



**DEVREK ÇAYI HAVZASININ VEJETASYONU VE
HİDROGRAFYASI**

**2021
YÜKSEK LİSANS TEZİ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI**

Safiye Yüksel ÖZTEKİNCİ

**Danışman
Prof. Dr. Mücahit COŞKUN**

DEVREK ÇAYI HAVZASININ VEJETASYONU VE HİDROGRAFYASI

Safiye Yüksel ÖZTEKİNCİ

Prof. Dr. Mücahit COŞKUN

T.C.

Karabük Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Coğrafya Anabilim Dalında

Yüksek Lisans Tezi

Olarak Hazırlanmıştır

KARABÜK

Ağustos 2021

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	1
DOĞRULUK BEYANI.....	8
ÖNSÖZ	9
ÖZ	11
ABSTRACT.....	13
ARŞİV KAYIT BİLGİLERİ	15
ARCHIVE RECORD INFORMATION	16
KISALTMALAR.....	17
GİRİŞ.....	19
ARAŞTIRMANIN KAPSAMI.....	20
ARAŞTIRMANIN AMACI	23
ARAŞTIRMANIN GEREKÇESİ, ÖNEMİ VE SINIRLILIKLARI	23
ARAŞTIRMANIN MATERYALİ VE YÖNTEMİ	24
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	28
1. BÖLÜM.....	35
ARAŞTIRMA ALANININ DOĞAL ORTAM ÖZELLİKLERİ	35
1.1. JEOLJİK VE LİTOLOJİK ÖZELLİKLER.....	35
1.1.1. Prekambriyen.....	37
1.1.2. Paleozoik	38
1.1.3. Mesozoik.....	39
1.1.4. Senozoik	39
1.1.4.1.Tersiyer	39

1.1.4.2. Kuaterner	40
1.2. JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER	41
1.2.1. Dağlık Alanlar	41
1.2.2. Platolar.....	44
1.2.3. Ovalar	45
1.2.4. Vadiler	46
1.3. TOPOGRAFYA ÖZELLİKLERİ	47
1.3.1. Yükselti.....	50
1.3.2. Eğim	55
1.3.3. Bakı.....	58
1.3.4. Dağların Uzunlu Doğrultusu	62
1.3.5. Arazinin Yarımla Derecesi	62
1.3.6. Topografyanın Eğrilik Durumu	64
1.4. İKLİM ÖZELLİKLERİ	66
1.4.1. İklim Üzerinde Etkili Faktörler	66
1.4.1.1. Planeter Faktörler.....	66
1.4.1.2. Coğrafi Faktörler.....	67
1.4.2. İklim Elemanları	67
1.4.2.1. Sıcaklık	68
1.4.2.2. Bağıl Nem	88
1.4.2.3. Bulutlu, Kapalı, Açık Günler, Dolulu, Orajlı Günler ve Karın Yerde Kalma Süresi.....	91
1.4.2.4. Yağış	93
1.4.2.5. Basınç.....	99
1.4.2.6. Rüzgâr	99
1.4.3. İklim Sınıflandırması.....	103
1.4.3.1. Erinç Yağış Etkinliği	103
1.4.3.2. Thornthwaite İklim Sınıflandırması.....	105
1.5. TOPRAK ÖZELLİKLERİ	114
1.5.1. Zonal Topraklar	114
1.5.2. Azonal Topraklar	119
1.5.2.1. Alüvyal Topraklar.....	119
1.5.2.2. Kolüvyal Topraklar.....	120

1.5.3. İntrazonal Topraklar	121
1.5.3.1. Hidromorfik Topraklar	121
2. BÖLÜM.....	122
VEJETASYON DAĞILIŞI.....	122
2.1. Ağaç Vejetasyonu	124
2.2. Çalı Vejetasyonu	142
2.2.1. Maki ve Garig.....	142
2.2.2. Psödomaki	145
2.3. Ot Vejetasyonu.....	151
Araştırma Alanının Vejetasyon-Ana Materyal Kesiti.....	154
2.4.1. Hocayolu Tepe-Ardıçlı Tepe Arasının Vejetasyon-Ana Materyal Kesiti.....	154
2.4.2. Topraklık Tepe-Çilekbeli Mevkii Arasının Vejetasyon-Ana Materyal Kesiti.....	157
2.4.3. Ağıldede Tepe-Naldöken Tepe Arasının Vejetasyon-Ana Materyal Kesiti.....	160
2.4.4. Ardıçlı Tepe-Uzunçam Tepeleri Arasının Vejetasyon-Ana Materyal Kesiti.....	165
3. BÖLÜM.....	168
DEVREK ÇAYI HAVZASININ HİDROGRAFİK ÖZELLİKLERİ VE HİDROGRAFİK ANALİZLERİ	168
3.1. Devrek Çayı Havzası'nın Hidrografik Özellikleri	169
3.2.Devrek Çayı Havzası'nın Meteorik (Vadoz) Su Potansiyeli	170
3.3. Havzada Bulunan Büyük Akarsular.....	171
3.3.1. Devrek Çayı.....	173
3.3.2. Mengen Çayı	174
3.3.3. Bolu Çayı.....	175
3.4. Havza Sınırları İçerisinde Yer Alan Göller, Göletler ve Barajlar	177
3.4.1. Göller.....	177
3.4.1.1. Abant Gölü.....	177
3.4.1.2. Çağa Gölü (Yeniçağa Gölü)	178
3.4.1.3. Yedigöller	180
3.4.2. Göletler	184
3.4.2.1. Gölcük Gölü.....	184

3.4.3. Barajlar ve Hidroelektrik Santraller (HES)	185
3.4.3.1. Köprübaşı Barajı	185
3.4.3.2. Gölköy Barajı.....	186
4. BÖLÜM.....	188
DEVREK ÇAYI HAVZASININ HİDROMETRİK ANALİZLERİ	188
4.1. Debi (Akım) Özellikleri	189
4.1.1. D13A068 No'lu Abant/Akçaalan Akım Gözlem İstasyonu'na (AGİ) Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Maksimum Akım (Debi) Dağılışı.....	190
4.1.2. D13A065 No'lu Büyüksu /Köplüce Köprüsü Akım Gözlem İstasyonu'na (AGİ) Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Maksimum Akım (Debi) Dağılışı.....	192
4.1.3. 1311 No'lu Devrek Ç./Gürdeşe Akım Gözlem İstasyonu'na (AGİ) Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Maksimum Akım (Debi) Dağılışı.....	194
4.1.4. 1315 No'lu Yeniçağa Gölayağı/Eskiçağa Akım Gözlem İstasyonu'na (AGİ) Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Maksimum Akım (Debi) Dağılışı	195
4.1.5. 1319 No'lu Mengen Ç./Gökçesu Akım Gözlem İstasyonu'na (AGİ) Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Maksimum Akım (Debi) Dağılışı.....	196
4.1.6. 1334 No'lu Bolu Ç./Beşdeğirmenler Akım Gözlem İstasyonu'na (AGİ) Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Maksimum Akım (Debi) Dağılışı.....	198
4.1.7. 1346 No'lu Devrek Ç./ Devrek Akım Gözlem İstasyonu'na (AGİ) Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Maksimum Akım (Debi) Dağılışı.....	200
4.1.8. Devrek Çayı Havzası Akım Gözlem İstasyonlarına (AGİ) Ait Mevsimlik Ortalama Akımın Dağılışı	202
4.2. Devrek Çayı Havzası Akım Gözlem İstasyonlarına Göre Akarsuların Düzensizlik Katsayısı.....	207
4.3. Akarsu Rejimi ve Rejim Tipleri	208
4.3.1. Rejim Tipi.....	209
4.3.2. Akarsu Ağının Kuruluşu, Gelişimi ve Drenaj Tipleri	211
4.3.2.1. Devrek Çayı Havzası'nın Drenaj Tipleri	212
5. BÖLÜM.....	219
MORFOMETRİK ANALİZLER	219
5.1. Alansal Morfometrik Parametreler	226
5.1.1. Havza Alanı (A).....	226
5.1.2. Havza Çevresi (P)	228
5.1.3. Dairesellik Oranı (Rc)	229
5.1.4. Havza Uzunluk Oranı (Re)	231

5.1.5. Yoğunluk Oranı (Rk)	232
5.1.6. Form Faktörü / Havza Şekli (Rf).....	233
5.1.7. Biçim/Şekil Katsayısı (Rcf)	237
5.1.8. Havza Şekil Faktörü (Rs).....	237
5.1.9. Havza Görünüm Oranı (V).....	238
5.1.10. Birim Şekil Faktörü (R_u)	238
5.1.11. Vadi Yoğunluğu (Dd)	239
5.1.12. Akarsu Sıklığı (Fs).....	240
5.1.13. İnfiltrasyon Sayısı (IN)	243
5.1.14. Tekstür Oranı (Rt).....	244
5.2. Çizgisel Morfometrik Parametreler.....	245
5.2.1. Havza Uzunluğu (L)	248
5.2.2. Maksimum Havza Geniliği (W).....	248
5.2.3. Akarsu Uzunluk Oranı (R1).....	249
5.2.4. Ana Akarsu Uzunluğu (Lm)	252
5.2.5. Çatallanma Evresi ve Oranı (Rb).....	253
5.2.6. Çatallanma Evresi.....	253
5.2.7. Çatallanma Oranı (Rb)	259
5.2.8. Yatak Eğim Oranı (Rm).....	262
5.2.9. Uygunluk Oranı (Ri)	263
5.2.10. Yatak Kıvrımlılığı Oranı (Rsi)	264
5.2.11. Yüzeysel Akış Uzunluğu (Lf).....	265
5.3. Yüzeysel Morfometrik Parametreler (Rölyef Özellikleri)	266
5.3.1. Havza Rölyefi (Bh).....	266
5.3.2. Rölyef Oranı (Rr).....	268
5.3.3. Bağlı Rölyef (Rhp).....	269
5.3.4. Engebelilik Değeri (R_n)	270
5.3.5. Akım Toplanma Zamanı (T_c)	272
5.3.6. Nispî Alan (Ar)	273
5.3.7. Nispî Yükselti (Er)	273
5.3.8. Hipsometrik Eğri (Hc)	273
5.3.9. Hipsometrik İntegral (Hi)	276

5.3.10. Gravelius Katsayısı (<i>Kg</i>)	277
5.3.11. Havza Asimetri Faktörü (<i>Ba</i>)	278
5.4. Bolu ayı Üzerine Coğrafi Bir Değerlendirme	280
6. BÖLÜM.....	286
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	286
6.1. Sonuç.....	286
6.2. Öneri.....	293
KAYNAKÇA.....	300
TABLO LİSTESİ.....	309
HARİTA LİSTESİ.....	311
ŞEKİL LİSTESİ.....	311
FOTOĞRAF LİSTESİ.....	314
ÖZGEÇMİŞ	320

TEZ ONAY SAYFASI

Safiye Yüksel ÖZTEKİNCİ tarafından hazırlanan “DEVREK ÇAYI HAVZASININ VEJETASYONU VE HİDROGRAFYASI” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mücahit COŞKUN

.....

Tez Danışmanı, Coğrafya Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından Oy Birliği ile Coğrafya Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 26/08/2021

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Prof. Dr. Mücahit COŞKUN (KBÜ)

.....

Üye : Doç. Dr. Halil GÜNEK (AEÜ)

.....

Üye : Doç. Dr. Öznur YAZICI (KBÜ)

.....

KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans Tezi derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Hasan SOLMAZ

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı herhangi bir yola tevessül etmeden yazdığımı, araştırmamı yaparken hangi tür alıntılarım intihal kusuru sayılacağını bildiğimi, intihal kusuru sayılabilecek herhangi bir bölüme araştırmamda yer vermediğimi, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bu eserlere metin içerisinde uygun şekilde atıf yapıldığını beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak ahlaki ve hukuki tüm sonuçlara katlanmayı kabul ederim.

Adı Soyadı: Safiye Yüksel ÖZTEKİNCİ

İmza :

ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans öğrenim sürecim boyunca, tez konumun belirlenmesinden sonuç aşamasına kadar çalışmamın her safhasında bilgi ve deneyimleriyle yol gösteren, tez süresince teşvik ederek ve cesaretlendirerek tezime yön verdiği için ayrıca öğrencisi olduğum için iftihar ettiğim kıymetli tez danışman hocam Prof. Dr. Mücahit COŞKUN'a teşekkürü borç bilirim. Eleştirel bakış açıları ve önerileri ile araştırmanın olgunlaşmasına katkı veren değerli jüri üyeleri Doç. Dr. Öznur YAZICI ve Doç. Dr. Halil GÜNEK hocalarıma teşekkür ederim. Tez yazım aşaması ve çeşitli safhalarında yardımlarını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, saygı değer Doç. Dr. Sevda COŞKUN'a ayrıca teşekkürlerimi sunarım. Pandemi sürecine rağmen desteğiyle bizleri motive ederek araştırma sürecimizi hızlandıran Coğrafya Anabilim Dalı Başkanı sayın Prof. Dr. Fatih AYDIN hocama teşekkür ederim. Yetişmemde büyük katkısı olan akademik anlamda bizleri teşvik eden, manevi desteğini her zaman yanımda hissettiğim çok değerli rahmetli hocam Dr. Öğr. Üyesi Ersin GÜNGÖRDÜ'ye saygı ve şükranlarımı sunuyorum. Lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca emeği geçen Karabük Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nün tüm değerli hocalarıma en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca veri taleplerimizin oluşturulması, araştırma için gerekli izinlerin alınması ve karşılaştığımız sorunlara içtenlikle çözüm üreterek araştırmamızı kolaylaştıran Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü çalışanlarına teşekkür ederim.

Her zaman yanımda hissettiğim, tecrübelerini ve bilgileri doğrultusunda beni aydınlatan en büyük destekçim, hayat arkadaşım, kıymetli eşim Muhammet ÖZTEKİNCİ'ye sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Hayata dair her konuda bana güç veren, maddi ve manevi destekleriyle hep yanımda olan kıymetli annem Selma AÇIL, babam Mustafa AÇIL ve kardeşlerime saygı, sevgi ve şükranlarımı sunuyorum.

Arazi çalışmalarında beni yalnız bırakmayan yakın arkadaşım, dostum Hüsameddin Ece'ye, araştırmamın teknik bölümlerinde katkı sağlayan arkadaşlarım Nesrin SARSICI, Nurettin POLAT, Afife KIRMIZI, Selime MUT, Sıracettin GÖZALAN, Ahmet ÖZTÜRK, Devran ÇELİK'e çok teşekkür ederim.

ÖZ

Ana materyal, topografya, toprak, iklim ve biyotik faktörler bir bütün olarak ortamın ekolojisini meydana getirmektedir. Coğrafi ortamı oluşturan her bir parçanın özelliği sonuç üzerinde etkiye sahiptir. Bütünün parçalarında meydana gelen her bir bozulma veya iyileşme ortamın desenini değiştirmektedir. Yer üzerinde antropojen baskının giderek artması ile doğal ortam üzerindeki değişimler daha çok bozulma yönünde gerçekleşmektedir. Bu durum arazi degradasyonuna, su kıtlığına, vejetasyonda nitel ve nicel kayıplara, biyolojik çeşitliliğin azalmasına ve insan eliyle güçlendirilmiş doğal afetlere yol açmaktadır. Bu nedenle coğrafi ortamın bütün olarak muhafazası ve bozulan sistemin iyileştirilmesi gerekli görülmektedir. Bu düşünceden hareketle orman varlığı açısından zengin olan aynı zamanda hidrografya açısından riskler barındıran, coğrafi anlamda sınırları belirgin olan Devrek Çayı Havzası'nın vejetasyon ve hidrografya üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırmanın kapsamı, "Devrek Çayı Havzasının Vejetasyonu ve Hidrografyası" olarak belirlenmiştir.

Araştırmada birincil ve ikincil kaynaklardan yararlanılmıştır. Arazi gözlemleri, bitki tür teşhisi ve uzman kişiler ile yapılan görüşmeler birincil veri kaynaklarını oluşturmaktadır. Çalışmanın kaynakça kısmında belirtilen eski çalışmalar ile Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Devlet Su İşleri, Orman Genel Müdürlüğü, Maden Tetkik Arama, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Harita Genel Müdürlüğü gibi resmî kurumların oluşturduğu veri altlıkları ikincil verileri oluşturmaktadır. Araştırma alanının iklim tiplerinin belirlenmesinde Erinç ve Thornthwaite yöntemleri; hidrografya özelliklerinin belirlenmesinde morfometrik ve hidrometrik analizler; kartografik ürünlerin hazırlanmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri programı olan ArcGIS 10.4.1 paket programı kullanılmıştır. Böylece araştırma, birçok yöntemin bir arada kullanıldığı karma araştırma modeli olarak desenlenmiştir.

Araştırma alanı yarınemli, yarıkurak iklim şartlarının hüküm sürdüğü, ortam özelliklerinin topografya koşullarına göre değişkenlik gösterdiği, havza içinde

Karadeniz ve Akdeniz Biyomu ile Karadeniz-İç Anadolu Ekotonu olarak nitelendirilebilen ekolojik kuşakların geliştiği bir sahadır. Buna bağlı olarak araştırma sahasında bitki çeşitliliğinin geliştiği görölmektedir.

Hidromorfik ve morfometrik analizler sonucunda Devrek Çayı Havzası'nın 406,6 km çevre uzunluğuna sahip 3246,5 km² alan kapladığı belirlenmiştir. Bu havzada toplam uzunluğu 5212,18 km olan akarsu ağı gelişmiştir. Havzada dentritik, supparalel, radyal, sentripedal ve kancalı drenaj ağları tespit edilmiştir. Ana kol olan 7. dizine doğrudan bağlanan 3. dizin ve üzerindeki dizinlerin alt havza olarak kabul edilmesiyle 30 alt havza belirlenmiştir. Bu alt havzalardan en büyük alana sahip olanı ise Bolu Çayı Havzası'dır. Bolu ve Mengen Çayı Havzaları temelde KAF sistemine bağlı olarak şekillendiği görölmüştür.

Anahtar Kelimeler: Vejetasyon, hidrografya, morfometri, Devrek Çayı Havzası.

ABSTRACT

The main material, topography, soil, climate and biotic factors constitute the ecology of the environment as a whole. The characteristics of each part of the geographical environment have an impact on the result and every deterioration or improvement in the parts of the whole changes the pattern of the environment. With the increasing anthropogenic pressure on the ground, the changes on the natural environments are more in the direction of deterioration. This situation leads to land degradation, water scarcity, qualitative and quantitative losses in vegetation, reduction of biological diversity and man-made natural disasters. For this reason, it is necessary to preserve the geographical environment as a whole and to improve the deteriorated system. Thus, it is aimed to investigate the vegetation ecology and hydrography characteristics of the Devrek Stream Basin, which is rich in forest assets and also has risks in terms of hydrography and has clear geographical boundaries. The scope of the research was determined as "The Effect of Natural Environment (Physical Geography) Characteristics of the Devrek Stream Basin on Vegetation and Hydrography".

Primary and secondary data were used in the research. Field observations, plant species identification and interviews with experts constitute the primary data sources. The data bases created by official institutions such as the General Directorate of Meteorology, the General Directorate of State Hydraulic Works, the General Directorate of Forestry, the Mineral Research and Exploration, the General Directorate of Agricultural Research and Policies, the General Directorate of Maps, and the previous studies mentioned in the bibliography section of the study constitute the secondary data. Erinç and Thornthwaite methods in determining the climate types of the research area; morphometric and hydrometric analyzes in determining hydrographic properties; ArcGISS 10.4.1 package program, which is a Geographical Information Systems program, was used in the preparation of cartographic products. Thus, the research was designed as a mixed research model in which many methods were used together.

The research area is an area where semi-humid, semi-arid climatic conditions prevail, environmental characteristics vary according to topography conditions, and ecological belts that can be described as the Black Sea and Mediterranean Biome and the Black Sea-Central Anatolia Ecotone grown in the basin. Accordingly, it is seen that the plant diversity in the research area has increased.

As a result of hydromorphic and morphometric analyzes, it was determined that Devrek Stream Basin covers an area of 3246,5 km² with a perimeter of 406,6 km. A river network with a total length of 5212,18 km has evolved in this basin. Dendritic, subparallel, radial, centripedal and hooked drainage networks were detected in the basin. 30 sub-basins were determined by accepting the 3rd directory directly connected to the 7th directory, which is the main branch, and the indexes above it as sub-basins. The one with the largest area among these sub-basins is the Bolu Stream Basin. It has been observed that the Bolu and Mengen Stream Basins are basically shaped depending on the NAF system.

Keywords: Vegetation, hydrography, morphometry, Devrek Stream Basin.

ARŞİV KAYIT BİLGİLERİ

Tezin Adı	Devrek ayı Havzasının Vejetasyonu ve Hidrografyası
Tezin Yazarı	Safiye Yüksel ÖZTEKİNCİ
Tezin Danışmanı	Prof. Dr. Mücahit COŞKUN
Tezin Derecesi	Yüksek Lisans
Tezin Tarihi	26.08.2021
Tezin Alanı	Fiziki Coğrafya
Tezin Yeri	KBÜ/LEE
Tezin Sayfa Sayısı	320
Anahtar Kelimeler	Vejetasyon, hidrografya, morfometri, Devrek ayı Havzası.

ARCHIVE RECORD INFORMATION

Name of the Thesis	Vegetation and Hydrography of Devrek River Basin
Author of the Thesis	Safiye Yüksel ÖZTEKİNCİ
Advisor of the Thesis	Prof. Dr. Mücahit COŞKUN
Status of the Thesis	Master's Degree
Date of the Thesis	26.08.2021
Field of the Thesis	Physical Geography
Place of the Thesis	KBU/LEE
Total Page Number	320
Keywords	Vegetation, hydrography, morphometry, Devrek Stream Basin.

KISALTMALAR

AGi: Akarsu Gözlem İstasyonu

B: Batı

CBS: Coğrafi Bilgi Sistemleri

cm: Santimetre

cP: Karasal Polar

cT: Karasal Tropikal

ÇN: Çok Nemli

D: Doğu

DSi: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

EİE: Elektrik İşleri Etüt İdaresi

G: Güney

GB: Güneybatı

GD: Güneydoğu

Ha: Hektar

HES: Hidroelektrik Santrali

K.: Kurak

K: Kuzey

KAF: Kuzey Anadolu Fay Kuşağı

KB: Kuzeybatı

KD: Kuzeydoğu

Km: Kilometre

Km²: Kilometrekare

m/sn: Metre/Saniye

m: Metre
m²: Metrekare
m³/sn: Metreküp Bölü Saniye
Maks: Maksimum
MGM: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
Min: Minimum
Mm: Milimetre
mP: Denizel Polar
Mp: Milli Park
mT: Denizel Tropikal
MTA: Maden Tetkik ve Arama
N: Nemli
Ort: Ortalama
PE: Potansiyel Evapotranspirasyon
Sn: Saniye
SYM: Sayısal Yükseklik Modelli
URL: Uniform Resource Loader
UTM: Universal Transversal Mercatör
YK: Yarı kurak
YN: Yarı nemli

GİRİŞ

Bitkiler kendi ekolojik gereksinimlerini karşılayabilen ortamlarda yaşam alanı bulurlar. Ekolojik istekleri birbirine benzer veya yakın olan türler bir araya gelerek birlik oluştururlar. Tür ya da türlerin bir alana yayılarak topluluk oluşturması vejetasyon olarak ifade edilir. Vejetasyonun gelişimi ise doğal ortam koşulları ile ilgilidir. Anakaya, topografya, iklim, toprak, hidrografya ve canlılar vejetasyon için ekolojiyi oluşturan ortamın parçalarıdır. Sınırları belirli olan bir alanda ortam koşullarında meydana gelen çeşitlenmeye bağlı olarak farklı vejetasyon tipleri gelişmektedir. Örneğin, akarsuların ağız kesimlerinde deniz kıyısında oluşan kumullar üzerinde kumullara özgü türlerin birlikteliği ile kumul vejetasyonu oluşurken, step iklim koşullarında step vejetasyonu, nemli ılıman yağışlı yerlerde geniş yapraklılardan meydana gelen vejetasyon gelişmektedir. Benzer şekilde ortam koşullarında meydana gelen değişimler hidrografya üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Çatlaklı ve kalsiyum karbonat içeriği yüksek olan kireçtaşlarının yaygınlaştığı alanlarda yağış suları yer içi sularına karışarak yüzeyde gelişen akarsu ağının seyrek olmasına neden olur. Yarıkurak sahalarda yumuşak eski göl depoları üzerinde akarsuların aşındırması güçlenir ve arazinin çokça parçalandığı görülür. Buna benzer ortam şartlarının çeşitlenmesine bağlı olarak gerçekleşen değişimleri çoğaltmak mümkündür.

Doğal ortam araştırmalarında ekolojik özelliklerin iyi değerlendirilmesi gerekmektedir. Bir alana yerleşen ve yayılış gösteren bitkilerin veya bazı türlerin o ortama sokulamaması sahanın ekolojik özellikleri ile açıklanabilir. Bir sahada kurulan akarsu ağının yoğunluğu ve arzinin yarıma durumu yine ortamın litolojisi, iklimi, toprak özellikleri ve vejetasyonu gibi ekolojik parametreler ile açıklanabilir. Bu nedenle ortamda meydana gelen bir durumun sebep sonuç ilişkisinin doğru kurulabilmesinin yolu ortam koşullarının iyi analiz edilmesinden geçmektedir.

Doğal ortam çalışmalarında sadece bitki türlerinin varlıkları ve hidrografya analizlerinden elde edilen sayısal verilerin kullanılması ile hazırlanan çalışmaların Coğrafya Bilimi'nin prensiplerinden uzak kalacağı düşünülmektedir. Bu fikirden hareketle yukarıda belirtilen örneklerde olduğu gibi ortamın ekolojik özellikleri araştırmanın fiziksel tasarımı da dikkate alınarak detaylandırılmış ve incelenmiştir.

ARAŞTIRMANIN KAPSAMI

Araştırmanın alan kapsamını Devrek Çayı Havzası oluşturmaktadır. Konu kapsamını ise doğal ortam şartlarının vejetasyon ve hidrografiya üzerindeki etkileri meydana getirmektedir.

Araştırma alanının kuzey kesiminde tipik Karadeniz iklim şartları görülürken, güneye doğru Karadeniz ikliminin etkisinin azaldığı ve geçiş ikliminin belirlemeye başladığı görülmektedir. Alan hidrografiya açısından, Yedigöller (Sazlı Göl, İnce Göl, Nazlı Göl, Kuru Göl, Derin Göl, Büyük Göl ve Serin Göl), Abant Gölü ve Yeniçağa Gölü gibi doğal göllerin yer aldığı Karadeniz Bölgesi'nin doğal göl açısından zengin havzalarından birisidir. Ayrıca Devrek Çayı, birçok yan kol ile kaynağından Filyos Çayı'na bağlandığı ağız kesimine kadar giderek büyümektedir. Araştırma alanında yer alan göller ve akarsular doğal ortam çeşitliliğini zenginleştirmesi yönüyle önem taşımaktadır.

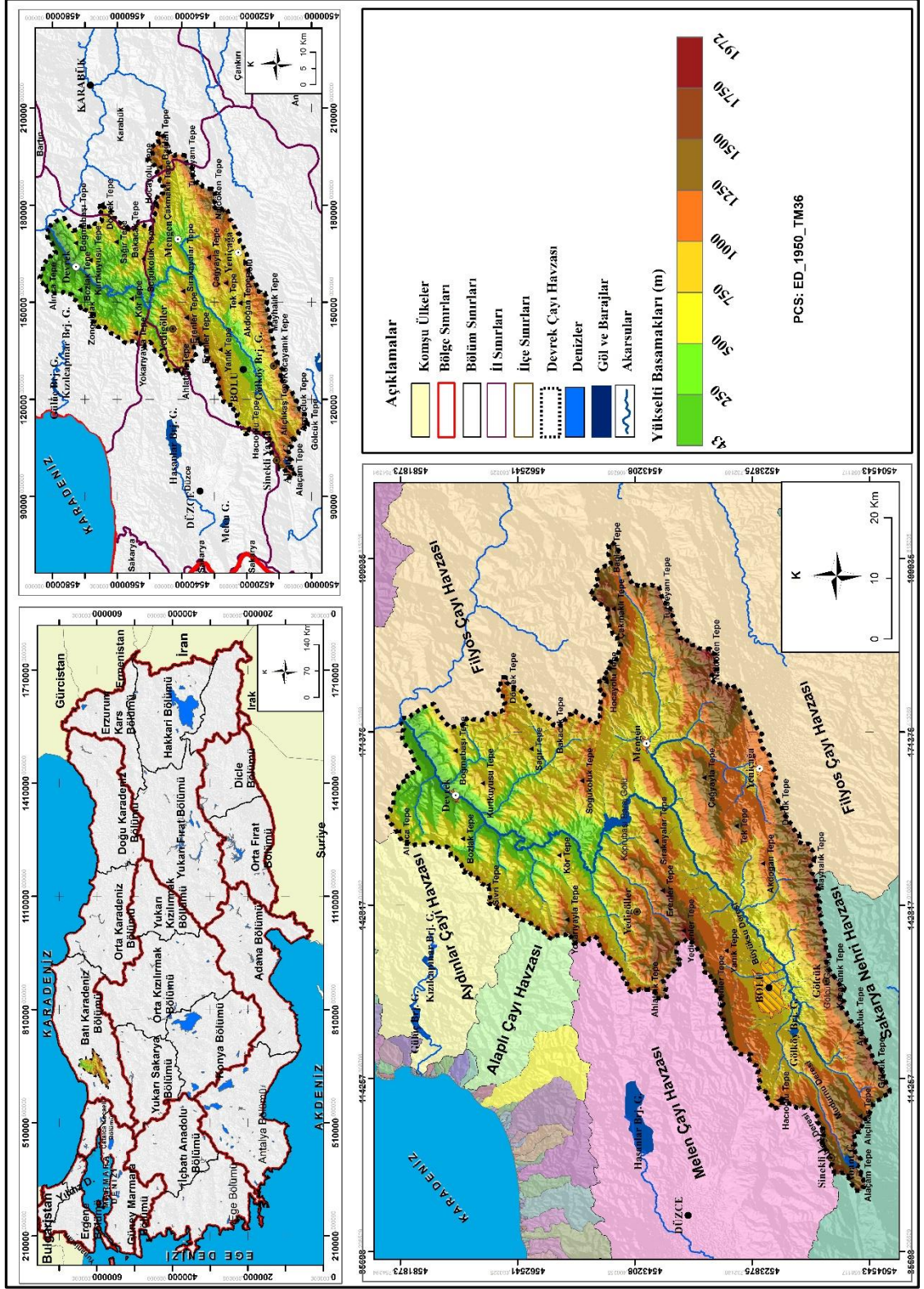
Devrek Çayı, Filyos Çayını oluşturan üç büyük koldan (Soğanlı, Araç ve Devrek) birisidir. Bu yönüyle çalışma sahası alt havza özelliği taşımaktadır. Havza, toplam 3246,5 km² alanı kaplamaktadır. Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Alt Bölgesi'nde yer alan Devrek Çayı Havzası, idari açıdan Karabük, Zonguldak, Düzce ve Bolu illeri sınırları içerisinde yer almaktadır. İlçe düzeyinde ise; Karabük; Eskipazar, Yenice, Zonguldak; Devrek, Ereğli, Alaplı, Düzce; Kaynaşlı, Yığılca ve Bolu; Dörtdivan, Gerede, Mengen, Mudurnu, Yeniçağa ilçelerinin sınırları içerisine dağılmıştır. Havzada en fazla alana sahip il Bolu iken, en az alan ise Düzce ilidir (Harita 1).

Ortalama yükseltisi 916 m olan havzanın, en yüksek noktası 1972 m ile havzanın batı kesiminde bulunan Celedoruğu Tepesi'dir. En alçak noktası ise 43 m ile Devrek Çayı'nın Filyos Çayı'na bağlandığı vadi tabanıdadır.

Araştırma alanı, geometrik olarak dar açısı güneybatıya yönelimli kuzey ve doğuya doğru genişleyen üçgene benzeyen şekilsel görüntüye sahip bir akarsu havzasıdır. Havzanın güney yarısında bulunan Bolu Çayı kaynağını havzanın en batısından, Mengen Çayı ise en doğudan alarak birbirlerine zıt yönde akış göstererek Gökçesu civarında birleşmektedir. Bu durum alanın Kuzey Anadolu Fayı ve tali kollarının meydana getirdiği Bolu-Mengen depresyon sahasından kaynaklanmaktadır.

Akarsular bu depresyon sahasına yerleşerek araziyi işlemektedir. Gökçesu Köyü mevkiinde birleşen bu iki akarsu kuzey yönünde akışa geçerek dar ve derin vadi oluşturmaktadır. Arazinin şekillenmesinde tektonizma ve akarsular birlikte rol oynamaktadır.

Araştırma alanının kuzey-kuzeybatısında Devrek Çayı'nın kaynak sahası olan Abant Gölü çevresinde Sinekli Yayla civarından başlayan yükseltiler Hacıoğlu Tepe (1158 m), Erenler Tepe (1598 m), Celedoruğu Tepesi (1972 m), Ahlatcık Tepe (1224 m), Yukarıyayla Tepe (1446 m), Sivri Tepe (993 m), Alınca Tepe (834 m) gibi yükseltiler kuzey-kuzeybatıdan sahayı sınırlandırarak su bölümü hattı meydana getirmektedir. Alanı kuzey-kuzeydoğuda bulunan İncedere ve Şimşirdere havzalarından Dömek Tepe (1149 m), Bakacak Tepe (1048 m), Hocayolu Tepe (1552 m), Bağlan Tepe (1577 m) ayırmaktadır. Güney-güneydoğu yönünde ise Türbeyanı Tepe (1648 m), Naldöken Tepe (1880 m), Doruk Tepe (1393 m), Mahyalık Tepe (1697 m), Kocayanık Tepe (1694 m), Arduçluk Tepe (1714 m), Gölcük Tepe (1625 m), Alıçlıkaş Tepe (1662 m) ve Alaçam Tepe (1564 m) sınır oluşturmaktadır.



Harita 1. Araştırma Alanının Lokasyon Haritası

ARAŞTIRMANIN AMACI

Hazırlanan bu çalışmada Devrek Çayı Havzası doğal ortam özelliklerinin vejetasyon ve hidrografya üzerine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda aşağıda verilen sorulara yanıt aranmıştır:

- Araştırma alanının doğal ortam özelliklerinin (jeoloji, jeomorfoloji, topografya, iklim, toprak) vejetasyon ve hidrografya üzerine etkileri nasıldır?
- Araştırmanın alanında doğal ortam şartlarının hidrometrik parametreler üzerindeki etkileri nelerdir?
- Araştırma sahasından elde edilen morfometrik bulgularla doğal ortam özellikleri arasında nasıl bir ilişki vardır?
- Havza ile ilgili morfometrik bulguların sel ve taşkın olayları ile ilgisi nasıldır?

ARAŞTIRMANIN GEREKÇESİ, ÖNEMİ VE SINIRLILIKLARI

Devrek Çayı Havzası, Batı Karadeniz Bölümünde yer alan önemli havzalardan biridir. Devrek Çayı ve kollarının oluşturduğu havzada doğal ortamın hidrografya ve vejetasyon ilişkisini konu edinen bütüncül bir çalışmaya rastlanılmamaktadır. Bu gerekçe belirtilen araştırmanın yapılmasını teşvik eden faktördür. Yapılan araştırmanın vejetasyon ve hidrografya çalışmalarına katkıda bulunması öngörülmektedir. Daha sonra hazırlanacak olan vejetasyon ve hidrografya araştırmaları için de bir bakış açısı sağlayacağı ve veri altlığı oluşturacağı düşünülmektedir.

Araştırmayı sınırlandıran etkiler ise şöyledir;

- ✓ Çalışma sahasının alansal olarak büyük olması ve sarp topografyalı alanların geniş yer kaplaması arazi çalışması aşamasında ulaşım sorunlarının yaşanmasına neden olmuştur.
- ✓ Havzada bulunan meteoroloji istasyonlarının bazı iklim parametrelerine ait verilerinin kayıt sürelerinin çok kısa oluşu ya da çeşitli parametrelerde ölçüm verilerinin bulunmaması gibi olumsuzluklar verilerin kullanımını sınırlandırmıştır.

- ✓ Havzada akım gözlem istasyonlarının veri kaydı tutmadığı dönemlerin fazla olmaları ve bazı istasyonların kayıt sürelerinin çok kısa olması çeşitli morfometrik analizlerin yapılamamasına neden olmuştur.
- ✓ Pandemi sürecinin devam etmesine bağlı olarak yüz yüze görüşmelerin planlanan düzeyde gerçekleştirilememesi özellikle yerel halkın görüş, bilgi ve hafızasından yeterince yararlanılamamasına yol açmıştır.

ARAŞTIRMANIN MATERYALİ VE YÖNTEMİ

Tez konusunun belirlenmesinin ardından yurt içi ve yurt dışı kaynaklardan alan yazın taraması yapılmıştır. Alan yazın taramasında havza sınırı belirleme, morfometrik analizler, hidrografiya-vegetasyon ilişkisi, hidrografiya-ana materyal ve toprak ilişkisi, hidrografiya- iklim üzerine yapılan çalışmalar incelenmiştir. Ayrıca araştırma alanında yapılmış olan çalışmalar taranarak sahanın mevcut durumu hakkında temel bilgiler elde edilmiştir.

Havza sınırları Harita Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan 1/25.000 ölçekli Türkiye topografya haritasında “F27b4, F27b3, F28a4, F28a3, F27d2, F27c1, F27c2, F28d1, F28d2, F27d3, F27c4, F27c3, F28d4, F28d3, F28c4, F28c3, G27a1, G27a2, G27b1, G27b2, G28a1, G28a2, G28b1, G28b2, G26b3, G27a4, G27a3, G27b4, G27b3, G28a4, G28a3, G28b4, G26c1, G26c2, G27d1, G27d2, G27c1, G27c2, G28d1, G26d3, G26c4, G26c3, G27d4” sayılı paftalar içinde bulunmaktadır. Çalışma sahasına ait tüm metrik alan hesaplamaları ve haritalama işlemlerinde *PCS: ED_1950_TM36* projeksiyon sistemi kullanılmıştır.

Araştırmada elde edilen verilerin görselleştirmesi ve yorumlanması açısından kullanılan materyaller içerisinde en önemlilerini haritalar teşkil etmektedir. Bitki örtüsünün dağılışı haritası için meşcere haritaları ve amenajman planları (Orman İşletme Müdürlükleri) temin edilmiştir. Toprak haritası Tarım ve Orman Bakanlığında Eski Amerikan Toprak Sınıflandırma yöntemiyle sınıflandırılmış olan büyük toprak gruplarını içeren veriler alınarak üretilmiştir. Havzanın jeoloji ve litoloji haritasını da MTA’dan alınan ayrıntılı jeoloji verilerinden faydalanarak oluşturulmuştur. ArcGIS 10.4.1 kullanılarak hazırlanan toprak, jeoloji ve litoloji haritalarından bitki kesitleri çıkartılmıştır. Bitki kesitlerinin grafik olarak elde edilmesinde yine ArcGIS 10.4.1 kullanılmış son düzenlemeleri ise Paint.net’den

yapılmıştır. Araştırma alanına ait sayısal yükselti modeli, bakı ve eğim haritaları hazırlanmıştır. ArcGIS 10.4.1 da hazırlanan bu haritaların verileri kullanılarak Microsoft Excel 2010 programında bakı, eğim ve yükselti verilerinin alansal dağılışı grafikleri oluşturulmuştur.

Çalışmanın iklim özellikleri ile ilgili bölümü oluşturabilmek için sahada bulunan Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne bağlı Bolu, Devrek, Mengen, Abant ve Yeniçağa meteoroloji istasyonlarının ölçümlendiği verilerden yararlanılmıştır. Temin edilen iklim verilerinin düzenlenmesinde ve verilerin kullanılarak tablo, grafik oluşturulmasında Microsoft Word, Microsoft Excel 2010 ile Paint.net programları kullanılmıştır.

Araştırma alanının iklim sınıflandırmasındaki yeri “Erinç” ve “Thornthwaite” yöntemleri kullanılarak belirlenmiş ve sonuçlar tablolaştırılmıştır. Thornthwaite yöntemine göre her bir istasyon için ayrı ayrı su bilançosunu gösteren diyagramlar hazırlanmıştır.

DSİ Genel Müdürlüğü'den Devrek Çayı Havzası'nın sınırları içerisinde yer alan istasyonlara ait akım verileri temin edilmiştir. Böylece havzanın hidrografik ve hidrometrik özellikleri ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Ayrıca çalışma kapsamında yapılan morfometrik analizlere ait formüllerin ve bu formüllere ait bilgilerin metin içerisinde verilmesi daha uygun olacağından ilgili başlık altında açıklanmıştır.

Erinç İklim Sınıflandırması

Erinç'in iklim elemanlarından yağış ve ortalama en yüksek sıcaklığı kullanarak oluşturduğu iklim sınıflandırma metodunun formülü şöyledir (Erinç, 1996);

$$\text{Erinç Formülü: } Im = \frac{P}{Tom}$$

Im = Yağış etkinliği indisi

P = Yıllık ortalama toplam yağış (mm)

Tom = Yıllık ortalama en yüksek sıcaklık (°C)

Erinç Yağış Etkinliği Sınıfları

İklim Sınıfı	İndis Değeri (Im)	Bitki Örtüsü
Tam Kurak	$I_m < 8$	Çöl
Kurak	$8 < I_m < 15$	Çöl-Step
Yarı Kurak	$15 < I_m < 23$	Step
Yarı Nemli	$23 < I_m < 40$	Park Görünümlü Kuru Orman
Nemli	$40 < I_m < 55$	Nemli Orman
Çok Nemli	$I_m > 55$	Çok Nemli Orman

Kaynak: Erinç (1996)'den faydalanarak hazırlanmıştır.

Thornthwaite Yağış Etkinlik İndisi (Dönmez, 1990)

Thornthwaite'in iklim sınıflandırma yöntemi temelde yağış ile evapotranspirasyon ve sıcaklıkla evapotranspirasyon arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Hesaplama kullanılan formül şöyledir (Dönmez, 1990);

$$\text{Thornthwaite Formülü: } I_m = \frac{100 \times s - 60 \times d}{ETP}$$

Im = Yağış etkinliği indisi

s = Yıllık su fazlası

d = Yıllık su noksanı

ETP = Yıllık potansiyel evapotranspirasyon

Thornthwaite Yağış Etkinliği Sınıfları

Im	Harf	İklim Özelliği
>100	A	Çok Nemli
100-80	B4	Nemli
80-60	B3	Nemli
60-40	B2	Nemli
40-20	B1	Nemli
20-0	C2	Yarı Nemli
0-(-20)	C1	Yarı Kurak- Az Nemli
(-20)-(-40)	D	Yarı Kurak
(-40)-(-60)	E	Tam Kurak Çöl

Kaynak: Dönmez (1990)'den oluşturulmuştur.

Thornthwaite Sıcaklık Etkinliği Sınıfları

Yıllık PE (mm)	Harf	İklim Özelliği
<142	E'	Kurak- Çöl
143-285	D'	Yarı Kurak
286-427	C'1	Kurak-Az Nemli
428-570	C'2	Yarı Nemli
571-712	B'1	Nemli
713-855	B'2	Nemli
856-997	B'3	Nemli
998-1140	B'4	Nemli
1141<	A'	Çok Nemli

Kaynak: Dönmez (1990)'den oluşturulmuştur.

Thornthwaite Kuraklık İndeksi ve İklim Özelliği

Kuraklık İndeksi (Ia)	Harf	İklim Özelliği
0 -16,7	r	Su noksanlığı olmayan veya pek az olan
16,8 - 33,3	s	Su noksanlığı yaz mevsiminde ve orta derecede olan
16,8 - 33,3	w	Su noksanı kış mevsiminde ve orta derecede olan
33,4 ve fazlası	s2	Su noksanlığı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan
33,4 ve fazlası	w2	Su noksanlığı kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan

Kaynak: Dönmez (1990)'den oluşturulmuştur.

Thornthwaite Nemlilik İndeksi ve İklim Özelliği

Nemlilik İndeksi (Ih)	Harf	İklim Özelliği
0-10	d	Su fazlası olmayan veya pek az olan
11- 20	s	Su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan
11-20	w	Su fazlası yaz mevsiminde ve orta derecede olan
21 ve fazlası	s2	Su fazlası kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan
21 ve fazlası	w2	Su fazlası yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan

Kaynak: Dönmez (1990)'den oluşturulmuştur.

Thornthwaite Etp'nin Üç Yaz Ayına Oranı İndeksi

Etp'nin 3 Yaz Ayına Oranı	Harf
48 ve daha az	a'
48,1 - 51,9	b'4
52,0 - 56,3	b'3
56,4 - 61,6	b'2
61,7 - 68,0	b'1
68,1 - 76,3	c'2
76,4 - 88,0	c'1
88,1 ve daha fazlası	d

Kaynak: Dönmez (1990)'den oluşturulmuştur.

Araştırmada birincil ve ikincil kaynaklardan yararlanılmıştır. Arazi gözlemleri, bitki tür teşhisi ve uzman kişiler ile yapılan görüşmeler birincil veri kaynaklarını oluşturmaktadır. Çalışmanın kaynakça kısmında belirtilen eski çalışmalar ile Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Devlet Su İşleri, Orman Genel Müdürlüğü, Maden Tetkik Arama, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Harita Genel Müdürlüğü gibi resmî kurumların oluşturduğu veri altlıkları ikincil verileri oluşturmaktadır. Araştırma alanının iklim tiplerinin belirlenmesinde Erinç ve Thornthwaite yöntemleri; hidrografya özelliklerinin belirlenmesinde morfometrik ve hidrometrik analizler; kartografik ürünlerin hazırlanmasında Coğrafî Bilgi Sistemleri programı olan ArcGIS 10.4.1 paket programı kullanılmıştır. Böylece araştırma, birçok yöntemin bir arada kullanıldığı **Karma Araştırma Modeli** olarak desenlenmiştir.

ÖNCEKİ ALIşMALAR

Araştırma Alanında Yapılan Önceki alışmalar

Devrek ayı Havzasının belli bir kesimini içerisine alacak şekilde yapılmış çalışmaların başlıcaları şunlardır;

Yücesan (2001), “Devrek ve evresinin Jeomorfolojisi” adlı çalışmasında sahanın jeomorfolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sahasında jeolojik birim olarak ‘V’ şekilli dik yamaçlı vadi, ortalama yükseltisi 500 m olan platolar ve yüksek tepeler görölmektedir. Jeomorfolojik gelişimde polisiklik topografya oluşumunun gözlendiği ve aynı zamanda topografya gelişimindeki ana etkinin flüvyal koşullara bağlı olduğu sonucuna varılmıştır. Araştırma alanındaki akarsu ağının dandritik drenaj ağı olduğu belirlenmiştir. Topografyanın gelişim evresi açısından ileri gençlik safhasında olduğu tespit edilmiştir.

Özel (2007), “Bartın ve Devrek Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Ormanlarında Meşcere Kuruluşları ve Grup Gençleştirme Uygulamalarının Başarısını Etkileyen Faktörler” adlı çalışmasında Bartın ve Devrek de 2001 yılında gerçekleştirilen kayın doğal grup gençleştirme çalışmalarında yetişme ortamı koşullarının, meşcere kuruluş özelliklerine ve gençleştirme başarısına etki eden faktörler incelenmiştir. Araştırma da kayın grup gençleştirme çalışmalarının başarısı üzerinde etkili olabilecek en önemli faktörleri belirlemek için, faktör analizi

kullanılmıştır. Yapılan faktör analizleri sonucunda gençleşme üzerinde yükselti, toprak türü, büyüme ve yamaç durumu gibi birçok faktörün etkili olduğu kanısına varılmıştır.

Doğan (2010), “Mengen Havzası'nın Beşerî ve İktisadi Coğrafyası” adlı araştırmasını üç bölüm halinde incelemiştir. Birinci bölümde alanın doğal ortam özelliklerine değinmiş, ikinci bölümde beşerî coğrafya konularını, üçüncü bölümde iktisadi coğrafya konularını işlemiştir. Araştırmasında beşerî ve iktisadi özelliklerin doğal ortamın kontrolünde geliştiği sonucuna varılmıştır.

Konakçı (2011), “Devrek-Filyos-Kilimli (Zonguldak) Arasında Yer Alan Volkanitlerin Petrojenetik ve Jeokimyasal İncelemesi” adlı çalışmasında Devrek-Saltukova-Filyos-Kilimli arasında kalan bölgede Üst Kretase yaşlı volkanik kayaların jeolojik özelliklerinin (litoloji, petrografi, jeokimya) belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma alanından andezit, bazalt ve aglomera gibi farklı volkanik kayalardan 18 adet numune alınarak polarize ve doğal ışık altında incelemeleri ve modal analizleri yapılmış olup, andezitik ve bazaltik volkanik kayaların kalkalkali bir magmadan geliştikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Kaya (2015), tarafından yüksek lisans tezi olarak “Devrek Yöresi Sarıçam ve Karaçam Karışık Meşcereleri İçin Gövde Çapı ve Gövde Hacmi Denklemlerinin Geliştirilmesi” çalışılmıştır. Çalışmada Devrek Yöresinde bulunan sarıçam-karaçam karışık meşcere toplulukları için gövde çapı ve gövde hacim modelleri geliştirmiştir. Bu amaç doğrultusunda da iki farklı parçalı gövde çapı modeli kullanmıştır. Sonuç olarak da Devrek Yöresi sarıçam-karaçam karışık meşcereleri için geliştirilen modellerden Fang vd. (2000) tarafından geliştirilen model önerilmiştir.

Sol (2017), “Mudurnu Çayı Havzasının (Taşburun-Abant Gölü Batısı Arası) Flüvyo Tektonik Jeomorfolojisi” adlı çalışmasında Mudurnu Çayı Havzası'nın morfolojik evrimi ve drenaj ağının gelişimi üzerinde neotektonik hareketlerin etkilerini ortaya koymayı amaçlamıştır. Çalışma alanında belirlenen 34 akarsu havzasına hipsometrik ve morfometrik indisler uygulanmış ve akarsu boyuna profiller çıkartmıştır. Çünkü akarsu boyuna profiller düzensizlikler ya da anomali flüvyal süreçlerin fay hareketlerine özellikle de dikey yer değiştirmelere bağlı olarak gelişen deformasyonları belirlemede oldukça önemli olduğu üzerinde durulmuştur. Çalışma sonucunda Acalla ve Karapınar dereleri arasında kalan havzanın güneybatısındaki

kesimin tektonik olarak havzanın en aktif kısmını meydana getirdiği, sahanın kuzey ve güney kesiminde yer alan akarsularda tektonik ötelenme olduğu tespit edilmiş, ötelenmenin en fazla güney kesimde gerçekleştiği belirlenmiştir.

Ağtaş (2017)'in “Devrek ve Devrekani Çaylarında Taşınan Sediment Miktarının Yapay Zekâ Metotlarıyla Tahmini” adlı çalışması 6 bölümden oluşmuştur. Çalışmada yapay zekâ yöntemlerinin akarsularda taşınan katı madde miktarını tahmin etmek için kullanılabilirliği üzerinde durulmuştur. Çeşitli yapay zekâ yöntemleri ile günlük ve aylık akım verimleri kullanılarak günlük taşınan katı madde tahmin modelleri geliştirilmiş, ölçülen sonuçlar ile yapılan karşılaştırmalar sonucunda, yapay zekâ modellerinin akarsularda taşınan sediment miktarı tahmininde başarılı bir şekilde uygulanabileceğini göstermiştir.

Hangül (2020), “Zonguldak ve Devrek’in İklim özellikleri” adlı araştırmasında 1965-2018 yılları arasında bulunan iklim verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin etmiş ve Köppen, De Martonne, Thornthwaite ve Erinç metotları kullanılarak Zonguldak ve Devrek'in iklim sınıflandırmalarındaki yeri ve özelliklerini belirlemiştir. Yapılan tüm analizler sonucunda Devrek'in Zonguldak'a göre sıcaklık ortalamalarının daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca Devrek'in yağış ortalamasının da Zonguldak'tan daha düşük olduğu sonucuna varmıştır.

Taşoğlu (2020), “Devrek İlçesi'nin (Zonguldak) Yapay Sinir Ağları ile Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi” adlı beş bölümden oluşan araştırmayı yapay sinir ağı yöntemiyle yürütmüştür. İlk bölümde araştırma sahasının genel fiziki özelliklerine, ikinci bölümde heyelan, heyelanların sınıflandırılması ve heyelan duyarlılığına değinmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde ise yapay sinir ağlarına, dördüncü bölümünde girdi parametreleri, kurulan modeller ve heyelan duyarlılık haritaları, son olarak da beşinci bölümde çalışmanın sonuç bölümüne yer vermiştir. Çalışma sonucunda killi bünyeli litolojik birimler ile toprak yüzeylerinde heyelan duyarlılığının çok yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Zeren (2021), “Devrek-Dorukhan-Mengen Arasının Vegetasyon Coğrafyası ve Ekolojik Özellikleri” adlı araştırmasını üç bölüm altında incelemiştir. Bu alan çalışma sahasının doğu kesimini kapsamaktadır. Alanı, vegetasyon coğrafyası açısından değerlendirmiştir. Çalışmada vegetasyon gelişimi üzerinde iklim ve topografyanın

etkili olduğu vurgulanmaktadır. Buna bağlı olarak 1000 m'ye kadar nemli ortamların baskın türünün doğu kayınları (*Fagus orientalis*) olduğu güneye doğru nemlilik koşullarının azaldığı ışık alan ortamlarda ise karaçam (*Pinus nigra*) ve sarıçamların (*Pinus sylvestris*) baskın hale geldiği ifade edilmektedir.

Tablo 1. Vegetasyon Kapsamında Eser Düzeyinde Yapılmış Belli Başlı Çalışmalar

Yazar	Yıl	Eserler
İnandık	1969	Bitkiler Coğrafyası
Dönmez	1976	Türkiye Biyocoğrafyası
İzbirak	1976	Bitki Coğrafyası
Erinç	1977	Vejetasyon Coğrafyası
Akman ve Ketenoğlu	1987	Vejetasyon Ekolojisi (Bitki Sosyolojisi)
Atalay	1994	Türkiye Vegetasyon Coğrafyası
Atalay	2002	Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri
Akman, Ketenoğlu, Güney, Kurt ve Tuğ	2004	Bitki Ekolojisi
Efe	2004	Biyocoğrafya
Akman, Düzenli ve Güney	2005	Biyocoğrafya
Kılınç	2005	Bitki Sosyolojisi (Vejetasyon Bilimi)
Kılınç ve Kutbay	2007	Bitki Coğrafyası
Atalay	2008	Ekosistem Ekolojisi ve Coğrafyası
Saya ve Güney	2011	Bitki Coğrafyası
Atalay ve Efe	2015	Türkiye Biyocoğrafyası
Mamıkoğlu	2015	Türkiye'nin Ağaçları ve Çalıları
Türkeş	2015	Biyocoğrafya, Bir Paleocoğrafya ve Ekoloji Yaklaşım
Yazar	Yıl	Bölgesel Çalışmalar
Dönmez	1979	Kocaeli Yarımadası'nın Bitki Coğrafyası
Atalay, Tetik ve Yılmaz	1984	Kuzeydoğu Anadolu'nun Ekosistemleri
Aktaş	1992	İsfendiyar (Küre) Dağları Doğu Kesiminin Bitki Coğrafyası
Güngördü	1999	Marmara Bölgesi'nin Bitki Coğrafyası
Güenal	2003	Yukarı Gediz Havzası'nın Bitki Coğrafyası
Avcı	2004	Karadağ ve Karacadağ Volkanlarının Bitki Örtüsü

Tablo 2. Vejetasyon Kapsamında Doktora Düzeyinde Yapılmış Çalışmalar

Yazar	Yıl	Konu Başlığı
Dönmez	1968	Trakya'nın Bitki Coğrafyası
Tatlı	1975	Nemrut Dağının Bitki Sosyolojisi ve Ekolojisi Yönünden İncelenmesi
Yalçın	1980	Batı Karadeniz Bölümü'nün (Sakarya-Filyos Kesimi) Bitki Örtüsü
Ayberk	1981	Kocaeli Yarımadası'nın Doğu Kesiminde Karadeniz ve Marmara Arasındaki Geçiş Zonunda Vejetasyon Formasyonları ve Ekolojik Şartları
Günel	1986	Gediz-Büyük Menderes Arasındaki Sahanın Bitki Coğrafyası
Avcı	1990	Göller Yöresi Batı Kesiminin Bitki Coğrafyası
Sayhan	1990	Teke Yarımadası'nın Bitki Coğrafyası
Aktaş	1992	Orta Karadeniz Bölümü'nün (Yeşilirmak-Melet Suyu-Kelkit Vadisi Arası) Bitki Coğrafyası
Engin	1992	Değirmendere- Yanbolu Deresi ve Harşit Çayı Arasındaki Sahanın Bitki Coğrafyası
Çoban	1996	Aşağı Kızılırmak ile Yeşilirmak Arasındaki Sahanın Bitki Coğrafyası
Sönmez	1996	Havran Çayı-Bakırçay Arasındaki Bölgenin Bitki Coğrafyası
Geveli	1998	Bolu-Gerede Güneyindeki Sahanın (Koroğlu Dağları ve Çevresinin) Bitki Coğrafyası
Coşkun	2000	Büyük Menderes Nehri ile Yukarı Dalaman Çayı Arasındaki Sahanın Bitki Coğrafyası
Çetinkaya Dursun	2000	Yukarı Büyük Menderes Havzası'nın Bitki Coğrafyası
Aydınözü	2002	Küre Dağları Doğu Kesiminin Bitki Coğrafyası
Sütgibi	2003	Madra Dağı ve Çevresinin Vejetasyon Coğrafyası
Duran	2010	Tece Deresi-Deliçay Havzaları (Mersin) Arasındaki Sahada Bitki Örtüsünün Ekolojik Şartları ve Değerlendirilmesi
Karbuç	2015	Türkmen Dağı'nın Vejetasyon Coğrafyası
Koç	2016	Bolkar Dağları'nın Bitki Örtüsü ve İklim Değişikliği
Özalp	2016	Akçalı Dağları Bitki Örtüsü ve Geçirdiği Değişimler
Coşkun	2017	Karabük Çevresinin Vejetasyon Ekolojisi ve Sınıflandırılması

Tablo 3. Vejetasyon Kapsamında Yüksek Lisans Düzeyinde Yapılmış Çalışmalar

Yazar	Yıl	Konu Başlığı
Coşkun	1995	Lâdik ve Çevresinin Bitki Örtüsü
Bayır	2004	Manyas Ovası, Susurluk Çayı, Balıkesir Ovası ve Kocaçay (Balıkesir) Arasında Kalan Sahanın Bitki Coğrafyası
Boyras	2004	Balat Çayı Havzası'nın (Balıkesir-Dursunbey) Bitki Coğrafyası
Tunç	2008	Hemşin Deresi-Modacar Deresi Vadileri Arasındaki Sahanın Bitki Örtüsü
Aydemir	2010	Hanoğlu Tepesi (Giresun Dağları) ve Çevresinin Bitki Örtüsü
Çakmak	2010	Efrenk Deresi Vadisi ve Yakın Çevresinin Bitki Örtüsü
Tahaoğlu	2010	Çamdağ ve Çevresinin Bitki Örtüsü
Yılmaz	2010	Sakarya Nehri Aşağı Çığı Yıkın Çevresinin Doğal Bitki Örtüsü ve Son Yıllarda Ortaya Çıkan Değişimler

Tablo 3. Devamı

Ertekin	2011	Soma-Kınık-Erdemli Arasındaki Sahanın Doğal Bitki Örtüsü ve Değişimi
Kılıç	2011	Elmacık Dağı (Batı Kesimi) 'nın Vejetasyon Coğrafyası Özelliklerinin CBS Temelli İncelenmesi
Çelik	2012	Antakya-Kahramanmaraş Grabenindeki Bitki Örtüsü ile Yağış Koşulları Arasındaki İlişkinin Modis Verileri (2000-2010) Kullanılarak İncelenmesi
Akkurt	2014	Karasu Kumulları Bitki Örtüsü ve Koruma Sorunları
Eraslan	2014	Doğankent Çayı Yukarı Havzasının Doğal Bitki Örtüsü, Kale Doğusu-Gümüşhane
Demirtaş	2015	Boraboy Gölü ve Yakın Çevresindeki Toprak, Bitki ve Su Özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama ile Araştırılması
Sarısoy	2015	Sultan Sazlığı Havzasının Ekosistem Coğrafyası
Göksu	2016	İklim Koşulları ile Bitki Örtüsü Arasındaki İlişkilerin Uzaktan Algılama Yöntemleri ile İncelenmesi
Yılmaz	2016	Karçal Dağı'nın (Artvin) Bitki Örtüsü
Avcı	2017	Berit Dağının (Kahramanmaraş) Vejetasyon Coğrafyası
Berberoğlu	2017	Akçay Vadisinin Yukarı Çığırının (Esençay-Yörükoğlu Arası) Bitki Örtüsü Doğal Ortam ve İnsan İlişkileri
Kaya	2017	Teke Yöresi Endemik Bitki Dağılımının Mekânsal ve İstatistiksel Analizler
Berberoğlu	2017	Akçay vadisinin yukarı çığırının (Esençay-Yörükoğlu arası) Bitki Örtüsü Doğal Ortam ve İnsan İlişkileri
Tekin	2018	Türkiye Bitki Örtüsü Türlerinin Holdridge Yaşam Alanları Yaklaşımı ile Belirlenmesi
Şahin	2018	Erbaa'da Bazı Tıbbi Aromatik Bitkilerin Coğrafi Dağılışı ve Kırsal Kalkınma İlişkisi (Tokat)
İnkaya	2019	Uzungöl (Trabzon) Çevresinin Bitki Örtüsü ve Yakın Yıllarda Geçirdiği Değişimler
Macar	2019	Çataldağ'ın (Susurluk-Balıkesir) Bitki Coğrafyası
Köse	2019	Akdağ ve Yakın Çevresinin Endemik Bitki Coğrafyası
Kuruyamaç	2019	Silivri'de Tarımı Etkileyen Coğrafi Faktörler, Bitkisel ve Hayvansal Üretim (2004-2018)
Çetin	2020	Karanfil dağı (Pozantı-Adana) ve Yakın Çevresinin Bitki Coğrafyası Özellikleri
Topal	2020	Amasya Ovası Yakın Çevresinde Yetiştirilen Kültür Bitkilerinin Fenolojisi ve Bunların İklim Şartları ile Olan İlişkileri
Zeren	2021	Devrek-Dorukhan-Mengen arasının vejetasyon coğrafyası ve ekolojik özellikleri

Tablo 4. Hidrografya Kapsamında Eser Düzeyinde Yapılmış Belli Başlı Çalışmalar

Yazar	Yıl	Konu Başlığı
İnandık	1964	Akarsular ve Göller
Kurter	1976	Meriç Nehrinin Akım Özellikleri
Atalay	1986	Uygulamalı Hidrografya
Turoğlu, Özdemir	2005	Bartında Sel ve Taşkınlar: Sebepler, Etkiler, Önleme ve Zarar Azaltma Önerileri
Biricik	2009	Fiziki Coğrafya-Jeomorfoloji ile Hidrolojinin Temel Prensipleri ve Araştırma Yöntemleri
Beyazıt ve Avcı	2010	Akarsularda Akım ve Sediment Taşınımı
Kocataş	2010	Oceanoloji: Deniz Bilimine Giriş
Hoşgören	2010	Hidrografyanın Ana Çizgileri 2: Göller
Bayazıt, Avcı, Şen	2012	Hidroloji Uygulamaları
Bayazıt	2013	Hidroloji
Hoşgören	2013	Hidrografyanın Ana Çizgileri 1: Yeraltı Suları-Kaynaklar Akarsular
Karataş	2014	Karasu Havzasının Hidrografik Planlaması

Tablo 5. Hidrografya Kapsamında Doktora Düzeyinde Yapılmış Çalışmalar

Yazar	Yıl	Konu Başlığı
Söğüt	2003	Misli Ovasının Hidrojeolojik İncelemesi
Özdemir	2007	Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) Cbs ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi
Pektaş	2012	Büyük Havzalarda Akış Katsayısının Hesaplanması
Karataş	2014	Karasu Havzasının Hidrografik Planlaması
Sabancı	2016	Karpuz Çayı Havzasının Hidrografik Analizi
Akkaş	2018	Marmara Denizi Drenaj Havzasında Yağış- Akış İlişkileri
Türkmenoğlu	2018	İklim Değişikliğinin İstanbul İlinde Yüzeysel Akış ve Barajlar Üzerindeki Olası Etkileri

Tablo 6. Hidrografya Kapsamında Doktora Düzeyinde Yapılmış Çalışmalar

Yazar	Yıl	Konu Başlığı
Günek	1990	Uluovanın Uygulamalı Hidrografyası
Akbaş	1997	Derince Civarının Hidrojeolojik İncelenmesi
Kutlu	2002	Akşehir ve Eber Gölleri Kapalı Havzasının Hidrografyası
Bayrak	2008	Sabanca Gölünün Hidrojeolojik, Hidrolojik ve Hidrolik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Su Bütçesinin Tespiti
Demirci	2008	Filyos Havzasındaki Sediment Birikim Alanlarının Uydu Görüntü Verileri ve Sayısal Arazi Modeli ile Analizi
Karataş	2010	Hatay İli'nin Su Potansiyeli ve Sürdürülebilir Yönetimi
Koçak	2010	Ömerli Baraj Gölü Hvzasının Hidrografya Özellikleri
Türkmenoğlu	2012	Meriç Nehrinin Kapıkule- Enez Arasındaki Yatak Değişimlerinin Taşkımlar ile İlişkisi
Cihangir	2013	Alaplı Çayı Havzasının Sel ve Taşkın Analiz
Şenol	2013	İstanbul'un Hidrografya Özellikleri
Çiftçi	2013	Seyfe Gölü Havzası'nda (Kırşehir) Doğal Ortam Yeraltı İlişkisi
Utlu	2014	Namnam Çayı Havzasının Uygulamalı Hidrografya Özellikleri
Toprak	2015	Solhan Deresi Havzasının (Bingöl) Sel ve Taşkın Analizi
Elbaşı	2015	Marmara Denizi Akarsu Havzalarının Morfometrik Analizi
Tekkanat	2015	Porsuk Çayı Havzasında Yağış Şiddeti ile Akarsu Akımları Arasındaki İlişki ve Eğilimler
Dolo	2018	Arhavi İlçesi İçin Dron verisine Dayalı Sel ve Taşkın Modellemesi
Demirbilek	2018	İskenderun- Arsuz Arasındaki Kıyı Ovalarında Bozuk Drenaj Sahalarının Tespiti ve Çözüm Öneriler
Karaaslan	2018	Yıldız (Istranca) Dağları Güneydoğu Aklanının Hidrografyası
Polat	2019	Araç çayı havzasının uygulamalı hidrografyası
Karakum	2020	Alamansuyu Deresi Havzasının (Orta Kelkit Havzası) Hidrografyası

1. BÖLÜM

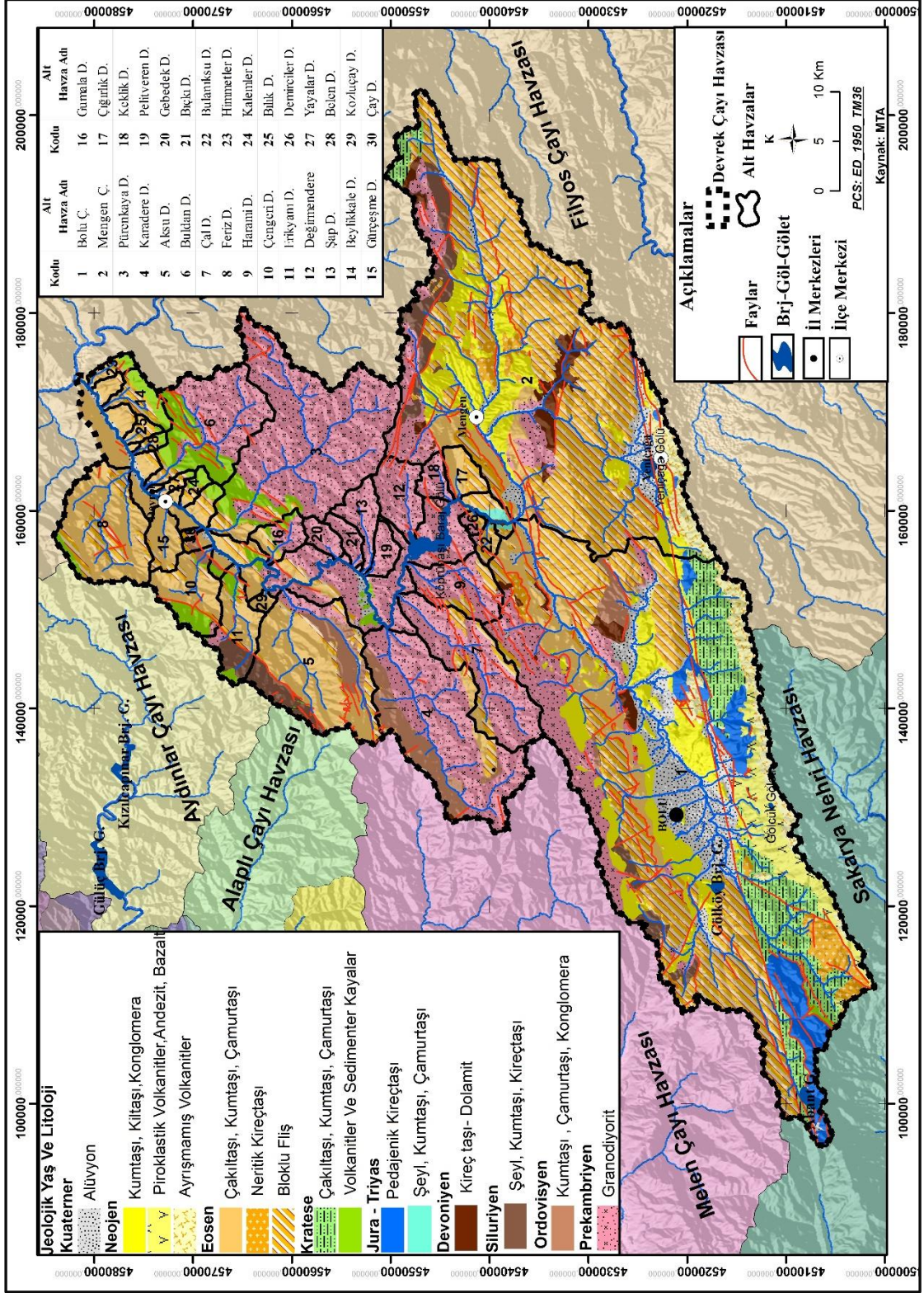
ARAŞTIRMA ALANININ DOĞAL ORTAM ÖZELLİKLERİ

1.1. JEOLJİK VE LİTOLOJİK ÖZELLİKLER

Çalışma sahasında Prekambriyen'den Kuvaterner'e kadar farklı jeolojik dönemlere ait çeşitli litolojik birimler bulunmaktadır. Sahanın en yaygın kayaç yapısı kumtaşı, çakıltaşı, konglomera istiflerinden meydana gelen fliş örtüleri ile volkanik bir kayaç olan granodiyoritlerdir. Havzada Prekambriyen ve Eosen dönemine ait araziler oldukça geniş yer kaplamaktadır (Harita 2).

Ana materyalin özelliği yüzeye düşen yağış suların yer içi sularına karışma durumu, yüzeysel akışa geçme derecesi gibi konularda belirleyici role sahiptir. Kumtaşı, kireçtaşı gibi geçirimli yüzeylerde yağış suları yer içi suları daha fazla beslerken kil oranı yüksek geçirimsiz marnlar üzerinde yağışlar çabucak yüzeysel akışa geçerek araziden uzaklaşmaktadır. Ayrıca bu tip sahalarda yüzeysel akışa bağlı olarak vadi sayısı artmaktadır. Çatlaklı kireçtaşlarının yaygın olduğu yüzeylerde neredeyse hiç yüzeysel akış olmadan yağışlar dikey yönde çatlaklar boyunca yer içi sularına karışmaktadır. Bu durum bu tip sahalarda zengin kaynak sularının oluşmasına katkı sağlamaktadır. Killi marnlar ise geçirimsiz bir yapıda olduklarından yağışların yer içi sulara karışımı güçleşmektedir. Bu nedenle marnlı sahalar kaynak sular yönünden fakir alanları meydana getirmektedir. Oluşabilen kaynakların ise debileri oldukça düşük olmakta ve mevsimlik koşullardan daha fazla etkilenmektedir.

Ana materyalin fiziksel ve kimyasal olarak parçalanmasıyla toprak oluşmaktadır, yani ana kaya toprak oluşmasındaki temel faktördür. Bazı kayaçlar gevşek malzemeli olabildiği gibi ayrışmaya karşı dirençli de olabilmektedir. Bu nedenle bazı yerlerde toprak oluşumu daha fazla zaman alırken bazen daha kısa sürebilmektedir. Ayrıca ana kayanın cinsi, mineralojik bileşimi, minerallerin iri veya ince taneli oluşu, killi veya kumlu oluşu, katı veya gevşek oluşu da toprak oluşumunu önemli derecede etkilediği gibi toprağın derinliğini, gözenekliliğini, besin maddesi ve su tutma kapasitesi üzerinde de etkiye sahiptir. Buna bağlı olarak bitki türlerinin gelişimi ve dağılışı değişiklik göstermektedir. Örneğin; granit ana kayalar ayrıştıklarında kumlu tekstür özelliğine sahip topraklar oluşturmaktadır.



Harita 2. Araştırma Alanının Jeoloji ve Litoloji Haritası

Kum gibi kaba unsurlardan oluşan toprakların geçirgenlikleri fazla, su tutma kabiliyetleri zayıftır. Bundan dolayı da yağış suları topraktan çabucak uzaklaşıp yer altı suyuna karışmaktadır. Bu gibi sahalarda bitkiler daha derinlere kök salarak sudan yararlanmak zorundadır. Ana kayası serpantin olan kayaçların ayrışması zordur ve ayrışma sonucu yüksek oranda magnezyum ve demir içermesinin yanında; nikel, kobalt ve krom gibi bazı bitki türleri üzerinde zehirleyici etki yapan ağır metallerce zengindir. Ayrıca fosfor ve potasyum gibi makro bitki besin elementlerince de fakirdir. Bünyesinde bulundurduğu minerallerin bitkiler üzerindeki zehirleyici etkisinden dolayı bu ana kayalar üzerinde bitki gelişimi oldukça zayıftır (Avcı, 2005).

1.1.1. Prekambriyen

Araştırma alanının orta kesiminde kabaca güneybatı-kuzeydoğu uzantılı geniş bir hat Prekamriyen olarak yaşlandırılmaktadır. Bu alan Yedigöller MP alanını da içine kapsayacak şekilde batıda Erenler Tepesi'nin batısından araştırma alanına dâhil olarak kuzeydoğuda Dömek Tepe civarından araştırma alanının ötesinde İncedere Havzası'na doğru devam etmektedir. Araştırma alanının en yaşlı arazisi olarak ortaya çıkan bu yüzeylerin litolojik birimi granodiyoritlerden oluşmaktadır (Fotoğraf 1).



Fotoğraf 1. Araştırma alanının en yaşlı arazisini oluşturan granodiyoritler, akarsular tarafından derince yarılarak engebeli bir topografya oluşturmuştur.

Temel arazinin sert kayaç yapısı akarsular tarafından derin bir şekilde işlenerek akarsu ağının oluşumuna yol açmıştır. Topografya üzerinde flüvyal etkinin eseri olarak ortaya çıkan oldukça eğimli vadi yamaçlarının geniş alan kapladığı engebeli bir yüzey oluşmuştur. Bu engebeli yüzeyin oluşumunda kuşkusuz litolojinin etkisi

bulunmaktadır. Orojenezin de etkisiyle eğimlenen topografya yüzeyinde litolojinin yüzeysel akışa katkısı sonucu bu geçirimsizliği zayıf arazilerin çokça yarılmasına yol açmaktadır. Oluşan bu topografya koşullarının bir sonucu olarak bu kesimde, yerleşim alanlarının asgari düzeye indiği ve geniş orman alanlarının geliştiği görülmektedir.

1.1.2. Paleozoik

Çalışma sahasında bu zaman diliminde Ordovisyen, Silüryen ve Devoniyen dönemlerine ait araziler bulunmaktadır. Kumtaşı, çamurtaşı ve konglomera gibi litolojik birimlere sahip Ordovisyen yaşlı araziler çalışma alanının batısında Yukarıyayla Tepesi ile Ahlatçı Tepesi arasında ve havzanın orta çığırında yer alan Tek Tepe civarında görülmektedir. Silüryen dönemine ait araziler araştırma alanın batısında Erenler Tepe ile Hacıoğlu Tepe, doğusunda ise Hocayolu ile Çakmaklı Tepeleri arasında dar bir alanda yer almaktadır. Dönemin hâkim kayalar kumtaşı, kum ve çakılın doğal çimento ile birleşmesi sonucu oluşan konglomera ve şeylden oluşmaktadır. Paleozoik zaman dilimine ait havzanın batısında Sivri Tepe civarında, Çağa Deresi yakınlarında ve ufak birimler halinde farklı birçok yer de bulunan son dönemi ise Devoniyen'dir. Bu dönemin litolojik birimleri kireçtaşı ve dolomitlerden meydana gelmektedir (Fotoğraf 2).



Fotoğraf 2. Araştırma alanının Gökçesu mevkiinde kireçtaşlarının adacık halinde yüzeylendiği görülmüştür.

1.1.3. Mesozoik

Triyas, Jura ve Kratese olmak üzere üç dönemden oluşan Mesozoik zaman diliminin tüm dönemleri araştırma alanında bulunmaktadır. Araştırma alanında bu zaman dilimine ait en geniş araziye sahip litolojik birim Kratese dönemine aittir. Kratese dönemine ait iki farklı litoloji görülmektedir. Çalışma sahasının kuzey kesiminde volkanitler ve sedimanter kayalar görülür iken doğusunda Bağlar Tepe civarında, güneyde Büyüksu yakınlarında ve Abant Gölü çevresinde de çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı istifli görülmektedir. Havzada Mesozoik zaman diliminde en az araziye sahip, şeyl, kumtaşı ve çamurtaşı litolojik birimlerinde oluşan ve Sarıkayalar Tepe yakınlarında görülen dönem Triyas'dır. Pedajenik kireçtaşlarının yer aldığı ve sahanın güney kesimlerinde özellikle Abant Gölü çevresinde yer alan dönem ise Jura'dır.

1.1.4. Senozoik

Senozoik Kuaterner ve Tersiyer olmak üzere iki ayrı bölümden oluşmaktadır. Tersiyer de kendi içinde Paleojen ve Neojen olarak iki ayrı alt devreye ayrılmaktadır. Kuaterner bölümü de alt devre olarak Holosen ve Pleyistosen'den oluşmaktadır.

1.1.4.1. Tersiyer

1.1.4.1.1. Paleojen

Sahada bu devreye ait Eosen bölümü görülmektedir. Eosen, çalışma sahasında üç farklı litolojik bölümü ile geniş arazi kaplamaktadır. Havzanın kuzey kesiminde yer alan Alınca Tepe ile Yukarıyayla Tepe arasında, Mengen ilçe merkezi civarında ve Bolu Çayı yakınların da ince bir hat şeklinde uzanan çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı gibi litolojik birimler Üst Kratese-Alt Eosen yaşlıdır. Araştırma alanının doğusunda da oldukça geniş yer kaplayan aynı zamanda sahanın kuzeyinde ve batısında da farklı dönemlerin arasında yer yer bulunan bloklu fliş gibi jeolojik birimler Üst Kratese-Paleosen yaşlıdır. Netritik kireçtaşı litolojik birimine sahip, Alt-Orta Eosen yaşlı araziler araştırma alanında Mengen Çayı civarında, Sarıkayalar tepe yakınlarında ve sahanın güney kesiminde yer alan Gölcük Tepe civarında görülmektedir.

1.1.4.1.2. Neojen

Çalışma sahasında bu devreye ait Alt-Orta Miyosen ve Pliyosen bölümleri görülmektedir. Havzada Alt- Orta Miyosene ait iki ayrı litolojik birim bulunmaktadır. Araştırma alanının güneydoğu kesiminde ince bir hat gibi uzanan Yeniçağa ilçe merkezi civarı ile Kocayanık Tepe arasında ayrışmamış volkanitler jeolojik birimi yer almaktadır. Hemen bu jeolojik birimin kuzeyinde, Gölcük ilçe merkezi yakınlarında Alt-Orta Miyosen dönemine ait piroklastik volkanitler, andezit ve bazalt gibi kayaç özelliklere sahip araziler bulunmaktadır. Pliyosen dönemi ise en fazla Mengen ilçe merkezi civarında görülmektedir. Aynı zaman da sahanın Büyüksu Deresi yakınlarında ve Bolu il merkezi civarında da yer almaktadır. Çalışma sahasında Pliyosen yaşlı araziler kumtaşı, kıltaşı, çamurtaşı gibi litolojik birimlere sahiptir (Fotoğraf 3).



Fotoğraf 3. Gökçesu civarında ince tabakalı flişler yol açmaları ile mostra vermiştir.

1.1.4.2. Kuaterner

Çalışma sahasında, Kuaterner bölümüne ait arazileri, akarsuların açtığı vadilerdeki alüvyonlar ve yamaç molozlarından oluşmaktadır. Geniş tabanlı vadilerde alüvyonlar, havzanın büyük akarsularından olan Büyüksu Deresi, Bolu Çayı, Mengen Çayı ve Devrek Çayı'nın açtığı vadilerde ise yamaç molozu görülmektedir (Fotoğraf 4-5). Bu alanlar üzerinde tarım arazileri ve yerleşim alanları yoğunluk kazanmaktadır.



Fotoğraf 4. Mudurnusuyu Deresi'nin oluşturduğu vadi boyunda derin yamaç molozları ve onlar arasında eski akarsu seviyelerine işaret olan alüvyon dolgular görülmektedir.



Fotoğraf 5. Mengen güneyinde Mengen-Yeniçağa yolu üzerinde Çağa Deresi'nin taşıdığı alüvyon dolgulu derin kolüvyal depolar yer almaktadır. Bu durum akarsu seviyesinin yükselme ve almasına işarettir.

1.2. JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER

Araştırma alanının jeomorfolojik birimleri, dağlık alanlar, platoluklar, ovalar ve vadiler olarak incelenmiştir (Harita 3).

1.2.1. Dağlık Alanlar

Ana yerşekillerinden biri olan dağlar, yer üzerinde çevresine göre belirgin yükselti farkının olduğu, genellikle dar ve derin vadilerin olduğu yüksek sahalardır.

Dağlık alanlar ise dağların geniş yer kapladığı, engebeli yüksek sahalar olarak karakterize edilmektedir (Hoşgören, 2011; Atalay, 2013). Ancak dağlık sahaların sınırlarının belirlenmesinde kesin bir ayırım bulunmamaktadır. Nitekim, Avrupa Birliği ortaklığı ile ipard programı (Katılım Öncesi Yardım Aracı'nın (Instrument for Pre-Accession Assistance-IPA) Kırsal Kalkınma Bileşeni) dahilinde Tarım ve Orman Bakanlığı'na Bağlı yatırım ve geliştirme destekleri sağlayan Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu tarafından yükseltisi 1000 metrenin üzerinde olan alanlar ile rakımı 500 m üzerinde olup ortalama eğimin %17'den fazla olduğu yerleri dağlık alan olarak kabul etmektedir (url-1). Bu nedenle araştırma alanında çevresine göre belirgin bir yükselti farkı bulunan sahalar ile akarsular tarafından derince yarılmış vadiler içeren engebeli topograyaya sahip yüzeyler dağlık alan olarak tanımlanmıştır. Devrek Çayı Havzası'nda yaşlı araziler olan (Granodiyoritler) ve akarsuların derin vadiler oluşturmasıyla ortaya çıkan Devrek yerleşmesi ile Dorukhan mevki arasında kalan geniş alanda eğimli sarp topografyaya sahip alanlar dağlık alanların geniş yer kapladığı yüzeylerdir. Havzanın doğuya doğru genişlediği kesimde havzayı Yenice ve Eskipazar çayı havzalarından ayırarak yüksek rakımlı dağlık alanlar aynı zamanda Mengen Çayı Havzası'nda Büyüksu Deresi ve kollarının kaynak sahalarını oluşturmaktadır.

Bolu Çayı Havzası'nın güney sınırında Köroğlu Dağları silsilesi dahilinde doğu-batı doğrultulu uzanışa sahip dağlık alanlar Bolu Çayı'na güneyden bağlanan akarsuların başlangıç noktalarıdır. Bolu Çayı Havzası'nın batısında Abant Dağları ile havzanın kuzeyinde yükselen Bolu Dağları yüksek rakımlı ve eğimli topografyası ile dağlık alan özelliği taşımaktadır.

