



T.C. ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ

FEN EDEBİYAT FAKÜLTESİ

COĞRAFYA BÖLÜMÜ

COG 4000 BİTİRME TEZİ

KONU

KAPADOKYA BÖLGESİNİN DRENAJ ÖZELLİKLERİ

HAZIRLAYAN

DEMET ÖZKAN

150410058

DANIŞMAN

DOÇ. DR. MUHAMMED ZEYNEL ÖZTÜRK

MAYIS 2019

NİĞDE

DANIŞMAN ONAYI

“Demet ÖZKAN” tarafından hazırlanan “Kapadokya Bölgesinin Drenaj Özellikleri” adlı bu çalışma, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Bitirme Tezi Kurallarına göre kabul edilmiştir/edilmemiştir.

Tarih:/...../.....

Danışman: Doç. Dr. Muhammed Zeynel ÖZTÜRK

ÖNSÖZ

Dünyanın farklı yerlerinde birçok akarsu havzası ve alt havzalarının drenaj özellikleri farklılık göstermektedir. Yapı, litoloji ve zaman bağılı olarak gelişen bu drenaj tipleri birçok jeomorfolojik unsurun oluşumunda ana etkenlerden biridir. Drenaj tiplerinin anlaşılması için yapı ve litoloji hakkında bilgi sahip olmak gerekse de bir akarsu ağı üzerinde meydana gelen drenajın anlaşılmasında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) önemi büyüktür. CBS'nin sayısal ve sözel veri tabanı yardımıyla kullanıcıya kolaylık sağlamaktadır. Drenaj özelliklerinin açıklanmasında mevcut havzanın morfometrik analizi havzanın hem doğrusal ve alansal hem de topografik özelliklerinin değerlendirilmesi açısından oldukça önemlidir. Morfometrik analizler hem arazi yüzey oluşumu, hem de yüzey drenaj ağlarının oluşumunu araştırmak için geliştirilmiş sayısal yöntemlerdir. Kapadokya Bölgesi yerçekilleri açısından dikkat çekici bir alandır. Bölge içerisinde volkanizma, iklimik etkenlerin rolü büyük olsa da volkanik litoloji üzerinde gelişen drenaj ağı da yerçekillerinin oluşumu hakkında bilgiler verir. Bu bağlamda Kapadokya Bölge'sinde meydana gelen peribacalarının oluşumunda ana etkenlerden biri olan drenaj özelliklerinin hâkim topografya üzerine etkileri incelenecektir.

Yapılan bu çalışma boyunca beni destekleyen, akademik bakış açısı kazandıran, yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Doç. Dr. Muhammed Zeynel Öztürk'e teşekkürlerimi borç bilirim. Ayrıca çalışmam esnasında sorduğum sorulara büyük bir özveriyle yanıt veren ve yardımlarını esirgemeyen şu anda İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü'nde görev yapan Prof. Dr. Atilla ÇİNER'e anlayışından ve yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Demet ÖZKAN

ÖZET

Kapadokya bölgesinde erozyonal süreçlere bağlı olarak ignimbirit ve tüfler üzerinde kırgıbayır topografyası yaygın olarak oluşmaktadır. Kırgıbayır topografyası içerisinde en dikkati çeken yer şekilleri ise peribacalarıdır. Bölge içerisinde peribacalarının oluşumunu denetleyen çok fazla sayıda faktör bulunmaktadır. İgnimbiritlerin tabakanlanma, sertlik ve gözeneklilik özellikleri, topografik eğim koşulları, ignimbiritler içerisindeki süreksizliklerin şekli, boyutu ve sıklığı, iklimsel özellikler, drenaj koşulları vb. unsurlar başta peribacaları olmak üzere kırgıbayır topografyasının gelişimi üzerinde etkilidir. Bu çalışmada alandaki kırgıbayır topografyası ve peribacası gelişimini denetleyen ana etmenlerden bir tanesi olan drenaj özellikleri 1/25000 ölçekli topografya haritalarına göre incelenmiştir. İlk olarak topografya haritalarından tespit edilen tüm vadiler CBS ortamında sayısallaştırılmıştır. Ardından her bir akarsuya dizin numarası girilmiş ve drenaj yoğunluğu haritası oluşturulmuştur. Haritalama çalışmalarına göre 553 km²'lik alan içerisinde en yüksek akarsu yoğunluklarına Göreme Milli Parkı sınırları içerisindeki ignimbiritlerde ulaşılmaktadır (15.3 km/km²). Akarsu yoğunluğunda en düşük değerler güney kesimdeki plato yüzeylerinde bazalt, andezit ve dasitler üzerinde görülür. Strahler yöntemine göre akarsu dizinlerinin %53'ü 1. ve %22.7'si 2. dizine aittir. Elde edilen bu sonuçlar Göreme Milli Parkını içine havzalarda en yüksek akarsu yoğunluğunun milli park içerisindeki ignimbiritler üzerinde olduğunu göstermiştir.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
ÖZET	II
İÇİNDEKİLER	III
GRAFİK LİSTESİ.....	IV
TABLolar LİSTESİ.....	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ	V
HARİTALAR LİSTESİ	V
1.GİRİŞ	1
2. ÇALIŞMANIN AMACI	4
3. ÇALIŞMA ALANI.....	5
3.1.Nevşehir Genel Özellikleri.....	5
3.2. Yükselti ve Eğim Koşulları.....	6
3.3. İklim Koşulları	11
3.3.1. Sıcaklık ve Yağış Özellikleri	11
3.3.2. Rüzgâr Özellikleri.....	15
3.4. Litoloji	16
4. MATERYAL METOT	17
5.BULGULAR ve YORUMLAR	21
5.1.Çatallanma Oranı (Rb).....	21
5.2.Akarsu Uzunluk Oranı	23
5.2.1.Yüzeysel Akış Yoğunluğu (Lo).....	23
5.2.2. Tekstür oranı (T)	23
5.3.Drenaj Yoğunluğu (Dd)	24
5.4.Akarsu Sıklığı (Fs).....	29
5.5. Gravelius İndeksi (KG).....	29
SONUÇ.....	29
KAYNAKÇA.....	30

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1. Çalışma alanı içerisinde yükselti basamaklarının alansal dağılışının yüzdelik gösterimi.....	9
Grafik 2. Çalışma alanı içerisinde eğim değerlerinin alansal dağılışının yüzdelik gösterimi	11
Grafik 3. Avanos meteoroloji istasyonunda ortalama maksimum ve minimum sıcaklıkların aylık değişimi	12
Grafik 4. Avanos meteoroloji istasyonuna ait max-min fark($^{\circ}\text{C}$) ve günlük farkın($^{\circ}\text{C}$) aylık değişimleri.....	13
Grafik 5. Avanos meteoroloji istasyonuna ait toplam yağış, maksimum yağış ve yağış yoğunluğu değerleri	14
Grafik 6. Avanos meteoroloji istasyonu ortalama nem ve ortalama sıcaklık değerleri	15
Grafik 7. Avanos meteoroloji istasyonu verileriyle hazırlanan çalışma alanına ait hâkim rüzgâr yönü diyagramı	16
Grafik 8. Dizin sayılarının alansal dağılışı	22
Grafik 9. Dizin sayılarının çatallanma oranı.....	23
Grafik 10. Drenaj yoğunluğunun alansal dağılışı	25

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1. Havzanın morfometrik ve jeomorfometrik özelliklerine ait indisler (Özdemir, 2011'den değiştirilerek).....	21
Tablo 2. Litolojik birimlere göre maksimum, minimum ve ortalama drenaj yoğunlukları	26

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1.** Çalışma alanındaki farklı eğim koşullarına örnekler (a) peribacalarının gelişimine uygun düşük eğimli alanlar, (b) vadilerin üst kısımlarında sel karakterli akarsuların etkisiyle oluşan yüksek eğimli alanlar ve (c) Milli park içerisindeki Bozdağ çevresindeki yüksek eğimli alanlar..... 10
- Şekil 2.** Farklı şekillerdeki akarsu havzalarına ait bazı KG değerleri20
- Şekil 3.** Maksimum drenaj yoğunluğuna ulaşılan alanlara ait hava fotoları.....28

HARİTALAR LİSTESİ

- Harita 1.** (a, b) Çalışma alanının lokasyonu (b'deki beyaz çizgili alan çalışma alanını göstermektedir), (c) çalışma alanına ait sayısal yükseklik modeli, (d) eğim ve (e) jeoloji haritaları (Atabey, 1989a,b, Dönmez vd., 20015'den düzenlenerek; c,d ve e'deki kırmızı alanlar Göreme Milli Park sınırını göstermektedir).8
- Harita 2.** (a,b) Çalışma alanı içerisindeki akarsuların Strahler dizin numarasına göre dağılışı (c) drenaj yoğunluğunun alansal dağılışı ve (d) yoğunlukların alan içerisinde kapladıkları oranları (Kırmızı çizgi Göreme Milli Parkı'nın sınırlarını göstermektedir).27

1.GİRİŞ

Bir yatağa bağlı olarak akan sular akarsu olarak adlandırılır ve akarsular mevsimlik, devamlı ve geçici akarsular olarak üç tipe ayırmak mümkündür. Akarsular yeryüzünü şekillendiren dış etmenler arasındadır. Flüvyal sahalarda dış etmenlerle şekillenen vadiler, vadilerin kuruluşları ve ortaya çıkan akarsu sisteminin evriminin açıklanması morfolojik araştırmalar açısından oldukça önem teşkil eder (Erinç 2012).

Akarsular ilksel eğimlerine paralel olarak oluşurlar ve söz konusu akarsu üzerinde meydana gelen aşınmanın etkisiyle ikinci ve üçüncü nesil vadiler kurulmaktadır (Erinç 2012). Bu vadilerin kuruluşunda yapı ve litoloji, jeolojik evrim, kabuk hareketleri gibi faktörlerin etkisiyle gelişirler ve belirli özelliklere sahip drenaj tipleri ortaya çıkar. Yani akarsuların doğdukları kaynaklardan döküldükleri taban seviyelerine kadar her yönden farklı boyutlarda birçok kol alırlar. Böylelikle akarsular kollarıyla birlikte bir şebeke (ağ) meydana getirirler. Meydana gelen bu ağ akarsu ağı veya akarsu drenajı olarak adlandırılır.

Akarsu drenaj tipini belirleyen etmenler Erinç'e (2012) göre ilksel eğim, yapı ve litoloji ve zamandır. Buna ek olarak eğim, zemini oluşturan kayacın cinsi, tabaka özellikleri, yapısal özellikler gibi özellikler de sayılabilir. Bu etmenlerin dünya üzerinde farklılık göstermesine bağlı olarak farklı drenaj tipleri oluşmaktadır. Özellikle topografya üzerinde görülen şekillerle drenaj tipleri arasındaki sıkı ilişki göz önünde bulundurulduğunda flüvyal bölgelerde hâkim topografyanın morfolojik evrimini açıklamak için drenaj tiplerinin bilinmesi oldukça önemlidir. Dünyanın farklı yerlerinde birçok akarsu havzası ve alt havzalarının drenaj özellikleri farklılık göstermektedir. Dandritik, kancalı, halkalı, radyal, sentripental, kafesli, örgülü, paralel, subparalel gibi birçok farklı drenaj tipi vardır. Bu drenaj tiplerinin çeşitli olmasında yapı ve litolojinin her yerde farklılık göstermesi temel nedenlerden biridir.

1.Dandritik Drenaj Tipi: Hem ülkemizde hem de flüvyal morfojenetik bölgelerde yaygın olarak görülen drenaj tipidir. Yunanca ağaç anlamına gelen dendron kelimesinden türeyen bu drenaj tipi düzensiz olarak her yöne doğru farklı açılarla uzanan kollara sahiptir ve ağaca benzeyen bir görünümü andırmaktadır. Vadi şebekesinin kuruluşu üzerinde yapı ve litolojinin yön verici etkiler göstermediği homojen sahalarda görülür. Yatay yapılarda ve zayıf direnç hatları göstermeyen masif katılma kayaları üzerinde gelişir. Kıvrımlı ve metamorfik sahalarda da bu tip drenajlara rastlamak mümkündür.

2.*Kafesli (Köşeli, Trellis) Drenaj Tipi:* Çok yaygın olarak görülen bu drenaj tipi dandritik drenajdan farklı olarak yapı ve litolojinin gösterdiği zayıf direnç sahalarna akarsuların yerleşmesiyle oluşur (Erinç 2012). Birbirini kesen kırık ve fay çizgilerinin hâkim olduğu arazilerde, monoklinal yapıli sahalarda, paralel kumul sırtları veya moren setleri üzerinde gelişebilmektedir.

3.*Halkalı (Eliptik, Dairevi, Annual) Drenaj Tipi:* Değişik dirençli tabakalardan oluşan kapalı ve yuvarlak biçimli antiklinaller ve domlarda görülen bu drenaj tipinde vadiler halka veya elips şeklinde yaylar çizerler. Halka biçimli vadi kolları, yapının aşınmaya karşı direnci az olan tabaka serileri, ya da zayıf kesimleri boyu gelişir.

4.*Kancalı Drenaj Tipi:* Bu tip drenajlarda yan kolların çoğu ana vadiye kancayı andıran bir şekilde birleşir. Genellikle su bölümü yakınlarında görülen bu drenaj tipi kapmalar sonucu meydana gelir. Vadi ağının kuruluşundan sonra meydana gelen yeni tektonik hareketlerin sonucunda değişen eğim şartları akarsu şebekesi üzerinde de etkisini gösterir. Yani akarsuyun akış yönünün değişmesi de kancalı drenajın oluşmasına neden olur.

5.*Radyal (Işınsal) ve Sentripental Drenaj Tipleri:* Radyal drenaj tipinde merkezde bulunan yüksek bir sahadan çıkan vadiler çevreye doğru yani yamaçlardan eteklere doğru ışınsal bir akarsu şebekesi oluşturur. Genellikle orojenik veya epirojenik hareketlerle oluşmuş domlar ve volkan konileri üzerinde görülür. Sentripental drenaj ise yüksek alanlarla çevrili olan alçak sahalarda, vadiler çevredeki yüksek sahalardan merkezdeki alçak alana doğru bir uzanım gösterir. Bu tip drenaja sahip alanlara genellikle tektonik depresyonlarda, kalderelerde ve büyük kraterlerin içerisinde rastlanır.

6.*Örgüli Drenaj Tipi:* Akarsu birden fazla ve saç örgüsünü andıran bir tarzda birbirinden ayrılan, sonra tekrar birleşen yataklarda akar. Bu drenaj tipi, akarsuya dâhil olan yükün, akarsu tarafından taşınamayacak kadar fazla olduğu, ya da eğimin azaldığı yerlerde görülür. Bu sahalarda bol alüvyon birikir, şekil olarak çakıllı kum bankları veya adacıkları bulunur.

Bazı drenaj tiplerinin özellikleri açıklanmış ve buradan da anlaşılacağı üzere drenaj ağının gelişmesinde yapı, litoloji, eğim, tabaka yapıları gibi özellikler önemli bir yer teşkil etmektedir.

