alanı TMH ve OH yükseklik haritası

Eğim sınıfları dağılımı (Çepel, 1995)'e göre incelendiğinde TMH'nin %10,15'i düz ve az eğimli, %32,89'u ise dik, sarp ve pek sarp eğimli arazilerden oluşmaktadır. OH'nın %5,15 düz ve az eğimli, %75,46'sı dik, sarp ve pek sarp eğimli arazilerden oluşmaktadır. (Çizelge 3, Şekil 3).

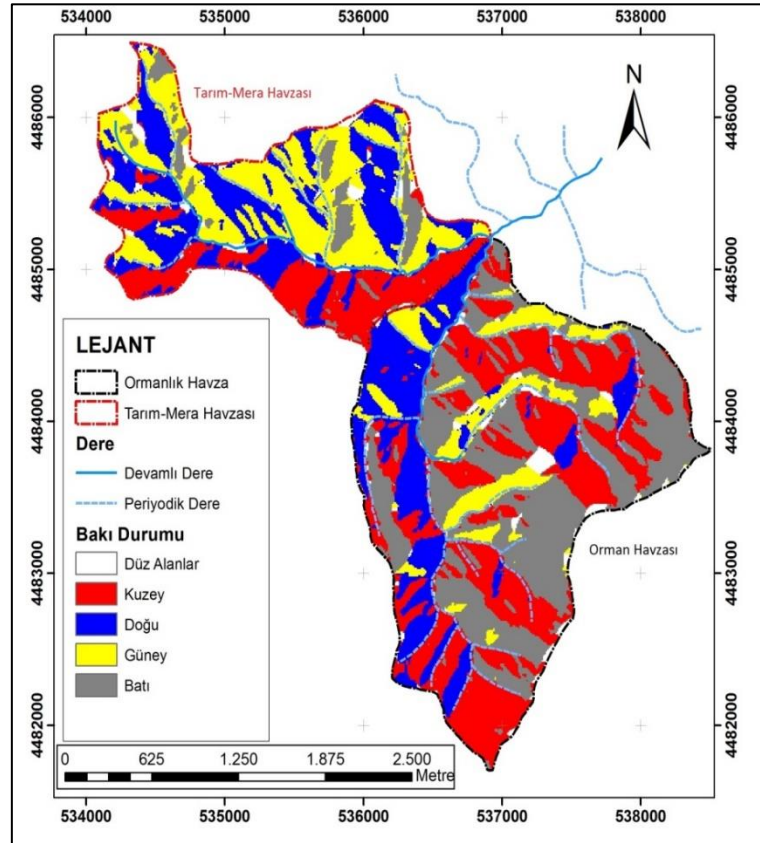
OH, oldukça eğimli ve yüksek eğimli arazilerden meydana gelmektedir. TMH'nin genel bakışı güneydoğu, OH'nın genel bakışı kuzeybatıdır (Şekil 4).

Çizelge 3. TMH ve OH eğim sınıfları dağılımı (Çepel 1995'e göre)

Eğim Sınıfları	(%)	TMH		OH	
		Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)
Düz	0-2	19,82	6,99	18,43	3,9
Az eğimli	2-5	8,91	3,16	6,04	1,25
Orta eğimli	5-10	66,35	23,42	20,23	4,28
Çok eğimli	10-20	95,06	33,54	73,12	15,2
Dik	20-30	56,79	20,06	127,61	26,36
Sarp	30-45	23,25	8,19	133,31	27,64
Pek sarp	45+	13,14	4,64	105,62	21,46
Toplam		283,32	100	484,36	100