Araştırma alanında jeomorfolojik birim olarak en fazla alan kapladığı görülen dağlık alanlar aynı zamanda meydana getirdiği topografya çeşitliliği ile ortam koşulları üzerinde doğrudan belirleyici olmaktadır. Atalay (2013), bir dağ yamacı boyunca her 100 m yükselti artışı ile yatay yönde 100 km gidilmişçesine ortamda değişim meydana gelmektedir. Bu nedenle dağ yamacı boyunca artan yükselti nedeniyle ortamın iklim koşullarında belirgin bir değişim görülmektedir. Bu durum toprak özelliklerini etkilediği gibi bitki türlerinin yamaç boyunca kademelenme yapmasını sağlamaktadır. Yükseltinin arttığı dağların yüksek kesimleri yağışın fazla olduğu yerler olması ile su kaynakları açısından zengin sahalardır. Çevresine göre daha düşük sıcaklık koşulları

ile evapotranspirasyonun azlığı ile su fazlası bulunan yerlerdir. Bu durum suların yüzeysel akışa geçme potansiyelini artırarak akarsu kurulumunun başlangıç yerleri olmaktadır. Araştırma alanında geniş alan kaplayan dağlık sahalarda eğimin ve yükseltinin fazla olduğu yerler hakimdir. Bu durum hidrografik koşullar üzerinde belirleyici olmaktadır. Eğim artışı ile akarsuların akış hızı, yük taşıma kapasitesi bunlara bağlı olarak ise aşındırma kuvveti artmaktadır (Atalay, 2016b). Eğimli yüzeylerden akış gösteren suların akış hızının fazla olması nedeniyle aşındırma gücü yüksektir. Bu sahalarda derin vadi oluşumu görülmektedir.

Dağlar, insanlar için birer rekreasyon alanı olarak yaz ve kış dönemine göre farklı etkinliklerin yapıldığı alanlardır. Yedigöller, Abant Gölü ve Gölcük Göleti Dağlık alan içindedir. Bu alanlar insanların doğa ile iç içe olduğu, şehir yaşam kültürünün getirdiği stresli ortamdan uzaklaşarak dinlenme fırsatı bulunduğu araştırma alanında dağların sunduğu önemli rekreasyon alanlarının başlıcalarıdır.

1.2.2. Platolar

Platolar, akarsular tarafından yarılmış dalgalı düzlükler olarak tanımlanmaktadır (Hoşgören, 2011; Atalay, 2013). Dalgalı düzlükler olması ile dağlardan, akarsular ile derin yarılmış olmaları ile ovalardan ayrılmaktadır. Platolar farklı yükseltilerde oluşabilmektedir. Araştırma alanında yükseltinin en düşük olduğu Devrek Çayı'nın ağız kesiminde vadi tabanı düzlüklerinin çevresinde genişleyen plato sahaları yine yükseltinin fazla olduğu Abant ve Mudurnusuyu'nun kaynak kesimlerinde dağlık sahalarda ortasında akarsular tarafından oluşturulmuştur. Araştırma alanında platoların Bolu Çayı Havzası'nda geniş alan kapladığı görülmektedir. Dağlık alanların alt sınırından Bolu Ovası'na kadar eğimin azaldığı dalgalı düzlükler halinde genişleyen platolar sahası, Bolu Çayı boyunca doğuya doğru uzamaktadır. Mengen Çayı Havzası'nda Yeniçağa civarında topografyanın sadeleştiği alan olan plato sahası havza sınırına kadar az eğimli halde yükselmektedir. Mengen Doğusunda Mengen Çayının kuzey ve güneyi boyunca genişleyen plato sahası, batıda Gökçesuya doğru Mengen Çayı kuzey ve güneyinde daralarak devam etmektedir. Mengen kuzeyinde Hızır Deresi vadisinden kuzeybatıya doğru kuşak halinde geliştiği görülen plato sahası Körtepe güneyinde Devrek Çayı'nda sonlanmaktadır.

Araştırma alanında gelişen plato sahaları litolojik birimler açısından incelendiğinde eosen ve neojen yaşlı flişler üzerinde olduğu gözlenmiştir. Gronodiyoritler üzerinde gelişimin oldukça sınırlı olduğu belirlenmiştir. Mengen kuzeyinden kuzeybatıya doğru kuşak halinde ilerleyen plato sahasının ise birbirine paralel uzanış gösteren iki fay nedeniyle oluşabildiği düşünülmektedir. Soğukoluk Tepe güneyinde yer alan bu faylar ve kırık hattı üzerinde kurulan akarsuyun subparalel kolları ile bu alana sokulum yapan plato sahası arasında büyük bir uyum söz konusudur. Plato sahalarının granodiyoritler üzerinde gelişmemesinin nedeni olarak bu kayaların aşınmaya daha dirençli olmaları nedeniyle topografyanın silikleşmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu nedenle bu birimler üzerinde kurulan akarsular derine aşındırma yaparak derin ve eğimli vadi yamaçlarıyla dağlık alanların oluşumuna yol açmaktadır.

Platoluk alanlarda eğimin dağlık alanlara göre belirgin bir azalma göstermesi ile akarsuların akış hızının azaldığı ve buna bağlı olarak aşındırma kuvvetinin kısmi zayıfladığı sahalardır. Daha sade topografya koşulları nedeniyle antropojenik sahaların genişlediği alanlara karşılık gelmektedir. Yeniçağa civarında havza sınırına kadar tarımsal faaliyetlerin artmasına ortam hazırlamaktadır. Toprak işlenmesinin bulunduğu yüzeylerde yağış sularının sızması kolaylaşmaktadır. Ancak şiddetli yağış koşullarında ise arazi degradasyonuna daha açık hale gelmektedir.

Havzada platolukalanlar genellikle yükseltinin çok olmadığı sahalardır. Bu nedenle yarıkurak koşulların belirlediği bu yüzeylerde karaçam ve meşe toplulukları için yetişme ortamı şartları daha uygundur. Bolu, Mengen ve Yeniçağa civarında karaçam ve meşelerin geniş alan kaplaması bu durumla yakından ilgilidir.

1.2.3. Ovalar

Ovalar, akarsular tarafından derince yarılmamış ve akarsuların menderesler yaparak aktığı düz veya çok az eğimli yüzeyler olarak tanımlanmaktadır (Hoşgören, 2011; Atalay, 2013). Araştırma alanında Bolu ve Yeniçağa ovaları bulunmaktadır. Her iki alan da KAF kuşağının oluşturduğu depresyon alanlarında oluşmuştur. Atalay (2013), çöküntü alanlarındaki ovalar, bu alandaki göl ortamında tortulların birikmesiyle meydana gelir. Tektonik oluk üzerinde oluşan bu alanda derin alüvyon birikimi söz konusudur. Ayrıca bu geniş alanı taşkın yatağı haline getirebilecek

düzyeyde bir akarsu potansiyeli bulunmamaktadır. Aynı doğrultuda bulunan Yeniçağa Gölü çevresinde akarsuların taşıdığı alüvyonların birikmesiyle oluşan ova alanı ile Bolu Ovası'nın oluşum mekanizmasının benzer olması muhtemel görölmektedir.

Bolu Ovası, Bolu Çayı Havzasının merkesinde bulunmektedir. Kuzey, batı ve güneyden gelen çok sayıda akarsu ovayı boydan boya geçen Bolu Çayı'na karışmaktadır. Bu akarsular aynı zamanda ovayı alüvyon ile beslemektedir. Bolu yerleşmesi bu ova üzerine kurulu vaziyettedir. Zirai faaliyetlerin yoğunluk kazandığı bir alan olmasına rağmen Bolu şehrinin alansal gelişimine bağlı olarak ovada tarımsal faaliyetler aleyhinde bir gelişim söz konusudur. Yeniçağa Gölü çevresinde oluşmuş olan düz alanlar araştırma alanında bulunan diğer bir ova alanıdır.

Ovalar akarsuların ağız kesimlerinde birikim yaptıkları alanlara karşılık gelmektedir. Bu alanlar aynı zamanda yükseltinin az olduğu yerler olması nedeniyle yağış değerlerinin çevre yükseltilere göre azaldığı alanlardır. Eğimin minimize olduğu bu sahalar düşen yağışın büyük bir bölümünün sızması için uygun şartlar sunar. Bu durum yağış sularının minimum düzeyde yüzeysel akışına yol açar. Ancak bu gibi yerlerde taban suyu seviyesi yüksek olmaktadır. Birikim sahaları olması nedeniyle fizyolojik derinlik maksimum seviyeye çıkmaktadır. Su isteği olan bitkiler taban suyu ile beslenebildiklerinden ovaların beşerî etkiden kutuldukları yerlerde yetişme ortamı bulmaktadır. Bu alanlar aynı zamanda tarımsal faaliyetlerin yoğunlaştığı alanlar olması nedeniyle su tüketiminin fazla olduğu sahalarıdır.

1.2.4. Vadiler

Bir akarsu yatağı ile bu yatağı her iki yandan sınırlayan doğal oluk vadi olarak tanımlanmaktadır (Hoşgörön, 2011). Araştırma alanında yaygın olarak görölen vadiler "V" şekilli vadi ile tabanlı vadidir. Akarsuların özellikle kaynak kesimlerinde derine aşındırma eğilimi olan akarsu yatakları "V" şekilli vadilerden oluşmaktadır. Bu vadilerin eğimi fazla olup potansiyel enerji gücü yüksektir. Yoğunluk kazandığı alanlarda sarp bir topografya gelişimi söz konusudur. Özellikle ayrışmaya karşı direnci yüksek litolojik birimler üzerinde bu görünüm daha yaygındır. Tabanlı vadiler ise yatak eğimin azaldığı yüzeylerde akarsuların fiziksel yük taşıma gücü zayıflar. Kaynak alanlarından gelen materyaller akarsuların düz bir alana ulaşması ile yüklerini

taşıyamaz ve birikim sahalarının oluşmasını sağlarlar. Böylece akarsu yaatağı üzerinde düz enine kesitin olduğu tabanlı vadiler meydana gelir.

Araştırma alanında her dizin düzeyinde gelişmekle birlikte 1., 2. ve 3. dizin düzeyinde olan akarsular “V” şekilli vadi oluşumunu sağlayan temel akarsu kollarıdır. Mengen Çayı, Bolu Çayı'nın yan kollarından olan Abant, Mudurnusuyu, Maldere ve Sazakiçi dereleri ile Devrek Çayı'nın aşağı çığırında tabanlı vadi oluşumun geliştiği alanlardır.

Vadiler buldukları çevreye göre daha nemli ortam şartları sağlarlar. Bu durum bazı bitkiler için korunaklı alanlar meydana getirir. Ayrıca suyun varlığı hidrofüt ve higrofüt türlerin ortamda yayılış yapmasını sağlamaktadır. Çevreye göre önemli yükselti farkı bulunması nedeniyle ortalama sıcaklıklar alçak vadi yamaçlarında daha yüksektir. Bu durum soğuğa hassas türler için izolasyon alanı oluşturur. Devrek Çayı vadisi boyunca yayılış gösteren Akdeniz Biyomuna ait kızılçam ve bazı maki elemanlarının yayılışı bu durumun göstergesi sayılabilir.

Vadilerin geometrik özellikleri suyun akış hızının göstergesi olması nedeniyle önemlidir. “V” şekilli vadilerde eğimin daha fazla olması nedeniyle düşen yağış suları ana akarsuda daha hızlı toplanıp drene olurken tabanlı vadinin yoğunluk kazandığı havzalarda eğimin düşüklüğü nedeniyle suların toplanma süresi uzamakta ve akış hızı azalmaktadır. Bu durumun havzaların özellikle aşağı çığırında taşkın oluşumu riskini artırdığı söylenebilir.

1.3. TOPOGRAFYA ÖZELLİKLERİ

Topografik özellikler (yükselti, bakı, eğim, dağların uzanış yönü) farklı iklim tiplerinin ortaya çıkmasında oldukça etkili faktörlerdir. Kısa mesafede değişiklik gösteren topografik özellikler iklimsel farklılıklar ve bitki örtüsü üzerinde etkili olmaktadır (Duran ve Günek, 2010). Bir ortamdaki yüzey şekillerinin değişimi yani yükselti değerlerinin farklılık göstermesi ve bakı faktörü, sıcaklık ve yağış gibi iklim parametrelerinde değişikliklere sebep olmaktadır. Bu değişikliklerde o ortamda bulunan flora ve faunayı doğrudan etkilemektedir.

Araştırma alanının sularını Filyos Çayı'na boşaltan Devrek Çayı ve kolları havzayı şekillendiren en önemli unsurdur. Devrek Çayı ve kollarının araziye

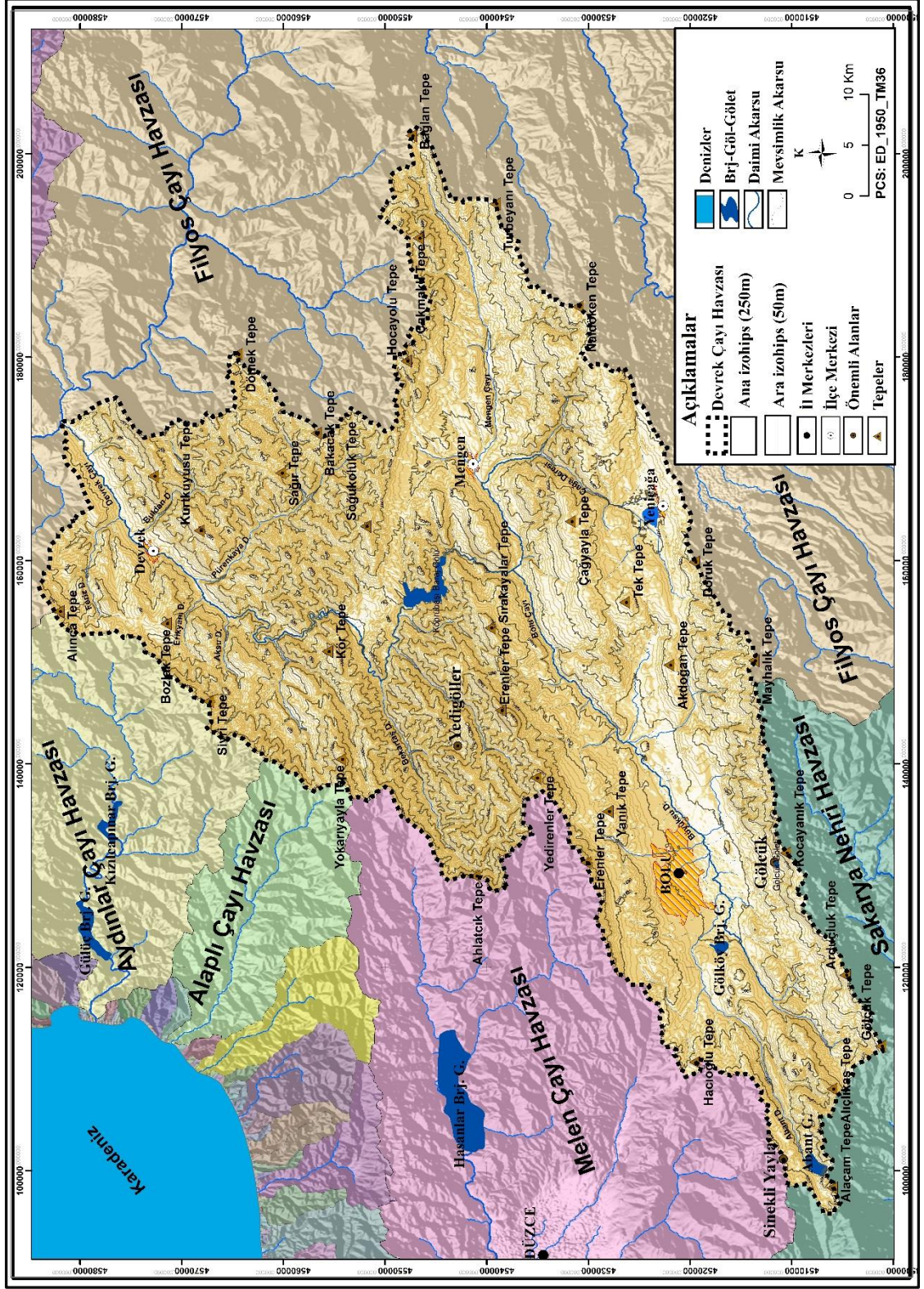
aşındırması sonucu ortaya çıkan vadi tabanları ile yüksek zirveler arasında önemli yükselti farkı bulunmaktadır. Bu yükselti farkları ortamın iklim değişkenlerini, toprak yapısını, sahada vejetasyon gelişimini ve hidrografik özellikleri etkilemektedir.

Araştırma alanı için oluşturulan topografya haritası (Harita 4) incelendiğinde sahanın kuzey kesimindeki izohipslerin güneye göre daha sık olduğu görülmektedir. Havzanın doğusunda yer alan Mengen Çayı civarında ve güneyinde Yeniçağa-Bolu hattında bulunan eş yükselti eğrileri arasındaki mesafe artmaktadır. Bu durum araştırma alanında kuzeyden güneye doğru eğimin azaldığı anlamına gelmektedir. Özellikle Mengen'in kuzeyinde yer alan (Devrek civarı) sahada eğimin artışına bağlı olarak meteorik kökenli suların yüzeysel akışa geçmesi akarsu debilerinde ani değişimlere neden olma potansiyeli taşımaktadır. Ayrıca eğim derecelerinin yüksek olduğu, arızalı topografyadan kaynağını alan akarsuların akış hızı yüksek ve taşıdığı yük miktarı da fazla olması beklenir. Ancak bu kesimde bitki örtüsünün sık olması nedeniyle özellikle erozyon üzerinde hafifletici etkisi bulunmaktadır (Fotoğraf 6).



Fotoğraf 6. Bitki kökleri bir ağ misali toprağa sarılarak arazi degradasyonunu minimum seviyeye düşürmektedir.

Bolu-Yeniçağa civarında eş yükselti eğrileri arasındaki mesafe artmaktadır. Bu alanda Bolu Ovası gibi düz alanlar yer almaktadır. Bu kesimler tarla tarımına uygun arazi özelliği taşımaktadır. Bu az eğimli hattın kuzey ve güneyinde yükselti eğrilerinin sıklaştığı yerler aynı zamanda akarsu havzasını sınırlandıran su bölümü çizgilerinin olduğu tepelik alanlara karşılık gelmektedir.



Harita 4. Araştırma Alanının Topografya Haritası

1.3.1. Yükselti

Arazi genel olarak tektonizmanın yönlendirici etkisi ile Devrek Çayı ve ona bağlı yan kolların aşındırma-taşıma ve biriktirme faaliyetleri sonucu şekillenmiştir. KAF sistemi dâhilinde oluşan Bolu-Mengen depresyon sahasında çevresine göre alçak rakımlı vadi enine profilinin geniş olduğu düz alanlar yer almaktadır. Bu oluğa yerleşen ana akarsuların akış yönü depresyon alanına uyumlu olarak akış göstermektedir. Benzer şekilde Yeniçağa civarı topografyanın sadeleştiği bir alandır. Bu alan ortalama yükseltinin fazla olduğu yüzeylerdir. Araştırma alanının güney kesiminde yükselti değişimi kademeli olarak gerçekleşmektedir. Kuzey kesiminde yani Bolu-Mengen hattının kuzeyinde yükselti değişimi ani gerçekleşmekte olup kısa mesafelerde ciddi yükselti değişimi görülmektedir. Yedigöller civarı topografyanın oldukça engebeli olduğu buna bağlı olarak yükselti değişiminin farklılaştığı bir sahadır (Fotoğraf 7).



Fotoğraf 7. Eğimli yamaçların geniş alan kapladığı sahada kısa mesafe içinde ciddi yükselti farkı oluşmaktadır. Bu durum ortam ekolojisini doğrudan etkilemektedir.

Alanın bu kesiminde bulunan Celedoruğu Tepesi araştırma alanının en yüksek noktasına karşılık gelmektedir. Yine Mengen-Devrek arasında akış göstererek Bolu Çayı'nın doğu yakası, batısında olduğu gibi topografyanın engebeli olduğu yüzeydir. Bu nedenle kısa mesafelerdeki yükselti değişimi bu alanlarda da görülmektedir. Akarsuların araziye aşındırması sonucu vadi enine profilinin dar olduğu derin vadiler meydana gelmiştir. Bu hızlı yükselti değişimi vejetasyonun kademelenmesine yol açmaktadır. Ayrıca ani yükselti değişimi nedeniyle ortaya çıkan yüksek eğimli sahalarda

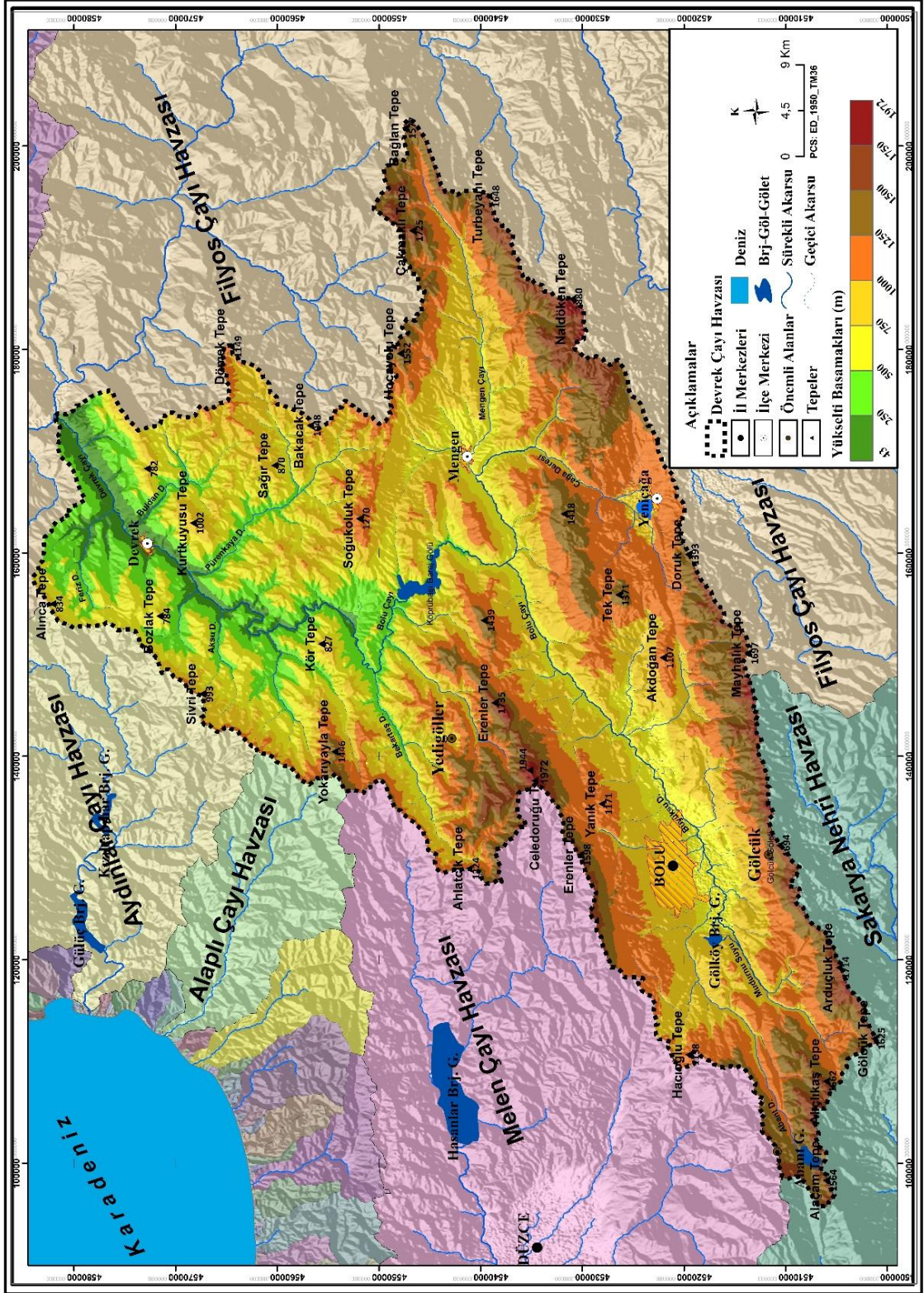
düşen meteorik kökenli suların hızlı yüzeysel akışa geçmesine neden olmaktadır. Ancak ortamın vejetasyon özellikleri bu durumun üzerinde belirleyici olmaktadır. Gür vejetasyon intersepsiyon etkisi ve yüzeyi örten litter katı ile suyun yüzeysel akışa geçme miktarına etki etmektedir. Vejetasyonun cılızlaştığı yerlerde ise intersepsiyon etkisi zayıflamaktadır.

Havzada en düşük yükselti değeri 43 m ile Devrek Çayı'nın Filyos Çayı'na bağlandığı vadi tabanıdır. Bolu, Mengen ve Devrek çaylarının vadi tabanları ile Bolu-Mengen depresyon sahasının çevresine göre yükseltinin düşük olduğu yerlerdir (Fotoğraf 8). Saha da en fazla yükselti değeri ise 1972 m'ye sahip Yedigöller bölgesinin batısında yer alan Celedoruğu Tepesi'dir. Çalışma alanında ortaya çıkan yükselti farkı ise 1929 metredir. Bu durum araştırma alanı içinde sıcaklık, yağış gibi iklim parametrelerinde değişikliklerin meydana gelmesine yol açarak ortamda hidrografik özellikler ile vejetasyon üzerinde doğrudan etki etmektedir.



Fotoğraf 8. Devrek Çayı Havzası'nın en düşük rakımlı olan sahada rakım 43 m olarak ölçülmüştür.

Araştırma sahasının akarsular tarafından yarılması sonucunda alanda dağlık alanlar geniş yer kaplamaktadır. Dağlık alanlar üzerinde çok sayıda tepe noktası bulunmaktadır. Araştırma alanında yer alan tepelerin bazıları şunlardır (Harita 5): Alınca Tepe (834 m), Bozlak Tepe (784 m), Sivri Tepe (993 m), Yukarıyayla Tepe (1446 m), Kör Tepe (827 m), Ahlatcık Tepe (1224 m), Erenler Tepe (1735 m), Sarıkayalar Tepe (1439 m), Yedirenler Tepe (1944 m), Celedoruğu Tepe (1972),



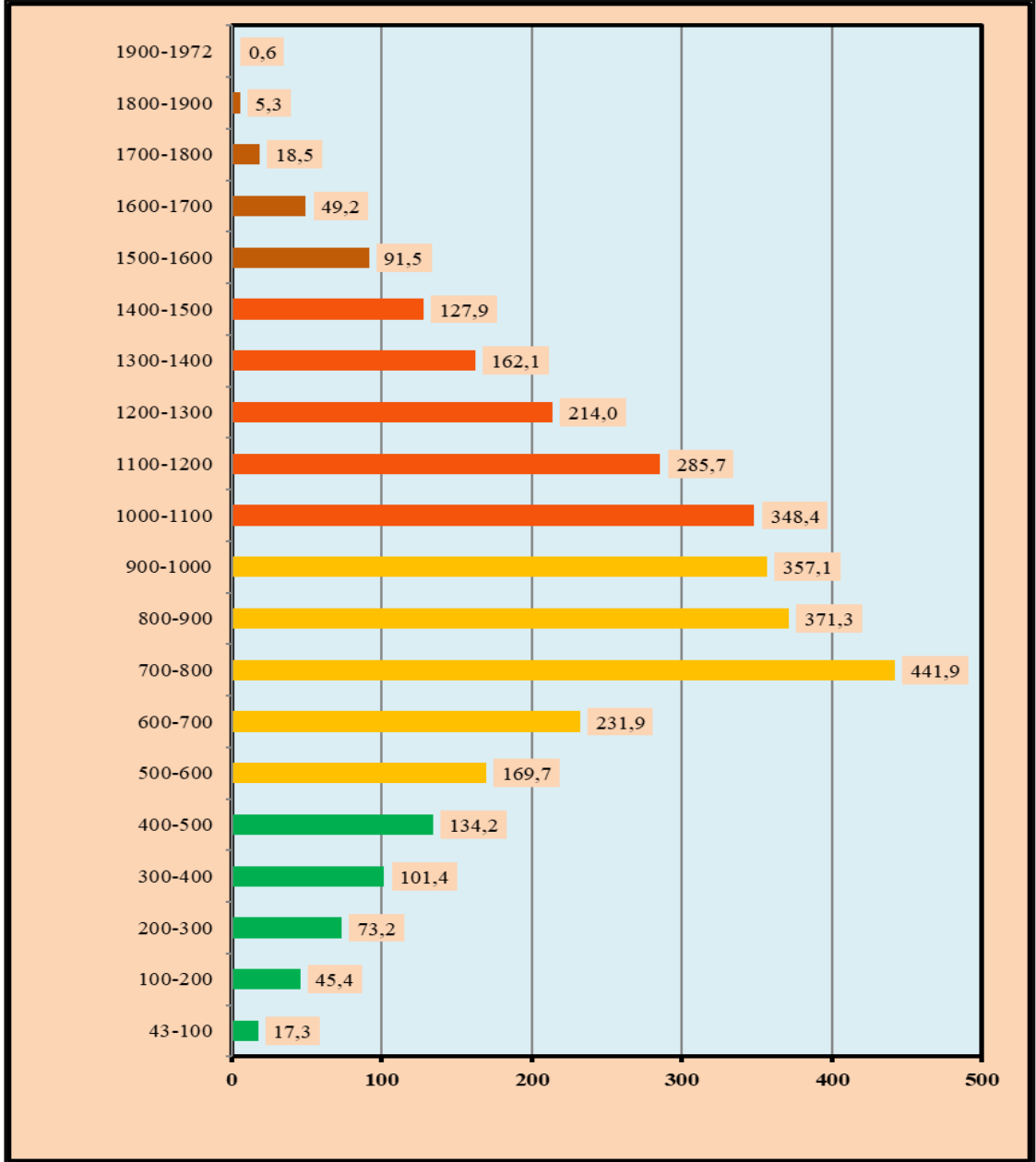
Harita 5. Araştırma Alanının Sayısal Yükselti Modeli Haritası

Erenler Tepe (1735 m), Yanık Tepe (1171 m), Hacıoğlu Tepe (1158 m), Alaçam Tepe (1564 m), Alıçlıkaş Tepe (1662 m) batı da, Doğmabaşı Tepe (782 m), Kurtkuyusu Tepe (1002 m), Dömek Tepe (1149 m), Sağır Tepe (870 m), Bakacak Tepe (1048 m), Soğukoluk Tepe (1270 m), Hocayolu Tepe (1552 m), Çakmaklı Tepe (1725 m), Bağlan Tepe (1577 m), Türbeyanı tepe (1648 m), Naldöken Tepe (1880 m), Çağyayla Tepe (1418m), Tek Tepe (1371 m), Akdoğan Tepe (1107 m), Doruk Tepe (1393 m), Mahyalık Tepe (1697 m), Kocayanık Tepe (1694 m), Arduçluk Tepe (1714 m) ve Gölcük Tepe (1625 m) örnek verilebilir.

Araştırma alanınının 100 metre aralıklı alansal verileri incelendiğinde; en az alanın 0,6 km² ile 1900-1972 m arasında olduğu görülmektedir. En fazla alanı ise 441,9 km² ile 700-800 m arasındadır. Yükselti alanı 600 ile 1300m arasında yoğunlaşmaktadır (Tablo 7; Şekil 1).

Tablo 7. Yükselti Basamaklarına Göre Alansal Dağılım.

Yükselti Basamağı	Alan (km ²)	%
1900-1972	0,6	0,02
1800-1900	5,3	0,16
1700-1800	18,5	0,57
1600-1700	49,2	1,51
1500-1600	91,5	2,82
1400-1500	127,9	3,94
1300-1400	162,1	4,99
1200-1300	214	6,59
1100-1200	285,7	8,8
1000-1100	348,4	10,73
900-1000	357,1	11
800-900	371,3	11,44
700-800	441,9	13,61
600-700	231,9	7,14
500-600	169,7	5,23
400-500	134,2	4,13
300-400	101,4	3,12
200-300	73,2	2,25
100-200	45,4	1,4
43-100	17,3	0,53



Şekil 1. Araştırma Alanının 100 metre Aralıklı Yükselti Frekans Histogramı.

Araştırma alanının yükselti frekans histogramlarından elde edilen verilere göre ortalama yükseltisinin fazla olduğu görülmektedir. Yükseltinin kademe kademe artış göstermesi bitki türlerinin dağılımını da etkilemektedir. Sıcaklığın arttığı Devrek Çayı vadi yamaçlarında olduğu gibi yer yer kızılçamlar (*Pinus brutia*) görülürken, yükselti arttıkça sıcaklık istekleri daha az olan sarıçamlar (*Pinus sylvestris*) yayılış göstermektedir. Havzada geniş vadi tabanları genellikle tarım alanı olarak kullanılmaktadır. Yükseltinin artmasıyla tarım ürünlerinde çeşitlilik azalmakta ve tarım ürünlerinin olgunlaşma süreleri uzamaktadır. Ayrıca yükselti arttıkça yağışlarda

artmaktadır. Yağış bitkiye yetişme mekânı oluşturan toprağa ulaşarak, bitkinin gerek duyduğu suyu sağlamaktadır. Bitkiler üzerindeki fizyolojik ve ekolojik etkileri dolaylı yoldan meydana gelmektedir. Bir yerin yıllık yağış miktarı kadar bu yağışın yıl içerisinde nasıl dağıldığı ve yağışın karakteri de bitkiler için oldukça önemlidir.

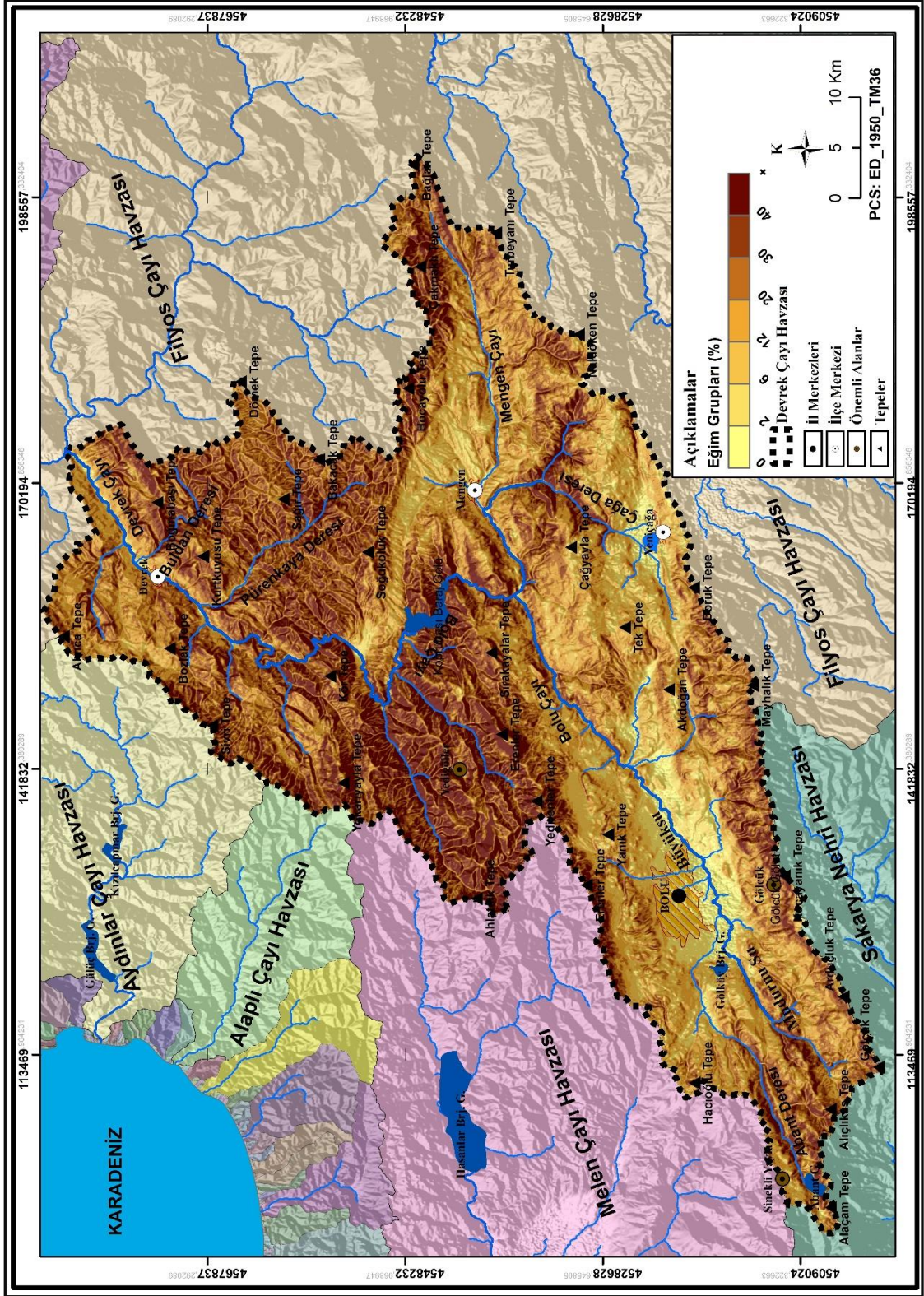
1.3.2. Eğim

Çalışma sahasının akarsular tarafından parçalanmış olması, tepelik alanların artmasına ve yükselti değişimlerinin kısa mesafelerde çok olmasına yol açmıştır. Devrek Çayı Havzasında yan kolların ana akarsuya kavuşma noktalarında eğimin diğer alanlara göre daha az olduğu görülmektedir. Yer yer bu alanların düz veya düze yakın olduğu söylenebilir (Fotoğraf 9).



Fotoğraf 9. Devrek Çayı Vadisi'nde fay dikliğinin önünde akarsuyun birikim yaptığı yerlerde geniş vadi tabanı düzlükleri meydana gelmiştir. Bu durum üzerinde faylanma ile yükselen dikliğin akarsuyun önünü kapatmasının rolü bulunmaktadır.

Vadi yamaçları ve sahada bulunan tepelik alanlarda eğim artmakta, plato yüzeylerinde ise hafif meyilli alanlar bulunmaktadır. Araştırma alanında eğimin özellikle Yedigöller mevki ve çevresi ile Pürenkaya Deresinin su toplama alanında çok yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum yöre halkının araziden yararlanma tercihini etkilemiştir. Eğimin çok fazla olduğu bu arızalı topografya yüzeylerinde neredeyse hiç daimî yerleşme ve orman dışı tarım alanı bulunmamaktadır. Bu nedenle araştırma alanının en yoğun ve bütüncül orman alanları bu kesimde topografya koşullarının bir sonucu olarak oluşmuş vaziyettedir (Harita 6).



Harita 6. Araştırma Alanının Eğim Haritası

Bir sahanın eğim durumu bitki örtüsü üzerinde oldukça önemli etkiye sahiptir. Eğimin artmasına bağlı olarak yamaç eteklerinde kolüvyal malzemenin birikimine uygun olan yerlerde bitki örtüsü gelişimi daha güçlü olabilirken üst yamaçlarda daha zayıf olmaktadır (Fotoğraf 10). Eğim değerleri büyüdükçe erozyon etkisi artmaktadır. Erozyon ise ana kayanın yüzeye çıkmasına, topraktan yoksun çıplak alanların yüzeylenmesine neden olmaktadır. Çünkü eğimin arttığı yerlerde ana kayadan aşındırılan materyal sürekli taşınmaktadır. Bu gibi yerlerde bitkiler cılızlaşmakta veya tamamen yok olmaktadır.



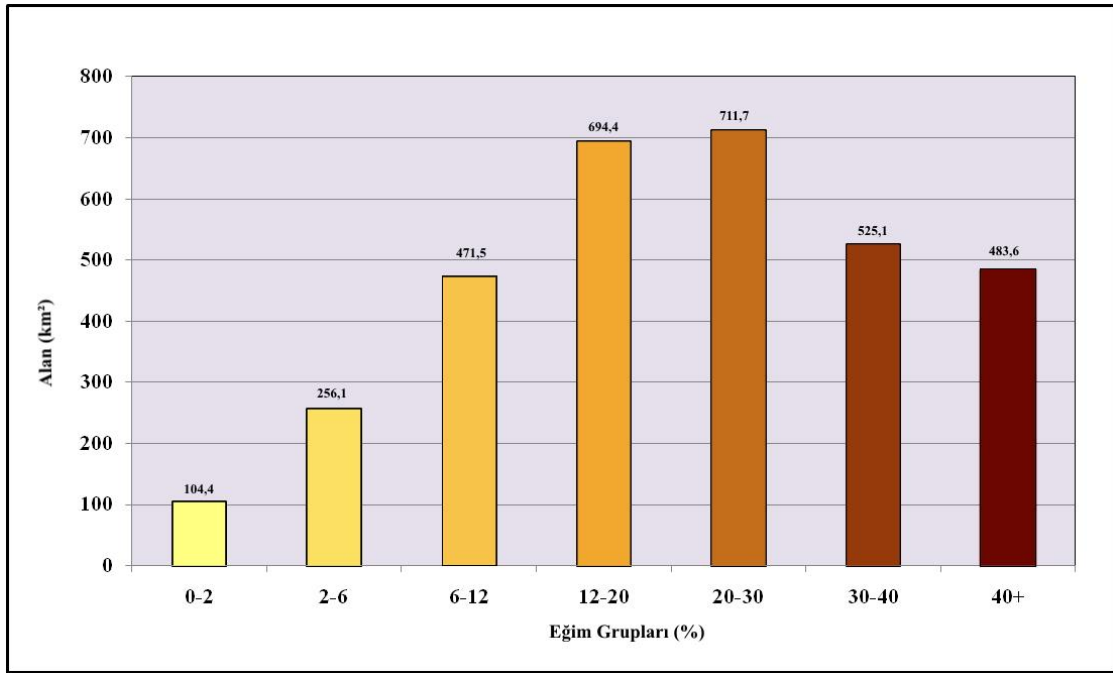
Fotoğraf 10. Yamaç eteklerinde oluşan kolüvyal depolarda fizyolojik derinlik artmaktadır.

Eğim toprak oluşumunu da etkileyen bir faktördür. Eğim sebebiyle gelişemeyen toprak katı, hızla süpürülmekte ve pedojenez (toprak oluşumu) kesintiye uğramaktadır. Bunun sonucunda bu sahalarda birikim katından yoksun topraklar meydana gelmektedir. Eğim durumuna bağlı olarak tepe noktası ile etek arasında toprak katenaları oluşmaktadır.

Araştırma alanında eğim 7 grup halinde % olarak sınıflandırılmıştır. Eğim grupları içerisinde havzada en fazla alan kaplayan grup 20-30 kategorisidir. Sahanın %21,9'una tekabül eden bu değer, 711,5 km²'lik bir alan kaplamaktadır. Bu durum arazinin sarp topografyasını yansıtmaktadır. 0-2 eğim grubu 104,2 km²'lik bir alan kaplayarak havzada en az eğime sahip alanları oluşturmaktadır. Çalışma sahasında 2-6 (256,1 km²) olan grup %7,9; 6-12 (471,4km²) olan grup %14,5; 12-20 (694,4 km²) olan grup %21,4; 30-40 (525,1 km²) olan grup %16,2; 40+ (483,5 km²) olan grup ise %14,9 alan kapladığı görülmektedir (Tablo 8: Şekil 2).

Tablo 8. Araştırma Alanında Eğitim Gruplarının Dağılışı

Eğitim Grupları	Alan (km ²)	Alan (%)
0-2	104,2	3,2
2-6	256,1	7,9
6-12	471,4	14,5
12-20	694,4	21,4
20-30	711,5	21,9
30-40	525,1	16,2
40+	483,5	14,9
Toplam	3246,2	100



Şekil 2. Araştırma Alanında Eğitim Gruplarının Alansal Dağılışı.

1.3.3. Bakı

Bakı faktörü, bir bölgeye gelen güneş ışınlarının geliş açısıyla ilgilidir. Bu nedenle o bölgedeki sıcaklık, yağış ve nem koşulları üzerinde oldukça etkilidir. Ayrıca aynı bölgede yer alan dağların güneye ve kuzeye bakan iki yamaç arasında belirgin farkların oluşmasının sonucu olarak bitki örtüsü üzerinde etkiye sahiptir. Kuzeye bakan yamaçlarda güneşlenme süresi kısa ve güneş ışınları eğik açılarla geldiği için ışık isteği az olan bitkiler yayılım göstermektedir. Güney bakıya sahip alanlarda ise ışık isteği fazla olan bitkiler bulunmaktadır. Çünkü güneşlenme süresi uzun ve güneş ışınları dik açıyla gelmektedir (Fotoğraf 11).



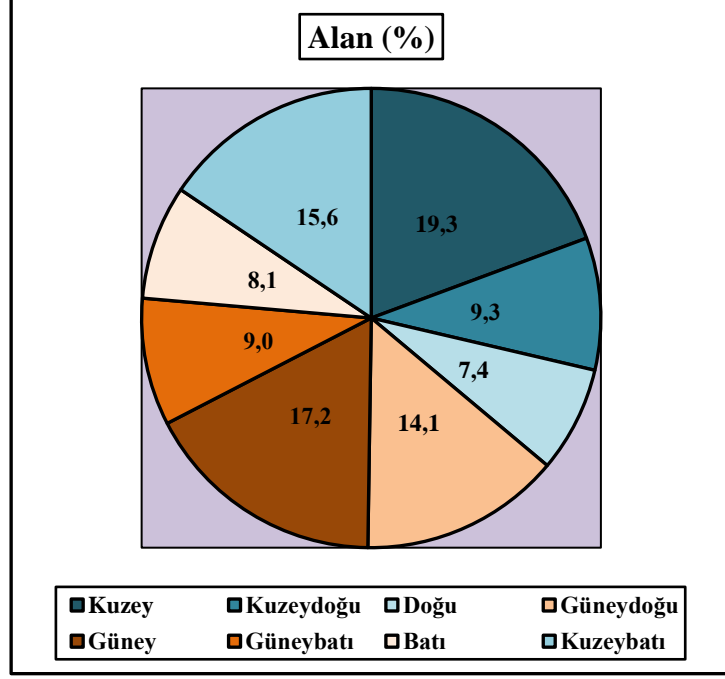
Fotoğraf 11. Eskiçağa civarında yarıkurak ortamda kuzeyli bakıda gelişmiş karaçam ormanı bulunurken bakının güneye dönmesi ile sahanın bitki örtüsü çalı ve ağaççıklara geçiş yapmaktadır.

Bakı, suyun bularlaşma yoluyla ortamdan uzaklaşması yanında suya olan ihtiyacın farklılaşması nedeniyle hidrografik koşullarda değişimlerin ortaya çıkmasına neden olur. Öyle ki litolojisi, toprak tipi ve yağış değeri benzer olan bir sahada güneye bakan yamaçta kuzey yamaca göre topraktaki su açığı, bitkilerin suya olan ihtiyacı, yüzey buharlaşması gibi etkenler artmakta böylece düşen yağışların akarsulara karışma düzeyi azalmaktadır (Harita 7).

Araştırma sahasının bakısı değerlendirildiğinde kuzeye bakan alanların fazla olduğu görülmektedir. Havzanın %15,6'sı kuzeybatı (505,2 km²), %19,3'ü kuzey (628,0 km²), %9,3'ü kuzeydoğu (302,2 km²), %7,4'ü doğu (241,7 km²), %14,1'i güneydoğu (458,9 km²), %17,2'si güney (557,6 km²), %9'u güneybatı (291,1 km²), %8,1'i batı (261,5 km²) bakılı olmak üzere (Tablo 9: Şekil 3) kuzeyli bakıların oranı %51,7 iken, güneyli bakıların oranı %48,3'tür (Tablo 10: Şekil 4).

Tablo 9. Araştırma Alanında Bakı Yönlerinin Alansal Dağılışı

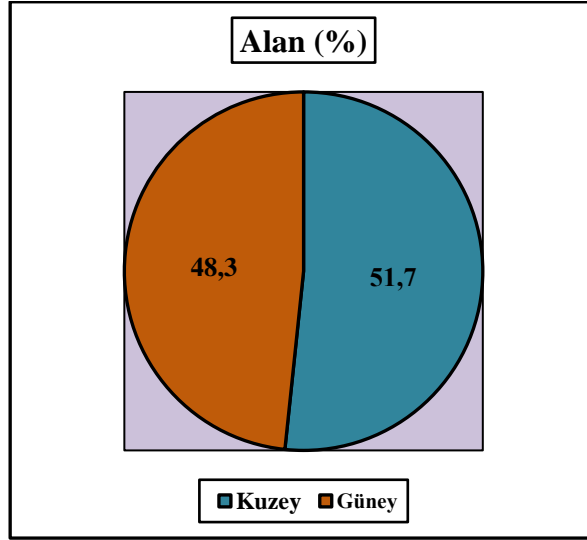
Bakı Yönü	Alan (km ²)	Alan (%)
Kuzey	628	19,3
Kuzeydoğu	302,2	9,3
Doğu	241,7	7,4
Güneydoğu	458,9	14,1
Güney	557,6	17,2
Güneybatı	291,1	9
Batı	261,5	8,1
Kuzeybatı	505,2	15,6
Toplam Alan	3246,2	100



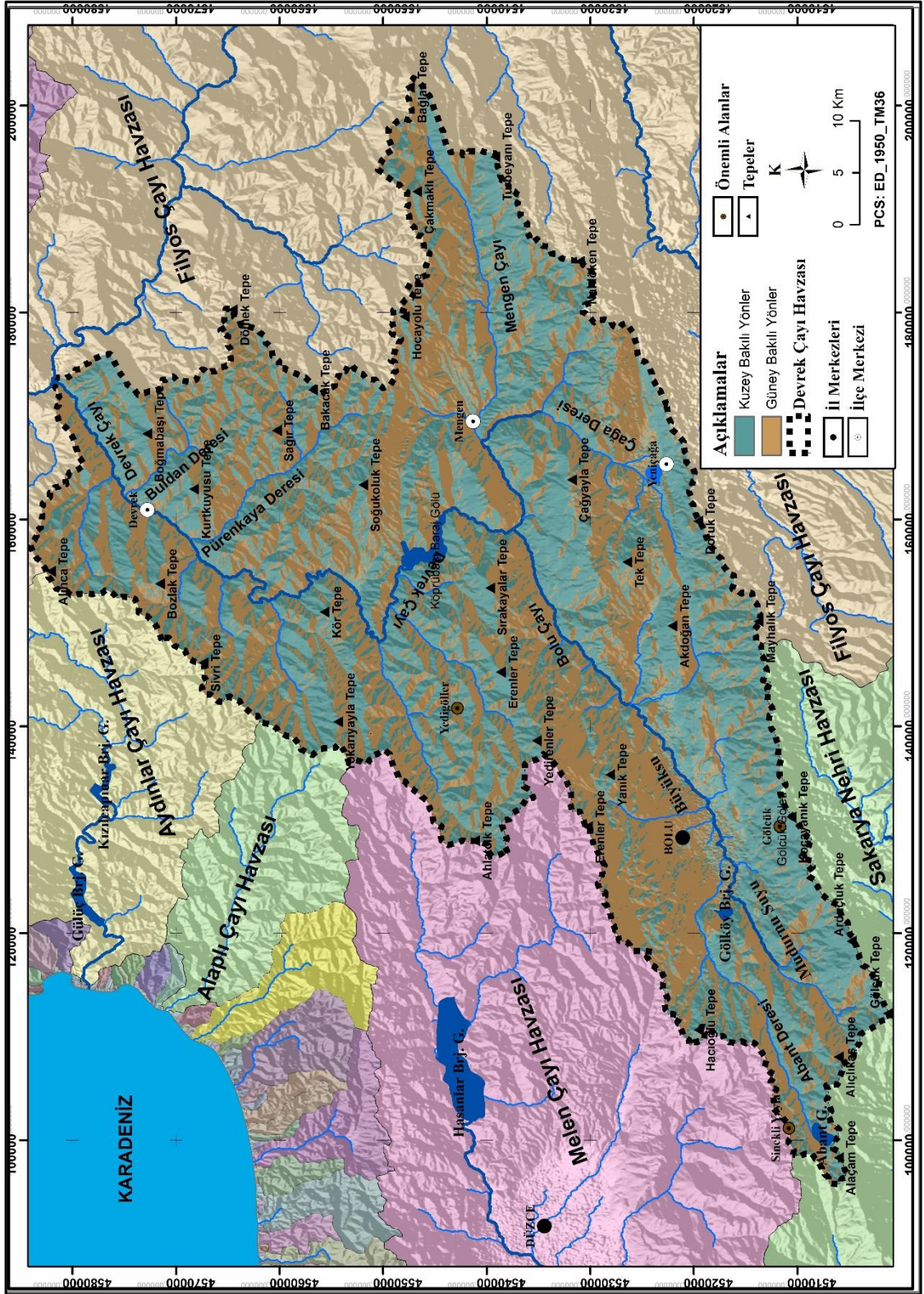
Şekil 3. Araştırma Alanının Bakı Yönlerinin Oransal Dağılımı.

Tablo 10. Araştırma Alanında Kuzey- Güney Bakıların Alansal Dağılışı

Bakı Yönü	Alan (km ²)	Alan (%)
Kuzey	1677,1	51,7
Güney	1569,1	48,3



Şekil 4. Araştırma Alanında Kuzey- Güney Bakı Yönlerinin Oransal Dağılımı.



Harita 7. Araştırma Alanının Bakı Haritası.

1.3.4. Dağların Uzanış Doğrultusu

Dağların uzanış yönü; iklimi, hava kütlelerinin etkisini, toprak özelliklerini, toprak kalınlığını, toprağın pH'ını, vejetasyon özelliklerini, vejetasyon süresini, ormanın varlığını, orman verimliliğini, ormanın kuru ya da nemli olmasını, hidrografyayı etkilemektedir. Karadeniz kıyı kuşağında nemli-yağışlı Karadeniz ikliminin görülmesi hava kütlelerinin yönü, dağların uzanışı doğrultusu ve yükselti ile ilgilidir (Coşkun, 2017). Karadeniz kıyı ardı kuşakta ise yağışın kıyıya göre ciddi seviyelerde azalması kıyıya yakın dağ sıralarının kıyı çizgisiyle paralel yönde uzanış göstermesiyle ilgilidir. Karadeniz üzerinden gelen nemli hava kütleleri kıyı dağları boyunca yükselmesiyle havada bulunan nem doyma noktasına ulaşarak Karadeniz kıyı kuşağına bol miktarda yağış bırakmaktadır. Hava kütleleri kıyı dağlarını aştıklarında nemini kaybederek yağış durumundan uzaklaşmaktadır. Bu nedenle Karadeniz ardı kuşağı yağış gölgesinde kalmaktadır. Bu durum kıyı kuşağı ile ardı kuşağın ortam ekolojisinde önemli değişimleri beraberinde getirmektedir.

Çalışma sahasında genel olarak dağlar doğu-batı yönlü uzanışa sahiptir. Bolu Dağları araştırma alanı sınırları içerisinde yer almaktadır. Ayrıca sahanın güney sınırında bulunan tepeler Koroğlu Dağları'nın uzantılarıdır. Kuzeyden gelen denizel nemli hava sayesinde dağların kuzey yamaçları daha nemli bir ortam oluştururken, güney yamaçları ise yağış gölgesinde kalmasından dolayı daha az nemli olmaktadır. Bu nedenle dağların kuzey ve güney yamaçlarındaki bitki toplulukları da değişiklik göstermektedir. Örneğin Devrek civarında kuzey yamaçlarda doğu kayını (*Fagus orientalis*), adi gürgen (*Carpinus betulus*), doğu gürgeni (*Carpinus orientalis*) görülürken Mengen civarında güney yamaçlarda meşe (*Quercus*) ve karaçam (*Pinus nigra*) türleri oldukça yaygın yayılış göstermektedir. Ayrıca akarsular tarafından yarılan vadiler, nemli hava için iç kesimlere sokulum yolu oluşturmaktadır. Vadi içlerinde tahribatın olmadığı yamaçlarda nemsil bitki türleri görülmektedir.

1.3.5. Arazinin Yarıлма Derecesi

Arazinin yarıлма derecesi vejetasyonun dağılışında etkili olan faktörlerden biridir (Fotoğraf 12). Çalışma sahasının en yüksek noktası 1972 m ile Celedoruğu Tepe iken en alçak noktası ise 43 m ile Devrek Çayı'nın Filyos Çayı'na birleştiği vadi tabanı oluşturmaktadır. Bu iki nokta arasındaki yükselti farkı 1929 m'dir. Havzanın

kuzeyi Devrek Çayı ve kolları, doğusu Mengen Çayı ve kolları, güneyi ise Bolu Çayı ve kolları tarafından işlenmektedir.



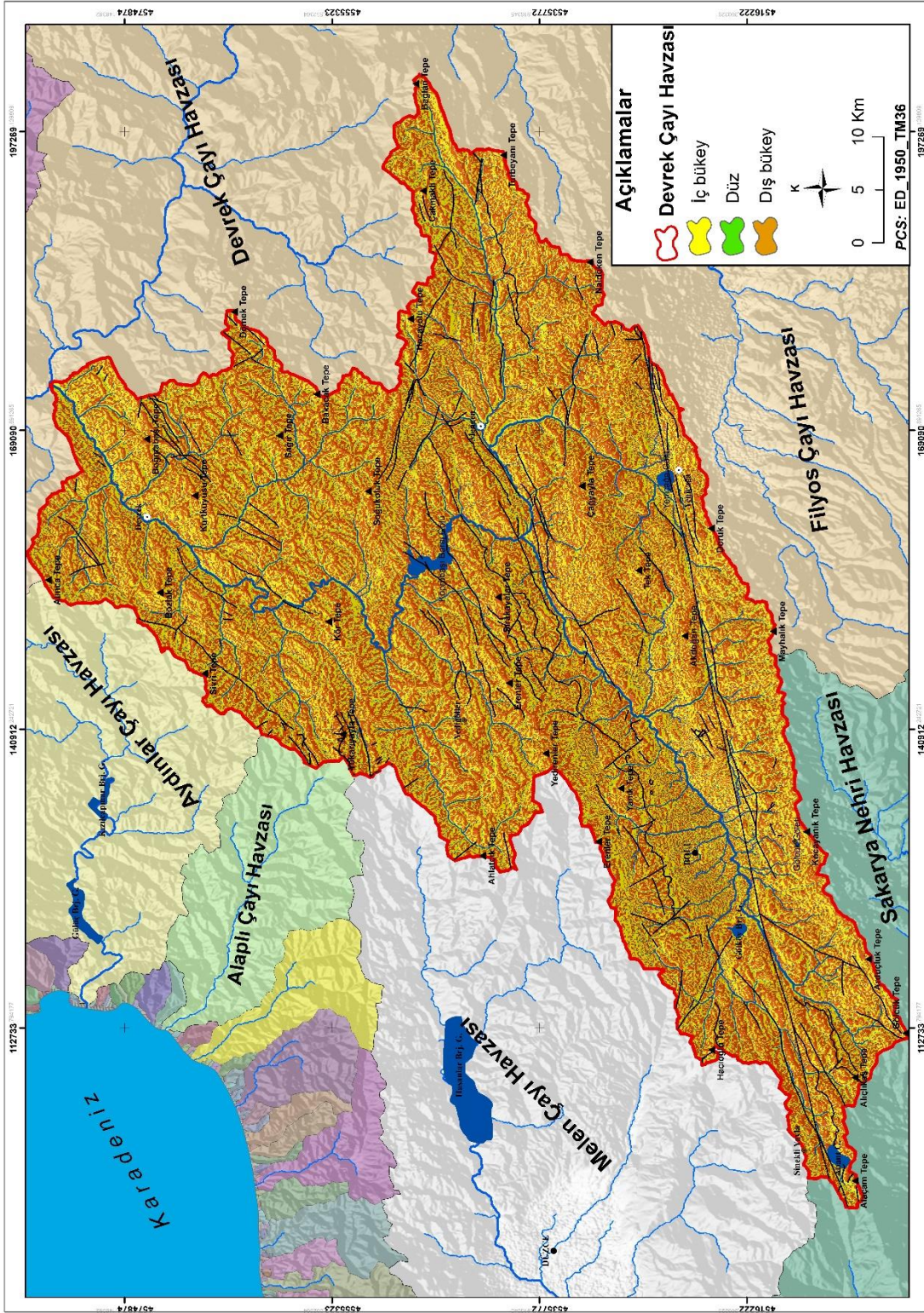
Fotoğraf 12. Arazinin yarıлма derecesi aynı zamanda yükselti, eğim ve bakı etkisi ortaya çıkararak kısa mesafelerde ortam çeşitliliği sağlarlar. Bu nedenle farklı ortam koşulları farklı bitki türlerinin yayılış yapmasına olanak verir. Alçak sahada maki, orta yamaçlarda meşe, üst yamaçlarda karaçamların varlığı arazinin yarılmasının bir sonucu olarak gelişmektedir.

Havzada arazinin yarılması hava kütlelerinin yer değiştirmesiyle oluşan rüzgârın kara üzerinde yönlenmesine yol almaktadır. Böylece havanın özelliğine göre vadiler boyunca ortam koşulları değişmektedir. Nitekim Bolu ve Mengen çaylarının birleşim alanına kadar Devrek Çayı vadisinde denizel etki daha fazla hissedilirken Mengen ve Bolu çaylarının oluşturduğu vadilerde ise etki kademeli olarak azalmaktadır. Çalışma sahasında, Devrek Çayı'nın yardığı vadiler denizel etkinin sokulmasıyla nemli bir özellik kazanmakta ve nem isteğı yüksek bitkilerin gelişmesine neden olmaktadır. Ayrıca bu vadilerin düz ve düze yakın yerlerinde tarla tarımına uygun araziler bulunmaktadır. Denizel etkinin sokulduğu nemli özellik taşıyan alanlarda doğu kayını (*Fagus orientalis*), gümüşü ıhlamur (*Tilia tomentosa*), kafkas ıhlamuru (*Tilia rubra*), adi gürgen (*Carpinus betulus*) gibi nemcil türler yayılış yaparken denizel etkinin sokulamadığı yerlerde ise karaçam (*Pinus nigra*), meşe (*Quercus sp.*) toplulukları görülmektedir.

1.3.6. Topografyanın Eğrilik Durumu

Topografyanın eğrilik durumu bir havzada topografyanın nasıl şekillendiği hakkında fikir vermektedir. Yani havzadaki yamaçların iç bükey (konkav), dış bükey (konveks) ya da yatay özellik göstermeleri doğrultusunda havzanın erozyonal gelişimi, litoloji ve rölyef özellikleri hakkında önem taşımaktadır. Bir sahada iç bükey alanların fazla yer kaplaması o sahanın olgun ve yaşlı topografya sahip olduğunu gösterirken, dış bükey alanların geniş yer kaplaması ise topografyanın genç olduğunu göstermektedir (Wilson ve Gallant, 2000). İç bükey (konkav) ve dış bükey (konveks) alanların birbirine yakın değerlere sahip olması, sahanın ileri gençlik ve olgunluk safhasında olduğunu işaret etmektedir (Scheidegger, 1991; Ekinci, 2011).

Araştırma alanında düşük eğimli sahalarda iç bükey alanlar görülmektedir. İç bükey (konkav) yüzeylerde aşındırmanın ileri seviyeye ulaşmasına bağlı olarak birikim faaliyetlerinin arttığı saha basık topografya görünümüne sahiptir. Havzada dik yamaçlı, derin vadili yüzeyler ise dış bükey (konveks) alanlara örnek verilebilir. Dış bükey alanlarda ise aşınım gücünün artmasından dolayı derin vadi oluşumu gözlemlenmektedir (Harita 8). Havzada dışbükey yüzeyler %50,8 içbükey yüzeyler %48,6 düz alanlar ise %0,6 oranında alan kaplamaktadır. Havzada içbükey ve dışbükey alanların birbirine yakın oranda alan kaplamaktadır. Bu durum topografyanın eğrilik durumuna göre havzanın ileri gençlik ve olgunluk safhasında olduğuna işaret etmektedir.



Harita 8. Araştırma Alanının Eğrilik Haritası

1.4. İKLİM ÖZELLİKLERİ

1.4.1. İklim Üzerinde Etkili Faktörler

Dünya iklimlerinin yapısı genel olarak bulunan yerin konum özelliklerine ve atmosfer sirkülasyonuna bağlıdır. Bu nedenle yüksek dereceli enlemlerde kutup ve kutup altı iklimler görülürken, orta enlemlerde ılıman iklimler, tropikal bölgelerde ise ekvatorial ve tropikal iklimler görülmektedir (Koçman, 1984; Bayrakdar, 2006; Erol, 2014).

Bir bölgenin iklim şartları üzerinde planeter ve coğrafi faktörler etkili olmaktadır. Bu nedenle de araştırma alanının iklim özellikleri açıklanırken planeter ve coğrafi faktörler üzerinde durulmuştur.

1.4.1.1. Planeter Faktörler

Türkiye Orta Kuşak ve Akdeniz iklim bölgesinde yer almaktadır. Hava kütleleri bakımından ele alındığında herhangi bir hava kütesinin kaynağını teşkil etmemektedir. Bu nedenle mevsimlere göre farklı bölgelerden gelen hava kütlelerinin etkisi altına girer. Yazın güneyden gelen tropikal kökenli hava kütlelerinin, kışın ise kuzeyden gelen polar hava kütlelerinin etkisi altında kalmaktadır. Kuzey ve güneyden gelen bu hava kütlelerinin ülkemize gelene kadar kaynak sahasında sahip olduğu ana özelliklerinde birtakım değişiklikler olmaktadır. Yaz aylarında Sahra üzerinden gelen tropikal hava kütlesi Akdeniz üzerinden geçerken nem toplar ve bu nemi ülkemizin güney kesimine taşımaktadır. Aynı zamanda Azor yüksek basınç alanından kaynağını alan hava kütlesi yol boyunca nem kaybına uğramasına rağmen ülkemizin kuzey kesimine nemli hava taşımaktadır. Ülkemizde kış mevsiminde hem maritime polar (mp) hem de continental polar (cp) hava kütlelerinin etkisi görülmektedir (Atalay, 2010). Türkiye'nin yağış rejimindeki ve sıcaklık değişimlerinde bu hava kütlelerinin karakterleri ve izledikleri yol boyunca topladıkları nem kapasiteleri önemli rol oynamaktadır.

Araştırma alanının bulunduğu saha, kış mevsiminde güneyden gelen tropikal hava kütlesi ile kuzeybatıdan gelen polar hava kütesinin karşılaşması sonucunda planeter polar cepheyi meydana getirmektedir. Bunun sonucunda bölgenin kıyı kesimleri yağmur, yüksek kesimleri ise kar olarak yağış alır. Yaz mevsiminin başlangıcına kadar bu yağışlar devam etmektedir. Yaz aylarında ise Asor

antisiklonunun genişlemesine bağlı olarak tropikal kökenli hava kütlesinin etkisi altına girmektedir. Bu sebeple bölgede sıcaklıklar yükselir ve yağışlar azalır. Aynı zamanda yaz mevsiminde kuzeye çekilmiş olan polar cephe zaman zaman Batı Karadeniz Bölümü'n kısmen etkisi altına alarak kısa süreli yağışlara neden olabilir (Atalay, 1992).

1.4.1.2. Coğrafi Faktörler

Farklı iklim koşullarının oluşmasında topografya, denizlere olan uzaklık ve yakınlık gibi birçok faktör etkilidir. Ülkemizin arızalı bir topografyaya sahip olması yerel iklim koşullarını ortaya çıkartmaktadır (Atalay, 2010).

Dağların uzanış doğrultuları ve baktıkları yn bir bölgenin iklimi üzerinde oldukça etkili olmaktadır. Devrek ayı Havzası'nın güneyinde Elmacık Dağı, Abant Dağları, Köroğlu Dağları ile doğusu da Gökçeler Dağı, Dikmen Dağı, batı ve kuzeybatıda ise Bolu dağları ve Akçakoca Dağları yer almaktadır. Bu nedenle farklı yükseltilere sahip dağ ve tepeler havzanın i kesimi ile çevresi arasında iklim açısından farklılıklara yol açmaktadır. Havzanın yukarı ığırı Karadeniz kıyısına yaklaşık 30 km mesafededir. Bunun sonucunda denizden gelen nemli hava kısa sürede çalışma sahasına ulaşmaktadır.

1.4.2. İklım Elemanları

Sıcaklık, basınç, rüzgâr, nem ve yağış gibi iklimi oluşturan elemanlar birbiri ile alakalı atmosfer olaylarıdır. İklım elemanlarının bölgeden bölgeye farklılık göstermesi flora ve fauna üzerinde oldukça etkilidir (Dönmez, 1990; Türkeş, 2010).

Coğrafi çevrenin şekillenmesinde etkili olan iklim, kayaçlar da fiziksel ve kimyasal ayrışmaya ve bunun sonucunda da toprak oluşumunda önemli bir etkiye sahiptir. Ayrıca sahanın topografik yapısının şekillenmesinde, akarsu tipleri ve rejimleri üzerinde, bitki örtüsünün tür zenginliği, dağılışı ve gelişiminde, insanların yeryüzündeki dağılışları, yaşam biçimleri ve ekonomik faaliyetlerine kadar etkili olan bir bilim alanıdır (Erol, 2014; Atalay ve Efe, 2015).

Araştırma alanında iklim elemanlarının, havzanın hidrografik su bilançosu üzerindeki etkisini, bitkilerin gelişimi ve dağılışı üzerindeki etkilerini, toprak oluşum süreçleri üzerindeki etkisini tespit etmek amaçlanmıştır. Çalışma sahasında bulunan 5

istasyonda ölçümlenen verilere göre iklim elemanlarının havza üzerindeki etkisi aşağıda sırasıyla verilen başlıklar doğrultusunda incelenmiştir.

1.4.2.1. Sıcaklık

Ülkemiz genelinde; güneş ışınlarının gelme açısı, topografya, havadaki bağıl nem, bitki örtüsü ve karasallık, sıcaklık ve sıcaklığın yıl içinde değişmesi üzerinde oldukça etkilidir (Atalay, 2010).

Akarsuların akım ve rejimini sıcaklıkların artışı ya da azalışı etkilemektedir. İlkbahar da sıcaklığın artması ve karların erimesi araştırma alanındaki akarsuların akımında artışa neden olmaktadır. Kış mevsiminde ise düşük sıcaklıklar ve kar yağışlarında düşük akımlar görülmektedir. Yaz aylarında yağışın azlığı ve sıcaklığın artışı akarsuların akımlarını düşürmektedir. Aynı zaman da bazı akarsu kollarının kuruma sürecine girmesinde de sıcaklık etkili olmaktadır.

Sıcaklık, havzada bulunan birbirinden farklı sıcaklık isteklerine sahip bitki türleri üzerinde de oldukça etkilidir. Araştırma alanındaki yükselti farkı, sıcaklık farklarını ortaya çıkarmaktadır. Yükseltiyeye bağlı olarak sıcaklıkların düşmesi bitki örtüsünün yamaçlarda kademe kademe farklılık göstermesine neden olmaktadır. Ayrıca yıl içerisinde sıcaklıkların değişimi vejetasyon döneminin başlangıç ve bitiş zamanları üzerinde doğrudan etkilidir.

Atmosferin sıcaklık koşulları ile toprak arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır. Sıcaklık arttıkça topraktaki toplam azot ve organik madde içeriği azalmaktadır. Buna karşın soğuk iklim bölgelerinde mikroorganizmaların işlevleri durabileceğinden organik madde birikimi görülmektedir. Ayrıca sıcaklık artışı ile yağışın artışına bağlı olarak kil oluşumu da artmaktadır (Altınbaş, 2000). Çalışma sahasında yükseltinin artmasına bağlı olarak sıcaklığın düştüğü yerlerde soğuk bölge topraklarından olan gri-kahverengi podzolik topraklar görülmektedir.

Meteorolojiden alınan 5 istasyona ait güneş ışınlarının geliş açısı, yıllık ortalama sıcaklık, maksimum-minimum ortalama sıcaklıklar ve en yüksek-en düşük ekstrem sıcaklıkların değerleri kullanılarak tablo ve şekiller hazırlanmıştır.

1.4.2.1.1. Güneş Işınlarnın Geliş Açısı

Işık bitkilerin gelişim evrelerinde oldukça etkilidir. Güneş ışınlarının geliş açısı yıl içerisinde değişiklik göstermektedir. Güneş ışınlarının geliş açısı tüm canlılarda olduğu gibi bitki tür ve topluluklarını doğrudan etkilemekte olup, bitkilerin fizyolojik ve biyolojik aktivitelerini belirlemektedir (Atalay, 1990).

Yıl içerisinde havzaya güneş ışınlarının geliş açısı, 25°19' ile 72°51' arasında değişmektedir. Ülkemize güneş ışınlarının en yüksek açı ile geldiği tarih 21 Haziran'dır (Tablo 11). Bu tarihte havzada bulunan istasyonların güneş radyasyonu, Abant istasyonuna, 72°51', Yeniçağa 72°41', Bolu 72°44', Mengen 72°31', Devrek istasyonuna ise 72°13' açı ile gelmektedir.

Gece-gündüz sürelerinin eşit olduğu 21 Mart-23 Eylül tarihlerinde güneş ışınları Abant istasyonuna 49°24', Yeniçağa 49°14', Bolu 49°17', Mengen 49°04', Devrek istasyonuna ise 48°46' açı ile geldiği tespit edilmiştir. Ülkemizde en uzun gecenin yaşandığı 21 Aralık tarihinde güneş radyasyonu çalışma sahası içerisinde bulunan Abant istasyonuna 25°57', Yeniçağa 25°47', Bolu 25°50', Mengen 25°37' ve son olarak Devrek istasyonuna ise 25°19' açıyla ulaşmaktadır.

Tablo 11. Güneş Işınlarnın Belirli Tarihlerdeki Geliş Açısı

İstasyonlar	Enlem	21 Aralık	21 Haziran	21 Mart-23 Eylül
Abant	40,6039	25° 57'	72° 51'	49° 24'
Yeniçağa	40,7692	25° 47'	72° 41'	49° 14'
Bolu	40,7329	25° 50'	72° 44'	49° 17'
Mengen	40,9461	25° 37'	72° 31'	49° 04'
Devrek	41,2347	25° 19'	72° 13'	48° 46'

1.4.2.1.2. Yıllık Ortalama Sıcaklıklar ve Aylara Dağılışı

Havzanın sıcaklık durumunu ortaya koymak için araştırma sahasında bulunan istasyonların yıllık ortalama sıcaklık değerleri incelenmiştir. Çalışma alanında yer alan istasyonların yıllık ortalama sıcaklık değerleri şöyledir; Abant 7,4°C, Yeniçağa 9,6°C, Bolu 10,5°C, Mengen 11,3°C, Devrek istasyonu ise 14,3°C'dir. Havzadaki ortalama sıcaklık değeri 7,4°C ile 14,3°C arasında değişmektedir. En yüksek sıcaklık ortalaması 100 m yükseltiye sahip Devrek istasyonunda görülürken, en düşük sıcaklık ortalaması ise 1367 m yükseltiye sahip olan Abant istasyonunda görülmektedir. Araştırma alanındaki sıcaklık farkı ise 6,9 °C'dir (Tablo 12).

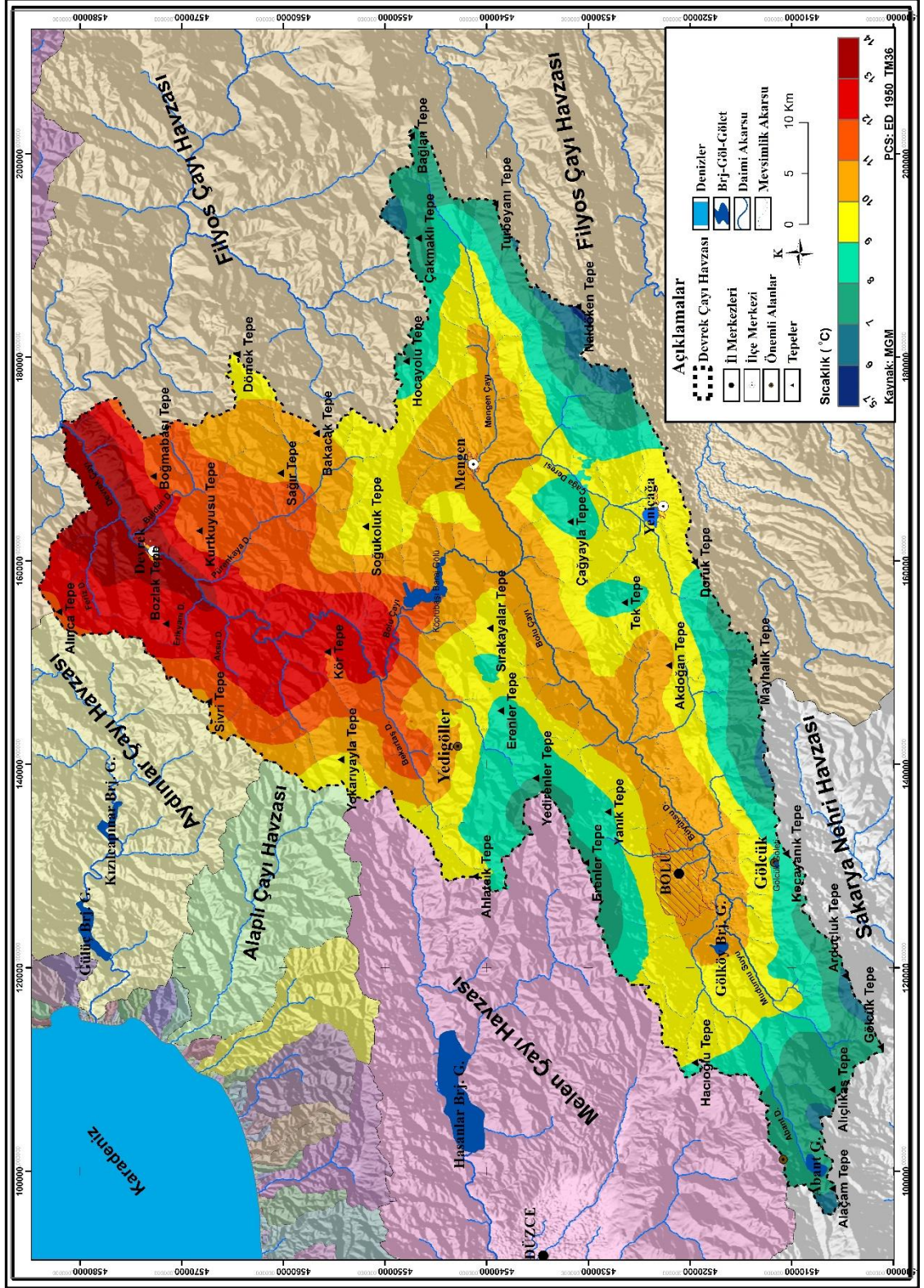
Tablo 12. İstasyonların Enlem, Boylam, Ortalama Sıcaklık, Yükselti, En Sıcak Ay Ortalaması, En Soğuk Ay Ortalaması, Amplitüd ve Karasallık Değerleri.

İstasyonlar	Yükselti	Enlem	Boylam	Ortalama Sıcaklık	En Sıcak Ay Ortalaması (°C)	En Soğuk Ay Ortalaması (°C)	Ortalama Yağış (mm)	Amplitüd (°C)	Karasallık (%) (CONRAD Formülü)
Abant	1367	40,6039	31,2597	7,4	16,5	-3,2	621,58	19,7	29,3
Yeniçağa	1083	40,7692	32,0492	9,6	19,4	-1	561,9	20,4	30,8
Bolu	743	40,7329	31,6022	10,5	19,9	0,5	549,8	19,4	28,6
Mengen	636	40,9461	32,0736	11,3	21,3	0,9	631,49	20,4	30,7
Devrek	100	41,2347	31,9689	14,3	24	4,7	743,96	19,3	28,1

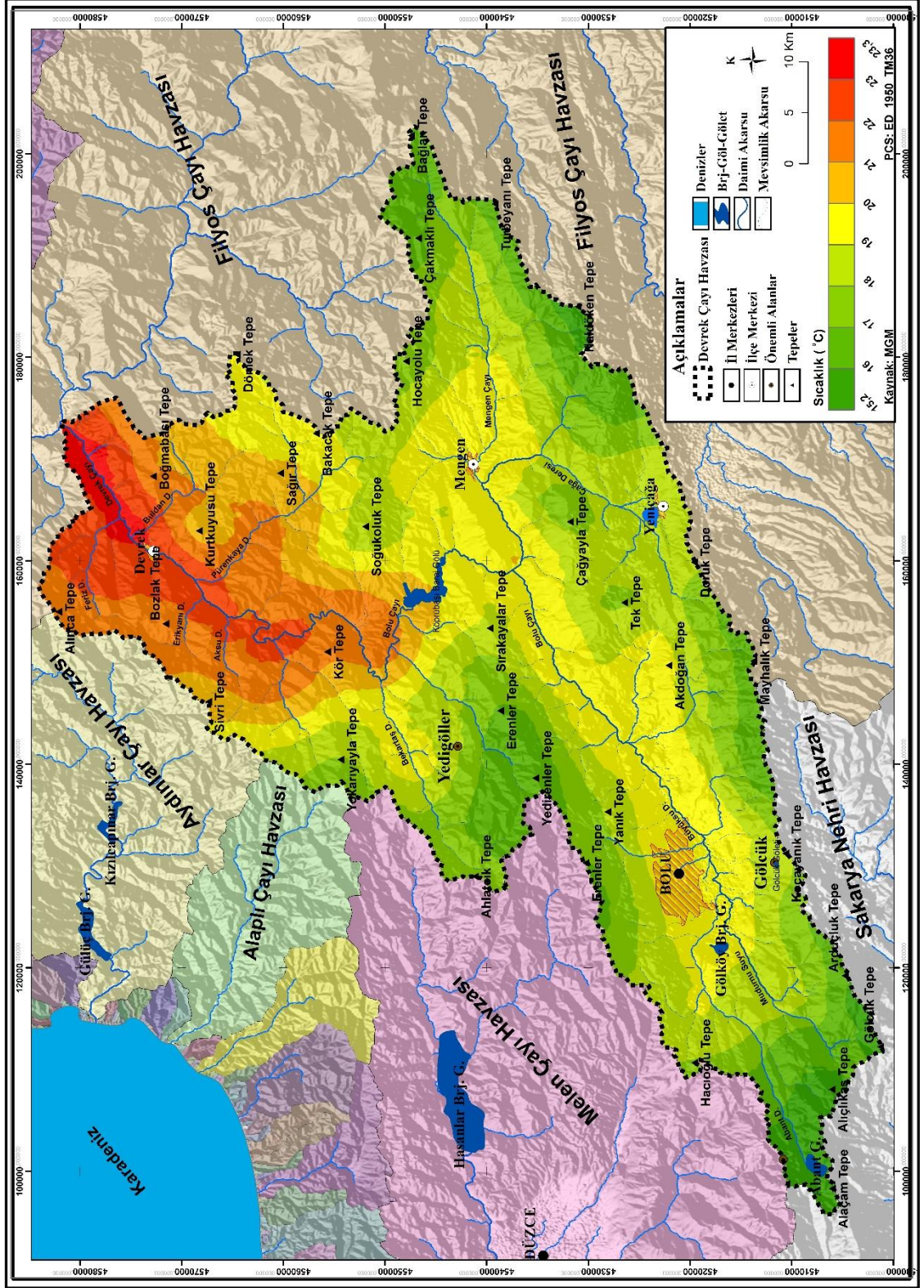
Araştırma sahasında sıcaklığın dağılışı incelendiğinde, istasyonların yükseltileri ile ortalama sıcaklıklar arasında bir ilişkinin olduğu söylenebilir. Denizel etkinin azalıp yükseltinin arttığı araştırma sahasının güneyinde ortalama sıcaklıkların düştüğü görülmektedir. Havzanın kuzeyinde yükseltinin yaklaşık 100 m olduğu denizel etkinin de tesiriyle Devrek Çayı ve kollarının oluşturduğu vadi tabanı, en yüksek ortalama sıcaklık (14,3°C) değerine sahiptir (Harita 9).

Havzada ortalama sıcaklığın en yüksek olduğu aylar temmuz ve ağustos'dur. Ancak tüm istasyonlar da ortalama sıcaklığın en yüksek olduğu ayın ağustos olduğu görülmektedir. İstasyonların ağustos ayı değerleri şöyledir; Abant 16,5°C, Yeniçağa 19,4°C, Bolu 19,9°C, Mengen 21,3°C, Devrek 24°C'dir. En yüksek sıcaklık yaklaşık 100 m yükseltiye sahip 24°C ile Devrek'te, en düşük sıcaklık ise 1367 m yükseltiye sahip 16,5°C ile Abant istasyonunda görülmektedir (Harita 10).