CBS, günümüz dünyasında sosyal, ekonomik, siyasal ve çevresel pek çok konuda kullanılan ve kullanım alanları da her geçen gün artan bir bilgisayar destekli

sistemler bütünüdür. Farklı bilim dalları tarafından çeşitli uygulamalara yönelik olarak kullanılabilme potansiyeline sahip olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), 1990'lı yıllardan itibaren mekânsal unsurların geometrik ve semantik bilgilerini oluşturmak, bu bilgileri saklamak ve analiz etmek için sofistike bir sistem olmuştur (Turoğlu, 2000). Yirminci yüzyılın ortalarından itibaren Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinde (CBS) kaydedilen ilerleme ile birlikte morfometrik indisler daha kolay ve hızlı uygulanabilir hale gelmiştir (Köle, 2016).

Morfometri (morphometry) kelimesi köken olarak Latince “morph” (şekil) ve “metron” (ölçmek) kelimelerinin birleşiminden meydana gelmektedir. Morfometri bir yere ait topografik ölçülebilir bilgileri matematik, istatistik ve görüntü işleme tekniklerinden faydalanılarak ifade eder. Morfometri, yeryüzünün yüzeyinin, şeklinin ve boyutlarının konfigürasyonunun ölçümü ve matematiksel analizini ifade eder. Bu nedenle, drenaj havzası morfometrisi, sadece belirli bir alanın yeraltı suyu potansiyelinin belirlenmesinde değil, aynı zamanda jeomorfolojik ve tektonik tarihin anlaşılmasında da önemli bir rol oynamaktadır.

Morfometri, yeryüzü yüzey şeklinin ve boyutunun ölçülmesini sağlayan matematiksel bir analiz yöntemidir (Görür, Karadeniz, 2018). Bu yöntemle yapılan çalışmalar, esas olarak, akımların çeşitli özelliklerinin ölçülmesini ve değerlendirilmesini içerirler. Nitekim, dünyanın farklı bölgelerinde, birçok nehir havzası ve alt havzasının drenaj durumlarını açıklayan özellikleri morfometrik yöntemlerle incelenmiştir (Horton, 1945; Strahler, 1957). Bu çalışmalar hem arazi yüzey oluşumu, hem de yüzey drenaj ağlarının oluşum ve davranışını araştırmak için geliştirilmiş sayısal yöntemlerdir. Bu yöntemlerde, havza şeklinin matematiksel analizi olan morfometrisi ve yer şekillerinin boyutları yer almaktadır (Agarwal, 1998). Morfometrik analiz, havzanın hem doğrusal ve alansal hem de topografik özelliklerinin değerlendirilmesini kapsamaktadır.

Drenaj ağı çalışmalarında CBS kullanımı oluşturulan sayısal ve sözel veri tabanı yardımıyla günümüzde kullanıcıya ve araştırmacıya birçok kolaylık sağlamaktadır. Bu kolaylıklardan biri drenaj ağı ve özelliklerini kantitatif olarak belirlenmesi ve belirlenen bu kantitatif özelliklerin CBS teknolojileri yardımıyla güvenilir ve kesin olarak ortaya konmasıdır. Ayrıca oluşturulan veri tabanı doğrultusunda CBS teknolojileri kullanılarak; çatallanma miktarı, drenaj yoğunluğu, akarsu sıklığı, akarsu boyu ve boyuna profili gibi birçok hidrografik veriyi ortaya koyabilecek veri kaynakları oluşturma potansiyeline sahiptir. Bunun yanında CBS,

havzalara ait morfometrik parametrelerin ve diğerk ilişkili veri tabanlarının mekânsal analizlerinin güncellenmesi ve izlenmesinde etkili bir kullanıma sahiptir.

Drenaj ağı parametrelerinin analizi; derelerin çeşitli derecelerde sıralanması, havza alanı, havza çevresi, drenaj kanallarının uzunluğu, drenaj yoğunluğu, drenaj sıklığı, drenaj ağının çatallanma oranı, drenaj tekstürü ve uzama oranı gibi havza özelliklerinin sayısallaştırılmasını (Kumar vd., 2000) kapsamaktadır.

Dünyanın eşsiz güzelliklerini içinde barındıran Kapadokya Bölgesi oluşumlarıyla dikkat çeken birçok jeomorfolojik yüzey şekillerine sahiptir. Kapadokya Bölgesi'nde yüzey şekilleri tektonizma, volkanizma, aşınma ve iklimik etkenlere bağlı olarak gelişmiştir. Bölgede oluşan bu şekiller içerisinde tektoniğin, aşındırmanın özellikle akarsular tarafından yapılan aşındırmanın ve şiddetli rüzgârların yaptığı aşındırmanın etkisi büyüktür. Bu bağlamda bakıldığında alandaki kırgıbayır topografyası ve peribacası gelişimini denetleyen ana etmenlerden bir tanesi olan drenaj özellikleridir. Akarsular tarafından yapılan aşındırılmalar çalışma alanı üzerinde erozyonal süreçlerinde gelişmesine neden olmuştur. Çalışmada alan üzerinde drenaj özellikleri belirlenerek morfometrik indislerin de kullanımıyla kırgıbayır topografyası oluşumunda drenaj özelliklerinin rolünün belirlenmesini ortaya koymak için hazırlanmıştır.

2. ÇALIŞMANIN AMACI

İç Anadolu Volkanik Provensi içerisinde yer alan Kapadokya Bölgesi, fiziksel ve kimyasal ayrışma süreçlerine bağlı olarak, Miyo-Pliyosen ignimbirit ve tüfler üzerinde ortaya çıkan ilginç jeomorfolojik unsurları içermesi açısından ilgi çekici bir alandır. Kurak ve yarı-kurak alana özgü jeomorfolojik birimlerden olan kırgıbayır topografyası bölgede, vadi yamaçlarının sel karakterindeki akarsular (sel yarıntıları) ile bunlar arasındaki sırtlar şeklinde biçimlenmesiyle bu engebeli topografya meydana gelmiş durumdadır. Çalışma alanı içerisinde kırgıbayır topografyası üzerinde meydana gelen erozyona bağlı olarak farklı yerşekilleri meydana gelmektedir. Bu şekillerin en karakteristiği, pediment düzlükleri arasındaki vadi yamaçlarında, yamaçların gerilemesiyle oluşan peribacalarıdır. İgnimbiritler üzerinde erozyonun alansal dağılışı çok fazla sayıda faktör tarafından denetlendiğinden dolayı alan içerisinde erozyon şiddeti her yerde aynı değildir. İgnimbirit ve tüfler üzerindeki erozyon şiddetini,

dolayısıyla alandaki peribacası gelişimini belirleyen başlıca faktörler bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Alandaki peribacası oluşumları ile ilgili çalışmalar 1940'lı yıllardan beri (Tromp, 1942; Chaput, 1947) günümüze kadar devam etmiş olmakla birlikte, peribacalarının ve alanın günümüzdeki görünümünün oluşumunda ana ayrışma etkenlerden bir tanesi olan drenaj özellikleri tam olarak açıklanmamıştır. Bu eksiklikten dolayı çalışmada Göreme Milli Parkını (Avanos, Ürgüp, Ortahisar, Uçhisar, Zelve, Göreme) içerisine alan havzalar içerisindeki drenaj özellikleri incelenecektir.

3. ÇALIŞMA ALANI

3.1.Nevşehir Genel Özellikleri

İç Anadolu Bölgesinin Orta Kızılırmak Bölümünde yer alan Nevşehir ili 38°12' ve 39°20' Kuzey enlemleri ile 34°11' ve 35°06' Doğu boylamları arasında kalmakta olup Kızılırmak Nehrinin İç Anadolu'ya yaptığı büklümün güney kenarında yer alır. Nevşehir il bazında kuzeyde Yozgat, doğuda Kayseri, güneyde Niğde ve Aksaray, batıda ise Kırşehir ile komşudur. Nevşehir il sınırları içerisinde yer alan Kapadokya Bölgesi bu çalışmanın konusudur. Çalışma alanı Nevşehir'in doğusunu ve Kızılırmak Nehri'nin güneyini kapsamaktadır. K33-c1,c2,c3,c4, K34-d1,d4, L33-b1, b2 ve L34-a1 paftalarının 1/25.000 ölçekli topografik katmanlarını içermektedir.

Kızılırmak, Türkiye topraklarında denize dökülen en uzun (1355 km) nehirdir. Sivas doğusundan kaynağını alan nehir, yarı kurak iklime sahip olan İç Anadolu Bölgesi'nin platoları içerisinde, geniş bir yay çizdikten sonra, kuzeye yönelir ve Samsun'dan Karadeniz'e dökülür. Nehir, Sivas ilinde bulunan Kızıldağ'ın güney yamaçlarından yaklaşık 39°80' kuzey ve 38°80' doğu noktasından doğar, ilk önce batı ve güneybatıya doğru akar, daha sonra yay şeklinde biçimlenir. Bu noktadan sonra ilk olarak batıya daha sonra güneybatıdaki Tuz Gölü'nün kuzeydoğusundan geçerek kuzeybatıya akar. Daha sonra kuzey ve kuzeydoğuya yönelir. Bu kesimde en büyük kollarından biri olan Delice Irmağı ile birleşir ve sonra kıvrımlar yaparak kuzeybatıya akar. Bu kesimden sonra Devrez Çayı ile birleşir ve kuzeydoğuya doğru döner. Kızılırmak Nehri 41°72' kuzey ve 35°95' doğu noktasından Bafra Burnu'ndan Karadeniz'e dökülür. Nehrin izlediği bu yol büyük ölçüde Neotektonik dönemde oluşmuş aktif fay kuşakları tarafından belirlenmiştir. Nehir adını akarsu yatağının tabanında bulunan 3. zaman ortalarında çökelmiş kırmızı renkteki killi-kumlu tortuldan

almaktadır. Çalışma alanı ağırlıklı olarak Avanos'un güneyindeki Kızılırmak nehrine katılan Damsa nehri ve kolları tarafından drene edilmektedir (Sayın, 2008).

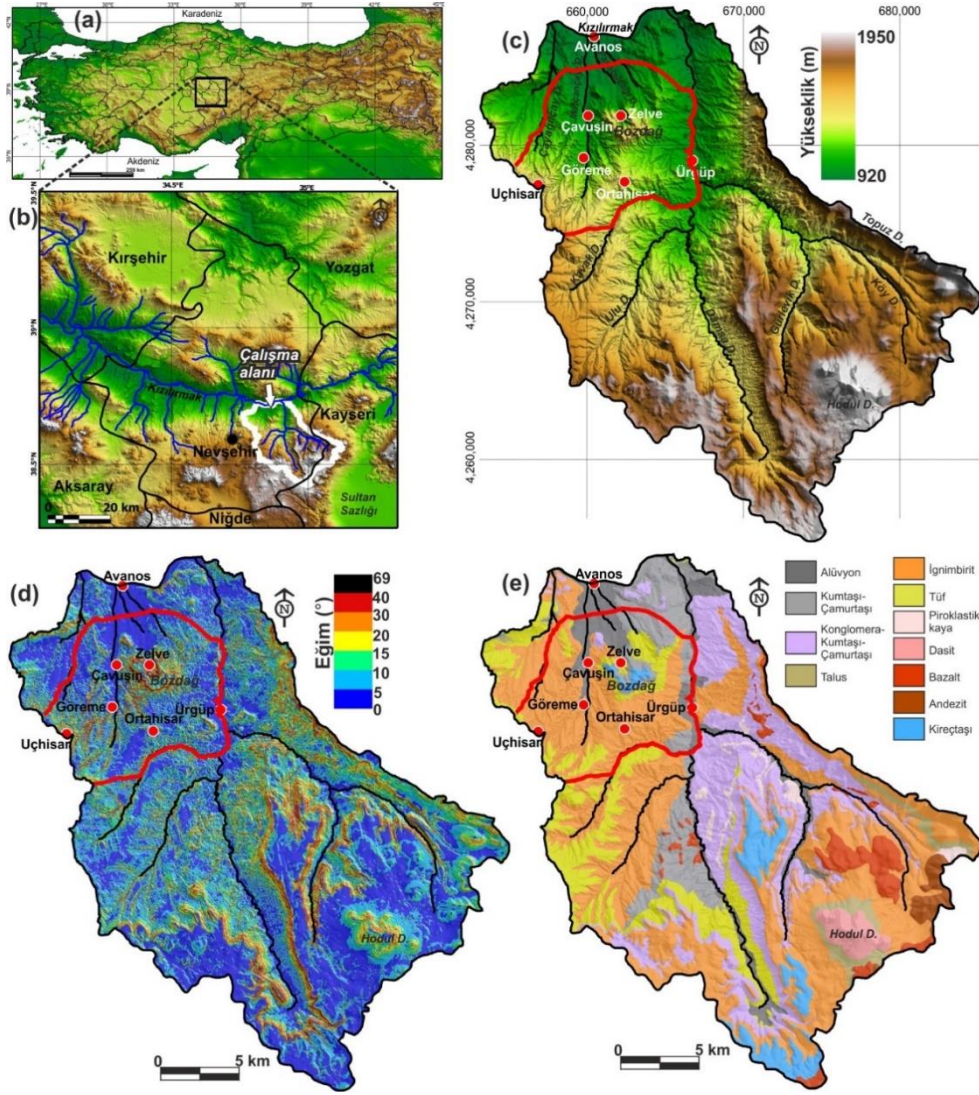
Çalışma alanının bulunduğu Orta Anadolu, üç litosferik çarpışma bölgesi ile çevrilidir. Bu bölgeler; Kuzey Anadolu Kırığı (KAK), sağ yanal atımlı, Doğu Anadolu Kırığı (DAK), sol yanal atımlı, Bitlis Zagros doğrultu atımlı kuşağıdır. Coğrafik olarak batıda Tuz Gölü Fayı, doğuda Ecemiş Fayı ve kuzeyde İzmir-Ankara-Erzincan Sütur Zonu ile sınırlanan bölge Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı olarak tanımlanır.

Kapadokya Volkanik Kompleksi'nin oluşumu ve gelişimi Neo-Kuvaterner döneminde Arap ve Avrasya plakaları arasındaki çarpışmaya bağlanmaktadır. Kapadokya Bölgesi son 13 milyon yıldan yakın zamana kadar volkanik etkinliğin egemen olduğu bir bölgedir. Erciyes, Melendiz, Hasandağ ayrıca bugün aşınım ortadan kalkmış olan başka merkezlerden çıkan malzeme kuzey-güney yönünde 170 km, batıdan doğuya 150 km kadar sürüp giden alanı biçimlendirmişlerdir (Tuncel, 2000). Hasandağı ve Erciyes dağında volkanik etkinlik küçük çapta püskürmelerle zamanımızdan yaklaşık 2000 yıl öncesine kadar devam etmiş olup, günümüzde ise sadece sıcak su ve volkanik gaz çıkışları devam etmektedir. Kapadokya yöresinde yığılan ve kalınlığı yer yer 100 m'yi aşan volkanik plato Kuvaternerdeki aşınım ile yarılmış ve söz konusu plato masa şekilli tepeler ile bunlar arasında yer alan kanyonumsu vadilere dönüşmüştür. Plato ve vadi yamaçlarında tuf, tüfit, ignimbritik tuf, lahar, kil ve marn aralanmasının yüzeylendiği bölümlerde seçici aşınımın sonucu olarak Kapadokya'ya özgü basamaklı topoğrafya ve peribacaları gelişmiştir.. Üst Pliosen-Pleistosen'de Kızılırmak ve kolları volkanik araziye yerleşerek kanyonlar oluşturmuş ve yamaçlarında peribacaları ile badlands topografyası gelişmiştir.