Şekil 3. TMH ve OH eğim haritası



Şekil 4. TMH ve OH bakı haritası

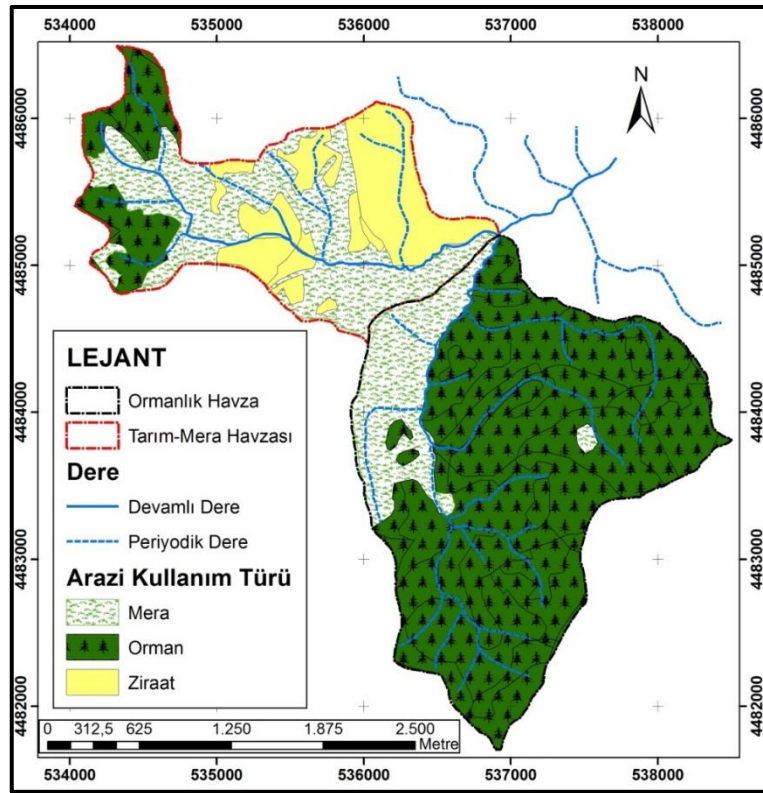
### 3.2. Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsü (AKT/AÖ) dağılımı

Her iki havzadaki AKT/AÖ dağılımı Çizelge 4’te verilmiştir. Buna göre TMH’nın %82’si kuru tarım ve mera, %18’i çok bozuk orman arazilerinden oluşmaktadır. OH’nın %85’i orman, %15’i orman

içi açıklık ve mera arazilerinden oluşmaktadır (Çizelge 4, Şekil 5). TMH’nda düz, az ve orta eğimli alanlar tarımsal amaçlı kullanılmaktadır. OH yüksek eğimli olduğu ve meşcere haritasına göre orman arazisi niteliğinde olduğu için tarım arazisi yoktur (OGM, 2015b).

**Çizelge 4.** TMH ve OH arazi kullanım türleri/arazi örtüsü (OGM, 2015b)

(AKT/AÖ)	TMH		OH	
	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)
Orman	51,40	18	410,05	85
Mera	134,20	47	74,31	15
Tarım	97,72	35	-	-
Toplam	283,32	100	484,36	100



**Şekil 5.** TMH ve OH arazi kullanma türü/arazi örtüsü haritası

### 3.3 Havzaların morfometrik özellikleri

Sarayköy Göleti Havzası (SGH)’nin iki alt havzası olan Tarım - Mera Havzası (TMH) ve Orman Havzası (OH) çizgisel, alansal ve relief morfometrik özellikleri belirlenmiştir. Havzalara ait parametreler ve onların sayısal değerleri Çizelge 5’de verilmiştir.

TMH’nın çatallanma oranı 3, OH’nın ise 5,3 dür. Çatallanma oranının OH’nda daha yüksek olmasının temel nedenleri yükselti ve eğimdir. TMH’nda devamlı ve periyodik derelerin toplam sayısı 13, OH’nda 20 dir. Havzaların akarsu dizinleri Şekil

6’da verilmiştir. Buna OH’nda 1. Derece akarsu dizininde daha çok sayıda dere bulunmakta ve bu havzanın çatallanma oranı daha yüksek çıkmaktadır (Çizelge 5). Her iki havzanın da sadece ana dereleri devamlı akarsu niteliğindedir. TMH’nın toplam dere uzunluğu ( $L_u$ ) 2,89 km, OH’nın ise 3,5 km dir. (Çizelge 5, Şekil 6).