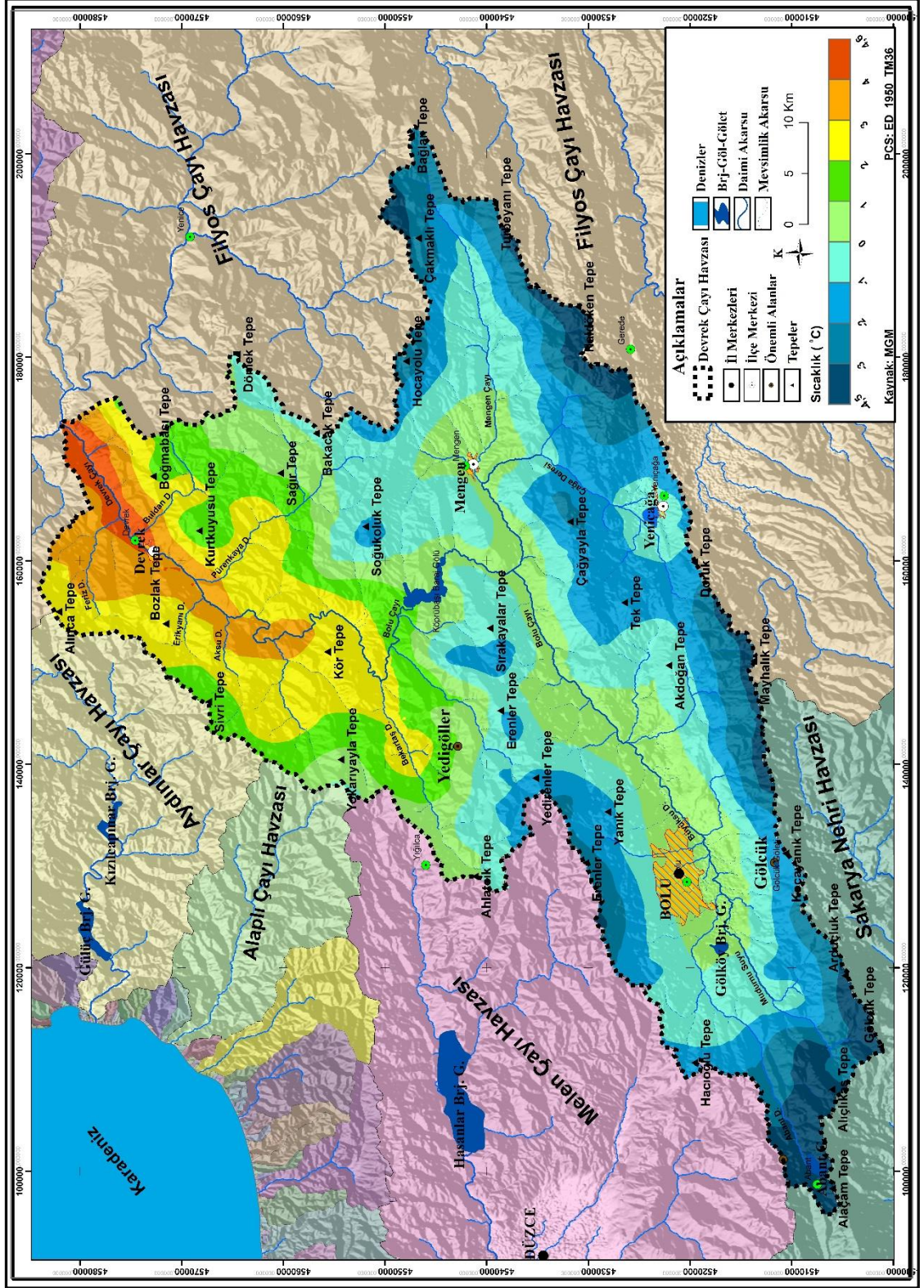
Havzada bulunan istasyonlardaki ortalama sıcaklığın en düşük olduğu aylar aralık ve ocak'tır. Abant (-3,2°C), Yeniçağa (-1°C), Bolu (0,5°C), Mengen (0,9°C) Devrek (4,7°C) ile ocak ayının en soğuk ay olduğu görülmektedir. En düşük ortalama sıcaklık -3,2°C ile Abant istasyonunda olduğu belirlenmiştir. Ocak ayında en yüksek sıcaklığa ise 4,7°C ile Devrek istasyonu sahiptir (Harita 11).



Harita 9. Araştırma Alanının Ortalama Sıcaklık Haritası.



Harita 10. Araştırma Alanının Ağustos Ayı Sıcaklık Haritası.



Harita 11. Araştırma Alanının Ocak Ayı Sıcaklık Haritası

Sıcaklık gün içerisinde bile farklı saatlerde farklı değerlere ulaşırken, yıl içerisindeki seyrinde de önemli farklılıklara sahiptir. Yıl içerisindeki en sıcak ayın ortalaması ile en soğuk ayın ortalaması arasındaki sıcaklık farkına amplitüd denilmektedir. Bir yerin iklim tipinin belirlenmesinde amplitüd önemli bir göstergedir. Yaz aylarında ortalama sıcaklıkların yüksek olduğu, kış aylarında ise fazla soğumaların görüldüğü sahalarda amplitüd değeri büyümektedir. Sıcaklık farkının büyüklüğü karasallığın, azlığı ise denizelliğin göstergesidir (Dönmez, 1990).

Havzada amplitüd değeri en fazla olan istasyonlar 20,4°C ile Yeniçağa ve Mengen'dir. En düşük amplitüd değeri ise 19,3°C ile Devrek istasyonunda görülmektedir. Diğer istasyonların amplitüd değerleri ise şöyledir; Abant 19,7°C, Bolu 19,4°C'dir.

Araştırma alanının karasallık değerini bulmak için Conrad formülü kullanılmıştır. Havzada bulunan istasyon verileri üzerinde yapılan hesaplamalarda karasallık değeri en fazla çıkan istasyon Yeniçağa'dır. En az karasallık oranına ise 28,1 ile Devrek istasyonu sahiptir. Diğer istasyonların karasallık oranları Abant 29,3, Bolu 28,6 ve Mengen 30,7'dir. Karadeniz'den gelen nemli ve soğuk hava kütleleri araştırma alanını doğrudan etkilediği için havzada karasallık oranları düşüktür (Tablo 12).

Sıcaklık rejimi, sıcaklıkların yıl içerisinde veya mevsimler boyunca gösterdiği değişimlerdir. Sıcaklık yıl içerisinde sürekli değişmektedir. Orta kuşak sıcaklık rejiminde mevsimler belirgin olarak yaşanmaktadır. En az 8 ayın sıcaklığı 20°C'nin altındadır. Orta Kuşakta iki farklı sıcaklık rejimi bulunmaktadır. Bunlardan Deniz tesirli (oseanik) sıcaklık rejiminde sıcaklıklar yavaş yavaş yükselir ve yavaş yavaş düşmektedir. Yaz mevsiminde fazla sıcaklıklar görülmediği gibi kış mevsiminde de sıcaklıklar çok düşük seviyelere inmez. İlkbahar ve sonbahar belirgin bir şekilde yaşanır (Dönmez, 1990).

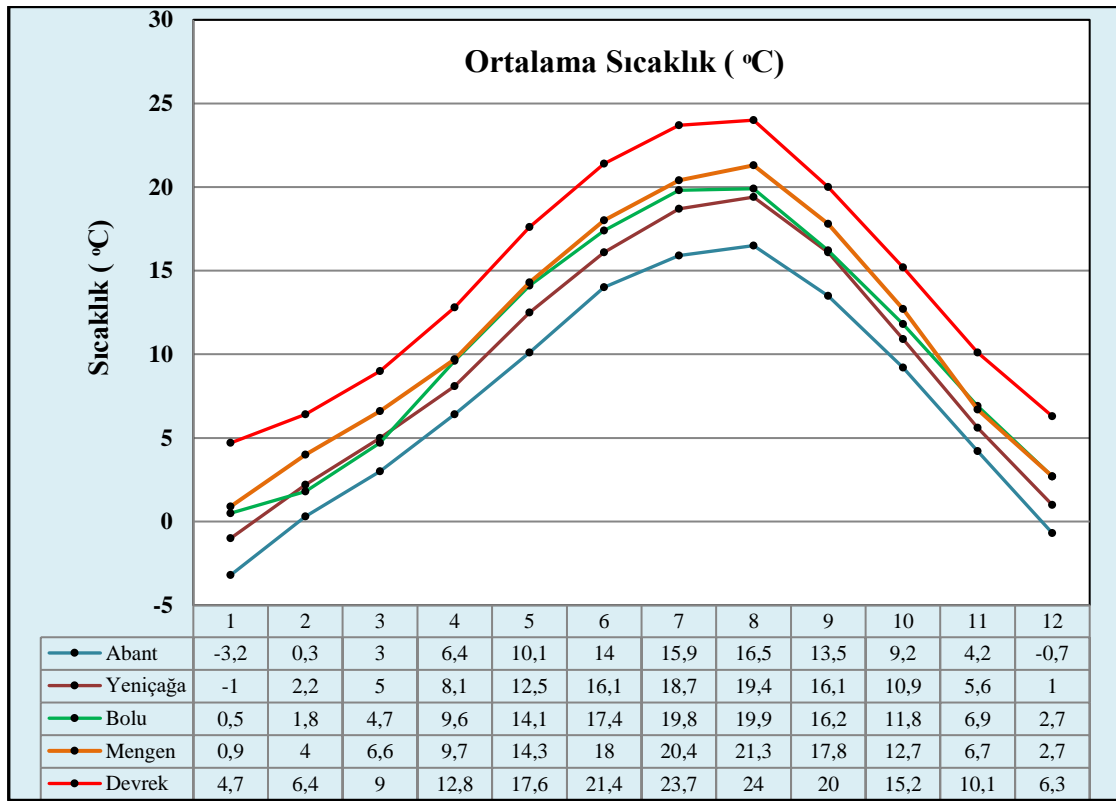
Havzada bulunan istasyonlardan elde edilen verilere göre sıcaklığın yıl içindeki seyrine bakıldığında, araştırma alanında sıcaklık -3,2°C ile 24°C arasında değişmektedir. Çalışma sahasında çok yüksek sıcaklıkların yaşanmadığı gibi çok düşük sıcaklık ortalamalarının da olmadığı görülmektedir. Ayrıca mevsimler belirgin bir şekilde yaşanmaktadır. Tüm bu sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda havzanın,

Orta kuşak sıcaklık rejiminin deniz tesirli (Oseanik) sıcaklık rejimi özelliklerine sahip olduğu görülmektedir (Tablo 13: Şekil 5).

Tablo 13. İstasyonların Aylık ve Yıllık Ortalama Sıcaklıkları.

İstasyonlar	Yükselti	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Abant	1367	-3,2	0,3	3,0	6,4	10,1	14,0	15,9	16,5	13,5	9,2	4,2	-0,7	7,4
Yeniçağa	1083	-1,0	2,2	5,0	8,1	12,5	16,1	18,7	19,4	16,1	10,9	5,6	1,0	9,6
Bolu	743	0,5	1,8	4,7	9,6	14,1	17,4	19,8	19,9	16,2	11,8	6,9	2,7	10,5
Mengen	636	0,9	4,0	6,6	9,7	14,3	18,0	20,4	21,3	17,8	12,7	6,7	2,7	11,3
Devrek	100	4,7	6,4	9,0	12,8	17,6	21,4	23,7	24,0	20,0	15,2	10,1	6,3	14,3

Kaynak: MGM verileri kullanılarak üretilmiştir.



Şekil 5. İstasyonların Aylık ve Yıllık Ortalama Sıcaklıkları.

1.4.2.1.3. Ortalama En Düşük ve Ortalama En Yüksek Sıcaklıklar

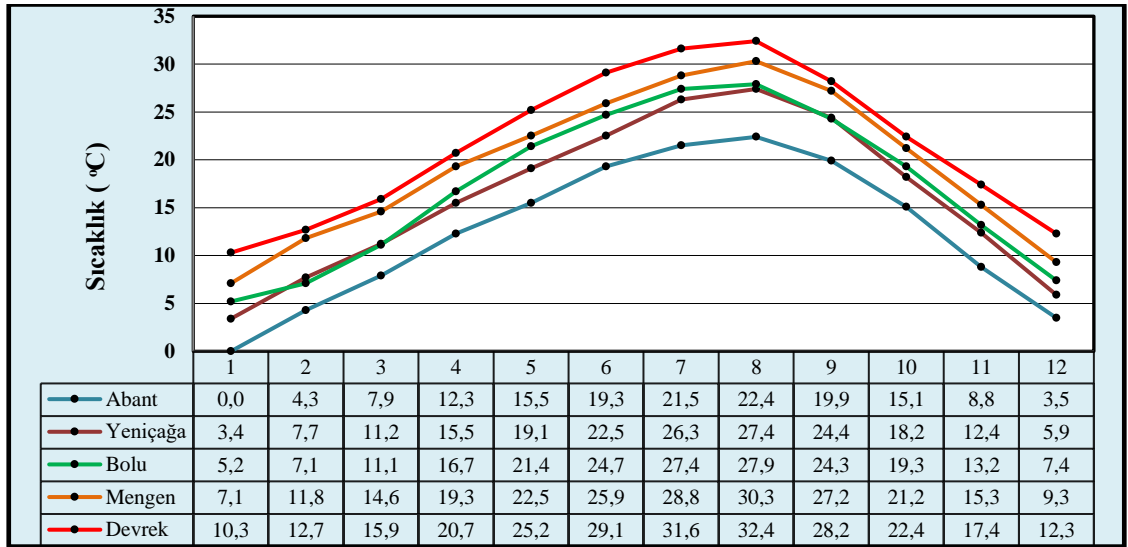
Havzada bulunan istasyonların ortalama en yüksek sıcaklık değerlerine bakıldığında; ocak ayında 10,3°C (Devrek) ile 7,1°C (Mengen) arasında değişmektedir. Ocak ayında en yüksek ortalama sıcaklık 10,3°C ile Devrek istasyonuna aittir. Diğer istasyonların ocak ayında ortalama sıcaklıkları sırasıyla şöyledir; Mengen 7,1°C, Bolu 5,2°C, Yeniçağa 3,4°C ve 0°C ile de Abant'tır (Tablo 14).

Tablo 14. İstasyonların Ortalama En Yüksek Sıcaklıkları

İstasyonlar	Yükselti	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Abant	1367	0,0	4,3	7,9	12,3	15,5	19,3	21,5	22,4	19,9	15,1	8,8	3,5	12,5
Yeniçağa	1083	3,4	7,7	11,2	15,5	19,1	22,5	26,3	27,4	24,4	18,2	12,4	5,9	16,2
Bolu	743	5,2	7,1	11,1	16,7	21,4	24,7	27,4	27,9	24,3	19,3	13,2	7,4	17,1
Mengen	636	7,1	11,8	14,6	19,3	22,5	25,9	28,8	30,3	27,2	21,2	15,3	9,3	19,4
Devrek	100	10,3	12,7	15,9	20,7	25,2	29,1	31,6	32,4	28,2	22,4	17,4	12,3	21,5

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

Araştırma alanına ait ağustos ayı ortalama en yüksek sıcaklıklar incelendiğinde, 32,4°C ile Devrek istasyonu en yüksek sıcaklığa sahiptir. İstasyonların tamamında ortalama en yüksek sıcaklık ağustos ayındadır. Ağustos ayı maksimum sıcaklıklarının çalışma sahasında en düşük seyrettiği istasyon 1367 m yükseltiye sahip 22,4°C ile Abant'tır. Diğer istasyonların ağustos ayındaki ortalama en yüksek sıcaklığına bakıldığında Yeniçağa 27,4°C, Bolu 27,9°C, Mengen ise 30,3°C'dir (Şekil 6).



Şekil 6. İstasyonların Ortalama En Yüksek Sıcaklıkları

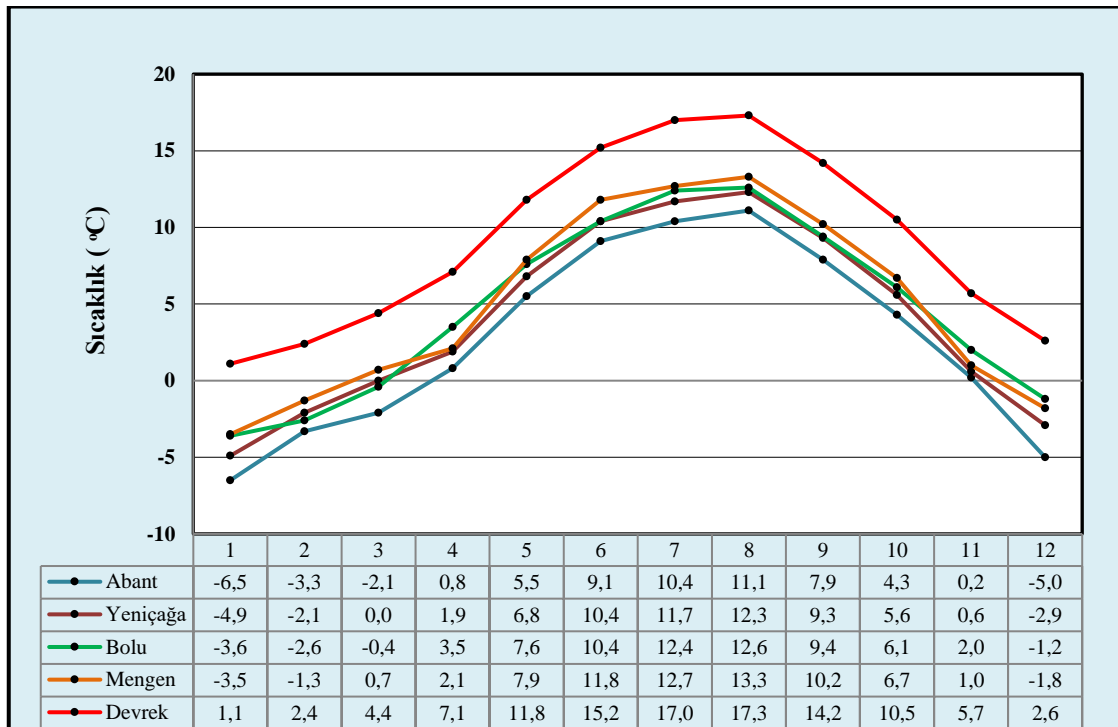
Çalışma sahasında, tüm istasyonların ortalama en düşük sıcaklıkları ocak ayında görülmektedir. Ocak ayındaki sıcaklıklar -6,5°C ile 1,1°C arasında değişmektedir. 1367 m yükseltiye sahip olan Abant ocak ayında ortalama en düşük sıcaklığı -6,5°C'dir. 100 m yükseltiye sahip Devrek istasyonunun ortalama en düşük sıcaklık değerine bakıldığında 1,1°C ile ocak ayında en yüksek sıcaklığa sahiptir. Havzada bu iki istasyonun yükseltisi ve ocak ayı en düşük sıcaklık değerleri göz önünde bulundurulduğunda yükselti farkının, sıcaklık üzerinde oldukça etkili olduğu

görülmektedir. Diğer istasyonların ocak ayındaki ortalama en düşük sıcaklık değerleri ise şöyledir; Yeniçağa $-4,9^{\circ}\text{C}$, Bolu $-3,6^{\circ}\text{C}$, Mengen $-3,5^{\circ}\text{C}$ 'dir (Tablo 15: Şekil 7).

Tablo 15. İstasyonların Ortalama En Düşük Sıcaklıkları.

İstasyonlar	Yükselti	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Abant	1367	-6,5	-3,3	-2,1	0,8	5,5	9,1	10,4	11,1	7,9	4,3	0,2	-5,0	2,7
Yeniçağa	1083	-4,9	-2,1	0,0	1,9	6,8	10,4	11,7	12,3	9,3	5,6	0,6	-2,9	4,1
Bolu	743	-3,6	-2,6	-0,4	3,5	7,6	10,4	12,4	12,6	9,4	6,1	2,0	-1,2	4,7
Mengen	636	-3,5	-1,3	0,7	2,1	7,9	11,8	12,7	13,3	10,2	6,7	1,0	-1,8	5
Devrek	100	1,1	2,4	4,4	7,1	11,8	15,2	17,0	17,3	14,2	10,5	5,7	2,6	9,1

Kaynak: MGM verileri kullanılarak üretilmiştir.



Şekil 7. İstasyonların Ortalama En Düşük Sıcaklıkları.

Araştırma alanında bulunan istasyonların ekstrem sıcaklık değerleri incelendiğinde, Devrek istasyonunun yıllık mutlak maksimum sıcaklık değeri $42,4^{\circ}\text{C}$ 'dir. Diğer istasyonların ise yıllık mutlak maksimum sıcaklık değerleri şöyledir; Abant $32,5^{\circ}\text{C}$, Yeniçağa $37,2^{\circ}\text{C}$, Bolu $39,2^{\circ}\text{C}$ ve son olarak da Mengen $39,8^{\circ}\text{C}$ 'dir. Yıllık mutlak minimum sıcaklık değerlerine bakıldığında Abant -40° ile en düşük ölçümün yapıldığı istasyondur. Yeniçağa $-21,1^{\circ}\text{C}$, Bolu $18,8^{\circ}\text{C}$, Mengen $-31,5^{\circ}\text{C}$, Devrek ise $-14,7^{\circ}\text{C}$ olarak ölçülmüştür (Tablo 16).

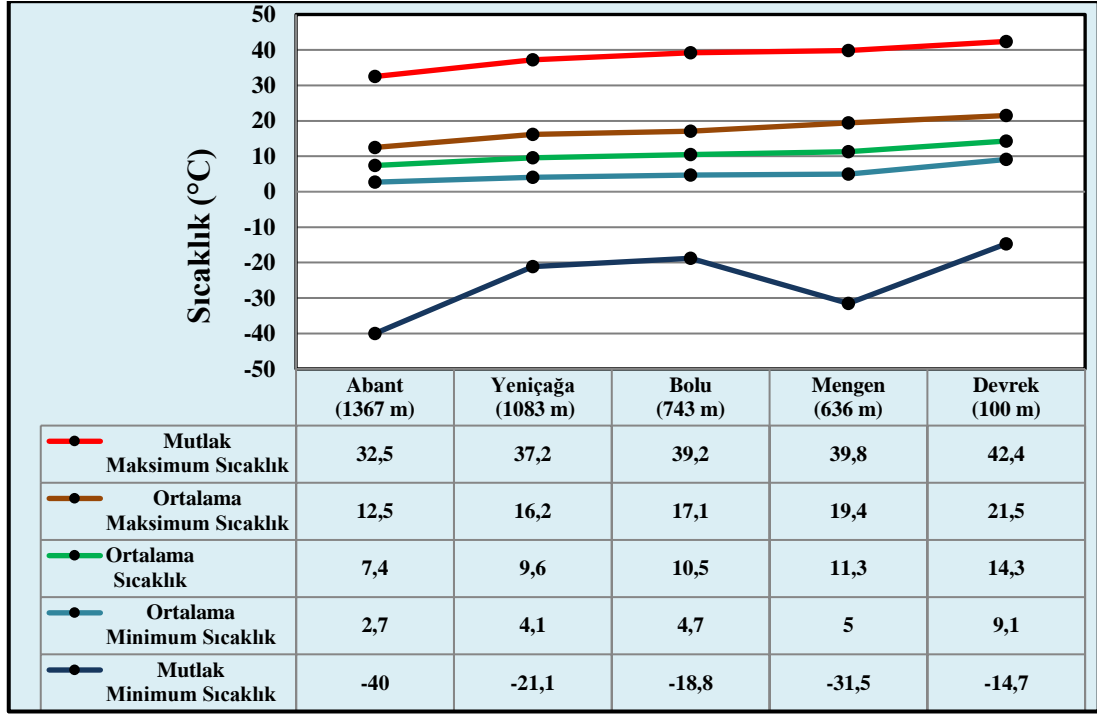
Tablo 16. İstasyonların Yıllık Sıcaklık Değerleri.

Parametreler	Abant (1367 m)	Yeniçağa (1083 m)	Bolu (743 m)	Mengen (636 m)	Devrek (100 m)
Mutlak Maksimum Sıcaklık	32,5	37,2	39,2	39,8	42,4
Ortalama Maksimum Sıcaklık	12,5	16,2	17,1	19,4	21,5
Ortalama Sıcaklık	7,4	9,6	10,5	11,3	14,3
Ortalama Minimum Sıcaklık	2,7	4,1	4,7	5	9,1
Mutlak Minimum Sıcaklık	-40	-21,1	-18,8	-31,5	-14,7

İstasyonların yıllık sıcaklıkları değerlendirildiğinde, Abant istasyonunun mutlak maksimum ve mutlak minimum sıcaklıkları arasındaki fark $72,5^{\circ}\text{C}$ olarak hesaplanmıştır. Yeniçağa istasyonunda $58,3^{\circ}\text{C}$, Bolu 58°C , Mengen $71,3^{\circ}\text{C}$, Devrek $57,1^{\circ}\text{C}$ olduğu görülmektedir. Sıcaklık farklarına bakıldığında Abant, yıllık düzeyde ekstrem sıcaklıklar arasındaki farkın en yüksek olduğu istasyon olarak tespit edilmiştir (Şekil 8).

Çalışma sahasında bulunan istasyonların ağustos ayı ekstrem sıcaklık değeri $40,8^{\circ}\text{C}$ (Devrek) ile $32,5^{\circ}\text{C}$ (Abant) arasında değişmektedir. Havzadaki mutlak maksimum sıcaklık değerleri arasında, en yüksek değer $40,8^{\circ}\text{C}$ ile Devrek istasyonuna aittir. Ağustos ayında ortalama mutlak maksimum sıcaklık değerindeki en düşük sıcaklık $32,5^{\circ}\text{C}$ ile Abant istasyonunda görülmektedir. Yeniçağa $36,1^{\circ}\text{C}$, Bolu $38,4^{\circ}\text{C}$, Mengen ise $39,8^{\circ}\text{C}$ değerlerine sahiptir.

Ağustos ayında mutlak minimum değerlere bakıldığı en düşük sıcaklık değeri $1,4^{\circ}\text{C}$ ile Mengen istasyonuna aittir. $10,6^{\circ}\text{C}$ ile de Devrek istasyonu ağustos ayında mutlak minimum sıcaklık değeri ile ölçümler arasında en yüksek sıcaklığa sahip istasyondur. Ağustos ayı mutlak minimum sıcaklık değerleri diğer istasyonlarda Abant 5°C , Yeniçağa $5,6^{\circ}\text{C}$ ve Bolu $6,2^{\circ}\text{C}$ olarak ölçülmüştür (Şekil 9).



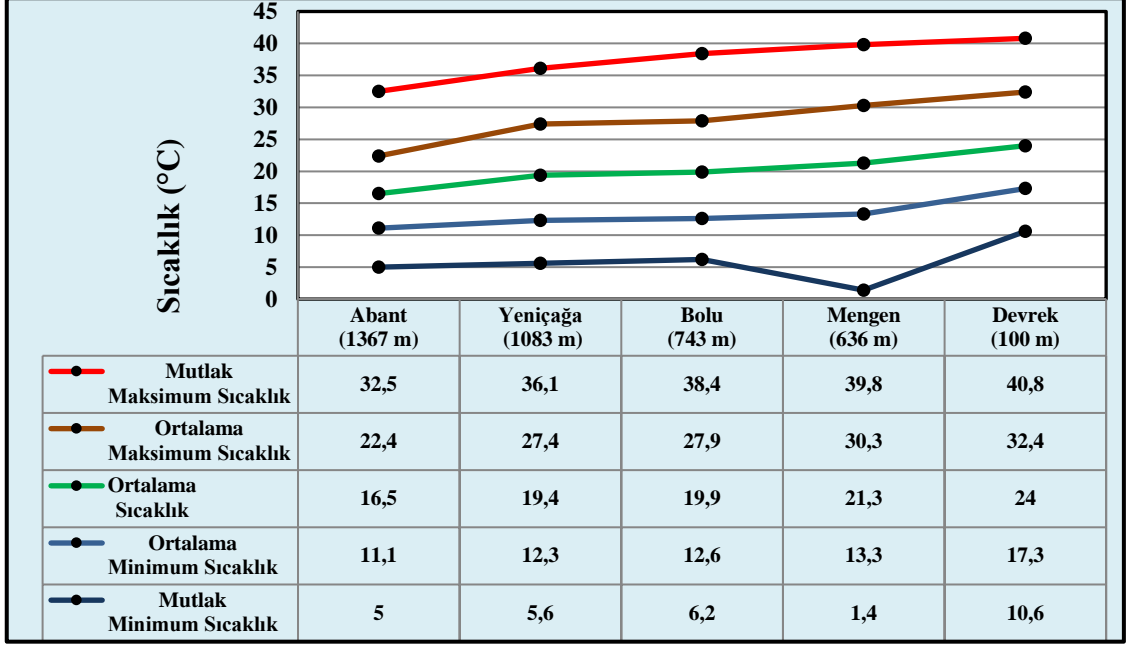
Şekil 8. İstasyonların Yıllık Sıcaklık Değerleri

Abant istasyonununun ağustos ayında mutlak maksimum ve mutlak minimum sıcaklıkları arasındaki fark $27,5^{\circ}\text{C}$ olarak hesaplanmıştır. Yeniçağa istasyonunda $30,5^{\circ}\text{C}$, Bolu $32,2^{\circ}\text{C}$, Mengen $38,4^{\circ}\text{C}$ ve Devrek istasyonunda $30,2^{\circ}\text{C}$ olduğu görülmektedir. Buna göre Mengen, ağustos ayı bazında ekstrem sıcaklıklar arasındaki farkın en yüksek olduğu, Abant ise farkın ez az olduğu istasyon olarak belirlenmiştir (Tablo 17: Şekil 9).

Tablo 17. İstasyonların Ağustos Ayı Sıcaklık Değerleri

Parametreler	Abant (1367 m)	Yeniçağa (1083 m)	Bolu (743 m)	Mengen (636 m)	Devrek (100 m)
Mutlak Maksimum Sıcaklık	32,5	36,1	38,4	39,8	40,8
Ortalama Maksimum Sıcaklık	22,4	27,4	27,9	30,3	32,4
Ortalama Sıcaklık	16,5	19,4	19,9	21,3	24
Ortalama Minimum Sıcaklık	11,1	12,3	12,6	13,3	17,3
Mutlak Minimum Sıcaklık	5,0	5,6	6,2	1,4	10,6

Kaynak: MGM verileri kullanılarak üretilmiştir.



Şekil 9. İstasyonların Ağustos Ayı Sıcaklık Değerleri

Havzada bulunan istasyonların ocak ayı mutlak maksimum değerlerine bakıldığında, 24,5° ile Devrek ocak ayında en yüksek değere sahiptir. Ocak ayında en düşük sıcaklık 8,2° ile Abant istasyonunda görülmektedir. Yeniçağa 14,5°, Bolu 17,7° ve Mengen 19,8° olarak ölçülmüştür (Tablo 18: Şekil 10).

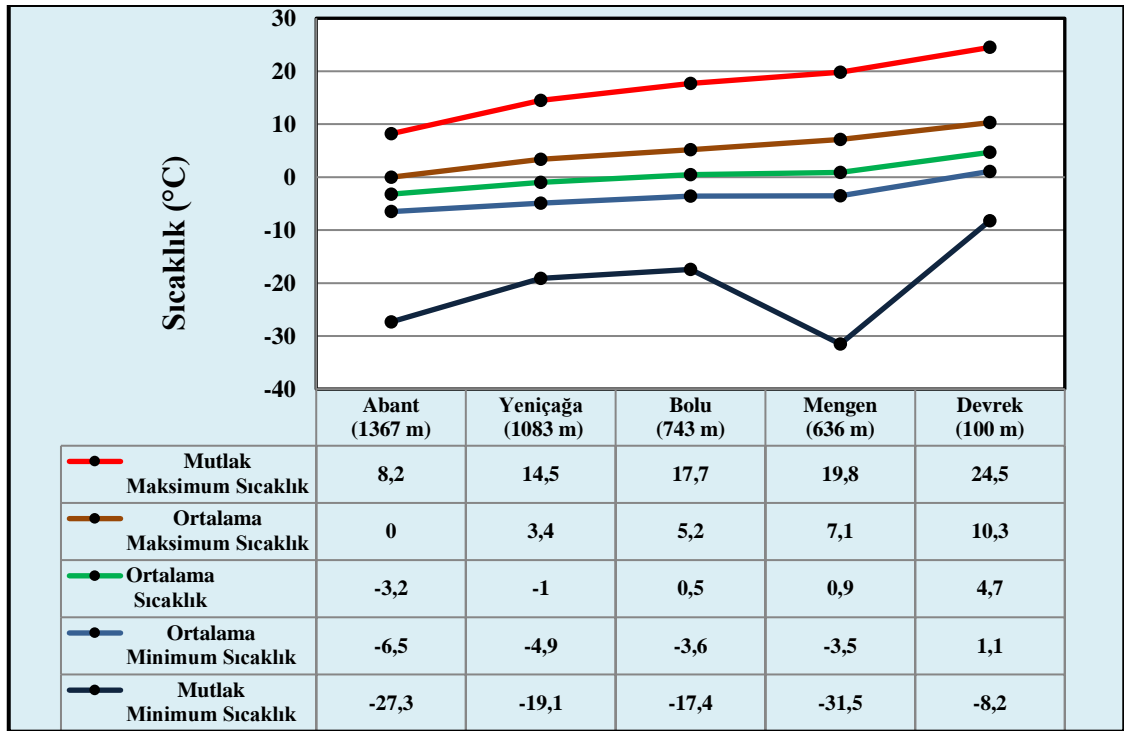
Araştırma alanında ocak ayı minimum sıcaklık değerleri incelendiğinde en yüksek değer -8,2° ile Devrek, en düşük sıcaklık değeri ise -31,5 ile Mengen istasyonunda tespit edilmiştir. Mengen istasyonundan sonra en düşük sıcaklık değeri ise -27,3° ile Abant istasyonunda görülmektedir. Çalışma sahasındaki diğer istasyonlar ise Yeniçağa -19,1°, Bolu -17,4° olarak ölçülmüştür (Tablo 18: Şekil 10).

İstasyonların ocak ayı sıcaklıkları değerlendirildiğinde, Abant istasyonunun mutlak maksimum ve mutlak minimum sıcaklıkları arasındaki fark 35,5°C olarak hesaplanmıştır. Diğer istasyonların ise Yeniçağa 33,6°C, Bolu 35,1°C, Mengen 51,3 ve son olarak da Devrek istasyonunun 32,7°C olduğu görülmektedir. Elde edilen değerlere göre ocak ayı mutlak maksimum ve mutlak minimum sıcaklıkları arasındaki farkın en yüksek Mengen'de en düşük ise Devrek istasyonunda olduğu belirlenmiştir.

Tablo 18. İstasyonların Ocak Ayı Sıcaklık Değerleri

Parametreler	Abant (1367 m)	Yeniçağa (1083 m)	Bolu (743 m)	Mengen (636 m)	Devrek (100 m)
Mutlak Maksimum Sıcaklık	8,2	14,5	17,7	19,8	24,5
Ortalama Maksimum Sıcaklık	0	3,4	5,2	7,1	10,3
Ortalama Sıcaklık	-3,2	-1	0,5	0,9	4,7
Ortalama Minimum Sıcaklık	-6,5	-4,9	-3,6	-3,5	1,1
Mutlak Minimum Sıcaklık	-27,3	-19,1	-17,4	-31,5	-8,2

Kaynak: MGM verileri kullanılarak üretilmiştir.

**Şekil 10.** İstasyonların Ocak Ayı Sıcaklık Değerleri

Çalışma sahasında bulunan istasyonlara ait yıllık sıcaklık parametreleri değerlendirildiğinde, yükselti ile sıcaklık verileri arasında güçlü bir bağ olduğu görülmektedir. Bu durum ekstrem sıcaklıklarda daha belirgin olarak yaşanmaktadır. Yükselti-sıcaklık arasındaki ilişkide rakım düştükçe sıcaklık artmakta, rakım arttıkça da sıcaklık azalmaktadır. Ayrıca araştırma alanındaki bu değerlerin üzerinde denizel etki sayesinde artan nemlilikte oldukça önemli rol oynamaktadır. Bu sebepten ötürü de sıcaklıklar ne aşırı artmakta ne de aşırı yükselmektedir.

1.4.2.1.4. Günlük Sıcaklıklar

Günlük sıcaklıklar ve yükselti arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır. Bir bölgede yükseltinin artmasıyla sıcaklıklar düşmekte, aynı zamanda vejetasyon süresi

de kısalmaktadır. Yükseltinin azalması ile de sıcaklıklar artmakta ve vejetasyon süreleri uzamaktadır. Araştırma alanında yükseltisi en fazla olan meteorolojik istasyon Abant iken, yükseltinin en düşük olduğu istasyon ise Devrek'tir. 1367 m yükseltiye sahip Abant istasyonunun ortalama vejetasyon süresi 182 gün iken 100 m yükseltiye sahip Devrek istasyonunda ise ortalama vejetasyon süresi 275 güne çıkmaktadır (Tablo 19).

Tablo 19. İstasyonların Ortalama Günlük Sıcaklıkları

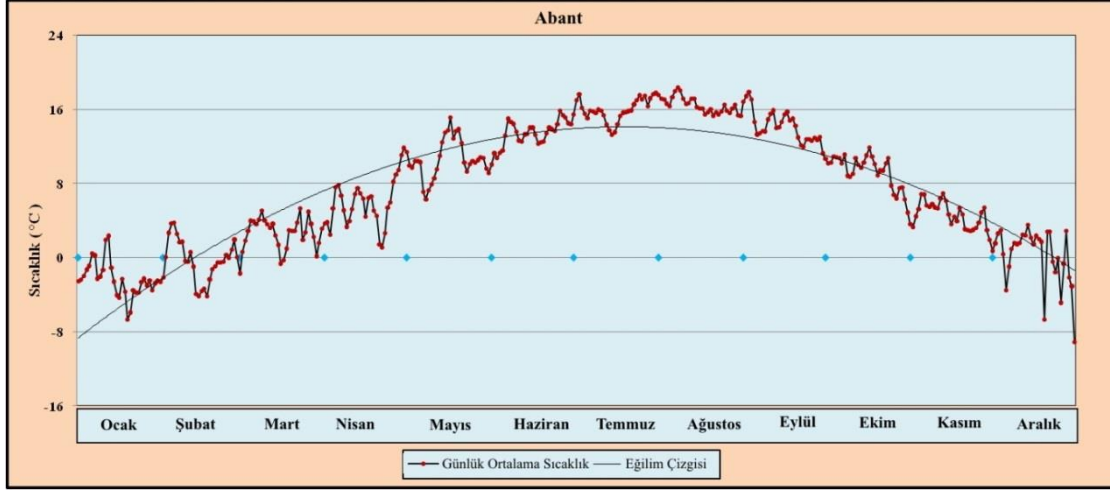
İstasyonlar	Yükselti	Ortalama Hesaplanan Vejetasyon Süresi (Gün)	Ortalama Vejetasyon Başlangıcı	Ortalama Vejetasyon Bitişi
Abant	1367	182	26 Nisan	24 Ekim
Yeniçağa	1083	208	5 Nisan	29 Ekim
Bolu	743	222	2 Nisan	9 Kasım
Mengen	636	222	5 Nisan	12 Kasım
Devrek	100	275	5 Mart	4 Aralık

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Atalay ve Efe (2015) 'Bitkilerin vejetatif ve generatif, gelişmeleri için minimum sıcaklığın 8°C olması gerektiğini' belirtmektedir. Havzada bulunan istasyonların günlük sıcaklık ortalamalarını gösteren şekillerde sıcaklık değerleri vejetasyon sürelerini daha iyi belirtmesi açısından 8°C baz alınarak hazırlanmıştır.

Abant istasyonunda aralık, ocak ve şubat aylarında sıcaklıkların 0°C altında seyrettiği görülmektedir. Mart ayında sıcaklıkların artmaya başlayıp, nisan ayında ise bitkilerin gelişimi için gerekli olan minimum sıcaklık değerine ulaşmaktadır. Mayıs, haziran, temmuz, ağustos aylarında günlük ortalama sıcaklıklar artmaktadır (Şekil 11).

Vejetasyonun başlangıç tarihi 26 Nisan, vejetasyonun bitiş tarihi ise 24 Ekim'dir. Toplam vejetasyon süresi 182 gün sürmektedir. Bu veriler göz önünde bulundurulduğunda bu istasyonda vejetasyon süresinin kısa sürdüğü görülmektedir. Kısa süren vejetasyon süresi gelişimlerini hızla tamamlayabilen bitkilerin ortamda gelişmesini zorunlu kılar. Buna bağlı olarak da bitkilerin gelişim evreleri (çiçeklenme, meyve verme, olgunlaşma) hızlı ilerlemektedir.



Şekil 11. Abant İstasyonu'na Ait Günlük Sıcaklıklar

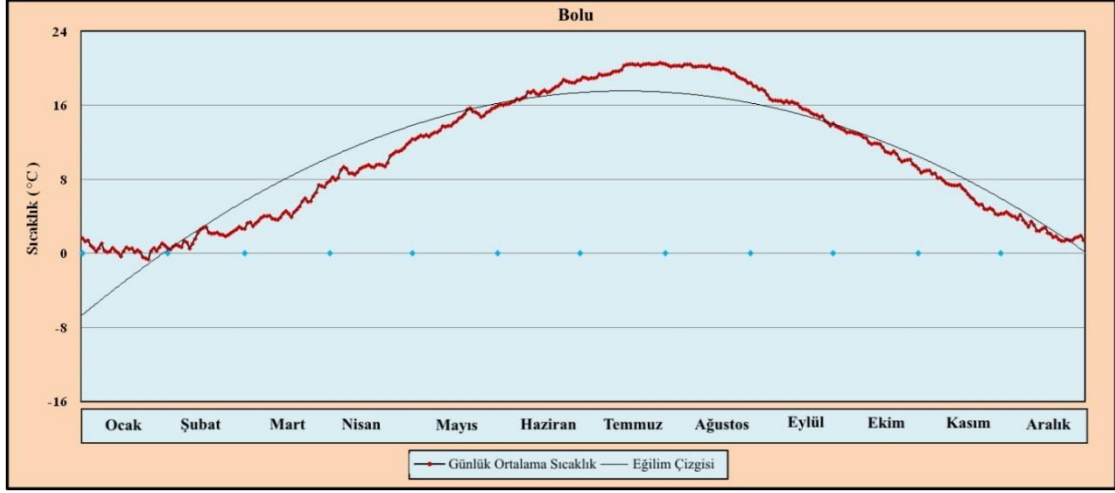
Yeniçağa istasyonunun da ortalama günlük sıcaklar Aralık, ocak ve şubat aylarında 0°C 'nin altında seyretmektedir. Mart aylarında sıcaklık 0°C 'nin üzerine çıkmaktadır. Nisan ayında 8°C üzerine çıkmaya başlayan sıcaklıklar mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül ve ekim ayına kadar devam etmektedir. 5 Nisan'da başlayarak 29 Ekim'e kadar süren ortalama vejetasyon süresi 208 gündür. 1083 m yükseltiye sahip Yeniçağa istasyonunun vejetasyon süresi, 1367 m yükseltiye sahip Abant istasyonundan daha uzun sürmektedir. Ancak yine de vejetasyon süresi bazı bitkilerin gelişimi için yeterli değildir (Şekil 12).



Şekil 12. Yeniçağa İstasyonu'na Ait Günlük Sıcaklıklar

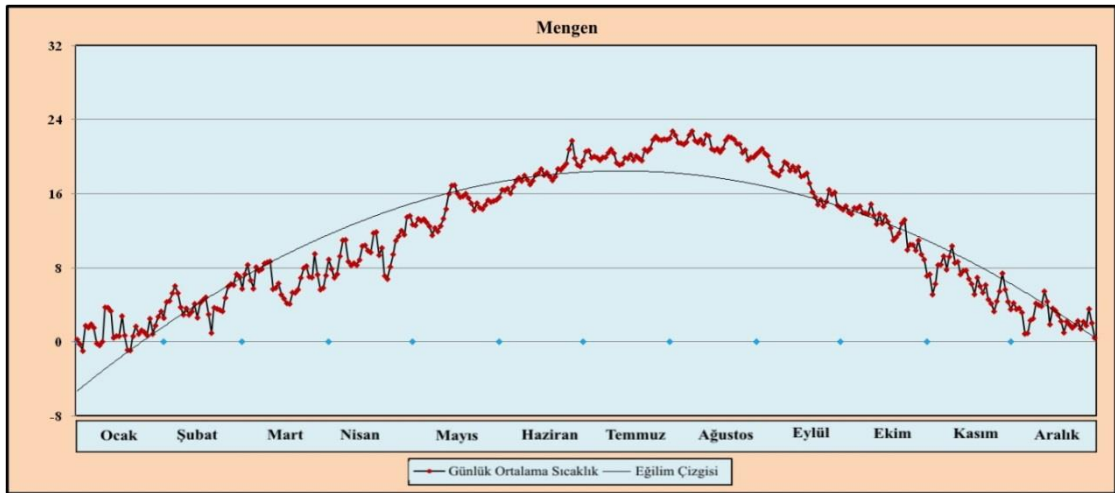
Bolu istasyonunda ocak ayında 0°C 'nin altına düştüğü günler yaşanmaktadır. Aralık, ocak ve şubat aylarında genel anlamda 0°C civarı sıcaklık koşulları hâkimdir. Nisan ayında sıcaklıklar 8°C 'ye yükselerek mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül ve

ekim aylarında da bitkilerin gelişimi için oldukça uygundur. Bolu istasyonunda vejetasyon süresi 2 nisanda başlayıp 9 kasıma kadar sürmektedir. Ortalama toplam vejetasyon süresi 222 gündür. Yaklaşık 6,5 ay kadar süren vejetasyon süresi çok kısa olmasa da çoğu bitkilerin gelişim evreleri için yetersizdir (Şekil 13).



Şekil 13. Bolu İstasyonu'na Ait Günlük Sıcaklıklar

Mengen istasyonunun günlük sıcaklık ortalamalarına bakıldığında kış aylarında sadece ocak ayında sıcaklık 0°C'nin altına düşmektedir. Mart ayından itibaren artmaya başlayan sıcaklıklar eylül ayına kadar devam etmektedir. Mengen istasyonunda vejetasyon süresi ise 5 nisanda başlayıp 12 kasıma kadar devam etmektedir yani toplam da 222 gündür (Şekil 14).



Şekil 14. Mengen İstasyonu'na Ait Günlük Sıcaklıklar

Devrek istasyonunda da sıcaklık hiçbir ayda 0°C'nin altına düşmemektedir. Şubat ayından itibaren sıcaklıklar artmaya başlamaktadır. Vejetasyon süresi 5 Mart'tan başlayarak 4 Aralık'a kadar yaklaşık 9,5 ay yani 275 gün kadar sürmektedir. Havzada bulunan istasyonlardan vejetasyon süresi en uzun süren istasyon Devrek'tir. Vejetasyon süresi bitkilerin gelişim evrelerini (çiçeklenme, meyve verme, olgunlaşma) yavaş yavaş yaşamalarına olanak sağlamaktadır (Şekil 15).



Şekil 15. Devrek İstasyonu'na Ait Günlük Sıcaklıklar

Ortalama günlük sıcaklıklar havzada bulunan tüm istasyonlar genelinde değerlendirildiğinde; hiçbir istasyonda sıcaklıklar ani artış ya da azalış göstermemektedir. Bu nedenle de mevsimler belirgin olarak yaşanmaktadır.

1.4.2.1.5. Don Olaylı Günler

Bir bölgede sıcaklığın 0°C'nin altına düştüğü durumlarda don olayı görülmeye başlamaktadır. Araştırma alanında bulunan istasyonlarda sıcaklıkların 0°C'nin altına düştüğü günlerin başlangıç ve bitiş tarihleri ile sürelerinin farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Buna göre, Yeniçağa (0,1) ve Bolu (0,01) istasyonlarında don olayları eylül ayında başlamaktadır. Abant (3,0) ve Mengen'de (2,0) ise don olaylı günlerin ekim ayında başladığı görülmektedir. Çalışma sahasında don olaylı günler en geç kasım ayında 1,5 gün ile Devrek istasyonunda başlamaktadır (Tablo 20).

Devrek istasyonunda (0,5) donlu günler nisan ayında son bulurken, Abant'ta (2,2), Yeniçağa (0,6), Bolu (0,4) ve Mengen'de (0,1) mayıs ayında son bulmaktadır. Araştırma alanında bulunan tüm istasyonlarda donlu günler en fazla ocak ayında yaşanmaktadır. İstasyonların ocak ayındaki donlu gün sayıları şöyledir; Abant 22,6,

Yeniçağa 24,4, Bolu 22,4, Mengen 24,1 ve Devrek'te 9,7'dir. Abant (2,2), Yeniçağa (0,6), Bolu (0,4) ve Mengen de (0,1) donlu günler en az mayıs ayında görülmektedir. Devrek istasyonda ise 0,5 ile en az donlu gün sayısı nisan ayında gerçekleşmektedir.

Havzada bulunan istasyonların donlu gün sayılarına yıllık olarak bakıldığında; en fazla 114,6 ile Abant istasyonunda olduğu görülmektedir. Yıl içerisinde en az donlu gün sayısı ise 28,33 ile Devrek istasyonunda bulunmaktadır. Diğer istasyonların yıllık donlu gün sayıları şöyledir; Yeniçağa 106,39, Bolu 92,15 ve son olarak da Mengen de 93,26'dır.

Tablo 20. İstasyonların Ortalama Donlu Gün Sayıları

İstasyonlar	Yükselti	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Abant	1367	22,6	21,8	18,6	12,2	2,2	-	-	-	-	3,0	14,4	19,8	114,6
Yeniçağa	1083	24,4	19,3	15,3	10,1	0,6	-	-	-	0,1	2,3	13,3	21,0	106,39
Bolu	743	22,4	19,0	16,3	5,3	0,4	-	-	-	0,01	1,7	9,4	17,7	92,15
Mengen	636	24,1	14,1	12,6	9,3	0,1	-	-	-	-	2,0	11,6	19,4	93,26
Devrek	100	9,7	7,0	3,1	0,5	-	-	-	-	-	-	1,5	6,6	28,33

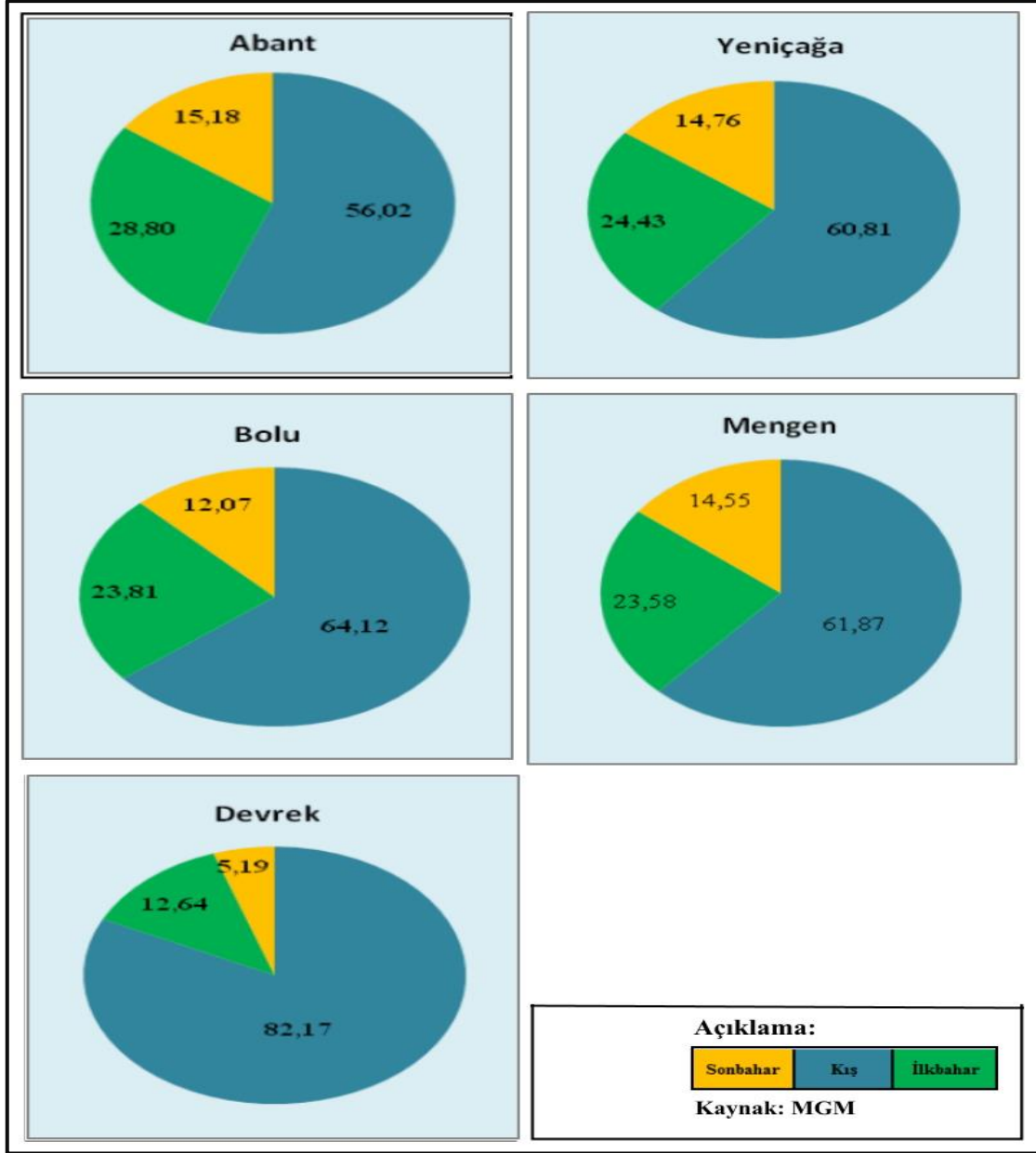
Kaynak: MGM verileri kullanılarak üretilmiştir.

Don olaylı günlerin mevsimlere dağılışı incelendiğinde; kış mevsiminde %56,02 ile yüzdesi en az olan istasyon Abant'tır. Donlu günler, kış mevsiminden sonra en fazla %28,80 ile ilkbahar mevsiminde görülmektedir. Sonbahar mevsiminde ise Abant istasyonunun donlu günler oranı %15,18'dir. Yeniçağa istasyonunda %60,81 oranında kış, %24,43 oranında ilkbahar, %14,76 oranında ise yaz mevsiminde olduğu tespit edilmiştir. Bolu da %64,12 kış, %23,81 ilkbahar, sonbahar mevsiminde ise donlu gün sayısı %12,7'dir. Mengen istasyonunda donlu gün sayıları %61,87 kış, %23,58 ilkbahar, %14,55 ise sonbahar mevsiminde görülmektedir. Devrek istasyonunda donlu günler %5,19 ile en az sonbahar mevsiminde, %82,17 ile de en fazla kış mevsiminde olduğu belirlenmiştir. %12,64 oranında ise ilkbahar mevsiminde görülmektedir. Havzada bulunan tüm istasyonlardan hem sonbahar mevsiminde en az hem de kış mevsiminde en fazla donlu gün sayısı Devrek istasyonuna aittir. Bu durum Devrek'te sonbahar erken donları ile ilkbahar geç donlarının yaşanma durumunun düşük olduğuna işaret etmektedir. Böylece dona duyarlı bitkilerin havzanın geneline göre bu kesimde daha fazla yayılış göstereceğinin ön bilgisini vermektedir (Tablo 21: Şekil 16).

Tablo 21. İstasyonların Mevsimlere Göre Donlu Gün Sayıları

İstasyonlar	Mevsimler			
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Abant	56,02	28,80	-	15,18
Yeniçağa	60,81	24,43	-	14,76
Bolu	64,12	23,81	-	12,07
Mengen	61,87	23,58	-	14,55
Devrek	82,17	12,64	-	5,19

Kaynak: MGM verileri kullanılarak üretilmiştir.



Şekil 16. Don Olaylı Günlerin Mevsimlere Oranı.

Herhangi bir alanda sıcaklığın dağılışında en belirleyici unsur topografya özellikleri ile denizel etkiye açıklık durumudur. Sıcaklık şartlarının topografya özelliklerine göre değişmesi, vejetasyon sürelerinin başlangıç ve bitiş tarihleri ile yıl içindeki süresini belirlemektedir. Ayrıca bitkilerin fizyolojik özellikleri üzerinde de belirleyici bir role sahiptir (Öztekinci, 2019).

Çalışma sahasında 100 m yükseltide bulunan Devrek istasyonunun yıllık ortalama sıcaklığı 14,3°C'dir. Havzanın en yüksek noktası 1972 rakımlı Celedoruğu Tepe'dir. Bu iki nokta arasındaki yükselti farkı 1872 metredir. Sıcaklığın yükseldikçe azalmasına bağlı olarak bu iki yer arasında yaklaşık 10°C'ye varan sıcaklık farkı oluşmaktadır. Çalışma sahasında sıcaklığın yüksek olduğu yerler Devrek Çayı'nın oluşturduğu vadi tabanı ile vadinin alçak kesimleridir. Sıcaklığın en fazla düştüğü yer Celedoruğu Tepe ile Naldöken Tepe ve çevresindeki yüksek kesimlerdir.

Sıcaklığın arttığı vadi tabanlarında, su ve sıcaklık isteği olan çınar (*Platanus orientalis*), kavak (*Populus sp.*), söğüt (*Salix sp.*) ve kızılalağaç (*Alnus sp.*) gibi türler yer almaktadır. Aynı zamanda bu alanlar zirai alan olarak kullanılmaktadır. Rakımın yüksek ve sıcaklığın düşük olduğu yerlerde göknar (*Abies bornmülleriana*), sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve kayın (*Fagus orientalis*) toplulukları görülmektedir.

1.4.2.2. Bağıl Nem

Hava içerisinde bulunan su buharı miktarının doğgun havada bulunan miktarına oranına bağıl nem denilmektedir (Atalay, 2010). Bağıl nem seviyesi ortamdaki yüzey buharlaşması üzerinde etkili olmaktadır. Bu durumda hidrografik özelliklere yansiyarak yüzeysel akışa geçen su miktarını ve süresini ayrıca yer içi suları ve toprak nemini de olumsuz etkilemektedir. Topraktaki nem oranının azalması ise bitkilerin yaşamını olumsuz etkilemektedir. Havanın nem durumu bitkiler içinde oldukça önemlidir. Ortamda bulunan nemin fazlalığı bitkilerin terlemesini azaltarak su kaybını önlemektedir ya da ortamdaki nemin az olması bitkilerdeki terlemeyi arttırarak su kaybına neden olmaktadır.

Havzada bulunan istasyonların yıllık ortalama bağıl nem oranlarına bakıldığında, yıl boyunca en yüksek nem oranı %88 ile Abant istasyonunda görülmektedir. İstasyonlar arasında, en düşük nem oranına ise %73,3 ile Bolu

istasyonunda rastlanmaktadır. Diğer istasyonların yıllık ortama nem oranları ise Yeniçağa %75,5, Mengen %80,9, Devrek %79,2'dir.

Araştırma alanında bulunan istasyonların aylık bağıl nem oranlarına bakıldığında, Abant istasyonunun da %97 ile ocak ayı en yüksek nem oranına sahip aydır. %80,2 ile de Nisan ayı en düşük nem oranına sahiptir. Yeniçağa istasyonunda en yüksek bağıl nem oranı ocak (%82,6) ayında görülürken, en düşük nem oranı nisan (%69,6) ayında görülmektedir. Bolu istasyonunda %79,1 değeri ile en yüksek bağıl nem oranına aralık ayında, %68,2 ile en düşük nem oranına ağustos ayında olduğu tespit edilmiştir. Mengen istasyonunun aylık bağıl nem değerlerine bakıldığında, aralık ayı %89,5 ile en yüksek, %72,2 ile ağustos ayı ise en düşük değere sahiptir. Devrek de ise bağıl nem oranları en yüksek değer aralık (%87,3), en düşük (%70,7) değer de ağustos ayındadır (Tablo 22).

Tablo 22. İstasyonların Aylık Ortalama Bağıl Nem Oranları (%).

İstasyonlar	Yükselti	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Abant	1367	97,0	92,4	85,8	80,2	88,1	89,7	88,1	86,8	83,4	85,2	84,8	94,4	88
Yeniçağa	1083	82,6	72,7	70,9	69,6	77,5	81,3	74,0	71,0	72,8	78,8	72,9	82,1	75,5
Bolu	743	78,6	75,9	72,4	69,9	72,1	71,9	68,9	68,2	70,9	74,7	76,5	79,1	73,3
Mengen	636	87,9	82,2	77,6	73,4	82,1	85,4	76,8	72,2	75,7	84,2	84,3	89,5	80,9
Devrek	100	86,2	82,9	78,7	74,3	77,2	75,5	71,9	70,7	76,4	84,3	84,9	87,3	79,2

Kaynak: MGM verileri kullanılarak üretilmiştir.

Mevsimlere göre bağıl nemin durumu incelendiğinde; istasyonlarda sonbahar ve kış mevsimlerinde bağıl nemim daha yüksek olduğu görülmektedir. Yeniçağa ve Bolu istasyonunda ilkbahar bağıl nem oranı birbirine çok yakındır. Abant istasyonunun bağıl nemi kışın diğer istasyonların bağıl neminden oldukça yüksektir. %69,7 bağıl nem oranı ile de Bolu istasyonu yazın en düşük bağıl nem oranına sahiptir (Tablo 23). Araştırma alanında Abant istasyonunun bağıl neminin yüksek olmasında yükselti faktörünün de etkisi bulunmaktadır. Havzanın kuzeyinde kalan Devrek istasyonunu etkileyen denizel etki nemlilik oranının artmasını sağlamaktadır.

Tablo 23. İstasyonların Mevsimlere Göre Bağlı Nem Ortalamaları (%).

İstasyonlar	Yükselti	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Yıllık
Abant	1367	94,6	84,7	88,2	84,5	88
Yeniçağa	1083	79,1	72,7	75,4	74,8	75,5
Bolu	743	77,9	71,5	69,7	74,0	73,3
Mengen	636	86,5	77,7	78,1	81,4	80,9
Devrek	100	85,5	76,7	72,7	81,9	79,2

Kaynak: MGM verileri kullanılarak üretilmiştir.

Evapotranspirasyonu, havadaki nem oranı, basınç ve sıcaklık etkilemektedir. Basıncın yükselmesi buharlaşmayı azaltmakta, düşmesi ise arttırmaktadır. Nemlilik koşullarının artması veya azalması bu durumları güçlendirmektedir. Bitkilerin su kaybı havadaki nem açığı arttıkça da artmaktadır. Bağlı nemin yüksek olduğu yerlerde ise buharlaşma azalmaktadır. Bitkiler büyüme dönemlerinde suya çok fazla ihtiyaç duymaktadır. Aynı zamanda bitkilerin büyüme dönemlerinde buharlaşma yüksek ve yağışlar buharlaşmayı karşılayamıyorsa ortamda kurakçıl şartlar görülür. Böyle bir durumda da o ortamda bulunan bitkiler için hayati bir dönem yaşanır (Dönmez, 1990; Öztekin, 2019).

Bitkiler su ihtiyaçlarını havada bulunan bağlı nemden de karşılayabilmektedir. Havada bulunan bağlı nem miktarının fazla olması, bitkilerin terlemesini azaltarak su kaybını önlemektedir. Kurak dönemlerde havadaki bağlı nem miktarının fazla olması bitkiler için hayati önem taşımaktadır. Havadaki bağlı nemin az olması ise bitkilerde terlemeyi artırarak su kaybına neden olmaktadır. Bir ortamdaki nem oranının sürekli az olması durumunda bitkilerde terleme oldukça fazladır. Transpirasyon ile kaybedilen su, kökler ile alınan sudan fazla olduğunda bitki transpirasyonu azaltmaya çalışır ve bunun sonucunda da bitki fotosentez ve solunum için gerekli olan gaz alışverişini normal yapamaz ve büyümesi yavaşlar ya da durur.

Nemliliğin ortamın özelliklerine göre farklılık göstermesi bitki türlerinin dağılışı üzerinde etkili olmaktadır. Araştırma alanının kuzeyden gelen nemli hava kütleleri etkisiyle Buldan Deresi ve Pürenkaya Deresi civarlarında düşük rakımlı kuzey bakılı vadi yamaçlarının doğu kayını (*Fagus orientalis*) gibi nemcil türlerin baskın olduğu ormanlar görülmektedir.

1.4.2.3. Bulutlu, Kapalı, Açık Günler, Dolulu, Orajlı Günler ve Karın Yerde Kalma Süresi

Araştırma alanında bulunan istasyonlardan açık günler, bulutlu günler, dolulu günler, kapalı günler, kar yağışlı günler, karın yerde kalma süresi ve orajlı gün sayısı gibi parametrelere ait veriler sadece Bolu istasyonunda bulunmaktadır.

Bulutluluk durumu ile yer yüzeyindeki herhangi bir ortamın sıcaklık ve buharlaşma koşulları arasında ilişki bulunmaktadır. Alçak bulutların yoğunluk kazandığı durumlarda güneş ışınlarının yeryüzüne gelişi engellenmektedir (Erlat, 2014). Böylece ortamda sıcaklıklar fazla yükselememekte, buna bağlı olarak da buharlaşma zayıflamaktadır.

Bulutluluğun fazla ya da az olması hidrografik açıdan önem arz etmektedir. Hem yüzey hem de yer içi suları için bulutluluğun az ya da hiç olmaması yaz sıcaklıklarında buharlaşmada artışa, soğuk kış aylarında ise donma olaylarının gerçekleşmesine neden olmaktadır. Ayrıca mevsimlerde görülen bu iki farklı durumda da yüzey de akışa geçecek suyun miktarı ve akışa geçecek suyun süresi de etkilenmektedir.

Bitkiler fotosentez yapabilmek için ışığa ihtiyaç duymaktadır. Ancak her bitki türünün yetiştirme süresi boyunca ihtiyaç duyduğu ışık isteği farklıdır (Öztekinci, 2019). Bulutluluğun fazla olması difüz radyasyon isteği olan vejetasyonunun gelişimini sağlarken aynı zamanda ortamdan suyun aşırı buharlaşmasını önlemektedir. Ortamdaki evapotranspirasyon miktarının düşük gerçekleşmesi akarsular üzerine pozitif yönde etkilemektedir.

Bulutlu, kapalı, dolulu, orajlı günlerle ilgili ölçüm verileri sadece Bolu istasyonunda bulunmaktadır. Bu nedenle genel fikir oluşturması açısından “Tablo 24” te Bolu istasyonu ile ilgili çeşitli parametrelere yer verilmiştir.

Bulutlu günlerin aylara dağılımına bakıldığında, bulutluluğun en fazla olduğu ay 23,8 gün ile Mayıs, en az bulutlu geçtiği ise 17,2 gün ile Ağustos'tur. Yıllık ortalama bulutlu geçen günler toplamda 243,4 gün olarak tespit edilmiştir.

Dolu olayının en fazla gerçekleştiği ay 0,49 gün ile haziran olarak ölçümlenmiştir. Ekim ayında ise dolulu gün sayısına ait veri bulunmamaktadır. Yıllık olarak dolulu gün sayısına bakıldığında ortalama 1,93 gün olarak belirlenmiştir.

Kapalı gün sayısı 7,8 gün ile en fazla ocak ayında görülürken, 1,3 gün ile en az temmuz ayında görülmektedir. Yıllık ortalama kapalı gün sayısı ise 48,2 gündür. Bolu istasyonunun yıllık açık günler sayısı 84,7 iken aylar bazında bakıldığında en fazla 13,4 gün ile ağustos ayında, en az ise 3,7 gün ile şubat ayında görülmektedir.

Bolu istasyonunda mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında kar yağışı ölçülmemiştir. En fazla kar yağışının görüldüğü ay 7,38 gün ile ocak, en az görüldüğü ay ise 0,08 gün ile ekim'dir. Bu istasyonda yıllık kar yağışlı gün ortalaması ise 24,64 gün olarak belirlenmiştir.

Karın yerde kalma süresi bitkiler, yeraltı suları ve toprak açısından oldukça önemlidir. Sıcaklığın eksiye düştüğü soğuk kış aylarında kar, zemini örtmesi nedeniyle toprakta izalasyon etkisi yapmaktadır. Ayrıca kar yavaş yavaş eridiği için toprak suya doyar ve yeraltı sularına doğrudan katkıda bulunmaktadır. Bolu istasyonunda karın yerde kalma süresine bakıldığında kar, yıllık ortalama 24,64 gün yerde kalmaktadır. Karın yerde kalma süresi 13,87 ile en fazla ocak ayında olduğu görülmektedir.

Orajlı gün sayısı yıllık ortalama 5,97 gün olarak belirlenmiştir. 1,77 gün ile en fazla haziran ayında görülmektedir. Ocak ayında ise oraj ölçülmemiştir.

Tablo 24. Bolu İstasyonu'nun Ölçümlenen Çeşitli İklim Parametreleri

Parametreler	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	YILLIK
Açık günler sayısı	4,1	3,7	4,4	4,9	5,8	9,1	12,6	13,4	10,4	6,7	5,4	4,2	84,7
Bulutlu gün sayısı	19,9	19,1	21,4	21,6	23,8	20,2	18	17,2	18,6	22,4	20,9	20,3	243,4
Dolulu gün sayısı	0,07	0,03	0,17	0,36	0,48	0,49	0,12	0,11	0,04	-	0,03	0,03	1,93
Kapalı gün sayısı	7,8	6,1	5,8	4,1	2,8	2,1	1,3	1,6	2,2	3	4,3	7,1	48,2
Kar yağışlı gün sayısı	7,38	5,99	4,63	1,02	-	-	-	-	-	0,08	1,53	4,01	24,64
Karın yerde kalma süresi	13,87	9,82	4,63	0,58	-	-	-	-	-	0,01	1,82	7,12	37,85
Orajlı gün sayısı	-	0,05	0,2	0,41	1,35	1,77	0,67	0,76	0,4	0,33	0,02	0,01	5,97

Kaynak: MGM verileri kullanılarak üretilmiştir.

Tüm bitkiler için ışık hayati önem taşımaktadır. Işık olmayan ortamlarda fotosentezinde gerçekleşmesi oldukça zordur. Fakat her bitkininde ışık veya difüz radyasyon istekleri birbirinden oldukça farklıdır. *Fagus orientalis* gibi bazı türler difüz

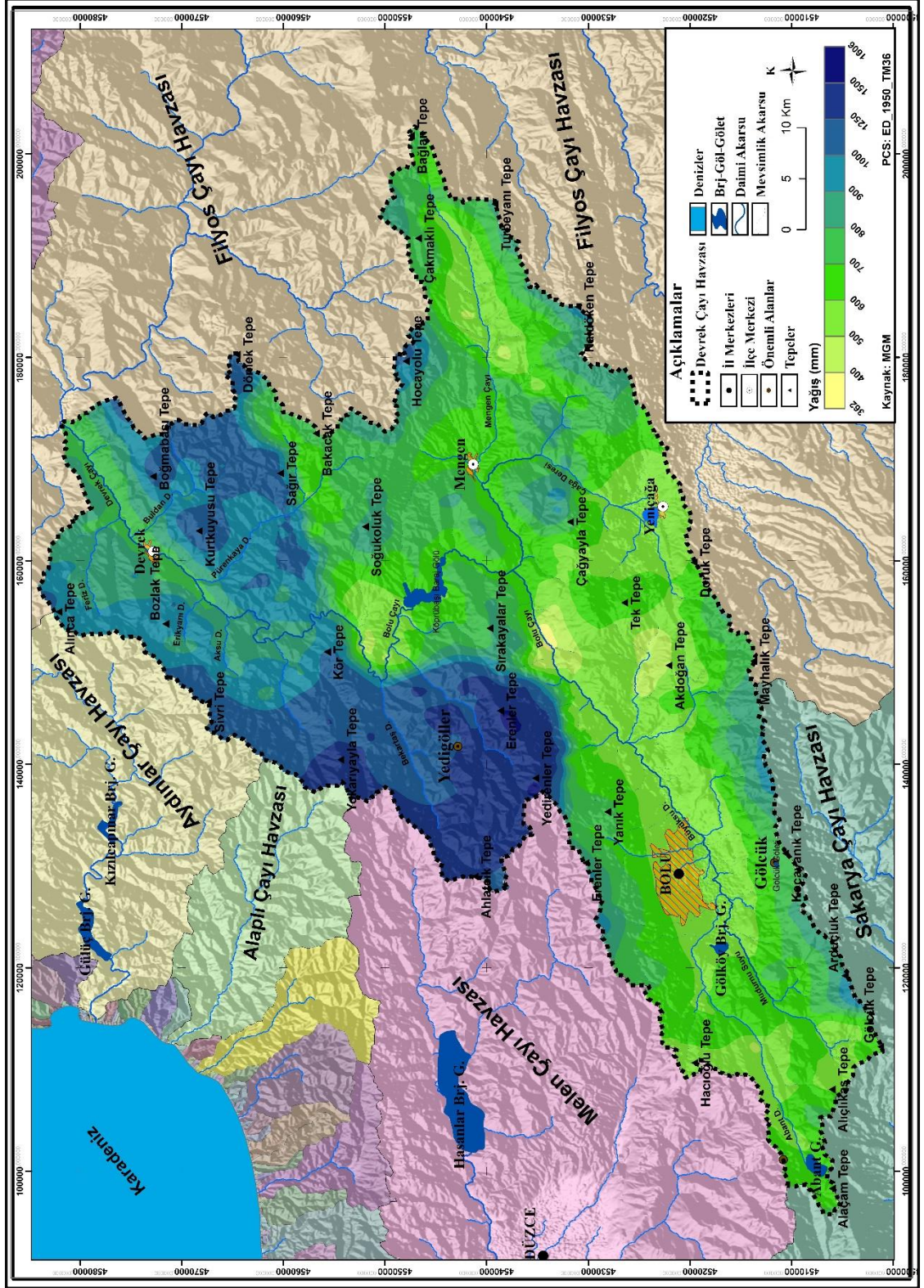
radyasyon koşullarına sahip alanlarda dağılışı gösterirken, *Pinus sylvestris L.* gibi bazı türler ise ışık isteği yüksek olduğu için doğrudan ışık alan sahalarda gelişim göstermektedir. Vadi yamaçlarında ışık isteği yüksek olan türler güney yamaçlarda, kuzey yamaçlara göre daha yükseklere kadar dağılışı yapmaktadır. Bulutluluk koşullarının arttığı yerlerde ışık isteği düşük olan türler yaygın olarak görülmektedir (Öztekinci, 2019). Çalışma sahasında güneş radyasyonunun fazla olduğu güneyli bakıda ve iç kesimlerde karaçam (*Pinus nigra*), meşe (*Quercus sp.*) toplulukları; difüz radyasyonun etkili olduğu kesimlerde, kayın (*Fagus orientalis*), gürgen (*Carpinus betulus*) ve göknar (*Abies bormülleriana*) toplulukları yayılışı göstermektedir.

1.4.2.4. Yağış

Hava sıcaklığına bağlı olarak, yoğunlaşmanın bir ürünü olan yağış, sıvı, yarı sıvı ve katı şekilde meydana gelmektedir (Atalay, 2010). Yağış, bir bölgedeki yer içi ve yer üstü sularının kaynağını oluşturmaktadır aynı zamanda akarsuların oluşum ve gelişimi üzerinde de son derece önemli bir faktördür. Yağışın biçimi, miktarı ve rejiminin de hidrografiya üzerindeki etkisi göz ardı edilmemelidir. Araştırma alanının çeşitli yüzey şekillerine sahip olması havzada farklı iklim şartlarının görülmesini sağlamaktadır. Yeryüzü şekilleri, yağışın miktarı ve yıl içerisinde dağılışı, yağışın şekli ve karakteri üzerinde etkili olmaktadır. Yağış bir bölgedeki akarsuyun rejimi, debisi, drenaj yoğunluğu, aşınım ve birikim gibi faaliyetleri üzerinde de oldukça etkilidir. Suyun varlığı bitki yaşamı için oldukça önemlidir. Su ihtiyacı, su kaybı, kısaca bitkilerde su bilançosu bitki türlerinin ve bitki formasyonlarının yayılışı alanlarını belirleyen temel faktörler arasında yer almaktadır (Erinç, 1977; Dönmez, 1985). Karadeniz bölgesinde yağışlar temelde iki nedene bağlı olarak meydana gelmektedir. Bunlar Coşkun ve Aksoy, 2010).

- Özellikle yaz aylarında Azor yüksek basıncının, kış aylarında ise Sibiryaya yüksek basıncının karalar üzerine sokulmasıyla, Karadeniz'den nem kazanılması nedeniyle oluşan orografik yağışlar,
- Karadeniz ve Balkanlar üzerinden gelen izlanda alçak basıncı ve bunlara bağlı cephe sistemleriyle ilgili yağışlardır

Havzada bulunan istasyonlar arasında yıllık ortalama yağış miktarı en yüksek 743,96 mm (Devrek) ile en düşük 549,8 mm (Bolu) arasında değişmektedir. Abant 621,58 mm, Yeniçağa 561,9 mm, Mengen ise 631,49 mm yağış almaktadır (Harita 12).



Harita 12. Araştırma Alanının Yıllık Ortalama Yağış Haritası.

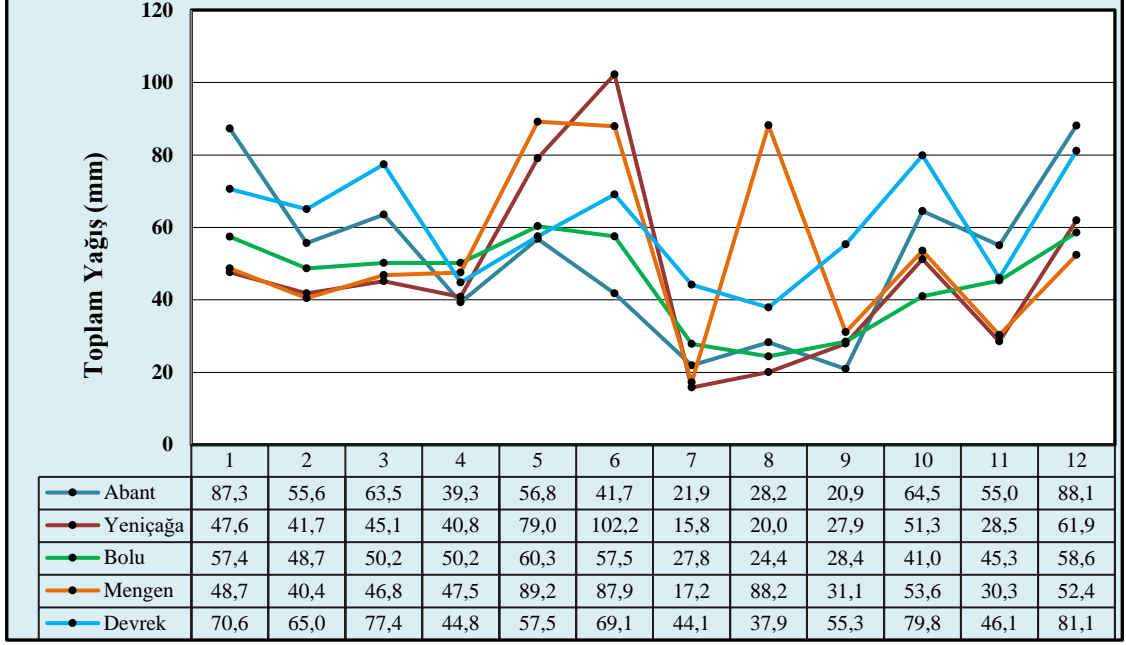
Çalışma sahasındaki istasyonların aylık miktarına bakıldığında, 1367 m yükseltide bulunan Abant istasyonunun en yüksek yağış aldığı ay 88,1 mm ile aralık iken, en düşük yağış aldığı ay ise 20,9 mm ile eylül'dür. Yeniçağa istasyonu ise 102,2 mm ile haziran ayında en yüksek yağışı alırken, 15,8 mm ile temmuz ayında en düşük yağışı almaktadır. Bolu'ya en yüksek yağış 60,3 mm ile mayıs ayında, en düşük 24,4 mm ile ağustos ayında düşmektedir. Mengen en yüksek yağışı 89,2 mm ile mayıs ayında, en düşük değeri 17,2 ile temmuz ayında, Devrek ise en yüksek yağışı 81,1 mm ile aralık ayında, en düşük değeri ise 37,9 mm ile ağustos ayında aldığı ölçümlenmiştir (Tablo 25).

Tablo 25. İstasyonların Aylık Yağış Miktarı (mm) ve Yıllık Yağış Miktarı (mm).

İstasyonlar	Yükselti	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Abant	1367	87,3	55,6	63,5	39,3	56,8	41,7	21,9	28,2	20,9	64,5	55,0	88,1	621,58
Yeniçağa	1083	47,6	41,7	45,1	40,8	79,0	102,2	15,8	20,0	27,9	51,3	28,5	61,9	561,9
Bolu	743	57,4	48,7	50,2	50,2	60,3	57,5	27,8	24,4	28,4	41,0	45,3	58,6	549,8
Mengen	636	48,7	40,4	46,8	47,5	89,2	87,9	17,2	88,2	31,1	53,6	30,3	52,4	631,49
Devrek	100	70,6	65,0	77,4	44,8	57,5	69,1	44,1	37,9	55,3	79,8	46,1	81,1	743,96

Kaynak: MGM verileri kullanılarak üretilmiştir.

Araştırma alanında yer alan istasyonların tümünde sıcaklıkların belirgin olarak artmaya başladığı mayıs ve haziran ayında nisan ayına göre daha fazla yağış düştüğü ölçümlenmiştir. Devrek'te haziran, temmuz ve ağustos aylarında diğer istasyonlara göre daha fazla yağış düşmektedir (Mengen istasyonunun ağustos yağışı hariç). Devrek dışındaki istasyonlarda temmuz, ağustos ve eylülde yağışın önemli ölçüde azaldığı gözlemlenmektedir. Bu durum sahada iklimin karasal iklim tipine geçiş yapmaya başladığını göstermektedir. Mengen istasyonunda görülen ağustos yağış ortalamasının yüksekliği ekstrem durum olarak ortaya çıkmaktadır. Ancak bu durumun ölçüm süresinin kısa oluşu nedeniyle ölçüm yıllarından birinde yaşanan ekstrem yağışlar nedeniyle yükseldiği düşünülmektedir. Nitekim Coşkun (2017)'un çalışmasında ağustos ayı ortalama yağışı 123 mm olarak ifade edilirken, Öztekin (2019)'nin 2014-2017 ölçümünden yararlandığını belirttiği çalışmasında ağustos ayı yağışı 104.5 mm olarak kayda geçmiştir (Şekil 17).



Şekil 17. İstasyonların Aylık Yağış Miktarı (mm)

Havzada bulunan istasyonların ölçümlerine göre yağışın mevsimlere oransal olarak dağılışı incelendiğinde; Abant yağışı en fazla %37,16 ile kış mevsiminde, en az %14,78 ile yaz mevsiminde almaktadır. Kış mevsiminden sonra en fazla yağış %25,69 ile ilkbaharda olduğu görülmektedir. Sonbahar mevsiminde ise %22,59 oranında yağış almaktadır.

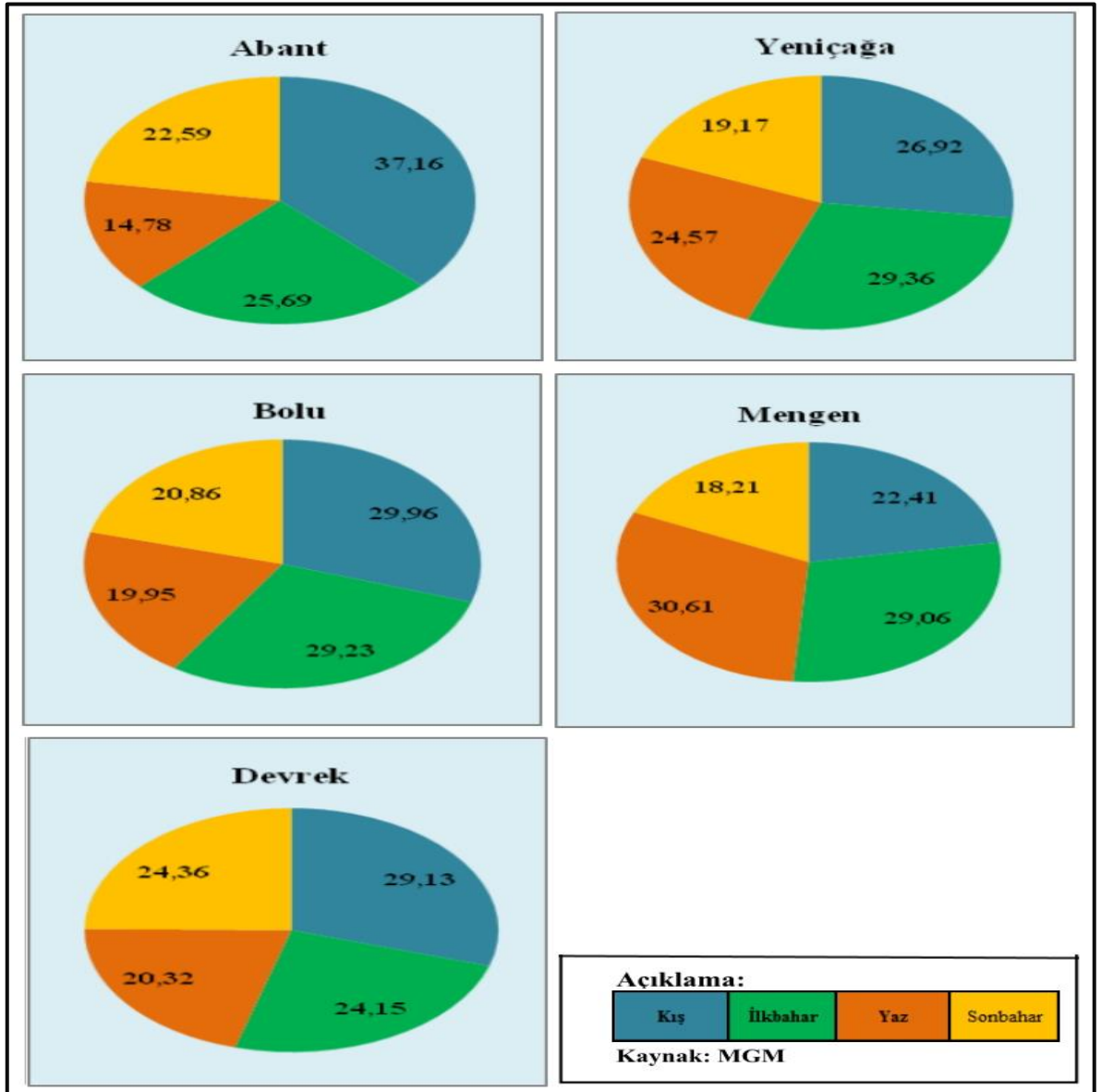
Yeniçağa en fazla yağışı %29,36 ile ilkbaharda aldığı görülürken, ilkbaharı %26,92 ile kış mevsimi takip etmektedir. Bu istasyona en az yağış ise %19,17 ile sonbahar mevsiminde düşmektedir. Yaz mevsiminde ise %24,57 oranında yağış almaktadır.