3.2. Yükselti ve Eğim Koşulları

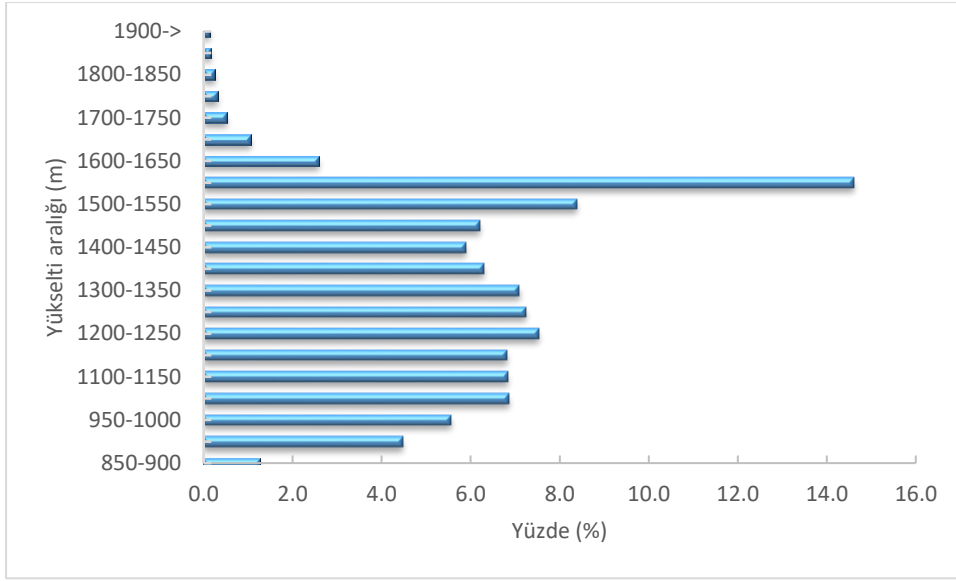
Çalışma alanı Kapadokya Bölgesi, Kapadokya Volkanik Alanı, Kapadokya Volkanik Kompleksi gibi çeşitli şekillerde adlandırılan bölgenin kuzey kesiminde bulunur. Kapadokya Bölgesi'nin doğusu KD-GB uzanımlı Orta Anadolu (Ecemiş) Fay Zonu, batısı KB-GD uzanımlı Tuzgölü Fay Zonu, kuzeyi D-B uzanımlı Orta Kızılırmak Fay Zonu (Avanos Fayı) ile sınırlandırılmış olup alan içerisinde K-G uzanımlı Derinkuyu Fayı, KKB-GGD uzanımlı Göllüdağ Fayı ve KD-GB uzanımlı Niğde Fayı yer almaktadır (Şener, 2015; Koçyiğit ve Doğan, 2016; Şener vd., 2017).

Göreme Milli Parkı'nı içerisine alan ve 553 km²'lik alanı kaplayan çalışma sahasının büyük çoğunluğu mevsimsel karakterde olan çok fazla sayıda irili ufaklı akarsu tarafından Kızılırmak'a drene edilmektedir (Harita 1a,b). Kızılırmak ve Ecemiş fay zonlarının kesişiminde yer alan ve dandritik drenaj ağına sahip Damsa Çayı havzası alandaki en önemli havzadır. Güneyden kuzeye doğru akarak Kızılırmak'a bağlanan ve çalışma alanının büyük bölümünü oluşturan bu havzadaki drenaj ağının gelişmesinde yapının önemli bir etkisi olmuştur (Altın ve Toprak, 2007). Damsa Çayı tarafından derin vadiler şeklinde yarılan çalışma alanı son 5-2 milyon yılda 0.06-0.08 mm/yıl gömülme oranına sahiptir (Doğan, 2011; Aydar vd., 2013; Çiner vd., 2015). Çalışma alanı batıda Sarımaden, Bozbey, Karadağ gibi küçük tepeciklerle kuzeyinde Kızılırmak ile doğuda Fakıdağ, Topuz Dağı kütleleri ile sınırlanmıştır. Alanın ortalama yüksekliği 1325 metre olup, yükseklik güneyden kuzeye doğru azalmaktadır. Alandaki en yüksek nokta 1949 metre ile Hodul Dağı iken, en alçak alanı kuzeydeki Avanos civarındır (920 m; Harita 1c).



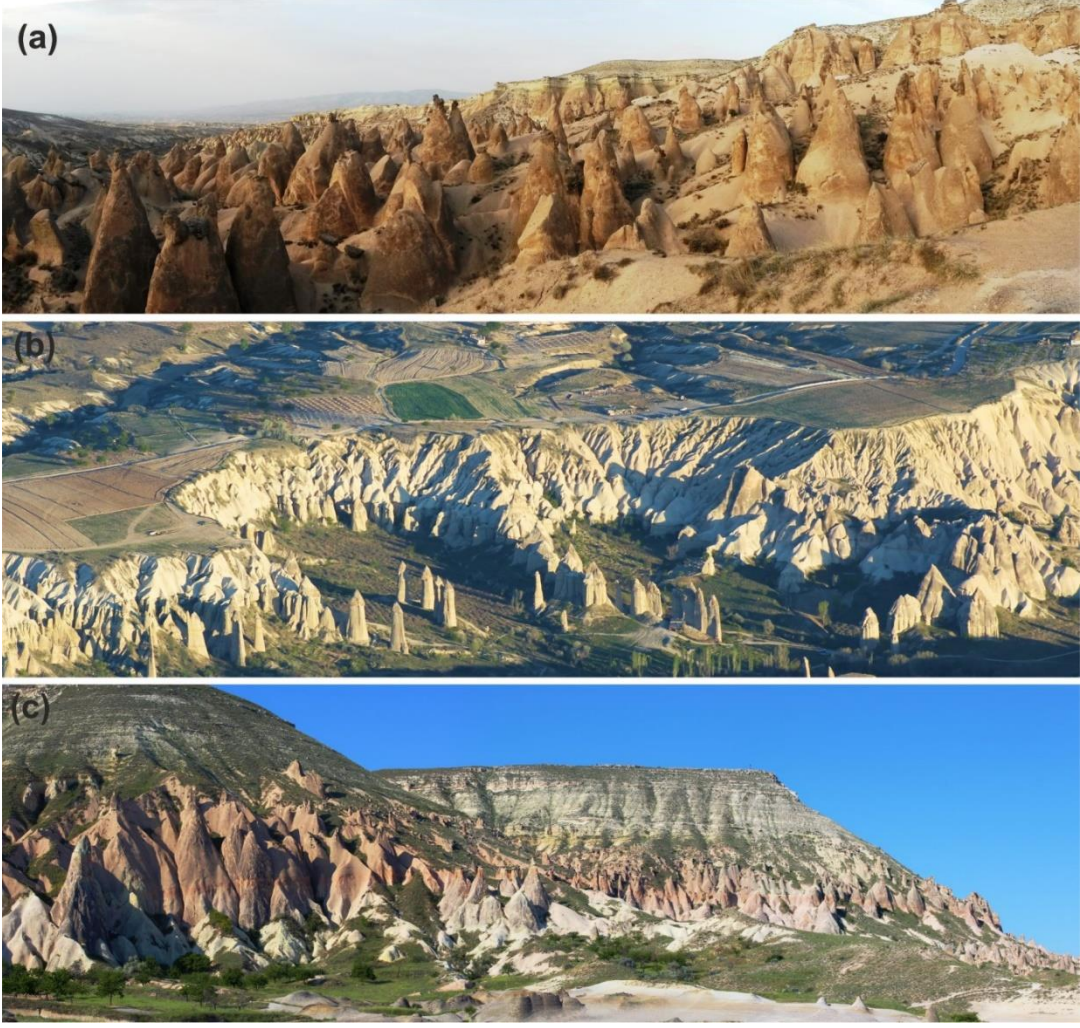
Harita 1. (a, b) Çalışma alanının lokasyonu (b'deki beyaz çizgili alan çalışma alanını göstermektedir), (c) çalışma alanına ait sayısal yükseklik modeli, (d) eğim ve (e) jeoloji haritaları (Atabey, 1989a,b, Dönmez vd., 20015'den düzenlenerek; c,d ve e'deki kırmızı alanlar Göreme Milli Park sınırını göstermektedir).

Alan içerisinde 850-900 m'lik bulunduğu sahalar alanın yalnızca %1.3'üne karşılık gelmektedir. 1900 m ve üzeri yükseltiye sahip alanlar çalışma sahasının yalnızca %0.1'ine karşılık gelmektedir. Çalışma alanında en geniş yükselti aralığı 1500-1600 metreleri arasındır (%23). Bu yükselti aralığı özellikle alanın güneyindeki yüksek platolar üzerinde geniş alan kaplamaktadır. 1600 metrenin üstündeki alanlar alanın sadece %5'lik kesimini oluşturmaktadır (Grafik 1).

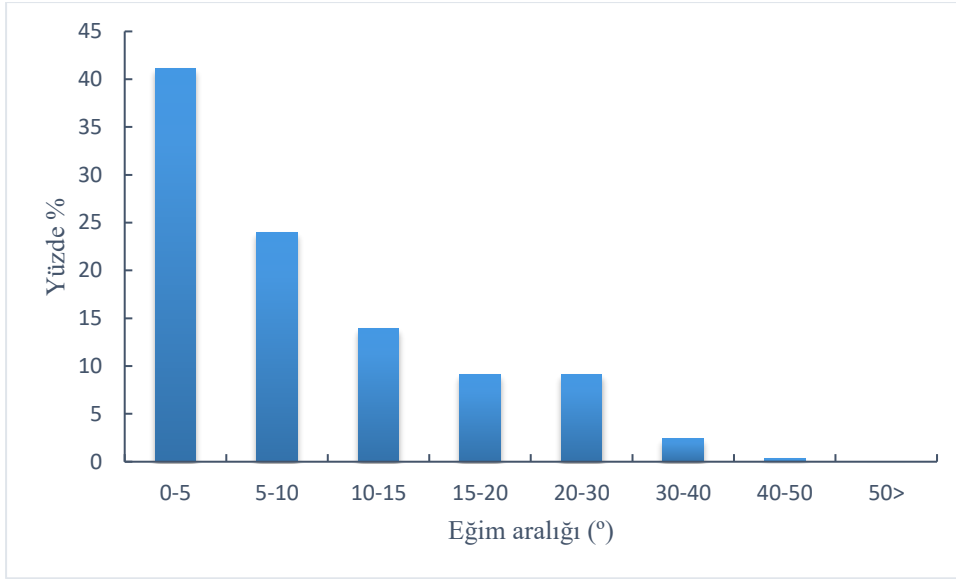


Grafik 1. Çalışma alanı içerisinde yükselti basamaklarının alansal dağılışının yüzdelerle gösterimi

Akarsular tarafından yarılmış volkanik bir plato görünümünde olan çalışma alanında eğim koşulları $0-69^\circ$ arasında değişmektedir (Harita 1d). En yüksek eğimli alanlar başta Damsa Çayı olmak üzere vadilerin üst kısımlarında ve Göreme Milli Parkı merkezindeki Bozdağ çevresinde görülmektedir (Harita 1d, Şekil 1c). En düşük eğim koşulları ise alanın güneyindeki yüksek platolar üzerinde ve kuzeyindeki vadi tabanlarında görülür. $0-10^\circ$ arasındaki düz ve hafif eğimli alanlar %65'lik bir alan kaplarken eğimin 30° 'nin üstündeki alanlar sadece %2.79'luk bir kesimini oluşturmaktadır (Grafik 2). Topografik koşullar açısından erozyon ve peribacası oluşumunu kontrol eden en önemli faktör eğim koşullarıdır. Peribacalarının oluşumu genel olarak düşük eğimli yamaçlar üzerinde başlamaktadır (Sarıkaya vd., 2015). Kavak, Zelve ve Cemilköy ignimbiritleri üzerinde peribacalarının oluştuğu alanda eğim değerleri sırasıyla $4^\circ-17^\circ$, $2^\circ-13^\circ$ ve $8^\circ-23^\circ$ arasında değişmektedir. Peribacasının oluştuğu alanın eğim değerleri ise pekleşmenin derecesine ve ignimbiritin kalınlığına göre değişmektedir (Sayın, 2008). Litolojik birimlere göre ortalama eğim değerleri Hodul Dağı'nı oluşturan dasitler (14.5°) ve Damsa Çayı'nın yamaçlarını oluşturan konglomera-kumtaşı-kiltaşı ardalanması üzerinde görülür (13.6°). Peribacalarının üzerinde geliştiği ignimbirit ve tüfler üzerindeki ortalama eğim koşulları ise $8.4-8.6^\circ$ değerleri arasında değişmektedir.



Şekil 1. Çalışma alanındaki farklı eğim koşullarına örnekler (a) peribacalarının gelişimine uygun düşük eğimli alanlar, (b) vadilerin üst kısımlarında sel karakterli akarsuların etkisiyle oluşan yüksek eğimli alanlar ve (c) Milli park içerisindeki Bozdağ çevresindeki yüksek eğimli alanlar



Grafik 2. Çalışma alanı içerisinde eğim değerlerinin alansal dağılışının yüzdelerle gösterimi

3.3. İklim Koşulları

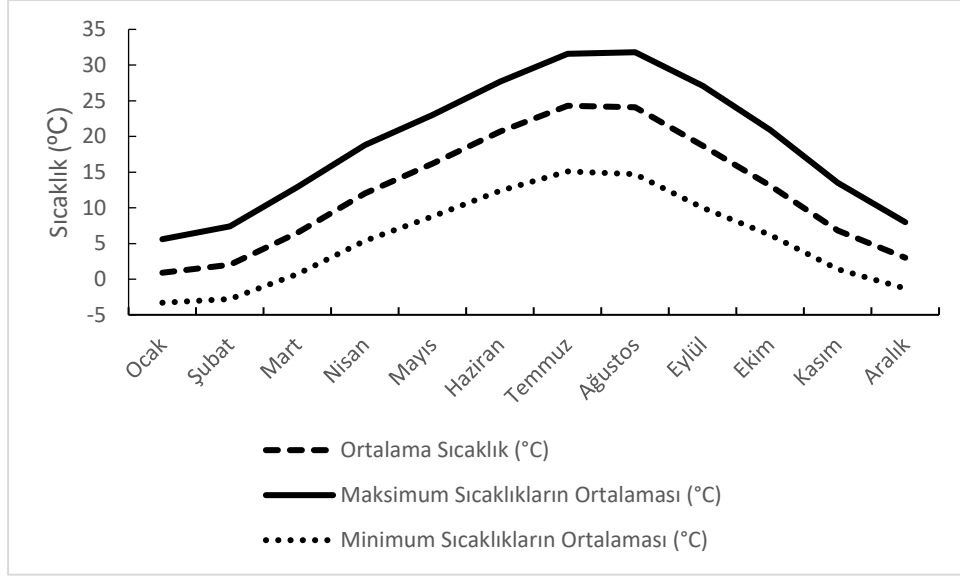
3.3.1. Sıcaklık ve Yağış Özellikleri

Peribacalarının oluşumunda iklim, özellikle yağış ve donma-çözülme önemli rol oynamaktadır (Süre, 1972; Emre ve Güner, 1985; Yılmaz vd., 2012).