TMH’nın drenaj yoğunluğu ( $D_d$ ) 1,02 km/km<sup>2</sup>, dere sıklığı 4,24 adet/km<sup>2</sup>, OH’nın aynı parametreleri sırasıyla 0,72 km/km<sup>2</sup> ve 4,13 adet/km<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir (Çizelge 5, Şekil 6).

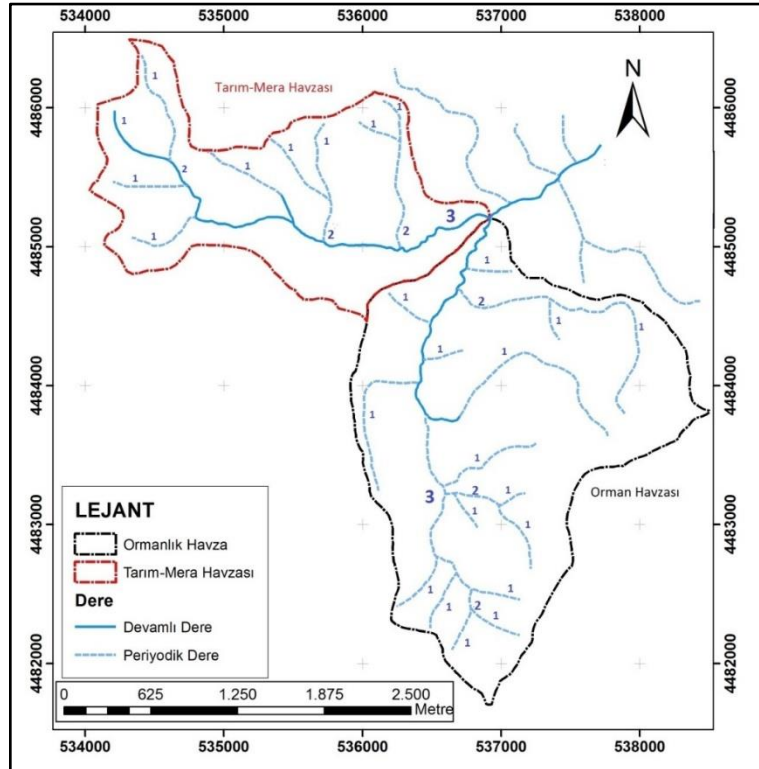
TMH’nın en yüksek noktası ( $H_{max}$ ) 1465 m, en alçak noktası ( $H_{min}$ ) ise 1210 m’dir. Bu havzanın

maksimum havza reliyefi ( $B_n$ ) 255 m' dir. OH'nın en yüksek noktası 1640 m, en alçak noktası ise 1210 m' dir. Bu havzanın maksimum havza reliyefi ( $B_n$ ) 430 m dir. TMH'nin reliyef oranı ( $R_n$ ) 0,099, OH'nın reliyef oranı 0.12 dir. TMH'nin ana akarsu

eğimi %1,09, OH'nın ise %2,89 dur. Engobelilik değeri bakımından TMH 0,26, OH ise 1,24 olarak ölçülmüştür. Her iki havzanın akarsu drenaj sistemi dentritik (ağaçsı) olarak belirlenmiştir (Çizelge 5).

**Çizelge 5.** TMH ve OH'nın bazı morfometrik parametreleri ve sayısal değerleri

Çizgisel Morfometri	Birim	TMH	OH
Çatallanma Oranı		3,0	5,3
Dere Sayısı	Adet	13	20
1, Derece Akarsu Dizin Sayısı	Adet	9	16
2, Derece Akarsu Dizin Sayısı	Adet	3	3
3, Derece Akarsu Dizin Sayısı	Adet	1	1
Dere Uzunluğu	km	2,89	3,5
Uzama Oranı		0,65	4,35
<b>Alansal Morfometri</b>			
Havza Alanı	Ha	283,32	484,36
Havza Uzunluğu	km	2,89	3,5
Havza Geniştirliği	km	1,58	2,6
Drenaj Yoğunluğu	km.km <sup>-2</sup>	1,02	0,72
Dere Sıklığı	Adet.km <sup>-2</sup>	4,24	4,13
Form Faktörü		0,55	0,74
<b>Relief Morfometrisi</b>			
Maksimum Havza Reliyefi	m	255	430
Relief Oranı		0,099	0,12
Engobelilik Değeri		0,26	1,24
Ana Akarsu Ortalama Eğimi	%	1,09	2,89
Drenaj Dağılım Tipi		Dentritic	Dentritic