Bolu istasyonundaki yağışın mevsimlere oransal dağılışına bakıldığında; en fazla yağışı %29,96 ile kış mevsiminde almaktadır. Kış mevsimini %29,23 ile ilkbahar takip etmektedir. En az yağışı %19,95 ile yaz mevsiminde aldığı görülmektedir. Sonbahar da ise %20,86 oranında yağış aldığı tespit edilmiştir.

Mengen istasyonunun en fazla yağışı %30,61 ile yaz mevsiminde aldığı görülmektedir. Yaz mevsimini %29,06 ile ilkbahar mevsimi takip etmektedir. Kış mevsiminde %22,41 oranında yağış alırken, sonbahar mevsiminde ise %18,21 oranında yağış almaktadır.

Son olarak Devrek istasyonundaki yağışın mevsimsel dağılışına bakıldığında %29,13 ile en fazla kış mevsiminde, %20,32 ile de en az yaz mevsiminde yağış aldığı görülmektedir. İlkbaharda %24,15, sonbaharda ise %24,36 oranında yağış aldığı belirlenmiştir (Şekil 18).

Yağışın mevsimlere dağılışına göre çeşitli yağış rejimleri oluşturulmuştur (Erinç, 1957a). Devrek istasyonu, Akdeniz ve Karadeniz arasındaki geçiş özellikleri gösteren yağış rejimine uyarken diğer istasyonlarda belirgin bir yağış rejimi tespit edilememiştir. Bu durum havzada Akdeniz ve Karadeniz iklim şartlarına ilaveten karasal koşulların etki ettiği geçiş sahası olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 18. Yağışın Mevsimlere Dağılışı.

Yağışlı gün sayıları yağış şiddetinin göstergesi olması yönüyle oldukça önem arz etmektedir. Yeryüzüne yağmur olarak düşen yağışlar, gün olarak değerlendirildiğinde yağışın az olması yerüstü sularının eğimli alanlarda yüzeysel akışla kayba uğramasına neden olmaktadır. Bu nedenle de bitkiler yağışla gelen sulardan yeteri kadar faydalanamamaktadır.

Havzada bulunan istasyonların yıllık yağışlı gün sayılarına bakıldığında; Yeniçağa 166,72 gün, Devrek 148,88 gün, Bolu 139,4 gün, Abant 138,6 gün, Mengen 129,43 gün olarak tespit edilmiştir (Tablo 26). Yağış şiddeti açısından değerlendirildiğinde Yeniçağa'da yağışlı gün başına düşen yağış miktarının az olduğu sonucuna varılmaktadır. Bu nedenle yağış şiddetinin düşük olduğu çıkarımı yapılabilmektedir.

Tablo 26. İstasyonların Ortalama Yağışlı Gün Sayıları

İstasyonlar	Yükselti	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Abant	1367	17,6	12,2	12,0	9,0	15,8	9,2	5,2	6,6	7,4	11,8	11,6	20,2	138,6
Yeniçağa	1083	16,9	14,9	14,9	12,3	17,1	17,0	8,3	13,7	12,7	12,7	11,4	14,9	166,72
Bolu	743	15,6	14,5	14,6	13,2	14,0	11,8	6,2	5,2	7,1	10,6	11,9	14,7	139,4
Mengen	636	14,3	10,4	11,7	12,1	16,7	13,9	5,1	7,3	6,9	10,4	8,9	11,7	129,43
Devrek	100	16,8	15,4	17,0	11,7	12,1	12,3	7,1	4,6	9,6	14,3	12,0	15,9	148,88

Kaynak: MGM verileri kullanılarak üretilmiştir.

Bitkilerin tüm yaşamsal faaliyetleri için su oldukça önemlidir. Örneğin bitki besin maddelerinin topraktan alınması toprak suyu vasıtasıyla gerçekleşmektedir ya da fotosentezin meydana gelebilmesinde yine su gereklidir. Su ihtiyacı, su kaybı, kısaca bitkilerde su bilânçosu bitki türlerinin ve bitki formasyonlarının yayılış alanlarını belirleyen temel faktördür (Erinç, 1977; Dönmez, 1985).

Çalışma sahasında topografyaya bağlı olarak yağışın 1500 mm'ye ulaştığı yerlerde kayın (*Fagus orientalis*) ve göknar (*Abies bornmülleriana*) toplulukları yaygınlaşmaktadır. Havzada Bolu, Yeniçağa ve Mengen hattı yağış gölgesinde kaldığı için toplam yağış miktarı daha düşüktür. Bu nedenle özellikle rakımın düşük olduğu alanlarda yağış isteği daha az olan meşe, karaçam ve yer yer gürgenlerin yayılış ortamı genişlemektedir.

1.4.2.5. Basınç

Çalışma sahasında basınç ölçümü yapan Devrek ve Bolu olmak üzere iki istasyon bulunmaktadır. Devrek istasyonunun yıllık ortalama basınç değeri 1006,6 hPa olduğu görülmektedir. Bu istasyonun aylık değerleri incelendiğinde, en yüksek ortalama basıncın 1011,1 hPa ile aralık, en düşük ortalama basınç değeri de 1002,2 hPa ile temmuz ayına aittir.

Bolu istasyonunun yıllık hPa değeri ise 930,8 olarak görülmektedir. Yapılan ölçümlere aylık olarak bakıldığında en yüksek ortalama basınç 933,6 hPa değeri ile ekimdir. En düşük ortalama basınç değerleri ise 928,3 hPa değeri ile nisan ve temmuz aylarıdır (Tablo 27).

Her iki istasyonun basınç değerleri ile yükselti arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Yükseltinin artmasıyla havada azalan gaz molekülleri basıncın daha düşük olmasına neden olmaktadır. 400 m yükseltiye sahip Bolu istasyonundaki basınç değeri buna bağlı olarak daha düşüktür. Devrek istasyonunun 100 m yükseltiye sahip olması nedeniyle gaz moleküllerinin yoğunluk kazanması basınç değerlerine artırıcı etki yapmaktadır.

Ülkemiz yıl içerisinde basınç merkezlerinin yer değiştirmesine bağlı olarak mevsimlere göre farklı hava kütlelerinin etkisi altında kalmaktadır. Havadaki nem, basınç ve sıcaklık evapotranspirasyonu etkilemektedir. Ortamdaki basıncın artması buharlaşmayı azaltırken, basıncın azalması ise buharlaşmayı arttırmaktadır. Bitkilerin suya en fazla ihtiyaç olduğu dönemlerde buharlaşmanın fazla olması ya da yağışların buharlaşmayı karşılayamadığı bir durumda bitkiler için hayati bir süreç yaşanmaktadır.

Tablo 27. İstasyonların Aylık ve Yıllık Ortalama Basınç Değerleri (hPa)

İst.	Y.	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Bolu	743	932,3	931,9	929,6	928,3	929,0	929,1	928,3	929,0	931,6	933,6	933,5	932,9	930,8
Devrek	100	1009,6	1008,4	1006,7	1005,8	1004,1	1003,0	1002,2	1003,1	1005,6	1008,8	1010,6	1011,1	1006,6

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

1.4.2.6. Rüzgâr

İklim elemanlarından biri olan rüzgâr, yatay hava hareketi olarak da bilinmektedir. Rüzgârlar geçtikleri yerlerin havasını beraberinde getirerek bir yerin sıcaklığının artmasına ya da azalmasına sebep olmaktadır (Dönmez, 1990). Türkiye konumu

nedeniyle sürekli rüzgârlardan batı rüzgârlarının etkisi altında kalmaktadır. Kuzeyden esen rüzgârlar sıcaklıkları azaltırken, güneyden esen rüzgârlar ise artırmaktadır.

Bir bölgenin hidrografyası ile rüzgâr arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Sıcak karakterli rüzgârlar buharlaşmayı arttırarak zeminde kurutucu etki yapmaktadır. Soğuk karakterli rüzgârlar ise hava sıcaklığını düşürerek don olaylarının görülmesine neden olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı hem yüzey suları hem yer içi suları etkilenmektedir.

Rüzgâr ile vejetasyon ilişkisine bakıldığında, rüzgâr hızının arttığı dönemlerde ağaçlarda devrilmeler ya da gövdelerinde kırılmalar meydana gelmektedir. Aynı zamanda rüzgâr, bitki çiçeklerinin tozlaşmasına da yardımcı olmaktadır (Öztekin, 2019). Havzada Abant istasyonuna ait rüzgâr verisi bulunmamaktadır. Çalışma sahasında bulunan diğer istasyonların rüzgâr esme sıklığı (frekansı) yıllık ve mevsimlere göre şöyledir;

Yeniçağa istasyonunun da rüzgârın yıllık en fazla esme sıklığı GD (%10,65) yönündedir. Bunu KKB (%10,55) yönü takip etmektedir. Yıllık düzeyde en az esme sıklığı ise GB (%2,49) yönünde görülmektedir. Mevsimlere göre bakıldığında, kışın GD (%17,35), ilkbaharda KKB (%10,30), yazın KKB (%17,79) ve sonbaharda BGB (11,54) yönündedir. Kışın en az %1,97 ile KKD yönünde, ilkbaharda (%2,61) ve yazın (%1,78) KD, son olarak da sonbaharda en az %2,12 GB yönünde görülmektedir (Tablo 28; Şekil 19).

Tablo 28. Yeniçağa İstasyonuna Ait Rüzgârların Mevsimlik ve Yıllık Değerleri (%)

Yönler	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Yıllık
K	3,45	7,96	11,45	6,94	7,42
KKD	1,97	3,27	2,43	2,71	2,6
KD	2,74	2,61	1,78	2,81	2,5
DKD	3,79	3,39	2,16	3,24	3,16
D	6,32	5,62	4,12	6,16	5,57
DGD	15,86	8,15	4,38	8,81	9,32
GD	17,35	10,26	5,42	9,45	10,65
GGD	10,46	8,15	6,54	8,05	8,31
G	5,55	5,67	4,9	5,51	5,42
GGB	2,83	3,14	2,74	2,35	2,77
GB	2,18	2,69	2,99	2,12	2,49
BGB	3,45	3,81	11,25	11,54	7,48
B	6,84	9,05	5,45	7,08	7,14
BKB	5,88	7,74	7,29	7,12	7,01
KB	5,94	8,18	9,32	7,1	7,62
KKB	5,38	10,3	17,79	9,01	10,55

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak yapılmıştır.

Bolu istasyonunun da rüzgârın yıllık en fazla esme sıklığı %15,12 ile GB yönündedir. Bu değeri %11,98 ile B yönü takip etmektedir. Rüzgârın esme sıklığı mevsimlere göre incelendiğinde; kışın en fazla %14,59 ile GB yönünde, en az ise %2,46 ile KKB yönündedir. İlkbaharda en fazla %16,74 ile GB yönünde olduğu belirlenmiştir. En az estiği yönün frekansı %2,17 ile KKB yönündendir. Yazın (%14,05) ile, sonbaharda (%15,04) ile rüzgârın estiği en fazla yön GB'dır. Yazın en az %2,10 ile, sonbaharda ise %1,85 ile KKB yönünden estiği görülmektedir (Tablo 29; Şekil 19).

Tablo 29. Bolu İstasyonuna Ait Rüzgârların Mevsimlik ve Yıllık Değerleri (%)

Yönler	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Yıllık
K	3,15	2,39	2,65	2,5	2,67
KKD	2,8	2,27	2,74	2,62	2,61
KD	5,26	4,81	6,1	4,91	5,27
DKD	4,92	4	5,82	5,17	4,97
D	4,25	4,49	5,52	5,07	4,83
DGD	3,87	3,34	4,44	4,16	3,95
GD	5,38	4,52	5,78	5,25	5,23
GGD	5,42	4,41	5,1	5,03	4,98
G	6,61	6,49	5,95	7,13	6,54
GGB	9,75	10,6	11,23	12,47	11,01
GB	14,59	16,74	14,05	15,04	15,12
BGB	9,85	10,83	8,97	10,44	10,02
B	11,99	13,5	11,37	10,98	11,98
BKB	5,13	4,82	4,06	4,19	4,55
KB	4,57	4,63	4,12	3,2	4,14
KKB	2,46	2,17	2,1	1,85	2,15

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak yapılmıştır.

Mengen'de yıllık esme frekansı en fazla KKB (%11,32) yönündedir. Bu değeri %9,24 ile KD yönü takip etmektedir. En az estiği yönün frekansı ise %2,98 ile B'dır. Kışın en fazla %10,70 yönünde eserken, en az %3,59 ile BKB yönünden esmektedir. İlkbahar (%11,83), yazın (%14,54) ve sonbaharda (%10,58) en fazla esme sıklığı KKB yönündedir. Mevsimlik en az değerler ise; İlkbaharda (%3,13) ve yazın (%1,95) B yönünde esmektedir. Sonbaharda %3,15 ile B ve BGB yönlerinden estiği görülmektedir. Kışında en az %3,59 ile BKB yönündedir (Tablo 30; Şekil 19).

Tablo 30. Mengen İstasyonuna Ait Rüzgârların Mevsimlik ve Yıllık Değerleri (%)

Yönler	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Yıllık
K	7,16	8,16	9,89	6,92	8,05
KKD	8,92	6,12	4,66	5,79	6,29
KD	10,7	8,83	7,38	10,21	9,24
DKD	6,7	8,97	11,45	9,45	9,22
D	6,09	5,49	7,29	5,91	6,19
DGD	4,1	4,15	5,01	4,34	4,41
GD	4,38	4,8	5,22	5,2	4,92
GGD	5,47	5,19	5,05	6,26	5,5
G	6,09	5,7	4,87	5,59	5,55
GGB	6,3	5,3	3,87	5,55	5,23
GB	7,38	6,62	3,52	5,71	5,76
BGB	4,54	3,45	2,34	3,15	3,33
B	3,79	3,13	1,95	3,15	2,98
BKB	3,59	3,81	2,54	3,55	3,37
KB	6,86	8,47	10,42	8,66	8,65
KKB	7,93	11,83	14,54	10,58	11,32

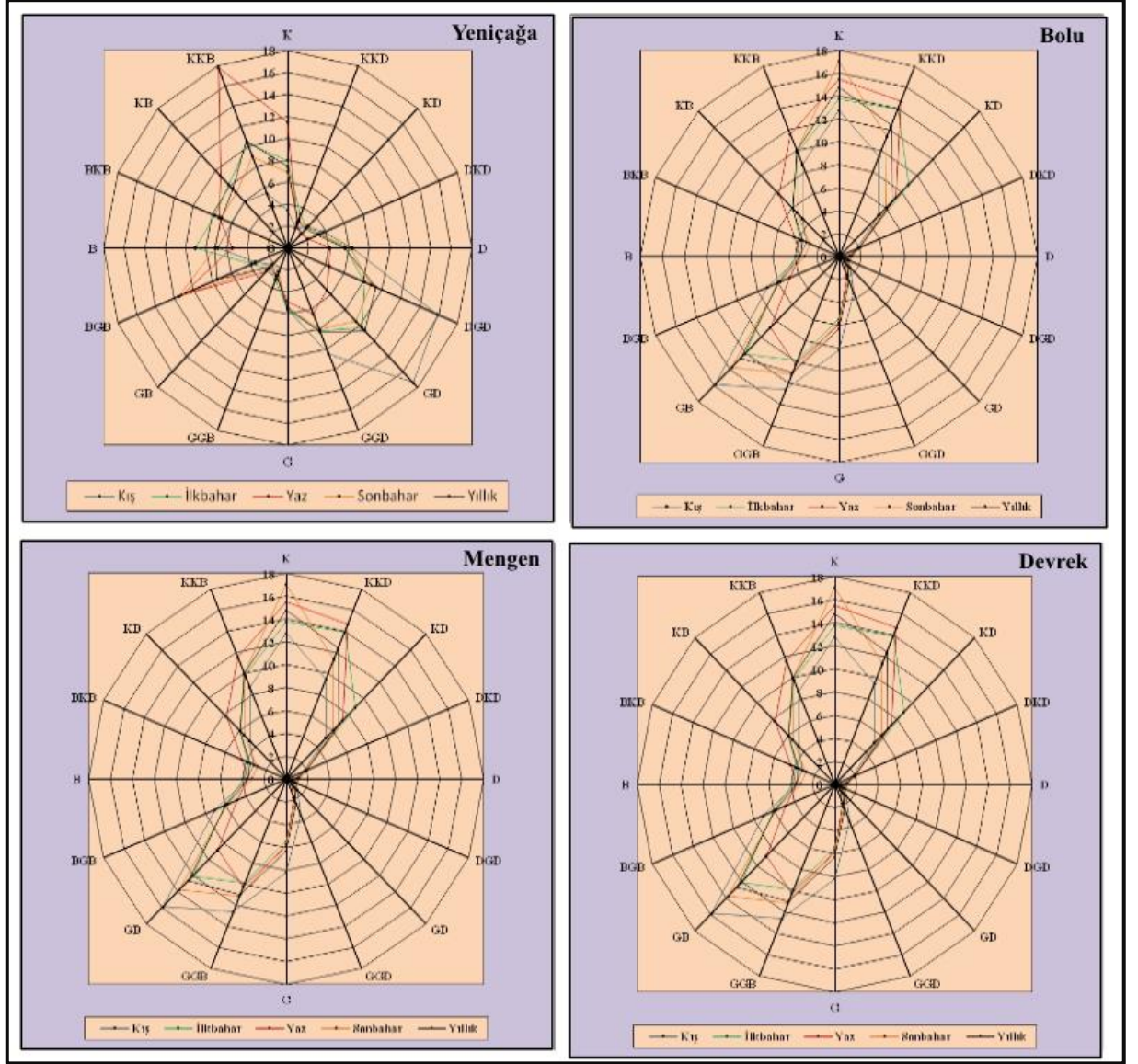
Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak yapılmıştır.

Devrek istasyonunda rüzgârın yıllık esme frekansı en fazla K (%14,78) yönündendir. Bu değeri %12,58 ile GB yönü takip etmektedir. En az ise DGD (%0,82) yönünden esmektedir. Kışın en fazla %15,86 ile GB, en az %1,02 ile DGD yönünde olduğu tespit edilmiştir. İlkbaharda en fazla %13,91 ile KKD, en az %0,70 ile DGD yönünden almaktadır. Yaz (%15,48) ve sonbaharda (%17,06) en fazla K yönlü rüzgârlar gelmektedir. Yaz (%0,54) ve sonbaharda (%1,03) en az DGD yönünden esmektedir (Tablo 31; Şekil 19).

Tablo 31. Devrek İstasyonuna Ait Rüzgârların Mevsimlik ve Yıllık Değerleri (%)

Yönler	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Yıllık
K	12,79	13,79	15,48	17,06	14,78
KKD	9,45	13,91	14,67	11,35	12,38
KD	5,1	8,89	7,24	6,04	6,84
DKD	1,75	1,91	2	2,06	1,93
D	1,18	0,92	0,62	1,12	0,96
DGD	1,02	0,7	0,54	1,03	0,82
GD	1,43	0,97	0,71	1,36	1,12
GGD	3,46	2,13	1,83	2,14	2,38
G	8,21	5,48	5,95	5,72	6,33
GGB	12,6	9,91	10,22	11,16	10,96
GB	15,86	12,04	8,8	13,76	12,58
BGB	7,02	6,03	4,83	5,8	5,91
B	3,58	3,87	3,51	3,11	3,52
BKB	3,19	3,78	4,35	2,85	3,55
KB	4,66	5,9	7,7	5,43	5,93
KKB	8,7	9,79	11,53	9,99	10,01

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak yapılmıştır.



Şekil 19 . İstasyonlara Ait Mevsimlere Rüzgâr Gülleri

1.4.3. İklim Sınıflandırması

Bir yerdeki iklim şartlarının genel özelliklerini belirlemek için çok sayıda formül bulunmaktadır. Ülkemiz için bu formüllerden en çok kullanılanı ve doğruluğu en yakın olanı Erinç ve Thornthwaite yöntemleridir. Çalışma alanı içinde bulunan meteoroloji istasyonu verilerine bu yöntemler uygulanmıştır.

1.4.3.1. Erinç Yağış Etkinliği

Erinç'in yağış etkinliği indeksinde yağış ve ortalama en yüksek sıcaklık kullanılmaktadır. Bu formül araştırma alanı içerisinde bulunan istasyon verilerine uygulanmıştır. Ulaşılan sonuçlar aşağıda verilmiştir (Tablo 32);

Yıllık indis değerlerine bakıldığında, Abant **Yarı Nemli** özellik gösteren tek istasyondur. Havzadaki Bolu, Devrek, Yeniçağa ve Mengen istasyonları ise **Yarı Kurak** özellik göstermektedir.

Çalışma sahasında bulunan istasyonlar aylara göre incelendiğinde, aralık ve ocak aylarında tüm istasyonlar **Çok Nemli** karaktere sahiptir. Şubat ayında, sadece Mengen istasyonu **Nemli** özellik gösterirken havzada bulunan diğer istasyonlar (Bolu, Devrek, Yeniçağa, Abant) **Çok Nemli** özellik taşımaktadır.

Mart ayında, Devrek ve Abant istasyonu **Çok Nemli**; Bolu, Yeniçağa **Nemli**; Mengen istasyonu ise **Yarı Nemli** özellik göstermektedir. Nisan ayında araştırma alanında bulunan tüm istasyonlar **Yarı Nemli** karaktere sahiptir. Mayıs ayında Bolu ve Devrek istasyonları **Yarı Nemli**; Yeniçağa, Mengen, Abant istasyonu ise **Nemli** özellik taşımaktadır.

Haziran ayında, Bolu **Tam Kurak** özellik gösteren tek istasyondur. Devrek ve Abant **Yarı Nemli**; Yeniçağa ve Mengen istasyonları haziran ayında **Nemli** özelliğe sahiptir. Temmuz ayında sadece Devrek istasyonu **Yarı Kurak** özelliktedir. Bu ayda diğer istasyonlardan Bolu ve Abant **Kurak**; Yeniçağa ve Mengen ise **Tam Kurak** özellik göstermektedir. Ağustos ayında ise Bolu, Devrek, Yeniçağa **Kurak**; Mengen **Yarı Nemli**; Abant istasyonu ise **Yarı Kurak** özelliği taşımaktadır.

Eylül ayında Bolu, Yeniçağa, Mengen ve Abant istasyonu **Kurak** özellikte iken Devrek bu ayda **Yarı Nemli** özellik gösteren tek istasyondur. Ekim ayında Bolu, Yeniçağa, Mengen **Yarı Nemli**, Devrek ve Abant istasyonları **Nemli** özelliğe sahiptir. Kasım ayına bakıldığında Abant **Çok Nemli**; Bolu **Nemli**; Devrek, Yeniçağa, Mengen istasyonları ise **Yarı Nemli** özelliktedir.

Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, **Tam Kurak** özellik göstermeyen iki istasyon bulunmaktadır. Bu iki istasyondan Devrek, temmuz ayında **Yarı Kurak**, ağustos ayında **Kurak**; Abant'ın ise temmuz ayında **Kurak**, ağustosta **Yarı Kurak**, eylülde ise **Kurak** özelliğe sahip olduğu saptanmıştır. Tüm istasyonlarda temmuz, ağustos ve eylül ayının en kurak dönem, aralık ve ocak ayının en nemli dönem olduğu görülmektedir.

Havzada bulunan istasyonlar mevsimlere göre incelendiğinde, kış mevsiminde tüm istasyonların **Çok Nemli** özelliğe sahip olduğu saptanmıştır. İlkbaharda Yeniçağa, Abant **Nemli**; Bolu, Devrek, Mengen **Yarı Nemli**, özelliktedir. Yaz mevsiminde **Kurak** özellik gösteren tek istasyon Bolu'dur. Aynı zamanda yaz mevsiminde Devrek, Yeniçağa **Yarı Kurak**; Mengen, Abant ise **Yarı Nemli** özelliğe sahiptir. Sonbaharda Mengen hariç diğer istasyonlar **Yarı Nemli** özellik gösterirken, Mengen istasyonu **Yarı Kurak** özelliğe sahip tek istasyondur.

Araştırma alanında bulunan istasyonlar yıllık olarak değerlendirildiğinde, Abant **Yarı Nemli**, Bolu, Devrek, Yeniçağa ve Mengen ise **Yarı Kurak** özellik taşımaktadır.

Tablo 32. İstasyonların Erinç Formülüne Göre Aylık, Yıllık ve Mevsimlik İndis Değerleri

İstasyonlar	Aylar												Mevsimler				Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	
Bolu	132,5	82,3	54,3	36,1	33,8	2,7	12,2	10,5	14	25,5	41,2	95	39,2	8,7	24,2	100,3	17,84
	ÇN	ÇN	N	YN	YN	TK	K	K	K	YN	N	ÇN	YN	K	YN	ÇN	YK
Devrek	82,3	61,4	58,4	26	27,4	28,5	16,7	14	23,5	42,8	31,8	79,1	34,9	19,5	32	73,7	22,49
	ÇN	ÇN	ÇN	YN	YN	YN	YK	K	YN	N	YN	ÇN	YN	YK	YN	ÇN	YK
Yeniçağa	168	65	48,3	31,6	49,6	54,5	7,2	8,8	13,7	33,8	27,6	125,9	43,2	21,7	23,5	106,7	20,5
	ÇN	ÇN	N	YN	N	N	TK	K	K	YN	YN	ÇN	N	YK	YN	ÇN	YK
Mengen	82,3	41,1	38,5	29,5	47,6	40,7	7,2	34,9	13,7	30,3	23,8	67,6	39	27,3	21,7	60,2	20,9
	ÇN	N	YN	YN	N	N	TK	YN	K	YN	YN	ÇN	YN	YN	YK	ÇN	YK
Abant (Mudurnu)		155,2	96,5	38,3	44	25,9	12,2	15,1	12,6	51,3	75	302,1	53,6	17,4	38,5	355,4	27,8
	ÇN	ÇN	ÇN	YN	N	YN	K	YK	K	N	ÇN	ÇN	N	YN	YN	ÇN	YN

Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

1.4.3.2. Thornthwaite İklim Sınıflandırması

Thornthwaite iklim tasnifi, yağışla-evapotranspirasyon ve sıcaklıkla- evapotranspirasyon arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Thornthwaite göre yağışın evapotranspirasyondan sürekli olarak fazla olduğu yerlerde toprak suya doymuş halde bulunmaktadır. Bu sebeple de yağış fazlalığı olan yerlerde su fazlalığı bulunmaktadır. Yağışların evapotranspirasyondan sürekli olarak az olduğu yerlerde ise toprakta su birikmemektedir ve bu gibi yerlerde de toprakta su noksanlığı olmaktadır.

Thornthwaite'in sınıflandırmasındaki iklim tiplerini bu iki ekstrem arasında değerlendirilmektedir (Dönmez, 1990).

Havzada bulunan istasyonların uzun yıllar aylık ortalama sıcaklık ve yağış değerleri kullanarak Thornthwaite metoduna göre hangi iklim tipinde yer aldığını belirlemek amacıyla istasyonların su bilanço tabloları hazırlanmış ve çıkan sonuç değerleri ile diyagramlar oluşturulmuştur. Thornthwaite göre oluşturulan tablo ve diyagramlarda da araştırma alanının aylık ve yıllık ortalama evapotranspirasyon miktarı, zemindeki su miktarının değişimi, su noksanı, su fazlası, yüzeysel akış miktarı ve nemlilik oranları gerekli hesaplamalar sonucu elde edilmiştir.

Thornthwaite yöntemine göre yapılan hesaplamalar sonucunda istasyonların iklim tipleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre (Tablo 33) Bolu **Yarı Kurak-Az Nemli**, Devrek **Yarı Kurak**, Yeniçağa **Yarı Kurak-Az Nemli**, Mengen **Yarı Nemli** ve son olarak da Abant **Nemli** özellik göstermektedir.

Çalışma sahasında bulunan istasyonların Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına göre durumu aşağıda verilmiştir.

Thornthwaite yöntemine göre, Bolu istasyonunun iklim özellikleri **C1, B1, s, a'** harfleriyle ifade edilmektedir. Buna göre Yarı Kurak-Az Nemli, 1. dereceden mezotermal koşullara sahip, su fazlası kış mevsiminde olan, tam denizel iklim şartlarının olduğu iklim tipi görülmektedir (Tablo 33-38).

Bolu istasyonunun su bilançosuna bakıldığında; vejetasyon dönemi içerisinde bitkilerin en iyi gelişimleri nisan, mayıs ve haziran aylarında olması beklenmektedir. Ocak, şubat, mart, nisan aylarında toprakta yeterince suya sahipken diğer aylarda su noksanlığı çekmektedir. Bitkiler ihtiyaç duydukları suyu karşılayamadıklarından gelişimlerini yavaşlatmak zorunda kalmaktadır.

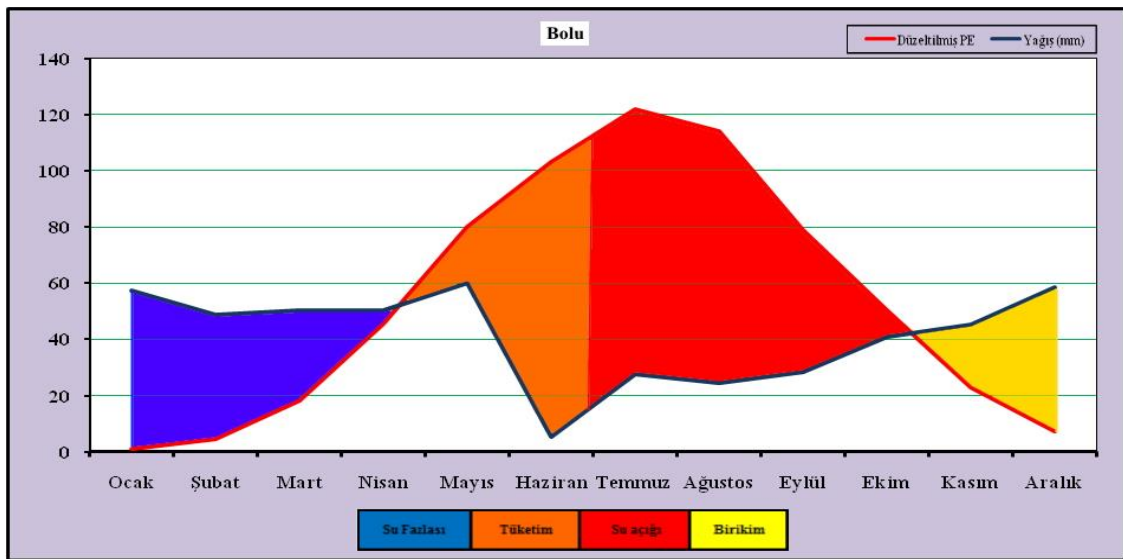
Bolu istasyonunda yağış-sıcaklık değerlerine bağlı olarak vejetasyon dönemi içerisinde bitkilerin en iyi gelişim dönemlerinin nisan, mayıs ve haziran aylarının olduğu görülmektedir. Bu dönemde sıcaklıklar vejetasyonun gelişimi için uygun koşullar sunmaktadır. Thornthwaite formülüne göre de toprakta da yeterli su bulunduğu görülmektedir. Bu şartlar, bitkiler için optimum koşullar oluşturmaktadır. Temmuz ile ağustos aylarında biyolojik aktivite için daha uygun sıcaklık değerleri

olmasına rağmen, yetersiz yağış değerleri sahada su açığının oluşmasına sebep olmaktadır. Bitkiler bu dönemde şartlara uyum sağlayabilmek için gelişimlerini yavaşlatmak zorunda kalmaktadır.

Tablo 33. Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Bolu'nun Su Bilançosu.

Bilanço Elemanları	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Sıcaklık (°C)	0,5	1,8	4,7	9,6	14,1	17,4	19,8	19,9	16,2	11,8	6,9	2,7	10,5
Sıcaklık İndisi	0,03	0,21	0,91	2,68	4,8	6,61	8,03	8,1	5,93	3,67	1,63	0,39	
Düzeltilmemiş PE	1,28	5,76	17,8	41,1	64,5	82,58	96,11	96,68	75,9	52,4	27,9	9,27	571,2
Enlem K.	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81	
Düzeltilmiş PE	1,08	4,78	18,3	45,6	80	103,2	122,1	114,1	79	50,3	23,1	7,51	649,0
Yağış (mm)	57,4	48,7	50,2	50,2	60,3	5,5	27,8	24,4	28,4	41	45,3	58,6	497,8
Depo Değişikliği	26,75	0	0	0	-19,7	-80,3	0	0	0	0	22,2	51,1	
Depo Durumu	100	100	100	100	80,3	0	0	0	0	0	22,2	73,3	
Gerçek E.	1,08	4,78	18,3	45,6	80	85,8	27,8	24,4	28,4	41	23,1	7,51	387,8
Su Noksanı	0	0	0	0	0	17,42	94,26	89,68	50,6	9,26	0	0	261,2
Su Fazlası	29,57	43,9	31,9	4,59	0	0	0	0	0	0	0	0	110,0
Yüzeysel Akış	14,79	29,4	30,6	17,6	8,8	4,4	2,2	1,1	0,55	0,28	0,14	0	
Nemlilik Oranı	52,15	9,19	1,74	0,1	-0,25	-0,95	-0,77	-0,79	-0,64	-0,18	0,96	6,8	

Temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında sahada su açığı oluşmaktadır. Yağışın buharlaşmadan fazla olup toprakta birikmeye başladığı ay ise kasımdır. Kasım-nisan döneminde ise doyumluğun %100 olduğu dönemdir. Mayıs ve haziran aylarında potansiyel buharlaşmanın yağıştan fazla olduğu, depolanan suyun sarf edildiği dönemdir (Tablo 33-38; Şekil 20).



Şekil 20. Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Devrek Thornthwaite Su Bilançosu.

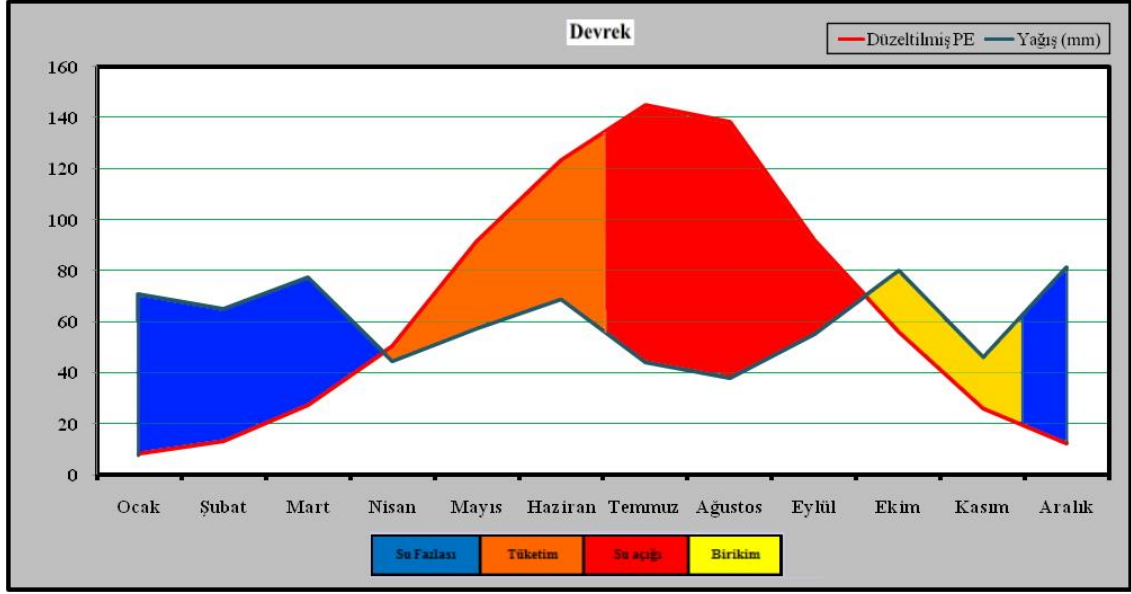
Devrek istasyonunun iklim şartları Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre; C2, B'2, s, a' harfleriyle ifade edilen yarı nemli, mezotermal, deniz tesirine yakın, su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede olan tali iklim tali iklim tipidir (Tablo 34-38).

Tablo 34. Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Devrek'in Su Bilançosu.

Blanço Elemanları	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Sıcaklık (°C)	4,7	6,4	9,0	12,8	17,6	21,4	23,7	24,0	20,0	15,2	10,1	6,3	14,3
Sıcaklık İndisi	0,9	1,5	2,4	4,2	6,7	9,0	10,6	10,8	8,2	5,4	2,9	1,4	
Düzeltilmemiş PE	10,1	16,1	26,8	45,3	73,1	97,9	114,1	116,3	88,5	58,7	31,8	15,7	
Enlem K.	0,8	0,8	1,0	1,1	1,3	1,3	1,3	1,2	1,0	1,0	0,8	0,8	
Düzeltilmiş PE	8,4	13,3	27,6	50,3	91,3	123,4	144,9	138,4	92,0	56,3	26,1	12,5	784,6
Yağış (mm)	70,6	65,0	77,4	44,8	57,5	69,1	44,1	37,9	55,3	79,8	46,1	81,1	728,7
Depo Değişikliği	0,0	0,0	0,0	-5,5	-33,8	-54,3	-6,3	0,0	0,0	23,5	20,0	68,6	
Depo Durumu	100,0	100,0	100,0	94,5	60,6	6,3	0,0	0,0	0,0	23,5	43,5	100,0	
Gerçek E.	8,4	13,3	27,6	50,3	91,3	123,4	50,4	37,9	55,3	56,3	26,1	12,5	552,9
Su Noksanı	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,5	100,5	36,7	0,0	0,0	0,0	231,7
Su Fazlası	62,2	51,7	49,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,1	175,8
Yüzeysel Akış	31,1	41,4	45,6	22,8	11,4	5,7	2,9	1,4	0,7	0,4	0,2	0,0	163,6
Nemlilik Oranı	7,4	3,9	1,8	-0,1	-0,4	-0,4	-0,7	-0,7	-0,4	0,4	0,8	5,5	

Devrek istasyonunda yağış-sıcaklık değerlerine bağlı olarak vejetasyon dönemi içerisinde bitkilerin en iyi gelişim dönemlerinin nisan, mayıs ve haziran ayında olduğu görülmektedir. Bu dönemde hem ortalama sıcaklık koşulları hem de yağış ve toprakta bulunan su miktarı bitkiler için optimum koşullar oluşturmaktadır. Temmuz, ağustos ve eylül aylarında bitkiler gelişimlerini yavaşlatmaktadır. Çünkü bu aylarda yetersiz yağış değerleri sahada su açığının oluşmasına sebep olmaktadır.

Yağışın buharlaşmadan fazla olup toprakta birikmeye başladığı ay ekimdir. İki aylık birikme döneminden sonra aralık, ocak, şubat ve mart aylarında %100 doyumluğa sahip olduğu görülmektedir. Nisan, mayıs ve haziran ayında potansiyel buharlaşma yağıştan fazla olmakta ve depolanan su sarf edilmektedir. Temmuz, ağustos ve eylül aylarında ise su noksanlığı bulunmaktadır (Tablo 34-38; Şekil 21).



Şekil 21. Devrek Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Devrek Thornthwaite Su Bilançosu.

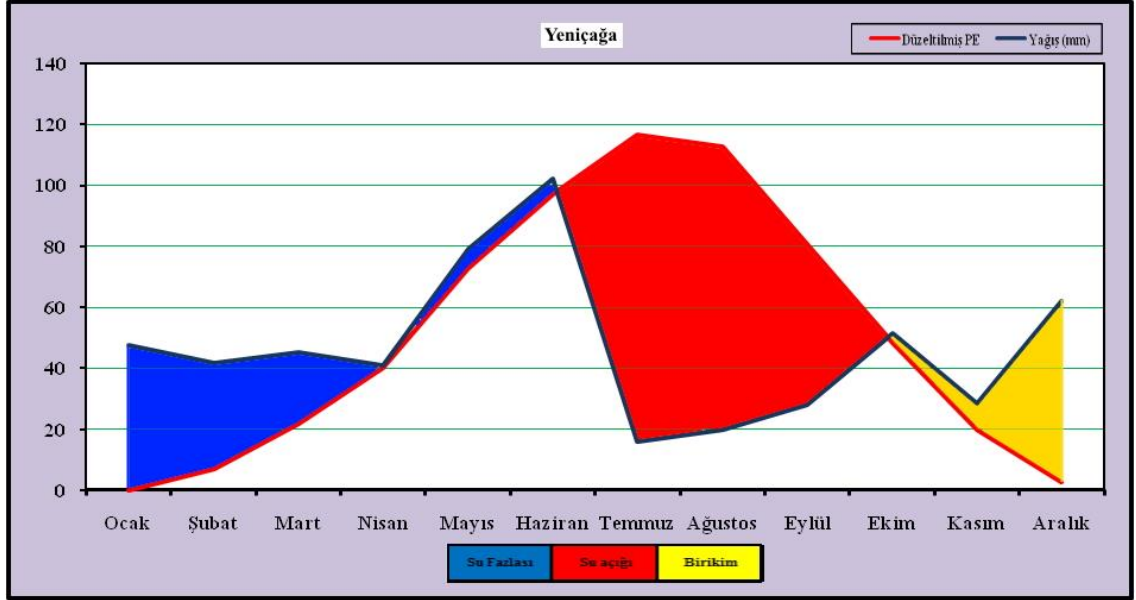
Thornthwaite yöntemine göre, Yeniçağa istasyonunun iklim özellikleri **C1**, **B'1**, **s**, **a'** harfleri ile ifade edilmektedir. Yarı kurak–az nemli, 1. dereceden mezotermal koşullara sahip, su fazlası kış mevsiminde olan, tam denizel iklim şartlarının olduğu iklim tipi görülmektedir (Tablo 35-38).

Yeniçağa istasyonunda toplam yağış miktarı ile toprakta depolanan su miktarı toplam potansiyel evapotranspirasyon miktarını karşılayamamaktadır. Bu nedenle de temmuz, ağustos ve eylül ayında su açığı yaşanmaktadır.

Tablo 35. Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Yeniçağa'nın Su Bilançosu.

Blanço Elemanları	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Sıcaklık (°C)	-1	2,2	5	8,1	12,5	16,1	18,7	19,4	16,1	10,9	5,6	1	9,6
Sıcaklık İndisi	0	0,29	1	2,08	4	5,87	7,37	7,79	5,87	3,25	1,19	0,09	
Düzeltilmemiş PE	0	8,52	21,2	36,3	58,7	77,76	91,83	95,65	77,8	50,4	24,1	3,55	545,7
Enlem K.	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81	
Düzeltilmiş PE	0	7,07	21,9	40,2	72,8	97,2	116,6	112,9	80,9	48,4	20	2,88	620,7
Yağış (mm)	47,6	41,7	45,1	40,8	79	102,2	15,8	20	27,9	51,3	28,5	61,9	561,8
Depo Değişikliği	29,53	0	0	0	0	0	-100	0	0	2,91	8,54	59	
Depo Durumu	100	100	100	100	100	100	0	0	0	2,91	11,5	70,5	
Gerçek E.	0	7,07	21,9	40,2	72,8	97,2	115,8	20	27,9	48,4	20	2,88	474,1
Su Noksanı	0	0	0	0	0	0	0,82	92,87	53	0	0	0	146,7
Su Fazlası	18,07	34,6	23,3	0,56	6,21	5	0	0	0	0	0	0	87,7
Yüzeysel Akış	9,035	21,8	22,5	11,6	8,88	6,94	3,47	1,74	0,87	0,44	0,22	0	
Nemlilik Oranı	47,6	4,9	1,06	0,01	0,09	0,05	-0,86	-0,82	-0,66	0,06	0,43	20,5	

Sahada Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında su açlığı görülmektedir. Yağışın buharlaşmayı geçtiği ve toprakta birikmeye başladığı ay ekim'dir. Üç aylık birikme döneminden sonra ocak, şubat, mart, nisan, mayıs ve haziran aylarında toprağın suya doymuş olduğu görülmektedir (Tablo 35-38; Şekil 22).



Şekil 22. Yeniçağa Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Devrek Thornthwaite Su Bilançosu.

Mengen istasyonu Thornthwaite yöntemine göre, **C2, B'1, r, a'** harfleri ile belirtilmektedir. Bu değerlere göre Mengen istasyonu, yarı nemli, 1. dereceden mezotermal koşullara sahip, su noksanlığı olmayan ya da çok az olan, tam denizel iklim şartlarının olduğu iklim tipi görülmektedir (Tablo 36-38).

Bu istasyonda bitkilerin en iyi gelişim döneminin nisan, mayıs ve haziran ayında olabileceği düşünülmektedir. Çünkü bu dönemde sıcaklık ortalaması bitki gelişimine imkân verirken bu aylarda Thornthwaite formülüne göre de toprakta da yeterli suyun bulunması bitkiler için iyi bir gelişim ortamı sunmaktadır. Yetersiz yağışlar temmuz, ağustos ve eylül aylarında sahada su açığının oluşmasına sebep olmaktadır.

Tablo 36. Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Mengen'in Su Bilançosu.

Blanço Elemanları	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Sıcaklık (°C)	0,9	4	6,6	9,7	14,3	18	20,4	21,3	17,8	12,7	6,7	2,7	11,3
Sıcaklık İndisi	0,07	0,71	1,52	2,73	4,91	6,95	8,41	8,97	6,84	4,1	1,56	0,39	
Düzeltilmemiş PE	2,06	13,1	24,3	39	63,1	83,86	97,91	103,3	82,7	54,5	24,7	8,03	596,5
Enlem K.	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81	
Düzeltilmiş PE	1,73	10,8	25	43,3	78,2	104,8	124,4	121,9	86	52,3	20,5	6,5	675,5
Yağış (mm)	48,7	40,4	46,8	47,5	89,2	87,8	17,2	88,2	31,1	53,6	30,3	52,4	633,2
Depo Değişikliği	43	0	0	0	0	-17,02	-82,98	0	0	1,3	9,8	45,9	
Depo Durumu	100	100	100	100	100	82,98	0	0	0	1,3	11,1	57	
Gerçek E.	1,73	10,8	25	43,3	78,2	104,8	100,2	88,2	31,1	52,3	20,5	6,5	562,7
Su Noksanı	0	0	0	0	0	0	24,17	33,67	54,9	0	0	0	112,8
Su Fazlası	3,97	29,6	21,8	4,17	11	0	0	0	0	0	0	0	70,5
Yüzeysel Akış	1,985	15,8	18,8	11,5	11,2	5,62	2,81	1,4	0,7	0,35	0,18	0	
Nemlilik Oranı	27,15	2,73	0,87	0,1	0,14	-0,16	-0,86	-0,28	-0,64	0,02	0,48	7,06	

Yağış buharlaşmayı geçerek toprakta birikmeye ekim ayında başlamaktadır. Ocak, şubat, mart, nisan ve mayıs aylarında toprağın %100 doygunluğa ulaştığı görülmektedir. Haziran ayında potansiyel buharlaşma yağıştan fazla olmakta ve depolanmış su sarf edilmektedir. Temmuz, ağustos ve eylül aylarında ise su noksanlığı bulunmaktadır (Tablo 36-38; Şekil 23).

**Şekil 23.** Mengen Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Devrek Thornthwaite Su Bilançosu Grafiği.

Thornthwaite yöntemine göre, Abant istasyonu **B1, C'2, s, a'** harfleriyle ifade edilmektedir. İstasyon nemli, 2. dereceden mikrotermal, su noksanlığının yaz mevsiminde yaşandığı, tam denizel iklim şartlarının olduğu iklim tipi özelliği taşımaktadır (Tablo 37-38).

Abant istasyonunun yağış-sıcaklık değerlerine bağlı olarak vejetasyon dönemi içerisinde bitkilerin en iyi gelişim dönemlerinin mayıs ve haziran ayında olduğu görülmektedir. Temmuz, ağustos ve eylül aylarında yetersiz yağış ve evapotranspirasyonun fazla olması bitkilerin gelişim evrelerinin yavaşlamasına neden olabilecek düzeydedir.

Tablo 37. Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Abant'ın Su Bilançosu.

Blanço Elemanları	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Sıcaklık (°C)	-3,2	0,3	3	6,4	10,1	14	15,9	16,5	13,5	9,2	4,2	-0,7	7,4
Sıcaklık İndisi	0	0,01	0,46	1,45	2,9	4,75	5,76	6,1	4,5	2,52	0,77	0	
Düzeltilmemiş PE	0	1,77	16,4	34,2	53,1	72,8	82,33	85,34	70,3	48,5	22,7	0	487,4
Enlem K.	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81	
Düzeltilmiş PE	0	1,47	16,9	37,9	65,8	91	104,6	100,7	73,1	46,6	18,9	0	556,9
Yağış (mm)	87,3	55,6	63,5	39,3	56,8	41,7	21,9	28,2	20,9	64,5	55	88,1	622,8
Depo Değişikliği	0	0	0	0	-9,03	-49,3	-41,67	0	0	17,9	36,1	88,1	
Depo Durumu	100	100	100	100	91	41,67	0	0	0	17,9	54,1	100	
Gerçek E.	0	1,47	16,9	37,9	65,8	91	63,57	28,2	20,9	46,6	18,9	0	391,2
Su Noksanı	0	0	0	0	0	0	40,99	72,5	52,2	0	0	0	165,7
Su Fazlası	87,3	54,1	46,6	1,39	0	0	0	0	0	0	0	42,2	231,6
Yüzeysel Akış	43,65	48,9	47,7	24,6	12,3	6,14	3,07	1,54	0,77	0,38	0,19	0	
Nemlilik Oranı	87,3	36,8	2,76	0,04	-0,14	-0,54	-0,79	-0,72	-0,71	0,39	1,92	88,1	

Sahada haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında su noksanlığı görülmektedir. Yağışın buharlaşmadan fazla olup toprakta birikimi ekim ayından başlayarak kasım ve aralık aylarında da devam etmektedir. Bunun sonucunda ise ocak, şubat, mart ve nisan aylarında toprağın suya doygunluğu %100'dür. Mayıs ve haziran ayların da ise potansiyel buharlaşma yağıştan fazla olmakta ve depolanan su sarf edilmektedir (Tablo 37-38; Şekil 24).



Şekil 24. Abant Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Devrek Thornthwaite Su Bilançosu.

Tablo 38. Araştırma alanında bulunan istasyonların Thornthwaite'e göre İklim Tasnifi

İstasyonlar	Yağış Etkinlik İndisi (1. harf)			Sıcaklık Etkinlik İndisi (2. harf)		
	İm	Harf	İklim Özelliği	Yıllık PE (mm)	Harf	İklim Özelliği
Bolu	-7,2	C1	Yarı Kurak-Az Nemli	649,02	B'1	Nemli
Yeniçağa	-0,05	C1	Yarı Kurak-Az Nemli	620,74	B'1	Nemli
Devrek	4,69	C2	Yarı Nemli	784,57	B'2	Nemli
Mengen	0,42	C2	Yarı Nemli	675,46	B'1	Nemli
Abant	23,74	B1	Nemli	556,89	C'2	Yarı Nemli
İstasyonlar	Kuraklık ve Nemlilik İndisi (3. harf)			PE'nin 3 Yaz Ayına Oranı İndisi (4. harf)		
	la/Ih	Harf	İklim Özelliği	PE'nin 3 Yaz Ayına Oranı	Harf	Yaz Buharlaşma Oranı (%)
Bolu	16,95	s	Su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan tali iklim	28,28	a'	Yaz Buharlaşma Oranı<48
Yeniçağa	14,13	s	Su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan tali iklim	29,49	a'	Yaz Buharlaşma Oranı<48
Devrek	29,53	s	Su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede olan tali iklim	36,97	a'	Yaz Buharlaşma Oranı<48
Mengen	16,68	r	Su noksanı olmayan veya çok az olan tali iklim	29,25	a'	Yaz Buharlaşma Oranı<48
Abant	29,75	s	Su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede olan tali iklim	24,69	a'	Yaz Buharlaşma Oranı<48

1.5. TOPRAK ÖZELLİKLERİ

Toprak, ana kayanın fiziksel ve kimyasal ayrışması sonucunda meydana gelen, bünyesinde birçok canlı bulunduran, bitkiler ve canlılar için besin kaynağı olan, yeryüzünü bir tabaka halinde saran bir kattır (Akalan, 1988). Bir sahada, iklim faktöründen sonra bitki örtüsünün iyi gelişim sağlayabilmesi için toprak şartlarının da uygun olması gerekmektedir. Toprak oluşum sürecini ana materyal, iklim, topografya, zaman ve canlılar etkilemektedir. İklim etkisi altında oluşan topraklara zonal topraklar; sürekli aşınım ve birikmenin olduğu ve bu nedenle de genç bir oluşum evresinde kalan topraklar azonal topraklar; ana materyalin etkisi altında bulunan topraklar ise intrazonal topraklar olarak adlandırılmaktadır (Atalay ve Soykan, 2008; Atalay, 2016a).

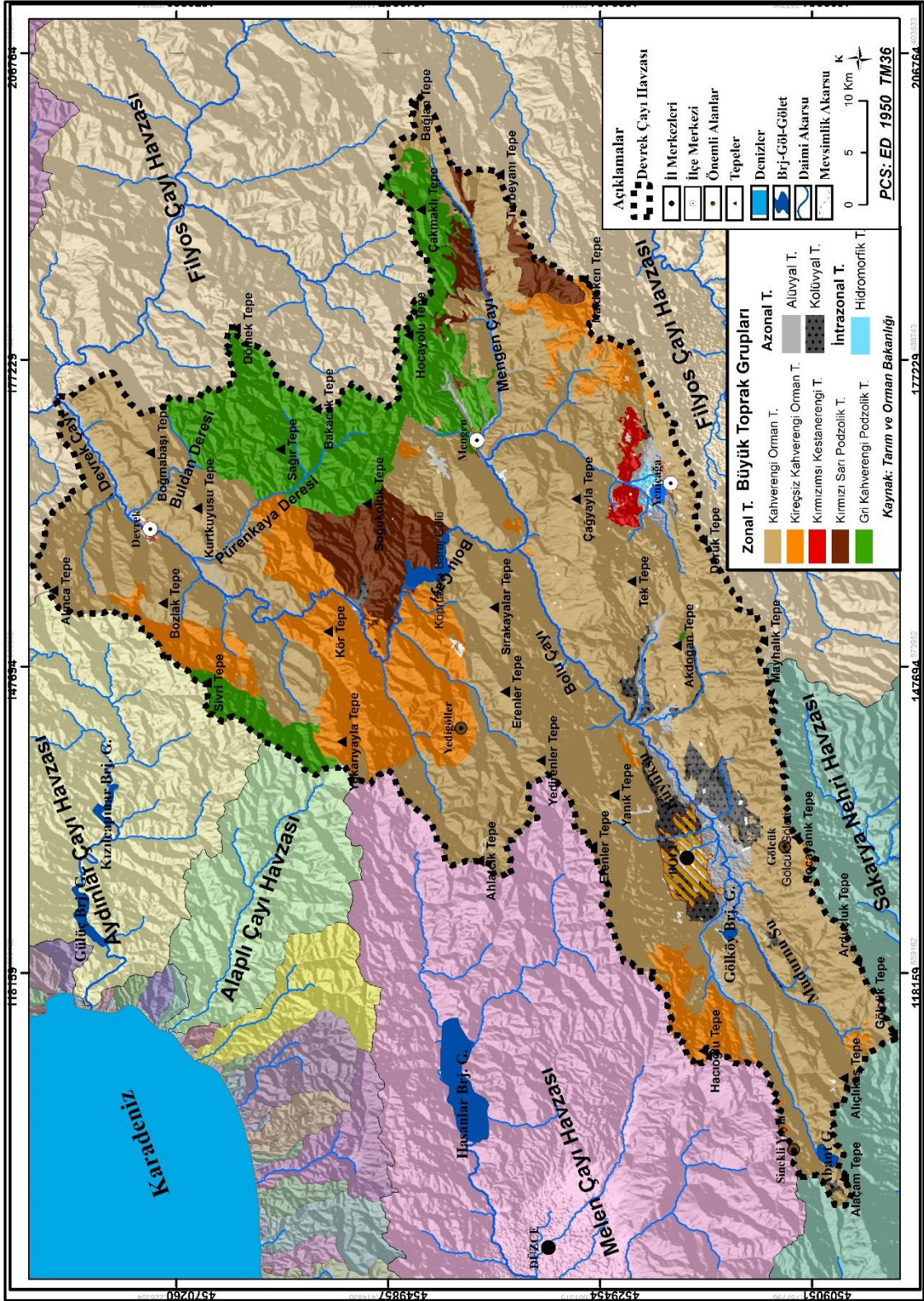
Araştırma alanında görülen toprak tipleri Tarım ve Orman Bakanlığı'ndan alınan verilerle tespit edilmiş ve arazide incelenmiştir. Toprak dağılışı haritası da bu veriler kullanılarak oluşturulmuştur. Buna göre çalışma sahasında zonal topraklardan; kahverengi orman toprakları, kireçsiz kahverengi orman toprakları, kırmızımsı kestane topraklar, kırmızı-sarı podzolik topraklar, gri-kahverengi podzolik topraklar bulunmaktadır. Azonal toprak grubundan alüvyal ve kolüvyal topraklar, intrazonal toprak grubundan ise hidromorfik topraklar görülmektedir (Harita 13).

1.5.1. Zonal Topraklar

Toprak oluşumunda iklim ve vejetasyonun etkili olduğu topraklardır. Arazinin düz ya da düze yakın, drenajın iyi olduğu sahalarda görülmektedir (Atalay, 2016a). Bu topraklar buldukları yerin iklim ve bitki örtüsü özelliklerini yansıtmaktadır. Bu nedenden dolayı zonal toprak grubundaki topraklara yerli topraklar da denilmektedir. Çalışma sahasında bulunan zonal topraklar şunlardır:

1.1.1.1. Kahverengi Orman Toprakları

Orman altında kahverenginin çeşitli tonları halinde bulunan bir toprak türüdür. Toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri, ormanın ekolojik özelliklerine göre değişmektedir. Bu topraklarda genellikle B katı yeterince gelişmemiş veya çok az gelişmiş kireçli bünyededir. Organik maddenin birikmesine dayalı olarak üst toprak katı çoğunlukla taneli yapıya sahiptir (Atalay, 1992; 2016).



Harita 13. Araştırma Alanının Toprak Haritası.

Kahverengi orman toprakları, araştırma alanında en fazla yer kaplayan topraktır (Fotoğraf 13). Araştırma alanında özellikle alçak kesimlerde orman örtüsü altındaki çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı tabakalarının üzerinde görülmektedir. Üzerinde adi gürgen (*Carpinus betulus*), meşe (*Quercus sp.*), karaçam (*Pinus nigra*) gibi ağaç türleri yayılış göstermektedir. Ayrıca bu topraklar üzerinde tarım arazileri bulunmaktadır.



Fotoğraf 13. Araştırma alanının kuzeyinde düşük rakımlı, eğimli yamaçlarda A-C horizonlu kahverengi orman toprakları görülmüştür.

1.1.1.2. Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları

Yağışın 600 mm üzerinde olduğu orman altında görülen topraklardır. Yağıştan dolayı toprak yıkanmış ve asit reaksiyonu kazanmıştır. Ayrıca bu topraklarda kireç birikimi bulunmamaktadır. Bu sebepten dolayı asit karakterli kahverengi orman toprakları da denilmektedir (Atalay, 2016a).

Araştırma alanında, kuzeyde Bozlak Tepe, batıda Yukarıyayla Tepe, Kör Tepe ve Yedigöller, doğuda Naldöken Tepe güneyde ise Hacıoğlu tepe yakınlarında yükseltinin ortalama 700 m üzerine çıktığı sahalarda yani yüksek kesimlerde orman örtüsü altında görülmektedir. Kireçsiz kahverengi orman topraklarının görüldüğü sahalarda yağış 900 mm üzerine çıktığı için bu toprakların B horizonunda, bolca yıkanmaya maruz kaldığından dolayı kireç birikimi görülmemektedir ve üzerinde doğu kayını (*Fagus orientalis*), meşe (*Quercus sp.*), adi gürgen (*Carpinus betulus.*) ve karaçam (*Pinus nigra*) gibi ağaç türlerinden oluşan ormanlar bulunmaktadır (Fotoğraf 14).



Fotoğraf 14. Araştırma alanının yüksek kesimlerinde yağışın toprakta bulunan kireci uzaklaştırması ve vejetasyon etkisi ile gelişmekte olup, göknar sarıçam kayınlardan oluşan orman altında görülmektedir.

1.1.1.3. Kırmızımsı Kestane Topraklar

Kısa süren nemli mevsime sahip kurak-nemli tropikal iklim bölgelerinde ve onu çevreleyen tropikal bozkır bölgelerinde yaygın olarak görülmektedir. Yüzeyle kırmızımsı kahverengine sahipken, alt horizonlar da daha açık bir renk alır. Kalsiyum karbonatın biriktiği topraklardır (Atalay, 2016a). Çalışma sahasının doğusunda yükseltinin 1000 m olduğu yüksek kesimlerde, Yeniçağa Gölü ile Çağyayla Tepe arasında ince bir hat şeklinde bulunmaktadır. Yağış bu alanda 500-600 mm arasında görülmektedir. Kırmızımsı kestane topraklar üzerinde tahıl tarımına dayalı araziler yaygındır (Fotoğraf 15).



Fotoğraf 15. Yarıkurak koşulların hüküm sürdüğü Yeniçağa civarında kırmızımsı kestane topraklar oluşmuş olup, bu alanlarda tahıl tarımı yapılmaktadır.

1.1.1.4. Kırmızı-Sarı Podzolik Topraklar

Kırmızı-Sarı Podzolik Topraklar, yazları sıcak kışları ılıman geçen sahalarda görülmektedir. Bu nedenle bakteri faaliyetleri arttığından toprağın organik madde içeriği düşüktür. Oluşumunda hem podzolleşme hem de lateritleşme süreci hâkimdir. Bünyesindeki demirlerin oksitlenmesinden dolayı topraklarda kırmızı ve sarı renkler görülmektedir (Atalay, 2016a). Araştırma alanındaki pedojenik sürecin podzolleşme olduğu söylenebilir.

Devrek Çayı Havzasında bu toprak türü Soğukoluk Tepe civarı ile doğuda Naldöken Tepe ile Türbeyanı Tepe batısında görülmektedir. Ortalama yıllık yağış değerlerine göre bu alanlar 700-800 mm yağış almaktadır. Soğukoluk Tepe civarında yer alan bu toprakların üzerinde ise meşe (*Quercus sp.*), karaçam (*Pinus nigra*), adi gürgen (*Carpinus betulus.*) gibi ağaç türlerinden oluşan karışık ormanlar görülürken, doğuda Naldöken Tepe ile Türbeyanı Tepe arasında ise sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) göknar (*Abies bornmülleriana*) ormanları görülmektedir (Fotoğraf 16).



Fotoğraf 16. Soğukoluk Tepe batısında topraktaki demiroksit nedeniyle toprak rengi kırmızımsı bir renk almıştır.

1.1.1.5. Gri-Kahverengi Podzolik Topraklar

Nemli soğuk iklimde görülen topraklardır. Asit reaksiyona sahip bu topraklar üzerinde yapraklarını döken ormanlar iyi gelişim göstermektedir. Gri-Kahverengi Podzolik Topraklar bünyesinde podzollere nazaran daha çok ve önemli bazlar bulundurmaktadır (Atalay, 2016a).

Araştırma alanında 1000 m yükseltiye sahip batıda Sivri Tepe, kuzeydoğuda Boğmabaşı ile Bakacak Tepe arasında, Mengen Çayı civarında Hocayolu Tepe ile Çakmaklı Tepe arasında bir hat olarak görülmektedir. Havzada gri-kahverengi podzolik toprakların görüldüğü alanlar 1000-1250 mm yağış almaktadır. Bu toprakların üzerinde Sivri Tepe yakınlarında doğu kayını (*Fagus orientalis*) ile adi gürgen (*Carpinus betulus.*), Boğmabaşı ile Bakacak Tepe arasında doğu kayını (*Fagus orientalis*), meşe (*Quercus sp.*), karaçam (*Pinus nigra*), adi gürgen (*Carpinus betulus.*), Hocayolu Tepe ile Çakmaklı Tepe civarında yükseltinin arttığı yerlerde saf göknar (*Abies bornmülleriana*) ormanları, yükseltinin kısmen azaldığı yerlerde meşe (*Quercus sp.*), karaçam (*Pinus nigra*), adi gürgen (*Carpinus betulus.*) gibi bitki türler görülmektedir.

1.5.2. Azonal Topraklar

Aşınım ve birikim süreçlerinin sürekli devam ettiği eğimli yamaçlarda ve taşkın sahalarında bulunan topraklardır. Toprak oluşumu için yeteri kadar zaman geçmediğinden bu topraklarda horizonlaşma olmamıştır. Bir başka deyişle azonal topraklar horizonlaşma göstermemiş genç topraklardır (Atalay, 2016a). Devrek Çayı Havzası'nda azonal toprak grubundan alüvyal ve kolüvyal topraklar bulunmaktadır.

1.5.2.1. Alüvyal Topraklar

Akarsuların biriktirdiği ince boyutlu (kum ve mil) malzemelerin üzerinde yer alan depolardır. Alüvyal topraklar genellikle deltalarda, akarsuların durulduğu taşkın alanlarında, eski akarsu yataklarında yer almaktadır. Bu toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini buldukları sahanın ana materyali, taşınma ve birikme sırasında oluşan değişiklikler etkilemektedir (Atalay, 2016a).

Araştırma alanında alüvyal topraklar; akarsu yataklarında özellikle Devrek Çayı ve kollarının oluşturduğu vadide eğimin azaldığı yerlerde görülmektedir (Fotoğraf 17). Akarsuların kaynak noktasından itibaren izlediği yol boyunca koparıp taşıdığı kayalık parçaları ve bunların organik madde ile karışması sonucu oluşmuşlardır.

Alüvyal topraklar derin ve geçirgen topraklardır. Bitki besin maddeleri bakımından zengindir. Kum, kil ve çakıldan oluştuğu için kolay işlenirler. Bu nedenle araştırma alanının en verimli tarım alanları bu topraklardır.



Fotoğraf 17. Araştırma alanında Bolu depresyonunun tabanı akarsu depoları ile örtülüdür. Bu depolar üzerinde alüvyal topraklar gelişmiş durumdadır.

1.5.2.2. Kolüvyal Topraklar

Dağ yamaçlarında köşeli çakıllı, kumlu depolar kolüvyal toprak olarak adlandırılmaktadır. Kolüvyal depolardaki kaba malzemeler şiddetli erozyonu, ince malzemeler ise aşınmanın yavaş olduğunu göstermektedir. Bu topraklar üzerinde yarı olgun toprak profiline rastlanmaktadır (Atalay, 2016a).

Araştırma alanında bu topraklar yamaçların eteklerinde bulunmaktadır. Yüksek kesimlerden dökülen enkaz, kum, kil boyutundaki her türlü materyal biriktiği yerler de yamaç deposunu oluşturmaktadır. Belirli bir zaman sonra bu depolar üzerinde kolüvyal topraklar oluşmaktadır. Oluşumunu tam olarak tamamlamamış topraklar olduğu için, horizonlar gelişmemiştir. Bunlar derin ve geçirgen topraklardır.

Araştırma alanında kolüvyal topraklar, özellikle faylanma sonucu oluşan dik eğimli yamaçların eteklerinde derin yamaç depolarının biriktiği yüzeylerde geliştiği görülmüştür. Bolu yerleşmesi ile güneyinde oldukça geniş alan kaplayan kolüvyal topraklar, KAF sisteminin neden olduğu topografya arızalanmasına bağlı olarak dik eğimli yamaçlardan devam eden anamateryal taşınması nedeniyle tam bir horizonlaşma geliştirememiştir. Genç bir oluşuma sahip olan bu alanlarda fizyolojik derinlik fazladır. Ayrıca kaba unsurlu maddelerin varlığı nedeniyle suyun sızması kolaydır. Bu durum yağış sularının yeriçi sularına karışımını hızlandırmaktadır. Bitkilerde ise derin kök sisteminin gelişimine yol açmaktadır.

1.5.3. İnzazonal Topraklar

Bu grupta yer alan toprakların oluşumunda topografik faktörler, drenaj ve ana materyal etkilidir. Bu sebeple toprak oluşumu yeterince gelişmemiş ve horizonlar oluşmamıştır. Genellikle AC horizonuna sahip topraklardır (Atalay, 2016a). Araştırma alanında bu toprak grubundan hidromorfik topraklar görülmektedir.

1.5.3.1. Hidromorfik Topraklar

Bataklık, sazlık ve drenajı iyi olmayan çeşitli yüksekliklerdeki düz alanlarda bu topraklar görülebilmektedir. Alt havzalardan Mengen Havzası sınırları içerisinde yer alan Yeniçağa Gölü çevresinde bu özellikleri taşıyan topraklar yayılış göstermektedir. Bu sulak alanda ayrışmanın tamamlanamadığı derin organik birikintinin bulunduğu göl çevresinden torf çıkarılmaktadır (Fotoğraf 18).



Fotoğraf 18. Yeniçağa Gölü çevresinde uzun bir süreç sonunda biriken organik katman çıkarılarak torf üretimi yapılmaktadır.

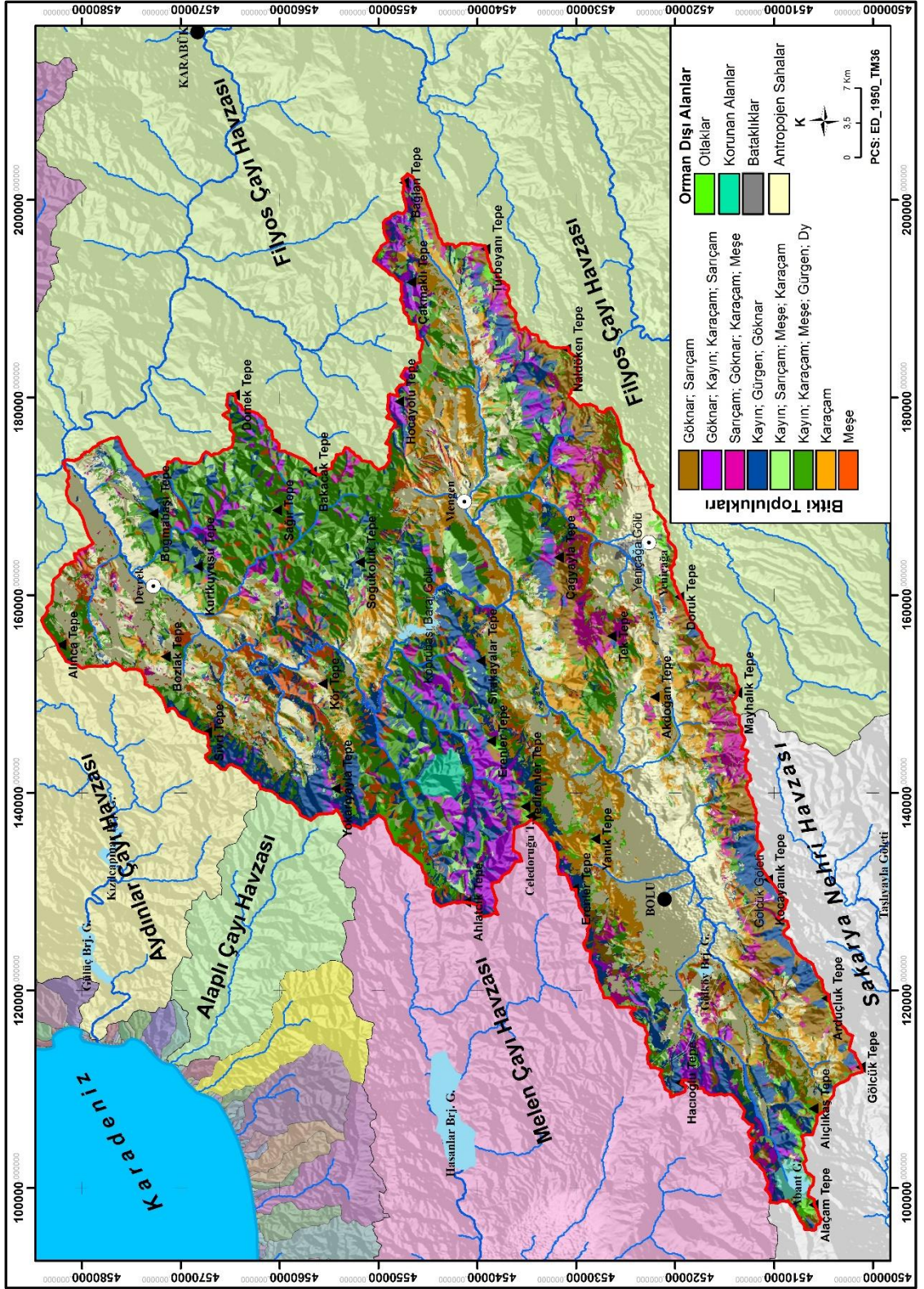
2. BÖLÜM

VEJETASYON DAĞILIŞI

Bitki örtüsü bir saha da akarsu aşınım ve birikim faaliyetlerini, onların etki, süre ve hızları üzerinde oldukça etkilidir. Bir saha bitki örtüsü yönünden zayıf ise toprak yerüstü suları tarafından daha kolay taşınır ve eğimli ya da hafif eğimli arazilerde erozyona neden olmaktadır. Ayrıca, infiltrasyon ve intersepsiyonu olumsuz yönde etkileyerek yüzeydeki suların direk akışa geçip akımın yükselmesini ve geçiş süresinin kısılmasına yol açmaktadır. Bitki örtüsünün gür olduğu yerlerde ise toprak taşınması daha az olup, yer üstü sularını yüzeyden akıp gitmesini engelleyerek toprak da infiltrasyonu olumlu etkiler ve yer içi su rezervuarına katkı sağlamaktadır. Verilen bu örnekler doğrultusunda bitki örtüsünün, hidrografik faaliyetleri kontrol edici ve düzenleyici etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Bir sahadaki bitki örtüsü, o alandaki yetişme şartlarının ortak etkileri sonucunda oluşmaktadır. Yetişme şartlarındaki değişiklikler bitki türlerinde farklılaşmaya sebep olur ve bitkinin yayılış alanında daralma ya da genişlemeye neden olmaktadır (Avcı, 1998). Araştırma alanında ortam koşullarının değişimine bağlı olarak vejetasyonun türünde ve yoğunluğunda değişikliklerin olduğu görülmektedir. Yükselti artışına bağlı olarak yağışın arttığı, sıcaklığın düştüğü alanlar da göknar, sarıçam ve kayın toplulukları bulunmaktadır. Yükseltinin azaldığı yerler de ise kuraklığa daha dirençli ve sıcaklık isteği olan bitki türleri yer almaktadır (Harita 14).

Bir bölgenin bitki topluluklarını daha kapsamlı incelemek için formasyon birimlerine ayrılmıştır. Bitki topluluklarının fizyonomik özelliklerine göre oluşturulan formasyon birimleri 4 grup olarak ele alınmıştır. Bu formasyonlar; orman formasyonu, çalı formasyonu, otsu formasyonu ve çöl formasyonudur. Oluşturulan formasyon birimleri sayesinde o bölgenin vejetasyon toplulukları hakkında, sade, düzenli ve daha anlaşılır bilgiler edinilmektedir (Erinç, 1977). Ülkemizde çöl formasyonu bulunmamaktadır. Bu nedenle ülkemizdeki bitki toplulukları orman formasyonu, çalı formasyonu ve otsu formasyonu olmak üzere üç grup olarak ele alınmaktadır. Bu formasyonlarda kendi içinde bitki topluluklarına ayrılmaktadır. Yağışın fazla olduğu yerler nemli orman, yağışın daha az olduğu yerlerde bitki örtüsü seyrekleşir ve bu topluluklara da kurakçıl orman denilmektedir.



Harita 14. Araştırma Alanının Vejetasyon Haritası

Bu sınıflandırma sisteminin oluşmasında fitocoğrafya bölgeleri esas alınmıştır. Ülkemiz Akdeniz, İran–Turan ve Avrupa-Sibirya olmak üzere 3 fitocoğrafik bölge arasında yer almaktadır. Bu nedenle endemik bitki ve farklı türlerdeki vejetasyon tipleri bakımından zengindir. Ayrıca ülkemizde görülen farklı bölgesel iklim koşullarının hüküm sürmesi de çeşitli vejetasyon formlarının yetişmesini sağlamaktadır. Çalışma sahası sınırları Avrupa-Sibirya Fitocoğrafya Bölgesinin Öksin Bölümüne girmektedir.

2.1. Ağaç Vejetasyonu

Araştırma alanında bitki örtüsünün dağılışını etkileyen doğal ortama göre sahayı ikiye bölerek açıklamak daha doğru olacaktır. Batıda Devrek Çayı Havzası'nın en yüksek noktası olan 1972 m yükseltili Celedoruğu Tepesi'nden kabaca doğuda Mengen ile Devrek yerleşmelerini birbirine bağlayan karayolu (D750) üzerinde inşa edilmiş olan Dorukhan Tüneli mevkiinden (Hocayolu Tepesi) Kamışlıgöl Tepesi'ne uzanan doğrusal hattın kuzeyi ile güneyinde birbirinden farklı ortam meydana gelmiştir. Bu hat aynı zamanda Bolu ve Mengen çaylarını kuzeyde yer alan diğer alt havzalardan ayıran bir sırt dizisidir. Bu sırt hattının kuzeyi Karadeniz üzerinden gelen nemli havaya daha açık vaziyettedir. Güneyde kalan diğer bölüm ise denizel etkiden daha uzak kalmakta ve kış süresinin uzaması, yağış miktarının düşmesi, sıcaklık değişimleri gibi özellikleri ile kuzeydeki alandan belirgin olarak ayrılmaktadır. Bu ortam şartları yükselti ve diğer topografya şartlarına göre değişiklikler gösterse de genel anlamda benzerlik taşımaktadır. Oluşan bu iki farklı ortam koşulları bitki tür ve toplulukları üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Devrek Çayı'nın aşağı çığırında vadi alçak yamaçlarında izole halde kızılçamlar (*Pinus brutia*) bulunmaktadır (Fotoğraf 19). Akarsu kenarlarında ve taban suyunun yüksek olduğu taban düzlüklerinde hidrobiyom türlerden olan doğu çınarı (*Platanus orientalis*), adi kızılgağaç (*Alnus glutinosa*), söğüt (*Salix*) ve kavaklar (*Populus nigra*) yayılış yapmaktadır (Fotoğraf 20).



Fotoğraf 19. Akdeniz Biyomu'nun karakteristik ağacı olan kızılçamlar Devrek Çayı alçak vadilerinde yaşam alanı bulmaktadır.



Fotoğraf 20. Devrek Çayı Vadisi boyunca higrofit türler olan doğu çınarı, kızılğaç, söğüt ve kavaklar akarsuyun her iki kenarı boyunca yayılış yapmaktadır. Yamaçlar boyunca ise meşe ve karaçamlar görülmektedir.

Devrek civarında genişleyen antropojen sahanın çevresinde doğal bitki topluluklarının baskın türleri karaçam (*Pinus nigra*) ve (*Quercus sp.*) meşelerden oluşmaktadır (Fotoğraf 21). Karaçamların (*Pinus nigra*) baskın olduğu, beşerî etkinin arttığı alçak vadi yamaçlarında gelişen ormanlarda geniş yapraklılardan meşeler (*Quercus sp.*) ile adi gürgenler (*Carpinus betulus*) öne çıkmaktadır. Karaçamların (*Pinus nigra*) bazı noktalarda köy nüfusunun göç etmesiyle birlikte toprak işlenmesinin terk edildiği açıklıklara öncü tür olarak yerleştiği anlaşılmıştır (Fotoğraf 22). Alçak rakımlı olan bu sahalarda yaz sıcaklıklarının yükseltiyeye bağlı olarak artması kayınların (*Fagus orientalis*) yayılışını engellemektedir. Karaçamların (*Pinus nigra*)

yayılış yaptığı antropojen sahanın çevresinde saf topluluklar oluşturan meşelerin (*Quercus sp.*) varlığı açık alanlardaki ışık durumu ve sıcaklık artışının sonucu olarak bu türün difüz radyasyon isteği olan kayınlara (*Fagus orientalis*) üstünlük kurmasını sağlamaktadır. Ayrıca vadi yamaçlarında eğimin fazla olduğu granodiyorit yüzeylerinin çoğu yerde toprak örtüsünden yoksun veya çok sığ olması nedeniyle kuraklık yaşandığı düşünülmektedir. Nitekim bu sahalarda vadi tabanından itibaren yaklaşık 200 m boyunca çalı vejetasyonunun doğrudan ana materyal üzerinde geliştiği sığ toprak ve çatlaklarda ise kuraklığa dayanıklı meşe (*Quercus sp.*) ve karaçamlar (*Pinus nigra*) yaygınlaşmaktadır (Fotoğraf 23). Benzer durumu farklı litolojik birimler üzerinde de görmek mümkündür. Yol açmaları, kütle hareketleri, fay diklikleri ve akarsuların boğaz yaptığı dik eğimli yüzeylerde bitkilerin ilk olarak tabakalar veya çatlaklar arasına sokulum yaptığı görülmektedir (Fotoğraf 24). Bu durum bitki yayılışının başlangıcı açısından önemlidir. Yedigöller MP sahası ve Celedoruğu Tepesi'ne doğru yükselti artışına bağlı olarak topluluk oluşturan türlerde değişim görülmektedir. Bu sahanın alt kuşaklarında meşe (*Quercus sp.*) ve karaçamlara (*Pinus nigra*), kayın (*Fagus orientalis*) ve göknarlar (*Abies bornmülleriana*) karışmaktadır. Üst kuşaklarda ise türler saf topluluklar da oluştururken, çoğunlukla ise göknarlara (*Abies bornmülleriana*) kayın (*Fagus orientalis*), karaçam (*Pinus nigra*) ve sarıçamlar (*Pinus sylvestris L.*) eşlik etmektedir (Fotoğraf 25).



Fotoğraf 21. Alçak vadi yamaçlarında ortam koşullarına uyum sağlayabilen ağaç vejetasyonunda meşe ve karaçamların baskınlığı söz konusudur.



Fotoğraf 22. Devrek Çayı aşağı çığırında antropojen sahalarında sıcaklık koşullarına dayanıklı ve ışık ağacı olan karaçamlar öncü tür olarak gelişim yaptığı kanısına varılmıştır.



Fotoğraf 23. Eğimli alçak vadi yamaçlarında kuraklığa dayanıklı olan çalı vejetasyonu ana materyaller üzerinde gelişim sağlamıştır.



Fotoğraf 24. Arazi degradasyonu sonucu ortaya çıkan dik eğimli yüzeylerde vejetasyonun tekrar başlangıcı bitkilerin tabakalar veya çatlaklar arasına sokulumu ile başlamaktadır. Buralara yerleşen ilk türler öncü bitkilerdir.



Fotoğraf 25. Yükseltinin artmasına bağlı olarak azalan sıcaklık ve artan yağış mezoterm bitkilerden olan kayınlara uygun yaşam ortamı sunmaktadır.

Bolu ve Mengen çayı havzalarını kapsayan güneydeki sahada antropojen sahalar oldukça genişlemektedir (Fotoğraf 26). KAF sisteminin temellendirdiği çöküntü alanında oluşan geniş düzlükler tarımsal fonksiyonlar ile yerleşmeler için cazibe alanı oluşturmuştur. Bolu, Mengen ve Yeniçağa yerleşmeleri sahanın bu kesimindedir. Ayrıca bu idari birimlere bağlı olan çok sayıda kır yerleşmesi depresyon sahasının ana akarsu yataklarına yakın alçak vadi yamacı ve taban arazilere kurulmuş vaziyettedir. Bu alanların çevresinde geniş tarımsal alanlar mevcuttur. Bu durum antropojenik baskının ortamda artmasına neden olmuştur.



Fotoğraf 26. Yeniçağa Gölü doğusu: Topografya koşullarının sadeleşmesine bağlı olarak zirai faaliyetlere uygun arazinin artması nedeniyle beşerî faaliyetler yoğunluk kazanmaktadır.

Karasal etkinin belirmeye başladığı araştırma alanının güney kesimi Karadeniz ile İç Anadolu bozkırı arasında bir geçiş sahası özelliği taşımaktadır. Karadeniz ardı kuşak olarak adlandırılan bu geçiş sahalarının en yaygın ağacı karaçamlardır (Coşkun, 2021). Sahanın litolojik özellikleri ve toprak derinliğine göre hem kazık kök hem de yatay yönde kök geliştirebilme yeteneği sayesinde farklı ortamlarda gelişebilmektedir. Ayrıca nemli, yarınemli ve yarıkurak iklim özelliklerine uyum sağlayabilmesi sayesinde yetişme ortamı çeşitlenmektedir (Atalay ve Efe, 2010; Coşkun, 2020). Ekolojik ortam çeşitliliğine uyumu açısından önemli bir tür de meşelerdir (*Quercus sp.*). Istranca meşesi (*Quercus hartwissiana*) gibi nemli ortamlarda yayılış gösteren meşelerin, kermez meşesi (*Quercus coccifera*) gibi kurakçıl sahalarda yayılış gösteren alt türlere sahip olması ile geniş yayılış alanlarına sahip olmaktadır. Geneli itibarıyla yarıkurak şartların hüküm sürdüğü Bolu ve Mengen çayı havzalarında özellikle 1200-1300 m rakımın altında kalan sahaların baskın türü karaçam (*Pinus nigra*) ve meşelerdir (*Quercus sp.*). Işık ağacı olan ve yaz kuraklığına dayanıklı olan karaçamlar (*Pinus nigra*) oldukça geniş yayılış alanı bulmuştur. Meşelerde (*Quercus sp.*) yer yer saf olmak üzere bu yükseltilerde hemen her topluluk ile karışıma girmektedir (Fotoğraf 27).