1986-2014 yılları arası Nevşehir iline bağlı Avanos ilçesinin meteoroloji istasyonundan alınan veriler ile Avanos ilçesinin sıcaklık değerleri incelenmiştir. Maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık verileri incelendiğinde maksimum sıcaklık ortalamasının en yüksek olduğu ay 31,8°C ile Ağustos ayında görülürken, en düşük olduğu ay ise 5,6°C ile Ocak ayında görülmektedir. Maksimum sıcaklık ortalaması Ocak ayından Ağustos ayına kadar düzenli bir artış gerçekleşmiş, Ağustos ayından Ocak ayına kadar sıcaklık değerleri düzenli olarak azalmıştır.

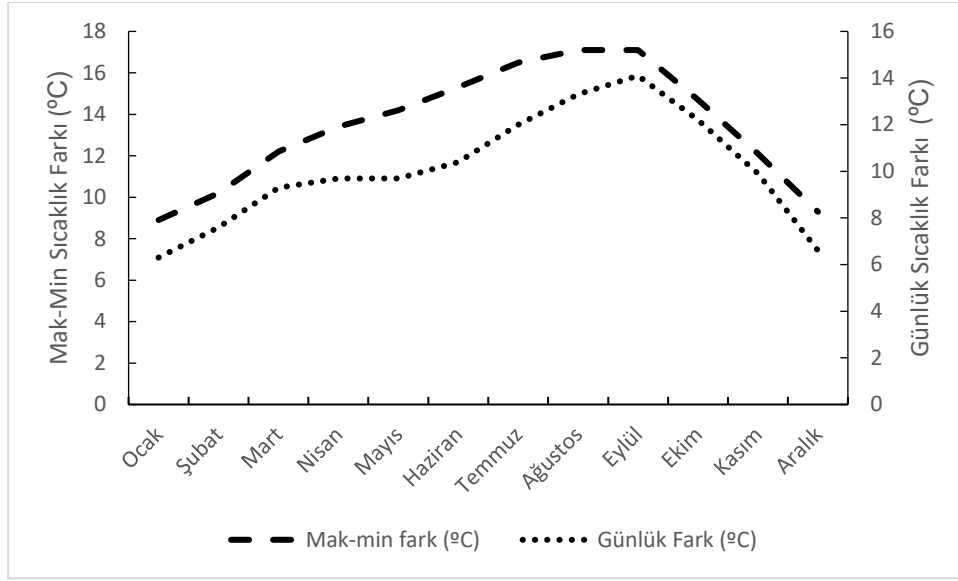
Minimum sıcaklık ortalaması verileri incelendiğinde en düşük -3,3°C ile Ocak ayında görülmekteyken en yüksek sıcaklık değerine 15,1 ile Temmuz ayında görülmektedir. Minimum sıcaklık ortalama verilerine bakıldığında Ocak ayından Temmuz ayına kadar sıcaklık değerleri düzenli olarak artış göstermekte, Temmuz ayından Ocak ayına kadar ise düzenli bir azalış görülmektedir. Ortalama sıcaklıkların en yüksek olduğu ay Temmuz ayında 24,3°C ile gözlemlenirken en düşük olduğu ay ise 0,9°C ile Ocak ayında gözlemlenmektedir. Veriler incelendiğinde en yüksek sıcaklıkların olduğu yaz mevsiminde Temmuz ve Ağustos aylarına denk gelirken, en

düşük sıcaklıklar ise kış mevsiminde Ocak ayında yaşanmaktadır. Genel olarak bakıldığında 1986-2014 yılları arasında sıcaklıklar 0°C' nin altına hiç düşmemiştir (Grafik 3).



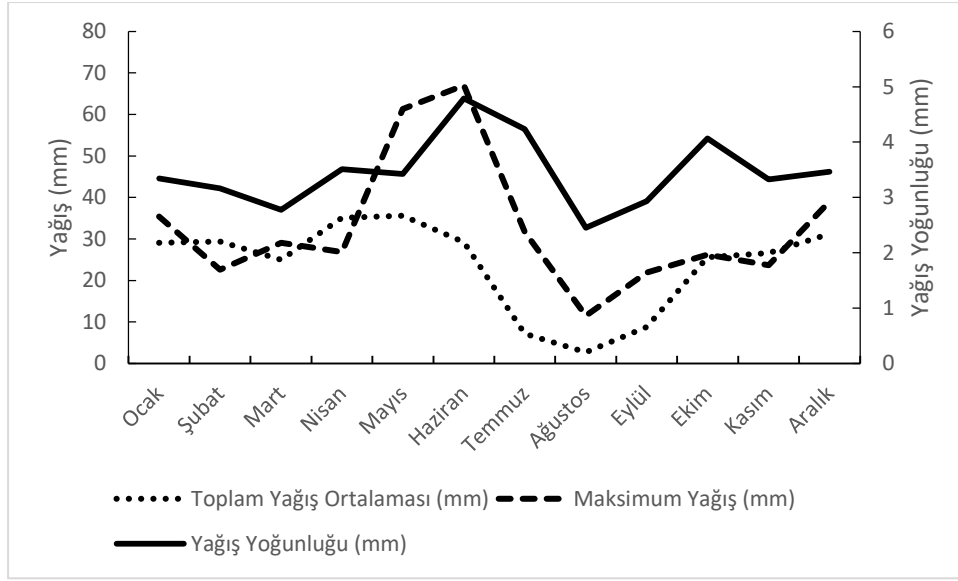
Grafik 3. Avanos meteoroloji istasyonunda ortalama maksimum ve minimum sıcaklıkların aylık değişimi

Avanos meteoroloji istasyonuna ait max-min fark ve günlük farkın aylık sıcaklık farkı değişimleri incelendiğinde maksimum ve minimum sıcaklıkların farkının en yüksek Ağustos ve Eylül aylarında 17,1 °C ile ölçülürken en düşük fark Ocak ayında 8,9 °C ile ölçülmüştür. Günlük sıcaklık farkın ise en yüksek eylül ayında 14,1 °C ile ölçülürken en düşük ise Ocak ayında 6,3°C ile ölçülmüştür. Günlük sıcaklık farklarının en fazla olduğu zaman sonbahar ayı olan Eylül'de gözlemlenirken en az olduğu zaman ise kış aylarında gözlemlenmektedir. Max-min sıcaklık farkının en yüksek olduğu zaman yaz ve sonbahar aylarında (Ağustos, Eylül) gözlemlenirken en düşük olduğu zaman ise kış ayında (Ocak) ölçülmüştür (Grafik 4).



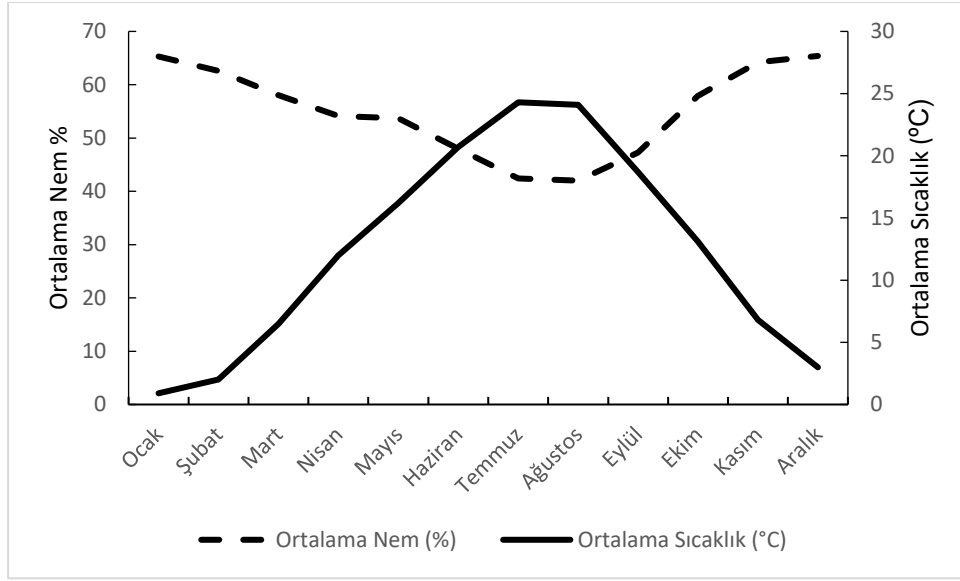
Grafik 4. Avanos meteoroloji istasyonuna ait max-min fark(°C) ve günlük farkın(°C) aylık değişimleri

Avanos ilçesinin meteoroloji istasyonu toplam yağış ortalaması, maksimum yağış ve yağış yoğunluğu verilerini incelediğinde toplam yağış ortalamasını en fazla yağışı 35,6 mm ile Mayıs ayında almaktayken en az yağışı 2,7 mm ile Ağustos ayında almaktadır. Ocak ayından Mayıs ayına kadar toplam yağış ortalamasında bir artış gözlemlenirken Mayıs ayından Ağustos ayına kadar yağışlarda azalma olmuş ve sonbahar aylarında yağışlarda yeniden bir artış gözlemlenmiştir. Yıl içerisinde en fazla yağışı ilkbahar mevsiminde (Nisan-Mayıs) alırken en yağışı ise yaz mevsiminde (Temmuz-Ağustos) almaktadır. Maksimum yağış verileri incelendiğinde en fazla yağışı 67 mm ile Haziran ayında almaktayken en az yağışı ise 11,5 mm ile Ağustos ayında almaktadır. Yağış yoğunluğu verilerinde ise yağış yoğunluğu en düşük 2,4 mm ile Ağustos ayında gözlemlenirken en yüksek 4,7 mm ile Temmuz ayında gözlemlenmektedir. Yağış yoğunluğunun en yüksek olduğu aylar Haziran-Temmuz-Kasım iken en düşük ise Ağustos-Mart-Eylül aylarıdır (Grafik 5).



Grafik 5. Avanos meteoroloji istasyonuna ait toplam yağış, maksimum yağış ve yağış yoğunluğu değerleri

Avanos ilçesinin meteoroloji istasyonu ortalama nem verileri incelendiğinde ortalama nemin en fazla olduğu %65,4 ile Aralık ayında gözlemlenirken en az olduğu ise %42 ile Ağustos ayında gözlemlenmektedir. Ortalama nem Ocak ayından Ağustos ayına kadar düzenli bir şekilde azalış gözlemlenmiştir. Ağustos ayından Aralık ayına kadar ise nem oranında artış gözlemlenmiştir. Ortalama sıcaklık verileri incelendiğinde ise sıcaklığın en yüksek olduğu ay 24,3 ile Temmuz ayında gözlemlenirken en düşük ise 0,9 ile Ocak ayında gözlemlenmektedir. Ortalama sıcaklıkların Ocak ayından Temmuz ayına kadar hızla arttığı görülürken Ağustos ayından Aralık ayına kadar sıcaklıklarda bir düşüş görülmektedir. Genel olarak bakıldığında ortalama sıcaklığın arttığı yerde ortalama nem azalmaktadır. Yani aralarında ters bir orantı vardır. Eğilim çizgileri bu doğrultuda paralellik göstermektedir (Grafik 6).

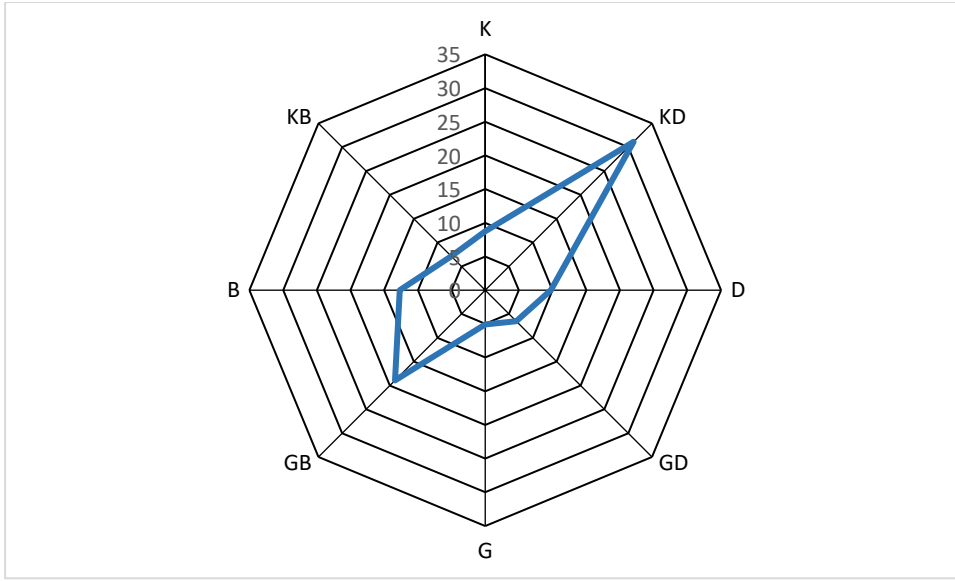


Grafik 6. Avanos meteoroloji istasyonu ortalama nem ve ortalama sıcaklık değerleri

3.3.2. Rüzgâr Özellikleri

Yılda 10 gün fırtınanın ($\text{ruz.hiz} \geq 17.2$ m/s) yaşandığı alanda yıllık toplam kuvvetli gün sayısı (ruz.hiz 10.8-17.1 m/s) 63'tür. Alandaki en hızlı rüzgârlar GD ve GB yönlerinden esmekte olup rüzgâr hızı 37 m/s hıza kadar çıkabilmektedir. Hâkim rüzgâr yönü istasyonun bulunduğu alanın morfolojisinden etkilendiği için hâkim rüzgâr yönü özellikleri açıklanırken çalışma alanının merkezinde bulunan Ürgüp meteoroloji istasyonu verilerden yararlanılmıştır. Ürgüp istasyonunun verilerine göre alanda, Damsa Vadisinin uzanımına paralel olarak kuzey ve güney sektörlü rüzgârlar hâkimdir. Güney sektörlü (GGD, G ve GGB yönlerinden esen) rüzgârlar tüm esme sayılarının %34'ünü, kuzey sektörlü rüzgârlar (KKB, K ve KKD yönlerinden esen) rüzgârlar tüm esme sayılarının %25'ini oluşturmaktadır.