**Şekil 6.** TMH ve OH dere sırası ve sayısı



#### 4. Tartışma ve Sonuç

Havzalardaki çevresel sorunların çözümü, ekosistem tabanlı bütünsel havza analizi yapılmasını gerektirmektedir (Özhan, 2004; Garipoğlu ve Uzun, 2020). Özellikle hidrolojik sorunların çözümünde morfolojik çalışmalar büyük önem taşımaktadır. Morfolojik özellikler, farklı veya bir havzanın alt havzaları arasında karşılaştırmalı analizler için sayısal veriler sunmaktadır (Hoşgören, 2010; Özdemir, 2011).

Havzalara ait çizgisel morfolojik parametreler, havzanın drenaj sistemini açıklamaktadır. Akarsular havzanın yüzeysel yağış sularını boşaltma kabiliyeti ve sel-taşkın tehlikesinin yorumlanmasında yardımcı bilgiler sunmaktadır (Özdemir, 2011). OH'nda çatallanma oranı daha yüksek ölçülmüştür. Bu durum özellikle yüksek eğim nedeni ile ortaya çıkmaktadır. Bu bakımdan OH'nın drenaj sistemi, TMH'na göre yüksek değerler vermiştir.

Havza uzunluğu ve genişliği, havzanın şekli ( $R_b$ ) hakkında fikir vermektedir. Havzanın şekilsel özellikleri, akış, sel, taşkın ve suların toplanma zamanı hakkında fikir verebilmektedir (Balcı ve Özyuvacı, 1988; Özhan, 2004; Özdemir, 2011). Araştırmanın yürütüldüğü TMH ve OH'nda dar ve uzun havza niteliğinde olup, dairesellik oranı düşüktür. Bu durum havzaların sel ve taşkın üretme potansiyellerinin düşük olduğunu ortaya koymaktadır. Düşük  $R_b$  değerine sahip havzalarda akımlara ait hidrograflar daha keskin ve yüksektir (Strahler, 1964). Genel olarak  $R_b$  değeri 3-5 arasında çıkan havzaların jeomorfolojisi daha homojendir (Verstappen, 1983; Ritter ve ark., 2002).

Drenaj yoğunluğunun ( $D_d$ ) hesaplanmasında, şiddetli yağışlarda pik akımları drene etme yeteneğine sahip akarsu uzunlukları dikkate alınmaktadır. Havzalardaki sel ve taşkın kontrol çalışmalarında bu kriter önem taşımaktadır. Ayrıca,  $D_d$  değeri, havzaların akarsular tarafından parçalanma durumu ve sularını boşaltma yeteneğini vermektedir (Özhan, 2004; Özdemir, 2011). Carlston (1963) ve Zimpfer (1982)'de drenaj yoğunluğu ile sel ve taşkın arasındaki yüksek ilişkiyi belirlemiştir. Yüksek  $D_d$  değerine sahip havzalarda yüzeysel erozyon, sel ve taşkın tehlikesi yüksektir (Patton ve Baker, 1976; Patton, 1988). Araştırmanın yürütüldüğü TMH'nın ortalama eğimi OH'na göre daha

düşük olmasına rağmen,  $D_d$  değeri daha yüksek çıkmıştır. Bunun en önemli nedeni ise toprak özellikleri ve arazi kullanma türleri dağılımıdır. TMH'nda yağışlı dönemde toprağı erozyona karşı çıplak bırakan kuru tarım arazilerinin yaygın olması,  $D_d$ 'nin yüksek çıkmasında en önemli etkidir.