Fotoğraf 27. Yarıkurak-yarınemli ortam koşullarının olduğu Bolu ve Mengen çayı havzalarının taban kesimlerinde yaygın bir karaçam-meşe birliği yer almaktadır.

Yükselti artışına bağlı olarak 1300-1400 m'lerden itibaren ve daha alçak rakımlı tepelerin zirveleri civarında kurakçıl koşulların etkisinin azalmasına bağlı olarak farklı türlerin baskınlığı söz konusudur. Yükseltinin artışına bağlı olarak azalan sıcaklık ve artan yağışlar ortamda sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), göknar (*Abies bornmülleriana*) ve kayınlara (*Fagus orientalis*) yetişme olanağı sunmaktadır (Fotoğraf 28). Bu türlere çoğu kez karaçamlar (*Pinus nigra*) eşlik etmektedir. Bolu ve Mengen çayı alt havzalarının yüksek kenar kesimlerine karşılık gelen bu hatlarda topografyanın iklim, ikliminde vejetasyon üzerindeki kontrol gücü belirgin olarak görülmektedir. Bu havzaların taban kesiminde karaçam (*Pinus nigra*) ve meşeler (*Quercus sp.*) ile başlayan topluluklara (Fotoğraf 29) yükseltilere çıkıldıkça adi gürgen (*Carpinus betulus*) ve kayınlar (*Fagus orientalis*) eşlik etmektedir (Fotoğraf 30). 1400m'lerden itibaren baskın türün sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ve göknar (*Abies bornmülleriana*) olduğu topluluklara geçilmiş ve en yükseklerde ise yine göknar (*Abies bornmülleriana*) ve sarıçamlardan (*Pinus sylvestris L.*) oluşan topluluklar oluşmuştur (Fotoğraf 31). Yani yükselti kademelerine göre bitki topluluklarında tabakalanma gözlemlenmiştir. Çoğu yerde geçiş ikliminin etkisi ile karaçam (*Pinus nigra*), sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), kayın (*Fagus orientalis*) ve göknar (*Abies bornmülleriana*) aynı alanda yaşam alanı bulmaktadır. Ancak araştırma alanında doğal yaşlı orman karakteri taşıyan topluluk bulunmamaktadır. Yedigöller ve Abant gibi korunan alanlar dışında saha bütünüyle insan kontrolündedir. Örneğin Mengen Çayı'nın kaynaklarından olan doğuda Gücüksuyu Deresi'nin kaynak kesimi olan Çilekbeli Geçidi'nin batısında

kuzey bakılı yamaçta iyi gelişmiş göknar (*Abies bornmülleriana*) topluluğu bulunmaktadır. Bu topluluğun içinde tek tük kalmış ve çevre genişliği 2,5 m boyları 30 m'yi aşan sarıçamlar (*Pinus sylvestris L.*) yer almaktadır. Bu alanda öncü tür olan sarıçamların (*Pinus sylvestris L.*) alanlarını göknara (*Abies bornmülleriana*) kaptırdığı görülmektedir. Ancak bu durum doğal süksesyon gelişimi dâhilinde mi oluştuğu yoksa eski dönemlerde sarıçamlar (*Pinus sylvestris L.*) lehine kesim mi yapıp yapılmadığı ayırt edilememektedir. Ancak yine de tek tük kalan sarıçamların (*Pinus sylvestris L.*) gelişiminin son evresine ulaştığını söylemek mümkündür. Zira ağaçlardan burgu yardımıyla alınan örneklerde sarıçamların (*Pinus sylvestris L.*) içlerinin çürüdüğü anlaşılmıştır. Aynı istikamette akarsu boyunda 1300 m'lere inildiğinde nemli ortamda güney bakılı yamaçta sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ormanına geçilmektedir. Bu sahada sarıçamlar (*Pinus sylvestris L.*) lehine yakın zamanlarda boşaltım yapıldığı belirlenmiştir. Ancak orman altında baskın bir göknar (*Abies bornmülleriana*) gençliğinin geldiği görülmüştür. Seyrek olarak ise kayın (*Fagus orientalis*), sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ve karaçam (*Pinus nigra*) gençlikleri yetişmektedir. Aynı alanda sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), karaçam (*Pinus nigra*), kayın (*Fagus orientalis*) ve göknarı (*Abies bornmülleriana*) bir arada görmek mümkündür (Fotoğraf 32). Sarıçamların (*Pinus sylvestris L.*) boylarının 25-30 m civarında olduğu belirlenmiştir. Akarsu kenarlarına yaklaşıldığında kayınlar (*Fagus orientalis*) baskın hale geçmektedir.



Fotoğraf 28. Abant Deresinin orta çığırında topografya koşullarının iklime yansması ile ağaç kompozisyonunun zenginleştiği topluluklar meydana gelmiştir.



Fotoğraf 29. Kuraklık etkisinin arttığı düşük rakımlı sahalarda meşe ve karaçamlar hâkimdir.



Fotoğraf 30. Yükseltinin artışına bağlı olarak hava kütlelerinin vadiler boyunca yükselmesi ile birlikte yoğunlaşma ve yoğunlaşma ortamının etkisinin hissedildiği alanlarda karaçam ve meşelere gürgen ve kayınlar karışım yapmaktadır.



Fotoğraf 31. Yükseltinin arttığı alanlarda sarıçam göknar birlikleri kurulmakta ve topografyaya bağlı olarak bitkilerde kademelenme oluşmaktadır.



Fotoğraf 32. Gücüksuyu Deresi'nin 1300 m yükseltili güney bakılı yamacında sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) lehine boşaltım yapılan alanda sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), göknar (*Abies bornmülleriana*), karaçam (*Pinus nigra*) ve kayın (*Fagus orientalis*) bir ortamda bulunmaktadır. Alan nemli özellik göstermekte olup orman altında baskın bir göknar (*Abies bornmülleriana*) gençliği yetişmektedir.

Araştırma alanının ortam özellikleri dikkate alındığında Devrek Çayı Havzası'nda Karadeniz ve Akdeniz Zonobiyomu ile Karadeniz-İç Anadolu Zonoekotonu yetişme koşullarının varlığı anlaşılmaktadır. Nitekim, sahayı ikiye ayıran sırt hattının kuzeyinde nemli ılıman koşullar altında baskın türünü kayın (*Fagus orientalis*), gürgen (*Carpinus betulus*) ve meşelerin (*Quercus sp.*) oluşturduğu yayvan

yapraklılardan oluşan ormanlar gelişmiştir. Yükseltinin arttığı kesimlerde ise nemli, yarınemli soğuk koşullara bağlı olarak sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ve göknar (*Abies bornmülleriana*) toplulukları hâkimdir (Fotoğraf 33). Bu alanda Avrupa-Sibirya Fitocoğrafya Bölgesi'nin elemanlarının yayılış yaptığını göstermektedir. Ancak Devrek Çayı'nın ağız kesiminde özellikle güney bakıda sıcaklığın artmasına bağlı olarak kızılçam (*Pinus brutia*) ve bazı maki türleri (kocayemiş, sandal, akçakesme, funda, katran ardıcı, menengiç, boyacı sumacağı, karaçalı, kışlık yasemin, süpürge çalısı ve derici sumacağı) yaşam alanı bulmaktadır (Fotoğraf 34). Akdeniz Fitocoğrafya Bölgesi'nin elemanlarının sokulum yapması sahada lokal de olsa Akdeniz Zonobiyomu'nun varlığını yansıtmaktadır. Araştırma alanının güney kesiminde Bolu ve Mengen çayı havzalarında karasallık etkilerinin belirmeye başlamasıyla havzanın kuzeyinde görülen nemli ılıman koşullar yerini yarı kurak-yarı nemli ortam şartlarına bırakmaktadır. Değişen ortam koşullarına en iyi uyum sağlayan türler olarak meşe (*Quercus sp.*) ve karaçam (*Pinus nigra*) öne çıkmaktadır (Fotoğraf 35). Meşe (*Quercus sp.*) ve karaçam (*Pinus nigra*) türlerinin kapladığı geniş alanlar Karadeniz-İç Anadolu Zonoekotonu sahası olduğu düşünülmektedir.



Fotoğraf 33. Araştırma alanının yüksek kesimlerinde hâkim türler göknar ve sarıçamlardır.



Fotoğraf 34. Devrek Çayı'nın alçak kesimlerinde kızılçam ve makilerin karaçam ve meşelere karışım yaptığı topluluklar yer almaktadır.



Fotoğraf 35. Dorukhan Tüneli güneyinde meşe ve karaçamlar yer yer saf yer yer karışık vejetasyon meydana getirmektedir.

Bolu Dağı mevkiinde Bolu Çayı'nın batı sınırları olan 900 m yükselteli güneydoğu bakılı geçiş sahasında baskın tür olarak karaçamlar (*Pinus nigra*) gelişmiştir. Karaçamlara (*Pinus nigra*) kayın (*Fagus orientalis*) ve gürgen (*Carpinus betulus*) eşlik etmektedir. Ayrıca tek ağaçlar halinde titrek kavakların (*Populus tremula*) yayılış yaptığı görülmektedir. Yol açıklıklarında akçaağaçlarında (*Acer sp.*) karışım yaptığı görülen alanda orman örtüsü tam kapalılık göstermektedir. Özellikle karaçamlar (*Pinus nigra*) arasında yetişen yayvan yapraklıların oldukça sık bir örtü oluşturması güneş ışınlarının yüzeye ulaşmasını engellemektedir. Difüz radyasyon koşullarının geliştiği orman altında fındıklar (*Corylus avellana*) yaşam alanı

bulmaktadır. Yüzeyde yaygın bir orman sarmaşığının (*Hedera helix*) yayıldığı sahada nemli bir ortam olduğu görülmektedir (Fotoğraf 36). Arazinin düzleştiği ve bakının kuzeye dönmesine bağlı olarak tür değişiminin yaşandığı gözlemlenmiştir. Rakımın kısmi azalmasına rağmen eğim ve bakı şartlarına göre sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ve göknarlara (*Abies bornmülleriana*) geçiş yapan vejetasyon gözlemlenmektedir. Bolu Dağı'ndan Bolu istikametinde depresyon sahasına inildiği Yeşilköy Elmalık mevkiinde kuzeydoğu bakılı hafif eğimli yamaçta göknar (*Abies bornmülleriana*), sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ve kayınlardan (*Fagus orientalis*) meydana gelen tam kapalı orman gelişmiştir (Fotoğraf 37). Göknarların (*Abies bornmülleriana*) depresyon tabanına yaklaştığı görülen alan, topografya koşullarının bitki gelişimi üzerindeki etkisini göstermesi açısından dikkat çekicidir. Safranbolu civarında sınırları belirlenen inversiyon koşullarının (Coşkun, Coşkun ve Gözalan, 2020) benzer şekilde bu alanda da gelişmesi muhtemeldir. Tabana kadar inen göknar (*Abies bornmülleriana*), sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ve kayınlar (*Fagus orientalis*) üzerinde inversiyon koşullarının gelişim de etkili olabileceği düşünülmektedir.



Fotoğraf 36. Ortamda sıcaklık koşulları ve yağış durumu sonucunda karaçamlar arasında geniş yapraklılar yayılarak yüzeyi tamamen örtmektedir.



Fotoğraf 37. Yeşilköy Elmalık civarında az eğimli yüzeylerde iyi gelişmiş sarıçam, göknar, kayır birliği kurulmuştur. Bu alan depresyon tabanına yakın olmasına rağmen ortamda iyi gelişmesi bu alanda nemli havanın yükselim yapması ve soğuk dönem inversiyon koşulları ile ilgili olacağı kanaati uyandırmıştır.

Abant Deresi'nin oluşturduğu dar ve derin vadinin taban seviyesinde akarsu ve taban suyunun yüksekliği sayesinde hidrobiyom türler gelişim göstermektedir. Akarsuyun her iki kenarı boyunca yayılış gösteren kızılâğaçlar (*Alnus sp.*) galeri meydana getirmektedir. Söğüt (*Salix sp.*) ve karakavakların (*Populus nigra*) da yaşam alanı bulduğu vadi içlerinde yabancı kızılıçık (*Cornus sanguinea*), fındık (*Corylus avellana*) gibi psödomaki elemanları ile kabalak (*Petasites hybridus*), eğrelti otu (*Pteridium sp.*) ve cüce mürver (*Sambucus ebulus L.*) gibi otsu türler yayılış yapmaktadır. Vadinin her iki yamacı boyunca ise göknarlar (*Abies bornmülleriana*) verimli bir gelişim göstermektedir. Sentripedal drenaj ağının oluştuğu Abant Gölü'nü çevreleyen yamaçların üst seviyeleri orman örtüsünden yoksun olarak ot vejetasyonu ile kaplıdır.

Göl çevresinde gelişen orman örtüsünü oluşturan ağaç boylarının tüm türlerde kısa olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle üst yamaçlarda görülen ot vejetasyonunun tahrip sahasından ziyade orman üst sınırı olarak subalpin kuşak gelişimi nedeniyle ortaya çıktığını düşündürmektedir. Güney bakılı yamaçlarda eski dönemlerde meydana gelen tahrip sahaslarının ayırt edilebildiği alçak yamaçların çevresi orman örtüsüyle kaplı vaziyette iken üst kesimlerin ağaç vejetasyonundan yoksun kalması subalpin fikrini desteklemektedir. Saha, aynı zamanda alan koruma yöntemlerinden biri olan Tabiat Parkı statüsü ile koruma altındadır. 1988 yılından itibaren koruma altında

bulunan alanda o tarihten itibaren oluşması muhtemel görülen, üst yamaçlarda yaygın bir gençliğin olmaması da bu görüşe temel oluşturmaktadır. Bu nedenle üst kesimler subalpin çayırı olarak kabul edilmiştir.

Abant Gölü'ne bakan güney bakılı yamaçların hâkim türü sarıçamlardır (*Pinus sylvestris L.*). Açık alanlarda da yine öncü tür olarak sarıçamların (*Pinus sylvestris L.*) geldiği gözlemlenmiştir (Fotoğraf 38). Tam kuzey bakılı alt yamaçta boyları yaklaşık 12 m civarı olan kayın (*Fagus orientalis*) topluluğu bulunmaktadır. Orman altında üvez (*Sorbus sp.*), geyikdiken (*Crataegus monogyna*), kuşburnu (*Rosa canina*) gibi psödomaki elemanları yerleşmiştir (Fotoğraf 39). Kayın (*Fagus orientalis*) topluluğunun çevresinde ise göknar (*Abies bornmülleriana*) hâkimiyeti söz konusudur. Göknarlara (*Abies bornmülleriana*) sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ve kayınlar (*Fagus orientalis*) eşlik etmektedir. Açık alanlarda cüce ardıçlar yer almaktadır. Gölün sığ kenar kesimlerinde su ekosistemi dâhilinde saz kamışı (*Phragmites australis*) ve nilüferler (*Nymphaea sp.*) yaşamaktadır (Fotoğraf 40).



Fotoğraf 38. Abant Gölü çevresinde güney bakıda sarıçamlar gelişim göstermektedir.



Fotoğraf 39. Abant Gölü'nün kuzey bakan yamaçlarında ise korunan alan olmasına rağmen boy gelişimi çok da güçlü olmayan kayınlar bulunmaktadır. Bu durum sahada orman üst sınırının yakınlığı ile ilgilidir. Nitekim benzer durum diğer türlerde de gözlemlenmiştir.



Fotoğraf 40. Kayın sahasının çevresinde ve üst yamaçlara doğru göknar, sarıçam gelişimi görülmektedir.

Mudurnusuyu'nun Bolu civarında depresyon sahasına ulaştığı alanda oluşmuş olan geniş düzlüklerde tarımsal faaliyetler yoğunluk kazanmaktadır. Bu alanlarda yoğun olarak mısır, buğday ve patates üretimi yapılmaktadır (Fotoğraf 41). Yerleşme alanlarının geniş alanlara yayıldığı bu depresyon düzlükleri, antropojen baskısı altında adacıklar halinde kalan küçük topluluklar dışında ormanlardan yoksundur. Mudurnusuyu'nun alçak vadi yamaçlarında antropojen alanın devamında karaçam (*Pinus nigra*) ormanları oldukça geniş yüzeyleri örtmektedir. Yarınemli, yarıkurak koşullar altında fliş anakaya üzerinde karaçamlar (*Pinus nigra*) oldukça iyi gelişim

yaparak verimli saf topluluklar meydana getirmiştir. Flişler kolay işlenebilen hava ve su dolaşımı iyi olan yumuşak ana materyal oluşturmaktadır (Coşkun ve Coşkun, 2021). Bu durumun ortama yayılan karaçamların (*Pinus nigra*) iyi gelişmesinde rolü vardır. Akarsuyun oluşturduğu vadi tabanındaki alüvyonlarla örtülü dar düzlüklerde tarımsal faaliyetlerin yapıldığı görülmüştür. Vadide faylanmaya bağlı olarak seviye değişikliklerinin izleri bulunmaktadır. Vadinin alçak seviyelerinde devam eden traverten oluşumlu saha yer almaktadır (Fotoğraf 42). Travertenler üzerinde ikincil oluşumlu küçük doğal mağara oluşumları gelişmiştir. Aynı zamanda bu sahanın yaklaşık 300 m doğusunda doğal mineralli su kaynağı çıkışı mevcut ve üzerinde işleme tesisi bulunmaktadır. Vadi yamaçlarında eski taraça düzlükleri bütünüyle karaçamlar (*Pinus nigra*) ile örtülü vaziyettedir. Vadi boyunca su bölümü hattına yaklaşıldığında karaçamlar (*Pinus nigra*) arasına yoğun olarak kayın (*Fagus orientalis*) ve gürgenlerin (*Carpinus betulus*) karışma girdiği hatta lokal alanlarda kayın (*Fagus orientalis*), gürgen (*Carpinus betulus*) birliklerinin kurulduğu gözlemlenmiştir (Fotoğraf 43). Biraz daha yükseklerle çıkıldığında ise tekrar karaçamlar (*Pinus nigra*) saf topluluklar meydana getirmektedir. Bu durum kayın (*Fagus orientalis*), gürgen (*Carpinus betulus*) birliklerinin bulunduğu sahaya Mudurnusuyu boyunca yükselen hava akımlarının bu kesimde yoğunlaşmaya başlaması nedeniyle bu alanda kayın (*Fagus orientalis*) ve gürgenlere (*Carpinus betulus*) yaşam ortamı meydana getirdiği çağrışımı yapmaktadır. Bakı ve litolojinin değişmemesine rağmen gözlemlenen bu durum, ortamın yerel iklim koşullarıyla ilgili olduğu fikrini desteklemektedir.



Fotoğraf 41. Depresyon sahasında zirai faaliyetler yoğunlaşmaktadır.



Fotoğraf 42. Havzada akarsu ağlarının kurulumu üzerinde faylanmanın etkisi bulunmaktadır. Nitekim Mudurnusuyu Deresi kenarında oluşan traverten sahası ve hemen yakınında bulunan doğal mineralli su çıkışı bu durumu desteklemektedir.



Fotoğraf 43. Mudurnusuyu boyunca yükselen havanın su bölümü hattına yakın yerlerde yoğunlaşmaya başladığının bir göstergesi olarak orta kesimde karaçamalara yoğun olarak gürgen ve kayınlar karışmaktadır. Ancak litoloji ve toprak derinliği değişmemesine rağmen bir müddet yükselince tekrar karaçamlar saf topluluk meydana getirmektedir. Bu değişim havanın yoğunlaşma sınırına işaret etmektedir.

2.2. Çalı Vejetasyonu

2.2.1. Maki ve Garig

Araştırma alanında çalı toplulukları maki, psödomaki ve geçiş iklim sahalarının türlerinden oluşan bitkiler yayılış göstermektedir. Araştırma alanının tümünde psödomaki elemanlarına ait türlere rastlanırken, makiler Devrek ve Bolu çaylarının oluşturduğu vadi yamaçlarında yaklaşık 750 m yükseltiye kadar yetişme ortamı bulunmaktadır. Devrek Çayı boyunca alçak vadilerde özellikle güney yamaçlarda ve ağaç vejetasyonunun iyi gelişemediği ana materyaller üzerinde yaygın bir yetişme sahası bulan makiler Bolu Çayı'nın yarma olarak geçtiği saha boyunca türlerde azalma olmakla beraber yayılışını sürdürürken Mengen Çayı boyunca özellikle Mengen doğusunda katran ardıcı ve sumak ile temsil edilmektedir.

Makiler, Devrek ile Köprübaşı Barajı arasında en yaygın yayılışa sahiptir. Toprak katının gelişemediği eğimli yamaçlarda ve oldukça sığ topraklar üzerinde ağaç baskısının oluşmadığı yüzeylerde kuraklığa dayanıklı olmaları sayesinde diğer türlere

baskınlık kurduğu görülmüştür. Özbağı mevkiinde oldukça eğimli granodiyoritlerin üzerinde güneybatı bakılı yamaçta doğrudan ana materyal üzerinde oldukça sık bir maki topluluğu bulunmaktadır. Makilerden; kocayemiş (*Arbutus unedo*) (Fotoğraf 44), sandal (*Arbutus andrachne*), akçakesme (*Phillyrea latifolia*), funda (*Erica arborea*), katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus*), menengiç (*Pistacia terebinthus*), karaçalı (*Paliurus spina-christii*), çitlembik (*Celtis australis*), boyacı sumacı (*Cotinus coggygria*), kışlık yasemin (*Jasminum nudiflorum*), süpürge çalısı (*Osyris alba*) ve derici sumacı (*Rhus coriaria*) (Fotoğraf 45) garig elemanı olan adaçayı yapraklı ladenin (*Cistus salviifolius*) eklendiği, vadi tabanında ise ılgınlara (*Tamarix tetrandra Pallas*) yayıldığı zengin bir Akdeniz Biyomu yaşam alanı bulunmaktadır (Fotoğraf 46). Ayrıca Köprübaşı Köyü'nün kuzeyinde güney bakılı sahada diğer maki türlerine yoğun olarak kocayemişin katıldığı orman altı katı oluşmuştur. Flişler üzerinde oluşan kahverengi orman topraklarında yayılış gösteren karaçam ve meşe ormanı altında gelişmektedir (Fotoğraf 47). Yakın çevrede karaçam lehine boşaltım yapılan sahada, karaçam tohumlarının toprak ile temas ederek gençlik oluşturması amacıyla orman altında makiler dâhil hiçbir tür bırakılmadan ortamdan kaldırıldığı görülmüştür. Araştırma alanında en yaygın olan maki türü ise katran ardıcıdır.



Fotoğraf 44. Maki elemanlarından olan kocayemişler sahanın belirli noktalarında diğer türlere karışım yapmaktadır.



Fotoğraf 45. Önemli bir baharat olarak kullanılan derici sumacı havzada tür çeşitliliğine katkı sağlamaktadır.



Fotoğraf 46. Çalı vejetasyonu, kurakçıl koşullara uyum kabiliyeti ile ağaç vejetasyonuna üstünlük kurmaktadır. Bu nedenle doğrudan ana materyalin yüzeleendiği alçak vadi yamaçlarında yaygın bir örtü oluşturarak tür zenginliği oluşturmasının yanı sıra erozyon kontrolüne katkıda bulunmaktadır.



Fotoğraf 47. Köprübaşı köyü yakınlarında yoğun bir maki yayılışı bulunmaktadır. Flişler üzerinde oluşan kahverengi orman toprağında gelişen karaçam-meşe ormanı altında çalı katı yer almaktadır.

2.2.2. Psödomaki

Karadeniz Biyomu'nun elemanı olan psödomakilere araştırma alanının tüm yükselti kademelerinde tür değişmekle birlikte rastlamak mümkündür. Düşük rakımlı vadi yamaçları ile vadi tabanı düzlüklerinde adi kızılıcık (*Cornus sanguinea*) (Fotoğraf 48), kırmızı meyveli kızılıcık (*Cornus mas*), kurtbağrı (*Ligustrum vulgare L.*), fındık (*Corylus avellana*), geyik dikenini (*Crataegus monogyna*), kara mürver (*Sambucus nigra*) (Fotoğraf 49) ortamda yer almaktadır. Yükseltinin artışına bağlı olarak kayın ağaçlarının sıklığı yerlerde taflan (*Laurocerasus officinalis*), mor çiçekli ormangüllerinin (*Rhododendron ponticum*) (Fotoğraf 50), çoban püskülü (*Ilex colchica*) ve ayı üzümünün (*Arctostaphylos uva-ursi (L.) Spreng*) (Fotoğraf 51) yayılış alanı genişlemektedir. Nemliliğin arttığı vadi içlerinde zerena (*Euphorbia amygdaloides L*) (Fotoğraf 52), teşbih çalısı (*Staphylea pinnata*) (Fotoğraf 53) ve kara mürverler (*Sambucus nigra*) yaygınlaşmaktadır.



Fotoğraf 48. Adi kızılıcık psödomaki ailesinin bir üyesi olup, önce yaprak açıp sonra çiçek açması ve meyve yapıları ile diğer kızılıcık türünden ayrılmaktadır.



Fotoğraf 49. Nemliliğin arttığı alanlarda yayılış gösteren kara mürverlerden antioksidan açısından zengin olması nedeniyle son yıllarda üretim bahçesi de kurulmaya başlanmıştır (url-2).



Fotoğraf 50. Karadeniz Biyomu içinde önemli bir orman altı tür olan ormangülü özellikle kayın ormanlarının çalı katında sık bir örtü oluşturmaktadır. Balı bitkilerden olan mor çiçekli ormangülü çiçekleri, içerdiği etkin maddesi ile “deli bal” olarak adlandırılan arı balları için önemli bir nektar üreticisidir.



Fotoğraf 51. Psödomaki grubu içinde mezoterm bir tür olan ayı üzümü çalı katını zenginleştirmektedir. Olgunlaştığında siyaha çalan koyu kırmızımsı bir renk alan meyveleri yenmekte olup, çalı katının önemli bir orman meyvesini temsil etmektedir.



Fotoğraf 52. Nemli ılıman sahada zereneler orman altı çalı katında yer almaktadır.



Fotoğraf 53. Teşbih çalısı, ağızlık çalısı veya patpat çalısı olarak bilinen tür araştırma alanında çoğu zaman çalı ve küçük ağaççık formunda nemli vadi içlerinde yayılış yapmaktadır.

Araştırma alanında yükseltinin az olduğu yerlerde yaşam alanı bulan diğer türler dağ muşmulası (*Cotoneaster sp.*) (Fotoğraf 54), ateş dikenini (*Cotoneaster pyracantha*), çakal eriği (*Prunus spinosa*) (Fotoğraf 55), çoruh patlangaç çalısı (*Colutea armena*) (Fotoğraf 56), kuşburnu (*Rosa canina*), gül (*Rosa sp.*), adi orman asması (*Clematis vitalba*), anadolu saparması (*Smilax exelsa linnaeus*), küçük yapraklı dikenli mersin (*Ruscus aculeatus*) (Fotoğraf 57), dere kirazı (at kirazı-tavşanmemesi) (*Ruscus hypoglossum L.*) ve her yükseltide görülebilen böğürtlen (*Rubus fruticosus*) ile orman sarmaşığı (*Hedera helix*) (Fotoğraf 58) sahanın çalı türünü zenginleştirmektedir.



Fotoğraf 54. Meyve ve gövdesi ateş dikenine benzeyen dağ muşmulası yaprakları ile kolayca ayırt edilmektedir.



Fotoğraf 55. Yaban hayatı için önemli bir besin kaynağı olan çakal erikleri erken sonbaharda olgunlaşmaktadır. Araştırma alanında yarı kurak ortamların açık kesimlerinde yayılış imkânı bulunmaktadır.



Fotoğraf 56. Araştırma alanının çalı katını zenginleştiren türlerden biri Çoruh patlangaç çalısıdır. Meyvelerinin bamyaya benzemesi ve çift sıralı küçük yaprakları ile ayırt edilebilen bir çalıdır.



Fotoğraf 57. Küçük meyveli dikenli mersin çalı katına karışım yaparak araştırma alanında tür çeşitliliğine katkı sunmaktadır.



Fotoğraf 58. Orman sarmaşığı yüzeye yayılarak ortamın sürekli nemli kalmasını sağlamaktadır. Ayrıca ağaçlara sarılarak dikey yönde gelişim yeteneğine sahip olan sarmaşıklar bazı durumlarda ağacı tamamen sararak ağacın gelişimini sınırlandırmaktadır.

2.3. Ot Vegetasyonu

Araştırma alanında gelişen ot vegetasyonu, su ortamında (*hidrofit*) ve kenar kesimlerde (*higrofit*), eski tarım arazilerinin terk edilmesiyle oluşan antropojen sahalarda, yüksek rakımlı alanlarda düz arazilerin yayla olarak kullanıldığı orman içi açıklıklarda, orman üst sınırından itibaren gelişen subalpin kuşak ile orman altı katında görülmektedir. Havzada maksimum yükselti 1972 m'yi geçmemektedir. Bu nedenle alpin kuşak bulunmamaktadır. Ancak, yükseltisi fazla olan tepelerin üst kesimlerinde orman üst sınırı olan açıklıklar vardır. Orman örtüsünün yüzeyi örtememesi nedeniyle ağaçtan yoksun olan veya tek fertler halinde duran ağaçların otsu türlerin yayılışını baskılayamaması ot topluluğuna yetişme ortamı sunmuştur. Bu alanlar subalpin ot vegetasyonunun gelişimine uygun alanlardır. Abant Gölü çevresindeki tepelerin üst seviyelerinde (Fotoğraf 59), Soğucak Yaylası olarak kullanılan Soğucak Tepe, Erenler ve Celedoruğu tepelerinin yaklaşık 1600-1700 m yükseltilerinden itibaren subalpin ot vegetasyonu yayılış yapmaktadır.

Havzada orman içi açıklıklar ot vegetasyonunun gelişimine uygun olan yerlerdir. Açık alanlar doğrudan radyasyon alarak otsu türlere yaşam alanı sağlamaktadır. Bu alanlar çoğu yerde yayla olarak kullanıldığı için beşerî baskı nedeniyle ağaç gelişimi engellenmiş vaziyettedir. Bu alanlar, ağaç vegetasyonu aleyhinde olsa da ot vegetasyonu için yayılış fırsatı sunmaktadır (Fotoğraf 60).

Araştırma alanında eskiden zirai faaliyetlerin yürütüldüğü alanların terk edildi ve bu açık alanlara otsu türlerin yayılış sağladığı görülmüştür. Köy nüfuslarının göç yoluyla azalması, köyde yaşayan nüfusun daha çok ileri yaşta olması ve insanların zirai faaliyetlerden uzaklaşması gibi nedenler ile sahada ziraat azalmaktadır. Bu tür işlenmiş arazilerde toprak işlenmesinin durması ile otsu türler hızla yayılarak topluluk oluşturmaktadır (Fotoğraf 61).

Bazı bitkiler yaşamsal faaliyetlerini akarsu kenarları ile taban suyu seviyesinin yüzeyde olduğu ortamlarda sürdürürler. Bu tür bitkiler yaşamlarını transpirasyon ile kaybettikleri suyu hızlıca suya doymun topraktan karşılarlar. Bu nedenle su açığının oluşmadığı ortamlarda yaşarlar. Su eksikliği yaşamamaları nedeniyle genellikle geniş yapraklara sahip olup kökleri oldukça az gelişmiştir. Araştırma alanında akarsu, göl ve suya doymun alanlarda görülen en yaygın higrofit tür olarak kabalaklar öne çıkmaktadır. Kabalaklar (*Petasites hybridus*), sahada hemen her yükseltide suyun varlığına bağlı olarak yayılış yapmaktadır (Fotoğraf 62).

Sulak alan ekosisteminin bir parçası olan hidrofitler, araştırma alanında yer alan göllerde yaşam alanı bulmaktadır. Havzada çok sayıda gölün varlığı su ekosisteminin gelişmesi açısından değerlidir. Abant, Gölcük ve Yeniçağa sulak alanlarının sığ sularında yaşam alanı bulan nilüferler (*Nymphaea sp.*) çalışma sahasına zenginlik katmaktadır (Fotoğraf 63).



Fotoğraf 59. Abant Gölü çevresinde yer alan tepelerde yaklaşık 1600 m'lerden itibaren subalpin ot vejetasyonu gelişmiştir.



Fotoğraf 60. Orman içi açıklıklarda otsu türler yaşam alanı bularak ortama yayılmaktadır.



Fotoğraf 61. Eski ziraat alanlarında toprak işlenmesinin sonlanması ile açık alan haline dönüşen sahalar ot vejetasyonun geliştiği alanlara dönüşmüştür.



Fotoğraf 62. Higrofit olan otsu türler araştırma alanında akarsu kenarları ile taban suyu seviyesinin yüksek olduğu yerlerde yayılım göstermektedir.



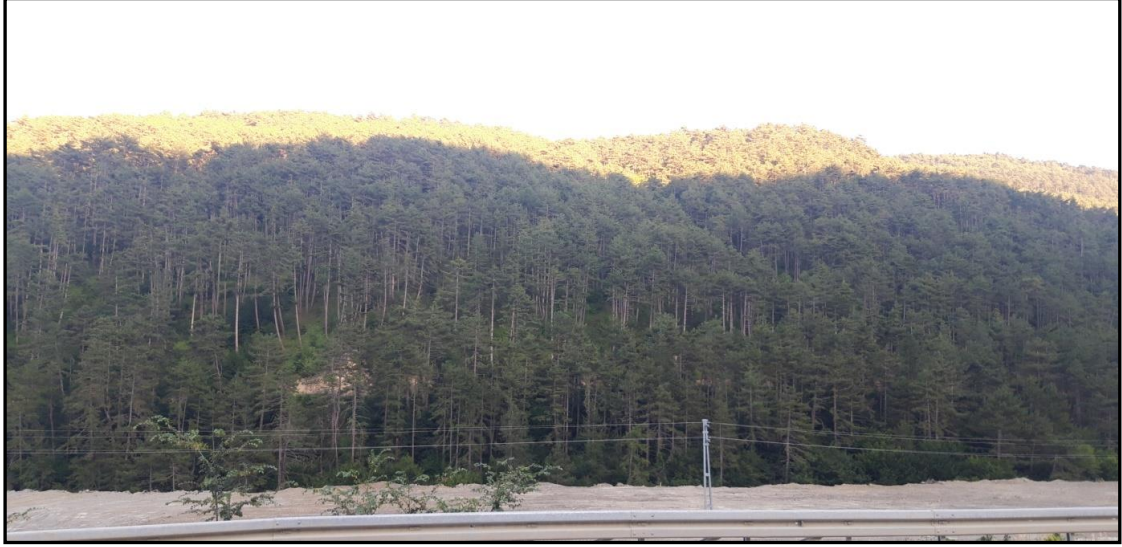
Fotoğraf 63. Sığ su ortamında yaşayan nilüfer ve saz kamışları araştırma alanında yer alan göl ve göletlerin sığ kesimlerinde yetişmektedir. Gölcük Gölet'inden ağustos ayı başlarında nilüferlerin çiçek açtıkları görülmektedir.

2.4. Araştırma Alanının Vejetasyon-Ana Materyal Kesiti

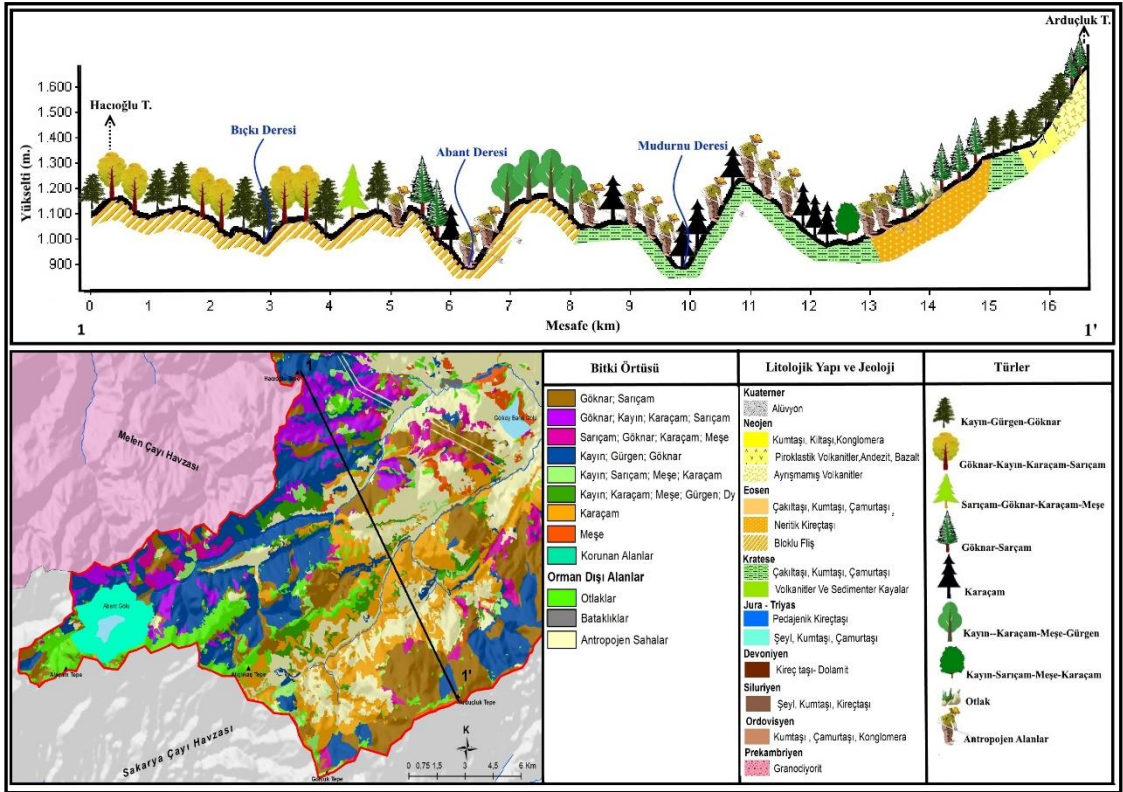
2.4.1. Hocayolu Tepe-Ardıçlı Tepe Arasının Vejetasyon-Ana Materyal Kesiti

Bu hattın alındığı saha araştırma alanında Bolu Çayı Havzası'nın kayak sahasıdır. KB-GD uzantılı olan hattın başlangıç noktası olan Hocayolu Tepesi civarında sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), göknar (*Abies bornmülleriana*) ve kayın (*Fagus orientalis*) birliği oluşmuştur. Ağaç boylarının yaklaşık olarak 25 m olduğu

alan yarınemli soğuk karakterde olup yaz kuraklığının hissedildiği alçak depresyon sahasından ayrılmaktadır. Abant Deresi'nin kollarının parçaladığı görülen arazide genç vadi yamaçlarında eğim artmaktadır. Litolojisi bloklu flişlerden oluşan Yeşildağ sırtları ve Uzunçakır mevkiinde göknar, kayın (*Fagus orientalis*) ağaçları topluluk meydana getirmektedir. Bu alanların eğimi ise vadi içlerine göre oldukça azdır. Yeşildağ sırtlarının hemen doğusunda Avdan Yaylası bulunmaktadır. Bu alanda antropojenik etkiden dolayı ağaçlar tek tük halde bulunmaktadır. Abant Deresi çevresinde toplu yerleşme özelliği taşıyan Akçalan ve Yukarı Akçaalan kır yerleşmeleri kuruludur. Bu kesimde seyrelen orman örtüsü Softalar yerleşmesine doğru tekrar sıklaşarak göknar (*Abies bornmülleriana*) ve kayınlara (*Fagus orientalis*) meşelerin (*Quercus sp.*) karışım yaptığı vejetasyon örtüsü gelişmiştir. Mudurnu Suyu'na doğru Softalar, Çukur ve Güvem yerleşmeleri çevresinde vejetasyonun bozulduğu antropojen sahalar görülmektedir. Kretase yaşlı flişler üzerinde yatak oluşturmuş olan Mudurnusuyu'nun vadi tabanında dar alanda kesintiye uğrayan bitki örtüsü akarsuyun her iki yamacına yerleşmiş olan karaçamlar (*Pinus nigra*) tarafından kaplanmıştır (Fotoğraf 64). 1238 m yükseltili Erenler Tepesi'nin güney yamaçlarından itibaren tekrar beşerî etki ön plana çıkmaktadır. Bu alanlarda küçük gruplar halinde yine karaçamlar (*Pinus nigra*) yayılış yapmaktadır. Yukarı göynük sırtlarından itibaren takip edilen güzergâh üzerinde eğim ve yükseltinin arttığı görülmektedir. Bu eğimli sahada göknar (*Abies bornmülleriana*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) birliği yayılış yapmaktadır. Bazı alanlarda kayın (*Fagus orientalis*), gürgen (*Carpinus betulus*) ve göknar (*Abies bornmülleriana*) birlikleri de gelişmiş durumdadır. Ardıçlık Tepesi'nin kuzeyinde eğilmenmiş olan neojen yaşlı volkanitlerden oluşan yüzeylerin tümüyle ormanlar ile kaplanması arazi degradasyonunun engellenmesi açısından önemlidir. Yağış sularının intersepsiyon ile tutulumu ve yüzeyin örtülü olması hızlandırılmış erozyonu kontrol etmektedir (Şekil 25).



Fotoğraf 64. Mudurnusuyu Deresi'nin alçak kesimlerinde karaçamlar geniş alanlara yayılmaktadır. Karaçamlar lehine boşaltım yapıldığı da görülen sahada verimli karaçam ormanları gelişmiştir.



Şekil 25. Hocayolu Tepe-Ardıçlı Tepe Arasının Vejetasyon-Ana Materyal Kesiti

2.4.2. Topraklık Tepe-Çilekbeli Mevkii Arasının Vejetasyon-Ana Materyal Kesiti

Topraklık Tepe doğusundaki sırtlardan başlayan hattın bu kesimi granodiyoritlerden oluşmaktadır. Arazi Karadere'nin kaynak sahası olup yan kollar tarafından işlenmektedir. Ortalama yükseltinin arttığı bu kesimde yüksek bonitetli ağaçlar gelişmiştir. Boyları 30 m'yi aşan göknar (*Abies bornmülleriana*), kayın (*Fagus orientalis*), karaçam (*Pinus nigra*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) birliği oluşmuştur. Karadere'nin yan kollarından olan Kızılelma Deresi vadi içlerinde radyasyon miktarının azalması göknar (*Abies bornmülleriana*) ve kayınların (*Fagus orientalis*) daha yaygın olmasını sağlarken güney yamaçlar ve eğimin azaldığı sırtlarda ışıklanma durumunun artması karaçam (*Pinus nigra*) ve sarıçamların (*Pinus sylvestris L.*) ortama yerleşmesine imkân vermektedir. Doğuya Mangır Dere'ye doğru ilerlendiğinde verimli ormanların devam ettiği görülürken gürgen (*Carpinus betulus*) ve meşeler (*Quercus sp.*) topluluğa karışım yapmaktadır. Yaşlı volkanik kayaların yaygın olduğu alanda vadi enine profilinin dar olduğu aynı zamanda derince yarılmış, eğimli yamaçlardan oluşan bir topografya meydana gelmiştir. Sarıçam Tepesi'nin güneydoğuna doğru eğimin kısmen azaldığı, ağaç boyların biraz daha düşük olduğu kayın (*Fagus orientalis*), gürgen (*Carpinus betulus*), meşe (*Quercus sp.*), göknar (*Abies bornmülleriana*), karaçam (*Pinus nigra*), sarıçamlardan (*Pinus sylvestris L.*) oluşan tür kompozisyonunun zengin olduğu bir vejetasyon gelişmiştir. Hat üzerinde doğuya doğru ilerlendiğinde Erenler Tepesi civarında yaylacılık faaliyetlerinin olduğu bir antropojen sahasına ulaşılmaktadır. Bu alan aynı zamanda havzanın kuzey kesimini güneyde bulunan Bolu-Mengen depresyon sahasından ayıran sırtlardır. Alanın bakışı güneye dönerken küçük boylu karaçamlardan (*Pinus nigra*) oluşan orman bulunmaktadır. Şeremedüzü mevkii ve doğusuna doğru kısa mesafelerde birlikler içerisindeki türlerde değişim görülse de baskın olarak kayın (*Fagus orientalis*) ve karaçamlar (*Pinus nigra*) göze çarpmaktadır. Kurtkuyusu mevkiine doğru ağaç boyları yaklaşık 15-20 m olup karaçam (*Pinus nigra*) ve kayın (*Fagus orientalis*) birlikleri baskınlığını korumaktadır. Bu kesimde yükselti kabaca 1200 m civarındadır. 1441 m yükseltili Büyük Tepe çevresinde ağaç boylarının kısaldığı görülmektedir. Bu duru üzerinde gençleştirme çalışmaları etkilidir. Büyük Tepe civarında ot toplulukları genişlemektedir. Bu durum hemen güney ve güneydoğuda bulunan Şıhlar ve Demirciler yerleşmelerinin bu alanı yayla olarak kullanmalarının rolü olduğu

düşünülmektedir. Büyük Tepe ile doğuda Göynükbaşı Tepeleri arasında güney bakıda eğimin oldukça arttığı yamaçlar bulunmaktadır. 1000 m üzerinde yükseltisi olan bu alanda bakı ve eğim etkisi vejetasyon üzerinde etkili olmuş ve özellikle yaz döneminde oluşan kurak dönemlere dayanıklı ışık ağaçları olan karaçam (*Pinus nigra*) ve meşeler (*Quercus sp.*) yaygın hale gelmiştir. Göynük Tepe ve doğusunda eğimin kısmen azatlığı platoluk alanda geneli ağaçlandırma sahası olan 10-15 m boylarında karaçamlar (*Pinus nigra*) yetişmektedir. Hat üzerinde Bolu Çayı'nın her iki yamacında eğimin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Akarsularda taban seviyesinin değişimi neticesinde akarsu çevresinde bu değişimi yansıtan şekiller meydana gelmektedir (Yazıcı, 1999). Akarsuyun bu kesimde yatağını derinleştirmesine bağlı olarak gençleşme yaşandığı düşünülmektedir (Fotoğraf 65). Kuzey bakılı yüksek yamaçlarda karaçam (*Pinus nigra*) ve meşelere (*Quercus sp.*) kayınların karışım yaptığı görülmektedir. Gökgözler Tepesi civarında topografyanın biraz daha rahatladığı ve eğimin azaldığı tepe noktalarının sıralandığı yüzeyde karaçam (*Pinus nigra*) ve meşe (*Quercus sp.*) toplulukları geniş alanları örtmektedir. Mengen Çayı'na doğru rakım hızlı azalırken güney bakıda karaçamlar (*Pinus nigra*) hâkim tür olarak kalmaktadır. Alçak vadi yamaçları ve taban düzlüklerinde geniş antropojen sahaları bulunmaktadır. Bu antropojen sahalar içinde adacıklar halinde boyları 15 m'ye varak karaçam (*Pinus nigra*) toplulukları gelişmektedir. Takip edilen hat genel anlamda Mengen Çayı vadisi boyunca devam etmektedir. Bu kesimlerde yerleşme ve zirai faaliyet alanları ile tahripten kurtulan sahalarda karaçam (*Pinus nigra*) vejetasyonunun geliştiği alanlar sıralanmaktadır. Hat doğuda Gücüksuyu Deresi'ne ulaşmaktadır. Alanda yükselti artmakta olup vadinin kuzey yamacı ile taban kesiminde kayınlar (*Fagus orientalis*) baskınlık kazanmaktadır (Fotoğraf 66). Güneye bakan yamaçlarda ise sarıçamların (*Pinus sylvestris L.*) gelişimini sağlayacak şekilde üretim yapılmıştır. Mengen Havzasını Eskipazar Çayı Havzası'ndan ayıran su bölümüne yaklaşıldığında baskın bir göknar (*Abies bornmülleriana*) topluluğu gelişim göstermektedir. Göknar (*Abies bornmülleriana*) ile karışıma giren sarıçamların (*Pinus sylvestris L.*) bulunduğu topluluk oldukça verimli olduğu gözlemlenmiştir (Fotoğraf 67). Sarıçamların (*Pinus sylvestris L.*) ise idare müddetinin dolduğu belirlenmiştir. Ağaç boylarının ise 30 m'yi geçtiği görülmüştür (Şekil 26).



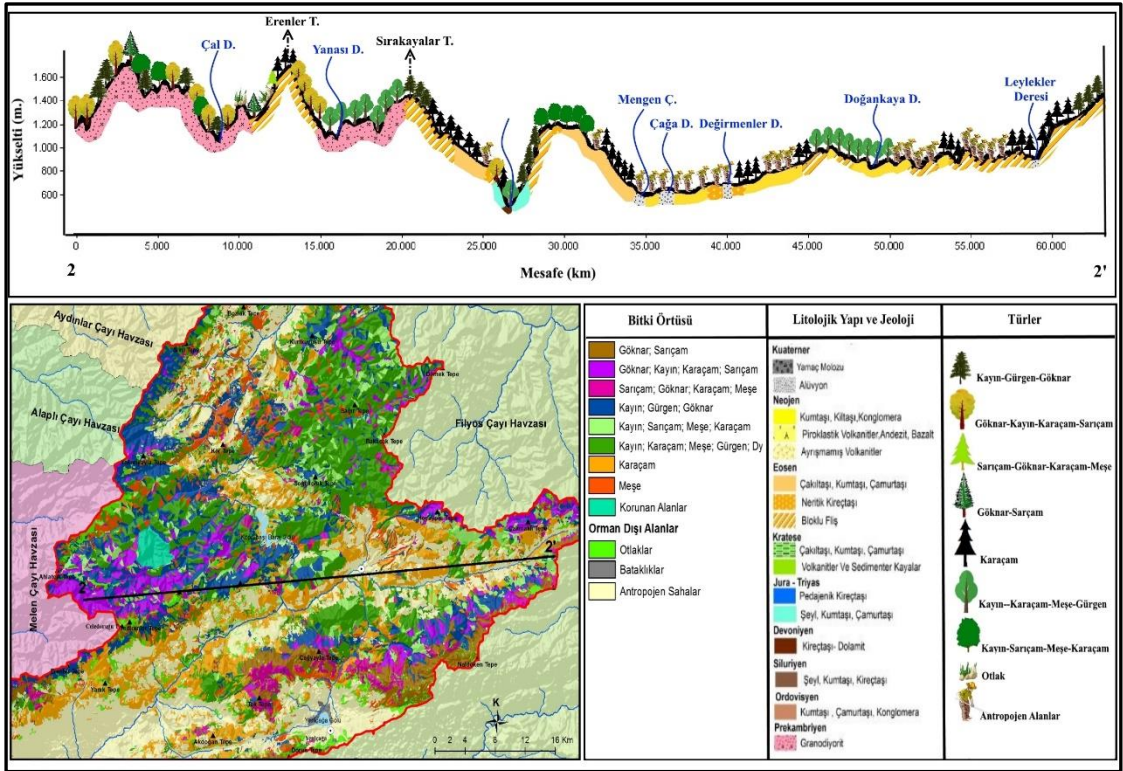
Fotoğraf 65. Bolu Çayı'na meydana gelen seviye değişikliklerini yansıtan eski akarsu depoları görülmektedir. Ayrıca karşı yamaçta üç kademe halinde taraça düzlükleri bulunmaktadır. Mevcut yatağında ise derinleştirme eğilimi söz konusudur.



Fotoğraf 66. Gücüksuyu Deresi'nin kuzey bakılı yamacında iyi gelişmiş kayın toplulukları bulunurken vadi çevresinde kayın, sarıçam, karaçam, göknar birliği bulunmaktadır.



Fotoğraf 67. Yetiştirme ortamının uygun koşullar sunduğu alanlarda verimli topluluklar meydana gelmektedir.



Şekil 26. Topraklık Tepe-Çilekbeli Mevkii Arasının Vejetasyon-Ana Materyal Kesiti

2.4.3. Ağıldede Tepe-Naldöken Tepe Arasının Vejetasyon-Ana Materyal Kesiti

Ağıldede mevkiinde kayınların (*Fagus orientalis*) baskın olduğu kayın (*Fagus orientalis*), gökna (*Abies bornmülleriana*) topluluğu bulunmaktadır. Hat üzerinde

yükseltinin azaldığı kesimlerde kayın (*Fagus orientalis*) ve gürgenlere (*Carpinus betulus*), karaçam (*Pinus nigra*) ve meşelerin (*Quercus sp.*) karışım yaptığı görülmektedir. Erikyanı Deresi'nin kaynak sahası olan bu kesimden alçalara inildikçe Devrek Çayı'na doğu antropojenik sahalar geniş alan kaplamaktadır. Yükseltinin de azaldığı bu sahada adacıklar halinde karaçamlar (*Pinus nigra*) ve meşeler (*Quercus sp.*) yer yer saf ve birlikte topluluk oluşturmaktadır. Atalay ve Efe (2015)'nin tespit ettiği gibi özellikle karaçamların (*Pinus nigra*) bazı noktalarda zirai faaliyetlerin terk edilmesine bağlı olarak oluşan boş arazilere öncü tür olarak yerleştiği görülmektedir (Fotoğraf 68). Devrek Çayı doğusunda İncirdere'nin kaynak sahasında kayınların (*Fagus orientalis*) baskın olduğu kayın (*Fagus orientalis*), gürgen (*Carpinus betulus*), karaçam (*Pinus nigra*) ve meşeler (*Quercus sp.*) birlik oluşturmaktadır. Granodiyorit litolojik birimler üzerinde kurulan Gebedek ve Döngel derelerinin kaynak kesiminde tür kompozisyonu çeşitlenmektedir. Yine baskın tür kayın (*Fagus orientalis*) olmakla birlikte göknarlar (*Abies bornmülleriana*) yayılış göstermektedir. Bu alanda kayın (*Fagus orientalis*), göknar (*Abies bornmülleriana*), gürgen (*Carpinus betulus*), karaçam (*Pinus nigra*), meşe (*Quercus sp.*) birlikleri gelişmiş vaziyettedir. Katranlı Tepesi'nin güney yamaçlarında difüz radyasyon etkisinin azalması ile karaçamların (*Pinus nigra*) üstünlük kurduğu topluluk içinde kayın (*Fagus orientalis*), gürgen (*Carpinus betulus*), meşe (*Quercus sp.*) ve göknarlar (*Abies bornmülleriana*) yer almaktadır. Ağaç boylarının ise yaklaşık 25 m olduğu görülmektedir. Kocaburun sırtlarına ulaşıldığında güney bakıda 15-20 m boya ulaşmış karaçam (*Pinus nigra*) vejetasyonu oluşmuştur.



Fotoğraf 68. Zirai faaliyetlerin terk edildiği sahalarda ışık isteği olan türler öncü olarak sahaya yerleşmektedir.

Kaynarca yerleşmesine doğru ilerlendiğinde tahrip alanları olduğu düşünülen ağaç boyların küçüldüğü saha bulunmaktadır. Güney bakılı olan bu alanda karaçam (*Pinus nigra*) ve meşeler (*Quercus sp.*) yaygındır. Yükseltinin de azalmasına bağlı olarak değişen iklim koşulları meşe (*Quercus sp.*) ve karaçamlar (*Pinus nigra*) için uygun koşullar sunmaktadır. Kaynarca yerleşmesinden itibaren antropojen sahalarda oldukça genişlemektedir. Adacıklar halinde olan topluluklar karaçam (*Pinus nigra*) ve meşelerden (*Quercus sp.*) ibarettir. Hat boyunca Mengen Çayı'nın kollarının parçaladığı yüzeylerde ağaçlandırma çalışmalarının yapıldığı görülmektedir. Bir plato yüzeyi olan bu sahalardan Mengen Çayı'na inilirken akarsu yatağının faylanmaya bağlı olarak asimetri yaptığı tespit edilmiştir (Fotoğraf 69). Oldukça dik eğimli olan güneye bakan yamaçlarda karaçamlar (*Pinus nigra*) yayılış yapmaktadır. Vadi içinde hidrobiyom türler yayılış gösterirken güneydoğuya doğru geniş yerleşme ve ziraat alanları öne çıkmaktadır (Fotoğraf 70).



Fotoğraf 69. Mengen Çayı'nda faylanmanın belirtileri olan diklikler bulunmaktadır.



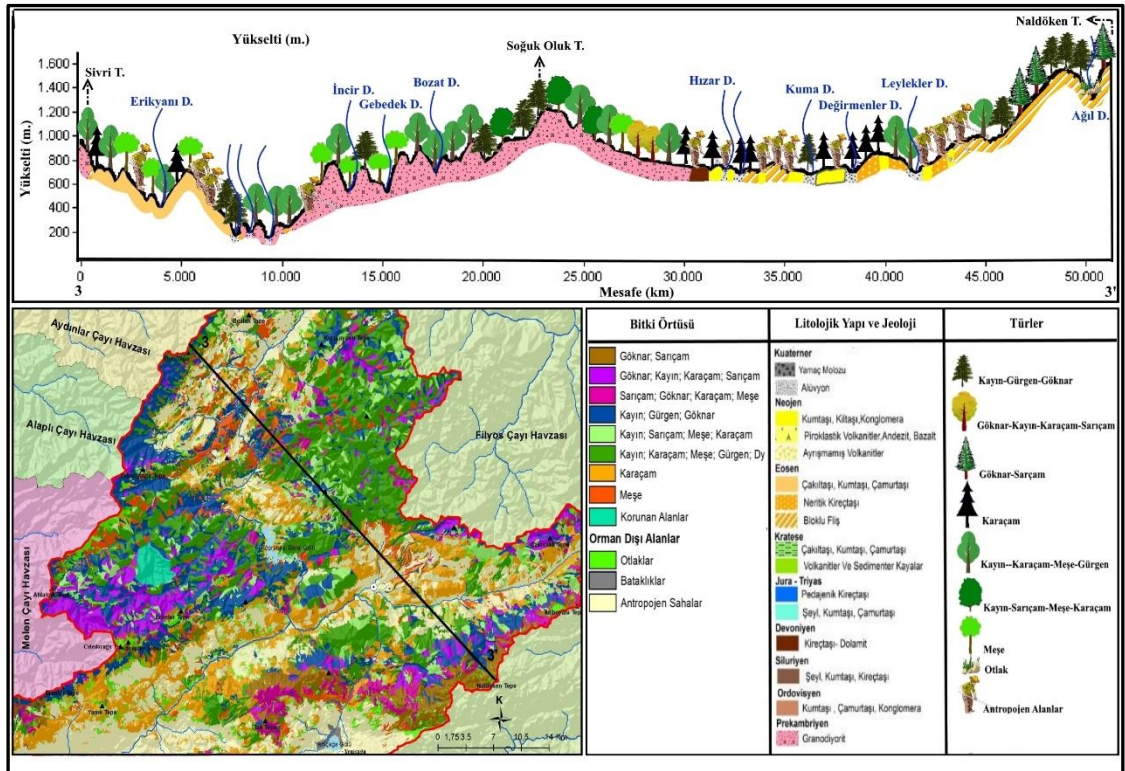
Fotoğraf 70. Higrofit türler akarsu boylarını takip ederek galeri oluşturmaktadır. Bu alanda kızılâğaç, söğüt ve kavak gibi türler yayılışa sahiptir.

Bayraktar yerleşmesinden itibaren bütünlük kazanan bitki örtüsü kompozisyonunda yükseltinin de artmasıyla sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), göknar (*Abies bornmülleriana*), karaçam (*Pinus nigra*) ve kayınlar (*Fagus orientalis*) yer almaktadır. 1559 m yükseltili Geyikgölü Tepesi'nin kuzey yamaçları ve dere içerisinde boyları 25 m'yi aşan göknar (*Abies bornmülleriana*) ve kayın (*Fagus orientalis*) birliği kurulurken tepenin zirve yakınlarında ve güneybatı yamacında saf göknar (*Abies bornmülleriana*) toplulukları meydana gelmiştir. Ağildere vadisinin dar ve derin vadi yamaçları boyunca ortamda difüz radyasyon şartları hâkimdir. Bu alanda saf göknar (*Abies bornmülleriana*) vejetasyonu gelişmiştir. Naldöken Tepe'nin kuzey yamacı boyunca bloklu flišler üzerinde göknar (*Abies bornmülleriana*) verimli bir vejetasyon

meydana getirmiştir. Su bölümü seviyelerinde düzlük alanlarda yayla olarak kullanıma bağlı olarak otlaklar genişlemektedir. Bu açık alanların çevresinde ışık ağacı olan sarıçamlar (*Pinus sylvestris* L.) öncü tür olarak açıklıklara doğru ilerlemektedir (Fotoğraf 71; Şekil 27).



Fotoğraf 71. Açık alanlara ilk gelen türler ışık ağaçlarıdır. Alanın yüksek rakımlı olması nedeniyle sarıçamlar siper ağacı olarak açıklıklara yayılmaktadır.



Şekil 27. Ağıldede Tepe-Naldöken Tepe Arasının Vejetasyon-Ana Materyal Kesiti

2.4.4. Ardıçlı Tepe-Uzunçam Tepeleri Arasının Vejetasyon-Ana Materyal Kesiti

Ardıçlık Tepesi'nin kuzeyinde neojen yaşlı volkanitlerden oluşan eğimli sahada göknar (*Abies bornmülleriana*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) birliği yayılış yapmaktadır. Bazı alanlarda kayın (*Fagus orientalis*), gürgen (*Carpinus betulus*) ve göknar (*Abies bornmülleriana*) birlikleri de gelişmiş durumdadır. Hat kuzeydoğu yönünde eğimin nispeten az olduğu bir sırtı takip etmektedir. Bu alan sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ve göknarlar (*Abies bornmülleriana*) ile örtülüdür. Mudurnusuyu'nun kollarından olan Kırkha Deresi'nin kollarının parçaladığı arızalı topografya yüzeyinde sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ve göknar (*Abies bornmülleriana*) ormanları devam etmektedir. Bu alanların genel anlamda bakışı Bolu yerleşmesinin kurulduğu depresyon alanının tabanına kadar kuzey yönlüdür. Köprücüler Yaylası civarında göknar (*Abies bornmülleriana*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) birliğine meşeler (*Quercus sp.*) karışmaktadır. Düvenlik Tepesi yamaçlarına doğru yükselti almakta olup meşe (*Quercus sp.*) ve kayınlar (*Fagus orientalis*) ön plana çıkmaktadır. Hıdırşeyhleri yerleşmesinin güneyinde kuzey bakıda meşe (*Quercus sp.*), gürgen (*Carpinus betulus*) ve karaçamlar (*Pinus nigra*) yayılış yapmaktadır (Fotoğraf 72). Hıdırşeyhleri'nden itibaren güzergâh depresyon sahasının tabanını takip etmektedir (Fotoğraf 73). Bu alanlar bütünüyle antropojen sahalardır. Ancak küçük adacıklar halinde bulunan topluluklar karaçamlardan (*Pinus nigra*) meydana gelmektedir. Kalenderoğlu yerleşmesinden itibaren başlayan orman alanları güney bakılı yamaçlar boyunca karaçam (*Pinus nigra*), meşe (*Quercus sp.*) ve dere içlerinde gürgenlerin (*Carpinus betulus*) katıldığı birliklerden meydana gelmektedir. 1200 m yükseltilerden itibaren Sarayaltı Tepesi civarında karaçamlar (*Pinus nigra*) içinde kayınlar (*Fagus orientalis*) artmaya başlamaktadır. Bilezik Tepe civarında yükselti daha da artmakta ve kuraklık şartlarının etkisinin azalması, yağışın artması ve sis oluşumunun güçlenmesi ile ortamda karaçamlara (*Pinus nigra*) göknar (*Abies bornmülleriana*) ve kayınlar (*Fagus orientalis*) karışmaktadır. Devrek Çayı vadi tabanına doğru yükselti tekrar düşmekte ve sıcaklıkların yükselmesiyle göknarlar (*Abies bornmülleriana*) ortamdaki çekilerek kayın (*Fagus orientalis*), karaçam (*Pinus nigra*) ve meşe (*Quercus sp.*) birliği kurulmuştur. Değirmendere vadi yamaçlarında tekrar göknarlar (*Abies bornmülleriana*) karışıma girmektedir. Faylanmanın etkisiyle meydana gelen paralel drenaj ağının olduğu yüzeylerde eğimin azaldığı sırtlarda antropojen alanları,

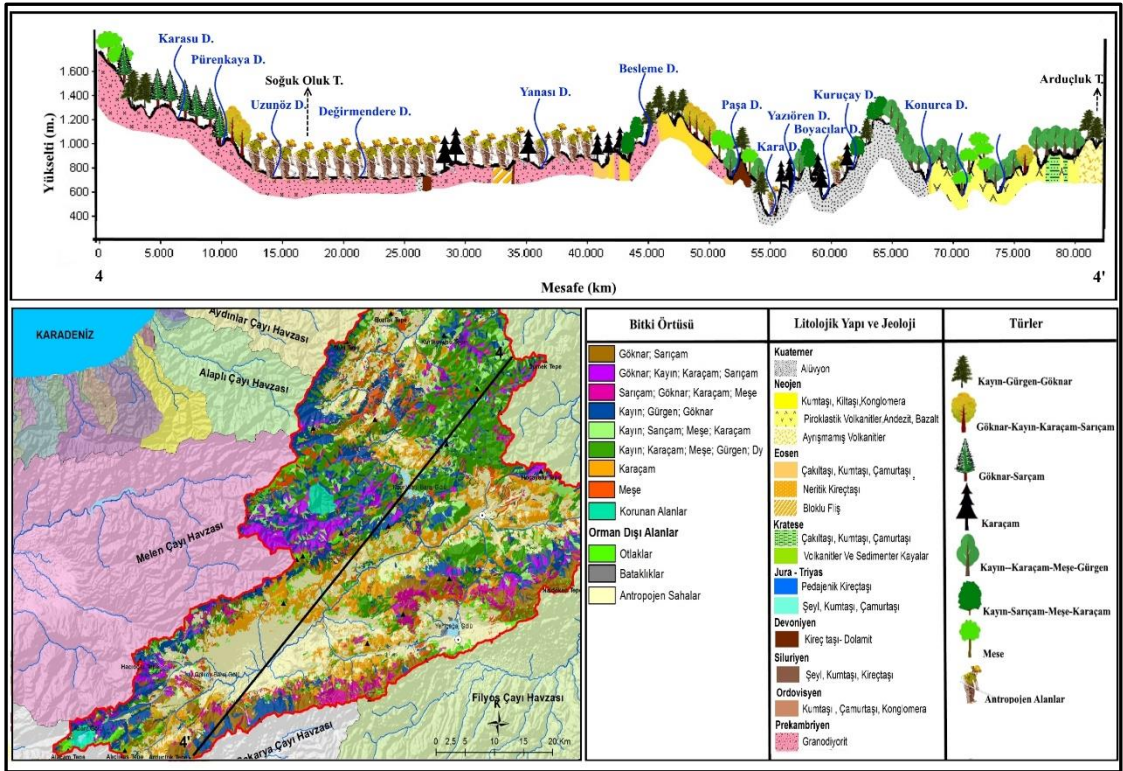
ormanları kesintiye uğratmaktadır. Şap Deresi'nin yukarı çığırında birlikler içerisinde tür çeşitliliğinin arttığı görülmektedir. Karaçam (*Pinus nigra*), kayın (*Fagus orientalis*), gürgen (*Carpinus betulus*), meşe (*Quercus sp.*), göknarlardan (*Abies bornmülleriana*) oluşan birlikler geniş alanlara yayılmıştır. Bu türlerin bir arada bulunması ekolojik anlamda türler için bir geçiş sınırı olduğundan kaynaklanmaktadır. Hat üzerinde Pürenkaya Deresi'nin vadi yamaçlarına ulaşıldığında yükselti 1000 m'nin altına inmektedir. Bu kesimde kayın (*Fagus orientalis*), karaçam (*Pinus nigra*), meşeler (*Quercus sp.*) ve gürgenler (*Carpinus betulus*) yaygınlaşmakta göknar (*Abies bornmülleriana*) ortamdaki çekilmektedir. Takip edilen güzergâhta Davulcu Deresi'nin kuzeyinde arazinin bakışı güney olmaktadır. Bu alanda, meşe (*Quercus sp.*) ve karaçamların (*Pinus nigra*) baskın olduğu topluluğa gürgen (*Carpinus betulus*) ve kayınların (*Fagus orientalis*) karışım yaptığı vejetasyon meydana gelmiştir. Yükseltinin kısmen arttığı Kazanbüvet Tepesinden itibaren hat boyunca kayınların (*Fagus orientalis*) baskınlık kazandığı tür çeşitliliğine meşe (*Quercus sp.*), karaçam (*Pinus nigra*), gürgen (*Carpinus betulus*) ve göknarın (*Abies bornmülleriana*) dâhil olduğu topluluk görülmektedir. Pürenkaya Deresi'nin kaynak sahasına doğru ise yükselti artmaktadır. Özellikle kuzey yamaçlarda kayın (*Fagus orientalis*) ve göknarların (*Abies bornmülleriana*) arttığı genelde ise kayın (*Fagus orientalis*), meşe (*Quercus sp.*), karaçam (*Pinus nigra*), gürgen (*Carpinus betulus*) ve göknarların (*Abies bornmülleriana*) birlik oluşturduğu ağaç boylarının yer yer 30 m'ye ulaştığı gürgen ormanları gelişmiştir (Şekil 28).



Fotoğraf 72. Kuzeye bakan yamaçta Bolu yerleşmesine doğru alçalırken meşeler arasında gürgen ve karaçamlar karışım yapmaktadır.



Fotoğraf 73. Bolu depresyonunun taban kesimi antropojen etkinin en kuvvetli olduğu yerdir.

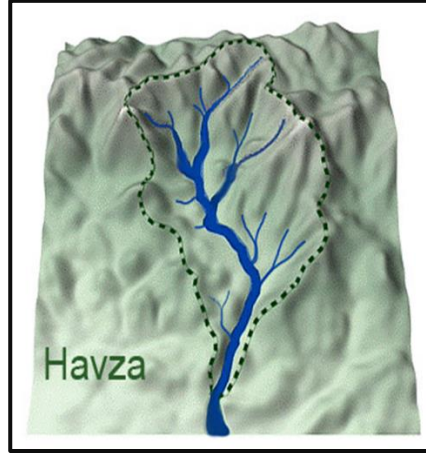


Şekil 28. Ardıçlı Tepe-Uzunçam Tepeleri Arasının Vejetasyon-Ana Materyal Kesiti

3. BÖLÜM

DEVREK ÇAYI HAVZASININ HİDROGRAFİK ÖZELLİKLERİ VE HİDROGRAFİK ANALİZLERİ

Havza; sırtlardan geçtiği varsayılan, su ayırım çizgisi ile sınırlandırılan, üzerine düşen yağmur sularını bir drenaj sistemi ile akıtan, iç bükey topografik yapıya sahip bir ünite olarak açıklanmaktadır (Hoşgören, 2015) (Şekil 29).



Şekil 29. Havza (url-3)

Bir akarsu havzası, büyüklüğüne (havza alanı), havzasının andoreik ya da eksoreik olmasına göre sınıflandırılabilir. Buna göre bir akarsu sularını denize kadar ulaştırır ve sularını denize boşaltırsa bu havza eksoreik (dış akışlı), sularını denize ulaştıramazsa da andoreik (iç akışlı) havza özelliğini taşımaktadır (Hoşgören, 2015). Ayrıca bir havza alansal olarak değerlendirildiğinde Türkiye’de kabul gören havza büyüklükleri 4 sınıfa ayrılmıştır (Akbiyık, 2014). Bunlar; 100 ha ve ondan daha küçük değerlere sahip havzalar küçük havzalar, 100-1000 ha alana sahip havzalar orta büyüklükte, 1000- 10000 ha alana sahip havzalar büyük havzalar, 10000 ha’dan büyük havzalar ise çok büyük havzalar olarak sınıflandırılmıştır (Tablo 39).

Tablo 39. Alansal Büyüklüklerine Göre Havzalar (Akbiyık, 2012).

Havza Sınıfı	Alan (ha)
Küçük Havzalar	<100
Orta Büyüklükteki Havzalar	100-1000
Büyük Havzalar	1000-10000
Çok Büyük Havzalar	>10000

Tüm bu bilgiler doğrultusunda inceleme alanı olan Devrek Çayı Havzası, Filyos Çayı'nın önemli bir kolu olan Devrek Çayı tarafından oluşturulmuş bir alt havzadır. Bu havza Gökçebey civarında Filyos Çayı ile birleşerek sularını Filyos (Hisarönü) mevkiinin doğusundan Karadeniz'e dökmektedir (Avcı, 1998). Bu doğrultuda Devrek Çayı Havza'sından eksoreik bir havza olarak bahsedilmesi doğru olacaktır. Yukarıda bahsedilen sınıflandırmaya göre de 3246,50 ha alana sahip Devrek Çayı Havza'sı büyük havza (1000-10000) kategorisinde yer almaktadır.

3.1. Devrek Çayı Havzası'nın Hidrografik Özellikleri

Çalışma alanı Filyos Çayı'nın önemli bir kolu olan Devrek Çayı ve kollarının oluşturduğu bir hidrografik havzadır. Sahanın hidrografyasını; ana ve tali derelerden oluşan daimî ve mevsimlik akarsular, göletler, kaynaklar ve yeriçi suları oluşturmaktadır. Havzanın en büyük akarsuları güneyden kuzeye doğru Büyüksu Deresi-Bolu Çayı, Mengen Deresi ve Devrek Çayı'dır.

Devrek Çayı Havzası, 3246,50 ha alana sahiptir. Ana kola doğrudan bağlanan tali kollarla toplamda 30 alt havzası bulunmaktadır. En büyük alt havzası, araştırma alanının güney kesiminde kalan ve 1116,75 km² alan kaplayan Bolu Çayı Havzası'dır.

Devrek Çayı Havzasında doğal oluşumlu güneyde Abant Gölü, doğuda Yeniçağa Gölü, batıda ise Yedigöller bulunmaktadır. Yedigöller, adını içinde bulunan 7 adet heyelan gölünden almaktadır. Bunlar; Sazlı göl (5.274 m²), İnce göl (1.167 m²), Nazlı göl (10.746 m²), Kuru göl, Derin göl (13.687 m²), Büyük göl (19.917 m²) ve Serin göl (1.207 m²)'dür. Bu yedi gölden en büyüğü Büyük Göl en küçüğü ise İnce Göl'dür. Yedigöller, Orman Kanunu'nun 25. maddesine dayanarak 29 Nisan 1965 yılında Milli Park olarak ilan edilmiştir (url-4). Abant Gölü oluşum bakımından bir heyelan set gölüdür. Göl, deniz seviyesinden 1345 m yükseklikte bulunmaktadır. Maksimum derinliği 18 m, yüzey alanı ise 128 ha'dır. Abant Gölü, 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu'nun 23. maddesinin II. fıkrası ile 21 Ekim 1988'de koruma altına alınarak 'Tabiat Parkı' olarak ilan edilmiştir (url-5). Yeniçağa gölü ise Kuzey Anadolu Fay Kuşağı'nın etkisi ile oluşmuş bir tatlısu gölüdür. Ötrofik özelliğe sahip olan gölün deniz seviyesinden yüksekliği 989 m, yüzey alanı ise 260 ha'dır.

3.2.Devrek Çayı Havzası'nın Meteorik (Vadoz) Su Potansiyeli

Araştırma alanının su varlığı atmosferden gelen yağış sularına dayanmaktadır. Meteorik sular olarak da tanımlanan bu sular, sıvı (yağmur) ya da katı haldeki (kar, dolu) yağışlardan oluşmaktadır. Havzada meteorik su potansiyelini oluşturan yağışların geneli, yağmur şeklinde düşen yağışlar olduğu görülmektedir. Çalışmanın meteorik su potansiyeli iklim başlığı altında detaylı olarak anlatıldığı için burada tekrar bahsedilmemiştir. İklim bölümünde kullanılan sıcaklık ve yağış dağılışı modelleri baz alınarak hesaplanmıştır.

Devrek Çayı Havzası'ndaki meteorik su potansiyelini oluşturan yağışlar genellikle yağmur karakterlidir. Ancak cephesel aktivitenin arttığı bahar ve güz döneminde yer yer dolu yağışlarına, kış aylarında ise kar yağışlarına rastlamak mümkündür. Kışın kar olarak düşen yağışın oranı yükseltiyle birlikte artış göstermektedir. Topografya koşullarından yükselti ile yağış ilişkisine dayanan Erinç formülünde rakımın her 100 m yükselmesi ile yağışın 45 mm arttığı öngörülmektedir. Genel bir kabul olan bu durum her yerde aynı sonucu vermemektedir. Nitekim Bolu Çayı Havzası'nın taban kesiminde 743 m yükseltide yer alan Bolu istasyonunda yıllık toplam ortalama 549,8 mm yağış ölçümlenirken aynı havzasın batı sınırında 1367 m yükseltide bulunan Abant istasyonuna 621,58 mm yağış düşmüştür. İki istasyon arasında 624 m yükselti farkı oluşurken her 100 m'deki yağış artışı yaklaşık 11,57 mm olarak hesaplanmıştır. Ancak genel fikir oluşturması açısından havzanın diğer kesimlerinde benzer mukayese istasyonunun olmayışı ve Schreiber formülüne göre havzaya daha uyumlu olması nedeniyle Erinç formülü tercih edilmiştir (Tablo 40).

Tablo 40. Yıllık Ortalama Yağışın Devrek Çayı Havzası'na Miktar Bazında Dağılışı

Yağış Aralığı (mm)	Ortalama Yağış	Yağış Alanı (km ²)	Toplam Yağış (m ³)	%
362-400	381	2,7	1038625	0,04
400-500	450	44,7	20127221	0,78
500-600	550	625,1	343791519	13,30
600-700	650	707,7	460044086	17,80
700-800	750	617,4	463097075	17,91
800-900	850	394,1	335052704	12,96
900-1000	950	300,1	285070219	11,03
1000-1250	1125	346,8	390170364	15,09
1250-1500	1375	203,6	279984354	10,83
1500-1606	1553	4,3	6775480	0,26
Havza Toplamı		3246,5	2585151648	100,00

Devrek ayı Havzasındaki toplam yağış miktarları üzerinden yapılan analizlere göre havzanın yıllık yağış girdisi 2.585.151.648 m³ olarak belirlenmiştir. Bu miktar Devrek ayı'nın ağız kesimi yakınlarında yer alan 1346 nolu Devrek akım gözlem istasyonundaki yıllık toplam debisinin (705.142.857) 3,66 katına karşılık gelmektedir. Dolayısıyla bu durum, toplam meteorik su potansiyelinin %27'sinin Devrek ayı ile yüzeysel akışa geçmektedir. Geri kalan %73'lük kısım evapotranspirasyon ya da sızma gibi sebeplere bağlı olarak yüzeysel akış içerisinde yer alamayan sulara karşılık gelmektedir. Havzada suyun fazla tutulmasının sebepleri arasında orman alanlarının geniş yer kaplaması ve bu nedenle intersepsiyon miktarının fazla olması: sahanın güney kesiminde topografya koşullarının sadeleşmesine bağlı olarak suyun toprakta daha fazla tutulması: Özellikle yaz mevsiminde vadi tabanı düzlüklerinde tarımsal su kullanımının yoğun olması ve çeşitli amaçlar ile havzada su tüketimi gibi nedenler gösterilebilir.

3.3. Havzada Bulunan Büyük Akarsular

Akarsu; doğal bir yatak içinde akış gösteren su kütlesi olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca bu tanım doğal bir çığır içinde akan küçük, büyük (dere, çay, nehir, ırmak) bütün su kütlelerini kapsamaktadır. Ancak lkemizde küçük akarsulara dere, derelerden daha büyük akarsulara çay, çaylardan daha büyük olanlara da nehir veya ırmak denilmektedir. Böyle bir sınıflandırmanın yapılmasında belli bir kural olmadığı gibi herhangi bir sınırdan bulunmamaktadır (Hoşgören, 2015).

Araştırma alanında bulunan akarsular, faaliyetlerini yağış (değeri, rejimi, şiddeti), litolojik yapı, bitki örtüsü ve eğim gibi etkenlere göre şekillendirmektedir. Ayrıca Devrek ayı Havzası nispeten nemli denizel koşullardan uzak, Karadeniz iklim tipinden İç Anadolu karasal iklim tipine geçiş sahasında yer almasından dolayı inceleme sahasında yer alan akarsuların oluşumu, gelişimi, akımı, rejimi, yani kısaca sahanın hidrolojik, hidrografik ve hidrometrik özellikleri havzada belirtilen iklim tipine göre de şekillenmektedir. İnceleme alanında önemli miktarlarda su taşıyan sürekli ve geçici çok sayıda akarsu bulunmaktadır. Bu akarsular kuzeyden güneye sırasıyla aşağıda bahsedilmiştir (Harita 15).

3.3.1. Devrek Çayı

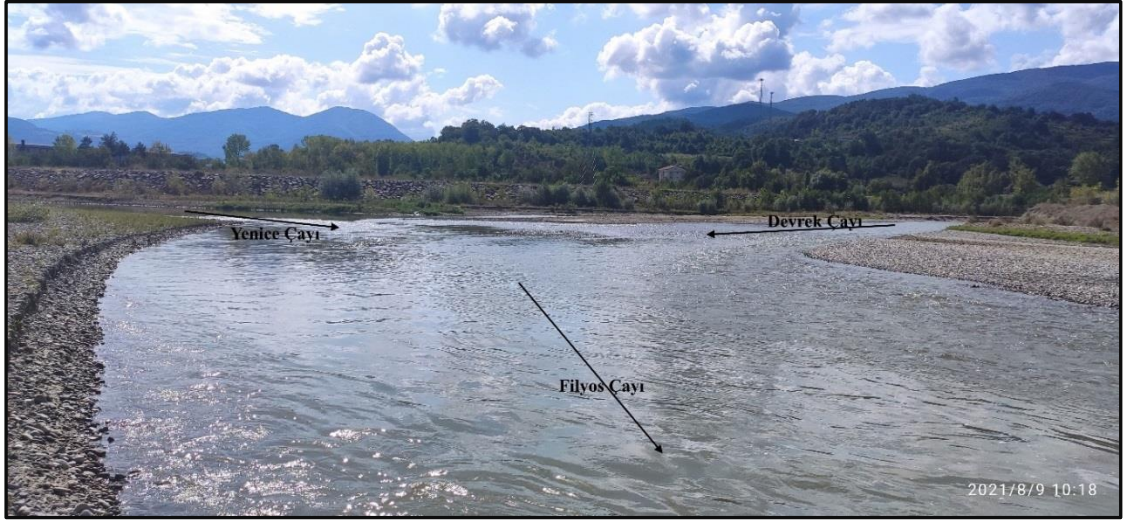
Havzaya ismini veren Devrek Çayı, ağız kesiminden itibaren en yüksek dizinlerin takip edilmesiyle kaynak sahasını Mudurnusuyu Deresi'nden almaktadır. Birçok yan kolun birleşmesiyle büyüyen akarsu kaynağını Abant Gölü'nden alan Abant Deresi ile Bolu şehrinin batısında Seyitköy civarında birleşerek kabaca akışı kuzeydoğu yönünde devam etmektedir. Belirli bir süre Büyüksu olarak adlandırılan akarsu Eylekdere'nin bağlanmasından itibaren Bolu Çayı olarak adlandırılmaktadır. Ancak arazi gözlemlerinde Abant Deresi'nin kaide seviyesinin daha alçak olduğu ve Mudurnusuyu'nun Abant Deresi'ne bağlandığı görülmüştür. Coğrafi açıdan bu durumun göz ardı edilemeyeceği düşünülmektedir. Bu nedenle Bolu ve Devrek çaylarının hesaplanmasında hem dizin sayısı hem de kaide seviyeleri temel alınarak ayrı ayrı hesaplanmıştır. En yüksek dizinlerin takip edilmesiyle kaynak yeri Mudurnusuyu Deresi kabul edildiğinde yaklaşık 158,84 km. uzunluğunda olan Devrek Çayı, kaynak sahasının kaide seviyesine göre alındığında 164,86 km uzunluğundadır. Bolu Çayı, Gökçesu Mevkii yakınlarında kaynağını araştırma alanının doğu kesiminden alan Mengen Çayı ile birleşerek kuzey yönelimli kıvrımlar oluşturarak akış göstermektedir. Akarsuyun aşağı çığırında ise ismi Devrek Çayı olarak adlandırılmıştır (Fotoğraf 74).



Fotoğraf 74. Su akışının minimum seviyeye düştüğü ağustos ayında Devrek Çayı'nın Hışiroğlu Köyü mevkiinden görünümü

Filyos Çayı, Karabük'ten itibaren ilk olarak doğu-batı doğrultusunda akarak, Gökçebey'in batısında Devrek Çayı ile birleşip kuzeye yönelir ve Filyos (Hisarönü) mevkinin doğusundan Karadeniz'e dökülmektedir (Avcı, 1998). Bu durum Filyos

Çayı'nın bir kolu olan Devrek Çayı'nın, bir ekzoreik akarsu özelliğine sahip olduğunu göstermektedir (Fotoğraf 75).