Avanos meteoroloji istasyonunda hesaplanan rüzgâr yönlerine bakıldığında rüzgârların hâkim rüzgâr yönü genel itibariyle KD (Kuzeydoğu) ve GB (Güneybatı) yönlüdür (Grafik 7).



Grafik 7. Avanos meteoroloji istasyonu verileriyle hazırlanan çalışma alanına ait hâkim rüzgâr yönü diyagramı

3.4. Litoloji

Çalışma sahası içerisinde peribacaları çok düşük birim ağırlığına, yüksek gözenekliliğe sahip Miyo-Pliyosen ignimbirit ve tüfler üzerinde gelişme göstermiştir (Pasquare, 1968; Topal ve Doyuran, 1998; Harita 1e). Erciyes, Hasandağı ve Acıgöl volkanlarından kaynaklanan bu ignimbirit ve tüfler gölsel sedimentlerle ardalanmalı olarak birikmiştir. K/Ar yöntemiyle yapılan tarihlendirmelere göre ignimbirit ve tüfler 14-2.4 milyon yılları arasında sekiz farklı dönemde birikmiştir. Bu birimler alttan üste doğru sırasıyla Kavak, Zelve, Sarımaden Tepe, Cemilköy, Tahar, Gördeles, Kızılkaya, Valibaba Tepe ignimbiritleridir. Bu dönemlerin yanı sıra 8.4-2.2 milyon yılları arasında üç farklı dönemde lav akışı (bazalt ve andezit) (Erciyes, Topuzdağ ve Damsa lavları) gerçekleşmiştir (Innocenti vd., 1975; Temel, 1992; Le Pennec vd., 2005).

İgnimbiritlerin tabakalanma özellikleri, özellikle ignimbiritler içerisindeki katmanların kalınlığı ve sertliği, peribacalarının morfolojik görünümünü etkileyen önemli faktörlerden bir tanesidir (Aydar vd., 2013). Özellikle şapkali peribacalarının üst kesimleri pekleşmiş ve daha sert birimden oluşurken, alt kesimleri (boyun ve gövdeleri) peklememiş ve daha yumuşak birimlerden meydana gelmektedir. Bundan dolayı şapka yapılarının korunabildiği alanlarda erozyonun şiddeti daha az iken, şapkaların ortadan kalktığı yerlerde erozyon şiddeti daha fazladır (Çiner vd., 2013).

Peribacası oluşumları ve bandlands topografyası özellikle Kavak, Zelve, Cemilköy ignimbiritleri üzerinde gelişme göstermiştir. Aydan ve Ulusay (2003) ve Sayın (2008) çalışmalarına göre peribacalarının üzerinde geliştiği ignimbiritlerde gözeneklilik oranı %38'e kadar yükselmektedir. Çalışma alanındaki en geniş yayılıma sahip olan ve üzerinde peribacaları ile bandlands topografyasının yaygın olarak geliştiği Kavak ignimbiriti ofiyolitik temel üzerinde uyumsuz olarak bulunur ve kuzeye doğru 3-7°'lik eğime sahiptir. Pekleşmemiş şekilde, krem ve pembemsi renklerde bulunan bu birim tuf ve süngertaşı katmanları ile birlikte flüvyal ve gösel sedimentler de içerir (Sayın, 2008). İgnimbiritin yaşı K/Ar yöntemine göre 8.6 my (Innocenti vd., 1975), 11.2 my (Temel, 1992), 9.2-6.9 my (Mues Schumacher ve Schumacher, 1996) ve 14-9 my (Le Pennec vd., 2005) olarak belirtilmiştir.

Özellikle Göreme Milli Parkı içerisindeki Babadağ civarında yüzeyleyen ve pembe renkli pekleşmemiş ignimbiritler ve beyaz renkli sünger taşları ile karakterize edilen Zelve ignimbiritleri 7.7-7.5 my (Mues Schumacher ve Schumacher, 1996), 9-8.5 my (Le Pennec vd., 2005) dönemlerine tarihlendirilmiştir. Damsa vadisinin üst kesimlerinde yüzeyleyen, pekleşmemiş şekilde bulunan Cemilköy ignimbiriti ise 8.4-7.6 my arasına tarihlendirilmiştir (Le Pennec vd., 2005). Cemilköy ignimbiriti içerisinde özellikle Damsa Çayı'nın batı yamaçlarında peribacası oluşumu görülmektedir (Sayın, 2008).

Çalışma alanını oluşturan ignimbirit ve tuf birimleri alanın %53.7'sini oluştururken, özellikle Damsa Çayı'nın her iki tarafından görülen Miyosen yaşlı konglomera-kumtaşı-çamurtaşı ve kumtaşı-çamurtaşı ardalanmasından oluşan Tuzköy Formasyonu alanın %26.5'lik kesimini oluşturur. Avanos civarında ve Damsa vadisi boyunca geniş bir yayılım gösteren alüvyon birimler ise alanın %7'lik kesimini oluşturmaktadır. Kalan %12.8'lik kesim ise kireçtaşı (%4.1-Kışladağ Üyesi), bazalt (%3.7-Çataltepe, Damsa, Topuzdağı Bazaltları), dasit (%1.7-Hoduldağ Domu), andezitten (%1.2-Tekedağ Volkaniti) ve yamaç molozundan (%2.1) oluşmaktadır.

4. MATERYAL METOT

Çalışma alanı Göreme Milli Parkı sınırlarını içerisine alan akarsu havzalarına göre belirlenmiştir. Yapılan haritalama çalışmasına göre 7 adet (K33-c1,c2,c3,c4, K34-d1,d4, L33-b1, b2 ve L34-a1) 1/25000'lik topografya haritası içerisinde kalan 553 km²'lik alandaki tüm vadi talvegleri Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında sayısallaştırılmıştır.

Mapinfo 16.0 programı kullanılarak taranmış haritalar UTM olarak koordinatlandırılmış ve işlenmeye hazır hale getirilmiştir. Çalışma alanına yönelik yapılan analizlerde SYM verileri kullanılmıştır. Ardından çalışmada kullanılacak verileri oluşturan akarsular, havza sınırları gibi katmanlar tanımlanmıştır. Ekran sayısallaştırılması yapılarak tanımlanan bu katmanlara ait veri tabanları oluşturulmuştur. Veri tabanları oluşturulurken ilk olarak akarsular ile drenaj ağları tanımlanmış ve havzanın sınırları belirlenmiştir.

Alana ait 1/25000 ölçekli topografya haritalarından alana ait sayısal yükseklik modeli ve eğim haritası oluşturularak alansal hesaplamaları yapılmıştır. Alanın litolojik birimleri için Atabey (1989a,b) ve Dönmez vd. (2015) tarafından hazırlanan 1/100000 ölçekli jeoloji haritalarından yararlanılmıştır.

İklimsel özelliklerin yorumlanmasında alanın kuzey kesiminde bulunan Avanos meteoroloji istasyonu, merkezinde yer alan Ürgüp ve batısında yer alan Nevşehir meteoroloji istasyonlarına ait bültenlerden yararlanılmıştır.

Havzaların morfometrik özelliklerini çizgisel, alansal ve relief olarak üçe ayırmak mümkündür (Tablo 1). Havzalar üzerinde ilk bakışta göze çarpan ve birtakım çizgilerden oluşan şekillerin değerlendirilmesiyle ortaya çıkan özelliklerdir (Özdemir, 2011). Bu özelliklerin temelinde akarsu dizinlerinin sayısı, uzunluğu, havzanın çevre uzunluğu gibi parametreler vardır. Başlıcaları; a)Çatallanma Oranı (R_b), b)Akarsu Uzunluk Oranı (RL), Yüzeysel Akış Uzunluğu (Lo) ve Tekstür Oranı (T)'dir. Havzaların alansal özelliklerinin oluşturduğu morfometrik parametreler havzaya düşen yağışlardan oluşan yüzeysel akışın toplanması için önemlidir (Özdemir, 2011). Havzaların alansal morfometrik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla; c) Drenaj Yoğunluğu (Dd), e) Gravelius İndeks (Kg) analizleri yapılmıştır.

a) Çatallanma Oranı (R_b)

Strahler metodu Shreve metodundan farklı olarak akarsu dizin sayılarının üst üste toplanmasını değil, aynı dizine sahip kolların birleşmesiyle bir üst dizini oluşturmasını prensibini kullanır. Strahler metodunda akarsuyun yüzeysel akıştan çizgisel akışa geçtiği ilk kollar birinci dizin ile sınıflandırılır (Strahler, 1957). Çatallanma oranı belli bir dizinin havzadaki toplam sayısının, bir üst dizinin havzadaki toplam sayısına oranıdır. Sayısallaştırma işlemlerinin ardından tüm akarsular Strahler yöntemine (Strahler, 1957) göre numaralandırılmış ve alansal

hesaplamaları yapılmıştır. Strahler yönteminde, yan kol olmayan fakat küçükte olsa akışa sahip bir segment 1. dizin olarak isimlendirilmiştir. İki tane 1. dizin birleşince 2. dizini, iki tane 2. dizin birleşince 3. dizini oluşturur. Bu sistemde daha küçük bir dizin kendisinden büyük bir dizinle birleşince dizin değerinde bir artış olmaz. Ancak iki eşdeğer dizin birleşirse dizin sıralamasında bir artış olabilmektedir. Böylece Strahler yönteminde küçük dizinlerin (kolların) etkisi göz ardı edilmiştir (Özdemir, 2011).

b) Akarsu Uzunluk Oranı (R_L):

Strahler'e bağlı olarak belirli bir dizinin toplam uzunluğunun bir sonraki dizinin toplam uzunluğuna oranıdır (Patton, 1988).

Yüzeysel akış uzunluğu (L_o)

Yüzeysel akış uzunluğu, seyelan şeklinde akan suyun akarsu vadilerinde çizgisel akışa geçmeden önceki uzunluğunu ifade etmektedir (Horton, 1945; Elbaşı, 2015). Drenaj yoğunluğu ile karşılıklı bir ilişkiye sahiptir.

Tekstür Oranı(T)

Strahlere bağlı olarak birinci dizinlerin toplam sayısı ile havzanın çevre uzunluğu arasındaki orandır (Horton, 1945; Özdemir, 2011).

c) Drenaj Yoğunluk Analizleri(D_d)

Drenaj Yoğunluğu kuramı Robert E. Horton tarafından geliştirilmiş (Horton, 1932) olup, akarsu havzalarını anlama ve analiz etme noktasında kullanılan önemli bir parametredir. Havzanın akarsular tarafından parçalanma derecesini gösteren drenaj yoğunluğu (km/km^2) belirli bir bölgede akarsuların toplam uzunluğunun (km) o bölgenin km^2 cinsinden alan değerine bölünmesiyle elde edilir (Turoğlu, 1997). Drenaj yoğunlukları alanın yapısal özellikleri, rölyefi, jeolojisi, iklimi gibi yüzeysel akışı kontrol eden faktörlere bağlı olarak şekillenmektedir (Özdemir, 2006; Utlu ve Özdemir, 2018).

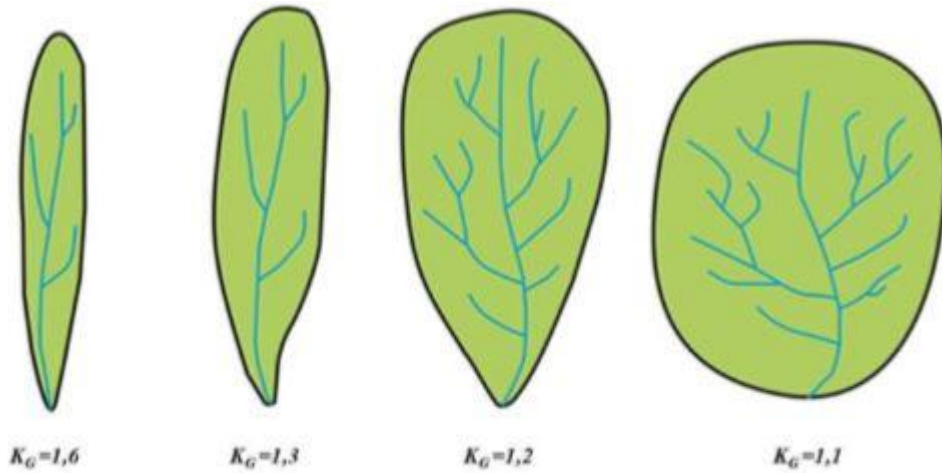
Havzanın toplam drenaj uzunluğunun havza alanına bölünmesiyle elde edilir. Drenaj yoğunluğu değeri havzadaki akışa sahip ana kollardan ve daimi akışı bulunmayan veya tamamen kurumuş vadilerin maksimum yağışların görüldüğü zaman ki suyu taşıma ve drene etme kabiliyetlerine sahip bütün vadi uzunluklarını dikkate alır (Özdemir, 2011; Elbaşı, 2015).

Topografya haritalarından çizilen akarsulardan yoğunluk haritası oluşturabilmek amacıyla karelej yöntemi kullanılmış ve km^2 'deki toplam akarsu uzunluğu tespit edilmiştir. Ardından tespit edilen değerler CBS ortamında enterpolasyon yöntemi ile alansal dağılış haritası oluşturulmuştur. Bunlar aracılığıyla havzanın çatallanma miktarı, drenaj yoğunluğu, akarsu sıklığı, akarsu boyuna profili gibi hidrolojik verileri analiz edilmiştir.

d) Gravelius İndeksi (K_G)

Havzaların dairesel ya da uzunlamasına olup olmadığını belirleyen indekslerden biridir.

- 1- Gravelius indisinin küçük olması havzanın dairesel görünüm kazandığını ortaya çıkarır (Şekil 2).
- 2- Havza şekilleri akım hidrograflarına etki etmektedir. Uzunlamasına havzalarda hidrograf düşük fakat devamlı iken, dairesel havzalarda pik hidrograflar görülmektedir (Özdemir, 2011).
- 3- Gravelius İndeks değerinin büyüklüğü nispetinde havzadaki aşınım faaliyetleri üzerinde rölyefin tesirinin fazla olduğuna işaret etmektedir (Karataş ve Ekinci, 2013).