Dere sıklığı ( $F_s$ ) havza içindeki toplam akarsu dizin sayısının havza alanına bölünmesiyle elde edilir (Horton, 1932). Yüksek  $F_s$  değeri, geçirimsiz toprak, degrade olmuş vejetasyon ve yüksek eğimli özelliklere sahip arazilerde görülmektedir (Carlston, 1963; Ghany, 2015). Dere sıklığı bakımından TMH ve OH'nda benzer sonuçlar belirlenmiştir.

Forma faktörü ( $R_f$ ) havzanın dar-uzun veya geniş-kısa olup olmaması hakkında bilgi vermektedir (Özhan, 2004). Bu morfolojik özellik havzanın sularını boşaltma süresi ve sel üretme potansiyeli hakkında değerlendirme yapmamıza yardımcı olmaktadır (Özhan, 2004). Düşük  $R_f$  değeri, havzanın kısa zamanda yan derelerden gelecek düşük akımların birleşmesi ile ana akarsuda uzun süreli ve yüksek akımın görüleceğini açıklamaktadır (Reddy ve ark., 2002; Reddy ve ark., 2004; Özhan 2004). Araştırma havzalarında bu değer düşük ölçülmüştür. Her iki havzanın da sel üretme potansiyeli yüksek olarak değerlendirilebilir. Ancak, arazi kullanın türleri ve bitki örtüsü bu konuda önemli etkidir. TMH kuru tarım arazilerinde gerekli toprak ve su koruma tedbirleri alınmalıdır. OH'nın %85'i ormanlarla kaplıdır. Bu durum, havzanın erozyon, sel ve taşkınlara karşı daha düşük tehlike oluşturmaya neden olmaktadır.

Havza reliefi ( $B_h$ ), havzanın en yüksek ve en alçak noktası arasındaki maksimum dikey uzaklığı ifade etmektedir. Yüksek relief, yüzeysel suların erozyon ve sel yaratma tehlikesini işaret etmektedir (Reddy ve ark., 2004; Özhan, 2004). Aynı zamanda, yüksek  $B_h$ , suların toplanma zamanının kısa olacağını işaret etmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü OH'nda havza relief oranı TMH'na göre daha yüksektir. Bu nedenle OH'nın sel ve taşkın üretme potansiyeli daha yüksektir. Yanlış ve aşırı arazi kullanımı sonucu bu havzada mevcut orman varlığı bozulursa, şiddetli yağışlarda erozyon ve sel tehlikesi artacaktır.

Relief oranı ( $R_h$ ), maksimum havza reliefinin ana akarsuya paralel olan maksimum havza uzunluğuna bölünmesiyle elde edilir (Özhan, 2004).  $R_h$  ana akarsu yatağında akım

hızı, mecra erozyonu ve sediment yükü hakkında bilgi vermektedir (Özdemir 2011). Schumm (1956), yedi havzada yürüttüğü araştırmasında, relief oranı ile drenaj yoğunluğu, akarsu yatak eğimi, uzunluk oranı ve askıda sediment yükü arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuştur. OH'nin  $R_n$  değeri, TMH'na göre daha yüksektir. Bu nedenle, OH'nda gerekli görülen bölgelerde mecra ıslahı önlemleri alınmalıdır.

Engebelilik Değeri ( $R_n$ ) havza reliefi ve drenaj yoğunluğunun çarpımıyla elde edilir.  $R_n$ , eğim ve oyuntu erozyonu süreci ile ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle yüksek akarsu sayısına sahip havzalarda engebelilik ve drenaj yoğunluğu da yüksektir (Özdemir 2011). Beard (1975)' da  $R_n$  değeri yüksek havzaların yüksek sel potansiyeline sahip olduğunu belirlemiştir. Havzanın engebelilik değeri arttıkça, yüksek akım, sel ve erozyon tehlikesi de yükselir. Araştırmanın yürütüldüğü OH'nda engebelilik değeri daha yüksektir.