Fotoğraf 75. Devrek Çayı'nın Yenice Çayı ile birleşerek, Filyos Çayı olarak akışına devam ettiği birleşim yeri

3.3.2. Mengen Çayı

Araştırma alanının doğu kesiminde yer alan Mengen Çayı kabaca doğu-batı istikametinde akış göstermektedir. Bolu Çayı ile birleşme noktasına kadar farklı isimlerle anılmaktadır. Mengen Çayı doğuda Pazarköy'e kadar olan sahada Dereçay veya Leylekler Deresi adıyla bilinmektedir. Pazarköy-Mengen arasında yer alan kısmı ise Büyükçay adını almaktadır. Batı yönünden (güneybatıdan) akan Bolu Çayı Gökçesu mevkiinde Mengen çayıyla birleşir. Bu kesimden itibaren Kocaçay, Bolu Çayı, Dirgine Çayı ve Devrek Çayı gibi isimler ile anılmaktadır. Ancak büyük iki kolun birleştiği (Mengen ve Bolu çayları) noktadan itibaren Devrek Çayı adı almasının daha doğru olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle Mengen ve Bolu çaylarının birleşim yerinden Filyos Çayı'na ulaştığı ağız kesimine kadar olan bölümü Devrek Çayı olarak kabul edilmiştir. Mengen Çayı yaklaşık 50,98 km uzunluğuna sahiptir. Yapılan arazi çalışmalarında Mengen Çayı'nın yatağı boyunca materyal birikimi yaptığı ve buna bağlı olarak vadi tabanı düzlüklerinin oluştuğu görülmüştür (Fotoğraf 76).



Fotoğraf 76. Salmanlar Köyü civarında Mengen Çayı, Leylekler Deresi olarak isimlendirilmiştir. Akarsu bu mevkiinde kaba alüvyon dolgu ve geniş vadi düzlükleri oluşturmuştur.

3.3.3. Bolu Çayı

Bolu Çayı'nın ağız noktası Mengen Çayı ile birleşim yeri olan Gökçesu Mevkii'dir. Ağız kesiminde 6. dizin düzeyinde olan ana akarsu Mudurnusuyu'na doğru devam etmektedir. Kaynak sahası olan Mudurnusuyu Deresi (Fotoğraf 77) kaynağını Abant Gölü'nden alan Abant Deresi (Fotoğraf 78) ile Seyitköy güneyinde birleşmektedir. Ancak, Birleşim noktasından itibaren kuzeydoğu yönünde Bolu İli yakınlarında Büyüksu adını almaktadır. Bolu ovasını geçtikten sonra Mengen'e doğru Bolu Çayı adını almaktadır. Gökçesu köyü civarında doğudan gelen Mengen Çayı ile birleşerek kuzeye doğru akışa geçmektedir. Bu durum Bolu Çayı'nın geçiş yaptığı yerleşme alanlarına göre isim aldığını göstermektedir. Bolu Çayı kaynak sahasının Mudurnusuyu Deresi kabul edildiğinde yaklaşık 71,13 km uzunluğuna sahiptir. Ancak, arazi gözlemlerinde Abant Deresi'nin kaide seviyesinin daha alçak olduğu ve Mudurnusuyu'nun Abant Deresi'ne bağlandığının görülmesi nedeniyle akarsu uzunluğu coğrafi açıdan ayrıca değerlendirilmiştir. Kaynak sahasının Abant Deresi kabul edildiğinde ise yaklaşık 77,18 km uzunluğundadır. Bolu Çayı, Bolu İli'nin zirai faaliyetleri için oldukça önemlidir. Havzada taban suyunu beslemesi açısından da değerlidir. Sızma suyu ile çevreyi besleyen bu akarsu havzadaki tarımsal faaliyetlere yansımaktadır. Nitekim havza içerisinde yüzey sularının kullanımına ek olarak sondajlama yoluyla da sulu tarım uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Bu da

akarsuyun özellikle yaz aylarında akım miktarının düşmesine neden olmaktadır (Fotoğraf 79).



Fotoğraf 77. Mudurnusuyu'nun yaz mevsiminde akım değerinin oldukça düşük olduğu görülmüştür.



Fotoğraf 78. Abant Milli Parkı yolu boyunca Abant Deresi üzerinde rekreasyon faaliyetleri oldukça yaygındır.



Fotoğraf 79. Mudurnusuyu Deresi'nden faydalanılarak sulanan zirai alandan bir görünüm

3.4. Havza Sınırları İçerisinde Yer Alan Göller, Göletler ve Barajlar

Havza sınırları içerisinde doğal oluşumlu güneyde Abant Gölü, doğuda Yeniçağa Gölü, batıda ise Yedigöller bulunmaktadır. Ayrıca çalışma sahasında enerji ve taşkın kontrolü amacıyla iki adet baraj bulunmaktadır. Bunlar; Devrek Çayı üzerinde yer alan Köprübaşı Barajı ve Büyüksu üzerinde yer alan Gölköy Barajı'dır. Araştırma sahasında bulunan göl ve barajlardan sırasıyla aşağıda bahsedilmiştir;

3.4.1. Göller

3.4.1.1. Abant Gölü

Yapılan literatür taramasında Abant Gölü'nün oluşumu hakkında farklı bilgiler bulunmaktadır. Erençin'e göre Abant Gölü, Abant Vadisi'nin tıkanması sonucu oluşmaktadır (Erençin, 1969). Bölgenin Kuzey Anadolu Deprem Kuşağında olması sebebiyle gölün tektonik karaktere sahip olduğu belirtilmektedir. Özlü'ye göre de kütle hareketleri sonucu kopan blok kayalar vadiyi tıkayarak doğal bir set (baraj) oluşturmuş ve Abant Göl'ü meydana gelmiştir. Bu nedenle de gölün set gölü olduğu sonucuna varılmıştır. Doğal Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nün sayfasında ise Abant Dağları üzerinde oluşmuş bir krater ve birikinti gölü olarak tanımlanmaktadır (url-6) (Fotoğraf 80). Göl batıdan Kurtusuyu, Boyalı Su, güneyden Türkmen Çayı Deresi, doğudan Beşpoyraz Deresi ile beslenmektedir (Erençin, 1969). Adını verdiği Abant Deresi ile de sularını boşaltmaktadır. Maksimum derinliği 18 m ve 128 ha alan

kaplayan gölün suyu tatlı su özelliğindedir. Abant Gölü'ndeki canlı varlığa bakıldığında alabalık ve sazan balıkları bulunmaktadır. Gölde bulunan alabalığın (*Salmo trutta abanticus*) gölün koşullarına uyum sağlamış özel bir tür olduğu kabul edilmektedir (Erençin, 1969). Abant Gölü, 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu'nun 23. maddesinin II. fıkrası ile 21 Ekim 1988'de koruma altına alınarak 'Tabiat Parkı' olarak ilan edilmiştir (url-6).



Fotoğraf 80. Tatlı su özelliğine sahip 128 ha alan kaplayan Abant Gölü'nün kıyılarında nilüfer ve sazlıklar kaplıdır.

3.4.1.2. Çağa Gölü (Yeniçağa Gölü)

Çağa Gölü'nün oluşmasında tektonizmanın etkili olduğu düşünülmektedir. Çanak şeklinde düz ve yayvan bir ova olan tektonik çöküntünün ortasında sular birikerek göl ortaya çıkmıştır. Reşadiye Gölü olarak da bilinen Çağa Gölü 8224 ha alan kaplamaktadır (Fotoğraf 81-82). Doğudan Deliler, batıdan Kuzuviran dereleri gölü beslerken, gölün fazla suları da Çağa Deresi aracılığıyla Büyüksu çayına aktarılmaktadır. Gölün su seviyesi yağışlara bağlı olarak mevsimsel olarak değişir. Gölde su ürünleri kooperatifi tarafından ticari balık avcılığı yapılmaktadır. Yeniçağa Gölü ve çevresi 2015 de Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan olarak koruma altına alınmıştır. Ayrıca yasal koruma statüsü içerisinde olmayan önemli kuş alanı ve önemli bitki alanı olarak tanımlanmıştır. Alan tatlı su gölü, geniş turbalık alanlar, ıslak çayırlar, bataklıklar, söğüt çalılıkları ve ekili kavaklıklardan oluşmaktadır. Türkiye'deki en büyük kireçli torf alanları burada olup derinlikleri 2 metreyi bulmaktadır (Fotoğraf 83). Alan ve çevresinde 69 familyaya ait 384 bitki taksonu

tespit edilmiştir. Bunların 32 adeti sucul, 352 adeti karasaldır. 12 tür ülkemizde endemiktir (url-7).



Fotoğraf 81. Yeniçağa Gölü temelde tektonik çöküntü sahasının çukur yerlerini suların örtmesiyle oluşmuş bir göldür.



Fotoğraf 82. Tatlı su özelliğine sahip Çağa Gölü 8224 ha alan kaplamaktadır.



Fotoğraf 83. Yeniçağa Gölü yakınlarında oldukça geniş torf sahalar görülmektedir. Türkiye'nin en geniş kireçli torf sahası bu gölün civarında bulunmaktadır.

3.4.1.3. Yedigöller

Yedigöller, adını içinde bulunan 7 adet heyelan set gölünden almaktadır. Bunlar; Sazlı göl (5950 m²), İnce göl (1036 m²), Nazlı göl (15780 m²), Kuru göl, Derin göl (15.063 m²), Büyük göl (24.895 m²) ve Serin göl (1.207 m²)'dür. Alansal olarak en büyüğü Büyük Göl iken en küçük İnce Göl'dür. Bu yedi göl yükseltisine göre sıralandığında en üstte Sazlı Göl bulunmaktadır (Fotoğraf 84). Adında anlaşılacağı üzere etrafı ve yüzeyi sazlıklarla kaplıdır. Sazlı Göl'ün ayağı İnce Göle (Fotoğraf 85) bağlanmaktadır. İnce Göl'ü aşan sular Nazlı Göl'ü (Fotoğraf 86) beslemektedir. Nazlı Göl'den çıkan sular da Kuru Göl'e diğer bir adı ile Küçük Göl'e taşınmaktadır. Küçük Göl tabanında oluşan yeriçi kanal göl sularının boşalmasına neden olmuştur. Günümüzde gölün kuru bir halde olması adının Kuru Göl (Fotoğraf 87) olarak değişmesine neden olmuştur. Kuru Göl tabanından sızan bol miktardaki su, gölün kuzeydoğusunda yüzeye çıkarak bir şelalenin oluşmasına sebep olmuştur (Fotoğraf 88). Bu şelalenin suları da Derin Göl'ü (Fotoğraf 89) beslemektedir. Derin Göl'den çıkan sular Büyük Göl'e (Fotoğraf 90) bağlanmaktadır. Büyük Göl'ün ayağı, en alçak seviyede bulunan Serin Göl'e (Fotoğraf 91) ulaşmaktadır. 1642 ha alan kaplayan Yedigöller, Orman Kanunu'nun 25. maddesine dayanarak 29 Nisan 1965 yılında Milli Park olarak ilan edilmiştir (url-8).



Fotoğraf 84. En yüksekte bulunan Sazlı Göl 5950m² alana 3 metre derinliğe sahiptir.



Fotoğraf 85. İnce uzun bir yapıya sahip olması nedeniyle İnce Göl olarak adlandırılan bu göl 1036 m² alana 2 metre derinliğe sahiptir.



Fotoğraf 86. Nazlı Göl 15780 m² alana 8 metre derinliğe sahiptir.



Fotoğraf 87. Kuru Göl, zeminde oluşan yeriçi kanal nedeniyle eski göl yatağında su tutamamaktadır. Bu nedenle göl vasfını kaybetmiştir.



Fotoğraf 88. Nazlı Göl ayağının taşıdığı sular ve Kuru gölde birikmeyip sızan sular şelale oluşturmaktadır.



Fotoğraf 89. Nazlı ve Kuru Göllerin oluşturduğu şelaleden beslenen Derin Göl 15063 m², 10 m derinliğe sahiptir.



Fotoğraf 90. Yedigöller Milli Parkı'nın en büyük gölü Büyük Göl'ün alanı 24.895 m², derinliği 15 m'dir.



Fotoğraf 91. En alçak seviyede bulunan Serin Göl 1758 m²alana ve 2,5 metre derinliğe sahiptir.

3.4.2. Göletler

3.4.2.1. Gölcük Gölü

Göl suni set gölü özelliği taşımaktadır. 1958 yılında oluşturulmuş yıllar içinde adım adım büyütülmüştür. Gölcük Gölü 4,5 ha alan kaplamaktadır. Gölcük Gölü 1303 sayılı ve 21.09.2015 tarihli Bakanlık Makamı Oluru ile 224 ha'lık alanı "Bolu Köroğlu Dağı Kültür ve Turizm Koruma ve Gelişim Bölgesi" içerisinde kalmaktadır (Fotoğraf 92).



Fotoğraf 92. Suni set gölü olan Gölcük Gölü havza içerisinde önemli bir rekreasyon alanı haline dönüşmüştür.

3.4.3. Barajlar ve Hidroelektrik Santraller (HES)

Baraj, su biriktirmek amacı ile hazne oluşturularak ve bir akarsu vadisini kapayarak akarsuyun akışını engelleyen yapıdır. Barajın su biriktirme yanında, su seviyesi yükseltme ve geniş su yüzeyi meydana getirme gibi iki önemli fonksiyonu daha vardır. Bir baraj şehirlerin içme ve su kullanma ihtiyaçları, sanayi su temini, sulama suyu, hidroelektrik enerji üretimi, su ürünlerinin üretimi ve mesirelik kullanım amaçları ile inşa edilmektedir.

Su kaynaklarından ekonomik olarak istifade edilmesi açısından hidroelektrik enerji üretiminin rolü çok büyüktür. Günümüz itibari ile Türkiye’de 685 adet hidroelektrik santral işletilmektedir.

3.4.3.1. Köprübaşı Barajı

Batı Karadeniz sahil kesiminde, Filyos nehrinin denize döküldüğü kesimde “Filyos Vadisi Projesi” adı ile Türkiye’nin önemli projelerinden biridir. Köprübaşı Barajı hem enerji üretmek hem de taşkın kontrolünü amacı ile Filyos Vadisi Projesi kapsamında yapılmış bir barajdır (Fotoğraf 93). 2002 yılında inşasına başlanan baraj 2011 yılında tamamlanmıştır. Köprübaşı Barajı’nın toplam yağış alanı 1988,95 km²’dir. Ayrıca kaya gövde dolgu tipi olan barajın gövde hacmi 7.330.000 m³, akarsu yatağından yüksekliği 108,00 m., normal su kotunda göl hacmi 199,26 hm³, normal su kotunda göl alanı ise 5,27 km²’dir (Fotoğraf 94). Barajın 91 MW güç ile 203 GWh’lık enerji üretmesi planlanmaktadır.



Fotoğraf 93. 2011 yılında tamamlanan Köprübaşı Barajı hem taşkın kontrolü hem de enerji üretimi amacıyla yapılmıştır.



Fotoğraf 94. Adını civarında bulunduğu köyden alan Köprübaşı Barajı 5,27 km² alana sahiptir.

3.4.3.2. Gölköy Barajı

Bolu Ovası'nda Büyüksu üzerinde sulama ve taşkın kontrolü amacı ile 1965-1970 yılları arasında inşa edilmiş küçük bir barajdır. Göl alanı 1,31 km²'dir. 11.228 hektarlık bir alana sulama hizmeti vermektedir (Fotoğraf 95). Şehir merkezine yakınlığı ve ulaşım kolaylığı nedeni ile piknik yapmak ve olta ile balık avlamak isteyenler tarafından yaz aylarında çok rağbet görmektedir. Çevresinde mısır, patates, buğday gibi ürünlerin yetiştirildiği aynı zamanda rekreasyon faaliyetlerinin yapıldığı gözlemlenmiştir (Fotoğraf 96).



Fotoğraf 95. Bolu/Gölköy de yer alan 1,31 km² alana sahip Gölköy Barajı taşkın kontrolü ve sulama amacı ile inşa edilmiştir.



Fotoğraf 96. Gölköy Barajı çevresinde bulunan zirai alanlarda buğday, mısır ve patates üretimi yapılmaktadır.

4. BÖLÜM

DEVREK ÇAYI HAVZASININ HİDROMETRİK ANALİZLERİ

Çalışma sahası ve çevresi DSİ tarafından Batı Karadeniz Havzası olarak tanımlanmaktadır. İnceleme alanı dahilinde ölçüm yapan 7 istasyon bulunmaktadır (Tablo 41). Bunlar D13A068 nolu Abant Deresi Akçaalan istasyonu, 1334 nolu Bolu Çayı Beşdeğirmenler İstasyonu, D13A065 nolu Büyüksu Köplüce Köprüsü İstasyonu, 1319 nolu Mengen Çayı Gökçesu İstasyonu, 1346 nolu Devrek Çayı Devrek istasyonu, 1311 nolu Devrek Ç./Gürdeşe İstasyonu, 1315 nolu Yeniçağa Gölayağı/Eskiçağa İstasyonu'dur.

Tablo 41. Devrek Çayı Havzası'nda Değerlendirmeye Alınan Akım Gözlem İstasyonlarına Ait Bilgiler

İstasyon Bilgileri	İstasyonlar						
	Akçaalan	Köplüce Köprüsü	Devrek	Gürdeşe	Eskiçağa	Beşdeğirmenler	Gökçesu
Havza İsmi	Batı Karadeniz Havzası						
İşleten İdare	DSİ	DSİ	EİE	EİE	EİE	EİE	EİE
Akarsu İsmi	Abant D.	Büyüksu D.	Devrek Ç.	Devrek Ç.	Çağa D.	Bolu Ç.	Mengen Ç.
İstasyon No	D13A068	D13A065	1346	1311	1315	1334	1319
Boylam-Enlem	31°26'23" D 40°40'31" K	31°51'60" D 40°51'48" K	31° 51' 17" D 41° 13' 20" K	31° 51' 54" D 41° 05' 26" K	32° 02' 10" D 40° 48' 23" K	31° 55' 48" D 40° 53' 12" K	31° 58' 02" D 40° 53' 47" K
Yaklaşık Kot	855 m	613 m	78 m	174 m	991 m	541 m	507 m
Seviye Ölçeği	Limnograf	Limnograf	Limnograf	Limnograf	Limnograf	Limnograf	Limnograf
Yağış Alanı	86,50 km ²	1053,00 km ²	2768,9 km ²	2420 km ²	158,4 km ²	1102,8 km ²	786,3 km ²
Yıllık Ort. Akım	13,72	66,9	269,03	233,76	4,15	89,41	68,9
Mevcut Su Yılları	2005-2015	2004-2015	1996-2011	1959-1971	1963-1974	1967-2011	1965-2004
İstasyon Yeri	E5-Abant yolunun 5. km'sinde Akçaalan köyü girişindedir.	Bolu çimento fabrikasının (E-5 karayolu) Gökçesu yolunun 18. km'sinde Köplüce yolu üzerindeki köprüdedir.	Bolu ili Mengen Devrek karayolunun Devrek girişindeki köprüünün 25 m. mansabındadır.	Devrek ilçesinin 20 km batısında Gürdeşe mevkiindedir.	Gerede-Bolu Asfaltının Mengene sapan yolun 5. km'sindedir	Mengen Gökçesu-Bolu karayolunda Gökçesu'nun 3.km'sindeki Beşdeğirmenler köyü içindedir.	Bolu Mengen yolu üzerindeki Gökçesu bucağı yakınındadır.

Akçalan ve Köplüce Köprüsü İstasyonları DSİ akım gözlem istasyonları iken Beşdeğirmenler, Devrek, Gürdeşe, Gökçesu, Eskiçağa EİE akım gözlem istasyonlarıdır. Araştırma alanında en uzun süreli veriye sahip olan istasyon Bolu Çayı Beşdeğirmenler İstasyonudur. En az süreli ölçüm ise 8 yıl ile Abant Akçalan İstasyonu'dur. Akım gözlem istasyonlarının düzenli ve devamlı çalışmaması nedeniyle, istasyon ölçümleri bazı yıllarda kesintilere uğramaktadır. Abant Deresi Akçalan İstasyonunda 2008-2010 arası veri bulunmamaktadır. Büyüksu D./Köplüce Köprüsü Akım Gözlem İstasyonunda 2008 yılına ait, Devrek Ç./Devrek İstasyonunda ise 1955-1972 arası yıllarda veri bulunurken 1972-1994 arası veri bulunmamaktadır. Uzun süreli veri kesintisi nedeniyle 1994-2012 arası veriler kullanılmıştır. Bolu Ç./Beşdeğirmenler İstasyonunda 1979 ve 2003, Mengen Ç./Gökçesu İstasyonunda da 2003 yılına ait ölçüme rastlanılmamıştır.

Hidrolojide yıllık ortalama akımlar için 'su yılı' kullanılmaktadır. **“Su yılı” 1 Ekim de başlayıp 30 Eylül de biten bir hidrolojik terimdir. Su yılı da normal takvim yılı gibi 365 gün 6 saattir** (İnandık, 1964). Bu nedenle yapılan tablo ve grafiklerde su yılı baz alınarak yapılmıştır.

4.1. Debi (Akım) Özellikleri

Bir akarsuyun herhangi bir yerindeki enine kesintinden 1 saniyede geçen su hacmine akım (debi) denilmektedir. Akım m^3/sn olarak ifade edilmektedir. Akımı etkileyen faktörler iklim, jeomorfolojik özellikler, litolojik özellikler, bitki örtüsü, yeriçi suları, kaynaklar, göller ve insanlardır (Hoşgören, 2015). İklim bir akarsuyun oluşumu ve akım miktarları üzerinde rol oynayan önemli etmenlerden biridir. Bir bölgede yağış miktarı ne kadar fazla ise akarsuların akım miktarı da o kadar fazla olmaktadır. Yağış miktarının fazlalığı kadar yağışın şeklide oldukça önemlidir. Katı halde düşen yağışlar uzun süre yerde kaldıkları için suyun önemli bir kısmı sızma ve buharlaşma nedeniyle kaybolmaktadır. Bu da akımı olumsuz etkilemektedir. Ayrıca sıcaklık değerlerinin yüksek olduğu bir alanda buharlaşma fazla olacağından akım miktarının azalmasına neden olacaktır.

Akımı etkileyen bir diğer etken ise jeomorfolojik özelliklerdir. Bir alanda yükselti arttıkça sıcaklık azalır ve yağışlar artmaktadır. Sıcaklığın azalması

buharlaşmayı azaltmaktadır ve yağış miktarının da artması akımı olumlu yönde etkilemektedir. Topografya yüzeyinde eğimin fazla olması bir akarsuyun buharlaşma ve sızma miktarını azaltmaktadır. Böylece su kayıpları minimuma ineceğinden akarsuyun akım miktarı da artacaktır. Jeomorfolojik özelliklerde yükselti ve eğimin önemli olduğu kadar bakı da oldukça önemlidir. Kuzey yamaçlar daha fazla yağış aldıkları için akım miktarı kuzey yamaçlarda güney yamaçlara göre daha fazladır.

Geçirimli kayalardan oluşan bir akarsu yatağında suyun büyük bir kısmı sızma yoluyla yerin derin kısımlarına geçerek yeraltı sularını beslemektedir. Geçirimsiz kayalardan oluşan bir yatağa sahip akarsuyun akım değerleri geçirimli kayalardan oluşan akarsu yatağından daha fazladır. Yoğun bitki örtüsü ile kaplı sahalarda yağın yağmurun bir kısmı bu bitkilerin dal ve yaprakları tarafından tutulacağından akarsulara katılmaz. Bu olaya ise intersepsiyon adı verilmektedir. İntersepsiyon olayı ise akımı olumsuz yönde etkilemektedir.

Yeriçi sularının ve kaynakların akım üzerindeki etkisi ise şöyledir; yeriçi suyu tablasının yer yüzeyine yakın olduğu yerlerde sızma azalmaktadır. Bu da akım miktarının artmasına neden olmaktadır. Akarsuyun boyuna profili üzerinde göl veya yeriçi kaynak olan yüzey sularının debilerinde dönemsel farklılıklar yaşanabilmektedir. Bir akarsu belli bir müddet yatağı boyunca ilerleyip bir göle ulaştığı nokta ile gölden çıkış noktasındaki akım verileri değişebilmektedir. Bunun nedeni sıcak koşulların hâkim olduğu dönemde göl yüzeyinde daha fazla buharlaşma olduğu için gölün çıkış noktasında akarsuyun debisinin azalmasına neden olmaktadır. Buna karşın yağışlı dönemlerde göl yüzeyine düşen yağışlar ve göle doğrudan bağlanan sular akarsuyun debisinde artışa yol açmaktadır. Bir akarsuyun debisi üzerinde insan faaliyetlerinin de etkisi bulunmaktadır. Sulamalı tarım yapılan sahalarda akarsulardan büyük ölçüde su çekilmektedir. Bu da akarsuyun debisinde azalmasına neden olmaktadır.

4.1.1. D13A068 No'lu Abant/Akçaalan Akım Gözlem İstasyonu'na (AGİ)

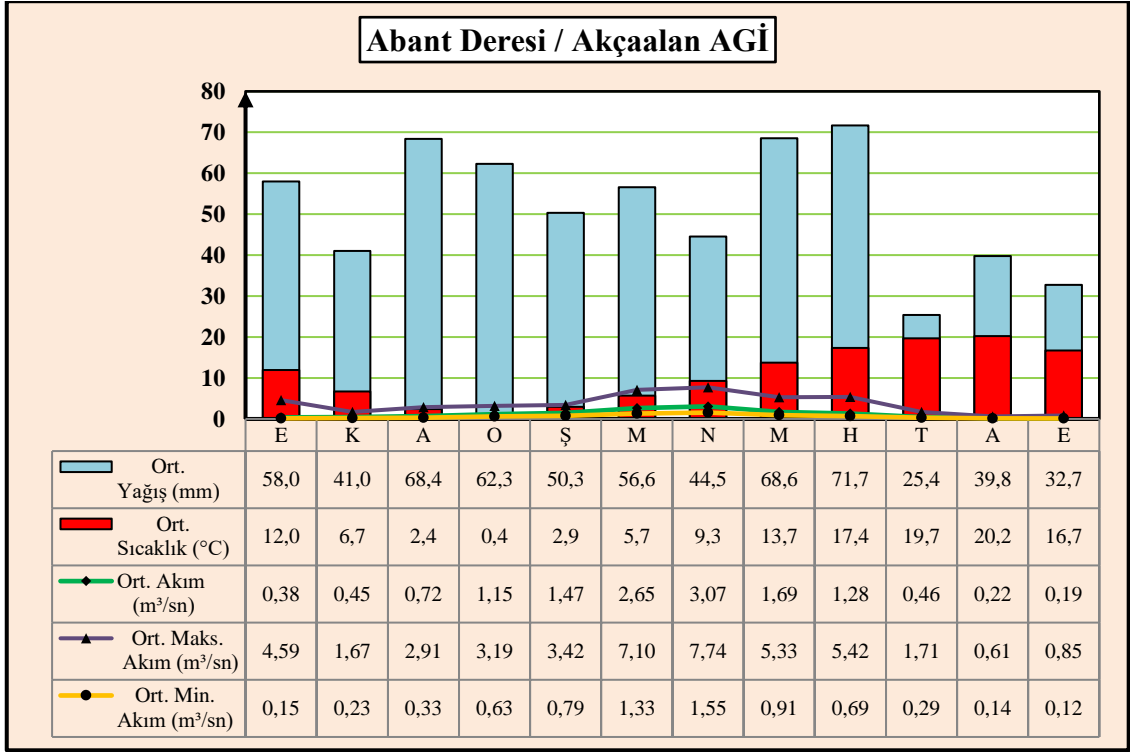
Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Maksimum Akım (Debi) Dağılışı

Abant/Akçaalan Akım Gözlem İstasyonu'nun daimî ve düzenli rasat süresi bulunmamaktadır. 2005-2015 yılı arasında 2008, 2009 ve 2010 verilerine ulaşılamamıştır. Mevcut olan 8 yıllık veriler ile gerekli grafik ve tablolar oluşturulmuş

ve çeşitli hesaplamalar yapılarak Abant Deresi'nin akım özellikleri açıklanmaya çalışılmıştır. Abant Deresi'nin rasat süresince yıllık toplam akım miktarı 13,72 m³/sn olarak hesaplanmıştır. En fazla yıllık ortalama akım 23,93 m³/sn ile 2015 yılında, en az akım ise 8,59 m³/sn ile 2014 yılında olduğu görülmektedir. Abant Deresi'nin rasat süresince aylık ortalama en fazla akımı 3,07 m³/sn ile nisan ayında, en az aylık ortalama akımı ise 0,19 m³/sn ile eylül ayında meydana gelmektedir (Tablo 42). Ancak bu maksimum ve minimum ortalama akımlar, gözlem süresince, yıllar arasında farklılık göstermektedir. Yağışın en yüksek değerlere mayıs ve haziran aylarında ulaşmasına rağmen, en yüksek akışın ise daha önceki aylara (mart ve nisan) denk gelmesi, buharlaşmanın etkili olduğunu kanıtlamaktadır. Abant Deresi'nde suların bol olduğu ocak, şubat, mart, nisan ve mayıs aylarında en yüksek değerler görülürken, hazirandan sonraki aylarda ise yazın açığa çıkan su ihtiyacının artması nedeniyle artan yağışların akarsuyun akımına katkıda bulunmadığı ve akımın düştüğü göze çarpmaktadır (Şekil 30).

Tablo 42. D13A068 No'lu Abant/Akçaalan Akım Gözlem İstasyonuna Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Yıllık Toplam Akım Değerleri (m³/ sn)

Yıllar	E	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Yıllık Ort.
2005	0,19	0,22	1,08	3,08	1,55	3,57	2,67	1,78	1,81	0,65	0,26	0,27	17,13
2006	0,4	1,04	0,95	0,94	1,37	3,16	2,01	0,95	0,52	0,36	0,17	0,3	12,17
2007	0,31	0,67	0,39	0,83	1,44	2,6	1,9	0,95	0,72	0,33	0,21	0,08	10,44
2011	0,6	0,32	0,9	0,81	0,88	2,74	3,12	2,08	1,57	0,78	0,36	0,15	14,3
2012	0,25	0,19	0,39	0,41	0,91	1,64	6,68	1,7	1,16	0,42	0,22	0,13	14,09
2013	0,16	0,23	0,39	0,92	1,45	2,47	2,09	0,6	0,43	0,22	0,09	0,09	9,15
2014	0,52	0,23	0,34	0,58	0,55	0,98	0,67	1,32	2,61	0,4	0,15	0,26	8,59
2015	0,59	0,69	1,3	1,62	3,64	4,06	5,44	4,1	1,41	0,55	0,3	0,23	23,93
Aylık Ort.	0,38	0,45	0,72	1,15	1,47	2,65	3,07	1,69	1,28	0,46	0,22	0,19	13,72



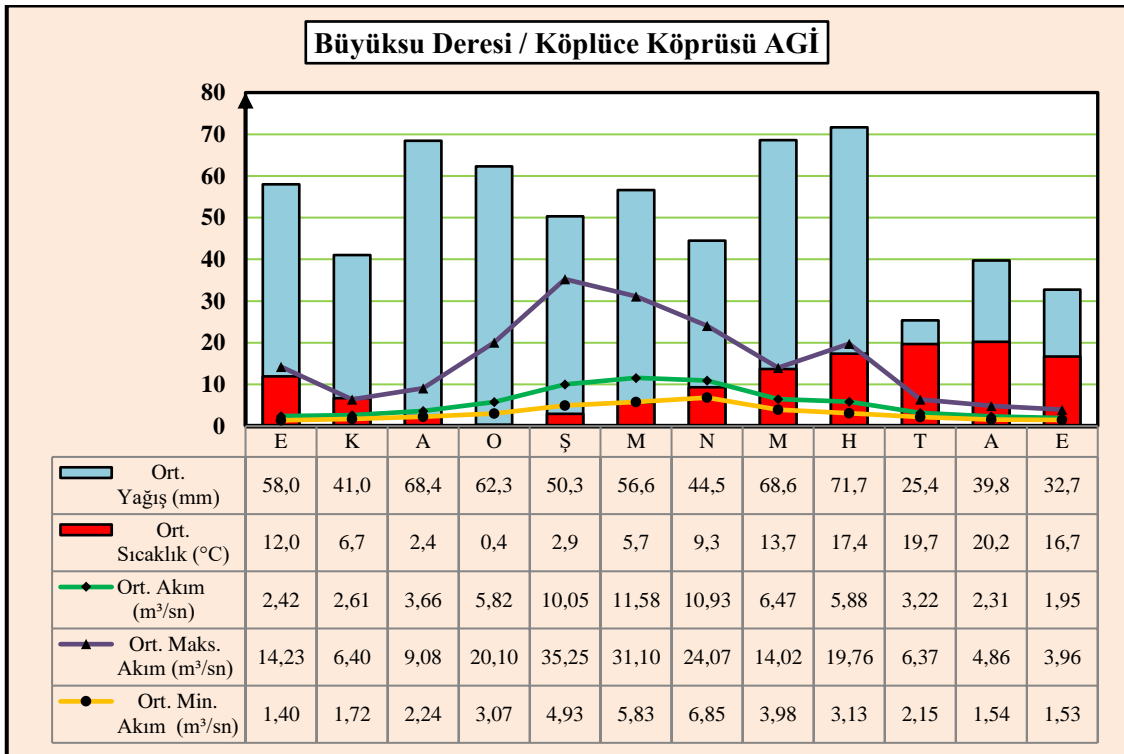
Şekil 30. D13A068 No'lu Abant/Akçaalan Akım Gözlem İstasyonunun Uzun Yıllar Ortalama ve Maksimum Akım ile Havza Geneli Ortalama Sıcaklık ve Yağışlarla Korelasyonu

4.1.2. D13A065 No'lu Büyüksu /Köplüce Köprüsü Akım Gözlem İstasyonu'na (AGİ) Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Maksimum Akım (Debi) Dağılışı

Büyüksu Deresi üzerinde yer alan Köplüce Köprüsü adlı akım gözlem istasyonunun 2004 -2015 yılları arasındaki akım verilerine ulaşılmış, bu yıllar arasında 2008 yılına ait akım verisine rastlanılmamıştır. Mevcut akım verileri doğrultusunda yıllık ortalama akım miktarı 66,90 m³/sn olarak hesaplanmıştır. En fazla yıllık toplam akım 105,80 m³/sn ile 2015 yılında, en az akım ise 23,90 m³/sn ile 2009 yılında olduğu görülmektedir. Maksimum ve minimum ortalama akımlar, gözlem süresince, yıllar arasında farklılık göstermektedir. Büyüksu Deresi'nin rasat süresince aylık ortalama en fazla akımı 111,58 m³/sn ile mart ayında, en az aylık ortalama akımı ise 1,95 m³/sn ile eylül ayında meydana gelmektedir (Tablo 43). Yağış ise en yüksek değere mayıs ve haziran aylarında ulaşmaktadır. Ancak artan sıcaklıklarında etkisiyle yağın yağmur suları akarsuyun debisine katkı sağlayamadan buharlaşmaktadır. Bu nedenle debinin en yüksek olduğu aylar mart ve nisan aylarıdır (Şekil 31).

Tablo 43. D13A065 No'lu Büyüksu /Köplüce Köprüsü Akım Gözlem İstasyonuna Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Yıllık Toplam Akım Değerleri (m³/ sn)

YILLAR	E	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Yıllık Ort.
2004	2,61	3,33	3,78	9,75	14,7	23,3	14,1	9,96	9,05	3,45	2,9	2,11	99,04
2005	2,4	2,8	5,2	7,1	8,2	17,3	13,5	10,6	9,2	3,8	2,6	2,9	85,6
2006	4	5,7	4,5	5,2	13	19	8,2	6	3,2	2,4	1,6	1,6	74,4
2007	2,2	3,7	4,3	6	8,2	15,2	10,3	6,1	3,9	2,1	1,4	1,1	64,5
2009	2,1	1,6	3	7,2	10	Kuru	Kuru	Kuru	Kuru	Kuru	Kuru	Kuru	23,9
2010	Kuru	Kuru	4,1	4,7	21	Kuru	Kuru	Kuru	Kuru	5,5	3	2,4	40,7
2011	3,1	2,2	2,5	3,4	3,4	10	16	10	10	4,3	3	1,9	69,8
2012	2,4	2,2	2,8	3,3	4,7	13	26	6,3	4,7	3,4	3	2,1	73,9
2013	2,1	2,4	3,2	4,8	5,7	9,8	12	6,9	3,6	2,7	2,3	2	57,5
2014	3,5	2,2	2,2	2,8	2,7	4	3	5,5	9	1,8	1,8	2,3	40,8
2015	2,2	2,6	4,7	9,8	19	15,8	17,1	9,8	12	6	3,8	3	105,8
Aylık Ort.	2,42	2,61	3,66	5,82	10,05	11,58	10,93	6,47	5,88	3,22	2,31	1,95	66,9



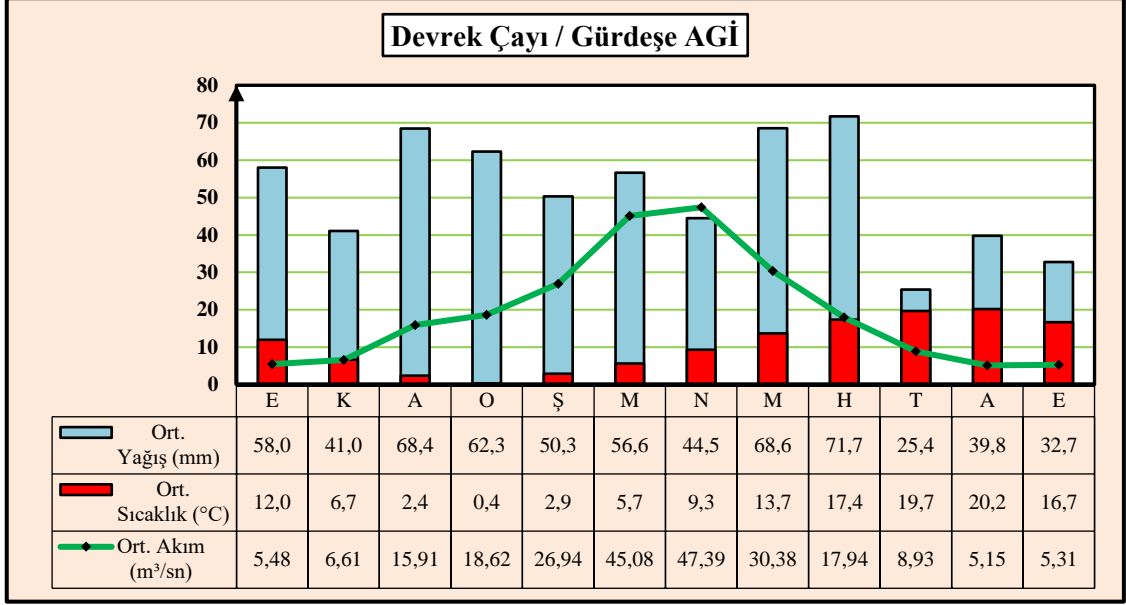
Şekil 31. D13A065 No'lu Büyüksu /Köplüce Köprüsü Akım Gözlem İstasyonunun Uzun Yıllar Ortalama ve Maksimum Akım ile Havza Geneli Ortalama Sıcaklık ve Yağışlarla Korelasyonu

4.1.3. 1311 No'lu Devrek Ç./Gürdeşe Akım Gözlem İstasyonu'na (AGİ) Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Maksimum Akım (Debi) Dağılışı

Gürdeşe Akım Gözlem İstasyonu'nun 1959-1971 yılları arasında verileri bulunmaktadır. 1971 yılından sonra bu istasyona dair herhangi bir veriye rastlanılmamıştır. Mevcut 13 yıllık veriler doğrultusunda Devrek Çayı'nın akım verileri değerlendirilmeye çalışılmıştır. Akım verileri doğrultusunda yıllık ortalama akım miktarı 233,76 m³/sn olarak hesaplanmıştır. En fazla yıllık toplam akım 373,74 m³/sn ile 1968 yılında, en az akım ise 164,72 m³/sn ile 1960 yılında olduğu görülmektedir (Tablo 44). Aylık ortalama değerlere bakıldığında en fazla akım 47,39 m³/sn ile nisan ayında olduğu görülmektedir. 5,15 m³/sn ile de en az akım değeri sıcaklığın en yüksek seviyeye ulaştığı ağustos ayındadır (Şekil 32).

Tablo 44. 1311 No'lu Devrek Ç./Gürdeşe Akım Gözlem İstasyonuna Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Yıllık Toplam Akım Değerleri (m³/ sn)

Yıllar	E	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Yıllık Ort.
1959	5,28	5,67	6,16	10,3	10,5	62,1	58	21,6	16,1	9,49	4,66	4,31	214,17
1960	5	5,91	5,25	12,1	27,8	28,3	30,9	16,9	14,3	7,37	6,17	4,72	164,72
1961	6,05	9	25,2	17,7	27,7	46,6	62,1	38,2	14,2	15,7	5,63	4,94	273,02
1962	3,75	6,3	10,7	10,4	19,8	49,1	37,7	14,1	6,57	3,85	3,33	3,46	169,06
1963	4,8	4,47	15,7	28,3	35,2	37,3	30,2	41,9	28,6	10,5	5,44	6,18	248,59
1964	7,62	8,42	25,8	12,2	34,7	59,8	35	32,8	25,3	9,79	5,8	7,49	264,72
1965	6,05	9	25,2	17,7	27,7	46,6	62,1	38,2	14,2	15,7	5,63	4,94	273,02
1966	5,06	7,8	15,6	22,9	17	30,1	42	20,1	9,97	4,65	3,91	4,15	183,24
1967	4,32	4,09	5,65	8,34	10	38,6	48,8	37	16,1	6,54	3,65	4,09	187,18
1968	5,38	6,6	37,3	45	56,3	79,6	74,4	30	16,1	7,04	6,57	9,45	373,74
1969	8,18	7,3	11,9	17,6	30,6	34,2	44,2	32,9	13,3	7,79	4,35	4,12	216,44
1970	4,54	5,68	9,13	9,95	31	32,4	38,8	21,1	18,8	6	4,72	4,62	186,74
1971	5,18	5,75	13,3	29,6	21,9	41,4	51,9	50,1	39,7	11,7	7,07	6,61	284,21
Aylık Ort.	5,48	6,61	15,91	18,62	26,94	45,08	47,39	30,38	17,94	8,93	5,15	5,31	233,76



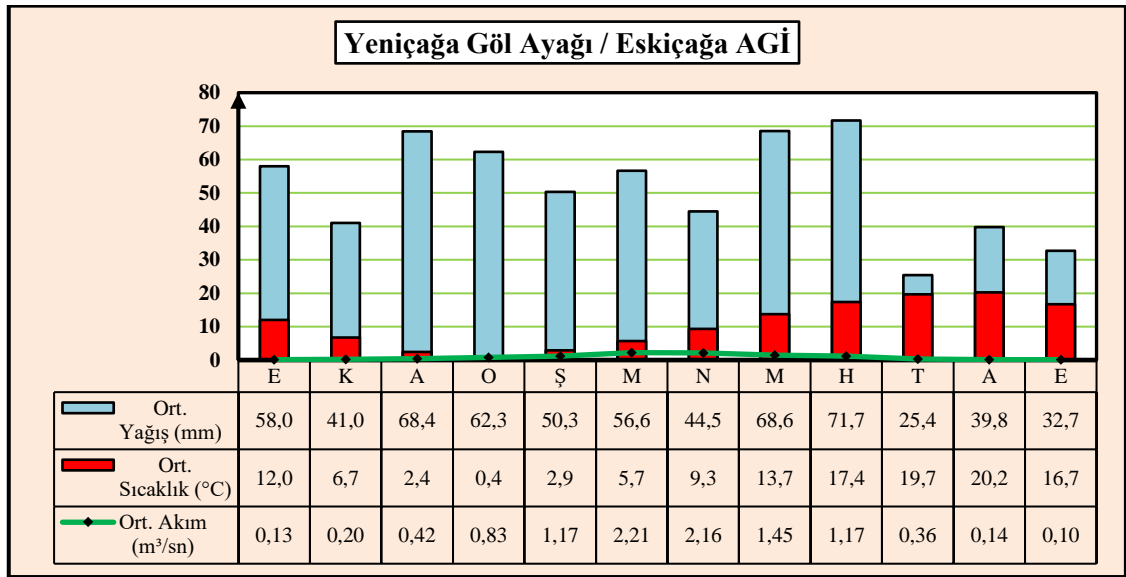
Şekil 32. 1311 No’lu Devrek Ç./Gürdeşe Akım Gözlem İstasyonunun Uzun Yıllar Ortalama ve Maksimum Akım ile Havza Geneli Ortalama Sıcaklık ve Yağışlarla Korelasyonu

4.1.4. 1315 No’lu Yeniçağa Gölüyağı/Eskiçağa Akım Gözlem İstasyonu’na (AGİ) Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Maksimum Akım (Debi) Dağılışı

Eskiçağa Akım Gözlem İstasyonu’nun 1963-1974 yılları arasındaki verilerine ulaşılmıştır. Mevcut veriler kullanılarak Çağa Deresi’nin akımı hakkında geçmişe dönük bilgi sahibi olunmaktadır. 12 yıllık veriler kullanılarak yıllık ortalama akım miktarı $10,34 \text{ m}^3/\text{sn}$ olarak hesaplanmıştır. En fazla yıllık toplam akım $15,91 \text{ m}^3/\text{sn}$ ile 1968 yılında, en az akım ise $6,08 \text{ m}^3/\text{sn}$ ile 1966 yılında olduğu görülmektedir. Aylık ortalama değerlere bakıldığında en fazla akım $2,21 \text{ m}^3/\text{sn}$ ile mart ayında olduğu görülmektedir. $0,10 \text{ m}^3/\text{sn}$ ile de en az akım değeri eylül ayındadır (Tablo 45). Diğer istasyonlarda olduğu gibi bu istasyonda da aylık maksimum ve minimum akımlar bazı yıllar daha erken bazı yıllar ise daha geç aylarda gerçekleşmektedir (Şekil 33).

Tablo 45. 1315 No’lu Yeniçağa Gölüyağı/Eskiçağa Akım Gözlem İstasyonuna Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Yıllık Toplam Akım Değerleri (m³/ sn)

Yıllar	E	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Yıllık Ort.
1963	0,03	0,03	0,12	0,93	1,87	1,70	1,71	2,13	1,63	0,54	0,28	0,15	11,11
1964	0,12	0,17	0,65	0,45	1,07	3,04	1,70	1,49	1,98	0,80	0,18	0,17	11,82
1965	0,17	0,31	1,20	0,81	1,03	2,78	2,99	1,72	0,59	0,20	0,05	0,00	11,85
1966	0,00	0,02	0,19	0,60	0,68	0,77	2,01	1,18	0,46	0,11	0,04	0,02	6,08
1967	0,02	0,02	0,03	0,06	0,11	1,46	2,35	1,36	0,55	0,17	0,03	0,02	6,18
1968	0,01	0,02	0,76	1,69	2,05	5,23	3,82	1,07	0,76	0,17	0,10	0,23	15,91
1969	0,20	0,18	0,33	0,77	1,23	1,72	1,58	1,14	0,46	0,57	0,12	0,12	8,42
1970	0,08	0,05	0,14	0,23	1,31	1,81	2,18	0,62	0,65	0,18	0,10	0,02	7,37
1971	0,01	0,02	0,13	1,66	0,74	2,02	2,52	2,06	2,80	0,47	0,20	0,11	12,73
1972	0,01	0,02	0,13	1,66	0,74	2,02	2,52	2,06	2,80	0,47	0,20	0,11	12,73
1973	0,89	1,43	0,80	0,53	2,24	2,90	1,58	0,66	0,55	0,37	0,23	0,08	12,25
1974	0,06	0,09	0,56	0,57	0,95	1,13	1,01	1,90	0,77	0,29	0,09	0,18	7,60
Aylık Ort.	0,13	0,20	0,42	0,83	1,17	2,21	2,16	1,45	1,17	0,36	0,14	0,10	10,34



Şekil 33. 1315 No’lu Yeniçağa Gölüyağı/Eskiçağa Akım Gözlem İstasyonunun Uzun Yıllar Ortalama ve Maksimum Akım ile Havza Geneli Ortalama Sıcaklık ve Yağışlarla Korelasyonu

4.1.5. 1319 No’lu Mengen Ç./Gökçesu Akım Gözlem İstasyonu’na (AGİ)

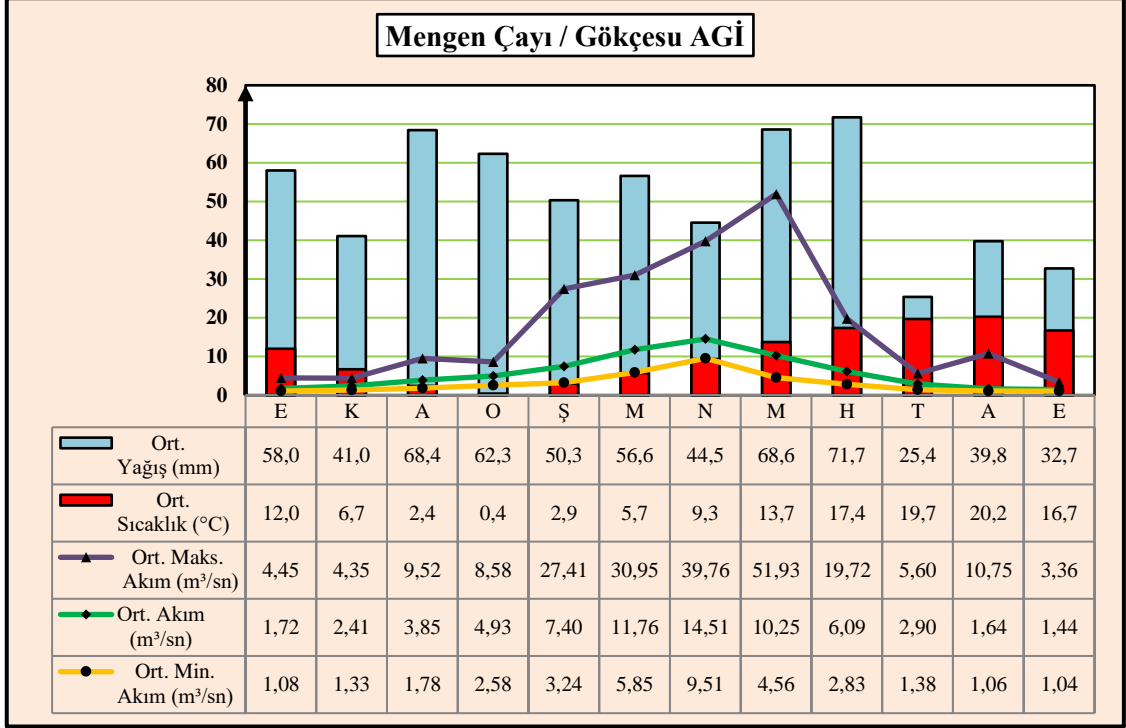
Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Maksimum Akım (Debi) Dağılışı

Gökçesu Akım Gözlem İstasyonu’nun 1965-2004 yılları arasında verilerine ulaşılmıştır. Kesintisiz 39 yıllık akım verisi doğrultusunda Mengen Çayı’nın ortalama akım değeri 68,96 m³/sn olarak hesaplanmıştır. Yıllık toplam maksimum akım 142 m³/sn ile 1998 yılında iken, yıllık toplam minimum akım ise 1994 yılında 25 m³/sn

olarak ölçülmüştür. Aylık ortalama akım değerleri incelendiğinde, Mengen Çayı akımı 14,51 m³/sn ile nisan ayında maksimum seviyeye ulaşmıştır. En az akım ise 1,44 m³/sn ile aralık ayındadır (Tablo 46). Haziran ayında alana düşen yağışlar en üst seviyeye ulaşırken akımın ise yağışla eş değer olmadığı görülmektedir. Bu durum bu mevsimde suya olan ihtiyacın arttığı anlamına gelmektedir. Artan sıcaklıklara bağlı olarak evapotraspirasyon miktarının fazlalaşması, tarımsal ve evsel su tüketiminin de artmasından kaynaklanmaktadır (Şekil 34).

Tablo 46. 1319 No'lu Mengen Ç./Gökçeşu Akım Gözlem İstasyonuna Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Yıllık Toplam Akım Değerleri (m³/ sn)

Yıllar	E	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Yıllık Ort.
1965	1,7	3,2	10	5,4	8	14	22	11,8	4,4	2,7	2	1,7	86,90
1966	1,4	1,4	3,2	5	4,2	7,1	14	7,3	3,5	1,4	1,1	1,1	50,70
1967	1,1	1,1	1	1,2	1,5	10	18,6	12	4,6	1,8	0,8	1	54,70
1968	1,3	1,4	7,2	10	16	21	21,4	7,5	3,7	1,6	1,5	3	95,60
1969	2,6	2,1	3,4	4,4	8,1	11,8	16,7	10	6,4	2,7	1,6	1,3	71,10
1970	1,1	1,2	1,4	2,1	8,5	10,3	12	6	5,4	1,4	1	1	51,40
1971	1,1	1,1	3,1	10,1	4,9	13	15	20,3	16,5	3,8	1,8	1,6	92,30
1972	1,8	2,1	5,1	5,6	6,5	13,9	13,3	11	10	7,1	3,8	3,2	83,40
1973	6,7	8	4,7	4,6	7,1	12,5	11,4	7,6	5,7	3,8	1,9	1,1	75,10
1974	1,3	3	5,3	3,2	5,5	6,3	7	14,6	4,8	2,4	1,6	1,5	56,50
1975	1,3	1,4	2,2	2,2	4,4	8,3	7,4	23,3	6,1	2,3	1,7	1,1	61,70
1976	1,7	1,5	2,4	3,4	6,7	9,5	12,2	4,6	4,3	1,3	1,3	1,4	50,30
1977	1,3	1,5	2,4	2	3,8	8,7	8	4,8	3,5	1,3	0,7	0,7	38,70
1978	1,1	1,1	1,5	3,8	10,7	7,8	15,1	9,2	2,8	5,3	1,2	1,4	61,00
1979	1,5	1,8	2,3	7	13	5,2	6,6	7	12,8	4,5	1,4	1,3	64,40
1980	2,3	2,8	5,4	6,6	6,8	17	19,3	12,5	4,8	1,4	1,1	1,1	81,10
1981	1,5	3	7,8	9,3	8,9	21,1	10	11	5,2	4,6	1,2	1,1	84,70
1982	1,2	1,9	6,5	12,1	7,1	14	18	8	6	2,6	3,4	2,7	83,50
1983	2	1,8	1,8	2,6	8,8	16,3	17	7,2	6	7	4,2	2,2	76,90
1984	3	6,5	7	5,8	7,4	8,1	17,5	12,7	5,5	2,7	2,3	1,5	80,00
1985	1,3	2,5	2,2	3,2	9,7	16	16,6	6,8	3,4	2	1	1	65,70
1986	1,2	1,8	3,7	11,3	11,4	10,6	6,2	8,9	4,8	1,1	1	0,8	62,80
1987	1	1,6	1,6	4,7	8,7	9,3	18,1	12,3	6,2	2,7	1	0,8	68,00
1988	1,1	1,6	4,7	4	4,4	9,4	11,7	6	9,1	3,9	1	1	57,90
1989	1,8	5,2	6,7	4,1	9,2	19,5	6,5	4,7	3,6	1,3	0,7	0,8	64,10
1990	1,3	4,8	5,1	3,4	5,2	8	13,3	20,1	5,1	1,5	1,2	1,9	70,90
1991	2,1	2,6	2,4	2,1	6,1	10,7	7,8	9,4	17,1	12	3	2,4	77,70
1992	1,8	2	2,6	3,1	5,3	19,8	28,2	9	3,6	3,5	1,3	1	81,20
1993	1,7	3,1	5,8	4,5	10,3	20,3	18,3	12,5	4,7	1,5	1,3	1,1	85,10
1994	1,1	1,8	2,1	2,1	2,2	4,7	3,3	4,2	1,4	0,8	0,7	0,6	25,00
1995	0,6	0,7	2,4	10	7,3	12,5	17,3	8,5	3	3	1,3	1,2	67,80
1996	1,5	2,2	4,1	6,2	5,8	8,1	13,4	6,4	4,6	1,2	1	1,3	55,80
1997	1,8	1,8	2,3	4,2	3,9	6,6	38,6	17,7	6,2	2,3	6	2,9	94,30
1998	4,4	5,5	8,8	9,6	22,7	15	20,7	32,6	15,2	4	1,5	2	142,00
1999	3	2,7	2,7	1,7	4,9	10	8,5	3,4	4,4	2,5	1,1	2	46,90
2000	1,6	2,1	2,7	2,3	5,5	13,3	24	6,9	11,2	2,8	1,9	1,5	75,80
2001	1,4	1,3	1,2	1,5	1,9	3,8	3,1	7,3	2,5	1,1	0,8	0,6	26,50
2002	0,6	1,4	3,8	4,5	6,4	7,5	13,1	6,3	4	2,5	1,5	1,4	53,00
2004	0,7	1,3	1,4	3,5	9,7	17,7	14,8	8,2	5,6	1,6	1,2	1	66,70
Aylık Ort.	1,72	2,41	3,85	4,93	7,40	11,76	14,51	10,25	6,09	2,90	1,64	1,44	68,90



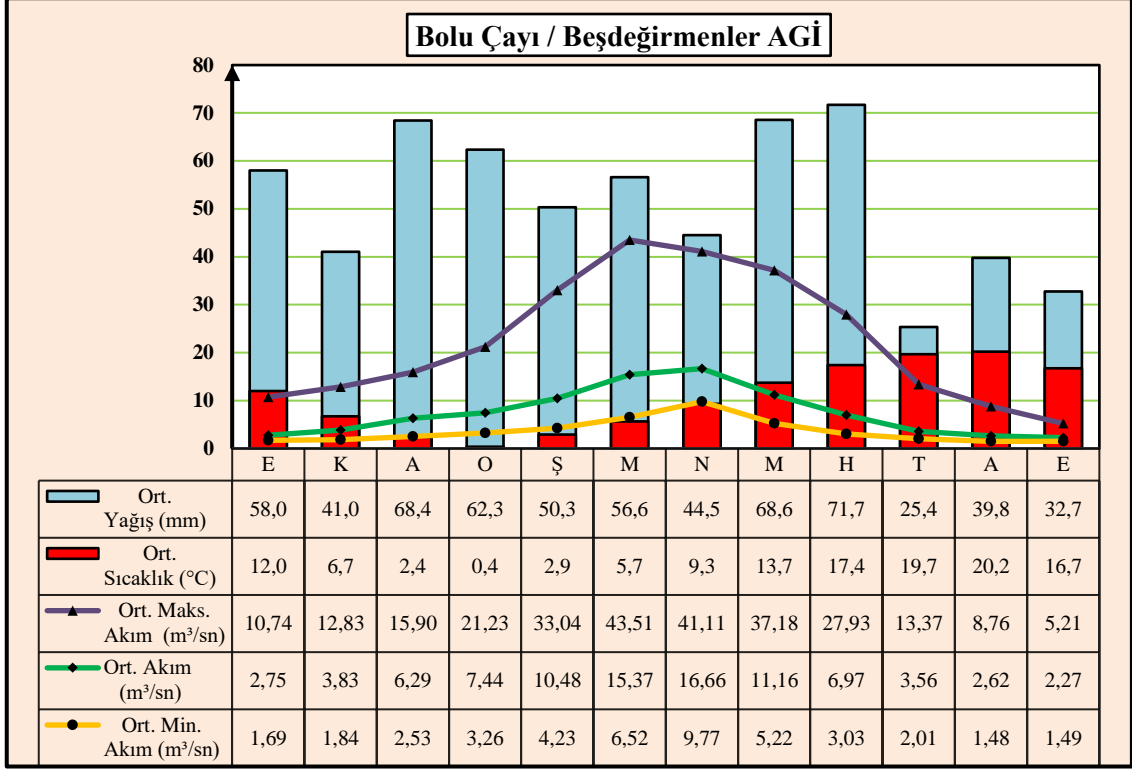
Şekil 34. 1319 No'lu Mengen Ç./Gökçesu Akım Gözlem İstasyonunun Uzun Yıllar Ortalama ve Maksimum Akım ile Havza Geneli Ortalama Sıcaklık ve Yağışlarla Korelasyonu

4.1.6. 1334 No'lu Bolu Ç./Beşdeğirmenler Akım Gözlem İstasyonu'na (AGİ) Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Maksimum Akım (Debi) Dağılışı

Bolu Çayı üzerinde ölçüm yapan Beşdeğirmenler Akım Gözlem İstasyonu'nun 1967-2011 yılları arasındaki verilere ulaşılmıştır. Bu ara periyotta da 1979 ve 2003 yıllarına ait ölçüm verisi bulunmamaktadır. 44 yıllık veriler doğrultusunda Bolu Çayı'nın akımı üzerinde değerlendirme yapılmıştır. Ayrıca araştırma alanındaki en uzun periyota sahip istasyon olması yönüyle önem taşımaktadır. Yıllık ortalama akım değeri 89,41 m³/sn olarak hesaplanmıştır. Yıllar genelinde toplam akım değerleri incelendiğinde en fazla akımın 168,08 m³/sn ile 1968 yılında ölçümlenmiştir. En az akım değeri de 18,09 m³/sn ile 2008 ve 2011 yılında kayda alınmıştır. Aylık ortalama akım değerlerinin maksimumu 16,66 m³/sn ile nisan ayında, minimum akım değeri ise 2,27 m³/sn ile aralık ayındadır (Tablo 47; Şekil 35).

Tablo 47. 1334 No'lu Bolu Ç./Beşdeğirmenler Akım Gözlem İstasyonuna Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Yıllık Toplam Akım Değerleri (m³/ sn)

Yıllar	E	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Yıllık Ort.
1967	1,77	1,88	2,64	6,13	4,67	15,6	19,3	15,2	6,44	2,45	1,8	1,86	79,74
1968	2,37	2,51	13,7	17,4	25	36,9	33,8	16,4	8,47	3,78	3,54	4,21	168,08
1969	4,36	4,19	4,99	6,88	11,8	13,6	18,3	14,9	5,58	3,22	1,95	1,8	91,57
1970	2,01	3,16	5,01	5,27	12,9	13,9	16,2	9,5	6,97	2,45	1,87	2,04	81,28
1971	2,27	2,47	6	12,6	9,62	17,2	20,6	18,2	14,7	4,15	2,28	2,44	112,53
1972	2,89	2,78	8,21	8,44	10,6	18,1	16,6	9,23	14,4	9,09	4,96	4,93	110,23
1973	9,36	8,74	6,12	6,64	17,5	16,8	15,3	9,28	7,05	3,78	2,76	2,01	105,34
1974	2,97	6,59	9,37	3,7	12,4	16,6	14,2	16,5	7,79	3,75	3,52	3,25	100,64
1975	2,52	2,76	3,9	4,36	7,07	15,1	11,1	26,2	8,99	4,64	4,57	3,04	94,25
1976	3,36	3,7	15,6	7,91	8,02	13	16,3	8,39	5,63	2,42	2,58	2,35	89,26
1977	2,8	2,65	7,39	4,94	7,29	12,1	9,02	5,72	3,16	1,8	1,42	1,66	59,95
1978	1,9	2,73	2,51	6,68	14,8	10,7	17,5	9,67	3,64	2,87	2,42	2,08	77,50
1980	2,37	3,92	9,59	11,2	11,3	21,5	21,5	16,1	6,66	2,41	2,53	2,38	111,46
1981	2,85	5,31	12,7	13,8	14	26,7	15	14,8	6,17	3,33	2,36	2,43	119,45
1982	2,68	4,15	12,8	15	7,58	15	18,2	11,4	8,86	3,83	3,79	3,05	106,34
1983	2,76	2,83	2,84	5,47	13,7	18,4	15,3	6,93	6,17	6,37	6,31	2,9	89,98
1984	3,73	10,5	10,2	8,88	9,51	13,2	18,1	13,5	5,83	3,31	3,18	2,22	102,16
1985	2,11	3,8	4,07	6,34	10,4	18,4	18	10,8	6,33	2,81	1,97	1,87	86,90
1986	3,18	2,96	7,76	19,8	18,9	15,8	10,1	8	5,37	2,42	1,68	1,72	97,69
1987	1,72	2,48	4,49	13,1	12,4	11,8	18,8	13,4	7,71	3,51	2,51	1,76	93,68
1988	2,65	4,41	6,78	7,06	5,9	12,7	13,2	6,66	7,48	4,55	1,88	1,56	74,83
1989	2,19	6,81	7,1	5,47	10,8	15,5	6,21	4,31	4,87	2,05	1,78	1,52	68,61
1990	2,44	7,04	8,39	5,98	7,51	10,3	12,9	16,9	7,07	2,73	2,04	2,24	85,54
1991	2,73	3,07	4,45	4,38	8,34	12,7	9,76	9,95	11,2	8,31	3,16	3,22	81,27
1992	2,86	2,81	4,78	4,97	6,63	20,2	34,5	11,7	5,48	4,13	2,08	1,53	101,67
1993	2,45	4,19	8,59	6,9	12,2	24,6	21,3	15,4	5,76	2,4	2,56	1,94	108,29
1994	2,1	2,92	3,83	3,29	4,72	5,22	3,91	4,38	1,91	1,21	1,08	0,96	35,53
1995	1,1	2,42	5,73	14	7,91	13,5	19,6	9,21	4,4	4,83	2,48	2,21	87,39
1996	3,36	4,54	7,89	6,28	9,46	12,3	20,3	9,75	5,07	2,34	1,91	2,17	85,37
1997	4,51	2,92	3,52	7,16	7,61	10,4	40,9	23,1	10,2	4,64	7,14	3,58	125,68
1998	5,69	6,37	12,1	12,8	25,8	15,3	22,4	27,5	18,3	6,9	3,77	3,35	160,28
1999	3,92	4,12	5,58	4,59	11,5	16,6	11,8	5,01	6,85	4,4	2,96	3,2	80,53
2000	3,04	4,82	6,27	4,49	8,96	21,1	36,4	12,7	14,3	4,09	3,82	3,2	123,19
2001	3,34	2,9	3,46	3,06	4,06	6,75	6,35	11,2	3,17	2,3	2,19	1,87	50,65
2002	2,01	4,42	12,8	8,05	10,3	12,5	22	7,96	9,26	6,02	2,67	2,4	100,39
2004	2,2	2,69	3	9,89	14,6	26,3	21,9	12,6	9,5	3,17	2,65	2,01	110,51
2005	2,03	2,32	3,99	5,32	4,47	11,1	11,5	8,89	8,65	4,67	3,03	2,69	68,66
2006	2,99	4,95	2,99	3,72	12,4	20,4	8,31	5,42	2,6	2,02	1,57	1,75	69,12
2007	2,32	6,02	2,49	5,15	5,98	12,5	11,6	5,43	3,68	1,72	1,58	1,2	59,67
2008	0,448	0,233	0,282	0,304	0,202	3,54	5,36	1,6	3,43	1,19	0,78	0,719	18,09
2009	1,64	1,58	2,43	7,52	10,7	18,6	15,1	9,25	3,99	5,39	2,34	2,06	80,60
2010	1,96	2,58	3,84	4,54	20,8	15	12,7	5,39	3,37	0,588	0,316	1,35	72,43
2011	0,448	0,233	0,282	0,304	0,202	3,54	5,36	1,6	3,43	1,19	0,78	0,719	18,09
Aylık Ort.	2,75	3,83	6,29	7,44	10,48	15,37	16,66	11,16	6,97	3,56	2,62	2,27	89,41



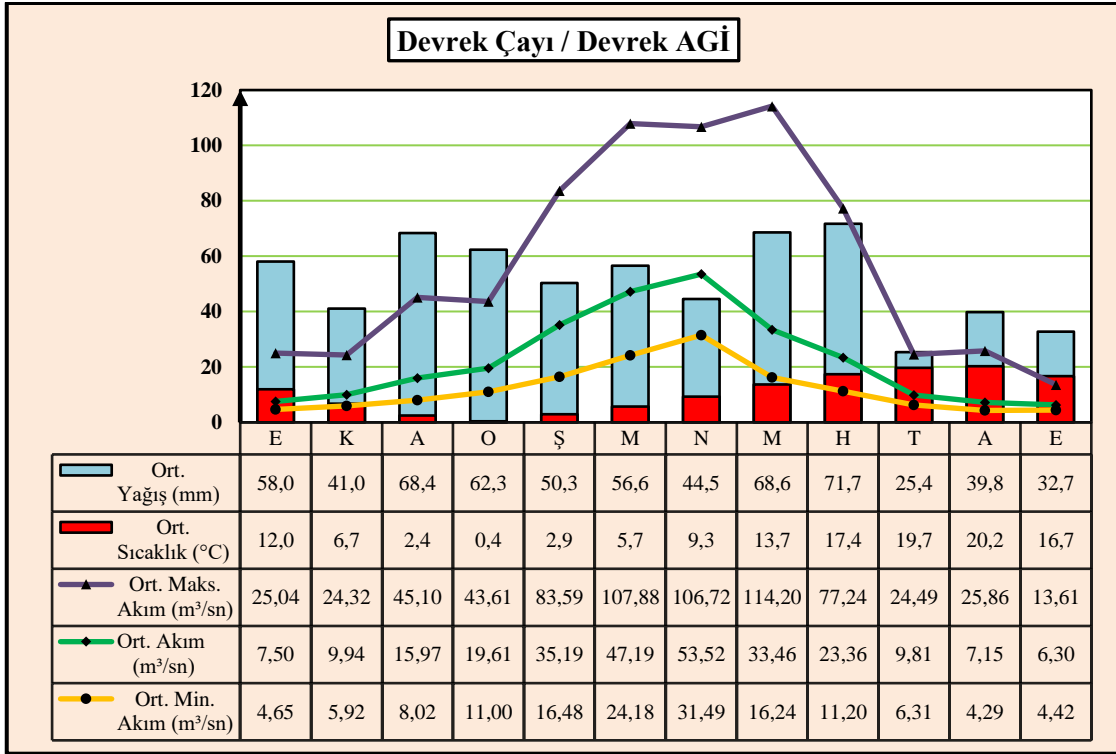
Şekil 35. 1334 No'lu Bolu Ç./Beşdeğirnenler Akım Gözlem İstasyonunun Uzun Yıllar Ortalama ve Maksimum Akım ile Havza Geneli Ortalama Sıcaklık ve Yağışlarla Korelasyonu

4.1.7. 1346 No'lu Devrek Ç./ Devrek Akım Gözlem İstasyonu'na (AGİ) Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Maksimum Akım (Debi) Dağılışı

Devrek Çayı üzerinde kurulu olan Devrek Akım gözlem İstasyonu'nun 1996-2011 yılları arasında kayıtları bulunmaktadır. Bu yıllar arasında da 2003 ve 2004 yıllarına ait ölçüm verisi bulunmamaktadır. 14 yıllık akım ölçüm verileri incelendiğinde ortalama akım değeri 269,03 m³/sn olarak hesaplanmıştır. Yılların toplam akım değerinde en fazla akım 509,80 m³/sn ile 1998 yılında en az akım ise 144,90 m³/sn ile 2001 yılında ölçümlenmiştir. Aylık ortalama verilerine göre en fazla akım 53,52 m³/sn ile nisan ayı iken en az akım ise 6,30 m³/sn ile eylül ayında görülmektedir (Tablo 48; Şekil 36).

Tablo 48. 1346 No'lu Devrek Ç./ Devrek Akım Gözlem İstasyonuna Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Yıllık Toplam Akım Değerleri (m³/ sn)

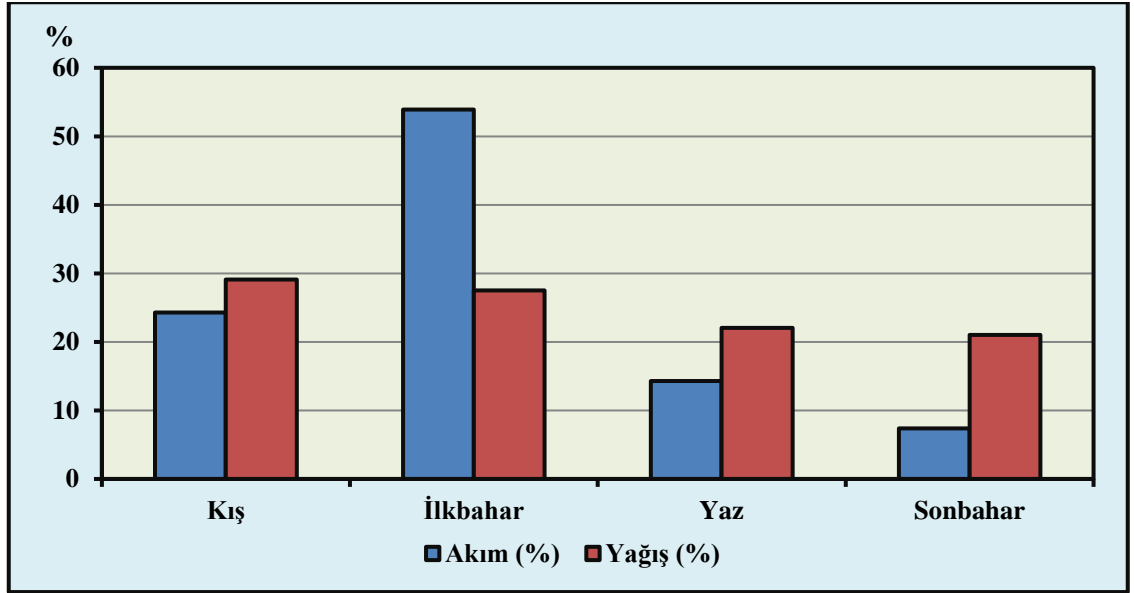
Yıllar	E	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Yıllık Ort.
1996	8,24	12,6	26	23,2	28,9	41,5	57,8	26,5	15	5,98	2,88	4,86	253,46
1997	10	7,7	13,3	27,1	34,1	44,2	129	67	22,1	10,7	28,1	12,6	405,90
1998	18,5	18,5	27,6	41,2	89,4	49,5	69,7	101	61,5	15,5	8,8	8,6	509,80
1999	12	15,5	16,3	11	29,4	44,1	34,6	16,5	20,6	9,6	6,5	8,4	224,50
2000	6,5	11,7	13,8	13,7	35,7	85,2	113	35,8	54,3	13,5	9,1	9,3	401,60
2001	6	6,4	7,8	7,4	13,1	24,8	20,7	35	8,8	5,2	5,9	3,8	144,90
2002	3,7	9,6	45,8	30,4	33,4	30,8	66,6	31,7	27,2	16	7	6	308,20
2005	5,3	6	13	14,8	21,3	44,7	33,6	26	24	11	7	5,7	212,40
2006	8	16	15,8	20,3	42,7	54,4	23,3	16,5	7,8	5,2	3,3	4,7	218,00
2007	4,8	12	6,4	22,6	31,1	46,8	34,8	18,6	8,8	4	3,6	3,7	197,20
2008	3,1	5,8	11,7	6,8	17	54,6	22,7	12,3	8	4,5	3,6	6,1	156,20
2009	7,3	5,6	8,5	24,1	27,7	55	44,2	24,3	11,5	12,4	6,6	7,1	234,30
2010	5,1	7,3	9	19,8	75,2	49	41,3	16,7	17,4	15	4,7	4,8	265,30
2011	6,5	4,4	8,6	12,2	13,7	36	58	40,6	40,1	8,8	3	2,6	234,50
Aylık Ort.	7,50	9,94	15,97	19,61	35,19	47,19	53,52	33,46	23,36	9,81	7,15	6,30	269,03



Şekil 36. 1346 No'lu Devrek Ç./ Devrek Akım Gözlem İstasyonunun Uzun Yıllar Ortalama ve Maksimum Akım ile Havza Geneli Ortalama Sıcaklık ve Yağışlarla Korelasyonu

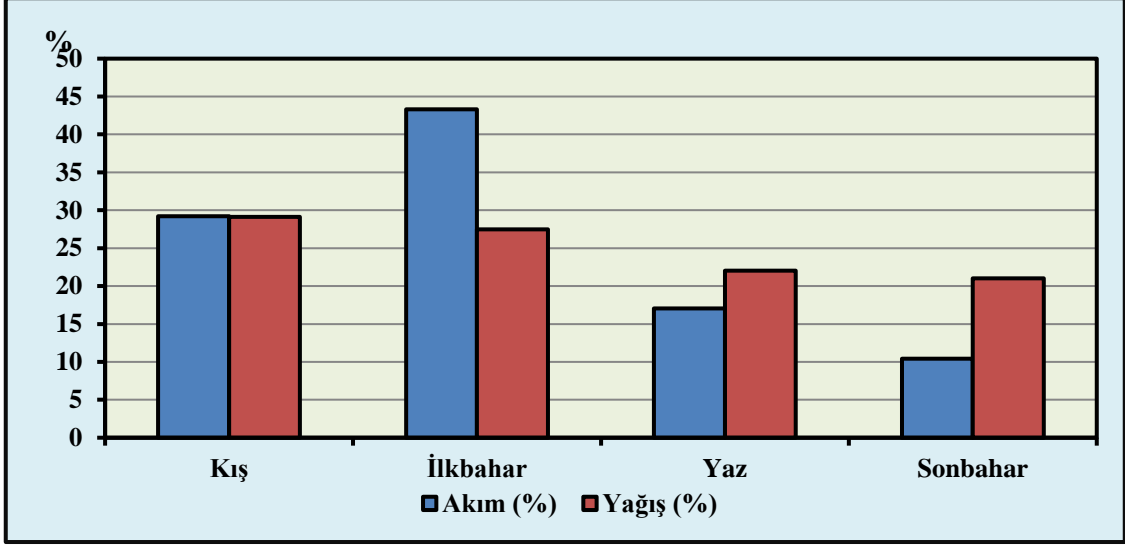
4.1.8. Devrek Çayı Havzası Akım Gözlem İstasyonlarına (AGİ) Ait Mevsimlik Ortalama Akımın Dağılışı

Abant Deresi üzerinde yer alan Akçaalan İstasyonu'nun mevsimlere göre akım değerleri incelendiğinde; yıllık ortalama akımı 13,72 m³/sn'dir. Akımın en fazla olduğu ilkbahar mevsimindeki akım değeri 7,41 m³/sn olarak görülmektedir. Yıllık akımın içindeki toplam payı ise %53,90'dir. İlkbaharı yıllık akım içindeki toplam payı %24,30 ile kış mevsimi takip etmektedir. Kış mevsimindeki akım değeri 3,33 m³/sn'dir. Yaz mevsiminde ise akım değeri 1,96 m³/sn ile toplam akımdaki payı %14,30'dir. Buna karşın akımın en az olduğu sonbahar mevsiminin akımı 1,01 m³/sn, toplam akımdaki payı ise %7,38 olarak hesaplanmıştır (Şekil 37).



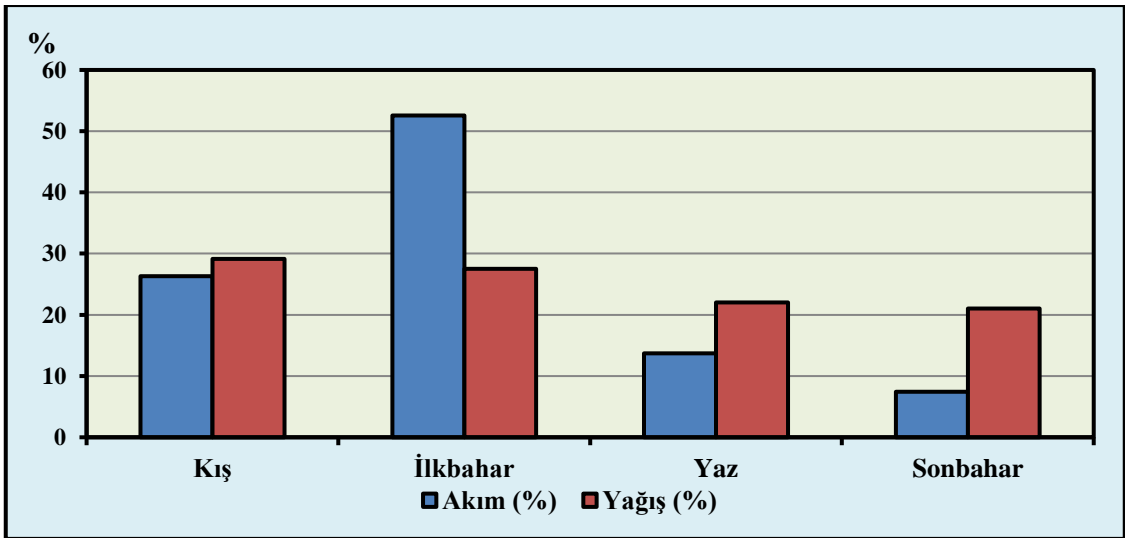
Şekil 37. D13A068 No'lu Abant/Akçaalan Akım Gözlem İstasyonlarına (AGİ) Ait Mevsimlik Ortalama Akımın Dağılışı

Büyükse/Köplüce Köprüsü İstasyonu'nun yıllık ortalama akım değeri 66,90 m³/sn'dir. Akım gözlem istasyonunun ortalama akım değerlerine göre akımın mevsimlere dağılışı incelendiğinde, 28,98 m³/sn en fazla akımın ölçüldüğü mevsim ilbahardır. Yıllık akımdaki payı ise %43,32'dir. Sonbahar, 6,98 m³/sn ile akımın en az olduğu mevsimdir. Yıllık akımdaki payı %10,43 olarak hesaplanmıştır. Yağışın en fazla olduğu kış mevsiminde akım 19,54 m³/sn iken yıllık akımdaki payı ise %29,21'dir. Yaz mevsiminde akım 11,41 m³/sn'dir ve yıllık akımdaki payı %17,05'e tekabül etmektedir (Şekil 38).



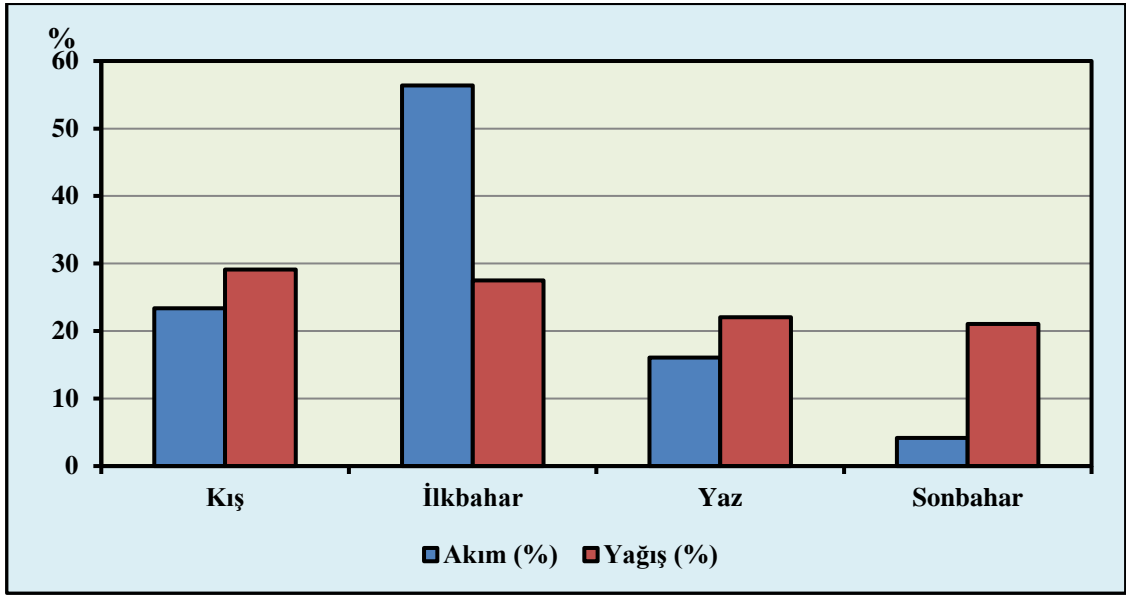
Şekil 38. D13A065 No'lu Büyüksu /Köplüce Köprüsü Akım Gözlem İstasyonlarına (AGİ) Ait Mevsimlik Ortalama Akımın Dağılışı

Devrek çayı üzerinde yer alan Gürdeşe Akım Gözlem İstasyonu'nun yıllık ortalama akım değeri 233,76 m³/sn'dir. Akımın mevsimlere göre dağılışı incelendiğinde; akımın ilkbahar mevsiminde 122,85 m³/sn ile en fazla olduğu görülmektedir. Yıllık toplam akımdaki oranı %52,56'dır. Kış mevsiminde akım değeri 61,48 m³/sn iken yıllık toplam akımdaki oranı %26,30'dur. Yaz mevsimi 32,02 m³/sn akım değeri ile yıllık toplam akımdaki oranı %13,70 olarak hesaplanmıştır. En az akım değerine sahip olan sonbahar mevsimi 17,41 m³/sn ile yıllık toplam akım oranı ise %7,45'tir (Şekil 39).



Şekil 39. 1311 No'lu Devrek Ç./Gürdeşe Akım Gözlem İstasyonlarına (AGİ) Ait Mevsimlik Ortalama Akımın Dağılışı

Yeniçağa Gölüyağı/Eskiçağa adlı akım gözlem istasyonunun yıllık ortalama akım değeri 10,34 m³/sn olarak hesaplanmıştır. Bu istasyonun akım değerlerinin mevsimlere göre dağılışı incelendiğinde; akımın en şiddetli olduğu mevsimin ilkbahar en az şiddetli olduğu mevsimin ise sonbahar olduğu görülmektedir. Mevsimlerin yıllık toplam akımdaki oranları en fazladan en aza sırasıyla şöyledir; ilkbahar 5,83 m³/sn ile %56,36, kış 2,42 m³/sn ile %23,37, yaz 1,66 m³/sn ile %16,09, sonbahar 0,43 m³/sn ile %4,15'tir (Şekil 40).