Şekil 2. Farklı şekillerdeki akarsu havzalarına ait bazı K_G değerleri

Tablo 1. Havzanın morfometrik ve jeomorfometrik özelliklerine ait indisler (Özdemir, 2011’den değiştirilerek)

Çizgisel Morfometrik Özellikler (Linear Morphometry)	
Çatallanma Oranı (Bifurcation ratio)	$R_b = \frac{N_u}{N_{u+1}}$
Akarsu Uzunluk Oranı (Length ratio)	$R_L = L_u/L_{u+1}$
Yüzeysel akış uzunluğu (Length of overland flow)	$L_o = 1/2D$
Tekstür Oranı (Texture ratio)	$T = N_{u_1}^x (1/P)$
Relief Morfometrik Özellikler (Relief Morphometry)	
Havza reliefi (Basın relief)	$B_h = H_{max} - H_{min}$
Engebelilik Değeri (Ruggedness number)	$R_n = B_h \times D_d$
Alansal Morfometrik Özellikler (Areal Morphometry)	
Drenaj Yoğunlu (Drainage density)	$D_d = \sum L/A$
Akarsu Sıklığı (Stream Frequency)	$F_s = N/A$
Gravelius İndeksi (Gravelius index)	$K_G = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} \approx 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$

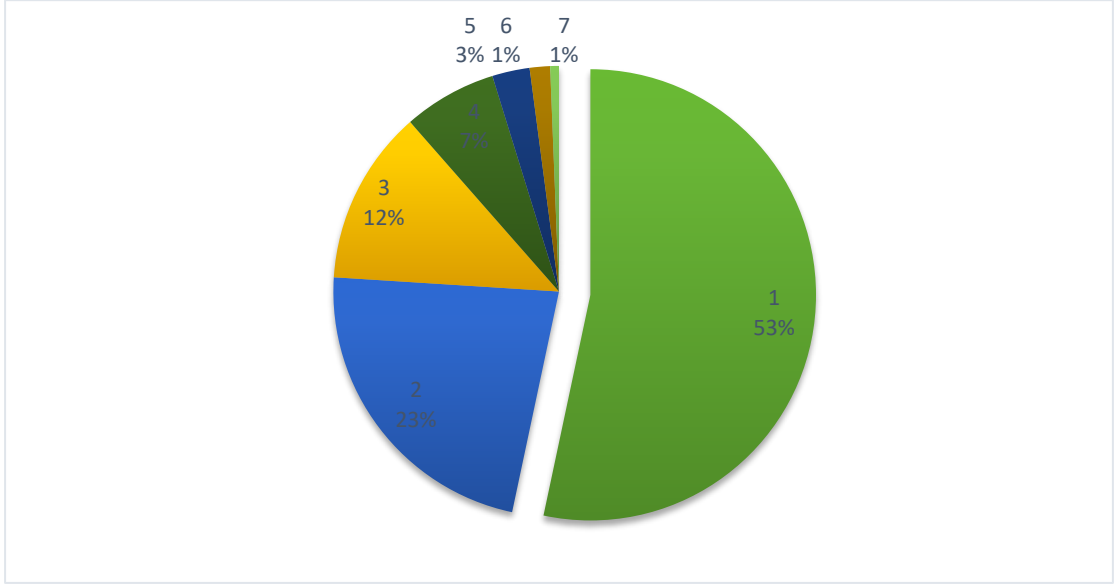
5.BULGULAR ve YORUMLAR

5.1.Çatallanma Oranı(*R_b*)

Havza için çatallanma oranı 10 m’lik SYM verisinden çıkartılan drenaj esas alınarak hesaplanmıştır. Bu işlem sırasında Strahler yöntemi kullanılmıştır. Çatallanma oranı Horton’un Playfair yasasını ve Strahler akarsu dizin metodunu kullanan bir morfometrik orandır (Horton, 1932; Strahler, 1957; Pike, 2009). Playfair yasasına göre her nehir bir ana akışı besleyen yan kollardan oluşur, her kol kendi büyüklüğüyle orantılı bir vadide akar ve bu akışların tamamı vadi sistemlerini oluşturur, ayrıca akışlar birbiri ile etkileşim halindedir. Her akarsu kolu sonunda ana kanala ulaşır ve bu kollarin ana kol üzerindeki etkisi kendi büyüklükleriyle orantılıdır.

1/25000 ölçekli topografya haritalarına göre yapılan sayısallaştırma işlemine göre alanda ~22 bin (21973) akarsu dizini sayısallaştırılmıştır. Strahler yöntemine göre numaralandırılan akarsu kollarının %53.3’ü 1. dizine aittir. Tüm havza içerisine dağılmış durumda olan 1. dizinler alanın güneydoğu kesiminde minimum yoğunluk değerine ulaşmaktadır. 1. dizinlerin ardından en fazla yoğunluk 2. (%22.7) ve 3. (%12.5) dizinlere aittir. 4. 5. ve 6. dizinler ise %10.8’lik bir paya sahiptir (Şekil 4a-b).

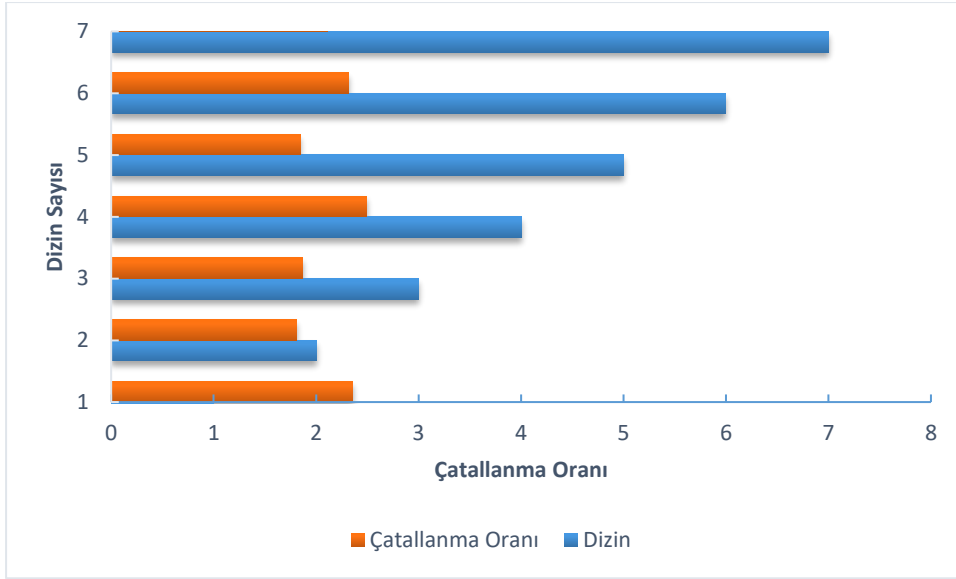
Tüm kolların Kızılırmak'a birleştiği noktada dizin sayısı 7'ye kadar yükselmektedir. Ancak yedinci dizin akarsu kollarının sadece %0.6'lık kesimini meydana getirmektedir (Grafik 8). Alanın %53'ünü oluşturan ignimbirit ve tüfler tüm akarsu dizinlerinin %64'ünü, 1. ve 2. dizinlerin ise % 66'sını içermektedir. Bu sonuçlar alanda birinci ve ikinci dizinin çok yaygın olmakla birlikte bunların büyük bölümünün ignimbirit ve tüfler üzerinde geliştiğini göstermektedir. Her iki dizinin ignimbirit ve tüfler üzerinde yaygın olması ise sel karakterli akarsuların bir sonucudur. Ayrıca alanın %16'sını kaplayan Göreme Milli Parkı içerisinde tüm 1 ve 2. dizinlerin %24'ü bulunmaktadır.



Grafik 8. Dizin sayılarının alansal dağılışı

Çatallanma oranı, havzalardaki dizin sayılarına bağlı olarak değişik çıkabilmektedir. Örneğin düşük R_b değerine sahip havzalarda akımlara ait hidrograflar daha keskin ve yüksek olurken, yüksek R_b değerine sahip havzalarda ise daha düşük ve devamlı olabilmektedir. Genel olarak R_b değeri 3-5 arasında çıkan havzaların jeolojisi daha homojen bir yapıya sahiptir.

Çalışma alanında dizinlerin çatallanma oranı incelendiğinde 1. dizinlerin çatallanma oranı 2,4 iken 2. dizinin çatallanma oranı 1,8'dir (Grafik 9). Yapılan hesaplamalar sonucu havzanın çatallanma oranı 2,1 olarak bulunmuştur. Hiçbir dizinde çatallanma oranı 3-5 arasında çıkmamıştır. Yani havza içerisindeki akıma ait hidrograflar daha düşük-devamlı ve heterojen bir yapıya sahiptir.



Grafik 9. Dizin sayılarının çatallanma oranı

5.2.Akarsu Uzunluk Oranı

Strahler'e bağlı olarak belirli bir dizinin toplam uzunluğunun bir sonraki dizinin toplam uzunluğuna oranıdır (Patton, 1988). Akarsu kollarındaki suyun uzunluklarına bağlı olarak tutulma oranları hakkında bilgi verir. Böylece daha üst kollardan gelecek olan suyun, alt kolun uzunluğunun yeterli veya yetersiz olma durumunun anlaşılmasında yardımcı olmaktadır (Özdemir, 2011). Uzunlamasına bir havza olan çalışma alanının dizin uzunluk oranlarının toplam (10,9) ve ortalama değeridir (2,1). Bu ise uzunlamasına havzalarda suyun daha az tutulduğunun ve hızlı bir şekilde drene olduğunun bir göstergesidir.

5.2.1.Yüzeysel Akış Yoğunluğu (Lo)

Yüzeysel akış yoğunluğu havzaların drenaj yoğunluğuna bağlı olarak, yüzeysel erozyonları kontrol eden faktörler arasındaki ilişkiyi ortaya koymada etkilidir. Dairesel ve drenaj yoğunluğunun fazla olduğu havzalarda suyun yoğunluğuna bağlı olarak oyalanması daha fazla olduğu için değer oldukça küçük çıkmaktadır. Buna karşın suyun oyalanmasının daha az olduğu uzunlamasına havzalarda ise bu değer nispeten daha fazladır (Özdemir, 2011). Yapılan analizler sonucunda havza içerisinde yüzeysel akış yoğunluğunun (3,3) fazla olması alan içerisinde yüzeysel erozyon riskinin yüksek olduğunun göstergesidir.

5.2.2. Tekstür oranı (T)

Strahler yöntemine bağılı olarak birinci dizinlerin toplam sayısı ile havzanın çevre uzunluğu arasındaki orandır (Horton, 1945; Özdemir, 2011). Tekstür oranı değeri havzanın jeolojik özelliklere, yüzeyin geçirimsizliğine, havzanın bakı durumuna bağılı olarak değişir. Değer yüksekse 1.dizin sayısı fazla, değer az ise 1.dizin sayısı az olduğunu göstermektedir (Özdemir, 2011). Yapılan analizler sonucunda havza içerisinde tekstür oranı 94,6 değerindedir. Değerin yüksek çıkması havza içerisinde 1.dizin sayılarının fazla olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda çalışma alanında kayaların aşınma karşı daha dayanıksız olduğu söylenebilir. Bu durumda erozyon riskini arttırmaktadır.

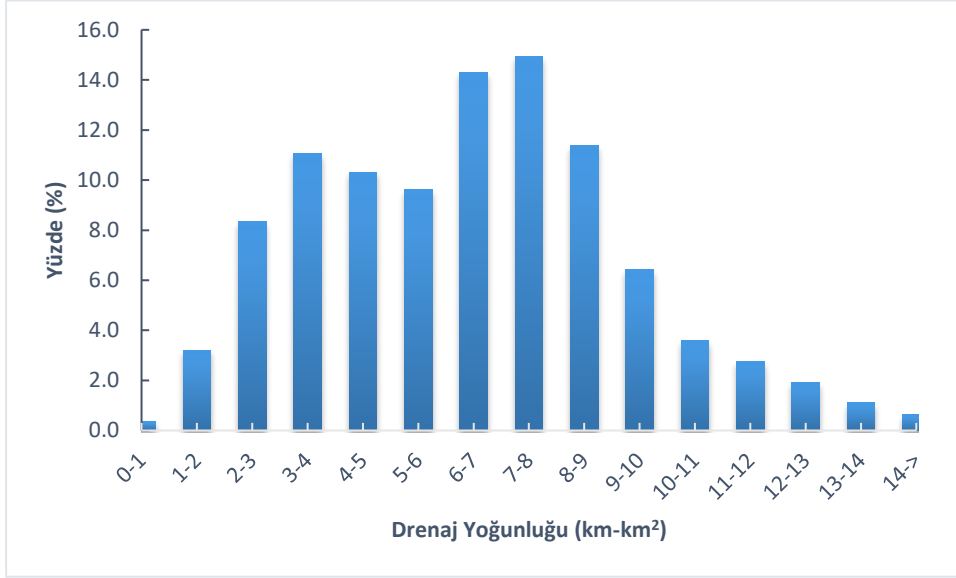
5.3.Drenaj Yoğunluğu (Dd)

Drenaj yoğunluğu, havzalarda bulunan mevcut akışa sahip akarsulardan ziyade, maksimum yağışlarda suyu taşıma ve iletme (drene etme) kabiliyetine sahip bütün vadi uzunlukları dikkate alınmaktadır. Drenaj yoğunluğu değeri, havzaların akarsular tarafından parçalanma derecesini verir. Dolayısıyla parçalanmada önemli bir etkiye sahip olan jeolojik, morfolojik, iklimik ve bitki örtüsü özellikleri hakkında bilgi vermesi açısından da önemlidir. Buna bağılı olarak, düşük Dd değerine sahip havzalar yüzeysel suların yeraltına sızdığı ve yeraltı akımlarını oluşturduğu, buna karşı yüksek Dd değerine sahip havzalar yüzeysel akışlarla aşındırmanın ve parçalanmanın hakim olduğu bir özellik gösterir (Patton, 1988).

Genel olarak, yüksek sızma kapasitesinin olduğu ve dayanıklı kayaların bulunduğu alanlarda akarsu aralıkları daha geniş olmakta ve düşük Dd değerleri ortaya çıkmaktadır. Buna karşı geçirgenliğin azaldığı alanlarda yüzeysel akışın artmasıyla akarsu aralıkları azalmakta ve yüksek Dd değerleri ortaya çıkmaktadır. Genel bir kural olarak, jeoloji ve eğim değerlerinin aynı olduğu alanlar, nemli bölgelerde yoğun bitki örtüsüne bağılı olarak infiltrasyonla su kaybı fazla olup Dd değeri azalırken, daha kurak bölgelerde ise bu durumun tam tersi meydana gelmekte ve Dd değeri artış göstermektedir. Bu da drenaj yoğunluğunun sadece jeolojiyi değil aynı zamanda iklimik jeomorfolojiyi de yansıttığını gösterir (Özdemir, 2011).

Alandaki ortalama drenaj yoğunluğu 6.4 km/km^2 iken maksimum yoğunluk 15.3 km/km^2 'ye kadar çıkmaktadır (Grafik 10). Yoğunluk alanın büyük bölümünde (tüm alanın % 83.6), özellikle Göreme Milli parkı dışında alanlarda 9 km/km^2 'den daha düşüktür (Harita 2c-d). Güneydeki plato yüzeyleri üzerinde yoğunluk 3 km/km^2 'den

daha az iken, Damsa Çayı vadisinin üst yamaçlarında 10 km/km^2 yoğunluğa kadar yükselmektedir. En yüksek yoğunluk değerlerine 15.3 km/km^2 ile Göreme Milli Parkı sınırları içerisinde ulaşılmaktadır (Şekil 3a-b-c). Milli park sınırları içerisindeki Bozdağ'ın güneybatısında (Göreme, Çavuşin, Ortahisar arasında) ve Zelve'nin kuzeydoğusunda en yüksek değerlere ulaşılır.