Havzaların alansal özelliklerinin oluşturduğu morfometrik parametreler, havzaya düşen yağışların toplanması ve yüzeysel akışın birikimi açısından çok önemli bir özelliğe sahiptir (Özdemir, 2011). Patton ve Baker (1976)' da morfometrik parametreler ile sel ve taşkın oluşumu arasındaki ilişkiyi ortaya koymuştur. Utlu ve Özdemir (2018)' de, Biga Çayı havzasında meydana gelen uzun süreli taşkın olaylarının nedenlerini, Özdemir ve Bird (2009)' da ise bir akarsu havzası içindeki alt havzaların ana akarsu üzerindeki sel ve taşkınların oluşmasındaki etkisini incelemişlerdir. Her iki araştırma sonuçları havza morfometrisi ile erozyon ve sel olayları arasındaki ilişkiyi ortaya koymuştur. Araştırmaya konu edilen OH, eğim ve tüm morfometrik hesaplamalardan yüksek sayısal değerler elde edilmesi, havzanın sel, taşkın ve heyelan tehlikesi potansiyelinin yüksek olduğunu göstermektedir. Bu havzanın büyük oranda ormanlarla kaplı olması bu tehlikeyi düşürmektedir. Bunun için OH'nda mevcut orman varlığı korunmalı ve geliştirilmelidir. TMH'nda havza morfometrik parametreleri göreceli daha düşük çıkmıştır. Bu havzada erozyon, sel ve taşkın gibi afetlerin yaşanmaması için mevcut bitki örtüsünün korunması, tarım arazilerinde gerekli toprak ve su koruma tedbirlerinin alınması gerekmektedir. Ayrıca, TMH'nda aşırı ve yanlış arazi kullanımının önüne geçilebilmesi için uygun arazi kullanım planları oluşturulmalıdır.

## Teşekkür

Bu araştırma, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri, "OF270516L14 No.lu Yüksek Lisans Tez Projesi" kapsamında desteklenmiştir. Araştırmanın çeşitli aşamalarında yardımcı olan, Dr. Semih EDİŞ, Dr. Ferhat BOLAT, Ebru ÇERÇİ, Mustafa ASLAN ve Uğur ÜNAL'a teşekkür ederiz.

## Açıklama

Bu çalışma, "Sarayköy Göleti (Çankırı) Havzasında Arazi Kullanım Türü ve Örtüsünün Yerüstü Su Kalitesi Üzerine Etkileri" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

## Kaynaklar

- Altıparmak, S., Türkoğlu, N., 2018. Yakacık Çayı Havzasının (Hatay) morfometrik analizi. DTCF Dergisi 58(1): 353-374.
- Anonim, 2011. Çankırı İl Çevre Durum Raporu. T.C. Çankırı Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Çankırı.
- Anonim, 2016. Eldivan Meteoroloji İstasyonu iklim verileri (1980-2015). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Aslan, T.A., 2005. Coğrafi bilgi sistemi olanakları ile bazı havza özelliklerinin belirlenmesi. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 8(2): 128-134.
- Balci, N., Özyuvacı, N., 1988. Havza Amenajmanı. II. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yüksek Lisans Ders Notları. İstanbul.
- Beard, L.R., 1975. Generalized Evaluation Of Flash Flood Potential, Austin: Univ. Texas Center Water Res. Tech. Rpt. CRWR- 124: 1-27.
- Beheim, E., Rajwar, G.S., Haigh, M., Krecek, J., 2010. Integrated Watershed Management: Perspectives And Problems. Springer Science and Business Media. Hardcover ISBN: 978-90-481-3768-8, pp: 273.
- Carlston, C.W., 1963. Drainage Density and Stremflow. Physiographic and Hydraulic Studies of Rivers Geological Survey Professional Paper 422-C, United States Government Printing Office, Washington.
- Çepel, N., 1995. Orman ekolojisi, İ. Ü. Orman Fak. Yayınları, İ.Ü. Y. N: 3518, O. F. Y. N: 399, ISBN: 975-404-061-3, İstanbul.