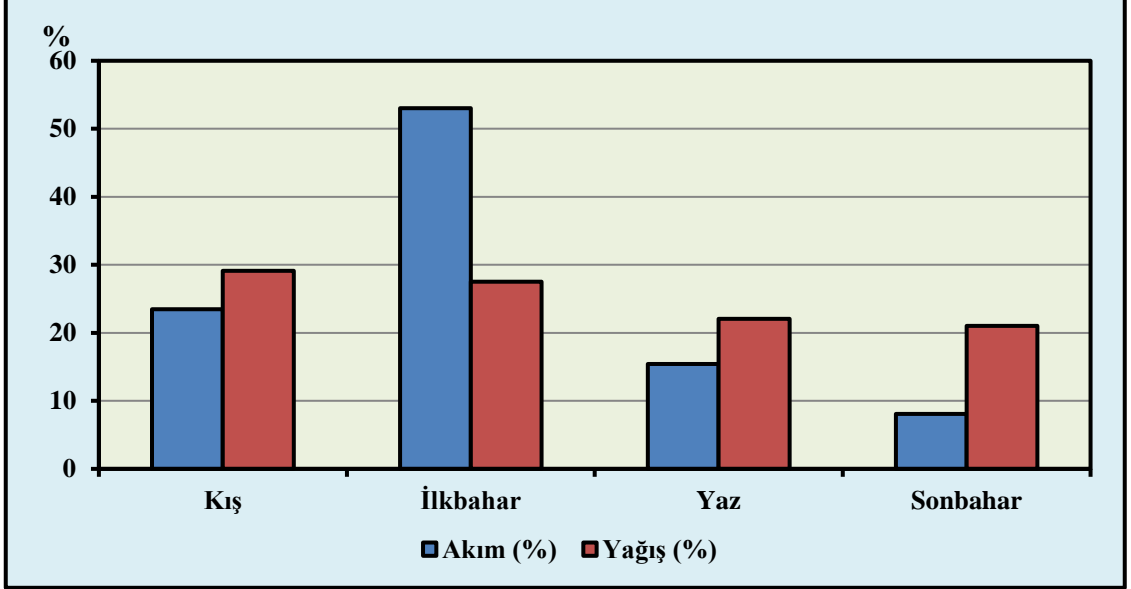


Şekil 40. 1315 No'lu Yeniçağa Gölüyağı/Eskiçağa Akım Gözlem İstasyonlarına (AGİ) Ait Mevsimlik Ortalama Akımın Dağılışı

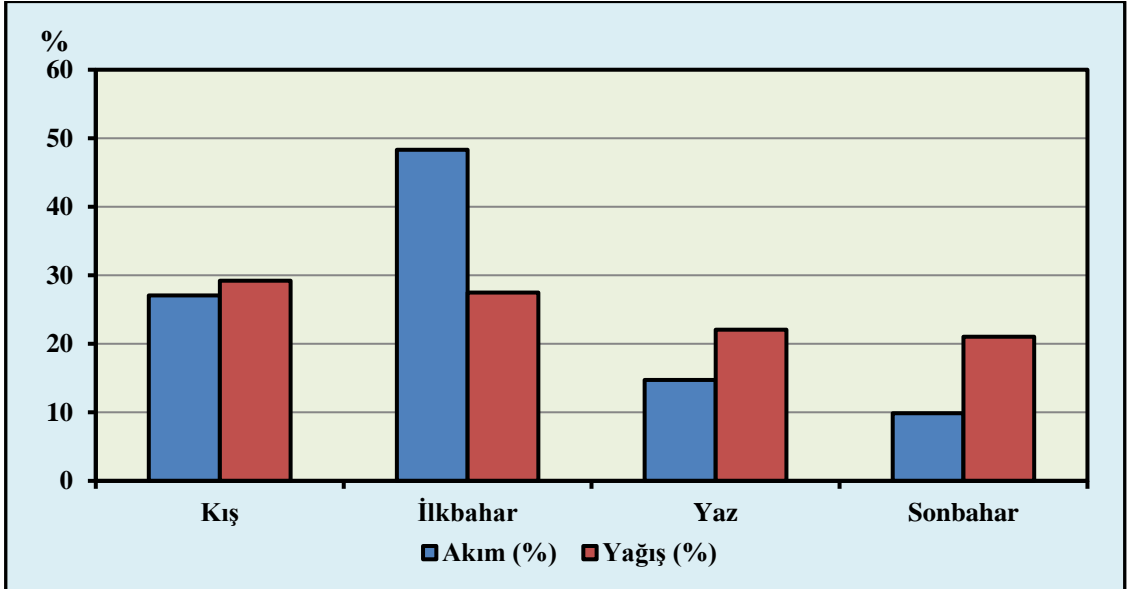
Mengen/Gökçesu Akım Gözlem İstasyonu'nun yıllık ortalama akım değeri 68,90 m³/sn olarak hesaplanmıştır. Akımın mevsimlere göre dağılışına bakıldığında, ilkbahar mevsiminde 36,52 m³/sn ile en fazla olduğu görülmektedir. Yıllık toplam akımdaki oranı %27,50'dir. Kış mevsiminde akım değeri 16,18 m³/sn iken yıllık toplam akımdaki oranı %23,48'dir. Yaz mevsimi 10,64 m³/sn akım değeri ile yıllık toplam akımdaki oranı %22,05 olarak hesaplanmıştır. 5,57 m³/sn ile en az akım değerine sahip olan sonbahar mevsiminin yıllık toplam akım oranı ise %21,04'tür (Şekil 41).

Bolu Çayı üzerinde yer alan Beşdeğirmenler İstasyonu'nun mevsimlere göre akım değerleri incelendiğinde; yıllık ortalama akımı 89,41 m³/sn'dir. Akımın en fazla olduğu ilkbahar mevsimindeki akım değerinin 43,20 m³/sn olduğu görülmektedir. Yıllık akımın içindeki toplam payı ise %48,32'dir. İlkbaharı yıllık akım içindeki

toplam payı %27,07 ile kış mevsimi takip etmektedir. Kış mevsimindeki akım değeri 24,20 m³/sn'dir. Yaz mevsiminin ise akım değeri 13,16 m³/sn, toplam akımdaki payının ise %14,71 olduğu görülmektedir. Buna karşın 8,84 m³/sn ile akımın en az olduğu sonbahar mevsiminin ise toplam akımdaki payı %9,89 olarak hesaplanmıştır (Şekil 42).

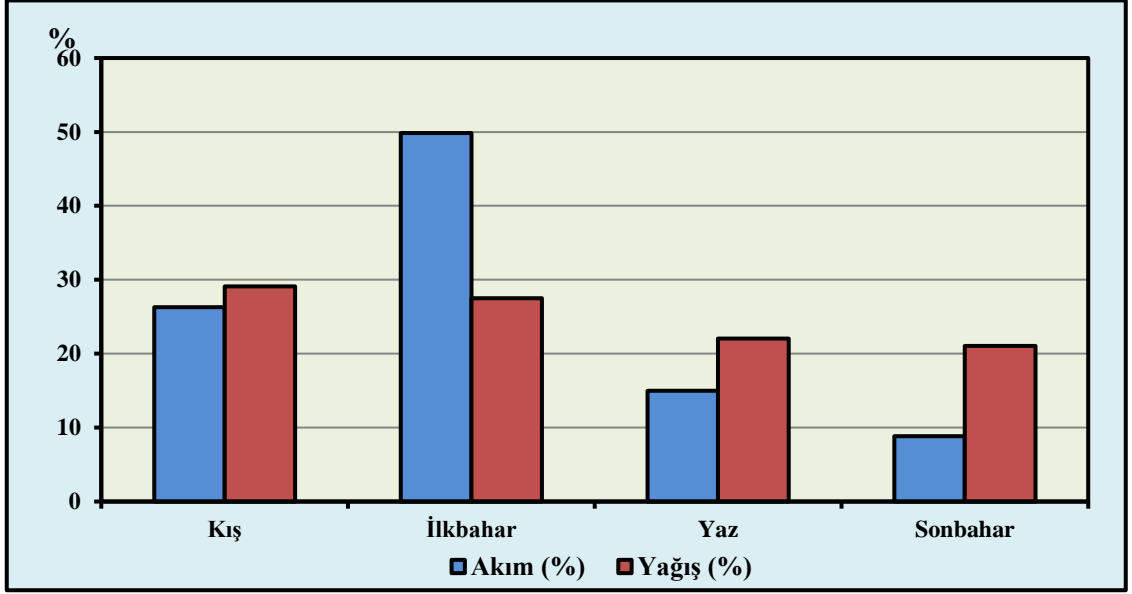


Şekil 41. 1319 No'lu Mengen Ç./Gökçesu Akım Gözlem İstasyonlarına (AGİ) Ait Mevsimlik Ortalama Akımın Dağılışı



Şekil 42. 1334 No'lu Bolu Ç./Beşdeğirnenler Akım Gözlem İstasyonlarına (AGİ) Ait Mevsimlik Ortalama Akımın Dağılışı

Devrek Çayı üzerinde yer alan Devrek Akım Gözlem İstasyonu'nun yıllık ortalama akım değeri 269,03m³/sn olarak hesaplanmıştır. Bu istasyonun akım değerlerinin mevsimlere göre dağılışı incelendiğinde; akımın en şiddetli olduğu mevsimin ilkbahar en az şiddetli olduğu mevsimin ise yaz olduğu görülmektedir. Mevsimlerin yıllık toplam akımdaki oranları en fazladan en aza sırasıyla şöyledir; ilkbahar 134,17 m³/sn ile %49,87, kış 70,77 m³/sn ile %26,31, yaz 40,33 m³/sn ile %14,99, sonbahar 23,74 m³/sn ile %8,82'dir (Şekil 43).



Şekil 43. 1346 No'lu Devrek Ç./ Devrek Akım Gözlem İstasyonlarına (AGİ) Ait Mevsimlik Ortalama Akımın Dağılışı

Havza genelindeki akımın mevsimlere göre dağılışı incelendiğinde; yağışın ve sıcaklığın arttığı kar erimelerinin başladığı ilkbahar mevsiminde en fazladır. Sonbahar mevsiminde ise akım değerlerinin en düşük seviyede olduğu görülür. Yaz mevsiminde yağışın, sonbahardan düşük olmasına rağmen akarsuların yer içi suları tarafından beslenmeleri nedeniyle akımları daha fazladır. Yaz mevsiminde toprakta yağış azlığına bağlı olarak meydana gelen su açığı ile yer içi su rezervlerinin azalmasına bağlı olarak sonbahar yağışlarının akarsulara karışmaları gecikmektedir. Bu nedenle sonbahar akım değerleri yıl içerisinde en düşük seviyede ölçülmektedir (Tablo 49).

Tablo 49. Devrek Çayı Havzasında Yer Alan İstasyonların Mevsimlere Göre Havza Geneli Ortalama Yağış Oranı (%) ile Yıllık Ortalama Akım (m³/sn)

İşleten İdare	İstasyon Adı	Mevsimler				Yıllık Ortalama Akım (m ³ /sn)
		Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	
DSİ	D13A068 Abant D./Akçalın	24,3	53,9	4,46	7,38	13,72
DSİ	D13A065 Büyüksu/Köplüce Köprüsü	29,21	43,32	17,05	10,43	66,9
EİE	1311 Devrek Ç./Gürdeşe	26,31	49,87	14,99	23,74	233,76
EİE	1315 Yeniçağa Gölüyağı/Eskiçağa	23,37	56,36	16,09	4,15	10,34
EİE	1319 Mengen Ç./Gökçesu	23,48	53,01	15,44	8,08	68,9
EİE	1334 Bolu Ç./Beşdeğirmenler	27,07	48,32	14,71	9,89	89,41
EİE	1346 Devrek Ç./ Devrek	26,31	49,87	14,99	23,74	269,03

4.2. Devrek Çayı Havzası Akım Gözlem İstasyonlarına Göre Akarsuların Düzensizlik Katsayısı

Düzensizlik ya da kararsızlık katsayısı, bir akarsuyun belli bir süre içerisindeki yıllık ortalama akımlarının maksimumu ile minimumu arasındaki oranıdır. Gözlem süresi boyunca, düzensizlik katsayısının 1'e eşit olması, yıllık ortalama akım miktarlarının sabit kaldığını anlamına gelmektedir. Düzenli besleyeni olmayan, yıldan yıla farklılık gösteren yağmurlarla beslenen akarsuların düzensizlik katsayısı yağışın yıldan yıla farklılık göstermesi nedeniyle yüksek çıkmaktadır (Hoşgören, 2015).

$$\text{Düzensizlik Katsayısı} = \frac{\text{Maksimum Ortalama Akım}}{\text{Minimum Ortalama Akım}}$$

Araştırma alanında bulunan akım gözlem istasyonları için ayrı ayrı düzensizlik kat sayıları hesaplanmıştır. Buna göre;

Abant Deresi üzerinde yer alan Akçalın İstasyonu'nun 2005-2015 yılları arası ortalama maksimum ve minimum akım verilerine göre Abant Deresi düzensizlik kat sayısı 6,21 olarak hesaplanmıştır.

Büyüksu üzerinde yer alan Köplüce Köprüsü İstasyonu'nun 2004-2015 yılları arası ortalama maksimum ve minimum akım verilerine göre Büyüksu Çayı için düzensizlik kat sayısı yapılan hesaplama sonucunda 4,93 olarak bulunmuştur.

Devrek Çayı üzerinde yer alan Devrek İstasyonu'nun akım verilerine göre 1996-2011 yılları arası düzensizlik kat sayısı 4,79 olarak hesaplanmıştır.

Bolu ayı Beşdeğirmerler akım gözlem istasyonunun ortalama akım verilerine göre düzensizlik katsayısı 6,28 olarak bulunmuştur. Yapılan hesaplama 1992-2011 yılları arası bulunan verileri kapsamaktadır. Beşdeğirmerler akım gözlem istasyonunda maksimum ve minimum verileri 2003 yılında bulunmamaktadır.

Mengen ayı üzerinde yer alan Akaalın İstasyonu'nun 1992'den itibaren maksimum ve minimum değerleri başlamaktadır. 2003 yılında ise maksimum ve minimum verileri bulunmamaktadır. Düzensizlik kat sayısı 1992-2004 arası veriler baz alınarak hesaplanmıştır. Akaalın İstasyonunun düzensizlik kat sayısı yapılan hesaplamalar sonucu 5,97 olarak bulunmuştur.

Araştırma alanının kapsamında bulunan istasyonların maksimum ve minimum akım verilerine göre yapılan hesaplamalarda, akarsuların düzensizlik katsayıları birbirinden farklı sonuçlar çıkmıştır. Ayrıca Devrek ./Gürdeşe İstasyonu ile Yeniçağa Göl Ayağı/Eskiçağa İstasyonu'nun maksimum ve minimum verileri bulunmamaktadır. Bu nedenle bu iki istasyonun düzensizlik kat sayısı hesaplanamamıştır. Düzensizlik katsayıları hesaplanan istasyonların sonuçları incelendiğinde 6,28 ile Bolu ./Beşdeğirmerler İstasyonu'nun düzensizlik katsayısı en yüksek çıkmıştır.

Kurter (1982)'e göre düzensizlik katsayısının yüksek olması, akarsuya normal şartlardan daha az ya da hiç su sağlanamayan kurak devrelerin daha fazla rol oynamasına bağlanmaktadır. Kurak devrelerden sonra yağış normal değerlerine ulaştığında, akım değerleri bu iki devre arasında büyük farklılıklar göstermektedir. Yağış değerlerinin normal seyrinden sonra kurak bir devrenin yaşanması da debinin hızla azalmasına neden olarak düzensizlik katsayısı değerinin yüksek çıkmasına yol açmaktadır.

4.3. Akarsu Rejimi ve Rejim Tipleri

Akarsuların bir yıl içerisinde yataklarında meydana gelen akımının göstermiş olduğu seviye değişmeleri, o akarsuyun rejim tipini ve akım özelliklerini meydana getirmektedir. Akımda meydana gelen seviye değişmelerinin beslenme ile yakından ilgili olduğu bilinmektedir (Hoşğören, 2015; Atalay, 2018).

4.3.1. Rejim Tipi

Akım miktarındaki artma ve azalmaların, her yıl belirli dönemlerde gerçekleşmesi düzenli rejim; ancak yıl içinde akım miktarındaki artma ve azalmanın ne zaman gerçekleşeceği belli olmayan rejim tipine ise düzensiz rejim denilmektedir. Ayrıca rejim üzerinde sadece bir etmen hâkim rol oynuyorsa basit rejim, birden çok etmen rol oynuyorsa bu tür rejim tipi de karmaşık rejim denilmektedir. Basit rejimli akarsuların miktarlarında ve seviyelerinde yıl boyunca bir alçalma bir de yükselme gerçekleşirken, karmaşık rejim özelliğine sahip akarsularda yıl içindeki yükselme ve alçalma sayıları birden fazla meydana gelmektedir (Hoşgören, 2015). Başlıca akarsu rejim tipleri “tablo 50”de verilmiştir.

Tablo 50. Başlıca Akarsu Rejim Tipleri (Hoşgören, 2015)

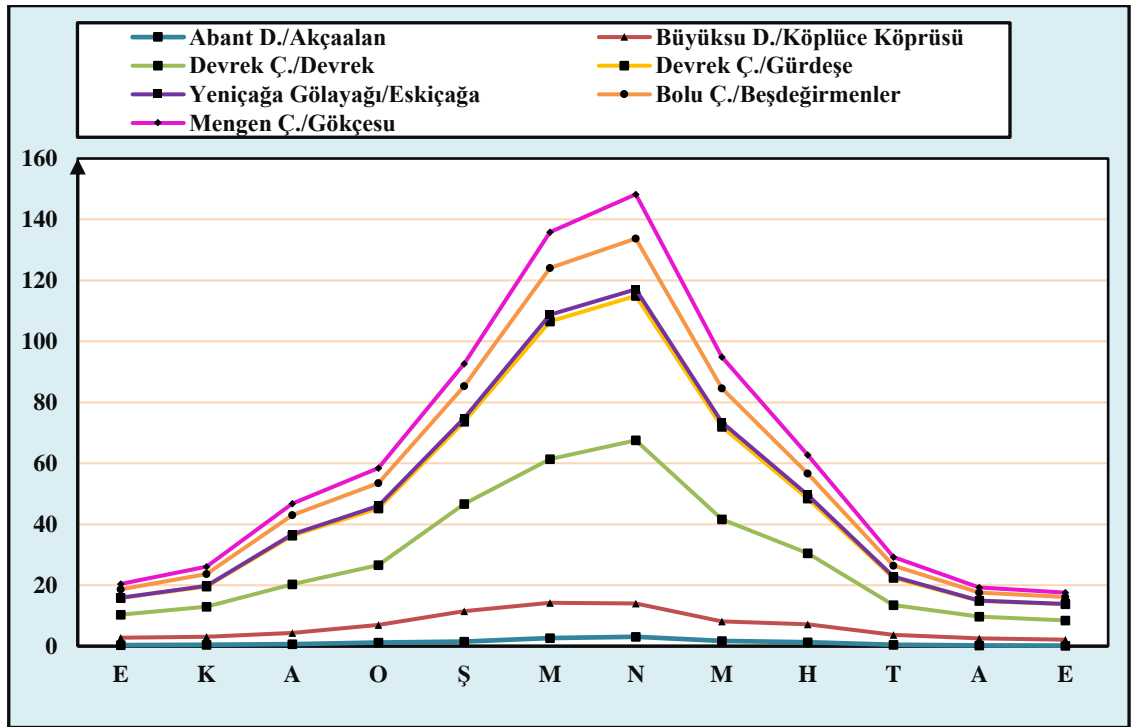
AKARSU REJİMLERİ	
Basit Rejimler	Karmaşık Rejimler
1.Buzul Rejimi	1.Yağmurlu Karmaşık Rejim
2.Kar Rejimi	2.Karlı Yağmurlu Karmaşık Rejim
a) Karlı-Dağ Rejimi	
b) Karlı-Ova Rejimi	3.Yağmurlu-Karlı Karmaşık Rejim
3.Yağmur Rejimi	
a) Yağmurlu-Okyanus Rejimi	
b) Yağmurlu-Akdeniz Rejimi	
c) Yağmurlu-Tropikal Rejim	

Bir akarsuyun rejimi bulunduğu bölgenin iklim şartlarına, bu şartların tayin ettiği beslenme ve çeşitli nedenlere bağlı olarak kaybettiği su miktarına bağlıdır (Erinç, 1957b). Araştırma alanında karasal iklim şartları daha baskın olarak görülmektedir. Bu nedenle akarsuların rejimleri de iklim özelliklerine paralel olarak karasal akarsu rejimine benzemektedir. Çalışma sahasında bulunan akarsuların akım ve rejim karakteri üzerinde havza sınırları içerisine düşen yağış miktarı, biçimi, şiddeti, sıcaklık ve buna bağlı artış gösteren evapotranspirasyon miktarı önemli rol oynamaktadır.

Araştırma alanında bulunan akım gözlem istasyonlarından alınan veriler doğrultusunda en yüksek akım kış mevsiminin sonu ile yaz mevsiminin başı yani ilkbahar mevsiminde olduğu görülmektedir. Bu dönemde havaların ısınmasıyla beraber kar erimelerinin başlaması ve yağışların artması sonucunda havzada bulunan akarsuların debilerinde artış olduğu göze çarpmaktadır. Havzada yer alan istasyonların akım değerleri özellikle mart ve nisan aylarında maksimum seviyeye ulaştığı görülmektedir. Yağışların azalması, sıcaklıkların artması ve buna bağlı olarak

buharlaşmanın artışı, su açığının yükseldiği yaz ve sonbahar mevsimlerinde akım değerleri minimum seviyeye ulaşmaktadır. Ayrıca rasat süresince yıl içerisinde akım miktarında görülen artma ve azalmaların önemsiz olduğu durumlar da dikkate alındığında, inceleme sahasındaki akarsuların akımlarındaki artma ve azalmalar hemen hemen her yıl aynı dönemlerde gerçekleşmektedir. Havza sınırları içerisinde yer alan akarsuların debilerinde yıl içerisinde meydana gelen artış azalış eğilimlerinin periyodik olarak her yıl tekrarlaması Devrek Çayı Havzası'ndaki akarsuların düzenli bir rejime sahip olduğunu göstermektedir.

Devrek Çayı Havzası'nda sıcaklıkların artmasına bağlı olarak hızlanan kar erimeleri ve konveksiyonel yağışların artması ile yüksek akıma sahip ilkbahar dönemini, azalan yağış ve artan evapotranspirasyon nedeniyle oluşan zayıf akımlı bir devre olan yaz ve sonbahar takip etmektedir. Bu nedenle karasal iklime yakın iklimik koşulların ve topografik şartların da etkisiyle havzada “Yağmurlu Karlı Karmaşık Rejim Tipi” özelliklerinin belirginleştiği düşünülmektedir (Şekil 44).



Şekil 44. Akçalan, Devrek, Eskiçağa, Gökçesu, Köplüce Köprüsü, Gürdeşe ve Beşdeğirmenler AGİ Verilerine Göre Akarsu Rejim Grafığı

4.3.2. Akarsu Ağının Kuruluşu, Gelişimi ve Drenaj Tipleri

Akarsular doğdukları kaynak sahadan döküldükleri noktaya kadar katettikleri yol boyunca farklı boylarda kendilerine birçok kol katmaktadır. Kendilerine kattıkları her bir kol ile zamanla bir ağ (şebeke) meydana getirmektedir. Buna akarsu ağı ya da akarsu drenajı denilmektedir (Hoşgören, 2015; Atalay, 2018).

Bir sahada akarsu ağının kurulabilmesi için, önce yağış sularıyla toprak ve zeminin doymuş duruma gelmesi gerekmektedir. Sonraki aşama ise suyun yüzeysel akıma geçmesidir. Böyle sahalarda, suyun yüzeysel akıma geçmesi ile çizgi şeklinde küçük yarıntılar oluşmaktadır. Oluşan bu yarıntılar, yüzeysel akıma geçen suların kısa sürede toplanmasını sağlamaktadır. Yarıntılar, belli bir aşınma faaliyeti sonucunda derinleşerek genişlemektedir. Ayrıca yanında bulunan diğer küçük yarıntıları kendisine katmaktadır. Bu durum başlangıçta küçük yarıntılar hâlinde parçalanan arazide daha sonra büyük yarıntılara dönüşmektedir. Yarıntıların aşınarak genişlemesi ile yarıntı boyunca yamaçlar oluşmaktadır. Bu yamaçlar üzerinde oluşan yarıntılar gelişmekte ve küçük dereleri meydana getirmektedir. Sonuç olarak başlangıçta çok küçük yarıntı ve hatta çizgi erozyonu ile başlayan akarsu erozyonu, daha sonra yarıntılarının birbirlerini kapmaları sonucunda genişleyerek küçük akarsular oluşturmaktadır. Bu akarsularda zamanla birbirlerini kapmaları ile gittikçe ilerleyen bir süreç içerisinde büyük akarsuları meydana getirmektedir. Ayrıca bir akarsuyun oluşumunda devam eden aşınma ile meydana gelen ikinci ve üçüncü nesil vadilerin kuruluşu üzerinde yapı ve litoloji, zayıf direnç sahaları, jeolojik geçmişten kalan koşullar ve yeni tektonik hareketler vb. gibi çeşitli etkenler rol oynamaktadır (Erinç ve Bilgin, 1956).

Bir akarsu ağının tipi üzerinde topografik eğim, zemini oluşturan kayaların cinsi, tabakaların özellikleri, diğer yapısal özellikler ve zaman etkeni oldukça etkilidir. Herhangi bir sahanın litolojik yapısı yani kayaların geçirgenlik özellikleri hem akarsu havzasının biçimini hem de havzadaki aşınma ve taşınmayı da etkilemektedir. Örneğin karstik sahalarda kireçtaşının kimyasal yoldan çözünmesi ve taşların çok gözenekli olmasından dolayı, yüzey suları yeraltı akarsu ağına katılmaktadır. Bu gibi nedenlerden dolayı karstik sahaların yüzeyinde zayıf bir akarsu havzası oluşmaktadır. Buna karşın geçirgenliği az olan killi şistlere sahip bir havzada ise akarsu ağı yoğunlaşarak bir kök sistemine benzeyen dendritik akarsu ağını meydana getirmektedir. Ayrıca bir sahanın iklim koşulları da akarsu ağının kuruluşunda önemli

rol oynamaktadır. Kurak sahalarda akarsu açısından yoksun iken yağışlı bölgelerde sık ve bol debili akarsular hâkimdir. Tüm bu etkenlere bağlı olarak çeşitli pek çok drenaj tipi gelişmektedir.

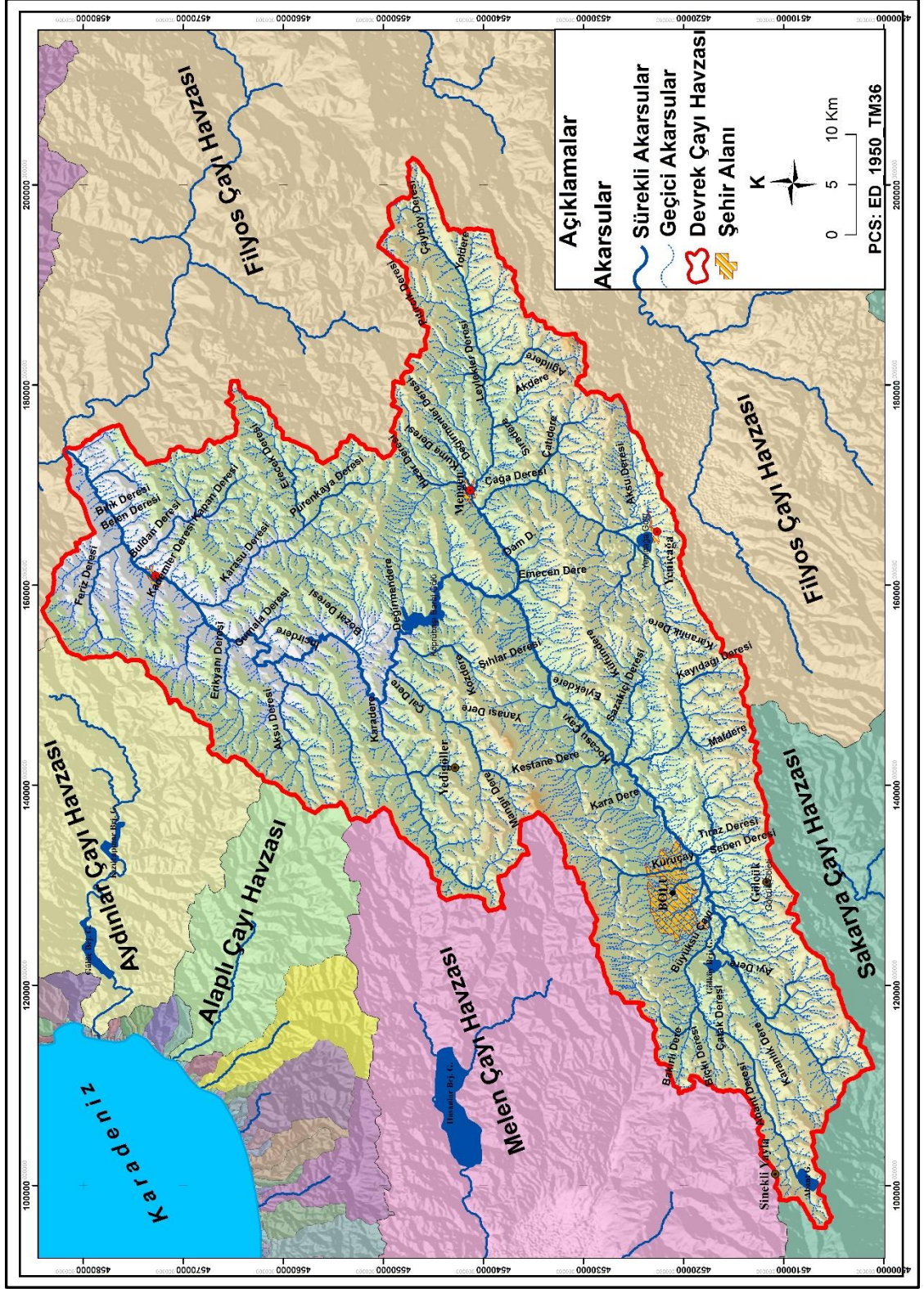
Araştırma alanında sahanın tektonik yapısı, eğim, litolojik özellikleri ve morfolojik doğrultularına bağlı olarak drenaj ağları görülmektedir. İnceleme sahasında, drenaj ağlarının bu günkü halini alması açısından sahanın Alp Orojenezini ile ele alınması yerinde olacaktır. Nitekim Alp Himalaya kıvrım sistemi dahilinde yer alan Kuzey Anadolu Dağ sıraları doğu-batı yönünde kıvrım sistemlerini oluşturmuştur. Alp Orojenezisiyle birlikte hızlı bir yükselişe geçen saha, Karadeniz ile iç kesimleri birbirinden ayırmıştır. Yükselmeye beraber ilksel eğime bağlı olarak kara üzerinde yerleşen konsekant akarsular bu kıvrım sistemlerini dikine yarararak iç kesimde oluşan Bolu – Mengen tektonik depresyonuna yerleşen neojen gölünü kapmıştır. Böylece kara haline gelen eski göl depoları üzerinde Kaf hattına bağlı olarak uzanış gösteren Bolu-Mengen depresyon sahasına yerleşmiş ve zayıf direnç noktaları başta olmak üzere bugünkü şeklini alıncaya kadar araziye işlemeye devam etmiştir. Sonuç itibari ile Devrek Çayı Havzası'nın drenaj sisteminin kuruluşu ve gelişiminin, litoloji denetimindeki tektonik hareketlerin kontrolünde geliştiği anlaşılmaktadır (Harita 16).

4.3.2.1. Devrek Çayı Havzası'nın Drenaj Tipleri

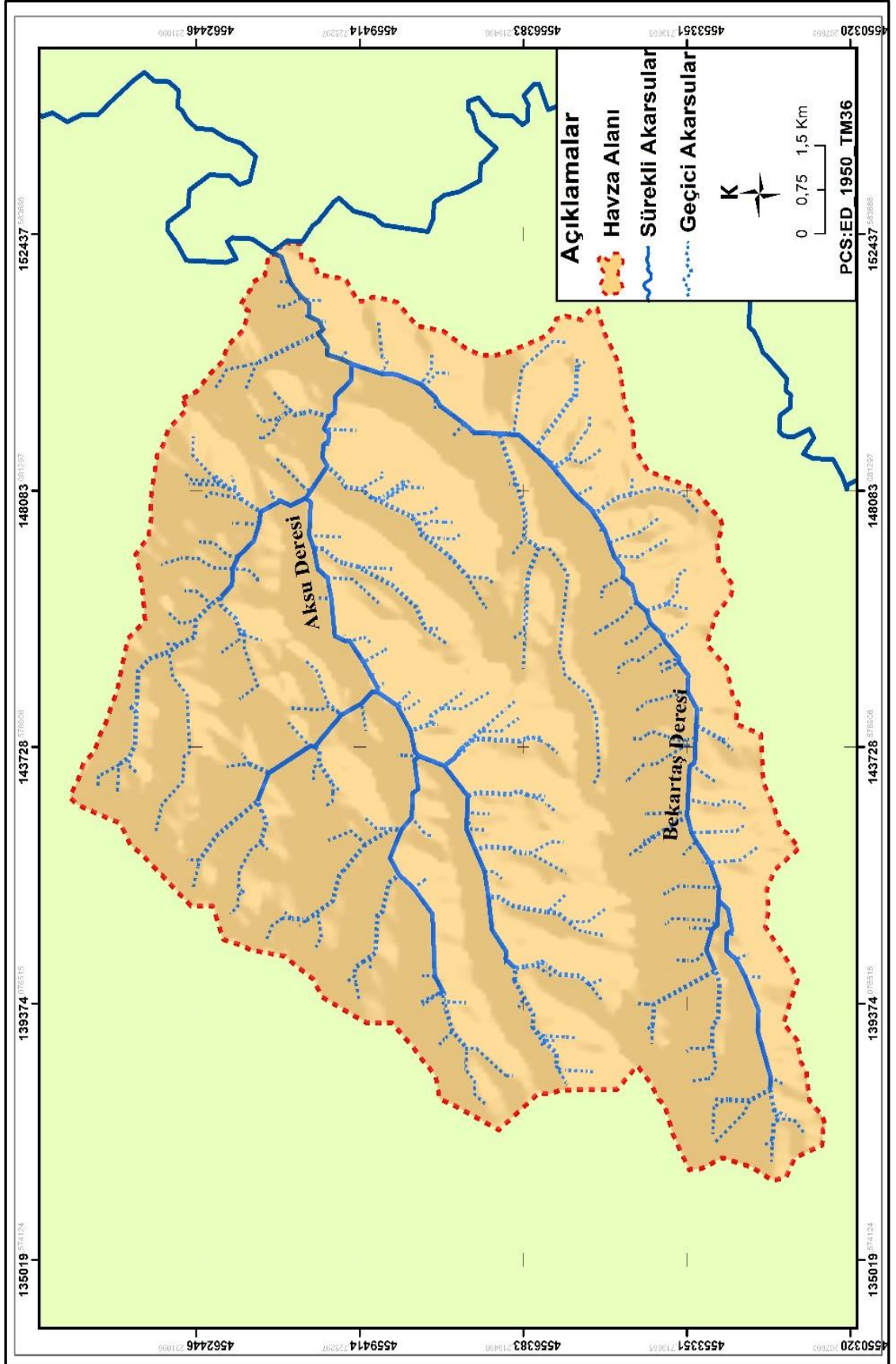
Devrek Çayı Havzası'nda sahanın tektonik yapısı, eğim, litolojik özellikleri ve morfolojik doğrultularına bağlı olarak dendritik, paralel-subparalel, kancalı, radyal ve sentripetal drenaj ağları bulunmaktadır. İnceleme alanında bulunan drenaj sistemleri hakkında ayrı ayrı bilgi verilmiş ve saha içerisindeki dağılışı örneklerle açıklanmıştır.

4.3.2.1.1. Dendritik Drenaj Ağı

Ülkemizde en yaygın görülen drenaj tiplerinden biridir (Erinç ve Bilgin, 1956). Bir ağacın dallarını andıran dendritik drenaj ağı daha çok vadi kuruluşunda yapı ve litolojinin baskın olmadığı, homojen yapılu kütlelerden oluşan sahalarda görülmektedir. Bu drenaj tipinin şeklinin sık veya aralıklı bir görünüme sahip olması; yağış miktarına, geçirimsizlik derecesine, eğime ve zamana bağlıdır (Görüm, 2018). Devrek Çayı Havzası'nda da görülen en yaygın drenaj sistemidir. Araştırma sahasının farklı yerlerinde birçok örneği bulunmasına rağmen en güzel örneği Aksu Deresi ve bu akarsuya ait kollarda görülmektedir (Harita 17).



Harita 16. Devrek Çayı Havzası Drenaj Ağı Haritası



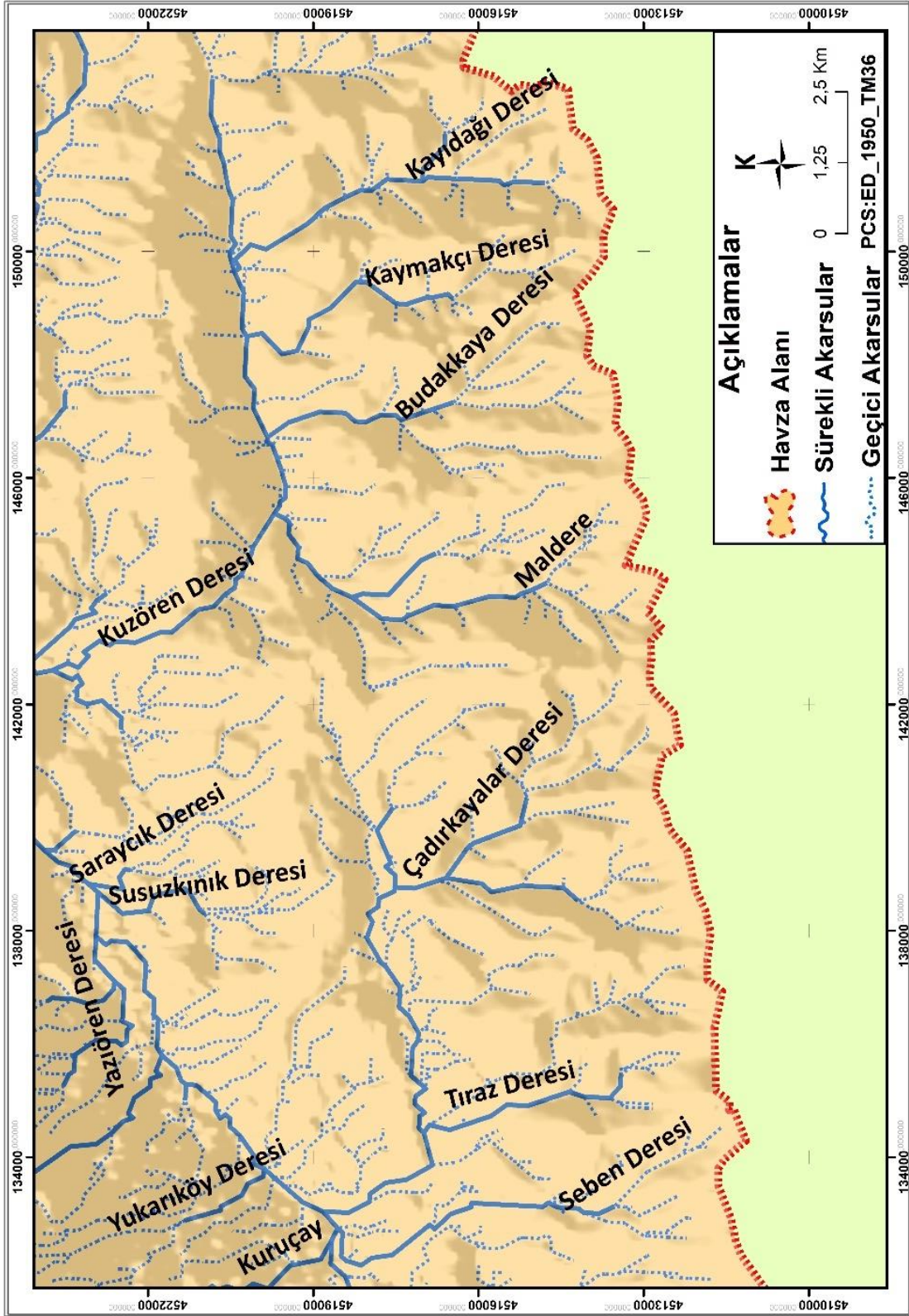
Harita 17. Aksu Deresi'nin Dendritik Drenaj Ağı Haritası

4.3.2.1.2. Paralel ve Subparalel Drenaj Ağları

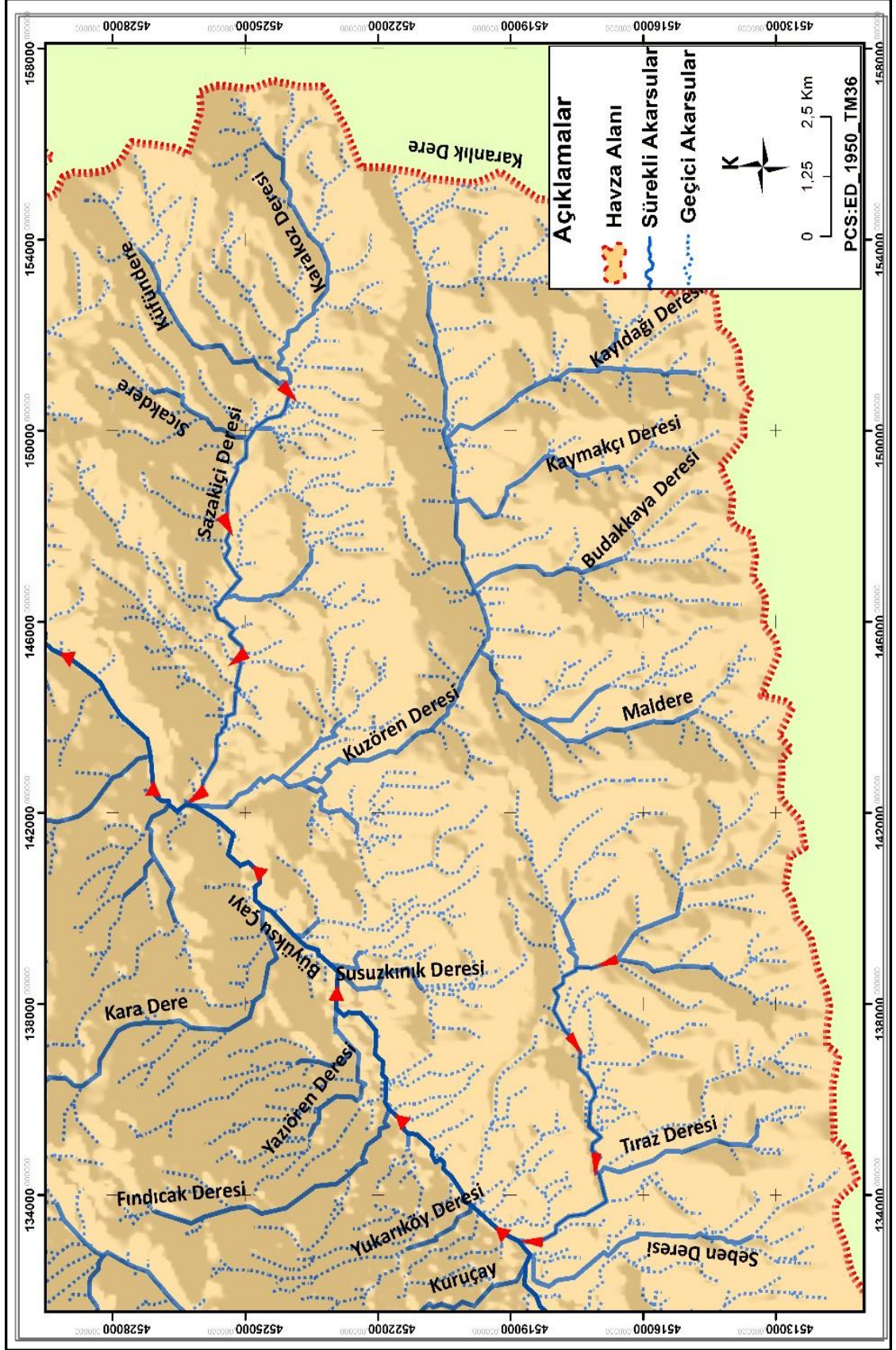
Eğimli yamaçlar üzerinde ve fay dikliklerine isabet eden yamaçlarda görülen bir akarsu ağıdır. Ayrıca faylarla parçalanmış olan sahalarda, yeni fay dikliklerini izleyen konsekant akarsular veya gençleşme sırasında eski fay hatlarına uyan subsekant vadiler de bu drenaj tipinin oluşması için uygun saha koşullarını oluşturmaktadır (Atalay, 2018; Görüm, 2018) Devrek Çayı Havza'sında en güzel örneği Bolu Çayı civarında görülmektedir. En güzel örneğinin Bolu Çayı civarında görülmesinin en büyük etkeni Bolu- Mengen hattı üzerinde bulunan KAF sistemidir. İnceleme alanında tektonik havzaların kenarlarındaki eğimli yamaçları üzerine kurulmuştur. Ayrıca paralel ve subparalel drenaj ağları yağıştan gelen suyu diğer drenaj ağlarına göre daha kısa sürede ana merkeze ulaştırmaktadır. Bu da sel ve taşkınları tetikleyerek daha dik tepeli yüksek eğimli hidrografları temsil eden taşkınlara zemin hazırlamaktadır. Kıvrımlar oluşturmayan paralel ve subparalel drenaj ağlarının varlığı, havzanın genç topografik özellikte olduğuna işaret etmektedir (Harita 18). Subparalel drenaj ağına araştırma alanında örnek olarak Bolu ve Mengen çaylarının tali kolları gösterilebilir.

4.3.2.1.3. Kancalı Drenaj Ağı

Bu akarsu ağı, ana vadiye birleşen kolların çoğu, ana vadinin akış veya eğim doğrultusunun hemen hemen tersi doğrultuda bir akış veya eğime sahiptir. Bu nedenle ana vadi, bu kollarla birleştiği kesimlerinde birer kanca görünümü kazanır ve adını da bu görünüm dolayısıyla almaktadır. Bu drenaj kapma sonucu meydana gelmektedir. Ayrıca zayıf, fay zonlarına yerleşen özellikle de doğrultu atımlı fayların geçtikleri alanlarda bu ağ net bir şekilde görülmektedir (Atalay, 2016-2018). Devrek Çayı Havza'sında (Harita 19). Devrek Çayı Havza'sında Bolu Çayı civarında bu drenaj ağının örnekleri görülmektedir.



Harita 18. Subparalel Drenaj Ağı Haritası



Harita 19. Kancalı Drenaj Ağı Haritası

4.3.2.1.4. Radyal (Işınsal) Drenaj Ağı

Volkan konileri veya orojenik, epirojenik hareketlerle oluşan kubbeler üzerinde görülmektedir. Bu drenaj ağında akarsular merkezden çevreye doğru bir yayılma göstermektedir (Atalay, 2018). Araştırma sahasında, tepelik alanlardan kaynağını alan ve eteklere doğru birbirine paralel şekilde uzaklaşan ve radyal drenaj ağına benzerlik gösteren akarsu şebekesi görülmektedir. Araştırma alanında yer alan tepelerin yamaçları boyunca birbirinden farklı alt havzalara katılan bu yönüyle merkezden çevreye yönelen akarsular örnek gösterilebilir.

4.3.2.1.5. Sentripetal Drenaj Ağı

Bu akarsu ağı tektonik kökenli havza ve volkan konilerinde krater ve kalderalarda çevreden merkeze doğru uzanan bir yapıya sahiptir (Atalay, 2018). Yani yüksek sahalarla çevrili alçak sahalarda, vadiler çevredeki yüksek sahalardan merkezdeki alçak alana doğru gittikçe birbirlerine yaklaşıp uzanmaktadır. Bu akarsular depresyonun meydana geldiği andaki eğimlere uyumlu olarak bulunmaktadır. Genel olarak orta kısımda toplanan şebeke bir bataklık veya gölde son bulmaktadır. Bazen tek bir akarsu vasıtasıyla bu şebeke dış drenaja bağlanabilmektedir (Görüm, 2018). İnceleme sahasında çevre tepelerden Yeniçağa ve Abant göllerine akış gösteren derelerden oluşan drenaj sistemleri örnek verilebilir.

5. BÖLÜM

MORFOMETRİK ANALİZLER

Akarsu havzalarının morfolojik süreçlerini açıklamaya yönelik çalışmaların temeli Horton (1932-1945)'a dayanmaktadır. Strahler (1952a-1952b), Horton'un çalışmalarını geliştirerek havza morfometresi çalışmalarını ilerletmiştir. Horton ile başlayan Strahler ile devam eden havza morfometresine yönelik çalışmalar özellikle sayısal yükselti modellerinin üretilmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin gelişimi ile hız kazanmıştır. Alan yazında akarsu havzalarına yönelik morfometrik analizlerden yararlanılan çalışmaların Türkiye'de Turoğlu, Güneysu, Ertek ve Mater (1994) ile başladığı görülmüştür.

Morfometri, arazinin sayısal olarak ifade edilmesidir. En basit olarak yer şekillerinin büyüklük, yükselti ve eğim özellikleriyle tanımlanır (Keller ve Pinter, 2002 atf. Özdemir, 2007). Clarke (1966) morfometriyi, yer şekillerinin biçim ve boyutunun ölçümü, matematiksel analiz ya da arazi şekillerinin farklı yöntemlerle hesaplanması sonucu elde edilen sayısal değerlerin ifade edilme biçimi olarak ifade edilir. Morfometrik özellikler Strahler (1960) tarafından ise "akarsu yatağının geometrik özellikleri" olarak tanımlanmıştır. Morfometrik analizler, yer bilimleri, matematik bilimi ve bilgisayar bilimlerinin ortak etkileşimi olarak ortaya çıkmaktadır. Morfometrik analizlerden, çevre bilimleri, oşinografya, uzay araştırmaları, askeri operasyonlar, eğlence, yer bilimleri, inşaat mühendisliği alanlarında yararlanılmaktadır (Pike, Evans ve Hengl, 2009). Ayrıca morfometrik analizler, havza çalışmalarında akarsu hidrograflarının hesaplanması, toprak erozyonu tahmini, yeriçi suyunun hareketinin tahmini, taşkın, heyelan, limnoloji ve tektonizma araştırmaları gibi çalışmalarda kullanılmaktadır. Örneğin tektonizma araştırmalarında morfometrik analizler, tektonik yükselmenin derecesinin belirlenmesinde, tektonik faaliyetlerin akarsu havzalarına ve akarsu ağına etkilerinin tespit edilmesinde faydalanılır (Elebaşı, 2015).

Bir havzanın ya da bir çalışma alanının morfolojik şekillenmesinde etkili olan iç ve dış etkenlerin etki derecesini sayısal olarak ortaya koymak morfometrik analizin amacıdır. Yapılan morfometrik analizler ile elde edilen sonuçlar, havzadaki heyelan, kaya düşmesi, çamur akıntısı, sel ve taşkın problemlerine karşı alınacak önlemlere ya

da rölyefle bağlantılı geleceğe yönelik yapılacak planlama çalışmalarına oldukça katkı sağlamaktadır.

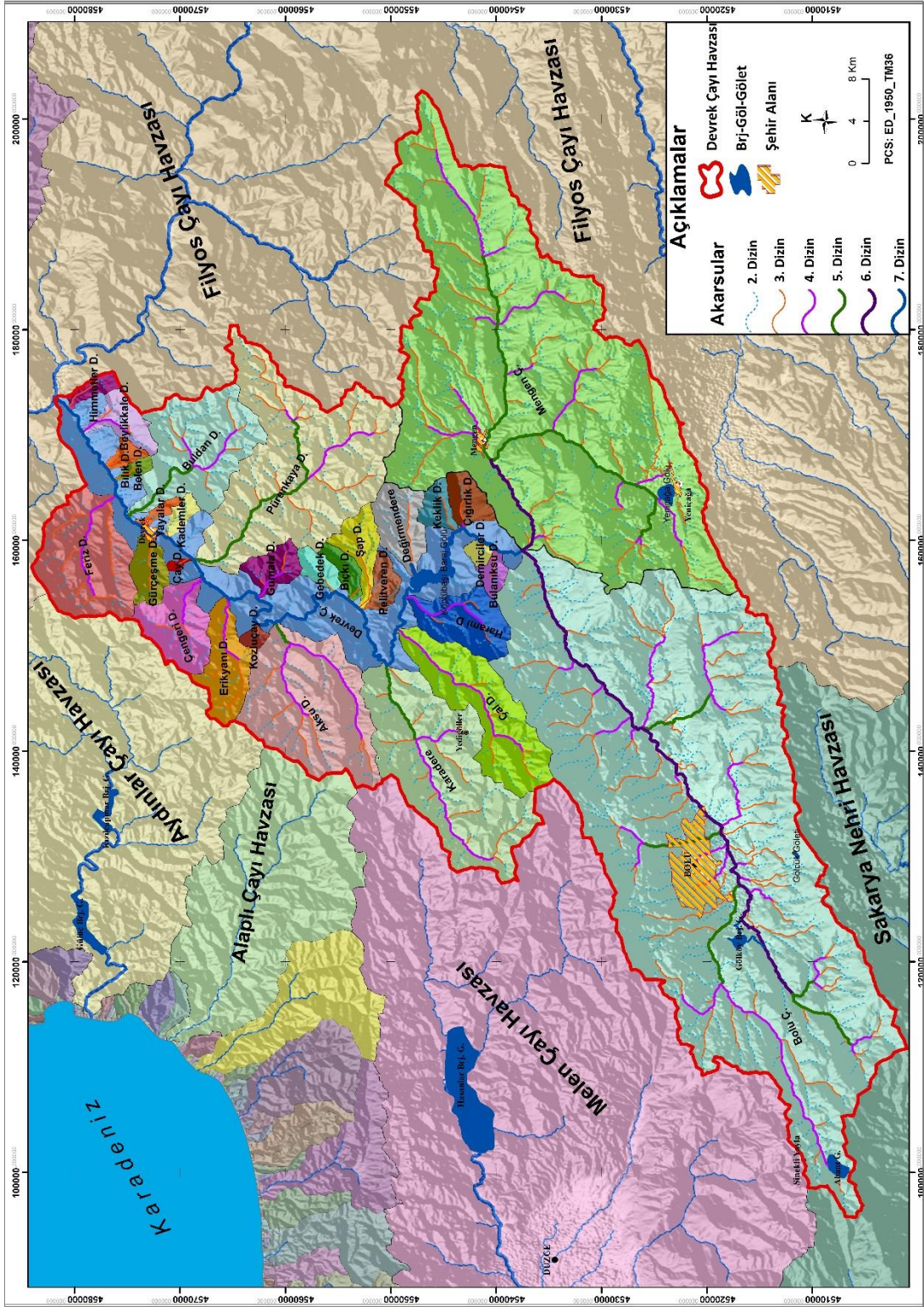
Morfometrik analiz kapsamında, bir havzanın diğer havzaya göre benzer ve farklılıklarını, havzanın hangi evrede olduğu veya akarsu ağının gelişimini ortaya koymak için çeşitli sayısal işlemler üretilmiştir. Devrek Çayı Havzası'nın morfolojik ve hidrografik anlamda oluşumu ve gelişiminde rol oynayan faktörlerin yorumlanması ve değerlendirilebilmesi için çeşitli morfometrik analizlerden yararlanılmıştır. Morfometrik analizler çok farklı amaçlar için uygulanabilir. Bu araştırmanın alt amaçları arasında hidrografik bir havza olan Devrek Çayı ile ilgili hidrografya özellikleri ile ele alınması morfometrik analiz yöntemlerini sınırlandırabilirdi. Ancak araştırma sahasının hidrografik ve jeomorfolojik farklı bileşenleri içerisinde barındırması morfometrik analiz yöntemleri üzerine alan yazında bulunan pek çok metodun ayırımına gidilmeksizin uygulanmasını sağlamıştır. Bu durum farklı morfometrik analiz sonuçlarının karşılaştırılmasını ve elde edilen sonuçların doğruluklarının sınanmasını kolaylaştırmıştır. Bu nedenle araştırma, hidrografyaya kaynaklık edecek morfometrik analiz yöntemleri ile sınırlı tutulmamış çok çeşitli diğer yöntemlerde işe koşulmuştur. Bu doğrultuda çalışma sahasının morfometrik özellikleri, çizgisel (lineer), alansal (areal) ve yüzeysel (relief) parametreler olmak üzere 3 başlık altında ele alınmıştır.

Araştırma alanına uygulanan hidroloji analizi ile 7 dizinden oluşan akarsu şebekesi belirlenmiştir. 7. dizin Devrek Çayı'nın ana akarsuyu olarak kabul edilmiştir. Havzada 7. dizine doğrudan bağlanan 1. ve 2. dizinlerden oluşan geçici akarsulardan oluşan çok küçük alt havzaların karmaşıklığa yol açması nedeniyle alt havza hesaplamalarına dahil edilmemiş, doğrudan ana kolun bir parçası olarak kabul edilmiştir. Devrek Çayı Havzası'nda, anakola (7. dizin) doğrudan bağlanan üç, dört, beş ve altıncı dizinlerin oluşturduğu akarsu havzaları, alt havza olarak belirlenmiştir. Bu yapılan işlem doğrultusunda havzada 30 tane alt havza ortaya çıkmıştır. Bu havzalar, Bolu Çayı Havzası, Mengen Çayı Havzası, Pürenkaya Deresi Havzası, Buldan Deresi Havzası Karadere Havzası, Aksu Deresi Havzası, Çal Dere Havzası, Feriz Deresi Havzası, Harami Dere Havzası, Erikyanı Deresi Havzası, Çengeri Deresi Havzası, Beylikkale Deresi Havzası, Gumala Deresi Havzası, Çığırlık Deresi Havzası, Değirmendere Havzası, Şap Deresi Havzası, Gürçeşme Deresi Havzası, Himmetler

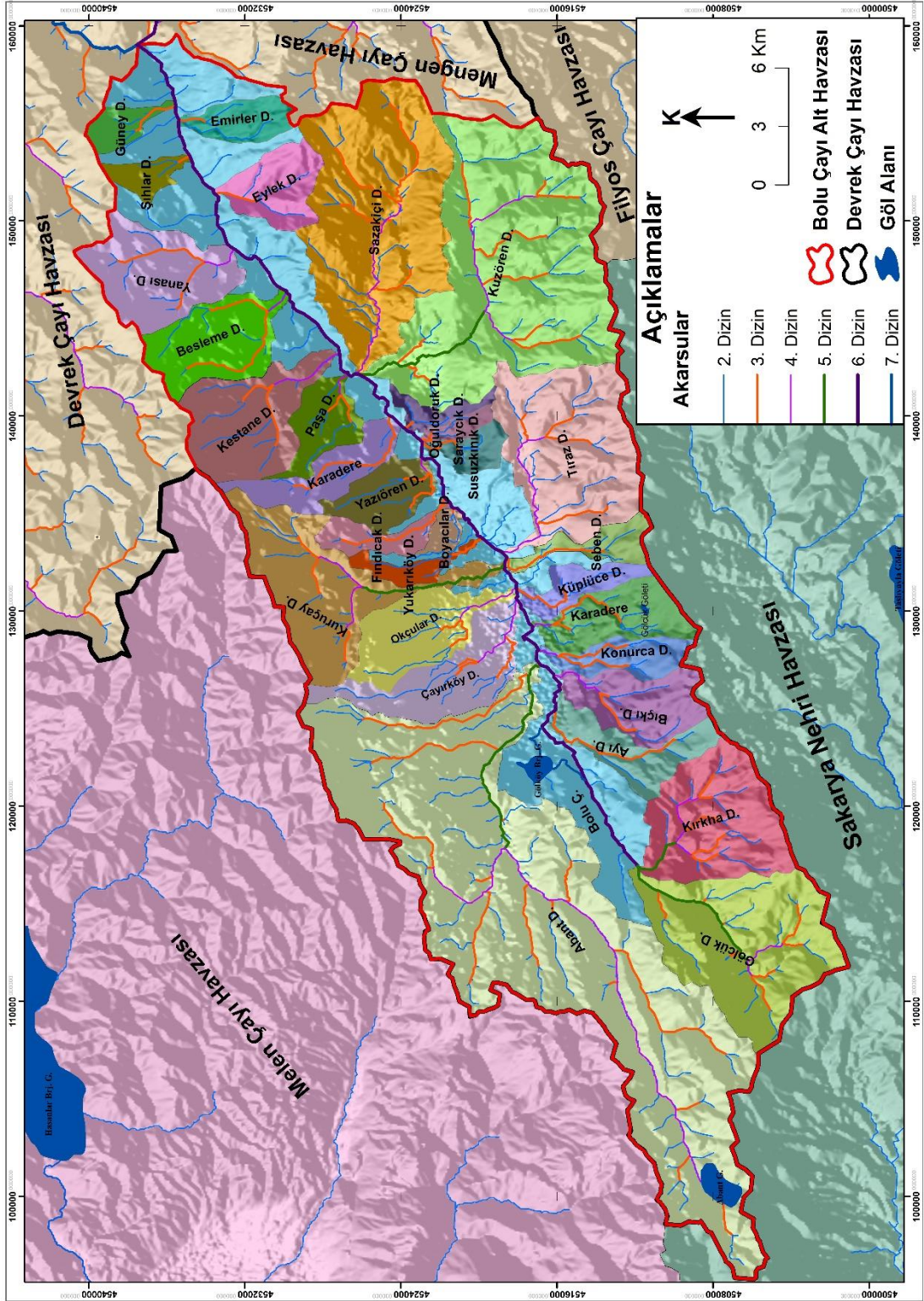
Deresi Havzası, Keklik Deresi Havzası, Bulanıksu Deresi Havzası, Belen Deresi Havzası, Pelitveren Deresi Havzası, Bılık Deresi Havzası, Yayalar Deresi Havzası, Gebedek Deresi Havzası, Bıçkı Deresi Havzası, Çay Deresi Havzası, Demirciler Deresi Havzası, Kozluçay Deresi Havzası, Kademler Deresi Havzası'dır (Harita 20).

Havzada 6. dizin olduğu belirlenen Bolu ve Mengen çayı havzaları alansal olarak oldukça büyük olmaları ve genel fikir oluşturması amacıyla kendi içinde alt havzalara ayırma ihtiyacı duyulmuştur. Bu nedenle her iki havzada 6. dizin olan akarsular anakol olarak kabul edilmiş olup, ayırt ediciliği artırmak amacıyla anakola (6. dizin) doğrudan bağlanan 1.ve 2. dizin düzeyinde olan akarsu ve su toplama alanları anakolun bir parçası olarak görülmüştür. Ancak Devrek Çayı Havzası'na uygulanan diğer morfometrik parametre hesaplamaları bu iki alt havzasın kendi içinde belirlenen alt havzalarına uygulanmamıştır.

Bolu Çayı Havzası 1116,75 km² alana sahiptir. Toplamda 31 alt havzası bulunmaktadır. Bunlar Abant D., Kuzören D., Sazakiçi D., Gölcük D. Tıraz D., Kuruçay D., Kırkha D., Kestane D., Yanası D., Çakırköy D., Besleme D., Okçular D., Bıçkı D., Karadere, Ayı D., Karadere, Eylek D., Yazıören D., Paşa D., Konurca D., Emirler D., Küplüce D., Seben D., Fındıcak D., Susuzkımık D., Güney D., Şıhlar D., Yukarıköy D., Oğuldoruk D., Saraycık D., Boyacılar D. havzalarıdır. Bu alt havzalara alansal olarak bakıldığında Abant Havzası (233,43 km²) en büyük, Boyacılar Havzası (3,32 km²) ise en küçük havza konumundadır (Harita 21; Tablo 51).



Harita 20. Devrek Çayı Havzası'nın Alt Havzaları

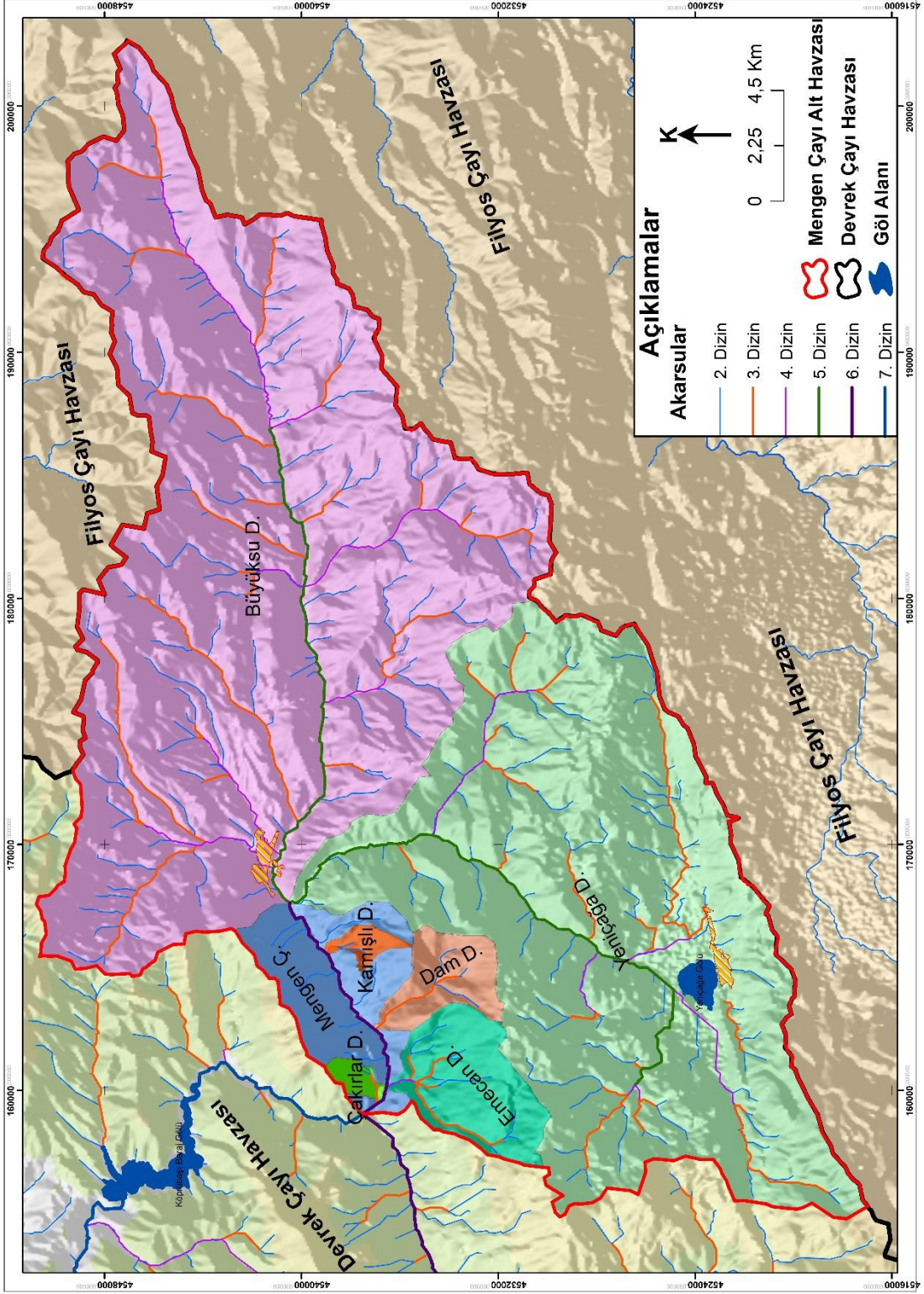


Harita 21. Bolu Çayı Alt Havzaları

Tablo 51. Bolu ayı'nın Alt Havza Alanları ve evre Uzunlukları

Sayı	Havza Adı	Havza Alanı (km ²)	Havza evre Uzunluğu (km)
	Bolu . 6. dizin alanı	151,08	359,39
1	Abant D.	233,43	113,37
2	Kuzüren D.	116,2	58,82
3	Sazakiçi D.	83,18	45,65
4	Gölcük D.	60,27	36,37
5	Tıraz D.	54,04	36,4
6	Kuruçay D.	43,87	47,16
7	Kırkha D.	40,43	27,31
8	Kestane D.	31,36	27,32
9	Yanası D.	30,83	25,84
10	akırköy D.	26,92	33,15
11	Besleme D.	24,92	23,96
12	Okçular D.	23,26	25,57
13	Bıçkı D.	20,38	23,17
14	Karadere	19,17	21,71
15	Ayı D.	17,06	27,28
16	Karadere	16,26	26,55
17	Eylek D.	15,73	17,93
18	Yazıören D.	13,44	17,34
19	Paşa D.	12,51	19,82
20	Konurca D.	11,06	19,38
21	Emirler D.	9,74	14,83
22	Küplüce D.	9,3	19,17
23	Seben D.	8,71	20,84
24	Fındıcak D.	8,39	18,92
25	Susuzkınık D.	6,29	13,26
26	Güney D.	6,15	12,34
27	Şihlar D.	5,59	12,67
28	Yukarıköy D.	5,52	17,51
29	Oğuldoruk D.	4,88	16,71
30	Saraycık D.	3,48	10,09
31	Boyacılar D.	3,32	8,87
	Toplam	1116,75	

Mengen ayı Havzası 32,26 km² alana sahiptir. Bolu Havzası'na göre daha küçük bir havzadır. Toplamda 6 adet alt havzası bulunmaktadır. Bunlar Büyüksu D., Yeniçağa D., Emecan D., Dam D., Kamışlı D., akırlar D. havzalarıdır. Alansal olarak Büyüksu Havzası en büyük iken akırlar Havzası ise en küçük hidrografik havzadır (Harita 22: Tablo 52).



Harita 22. Mengen Çayı Alt Havzaları

Tablo 52. Mengen Çayı'nın Alt Havza Alanları ve Çevre Uzunlukları

Sayı	Havza Adı	Havza Alanı (km ²)	Havza Çevre Uzunluğu (km)
	Mengen Çayı 6. dizin alanı	32,26	45,48
1	Büyüksu D.	410,27	116,78
2	Yeniçağa D.	279,55	92,45
3	Emecan D.	25,28	22,8
4	Dam D.	13,33	18,31
5	Kamışlı D.	2,94	9,51
6	Çakırlar D.	2,49	7,41
	Toplam Alan	766,12	

5.1. Alansal Morfometrik Parametreler

Havzaya düşen yağışların toplanması ve yüzeysel akışın birikimi açısından alansal morfometrik parametreler oldukça önemlidir (Özdemir, 2011). Ayrıca alansal parametreler bir havzayı tanımlayan iki boyutlu parametrelerdir. Alansal parametreler Devrek Çayı Havzası bazında 14 indis üzerinden değerlendirilmiştir. Bunlar; havza alanı (A), havza çevresi (P), dairesellik oranı (R_c), havza uzunluk oranı (R_e), yoğunluk oranı (R_k), form faktörü/havza şekli (R_f), biçim/şekil katsayısı (R_{cf}), havza şekil faktörü (R_s), havza görünüm oranı (V), birim şekil faktörü (R_u), vadi yoğunluğu (D_d), akarsu sıklığı (F_s), infiltrasyon sayısı (IN) ve tekstür oranı (R_t) gibi analizlerdir. Bahsedilen alansal parametreler belli başlı alt havzalar için de hesaplanmıştır (Tablo 57).

5.1.1. Havza Alanı (A)

Bir akarsu havzasının büyük ya da küçük olması havzadaki akış ve erozyonal faaliyetler üzerinde doğrudan belirleyici rol oynamaktadır. Strahler (1957), havza alanlarının kıyaslanması sonucu elde edilen yorumların daha anlamlı olabilmesi için yapılan karşılaştırmanın akarsu dizileri bazında yapılması gerektiğinden bahsetmektedir. Bu nedenle havzada flüvyal süreç boyunca benzer flüvyal aktörlerin faaliyetleri karşısında ne gibi bölgesel farklılıkların ortaya çıktığı daha net olarak görülmektedir. Bu sebepler yüzünden havza alanının bilinmesi morfometrik çalışmalar açısından önemi oldukça büyüktür. Ayrıca havza alanı, havzanın boyutunu doğrudan etkilemektedir (Withanage vd., 2014). Bir ana akarsuyun havza alanı ve alt havza

alanlarının bilinmesi sel, sevelan, taşkın riskleri, su bilançosu gibi birçok noktada fikir vermektedir.

Tablo 53. Devrek Çayı Havzası ve Başlıca Alt Havzalarının Alansal Morfometrik İndislere Ait Değerleri

Havza Adı	Alansal Parametreler													
	A Km ²	P Km	Rc	Re	Rk	Rf	Rcf	Rs	V	Ru	Dd	Fs	IN	Rt
Devrek Ç	3246,5	406,67	0,06	0,59	2,01	0,28	3,62	2,56	1,43	1,9	1,61	1,81	2,91	11,32
Bolu	1116,75	199,14	0,09	0,53	1,68	0,22	4,51	2,05	2,79	2,12	1,76	1,86	3,27	8,03
Mengen	766,12	165,71	0,09	0,7	1,69	0,38	2,6	1,63	1,27	1,61	1,64	1,83	2,99	6,54
Pürenkaya	226,38	88,55	0,09	0,7	1,66	0,38	2,62	2,04	1,25	1,5	1,42	1,74	2,48	3,55
Karadere	173	72,04	0,1	0,62	1,54	0,3	3,3	2,12	1,66	1,4	1,35	1,75	2,36	3,29
Aksu	135,95	53,54	0,15	0,72	1,3	0,4	2,47	1,55	1,42	1,57	1,45	1,71	2,47	3,53
Buldan	95,72	52,34	0,11	0,68	1,51	0,36	2,77	1,85	1,41	1,67	1,38	1,74	2,41	2,48
Çal	90,63	54,61	0,1	0,52	1,62	0,21	4,65	2,14	3	2,16	1,37	1,82	2,5	2,45
Feriz	87,34	40,46	0,17	0,87	1,22	0,59	1,7	1,53	1,2	1,26	1,45	1,82	2,64	3,16
Harami	42,1	30,24	0,14	0,65	1,31	0,33	2,99	1,78	1,62	1,71	1,46	1,85	2,71	1,98
Çengeri	41,85	31,33	0,13	0,79	1,37	0,5	2,02	1,51	0,74	1,02	1,43	1,62	2,33	1,72
Erikyanı	38,84	33,21	0,11	0,58	1,5	0,26	3,82	2,04	1,69	1,86	1,43	1,75	2,5	1,63
Değirmendere	31,22	27,5	0,13	0,64	1,39	0,32	3,11	1,64	1,84	1,73	1,54	1,41	2,17	1,24
Şap	20,98	27,01	0,09	0,51	1,66	0,21	4,83	2,08	1,65	2,08	1,73	1,57	2,72	1
Beylikkale	18,96	23,62	0,11	0,67	1,53	0,36	2,81	1,66	1,9	1,66	1,54	1,78	2,73	1,31
Gürçeşme	18,33	19,51	0,15	0,71	1,29	0,4	2,51	1,56	1,78	1,57	1,4	1,8	2,52	1,38
Gumala	17,33	20,06	0,14	0,72	1,36	0,41	2,43	1,38	1,56	1,56	1,54	2,31	3,55	1,35
Çıgırlık	16,27	17,37	0,17	0,84	1,21	0,55	1,81	1,29	1,29	1,35	1,64	2,03	3,33	1,5
Keklik	11,72	16,2	0,14	0,74	1,33	0,43	2,34	1,45	1,03	1,51	1,44	1,71	2,46	0,99
Pelitveren	11,7	16,4	0,14	0,65	1,35	0,33	3,06	1,8	2,04	1,75	1,74	1,54	2,67	0,91
Gebedek	10,38	14,25	0,16	0,68	1,25	0,36	2,77	1,45	1,71	1,58	1,26	1,44	1,83	0,77
Bıçkı	10,13	16,09	0,12	0,61	1,43	0,29	3,42	1,95	2,43	1,81	1,55	1,28	1,99	0,62
Bulanıksu	7,85	12,97	0,15	0,7	1,31	0,38	2,63	1,6	1,44	1,62	1,61	2,17	3,48	0,93
Himmetler	7,7	14,83	0,11	0,57	1,51	0,25	3,96	1,78	2,78	1,94	1,45	2,08	3,02	0,81
Kalemler	6,76	12,77	0,13	0,61	1,38	0,29	3,46	1,72	2,05	1,77	1,55	2,07	3,21	0,86
Bılık	6,21	11,71	0,14	0,66	1,33	0,34	2,94	1,61	1,57	1,71	1,41	1,77	2,49	0,68
Demirciler	4,55	9,11	0,17	0,92	1,2	0,67	1,49	1,13	1,1	1,19	1,59	2,42	3,83	0,77
Yayalar	4,44	12,18	0,09	0,51	1,63	0,21	4,84	2,07	3,23	2,2	1,68	2,03	3,4	0,49
Belen	4,24	10,07	0,13	0,55	1,38	0,24	4,22	1,91	2,62	2,01	1,67	2,6	4,33	0,79
Kozluca	4	8,36	0,18	0,92	1,18	0,67	1,5	1,27	0,81	1,23	1,41	2,25	3,17	0,72
Çay D.	1,78	6,55	0,13	0,65	1,38	0,33	3,03	1,57	1,86	1,74	1,55	3,94	6,1	0,61

Devrek Çayı Havzası'nın alanı 3246,5 km² olarak hesaplanmıştır. Filyos Çayı Havzası'nın önemli alt havzalarından biri olan Devrek Çayı Havzası 1000 ile 10000 ha arasında bir alana sahip olması nedeniyle "büyük havza" kategorisinde kabul edilmektedir (Tülücü, 2002). İncelenen alt havzalar içerisinde en büyük alana 1116,75 km² ile Bolu Çayı Havzası sahiptir. Havzada en küçük alana sahip havza ise 1,78 km² Çay Deresi Havzası'dır. Alt havzaların ortalama alanı ise 100,97 km² olarak belirlenmiştir.

Havza alanının büyüklüğü havzaya düşecek toplam yağış potansiyeli ile doğrudan ilişkilidir. Benzer ortam koşulları altında alanı büyük olan havzalara daha fazla yağış düşmektedir. Yağış alanının büyük olmasına bağlı olarak ana kolda toplanan su miktarı da artmaktadır. Özellikle ekstrem yağış koşullarında ana akarsuda biriken suların yatağından taşması ile taşkın yatakları oluşmaktadır. Suyun akış gücüne bağlı olarak taşıdıkları fiziksel yük artmaktadır. Güçlü akıntılı sularda sediment taşınımı eğim desteği ile artmakta ancak eğimin azaldığı düzlüklerde ciddi birikimler meydana gelmektedir. Taşkın durumunda akarsuların ağız kesimlerinde daha az olan eğim nedeniyle akarsuyun gücü zayıflamakta ve buralarda birikim olmaktadır. Bu durum havza yönetimi ve planlamalarını da doğrudan etkilemektedir. Bu durum su toplama alanı küçük olan havzalarda kurulan taşkın kontrolü barajları ile büyük havzalar için inşa edilen barajlar arasında planlama farkını gerekli kılmaktadır.

Havza büyüklükleri tek başına bir kriter olmasa da birbirine komşu havzalardan daha büyük alana sahip olan havzanın olgunluk düzeyinin daha yüksek çıkması beklenir. Alt havzalar incelendiğinde havza alanı büyüklükleri ile olgunluk seviyesinin önemli göstergelerinden biri olan yatak eğim oranları arasında önemli bir bağ göze çarpmaktadır. Alanları büyük olan alt havzaların aynı zamanda yatak eğimlerinin de düşük olduğu, alansal olarak küçük havzaların ise yatak eğimlerinin fazla olduğu göze çarpmaktadır.

5.1.2. Havza Çevresi (P)

Havza çevresi uzunluğu, havzanın kapladığı alanla birlikte su bölümü çizgisinin geçtiği güzergâhın girinti-çıkıntı miktarı ve dolayısıyla da havzanın su bölümü hattındaki engebe durumu hakkında fikir edinilmesine yardımcı olan bir parametredir. Ayrıca çevre uzunluğu indisi havzaların dairesellik oranlarını

hesaplanmasında da yardımcı olmaktadır. Devrek Çayı Havzası'nın çevre uzunluğu 406,67 km olarak ölçülmüştür. Ayrıca çalışma sahasının çevresi oldukça engebeli bir su bölümü hattına sahiptir. Değerlendirilen alt havzalar bazında en uzun çevre uzunluğuna 199,14 km ile Bolu Çayı Havzası sahiptir. 6,55 km ile en az çevre uzunluğuna sahip havza Çay Deresi Havzası'dır. Devrek Çayı Havzası'na ait bütün alt havzalar dikkate alındığında ortalama çevre uzunluğu 37,25 km olarak hesaplanmıştır.

Havza çevre uzunluğu havzanın gelişimini yansıtması açısından önemli bir göstergedir. Özellikle 1. dizin düzeyinde olan akarsu kollarının havzanın sınır kesiminde yaptığı aşındırma ile oldukça girintili-çıkıntılı bir hat oluşturması havzaların çevre uzunluğunu artırmaktadır. Havzaların olgunluk düzeyi arttıkça havza sınırlarını da kapsayan topografya basık bir relief oluştururken bu girinti ve çıkıntılar iyice silikleşir ve bu durum havza çevre uzunluğunun kısalmasını sağlar. Bu indis farklı indislerin hesaplanmasına yardımcı olsa da benzer alana sahip havzaların mukayesini kolaylaştırmaktadır. Alanı benzer olan havzalar karşılaştırıldığında çevre uzunluğu daha kısa olan havzaların topografyasının daha basık olduğu anlaşılır. Aşındırmanın ileri seviyeye ulaşması ile ortaya çıkan sade topografya koşulları kısa havza çevre uzunluğunu verir. Benzer şekilde havza çevre uzunluğu birbirine yakın olan havzalardan alanı daha büyük olan havzada daha sade topografya görünümüne sahiptir. Alt havzalar özelinde karşılaştırma yapıldığında çevre uzunluğu birbirine yakın olan Aksu ve Çal deresi havzalarından (Aksu Deresi 53,54 km; Çal Deresi 54,61 km.) Aksu Deresi daha sade topografyaya sahiptir. Oysa Aksu Deresi 135,95 km², Çal Deresi ise 90,63 km² havza alanına sahiptir. Yüzeysel analizler Aksu Havzası'nda engebenin daha az olduğuna işaret ederek yukarıda anlatılan çevre uzunluğu-topografya ilişkisini destekler niteliktedir. Havza topografyasına bağlı olarak girintili-çıkıntılı bir hal almasında litolojinin de etkisi görülmektedir. Ayrışmaya dirençli granodiyoritler üzerinde gelişen havzalarda topografya daha engebeli iken ayrışmaya direnci daha zayıf olan flişler üzerinde daha sade relief gelişimi söz konusudur.

5.1.3. Dairesellik Oranı (R_c)

Havza alanının, havza ile aynı çevre uzunluğuna sahip bir dairenin alanına oranlanması olarak tanımlanmaktadır (Miller, 1953). Elde edilen sonuç havzanın şekli

ve yapısal olarak ne ölçüde denetlendiği konusunda fikir vermektedir (Mahadevaswamy vd., 2011).

Formül;

$$R_{c=A/\left[\left(\frac{P}{n}/2\right)^2 \times n\right]}$$

A: Havza alanı (km²)

P: Havza çevre uzunluğu (km)

Yukarıda belirtilen formül doğrultusunda Devrek Çayı Havzası ile aynı çevre uzunluğuna (406,66 km) sahip bir dairenin yarıçapı 129,47 km, alanı ise 52651,60 km²'dir. Dolayısıyla havzanın dairesellik oranı $3246,50/52651,60 = 0,06$ olarak çıkmaktadır. Alt havzalar içerisinde en yüksek dairesellik oranı 0,18 ile Kozluçay Deresi Havzası'dır. En düşük dairesellik oranı ise 0,09 değeri ile Bolu, Mengen, Pürenkaya, Şap ve Yayalar Deresi havzalarında olduğu görülmektedir. Bir havzanın gelişiminde flüvyal süreçlere bağlı olarak şekillenmenin ileri safhasında dairesellik oranı yüksek çıkarken, havza gelişimi tektonizma kontrolünde gerçekleşirse uzunlamasına havza oluşumu kuvvetlenmektedir.

Yapılan hesaplamalar sonucunda Devrek Çayı Havzası'nın uzunlamasına bir şekle sahip olduğunu söylemek mümkündür. Bu durum havzada tektonizmanın etkisini yansıtmaktadır. Nitekim araştırma alanında faylanmanın oldukça fazla olduğu görülmektedir (Harita 2).

Araştırma alanının çevre uzunluğunun benzer çevre uzunluğuna sahip dairenin alanına oranla oldukça küçük (0,06) olması su bölümü çizgisinde girinti çıkıntılı bir relief ile ifade edilebilir. Bu durum aynı zamanda alt havzalarda yatak eğimin fazla olmasını gerektirmektedir. Su bölümü hattında eğimin fazla olması nedeniyle yan kollarda toplanan yüzey suları hızlıca ana kola ulaşmaktadır. Ancak havzada yükseltinin fazla olduğu su bölümü hattında gür orman örtüsü bulunmaktadır. Bu sahalarda genel olarak ibreli türler baskın durumdadır. Yıl boyunca yeşil olan bu türler yağış suları üzerinde yaklaşık %31'e varan intersepsiyon (Atalay, 2018) etkisi sayesinde yağış sularının havzalarda daha fazla kalmasını sağlamaktadır. Ayrıca orman altında organik örtü birikimi, toprak özelliklerine ve litolojiye bağlı olarak yağış

sularının tutulumu artmaktadır. Bu durum yüzey sularının ana havzada toplanma sürelerinin uzamasına sebep olmaktadır. Topografya koşullarına rağmen yüzeyin örtü durumu (vegetasyon, toprak, litoloji) yüzey suları üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir.