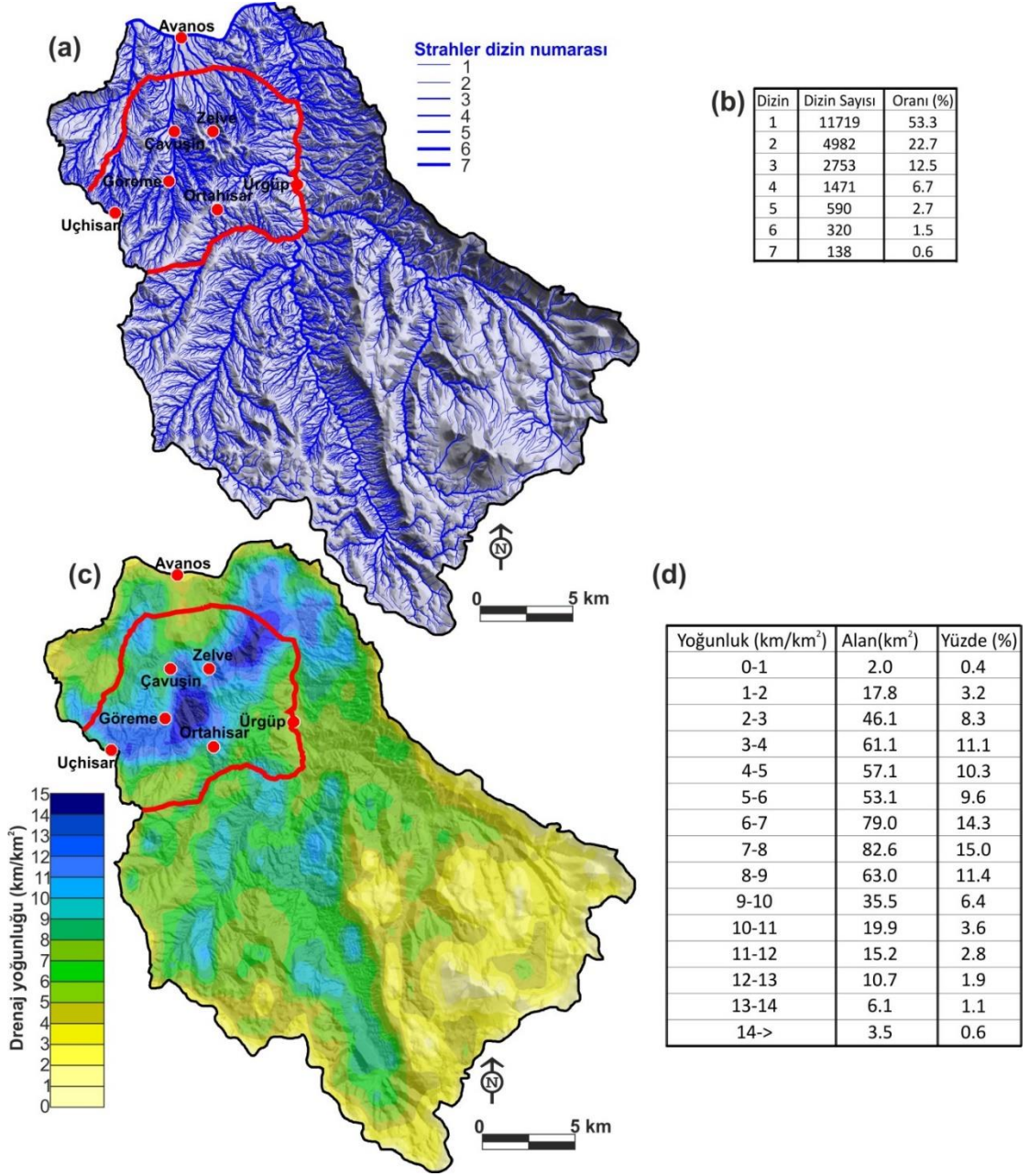
Grafik 10. Drenaj yoğunluğunun alansal dağılışı

Litolojik birimlere göre ortalama drenaj yoğunluğu plato yüzeylerine karşılık gelen güneydoğu kesiminde bazaltta 3.5 km/km^2 , dasitte 2.3 km/km^2 , andezitte 2.2 km/km^2 ve kireçtaşında 4 km/km^2 ile özellikle dasit biriminin çevresindeki yamaç molozunda 3.3 km/km^2 'dir. Bu birimler içerisinde minimum yoğunluk 0.05 km/km^2 'ye (bazaltlarda) kadar düşmektedir. Ortalama yoğunluk peribacalarının olduğu ignimbiritler 6.4 km/km^2 , tüflerde 7.6 km/km^2 'dir. Maksimum değerler açısından ise ignimbirit ve tüfler üzerinde yoğunluk 15.3 ve 15 km/km^2 yoğunluk değerleri ile litolojik birimler içerisindeki en yüksek değerlere ulaşır (Tablo 2).

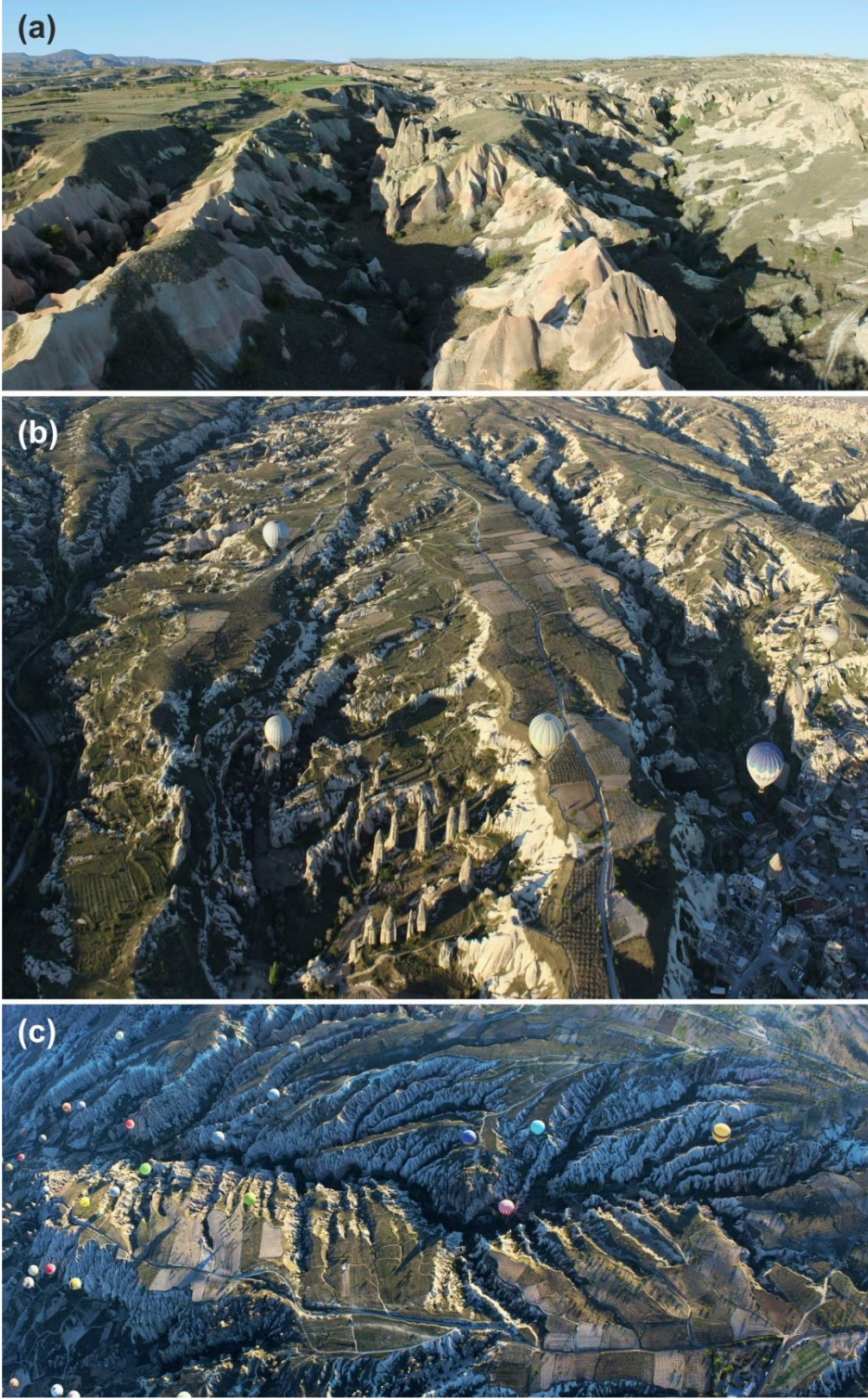
Tablo 2. Litolojik birimlere göre maksimum, minimum ve ortalama drenaj yoğunlukları

Litolojik birim	<i>Drenaj yoğunlukları (km/km²)</i>		
	<i>Maksimum</i>	<i>Minimum</i>	<i>Ortalama</i>
İgnimbirit	15.3	0.5	6.4
Tüf	15	1.5	7.6
Kumtaşı-Kiltaşı	14.4	2.8	8.9
Alüvyon	12.9	2.9	7
Konglomera-Kumtaşı-Kiltaşı	12.2	2.1	6.8
Kireçtaşı	11.8	0.8	4
Piroklastik kayaç	10.5	1.3	6.8
Yamaç molozu	10.1	1.4	3.3
Bazalt	9	0.5	3.5
Dasit	4.2	0.9	2.3
Andezit	3.2	0.8	2.2

Drenaj koşulları ile ilgili olarak hem akarsu dizin sayıları hem de akarsu yoğunluğunun alansal dağılışı özelliklerine göre ignimbirit ve tüfler ile Göreme Milli Parkı içerisinde 1. ve 2. dizin akarsuların yaygın olarak gelişmektedir. Milli park sınırları içerisinde ise alandaki en yüksek akarsu yoğunluk değerlerine ulaşılmaktadır. Bu sonuçlar çalışma alanı içerisindeki peribacası oluşumlarının milli park içerisinde yaygın olmasında drenaj koşullarının belirleyici bir unsur olduğunu göstermektedir.



Harita 2. (a,b) Çalışma alanı içerisindeki akarsuların Strahler dizin numarasına göre dağılışı (c) drenaj yoğunluğunun alansal dağılışı ve (d) yoğunlukların alan içerisinde kapladıkları oranları (Kırmızı çizgi Göreme Milli Parkı'nın sınırlarını göstermektedir).



Şekil 3. Maksimum drenaj yoğunluğuna ulaşılan alanlara ait hava fotoları

Havza içerisinde drenaj yoğunluğunun özellikle Göreme Milli Parkı sınırları içerisinde yüksek çıkması geçirgenliğin azaldığı, yüzeysel akış değerlerinin arttığını kanıtlar niteliktedir.

5.4. Akarsu Sıklığı (Fs)

Akarsu sıklığı, birim alan başına düşen akarsu kolu sayısını gösterir. Havza alanıyla birlikte değişkenlik gösterir. Akarsu sıklığı üzerinde iklim, bitki örtüsü, zeminin litolojik özellikleri, jeomorfolojik özellikler, zaman ve insan gibi çeşitli etmenler etkilidir. Akarsu sıklığının yüksek değerlerde çıkması geçirgen olmayan zemin özellikleri, seyrek bitki örtüsü ve yüksek relief özelliklerini gösterir. Drenaj yoğunluğu ve akarsu sıklığı havzadaki drenaj ağının dokusu hakkında bilgi verir (Hoşgören, 2001).

Havza içerisinde yapılan analizler sonucunda 553 km²'lik alan içerisinde akarsu sıklığı 39,8 olarak hesaplanmıştır. Bu bağlamda çalışma alanı geçirgen olmayan zemin özellikleri, seyrek bitki örtüsü ve yüksek relief özelliklerini gösterir.

5.5. Gravelius İndeksi (Kg)

Çalışma alanı içerisinde yapılan Gravelius İndeks analizi sonucuna göre havzanın değeri 1,4 olarak hesaplanmıştır. Havza şekilleri akım hidrograflarına etki etmektedir. Havza şekil açısından uzunlamasına bir özellik göstermektedir. Uzunlamasına havzalarda hidrograf düşük fakat devamlıdır.

SONUÇ

Yapılan çalışmada Göreme Milli Parkı içerisinde yer alan havzaların drenaj özellikleri incelenmiştir. 1/25000 ölçekli topografya haritalarından tespit edilen tüm akarsu talvegleri (~22 bin) CBS ortamında sayısallaştırılarak her bir akarsuya Strahler dizin numarası girilmiştir. Dizin numaralarına göre tüm akarsu kollarının %76'sı birinci ve ikinci dizin içerisinde yer almaktadır. Karelaj yöntemine göre belirlenen drenaj yoğunluğu haritasına göre maksimum akarsu yoğunluklarına Göreme Milli Parkı Sınırları içerisindeki ignimbiritlerde ulaşılmaktadır (15.3 km/km²). Elde edilen bu sonuçlar çalışma alanındaki en yüksek akarsu yoğunluğunun milli park içerisindeki ignimbiritler üzerinde olduğunu göstermiştir. Yapılan morfometrik analizler sonucunda havzanın uzunlamasına bir şekil gösterdiği ve bu durumda havzanın hidrograf özelliklerinin düşük ve devamlı olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanı içerisinde akarsu sıklığının yüksek olması geçirgen olmayan zemin özelliklerine, yüksek relief oranlarına

ve seyrek bitki örtüsünün kanıtı niteliğindedir. Yüzeysel akış yoğunluğunun (3,3) fazla olması alan içerisinde yüzeysel erozyon riskinin yüksek olduğunun, tekstür oranının fazla çıkması da alan içerisinde çatallanma oranında 1.dizinlerin sayısının fazla olduğunun kanıtı niteliğindedir.

Genel olarak bakıldığında çalışma alanı içerisinde geçirimsizliğin az olması, seyrek bitki örtüsü, yüksek relief özellikleri, havza şeklinin uzunlamasına olması gibi nedenlerle havza alanı içerisinde peribacasının da yaygın olduğu milli park sınırları içerisinde erozyon faaliyetleri de fazladır. Özellikle aşınma direnci az olan peribacalarının boyun kısmı daha kolay aşınmakta ve şapkaları erozyon nedeniyle yok olmaktadır. Bu durumun sebeplerinden bir tanesi iklimsel parametreler (yağış, donma-çözülme ve rüzgâr) alandaki ana ayrıştırıcı unsurlar olarak görülmektedir. Ana ayrıştırıcı unsurların etkisini yavaşlatan unsurlar ise liken örtüsü ile oksidasyon kabuklarıdır. Peribacalarının gövdelerini kaplayan liken örtüsü özellikle suyun etkisini ve dolayısıyla erozyonun şiddetini azalmaktadır. Bu sonuçlar çalışma alanı içerisindeki peribacası oluşumlarının milli park içerisinde yaygın olmasında drenaj koşullarının belirleyici bir unsur olduğunu göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Agarwal, C.S., 1998. Study of Drainage Pattern through aerial data in Navgarh area of Varanasi district, U.P. Journal Indian Society of Remote Sensing, 26: 169-175.
- Arık, A. (1981). Avanos (Nevşehir) yöresinin jeomorfolojisi. *Jeomorfoloji Dergisi*, 10, 139-154.
- Altın, B.N., Toprak, V. 2007. Akarsu Ağının Morfolojik Evrimi ile Bölgesel Tektonizma Arasındaki İlişki Damsa ve Soğanlı Havzaları Örneği. 66. *Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı*.
- Atabey, E. (1989a). 1/100000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye jeoloji haritası serisi, Kayseri K33 paftası. MTA genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi.
- Atabey, E. (1989b). 1/100000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye jeoloji haritası serisi, Kayseri L33 paftası. MTA genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi.
- Aydan, Ö. & Ulusay, R. (2003). Geotechnical and geoenvironmental characteristics of man-made underground structures in Cappadocia, Turkey. *Engineering Geology*, 6, 245-272.