- Elbaşı, E., Özdemir, H., 2018. Marmara denizi akarsu havzalarının morfometrik analizi. *Coğrafya Dergisi*, 36: 63-84.
- Garipoğlu, N., Uzun, M., 2020. Havza yönetiminin gelişim evreleri ve farklı modelleri. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 43: 338-357.
- Ghany, M.K.A., 2015. Quantitative morphometric analysis of drainage basins between qusseir and Abu Dabbab Area, Red Sea Coast, Egypt using GIS and Remote Sensing Techniques. *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS*, 4(1): 1295-1322.
- Girgin, E., 2008. Bütüncül havza planlaması ve yönetiminin hukuki temele dayandırılması. *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi Bildirileri*, s: 377-388, Ankara.
- Goudie, A., 2004. *Encyclopedia of Geomorphology*. London Routledge: International Association of Geomorphologists, Taylor and Francis Group V: 1. ISBN: 978-041-5863001.
- Göl, C., 2002. Çankırı Eldivan yöresinde arazi kullanım türleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Göl, C., Bulut, S., Bolat, F., 2017. Comparison of different interpolation methods for spatial distribution of soil organic carbon and some soil properties in the Black Sea backward region of Turkey. *Journal of African Earth Sciences*, 134: 85-91.
- Göl, C., Dengiz, O., 2007. Land use and land cover variation and soil properties of Cankırı-Eldivan Karataşbağı river basin. *University of Ondokuz Mayıs, J. Agric. Sci. Turk.*, 22: 86-97.
- Göl, C., Sezgin, M., Dölarlan, M., 2010. Evaluation of soil properties and flora under afforestation and natural forest in semi-arid climate of Central Anatolia. *Journal of Environmental Biology*, 31(1): 21-26.
- Göl, C., Ünver, İ., Özhan, S., 2004. Çankırı-Eldivan yöresinde arazi kullanma türleri ile yüzey toprağı nemi arasındaki ilişkiler. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, A (2): 17-29.
- Görür, A.E., Karadeniz, C., 2018. Morfometrik parametrelerin havza hidrolojisi bakımından değerlendirilmesi. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 19 (4): 447 454.
- Heathcote, I.W., 2009. *Integrated Watershed Management, Principles and Practice (Second Edition) USA: John Wiley & Sons, Inc.*
- Horton, R.E., 1932. Drainage basin characteristics. *Trans. American Geophysical Union* 13: 350-361.
- Horton, R.E., 1945. Erosional development of stream and their drainage basin. *Hydrogeological approach to quantitative morphology*, *Bulleting of Geological Society of America*, 56: 275-361.
- Hoşgören, M.Y., 2010. Hidrografya'nın ana çizgileri I. (6. Baskı). İstanbul: Çantay Kitabevi. ISBN: 975-7206-40-7.
- Keller, E.A., Pinter, N., 2002. *Active tectonics earthquakes, uplift and landscape*. second edition, Prentice Hall, Newjersey. ISBN-13: 978-013-088-230-1.
- Kumar, R., Lohani, A.K., Nema, R.K., Singh, R., 2000. Evaluation of geomorphological characteristics of catchment using GIS. *GIS India*, 9(3): 13 17.
- Lyon, J.G., 2002. GIS for water resources and watershed management. In *GIS for water resource and watershed management*. CRC Press. ISBN- 9780415286077.
- Martins, A.K., Gadiga, B.L., 2015. Hydrological and morphometric analysis of upper yedzaram catchment of Mubi in Adamawa State, Nigeria. Using Geographic Information System (GIS), *World Environment* 5(2): 63 69.
- Mody, J., 2004. Achieving accountability through decentralization: Lessons for integrated river basin management. *Policy Research Working, Paper No:3346*. World Bank, Washington, D.C. pp. 33-46.
- OGM, 2015a. *Türkiye Orman Varlığı 2015*. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, 32s., Ankara.
- OGM, 2015b. *1996-2015 Amenajman Planı*, Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Merkez İşletme Şefliği Amenajman Planı, Çankırı.
- Ödeker, B., Türkoğlu, N., 2020. Sabuncular Deresi Havzası'nın (Rize/Çayeli) morfometrik özelliklerinin coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ile belirlenmesi. *DTCF Dergisi*, 60(1): 14-38.
- Özdemir H., Bird, D., 2009. Evaluation of morphometric parameters of drainage networks drived from topographic maps and DEM in point of floods. *Environmental Geology*, 56, 1405-1415.
- Özdemir, H., 2007. Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve uzaktan algılama yöntemleriyle taşkın ve heyelan risk analizi. *İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*,