- Aydar, E., Çubukçu, H.E., Şen, E., & Akın, L. (2012). Central Anatolian Plateau, Turkey: incision and paleoaltimetry recorded from volcanic rocks. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 22, 739-746.
- Aydın, F. (2009), Kapadokya Volkanik Kompleksinin Gelişimi ve Volkanizmanın Bölge Üzerine Etkileri, *I. Tıbbi Jeoloji Çalıştayı*, S:10-20.
- Avcı, V; Sunkar, M., (2015), “Giresun’da Sel Ve Taşkına Neden Olan Aksu Ve Batlama Derelerinin Morfometrik Analizi”, *İstanbul Coğrafya Dergisi*, S:30. 91-119, İstanbul.
- Baba, A., Kaya, A. & Türk, N. (2005). Fairy chimneys of Cappadocia and Their Engineering Properties. *Journal of Applied Sciences*, 5, 800-805.
- Bilgili, B. (2018). Kapadokya bölgesi Nevşehir yöresi kültürel varlıklarının bozulmalarına neden olan etmenler. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(1), 60-74.
- Büyüksaraç, A. (2002), *Kapadokya ve Çevresinin Paleotektonik Evriminin Jeofizik Yöntemlerle İncelenmesi* (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Chaput, E. (1947). *Türkiye’de jeolojik ve jeomorfolojik tetkik seyahatleri*. İstanbul: İst. Univ. Yay. 324, Ed. Fak. Coğ. Enst. Neş. 11.
- Çiçek, İ. (1995). Türkiye’de Kurak Dönemin Yayılışı ve Süresi (Thomthwaite Metoduna Göre). *Türkiye Coğrafyası Ar. ve Uy. Mer. Der*, 4, 77-102.
- Çiner, A., Sarıkaya, M.A., & Aydar, E. (2013). Comments on ‘‘Monitoring soil erosion in Cappadocia region (Selime–Aksaray–Turkey)’’ by Yılmaz et al. (*Environ Earth Sci* 2012, 66, 75–81). *Environ Earth Sci*. 70, 1927–1931
- Çiner, A., Doğan, U., Yıldırım, C., Akçar, N., Ivy-Ochs, S., Alfimov, V., Kubik, P.W., & Schlüchter, C. (2015). Quaternary uplift rates of the Central Anatolian Plateau, Turkey: insights from cosmogenic isochron-burial nuclide dating of the Kızılırmak River terraces. *Quat. Sci. Rev.* 107, 81–97.
- Doğan, U. (2011). Climate-controlled river terrace formation in the Kızılırmak Valley, Cappadocia Section, Turkey: inferred from Ar–Ar dating of Quaternary basalts and terraces stratigraphy. *Geomorphology*, 126 (1–2), 66–81.
- Doğan, U., Koçyiğit, A., Wibjbrans, J. (2009), Kızılırmak Nehrinin Evrimsel Tarihi, Kapadokya İç Kesimi: İç Anadolu Bölgesi’nde Neotektonik Rejimin Başlangıcı İçin Bir Çıkarışma, *Türkiye 62. Jeoloji Kurultayı*, 806-807.

- Doğan, U., Şenkul, Ç., & Yeşilyurt, S. (2018). First paleo-fairy chimney findings in the Cappadocia Region, Turkey: a possible geomorphosite. *Geoheritage* <https://doi.org/10.1007/s12371-018-0320-1>.
- Dönmez, M., Akçay, A.E., ve Türkecan, A. (2005). *1/100000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritası Serisi, Kayseri K34 Paftası*. MTA genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi.
- Elbaşı, E. (2015). Marmara Denizi Akarsu Havzalarının Morfometrik Analizi. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Emre, Ö., & Güner, Y., (1985). *Ürgüp-Avanos-Üçhisar (Nevşehir) arasının uygulamalı jeomorfolojisi*, MTA Derleme Rapor no: 7677.
- Emre, Ö., ve Güner, Y. (1988). Ürgüp yöresi peribacalarının morfojenezi. *Jeomorfoloji Dergisi*, 16, 23-30.
- Erinç, S. (2000). *Jeomorfoloji I*. 6. Basım. İstanbul: Der Dayınları.
- Erguler, Z.A. (2009). Field-based experimental determination of the weathering rates of the Cappadocian tuffs. *Eng. Geol.* 105 (3–4), 186–199.
- Erşen, A. (2010). *Avanos-Yemliha Arasının Jeomorfolojisi* (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Erzurum.
- Garcia-Vallès, M., Topal, T., & Vendrell-Saz, M. (2003). Lichenic growth as a factor of physical deterioration or protection of Cappadocian monuments. *Environ. Geol.* 43 (7), 776–781.
- Giovanni, L. (1971). *The rock settlements, arts of Cappadocia*. Geneva: Nagel Publishers.
- Horton, R. E. (1932). Drainage-Basin Characteristics. Eos, Transactions American Geophysical Union, 350-361.
- Horton, R.E., 1945, Erosional Development Of Streams And Their Drainage Basins: Hydrophysical Approach To Quantitative Morphology. Bull Geol Soc Am 56:275–370.
- Hoşgören, Y.: 2001, Hidrografya'nın Ana Çizgileri I: Yeraltı suları-Kaynaklar-Akarsular (4. Baskı). İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Radicati di Brozolo, F. & Villari, L. (1975). The Neogene calc-alkaline volcanism of Central Anatolia: geochronological data on Kayseri-Nijde area. *Geol. Mag.* 112, 349-360.
- Görüm, T., Gökçeoğlu, C., Zorlu, K., Tunusluoğlu, M. C., ve Nefeslioğlu, H. A. (2007). Kapadokya Bölgesindeki Aşınım Birimlerinin Morfometrik

- Özellikleri. *Kapadokya Yöresinin Jeolojisi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 53-70.
- Görür, A., Karadeniz C. (2018), Morfometrik Parametrelerin Havza Hidrolojisi Bakımından Değerlendirilmesi, *Turkish Journal of Forestry*, 447-454.
- Karataş, A., Ekinci, D. (2014). "Interpretation Of The Morphological Characteristics Of Şehir Creek Basin (İspir) Regarding Fluvial Geomorphology And Regional Tectonics", The 3rd International Geography Symposium-Geomed 2013, *Procedia - Social And Behavioral Sciences*v. 120: 576-585.
- Koçyiğit. A., & Doğan, U. (2016). Strike-slip neotectonic regime and related structures in the Cappadocia region: a case study in the Salanda basin, Central Anatolia, Turkey. *Turk J Earth Sci.* 25, 393–417.
- Kopar, İ. (2010). Akdağ ve Topuz Dağı (Nevşehir) civarındaki peribacaları gövdesinde oluşan oksidasyon kabuğu ve morfojenetik önemi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 54, 53-68.
- Köle, M . "Devrez Çayı Vadisinin Tektonik Özelliklerinin Morfometrik İndisler İle Araştırılması". *Coğrafya Dergisi / Journal Of Geography*, 20-36.
- Kumar, R., Kumar, S., Lohani, A.K., Nema, R.K. and Singh, R.D., 2000, *Evaluation of geomorphological characteristics of a catchment using GIS*. *GIS India* 9(3):13–17.
- Le Pennec, J.-L., Temel, A., Froger, J.-L., Şen, S., Gourgaud, A. & Boudier, J.-L. (2005). Stratigraphy and age of the Cappadocia ignimbrites, Turkey: reconciling field constraints with paleontologic, radiochronologic, geochemical and paleomagnetic data, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 141, 45- 64.
- Melton, M. A., 1957, An Analysis Of The Relation Among Elements Of Climate, Surface Properties And Geomorphology, Tch. Rep. No. 11, Department Of Geology, Columbia University, New York.
- Mues-Schumacher, U. & Schumacher, R. (1996). Problems of stratigraphic correlation and new K-Ar data for ignimbrites from Cappadocia, central Turkey. *International Geology Review*, 38, 737-746.
- Ozoner, S. ve Atiker, M. (2006). *Kapadokya Yöresi'nin jeomorfolojik oluşum ve gelişimi ile ekoturizm ve jeopark potansiyeli, Kapadokya Yöresi'nin bilimsel eğitim amaçlı kullanımı projesi-II*, Proje No: TÜBİTAK YDABAG 105Y017, Ankara.

- Özdemir, H. (2006). Taşkın çalışmaları açısından topografik haritalardan ve DEM'den üretilmiş akarsu morfometrik özelliklerin karşılaştırılması, 1. *Uzaktan Algılama-CBS Çalıştay ve Paneli-2006 (UZAL-CBS-2006)*.
- Özdemir, H. (2011). Havza morfometrisi ve taşkınlar. *Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistematik ve Bölgesel, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları*, 5, 507-526.
- Öztürk, M. Z., Çetinkaya, G. ve Aydın, S. (2017). Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'nin iklim tipleri. *Coğrafya Dergisi*, 35, 17-27.
- Pasquarè, G. (1968). *Geology of the Cenozoic volcanic area of Central Anatolia*. Roma: Accademia nazionale dei Lincei, Memorie serie 8, vol.9, fasc.3.
- Patton, P.C., 1988, Drainage Basin Morphometry And Floods. In: Baker Vr, Kochel Rc, Patton Pc (Eds) Flood Geomorphology. Wiley, Usa, Pp 51–65. *Geology* 56, 1405-1415.
- Pike, R., Evans, I., Hengl, T.: 2009, Geomorphometry: A Brief Guide. *Geomorphometry: Concepts, Software, Applications* (S. 3-30), Amsterdam: Elsevier.
- Pike, R.: 2000, Geomorphometry — Diversity In Quantitative Surface Analysis. *Progress In Physical Geography*, 24, 1-20.
- Polat, S. ve Güney, Y. (2013). Damsa çayı vadisinde (Cemil-Şahinefendi köyleri arası) kaya düşmesi olayı ile peribacası oluşumu arasındaki ilişki. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 28, 18-46.
- Sarikaya, M.A., Çiner, A., & Zreda, M. (2015). Fairy chimney erosion rates on Cappadocia ignimbrites, Turkey: Insights from cosmogenic nuclides. *Geomorphology*, 234, 182–191.
- Sayın, M.N. (2018). *Fairy chimney development in cappadocian ignimbrites (Central Anatolia, Turkey)* (Doktora Tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi. Ankara.
- Strahler, A.N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions, American Geophysical Union* 38, 913-920.
- Sür, Ö. (1966). Nevşehir ve Ürgüp çevresinde jeomorfoloji araştırmaları. *Coğrafya Araştırma Dergisi*, 1, 179-200.
- Şener, M.F. 2015. *Kapadokya Jeotermal Provensinin Jeotermal Kaynak Potansiyeli*. Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Şener, M.F., Şener, M., Uysal, T. 2017. The evolution of the Cappadocia Geothermal Province, Anatolia (Turkey): geochemical and geochronological evidence. *Hydrogeology Journal*, 8, 2323-2345

- Tanrıkulu, İ. (2016). *Türkiye’de peribacalarının (badlands topoğrafyası) coğrafi dağılımı ve peribacalarının oluşum ve gelişimini etkileyen doğal faktörler* (Yüksek Lisans Tezi). Harran Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Şanlıurfa.
- Temel, A. (1992). *Kapadokya eksplosif volkanizmasının: petrolojik ve jeokimyasal özellikleri* (Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Topal, T. (1995). *Formation and deterioration of fairy chimneys of the Kavak tuff in Ürgüp-Göreme area (Nevşehir-Turkey)* (Doktora Tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Topal, T., & Doyuran, V. (1997). Engineering geological properties and durability assessment of the Cappadocian tuff. *Engineering Geology* 47, 175-187.
- Topal, T., & Doyuran, V. (1998). Analyses of deterioration of the Cappadocian tuff, Turkey. *Environmental Geology*, 34(1), 5-20.
- Tromp, S.W. (1942). *Niğde-İncesu, Kızılırmak ve Tuzgölü arasında bulunan muntıkaların jeolojik etüdü*. MTA Rapor no: 1450.
- Tuncel, M., (2000). Oluşum Çağları: Yanardağların Armağanı, Kapadokya (Editör: Metin Sözen), s.16-43, Ayhan Şahenk Vakfı, İstanbul.
- Turoğlu, H. (1997). İyidere havzasının hidrografik özelliklerine sayısal yaklaşım. *Türk Coğrafya Dergisi*, 32, 355-364.
- Türkeş, M. (2005). Orta Kızılırmak Bölümü güney kesiminin (Kapadokya Yöresi) iklimi ve çölleşmeden etkilenebilirliği. *Ege Coğrafya Dergisi*, 14(1-2), 73-97.
- Utlu, M., & Özdemir, H. 2018. Havza Morfometrik Özelliklerinin Taşkın Üretmedeki Rolü Biga Çayı Havzası Örneği. *Coğrafya Dergisi*, (36), 49-62.
- Yalçınlar, İ. (1969). *Strüktürel jeomorfoloji, Cilt II*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları No:878.
- Yılmaz, H.M., Yakar, M., Mutluoglu, O., Kavurmaci, M.M., & Yurt, K. (2012). Monitoring of soil erosion in Cappadocia region (Selime-Aksaray-Turkey). *Environ Earth Sci* 66, 75–81.

KİŞİSEL BİLGİLER

Ad-Soyadı: Demet Özkan

Doğum Yeri: Bor

Doğum Tarihi: 05.10.1994

Uyruğu: TC Vatandaşı

Medeni Durumu: Bekar



ÖĞRENİM DURUMU

Kızılca Atatürk İlköğretim Okulu 2001-2009 Mezun

Açıköğretim Lisesi 2011-2015

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Coğrafya Bölümü 2015-Okuyor

YABANCI DİL VE DÜZEY

İngilizce Orta Seviye

KULLANILAN BİLGİSAYAR PROGRAMLARI

Datamine Discover 2017 update – Orta Seviye

Global Mapper 18 – Orta Seviye

Coreldraw X5 – İyi Seviye

Mapinfo Professional 16.0 (64 bit) – Orta Seviye

KURS VE SERTİFİKA

v.16.0 (64 Bit) MapInfo Advanced Çok Büyük Veriler ile Yüzeyi Modelleme Eğitimi Başarı Sertifikası- Eğitmen Fatih SUCU