Coğrafya Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul.

Özdemir, H., 2011. Havza morfometrisi ve taşkınlar. Fiziki coğrafya araştırmaları; sistematik ve bölgesel, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları, 5: 507-526, İstanbul.

Özhan, S., 2004. Havza Amenajmanı. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İ.Ü. Rektörlük Yayın No: 4510, Orman Fakültesi Yayın No: 481, İstanbul.

Patton, P.C., 1988. Drainage basin morphometry and floods. In: Baker VR, Kochel RC, Patton PC (eds) Flood geomorphology. Wiley, USA, pp 51-65.

Patton, P.C., Baker, V.R., 1976. Morphometry and floods in small drainage basins subject to diverse hydrogeomorphic controls. Water Resour Res, 12: 941-952.

Reddy, G.P.O., Maji A.K., Gajbhiye K.S., 2002. GIS for morphometric analysis of drainage basins. GIS India, 4: 9-14.

Reddy, G.P.O., Maji, A.K., Gajbhiye, K.S., 2004. Drainage morphometry and its influence on landform characteristics in basaltic terrain, Central India-a remote sensing and GIS approach. Int J Appl Observ Geoinf., 6: 1-16.

Ritter, D.F., Kochel, R.C., Miller, J.R., 2002. Process geomorphology. Fourth Edition, McGraw-Hill.

Sağiroğlu, M., 1998. Karlık Tepe civarının (Çankırı) florası. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Schumm, S.A., 1956. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. GSA Bulletin, 67, 597-646.

Soil Survey Staff (SSS), 1999. Soil taxonomy a basic of soil classification for making and interpreting. Soil Survey Staff, Washington D.C. USA.

Sreedevi, P.D., Srekanth, P.D., Khan, H.H., Ahmed, S., 2013. Drainage morphometry and its influence on hydrology in a semi-arid region: using SRTM data and GIS. Environmental Earth Sciences, 70(2): 839-848.

Strahler, A.N., 1964. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In: Chow, V.T. (Ed.), Handbook of Applied Hydrology, McGraw Hill Book, New York, pp. 4-76.

Turoğlu, H., Aykut, T., 2019. Ergene nehri havzası için hidromorfometrik analizlerle taşkın duyarlılık değerlendirmesi. Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi, 2: 1-15.

Tuttu, G., Akkemik, Ü., 2017. Çankırı-Korubaşı tepe ve civarındaki jipsli alanların florası. Ot Sistematik Botanik Dergisi, 24(1): 45-88.

Utlu, M., Özdemir, H., 2018. Havza morfometrik özelliklerinin taşkın üretmedeki rolü Biga Çayı havzası örneği. Coğrafya Dergisi, 36: 49-62.

Uzun, M., 2014. Lale Dere (Yalova) havzası'nın jeomorfolojik özelliklerinin jeomorfometrik analizlerle incelenmesi. Route Educational and Social Science J., 1: 3.

Verstappen, H.Th., 1983. Applied Geomorphology. International Institute for Aerial Survey and Earth Science (ITC), Enschede, Holand.

Yılmaz, H., Göl, C., Ediş, S., 2011. The importance of watershed characteristics in integrated watershed management, a case of Gökdere watershed Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 20(12): 3126-3134.

Zimpfer, G.L., 1982. Hydrology and geomorphology of an experimental drainage basin. PhD. Dissertation. Fort Collins: Colo State Univ. USA.