5.1.4. Havza Uzunluk Oranı (R_e)

Schumm (1956) tarafından havza uzunluk oranı, havza ile aynı alana sahip dairenin çapı ile havzanın maksimum uzunluğu arasındaki oran olarak tanımlanmıştır. Bu indis havzanın temel alansal özelliklerinden birisidir. Havza uzunluk oranı, taşkın ve akışın toplanma süresi ile yakından ilgilidir. Ayrıca havzanın ne kadar dairesel olduğu hakkında fikir vermektedir. Hesaplamalar sonucu elde edilen değer 1'e yakın olması havzanın daha dairesel, 0'a yakın olması ise uzunlamasına bir şekle sahip olduğunun ip ucunu vermektedir (Biswas, 2009).

Formül;

$$R_e = \frac{D_c}{L_b} = \frac{2\sqrt{\frac{A}{\pi}}}{L_b}$$

D_c : Havza ile aynı alana sahip dairenin çapı

L_b : Havzanın maksimum uzunluğu

Uygulanan formüle göre, Devrek Çayı Havzası ile aynı alana (3246,50) sahip bir dairenin çapı 64,30 km²'ye denk gelmektedir. Havzanın maksimum uzunluğu ise 108,44 km'dir. Buna göre Devrek Çayı Havzası'nın uzunluk oranı $64,30/108,44 = 0,59$ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuç doğrultusunda havzanın uzunlamasına bir şekle sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca havzada KAF sisteminin oluşturduğu tektonik depresyon sahalarına yerleşen akarsular bulunmaktadır. Bolu ve Mengen çaylarının ana yatakları bu depresyon doğrultusunda oluşmuştur. Depresyon kuşağının yönlendirici etkisine bağlı olarak bu kesimde akış gösteren akarsu vadilerinin enine profili dar boyuna profili oldukça uzundur. Değerlendirmeye alınan alt havzaların havza uzunluk oranlarında sıfıra en yakın değer 0,51 ile Yayalar ve Şap deresi havzasında görülmektedir. 1'e en yakın değer ise 0,92 ile Demirciler ve Kozluçay Deresi Havzaları'dır. Araştırma alanında havza uzunluk oranının maksimum ve minimum çıktığı alt havzalar arazide yaşanan yükselme ile ana akarsu yatağının

yakınında sıkışan tepeler arasına yerleşen akarsu havzalarıdır. 3. dizin düzeyinde olan bu havzalar henüz genç havzalara karşılık gelmektedir. 4. dizin düzeyinde olan Çal Deresi Havzası ile 6. dizin düzeyine sahip Bolu Çayı Havzası araştırma alanında uzunlamasına havzalara en güzel örnekleri oluşturmaktadır. Her iki havzada da ana akarsuların akım yönlerine paralel olan faylanmalar dikkat çekicidir. Bu havzalarda yan kolların ana kola göre oldukça kısa olduğu görülmektedir. Bu durum yan kollardan gelen suların ana kola ulaşma süresinin kısa olmasına yol açmaktadır. Bolu Çayı Havzası'nda yüzeysel akışı hızlandıracak killi bünyeli toprak oluşumu ve daha seyrek bitki örtüsü varken ana akarsu yatağında eğimin az olması depresyon sahası boyunca akarsu hızını kontrol etmektedir. Çal Deresi Havzası ise gür vejetasyon örtüsü ve kumlu kaba tekstürlü toprak yapısı ile düşen yağış sularının havzada tutulma miktarını ve süresinde belirleyici olmaktadır. Havza uzunluk oranının yüksek olduğu Feriz, Çengeri ve Aksu deresi havzalarında ana akarsuya dik olarak geçen faylar ile aşınım direncin düşük olduğu fliş anakaya üzerinde havza genişliği artmaktadır. Bu havzalarda ana akarsu uzunluğuna kıyasla yan kol uzunluğunun arttığı söylenebilir. Bu durum suların ana akarsuda toplanma süresinin uzamasını sağlamaktadır.

Bir havzanın dairesel bir şekle sahip olması, yan kolların uzun olduğunu bu nedenle yan kollardan gelen suların ana akarsuya bağlanma sürelerinin uzamasına yol açmaktadır. Ancak yan kollardan gelen sular birbirine yakın zamanlarda ana akarsuya ulaşırlar. Bu gibi alanlarda ani ve yüksek akımlı su baskınlarından bahsetmek mümkündür. Uzunlamasına bir havzada ise yan kollar kısalmakta yağış suları hızlıca ana kola ulaşmaktadır. Böylece suların havzada drene olma süresi kısalmaktadır.

5.1.5. Yoğunluk Oranı (R_k)

Alansal bir indis olan yoğunluk oranı, havza çevre uzunluğunun havza ile aynı genişlikte alan kaplayan bir dairenin çevre uzunluğuna bölünmesi ile elde edilmektedir. Havzanın su bölümü çizgisinin ne ölçüde kıvrımlı bir yapıya sahip olduğunun anlaşılması ve rölyefin havza üzerindeki etkisi hakkında fikir edinmemizi sağlamaktadır (Karataş, 2014).

Formül;

$$R_k = P / \left[2\pi \sqrt{\frac{A}{\pi}} \right]$$

P: Havza çevre uzunluğu (km)

A: Havza alanı (km²)

Devrek Çayı Havzası ile aynı genişlikte alan kaplayan dairenin çevre uzunluğu 202,01 km olarak ölçülmüştür. Buna göre havzanın yoğunluk oranı 2,01 olarak hesaplanmıştır. Araştırma alanından elde edilen yoğunluk değerine göre, su bölümü çizgisinin kıvrımlı bir yapıda olduğu görülmektedir. İncelenen alt havzalar içerisinde en düşük değer Kozluçay Deresi Havzası (1,18) iken, en yüksek yoğunluk oranı ise Mengen Çayı Havzası'na (1,69) aittir. Bu durum akarsuların erozyonal faaliyetleriyle derinleştirdiği yataklarının litolojik yapısı ile ilgilidir. Keskin sırtların ve sık akarsu ağının oluşmasını sağlayan litolojiye sahip bir saha düşük permeabiliteye sahiptir. Yani yoğunluk oranı yüksektir. Buna karşın kireçtaşı, kumtaşı, şeyl vb. gibi kayaların bulunduğu sahalarda sade bir yapıdan ve yüksek permeabiliteden ve düşük yoğunluk oranından bahsetmek mümkündür. Araştırma alanının aşağı çığırında su bölümü çizgisine şekil veren granodiyoit rölyefinin ne kadar girintili çıkıntılı bir su bölümü hattı oluşturduğunu; buna karşın havzanın güney-doğu hattı boyunca yer alan kireçtaşı, kumtaşı, çamurtaşı ağırlıklı litolojinin su bölümü çizgisinin daha sade bir yapıya sahip olması örnek olarak gösterilebilir.

5.1.6. Form Faktörü / Havza Şekli (R_f)

Form faktörü; havza alanının, havza uzunluğunun karesine oranı olarak tanımlanmaktadır (Horton, 1932). Havzanın şekli hakkında fikir edinmemizi sağlamaktadır.

Formül;

$$R_f = \frac{A}{L^2}$$

A: Havza alanı (km²)

L: Havzanın maksimum uzunluğu

Bu indisin sonucu 0-1 arası değer almaktadır. Çıkan sonucun 0 olması havzanın uzunlamasına, 1 olması ise havzanın tam dairesel şekle sahip olduğunu göstermektedir.

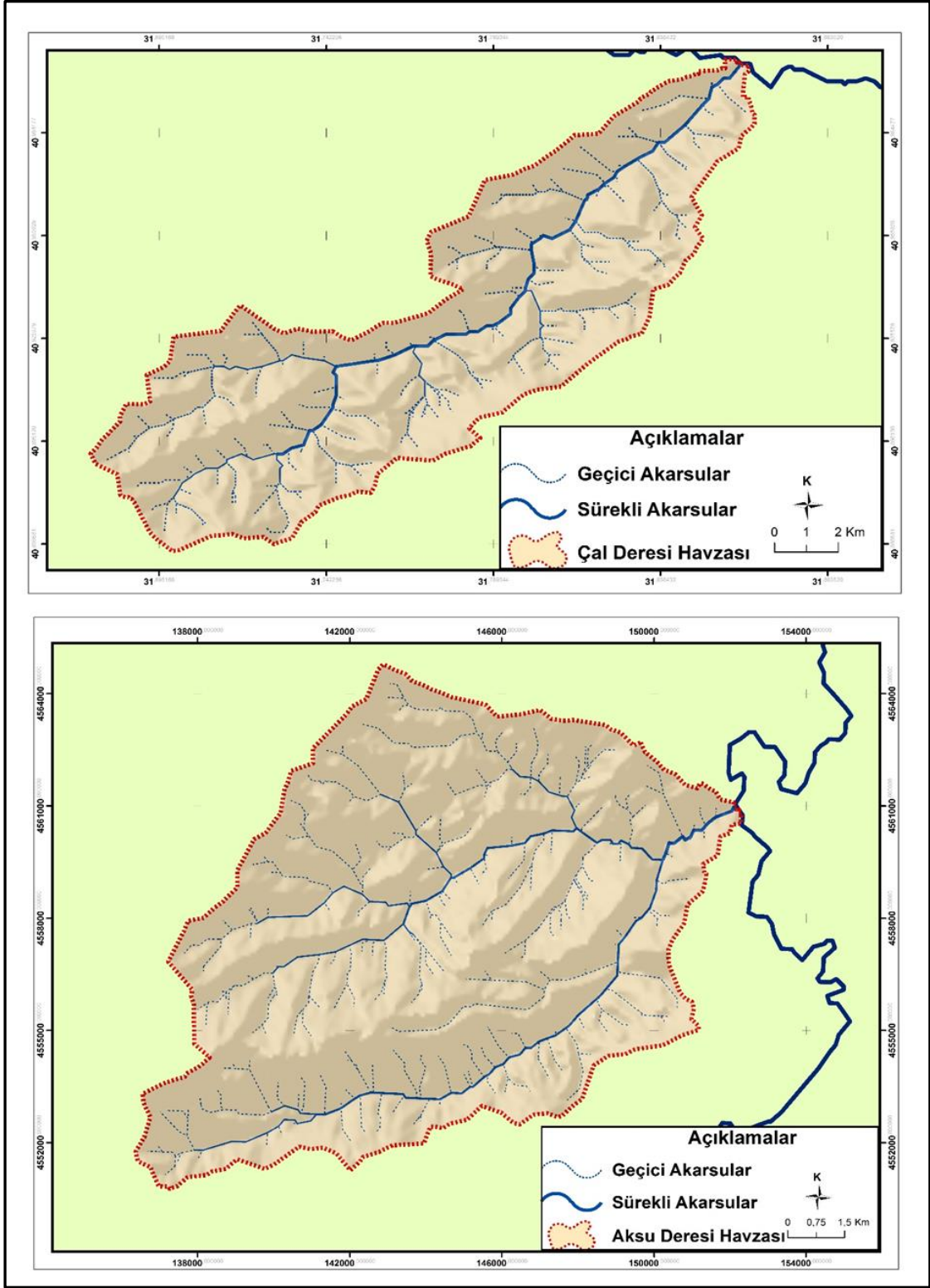
Bir havzanın form faktörü ne kadar yüksek bir değer çıkarsa havzanın şekli de o kadar daireselliğe yaklaşmaktadır. Ayrıca yüksek form faktörü değerine sahip havzalar da kısa süreli şiddetli akım görülürken, düşük form faktörü değerine sahip uzunlamasına olan havzalarda ise akım süresi daha uzundur (Nongkynrih ve Husain, 2011; Ghany, 2015).

Devrek Çayı Havzası'nın verilen formül doğrultusunda form faktörü hesaplandığında, 0,28 sonucu elde edilmiştir. İncelenen alt havzaların değerlerine bakıldığında 0,21 ile Yayalar, Çal ve Şap Dereleri Havzaları 0'a (sıfır) en yakın iken 0,67 ile de Kozluçay Deresi Havzası 1'e en yakın değere sahiptir. Tüm havza geneli form faktörünün ortalaması 0,37 olarak hesaplanmıştır. Belirtilen değer 0 (sıfır) değerine daha yakın olması ve daha önce hesaplanmış olan dairesellik oranı ve havza uzunluk oranlarından da elde edilen sonuçlara bakıldığında havzanın uzunlamasına bir şekle sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, havzanın şekillenmesinde tektonik faaliyetin baskın olduğunu göstermektedir. Havzanın şekillenme süreci üzerinde flüvyal etkinin ise daha geride kaldığını söylemek mümkündür.

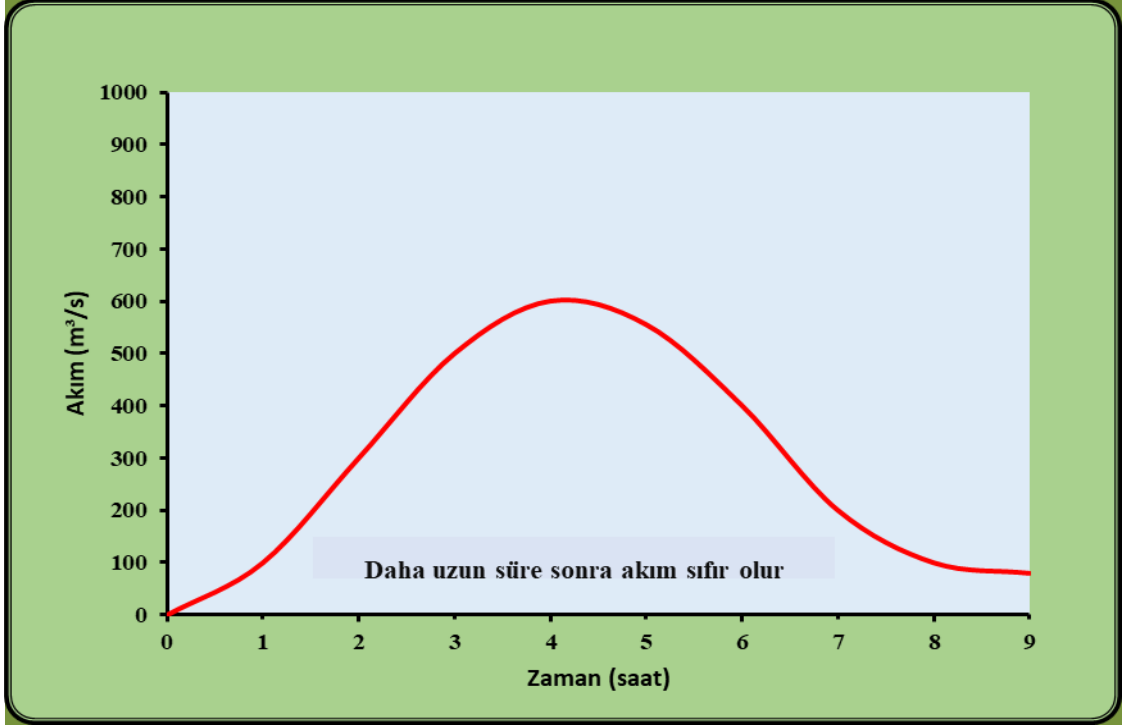
Genel anlamda uzun ve dairesel havzalar arasındaki fark, uzun havzalarda yan kollardan gelen sular kısa sürede ana yatağa ulaşmakta ancak uzun süreli ve basık zirveli bir taşkın hidrografı meydana getirmektedir. Buna karşın dairesel görünümlü havzalarda yan kollardan gelen sular uzun sürede fakat kısa bir zaman aralığında yatağın aşağı çığırında toplanmakta olup, kısa süreli ama yüksek pik değerlerine ulaşan hidrograflar oluşturmaktadır (Özdemir, 2007). Devrek Çayı Havzası sahip olduğu formundan dolayı akarsu havzalarında ani akım yükselmelerinden ziyade uzun süren yüksek akımlı geçişler beklenir. Ancak bu durum sel ve taşkın meydana gelmeyeceği anlamına gelmez. Nitekim 21 Mayıs 1998 yılında gerçekleşen taşkın hadisesi araştırma alanının aşağı çığırında çok büyük zarara yol açmıştır.

Dairesel karakterli havzalarda ise ana akarsuya bağlanan tali kolların boyları daha uzun olmaktadır. Bu nedenle daha fazla yağış suyu toplanır, ancak ana kolda toplanma uzun sürmektedir. Fakat havza şeklinden dolayı aşağı mecrada hemen hemen aynı sürede toplanan sular, kısa süreli fakat maksimum pik akıma neden olan taşkına sebebiyet vermektedir (Polat, 2019). Bu nedenle dairesel havzalarda, ani sel ve taşkın olaylarının gerçekleşme olasılığı daha fazladır. Ayrıca havzanın sahip olduğu şekil,

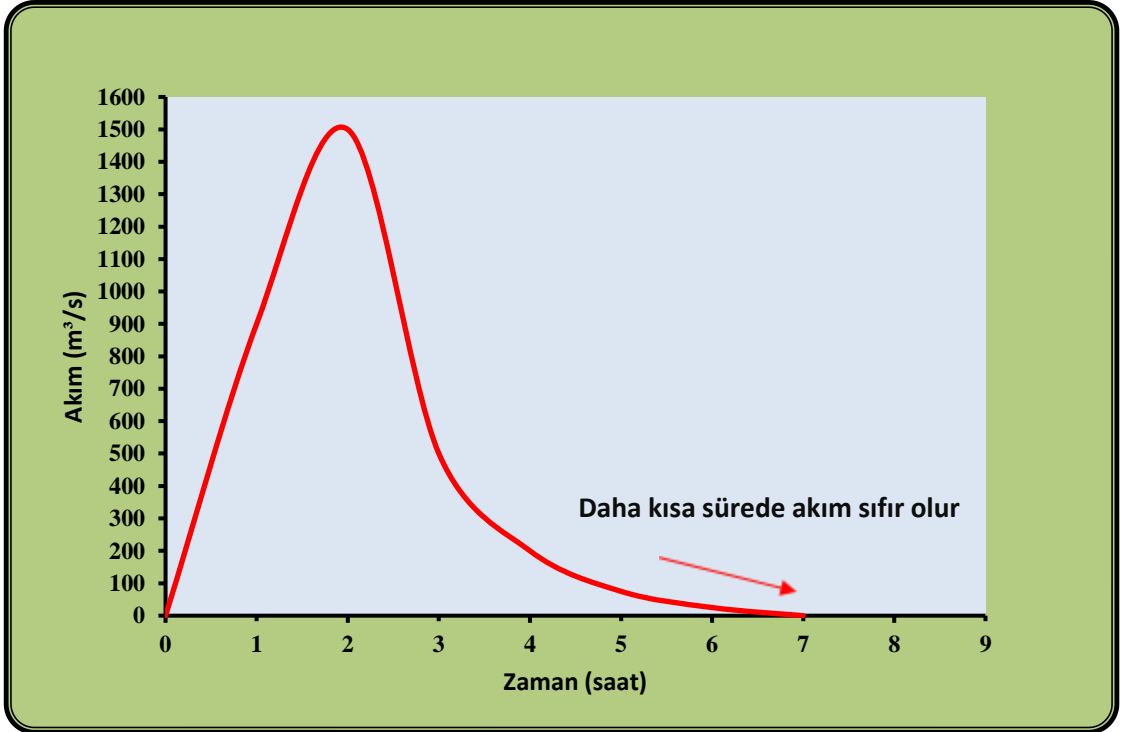
akımı, rejimi, aşındırma, taşıma ve biriktirme olaylarını da etkilemektedir (Harita 25; Şekil 46, 47).



Harita 23. Dar ve Uzun Karakterli Çal Deresi Havzası ile Geniş Dairesel Şekil Arz Eden Aksu Deresi Havzası



Şekil 45. Düşük Eğimli, Uzun Süreli; Ancak Daha Basık Zirveli Şekil Arz Eden Uzunlamasına Havzalara Ait Hidrograf Şekli (Kaynak: Polat, 2019)



Şekil 46. Dik Eğimli, Kısa Süreli; Fakat Maksimum Pik Akıma Neden Olan Dairesel Havzalara Ait Hidrograf Şekli (Kaynak: Polat, 2019)

5.1.7. Biçim/Şekil Katsayısı (R_{cf})

Havza uzunluğu karesinin havza alanına oranlanması sonucu elde edilmektedir (Bayazıt, 2013). Biçim/şekil katsayısı havzanın görünümünü hakkında fikir veren bir başka indistir.

Formül:

$$R_{cf} = \frac{L^2}{A}$$

L : Havza maksimum uzunluğu (km)

A : Havza Alanı (km²)

Devrek Çayı Havzası'nın şekil katsayısı 3,62 olarak belirlenmiştir. İncelenen alt havzalar içerisinde en yüksek şekil katsayısı 4,84 ile Yayalar Deresi Havzası sahiptir. En düşük şekil kat sayısı değeri ise 1,49 ile Demirciler Deresi Havzası'nda görülmektedir. Şekil katsayısında değer 1'e yaklaştıkça havza uzunlamasına görüntü kazanmaktadır. Form faktöründe ise değer 0'a yaklaştıkça uzunlamasına bir görünüme sahip olmaktadır. Biçim/şekil katsayısı ile form faktörü/havza şekli arasında izah açısından ters orantı bulunduğunu söylemek mümkündür.

5.1.8. Havza Şekil Faktörü (R_s)

Havza şekil faktörü indisi, ana akarsuyun sahip olduğu yatak uzunluğunun, havza ile aynı alanı kaplayan bir dairenin çapına bölünmesi ile hesaplanmaktadır (Helsel ve Hirsch, 2002). Bu indis havza geometrisini ifade etmektedir. Araştırma alanında topografik ve litolojik özelliklerin akarsu yataklarının gelişimi üzerindeki etkisini ortaya koymaya yarayan alansal bir indistir.

Formül;

$$R_s = L_m / \left[\left(\sqrt{\frac{A}{\pi}} \right) \times 2 \right]$$

L_m : Ana akarsu yatak uzunluğu (km)

A : Havza alanı (km²)

Yukarıda verilen formül doğrultusunda Devrek Çayı Havzası'nın havza şekil faktörü değeri 2,47 olarak hesaplanmıştır. Değerlendirmeye alınan alt havzalar bazında en yüksek havza şekil faktörü değerine sahip havza 2,14 ile Çal Dere Havzası'dır. Bu karşın en düşük havza şekil faktörü değeri ise 0,13 ile Demirciler Deresi Havzası'dır. Bu indiste en-boy oranlarının birbirine yakın olduğu havzalarda havza şekil faktörü düşük yani dairesel bir görünüme sahiptir. En-boy oranlarının birbirinden uzak olduğu havzalarda ise havza şekil faktörü yüksek çıkmakta bu da uzunlamasına bir havza olduğunun göstergesidir.

5.1.9. Havza Görünüm Oranı (V)

Havza görünüm oranı, havzanın şekli hakkında fikir veren alansal bir parametredir. Havza uzunluğunun havzanın maksimum genişliğine oranlaması sonucu bulunmaktadır. Bu indis havzaların en-boy korelasyonunun ortaya konulması ve aynı zamanda maksimum havza genişliğini baz aldığı için yapısal denetim hakkında da fikir edinilmesini sağlamaktadır (Ekinci, 2011). Devrek Çayı Havzası'nın görünüm oranı 1,43 olarak hesaplanmıştır. Değerlendirmeye alınan alt havzalar içerisinde en yüksek havza görünüm oranı 3,23 ile Yayalar Deresi Havzası'na aittir. Bunu 3,00 ile Çal Dere, havzası takip etmektedir. Çengeri Deresi 0,74 ile havza görünüm oranları en düşük havzadır.

5.1.10. Birim Şekil Faktörü (R_u)

Havza uzunluğunun havza alanının kareköküne oranı olarak tanımlanmaktadır (Seth, Ramasastri ve Rao, 1998). Birim şekil faktörü de havzanın şekli hakkında fikir vermektedir. Değer 1'e yaklaştığında havzanın şekli dairesel bir görünüm alırken, 1'in üzerindeki değerler ise havzanın uzunlamasına bir görünüme sahip olduğunu göstermektedir.

Formül;

$$R_u = \frac{L}{\sqrt{A}}$$

L: Havza uzunluğu

A: Havza alanı

Devrek Çayı Havzası'nın birim şekil faktör değeri 1,77 olarak hesaplanmıştır. Değerlendirilen alt havzalarda bu değer en yüksek olduğu havza Yayalar Deresi (2,20) Havzası'dır. Bu değeri 2,16 ile Çal Deresi Havzası takip etmektedir. Birim şekil faktör değerinin en düşük çıktığı havza ise 1,02 ile Çengeri Havzası'dır.

Sonuç olarak havzanın şeklini belirlemek amacıyla Dairesellik Oranı, Form Faktörü/ Havza Şekli, Biçim/Şekil Katsayısı, Havza Şekil Faktörü, Havza Görünüm Oranı ve Birim Şekil Faktörü olmak üzere toplam 6 farklı alansal parametre üzerinde çalışılmıştır. Tüm bu parametler Devrek Çayı Havzası'nın uzunlamasına bir havza olduğunu göstermektedir. Uzunlamasına havza özelliği gösteren araştırma alanında yağışla gelen sular kısa sürede ana kola ulaşması beklenmektedir. Ancak havzanın sahip olduğu formdan dolayı, kaynaktan döküldüğü yere kadar olan mesafede tali kolların taşıdıkları sular, aşağı mecrada farklı zamanlarda toplanmaktadır. Bu nedenle de sel ve taşkın riski çalışma alanı gibi uzunlamasına havzalarda dairesel havzalara oranla daha azdır. Yapılan bu hesaplama formüllerinde yağış sularının akışa geçme durumu üzerinde kontrol gücü olan litoloji, toprak ve vejetasyon özelliklerinin göz ardı edildiği görülmektedir. Bu durum hesaplamalarda sapmaların olmasına yol açacağı düşünülmektedir. Bu nedenle parametrelerin açıklanmasında göz ardı edilen ortam şartlarının muhtemel etkileri düşünülerek izah yapma ihtiyacı duyulmuştur.

5.1.11. Vadi Yoğunluğu (D_d)

Havzadaki toplam drenaj uzunluğunun havza alanına bölünmesi sonucu vadi yoğunluğu elde edilmektedir (Horton, 1945; Cürebal ve Ekinci, 2006). Bu indisde maksimum yağışlar esnasında yüzeysel akışı drene edebilecek durumda olan bütün vadi ve kanallar toplam akım üzerinde etkili olacağından; sadece akışın olduğu yatakları değil, kuru yatakların da dikkate almaktadır. Bu nedenle de taşkın hidrometrisi için önemi büyüktür. Ayrıca havzanın yüzey suları tarafından ne ölçüde parçalandığını ve havzanın jeolojik, litolojik, jeomorfolojik, iklimik ve vejetatif karakteristikleri hakkında da fikir vermektedir.

Formül;

$$D_d = \frac{\sum L}{A}$$

$\sum L$: Toplam drenaj uzunluğu (km)

A : Havza alanı (km²)

Düşük vadi yoğunluğuna sahip havzalar, genellikle yüksek sızma miktarının, nemli iklim koşullarının ve yoğun bitki örtüsünün olduğu sahalardır. Bu özelliklere sahip alanlarda akarsu sıklığının düşüklüğünden bahsetmek mümkündür. Ayrıca vadi yoğunluğunun düşüklüğü taşkın ihtimalinde zayıf olduğunu işaret etmektedir. Yüksek vadi yoğunluğuna sahip sahalarda ise genel olarak infiltrasyonun düşük, bitki örtüsünün cılız ve kurak iklim koşullarının hâkim olduğu görülmektedir. Elde edilen vadi yoğunluğu değeri havzanın vadiler tarafından ne ölçüde parçalandığı konusunda da fikir vermektedir (Özdemir, 2011; Turoğlu ve Aykut, 2019; Öztürk, 2020).

Devrek Çayı Havzası için hesaplanan vadi yoğunluğu 1,61 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuç havza genelinde ortalama her km² başına 1,61 km uzunlukta vadi oluşumunu göstermektedir. Araştırma sahasında farklı özellikteki litolojik unsurlara, iklimik ve vejetatif etkilere bağlı olarak topografya parçalanması sonucu vadi yoğunluğu farklı değerlerde çıkmaktadır. İncelemeye alınan alt havzalar içerisinde yer alan, Bolu Çayı Havzası 1,76 değeri ile en yüksek vadi yoğunluğuna sahiptir. Yağış gölgesinde kalan Bolu-Mengen hattı havzanın kuzeyine göre daha kurakçıl şartların hüküm sürdüğü bir ortam olması, bitki örtüsünün cılızlığı, daha şiddetli tektonik deformasyona maruz kalması ve arazi degradasyonu gibi nedenler, bu havzalarda vadi yoğunluğunun fazla olmasına yol açan temel etkenler olarak öne çıkmaktadır. Vadi yoğunluğunun en düşük olduğu alt havza ise 1,26 ile Gebedek Deresi Havzası'dır. Bu havza konum itibariyle vadi tabanına yakın küçük bir havza olup litolojisi aşınmaya dirençli granodiyoritlerden oluşan, intersepsiyon miktarının yüksek olduğu gür vejetasyon örtüsüne sahip alanlardır. Bu nedenle aşınmanın zayıflamasına bağlı olarak vadi yoğunluğu değeri düşmektedir.

5.1.12. Akarsu Sıklığı (F_s)

Bir havzadaki toplam akarsu dizinleri sayısının havza alanına oranı akarsu sıklığı olarak tanımlanmaktadır (Horton, 1945). Vadi yoğunluğu ile doğru orantılı olarak artmakta ya da azalmaktadır. Drenaj yoğunluğu ve akarsu sıklığı analizleri sonucu elde edilen veriler doğrultusunda havzaların drenaj deseni belirlenebilmektedir

(Özdemir, 2011). Yarıkurak sahalarda akarsu sıklığı yüksek, kurak sahalarda düşük, nemli sahalarda ise orta seviyelerde olduğu görülmektedir (Peltier, 1950). Bunun sonucu olarak akarsu sıklığı, havza ve çevresinin iklimi hakkında fikir vermektedir.

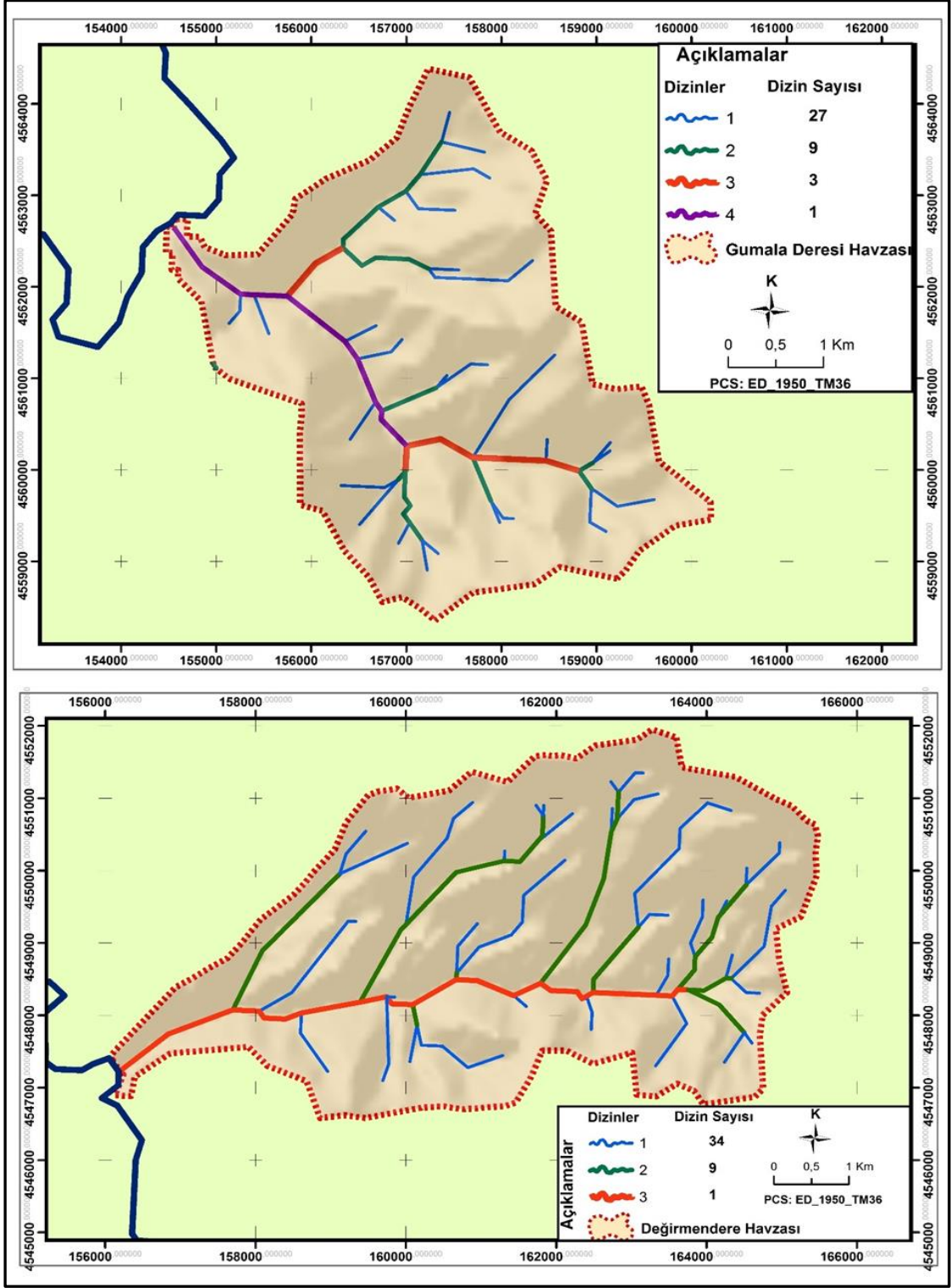
Formül;

$$F_s = \frac{N}{A}$$

N: Toplam akarsu dizinler sayısı

A: Havza alanı (km²)

Yukarıdaki formül doğrultusunda Devrek Çayı Havzası'nın akarsu sıklığı 1,81 olarak hesaplanmıştır. Alt havzalar arasında maksimum akarsu sıklığı değeri Çay Deresi Havzası'nda (3,94) görülmektedir. Akarsu sıklığı değerinin minimum olduğu havza ise 1,28 ile Bıçkı Deresi Havzası'dır. Araştırma alanında geniş alan kaplayan granodiyoritler ayrışmaya karşı dirençli olmakla beraber ayrıştıklarında kumlu bünyeli toprak oluşumu gözlenir. Oluşan kumlu bünyeli toprak yağış sularının yüzeyden sızmasını kolaylaştırmaktadır (Atalay, Altunbaş, Coşkun ve Siler, 2020). Ayrıca sahada nemlilik artmakta ve vejetasyon örtüsü gürleşmektedir. Bitki örtüsünün intersepsiyon etkisi ve kumlu tekstürlü toprakların oluşumuna etkisi dikkate alındığında araştırma alanında yer alan magmatik kökenli granodiyoritlerin yüzeylendiği litolojik birimler üzerinde bulunan havzalarda akarsu sıklığının düşük olması ortam koşullarıyla yakından ilişkili olduğu gözlemlenmiştir (Harita 26).



Harita 24. Gumala Deresi Havzası Yüksek, Değirmendere Havzası Düşük Akarsu Sıklığını Temsil Etmektedir.

5.1.13. İnfiltrasyon Sayısı (IN)

Bir havzanın infiltrasyon sayısı, drenaj yoğunluğu (D_d) değeri ile akarsu sıklığı değeri (F_s) çarpılması sonucu elde edilmektedir. Havzanın geçirimsizlik özellikleri hakkında bilgi veren alansal parametredir. Ayrıca düşük infiltrasyon değeri yüksek geçirimsizlik ile yüksek infiltrasyon sayısı ise düşük geçirimsizlik ile ifade edilmektedir. (Şekil 48).

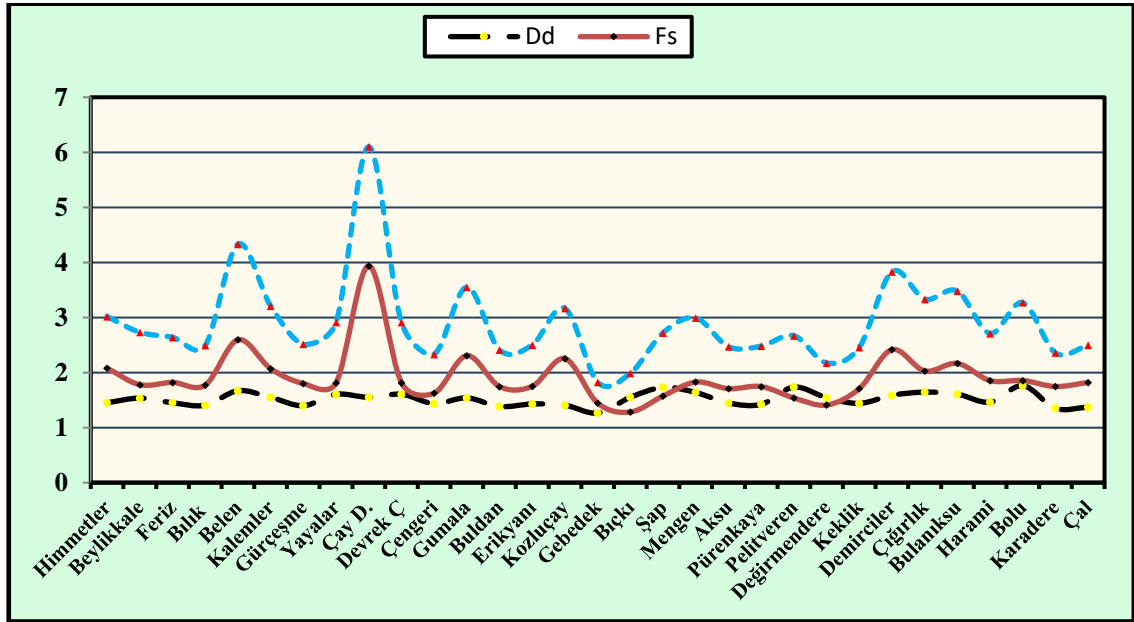
İnfiltrasyon sayısı havzadaki vadilerin çok sayıda bulunan kısa akarsular tarafından mı yoksa, daha az sayıda bulunan uzun akarsular tarafından mı kazıldıkları, yani topografyayı şekillendiren akarsuların nicelikleri hakkında bilgi edinilmesine yardımcı olmaktadır (Karataş, 2014).

Formül;

$$I_f = D_d \times F_s$$

D_d : Vadi yoğunluğu

F_s : Akarsu sıklığı



Şekil 47. Devrek Çayı Havzası ile Değerlendirmeye Alınana Alt Havzalara Ait Vadi Yoğunluğu (D_d), Akarsu Sıklığı (F_s) ve İnfiltrasyon Sayıları (IN) Arasındaki İlişki

Devrek Çayı Havzası'nın infiltrasyon sayısı yukarıda anlatılan yöntemle göre 2,91 olarak hesaplanmıştır. Değerlendirmeye alınan alt havzalar bazında infiltrasyon

değeri 1,83 ile 6,10 arasında değişiklik göstermektedir. Alt havzalar bazında bakıldığında maksimum infiltrasyon sayısına 6,10 ile Çay Deresi Havzası sahiptir. Gebedek Deresi Havzası (1,82) ise düşük infiltrasyon derecesine sahiptir. Bu oranların farklılığı litolojik yapı ile doğrudan bağlantılıdır. İnfiltrasyon değerleri yüksek olan Çay Deresi Havzası geçirimsizliği düşük olan killi bünyeli toprak veren flişler üzerinde gelişmiştir. Buna karşın infiltrasyon değerinin düşük olduğu Gebedek Deresi Havzası ayrışmaya karşı dirençli granodiyorit gibi kumlu bünyeli toprak veren volkanik kayacın üzerinde kurulu olması infiltrasyon değerini etkilemektedir.

5.1.14. Tekstür Oranı (R_t)

Birinci dizindeki toplam akarsu sayısının havzanın çevre uzunluğuna oranı ile tekstür oranı hesaplanmaktadır. Elde edilen sonuç havzanın iklim, yağış miktarı, vejetasyon, kayaç ve toprak türü, infiltrasyon kapasitesi ve relief özellikleri hakkında fikir sahibi olunmasına yardımcı olmaktadır. Bu oranın yüksek olması, eğim derecesinin fazla, infiltrasyon koşullarının elverişsiz, ana kola su taşıyan 1. düzeydeki akarsu kollarının ise fazla olduğu anlamına gelmektedir. Değerin düşük çıkması da bunların tersi durumları işaret etmektedir. Ayrıca tekstür oranı bakı durumuna bağlı olarak da değişiklik göstermektedir (Schumm, 1956; Pareta ve Pareta, 2011; Waikar ve Nilawar, 2014).

$$\text{Formül; } R_t = \frac{N_{u1}}{p}$$

N_{u1} : 1. dizilerin toplam sayısı

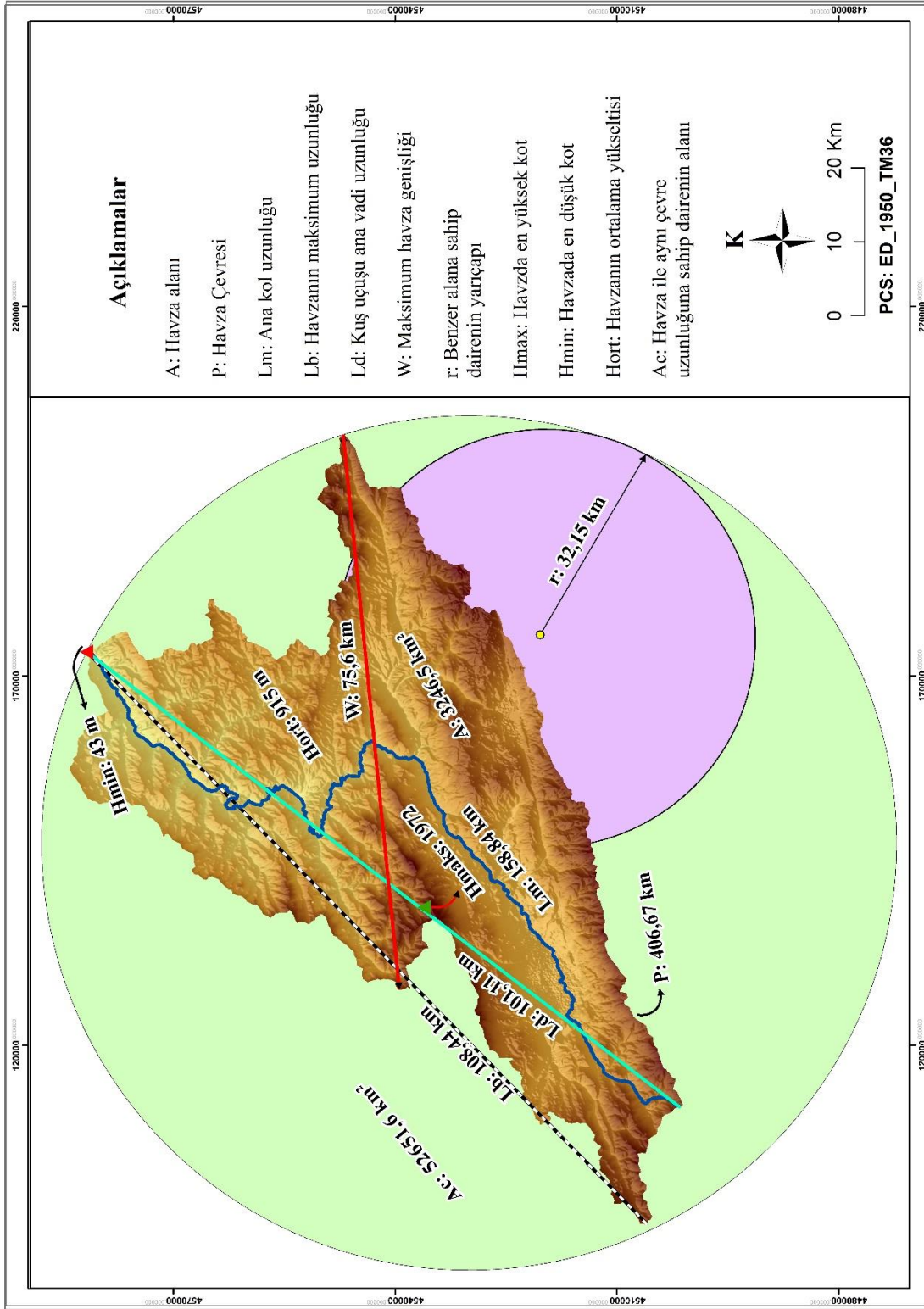
P : Havzanın çevre uzunluğu (km)

Strahler yöntemine göre Devrek Çayı Havzası'nın tekstür oranı 11,32 olarak hesaplanmıştır. Alt havzalar içerisinde en yüksek tekstür oranı 8,03 ile Bolu Çayı; 6,54 ile Mengen Çayı havzalarında, en düşük tekstür oranı ise 0,49 ile 3. dizin düzeyinde olup fliş arazi üzerinde yeni gelişen Yayalar Deresi Havzası'na aittir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde havza geneli ve alt havzalarda çıkan tekstür oranlarına göre; R_t oranının yüksek çıktığı havza geneli ve alt havzalarda, ana akarsu koluna su taşıyan 1. düzeydeki kolların fazla olduğu söylenebilir. 1. dizin düzeyinin Bolu ve Mengen çayı havzalarında yüksek çıkmasında yarıkurak ortam şartları ile

geçirimsizliğin zayıf olduğu killi bünyeli toprakların geniş alanlar kaplamasının etkili olduğu düşünülmektedir.

5.2. Çizgisel Morfometrik Parametreler

Çizgisel Morfometrik parametrelerin temeli akarsu uzunluğu ve dizinleri sayısına dayanmaktadır. Elde edilen değerler hem kendi aralarında mukayese edebilme hem de diğer parametrelerin (alansal ve yüzeysel parametreler) hesaplanmasında gerek duyulan bileşenleri sağlaması açısından önemlidir. Bu çalışmada havzanın çizgisel parametrelerinin morfometrik olarak incelenmesi; havza uzunluğu (L), maksimum havza genişliği (W), ana akarsu uzunluğu (Lm), akarsu uzunluk oranı (RI), çatallanma evresi ve oranı (Rb), yatak eğim oranı (Rm), yatak kıvrımlılık oranı (Rsi), yüzeysel akış uzunluğu (Lf) ve uygunluk oranı (Ri) hesaplamalarını kapsamaktadır. Belirtilen çizgisel morfometrik analizler, başta Devrek Çayı Havzası olmak üzere incelemeye alınan alt havzalara ayrı ayrı uygulanmıştır (Harita 23; Tablo 53).



Harita 25. Devrek Çayı Havzası'nın Boyutlarına Ait Başlıca Özellikler

Tablo 54. Devrek Çayı Havzası ve Başlıca Alt Havzalarının Çizgisel Morfometrik İndislere Ait Değerleri

Havza Adı	Çizgisel Parametreler									
	L	W	Lm	Lf	R1	Rb	Rm	Rsi	Ri	Ld
	(Km)	(Km)	(Km)	(Km)						
Devrek Çayı Havzası	108,44	75,60	164,86	0,31	1,89	4,27	0,008	1,6	0,4	102,95
Bolu Çayı	70,94	25,46	77,18	0,28	1,97	4,38	0,01	1,18	0,38	65,17
Mengen Çayı	44,64	35,16	50,98	0,31	2,44	4,36	0,02	1,16	0,31	44,11
Pürenkaya Deresi	22,5	18,07	34,61	0,35	2,05	4,36	0,03	1,56	0,39	22,23
Çal Dere	20,53	11,06	23,01	0,36	1,84	5,12	0,06	1,14	0,42	20,18
Karadere	18,4	12,82	31,49	0,37	2,02	4,28	0,04	1,71	0,44	18,4
Aksu Deresi	18,26	11,56	20,44	0,35	3,32	3,99	0,05	1,14	0,38	17,98
Buldan Deresi	16,29	6,84	20,4	0,36	1,74	3,54	0,04	1,28	0,39	15,9
Feriz Deresi	11,77	9,79	16,14	0,34	1,85	5,11	0,04	1,42	0,4	11,38
Erikyanı Deresi	11,57	6,82	14,37	0,35	1,88	4,14	0,06	1,28	0,43	11,24
Harami Dere	11,08	8,97	13,02	0,34	1,79	3,96	0,06	1,22	0,43	10,71
Değirmendere	9,66	6,86	10,37	0,32	1,77	6,39	0,05	1,13	0,38	9,2
Şap Deresi	9,54	5,26	10,77	0,29	1,59	5,2	0,08	1,13	0,4	9,51
Beylikkale Deresi	7,21	5,77	8,14	0,33	1,92	3,25	0,08	1,19	0,34	6,82
Gürçeşme Deresi	6,72	3,80	7,52	0,36	1,89	5,2	0,07	1,16	0,39	6,46
Çengeri Deresi	6,59	3,77	10,99	0,35	2,21	4,14	0,05	1,7	0,35	6,48
Gumala Deresi	6,49	4,15	6,5	0,32	1,67	3	0,09	1,11	0,32	5,86
Pelitveren Deresi	5,98	4,22	6,97	0,29	2,35	4,75	0,07	1,2	0,42	5,79
Bıçkı Deresi	5,77	5,02	6,99	0,32	2,55	3,5	0,08	1,27	0,43	5,53
Çığırık Deresi	5,43	2,93	5,86	0,3	3,3	3,5	0,09	1,12	0,34	5,22
Himmetler Deresi	5,38	2,99	5,57	0,34	1,55	3,5	0,11	1,17	0,38	4,76
Keklik Deresi	5,17	2,38	5,6	0,35	1,62	4,17	0,1	1,12	0,35	4,98
Gebedek Deresi	5,11	3,15	5,28	0,4	1,93	3,33	0,11	1,08	0,37	4,87
Yayalar Deresi	4,64	1,94	4,92	0,30	1,45	2,50	0,16	1,06	0,40	4,64
Kademler Deresi	4,61	2,25	5,04	0,32	3,58	3,75	0,15	1,16	0,39	4,34
Bulanıksu Deresi	4,54	2,72	5,06	0,31	2,67	3,50	0,16	1,15	0,39	4,39
Bılık Deresi	4,27	2,31	4,51	0,36	2,98	3,00	0,17	1,11	0,39	4,06
Belen Deresi	4,14	1,43	4,44	0,30	3,12	3,00	0,18	1,07	0,44	4,14
Demirciler Deresi	2,54	1,58	2,73	0,32	2,67	2,67	0,13	1,15	0,30	2,38
Kozluçay Deresi	2,45	3,01	2,86	0,36	2,07	2,50	0,20	1,17	0,34	2,45
Çay Deresi	2,32	1,25	2,37	0,32	1,18	2,00	0,21	1,10	0,36	2,15

5.2.1. Havza Uzunluğu (*L*)

Ana akarsu olarak kabul edilen dizinlerin ağız noktası ile kaynak noktası arasına çizilen doğruya paralel olacak şekilde, havzanın su bölüm çizgisinden başlayıp, yine havzanın su bölümü çizgisinde bitecek şekilde ölçülen en büyük değer havza uzunluğu olarak tanımlanmaktadır (Strahler, 1957).

Devrek Çayı Havzası'nın havza uzunluğu 101,11 km olarak belirlenmiştir. Maksimum havza uzunluğu ise 108,44 km'dir. Alt havzalarda en fazla havza uzunluğuna 59,51 km ile Bolu Çayı Havzası sahiptir. En az havza uzunluğu ise 2,32 km ile Çay Deresi Havzası'nda ölçülmüştür. Değerlendirmeye alınan alt havzaların ortalama havza uzunluğu 11,44 km'dir.

Bir havza uzunluğunun kendi başına ifade ettiği nicelikten çok, başka morfometrik parametrelerin belirlenmesindeki etkileri önemlidir. Havza uzunluğuna karşılık gelen büyüklüğe bakılarak bir havza hakkında kesin yorumlama yapılamamakla birlikte genel olarak uzunluğu fazla olan havzalar kısa olanlara göre hidrografik açıdan daha gelişmiş havzalara karşılık gelmektedir. Araştırma alanında yer alan havza uzunluğu fazla olan Bolu ve Mengen çayları ile Pürenkaya (Karasu Deresi), Çal ve Karadere havzalarında havza alanı, dizin gelişimi, akarsu uzunluğu gibi parametreler başta olmak üzere havza uzunluğu kısa olan Bılık Deresi, Belen Deresi, Demirciler Deresi, Kozluçay Deresi, Çay Deresi havzalarına göre daha gelişmiş durumdadır.

5.2.2. Maksimum Havza Genişliği (*W*)

Maksimum Havza Genişliği (*W*), havzada uzun eksene dik olarak ölçülen en büyük değerdir. Flüvyal aşındırmanın havzadaki etkinliğinin yorumlanması açısından önemli bir parametre olup havza görünüm oranı gibi başka parametrelerin hesaplanmasında gerek duyulan bileşenlerden birisidir (Karataş, 2014; Polat, 2019). Maksimum havza genişliği ile havza uzunluğunun birbirine yakın olması durumunda havza gelişiminde etkin rolün flüvyal süreçler ile gerçekleştiği söylenebilir. Bu gibi havzalarda dairesellik yüksek çıkarken havza uzunluğu ile maksimum havza genişliği arasındaki fark fazlalaştıkça havza uzunlamasına özellik kazanmaktadır. Bu gibi havzalar tektonizmanın kontrolünün fazla olduğu alanlarda gözlemlenir. Flüvyal süreçlerde ise akarsu kurulumunun genç olmasını gösterir. Havza uzunlukları birbirine

yakın olan Feriz ve Erikyanı derelerinden Feriz Deresi'nin Erikyanı Deresi'ne göre havza genişliği daha fazladır. Bu durum Feriz Deresi'nin daireselliğinin daha yüksek olduğuna işaret eder. Benzer iklimik koşullar altında Erikyanı Deresi'nde sular daha hızlı havzayı terk ederken, Feriz Deresi'nde taşkın riskinin daha yüksek olması beklenir.

Devrek Çayı Havzası'nın maksimum havza genişliği 75,60 km olarak ölçülmüştür. Alt havzalar arasında en uzun havza genişliği Mengen Çayı Havzası'nda (35,16 km) iken, buna karşılık minimum havza genişliği ise Çay Deresi Havzası (1,25 km)'dir.

5.2.3. Akarsu Uzunluk Oranı (R_1)

Akarsu Uzunluk Oranı, belirli bir dizindeki ortalama akarsu uzunluğunun (Lu) kendinden bir üst dizideki ortalama akarsu uzunluğuna ($Lu+1$) oranlanması olarak ifade edilmektedir (Horton, 1945; Sethupathi, Lakshmi, Vasanthamohan ve Mohan, 2011; Jaganathan, Annaidasan, Surendran ve Balakrishnan, 2015). Bu parametre her dizi için ayrı ayrı hesaplanmaktadır. Herhangi bir dizindeki akarsuyun ortalama uzunluğu, bir sonraki daha düşük düzeydeki ortalama akarsu uzunluğundan daima daha yüksektir. Uzunluk oranı, akarsu kollarındaki yatak uzunluklarına bağlı olarak tutulma oranlarını ve drene edebilme süresi hakkında bilgi vermektedir. Akarsu uzunluk oranı, yüzeysel akış ve boşalma, havzanın erozyon durumu ve taşkın ile önemli derecede ilişkilidir (Kanth ve Hassan, 2012; Hajam, Hamid ve Bhat, 2013).

Formül;

$$R_1 = \frac{Lu}{Lu + 1}$$

Lu : Belirli bir dizindeki ortalama akarsu uzunluğu (km)

$Lu+1$: Bir üst dizideki ortalama akarsu uzunluğu (km)

Devrek Çayı Havzası'nın akarsu uzunluk oranı 1,89'dir. Alt havzalar arasındaki en yüksek değer ise 3,58 ile Kademler Deresi Havzasına aittir. En düşük akarsu uzunluk oranının görüldüğü alt havza ise Çay Deresi Havzası (1,18) olarak belirlenmiştir (Tablo 54). Benzer alana sahip Pelitveren ve Keklik dereleri mukayese

edildiğinde Pelitveren Deresi'nde akarsu uzunluk oranının daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum akarsuların havzada tutulması üzerinde etkilidir. Benzer koşullar altında Keklik Deresi'nde suların drene olma süresi Pelitveren Deresi'ne göre daha kısa olması beklenen bir durumdur. Akarsu uzunluk oranı havzanın dairesellik oranı ile de yakından ilişkilidir. Daireselliği yüksek olan havzalarda akarsu uzunluk oranı daireselliği düşük olan havzalara göre daha yüksek çıkmaktadır. Nitekim daireselliği yüksek olan Aksu Deresi Havzası'nda kendisinden daha büyük bir havza olan Karadere Havzası'na göre akarsu uzunluk oranı daha yüksek çıkmaktadır. Bu durum düşen yağış miktarının oransal olarak Aksu Deresi Havzası'nda daha fazla tutulduğu ve anakolda daha fazla birikim olduğunu göstermektedir.

Tablo 55. Devrek Çayı Havzası ve Başlıca Alt Havzalarının Strahler Metoduna Göre Akarsu Dizinlerine Ait Uzunluk Değerleri (km) ve Oranları (R_l)

Havza Adı	Uzunluk ve Oran	Uzunluk Oranı							Ort.
		1. Dizin	2. Dizin	3. Dizin	4. Dizin	5. Dizin	6. Dizin	7. Dizin	
Devrek Çayı	Uzunluk	2819,97	1233,86	589,84	283,06	129,14	68,62	87,68	744,6
	Oran	2,29	2,09	2,08	2,19	1,88	0,78		1,89
Bolu Çayı	Uzunluk	1063,3	479,52	232,16	96,22	39,26	57,49		327,99
	Oran	2,22	2,07	2,41	2,45	0,68			1,97
Mengen Çayı	Uzunluk	681,95	305,65	145,91	62,89	47,08	11,13		209,1
	Oran	2,23	2,09	2,32	1,34	4,23			2,44
Pürenkaya Deresi	Uzunluk	172,63	79,97	36,29	10,77	22,15			64,36
	Oran	2,16	2,20	3,37	0,49				2,05
Buldan Deresi	Uzunluk	70,46	27,78	15,31	9,18	9,55			26,46
	Oran	2,54	1,81	1,67	0,96				1,74
Karadere	Uzunluk	124,73	49,14	31,2	20,12	8,33			46,71
	Oran	2,54	1,57	1,55	2,42				2,02
Aksu	Uzunluk	106,68	46,55	19,37	21,27	2,77			39,33

Deresi	Oran	2,29	2,40	0,91	7,68	3,32
Çal Dere	Uzunluk	65,05	29,69	10,78	18,71	31,06
	Oran	2,19	2,75	0,58		1,84
Feriz Deresi	Uzunluk	66,61	26,05	21,83	12,18	31,67
	Oran	2,56	1,19	1,79		1,85
Harami Dere	Uzunluk	31,59	14,74	5,52	9,7	15,39
	Oran	2,14	2,67	0,57		1,79
Erikyanı Deresi	Uzunluk	30,03	8,82	9,45	7,19	13,87
	Oran	3,41	0,93	1,31		1,88
Çengeri Deresi	Uzunluk	32,26	17,93	4,48	5,39	15,01
	Oran	1,80	4,00	0,83		2,21
Beylikkale Deresi	Uzunluk	16,48	5,13	2,52	4,99	7,28
	Oran	3,21	2,04	0,51		1,92
Gumala Deresi	Uzunluk	13,07	6,93	2,97	3,7	6,67
	Oran	1,89	2,33	0,80		1,67

Tablo 54. Devamı

Havza Adı	Uzunluk ve Oran	Uzunluk Oranı							Ort.
		1. Dizin	2. Dizin	3. Dizin	4. Dizin	5. Dizin	6. Dizin	7. Dizin	
Çığırık Deresi	Uzunluk	19,63	3,9	2,46	0,75				6,68
	Oran	5,03	1,59	3,29					3,3
Değirmendere	Uzunluk	25,92	13,97	8,29					16,06
	Oran	1,86	1,69						1,77
Şap Deresi	Uzunluk	18,86	9,35	8,08					12,1
	Oran	2,02	1,16						1,59
Gürçeşme Deresi	Uzunluk	14,75	5,07	5,79					8,54
	Oran	2,91	0,88						1,89
Himmetler Deresi	Uzunluk	5,01	1,87	4,28					11,17
	Oran	2,67	0,44						1,55
Keklik Deresi	Uzunluk	8,89	3,82	4,16					5,62
	Oran	2,33	0,92						1,62
Bulanıksu Deresi	Uzunluk	7,97	1,67	2,96					4,2
	Oran	4,77	0,56						2,67
Belen	Uzunluk	3,89	0,65	2,54					2,36

Deresi	Oran	5,99	0,26		3,12
Pelitveren Deresi	Uzunluk	12,24	5,83	2,24	6,77
	Oran	2,1	2,6		2,35
Bılık Deresi	Uzunluk	5,5	1	2,23	2,91
	Oran	5,52	0,45		3,3
Yayalar Deresi	Uzunluk	3,61	1,86	1,96	2,48
	Oran	1,94	0,95		1,45
Gebedek Deresi	Uzunluk	7,25	3,92	1,95	4,37
	Oran	1,85	2,02		1,93
Bıçkı Deresi	Uzunluk	8,15	5,95	1,59	5,23
	Oran	1,37	3,74		2,55
Çay Deresi	Uzunluk	1,1	0,63	1,03	0,92
	Oran	1,76	0,61		1,18
Demirciler Deresi	Uzunluk	5,03	1,24	0,95	2,41
	Oran	4,04	1,31		2,67
Kozluçay Deresi	Uzunluk	3,41	1,38	0,83	1,87
	Oran	2,48	1,66		2,07
Kademler Deresi	Uzunluk	5,59	4,17	0,72	3,49
	Oran	1,34	5,82		3,58

5.2.4. Ana Akarsu Uzunluğu (L_m)

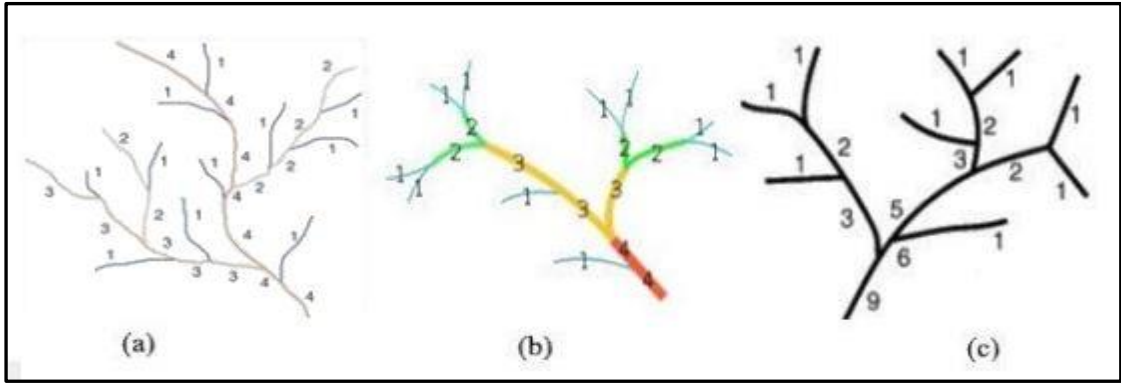
Ana akarsu uzunluğu, bir havzanın kaynak kesimindeki en uzun birinci dizinden, akarsuyun en büyük dizindeki ağız kısmına kadar olan vadi uzunluğudur (Horton, 1945). Devrek Çayı'nın toplam uzunluğu, yukarıda bahsedilen yöntemle göre 158,84 km olarak belirlenmiştir. Belirlenen alt havzalardan en uzun akarsu 71,13 km ile Bolu Çayı'dır. Alt havzalardan en kısa akarsu ise 2,37 km ile Çay Deresi'dir. Bununla birlikte, belirlenen alt havzaların ortalama uzunluğu 13,94 km'dir. Alt havzaların ortalama uzunluğunun düşük olması çok sayıda kısa boylu akarsuyun varlığına işaret etmektedir.

Araştırma alanında ana akarsu uzunluğu kısa olan alt havzalar aynı zamanda alansal olarak küçük olan havzalara karşılık gelmektedir. Ayrıca bu alt havzalarda yatak eğiminin artış gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durum hakkında ana akarsu uzunluğunun kısa olduğu havzalar için topografyanın kontrolünde gelişen genç karakterli akarsular olduğu yönünde yorumlama yapılabilir. Benzer havza uzunluğuna sahip havzalardan Çengeri Deresi'nin Gumala Deresi'ne göre ana akarsu uzunluğunun

oldukça fazladır. Her ikisinde 4. dizin düzeyinde olan bu alt havzalardan Çengeri Deresi'nin ana akarsu uzunluğunun fazla olması yatak kıvrımlılığının fazla olması ile açıklanabilir. Ayrıca bu durum havzalardan Çengeri Deresi'nin flüvyal gelişim açısından daha ileri safhada olduğunu göstermektedir.

5.2.5. Çatallanma Evresi ve Oranı (R_b)

Havza, bir ana akarsu ve buna çeşitli yönlerden farklı uzunlukta tali kolların bağlanması ile oluşan drenaj ağından meydana gelmektedir. Akarsu kollarının dallanma evresini, dizin sayısını ve çatallanma oranlarını ortaya koymak amacıyla birçok araştırmacı (Horton, 1945; Strahler, 1952a; Shreve, 1967) tarafından çeşitli sayısal yöntemler üretilmiştir. Çatallanma oranında Horton'un metodu Strahler (Strahler, 1952a) tarafından iyileştirilmiştir. Devrek Çayı Havzası'nda bulunan akarsulara Strahler tarafından geliştirilen çatallanma metodu uygulanmıştır (Şekil 45).



Şekil 48. Akarsu derecelendirme sistemleri (a) Horton, 1945 (b) Strahler, 1952 ve (c) Shreve, 1967 (Aktaran: Sabancı, 2016)

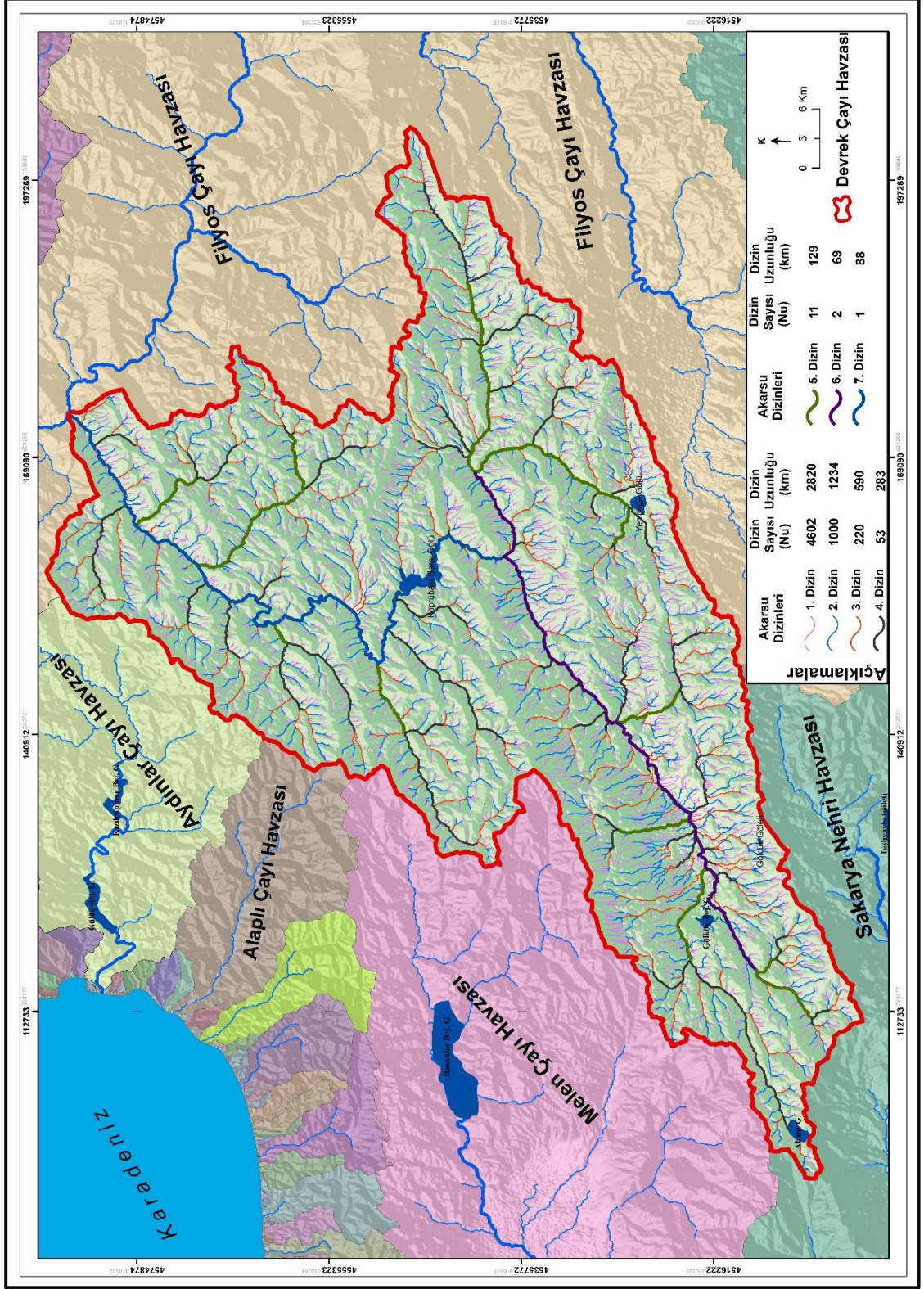
5.2.6. Çatallanma Evresi

Strahler'e göre; akarsuyun tamamından ziyade, akarsu kolları derecelendirilmektedir. En küçük kanallar 1. diziyi (sırayı), iki tane birinci dereceden iki kolun birleşmesi 2. diziyi oluşturmaktadır. İkinci dereceden de iki kol birleşerek 3. dizi akarsu kolunu oluşturur ve diğer kollar da bu şekilde devam etmektedir. Aynı dereceden iki kol bir araya gelirse de oluşan kolun derecesi bir derece artmaktadır. Farklı derecelerde iki kol birleşirse de derecesi yüksek olan akarsuyun derecesi kullanılmaktadır (Atalay, 2018; Turoğlu, 1997; Hoşgören, 2015).

Bir sahada çatallanma evreleri ve kol sayılarının belirlenmesi, sel ve taşkın riskinin arttığı sahaların tespiti konusunda yardımcı olmaktadır. Ayrıca bu indis sayesinde, havzanın büyüklüğü, tektonik faaliyetlerden etkilenme, jeomorfolojik ve litolojik özellikleri, iklim ve bitki örtüsü hakkında fikir edinmek de mümkündür. Çünkü bu ölçütlerin etki oranına göre flüviyal süreç şekil almaktadır (Polat, 2019). Araştırma alanında belirlenen alt havzalarda dizin sayıları ve çatal sayılarının fazla olduğu havzalar aynı zamanda alansal olarak daha büyük havzalara karşılık gelirken, dizin düzeyi ve çatal sayısının düşük olduğu havzalar daha küçük havzalardır. Bu durum büyük havzalarda akarsu ağı kurulumunun daha ileri safhada olduğunu göstermektedir. Benzer koşullar altında büyük havzalar daha fazla yağış aldığından ana akarsuda biriken su miktarının fazla olacağı anlamına gelmektedir.

Devrek Çayı Havzası'nın çatallanma evreleri ve bu evrelere ait kol sayısı ve oranlarının hesaplanması için yapılan hidroloji analizi sonucu, Strahler yöntemine göre havzadaki akarsu kolları, hiyerarşik düzende dizi sistemleri tespit edilerek 7 evre olduğu belirlenmiştir (Harita 24; Tablo 55). Havza genelinde çatallanma evresinin 7 dizi olması, havzanın büyük olduğuna ve havzada geçirgenliğin düşük, eğimin fazla olduğunu işaret etmektedir. Araştırma alanının jeoloji haritası (Harita 2) incelendiğinde havzanın büyük bir bölümünün, özellikle kuzeydoğuda Dömek Tepe, batıda Ahlatcık Tepe arasında kalan sahada magmatik bir kayaç olan granodiyoritler yer almaktadır. Bu durum havzadaki geçirgenliğin zayıflığını destekler niteliktedir. Ancak kuvars mineralinin yoğunluğu nedeniyle ayrıştığında kumlu toprak oluşturan eğimin azaldığı yerlerde yüzeysel akış sınırlanmakta ve infiltrasyon artmaktadır. Havzanın orta kesiminde vadi yamaçları boyunca eğim oldukça fazladır. Oluşan toprakların hafif bünyeli olması ve eğimin çok fazla olmadığı alanlarda iklimin de etkisi ile gür bitki örtüsünün gelişimi yüzeysel akışı kontrol etmektedir. Hesaplamaya tabi tutulan alt havzalarda çatallanma evresi 3, 4, 5 ve 6. dizin arasında değişiklik göstermektedir. Bu dizilerdeki değişim üzerinde iklimik ve jeomorfolojik özellikler, litolojik yapı, vejetasyon, havzanın şekli ve alan büyüklüğü, tektonik hareketler ve beşerî faaliyetlerin etkili olduğu söylenebilir. Örneğin Bolu ve Mengen alt havzalarında 6 dizin bulunmaktadır. Temelde akarsu kurulumları üzerinde tektonizmanın rolü bulunmaktadır. Ayrışmaya karşı direnci düşük olan fliş örtülerinin geniş yer kapladığı alanda ağır bünyeli toprak oluşumu genelde yaygındır. Bu iki alt havzada yarıkurak ortam şartları belirginleşmektedir. Buna bağlı olarak vejetasyon

cılızlaşmaktadır. Tüm bu şartlar akarsuların yatak oluşturmasını kolaylaştırmaktadır. Ancak havzada su tüketiminin artmasına bağlı olarak ve bu tüketim talebine cevap verebilmek amacıyla yapılan baraj ve göletler akarsuların doğal süreçlerinde kesintilere neden olan beşerî etkiler olarak ortaya çıkmaktadır. Nitekim bir derenin suyunun doğal akışının bozulması veya kontrol altına alınması yaşanan süreci olumsuz etkilemektedir.



Harita 26. Devrek Çayı Havzası'nın Strahler Metoduna Göre Çatallanma Evreleri ve Bu Evrelere Ait Kol Sayıları (*Nu*) ile Dizin Uzunluğu (km)

Devrek Çayı Havzasının çatallanma evrelerine ait kol sayıları incelendiğinde 1. dizine ait kolların sayısı 4602'dir. Toplam kol uzunluğu ise 2820 km'dir. 1. dizideki

hem kol sayısının hem de toplam kol uzunluğunun diğer dizilere ait kol sayılarına ve uzunluklarına oranla oldukça yüksek çıkması, diğer akarsu kollarına göre sayıca çok fazla koldan meydana gelmesinden kaynaklanmaktadır. 2. dizine ait kol sayısı 1000 iken bu kolun uzunluğu ise 1234 km'dir. 3. dizinin çatallanma kol sayısı 220 tanedir. Toplam uzunluğu 590 km'dir. 4. dizinin kol sayısı 53, uzunluğu 283 km iken 5. dizin ise 11 adet kol, 129 km uzunluğuna sahiptir. 6. dizinde ise ana kolu besleyen 2 adet yan kol bulunmaktadır. Bunlardan biri Bolu Çayı diğeri ise Mengen Çayı'dır. Bu iki büyük akarsuyun toplam uzunluğu 69 km'dir. Ana kol özelliği gösteren 7. dizine ait çatallanma kol sayısı ise 1 tanedir. Mevcut yatak uzunluğu yaklaşık 88 km olarak ölçülmüştür (Tablo 55).

Tablo 56. Devrek Çayı Havzası ve Belirlenen Alt Havzalarının Strahler Metoduna Göre Akarsu Dizilerine Ait Kol Sayısı (*Nu*) ve Uzunluk Değerleri (km)

Havza Adı	Kol Sayısı ve Uzunluk	Çatallanma Evresi							Toplam Uzunluk (Km)
		1. Dizin	2. Dizin	3. Dizin	4. Dizin	5. Dizin	6. Dizin	7. Dizin	
Devrek Çayı	Sayı	4602	1000	220	53	11	2	1	5889
	Uzunluk	2819,97	1233,86	589,84	283,06	129,14	68,62	87,68	5212,18
Bolu Çayı	Sayı	1600	359	85	22	5	1		2072
	Uzunluk	1063,3	479,52	232,16	96,22	39,26	57,49		1967,95
Mengen Çayı	Sayı	1083	246	54	14	2	1		1400
	Uzunluk	681,95	305,65	145,91	62,89	47,08	11,13		1254,61
Pürenkaya Deresi	Sayı	314	66	11	3	1			365
	Uzunluk	172,63	79,97	36,29	10,77	22,15			321,81
Karadere	Sayı	237	49	13	2	1			302
	Uzunluk	124,73	49,14	31,2	20,12	8,33			233,53
Aksu Deresi	Sayı	189	33	7	2	1			232
	Uzunluk	106,68	46,55	19,37	21,27	2,77			196,64
Buldan Deresi	Sayı	130	27	7	2	1			167
	Uzunluk	70,46	27,78	15,31	9,18	9,55			132,28
Çal Dere	Sayı	134	25	5	1				165
	Uzunluk	65,05	29,69	10,78	18,71				124,24
Feriz Deresi	Sayı	128	24	6	1				159
	Uzunluk	66,61	26,05	21,83	12,18				126,66

Tablo 55. Devamı

Havza Adı	Kol Sayısı ve Uzunluk	Çatallanma Evresi						Toplam Uzunluk (Km)
		1. Dizin	2. Dizin	3. Dizin	4. Dizin	5. Dizin	6. Dizin	
Harami Dere	Sayı	60	13	4	1			78
	Uzunluk	31,59	14,74	5,52	9,7			61,55
Çengeri Deresi	Sayı	54	11	2	1			68
	Uzunluk	32,26	17,93	4,48	5,39			60,06
Erikyanı Deresi	Sayı	54	11	2	1			68
	Uzunluk	30,03	8,82	9,45	7,19			55,48
Değirmendere	Sayı	34	9	1				44
	Uzunluk	25,92	13,97	8,29				48,17
Beylikale Deresi	Sayı	31	7	3	1			42
	Uzunluk	16,48	5,13	2,52	4,99			29,12
Gumala Deresi	Sayı	27	9	3	1			40
	Uzunluk	13,07	6,93	2,97	3,7			26,68
Şap Deresi	Sayı	27	5	1				33
	Uzunluk	18,86	9,35	8,08				36,29
Çıgırlık Deresi	Sayı	26	4	2	1			33
	Uzunluk	19,63	3,9	2,46	0,75			26,74
Gürçeşme Deresi	Sayı	27	5	1				33
	Uzunluk	14,75	5,07	5,79				25,61
Keklik Deresi	Sayı	16	3	1				20
	Uzunluk	8,89	3,82	4,16				16,87
Pelitveren Deresi	Sayı	15	2	1				18
	Uzunluk	12,24	5,83	2,24				20,31
Bulanıksu Deresi	Sayı	12	4	1				17
	Uzunluk	7,97	1,67	2,96				12,61
Himmetler Deresi	Sayı	12	3	1				16
	Uzunluk	5,01	1,87	4,28				11,17
Gebedek Deresi	Sayı	11	3	1				15
	Uzunluk	7,25	3,92	1,95				13,12
Kademler Deresi	Sayı	11	2	1				14
	Uzunluk	5,59	4,17	0,72				10,48
Bıçkı Deresi	Sayı	10	2	1				13
	Uzunluk	8,15	5,95	1,59				15,7
Bılık Deresi	Sayı	8	2	1				11
	Uzunluk	5,5	1	2,23				8,73
Demirciler Deresi	Sayı	7	3	1				11
	Uzunluk	5,03	1,24	0,95				7,23
Belen Deresi	Sayı	8	2	1				11
	Uzunluk	3,89	0,65	2,54				7,08
Yayalar Deresi	Sayı	6	2	1				9
	Uzunluk	3,61	1,86	1,96				7,44
Kozluçay Deresi	Sayı	6	2	1				9
	Uzunluk	3,41	1,38	0,83				5,62
Çay Deresi	Sayı	4	2	1				7
	Uzunluk	1,1	0,63	1,03				2,76

5.2.7. Çatallanma Oranı (R_b)

Çatallanma oranı, her dizide yer alan akarsu sayısının kendinden bir üst dizideki akarsu sayısına oranlanması olarak tanımlanmaktadır (Strahler, 1952b; Schumm, 1956). Bu indis topografya yüzeyinin akarsular tarafından ne ölçüde parçalandığını ve flüvyal süreçlerin erozyonal gelişimdeki payı hakkında fikir vermektedir.

$$\text{Formül; } R_b = \frac{Nu}{Nu+1}$$

Nu : Dizin Sayısı,

$Nu + 1$: Bir sonraki dizin sayısı

Devrek Çayı Havzasında incelemeye alınan alt havzaların yukarıda verilen formül doğrultusunda çatallanma oranları 2 ile 6,39 arasında değişiklik göstermektedir. Ana kolun çatallanma oranı ise 4,27 olarak hesaplanmıştır. Alt havzalar bazında hesaplanan maksimum çatallanma oranı Değirmendere Deresi'nde (6,39), minimum çatallanma oranı ise Çay Deresi'nde (2) rastlanmaktadır. Havzada bulunan akarsuların genel olarak çatallanma oranına bakıldığında belli bir düzenin olmadığını, tektonik ve litolojik yapıya, iklim ve rölyefe göre şekillendiğini söylemek mümkündür (Tablo 56).

Çatallanma oranı havzalardaki dizin sayılarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Düşük çatallanma oranına sahip havzalarda akımlara ait hidrograflar daha keskin ve yüksek olurken, yüksek çatallanma değerine sahip havzalarda ise daha düşük ve devamlı olabilmektedir (Strahler, 1964b). Çatallanma değeri 3-5 arasında çıkan havzaların jeolojisi daha homojen bir yapıya sahiptir (Verstappen, 1983; Ritter, Kochel ve Miller, 2002). Ayrıca Atalay (1986)'a göre; "doğal akarsu sistemleri için karakteristik çatallanma oran değerlerinin 3,0 ve 5,0 arasında değişmektedir". Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde çatallanma oranları 2,5 (Yayalar Deresi), 2 (Çay Deresi), 2,50 (Kozluçay Deresi), 2,66 (Demirciler Deresi), 5,11 (Feriz Deresi), 5,20 (Şap Deresi), 5,12 (Çal Dere), 6,39 (Değirmendere Deresi) olan bazı derelerin bu görüşe uymadığı görülmektedir.

Alt havzaların çatallanma oranlarına genel olarak bakıldığında bazı havzalarda belirgin bir farkın olmadığı ya da düzenli bir şekilde azaldığı, bazılarında ise önemli

derece iniş ve çıkışların olduğu göze çarpmaktadır. Örneğin Buldan Deresi'nde çatallanma oranı düzenli bir şekilde azalmaktadır. Devrek Çayı Havzası'nın en büyük iki alt havzası olan Bolu ve Mengen çaylarının çatallanma oranları incelendiğinde, ilk üç dizinde düzenli bir şekilde azalma söz konusu iken 4. dizinde ani bir yükseliş görülmektedir. Çatallanma oranı 5. dizinde Bolu Çayında artış gösterirken Mengen Çayında ise ani bir düşüş görülmektedir. Sonuç olarak çatallanma oranlarındaki artış litolojik yapının değiştiğine işaret ederken, çatallanma oranının birden düşmesi ise faylanmanın bir sonucu olduğu kanaatine varılmıştır. Bolu ve Mengen havzalarının bulunduğu sahadan KAF hattının geçmesi bu tezi doğrular niteliktedir. Sonuç olarak Devrek Çayı Havzası'ndaki akarsuların çatallanma oranında belli bir düzen bulunmamakta ayrıca tektonik ve litolojik, iklim ve rölyefe göre şekillendiğini söylemek mümkündür. Düşük çatallanma oranları, yapısal bozulmalardan daha az etkilenen küçük havzaların bir özelliğidir yorumu yapılabilir (Sethupathi, Lakshmi, Vasanthamohan ve Mohan, 2011; Bilewu, 2015). Ayrıca çatallanma oranı yüksek olan havzalarda sel karakterli akımların gerçekleşmesi muhtemelken düşük çatallanma oranına sahip havzalarda taşkın karakterli akımlar öngörülmektedir (Özdemir, 2011). Buna göre Değirmendere, Şap Deresi, Gürçeşme Deresi, Çal Dere, Feriz Deresi, Pelitveren Deresi havzalarında sel karakterli akımların yaşanması olasıdır.

Tablo 57. Devrek Çayı Havzası ve Başlıca Alt Havzalarının Strahler Yöntemine Göre Akarsu Dizinlerine Ait Kol Sayısı (*Nu*) ve Oranları (*RI*)

Havza Adı	Kol Sayısı ve Uzunluk	Çatallanma Oranı							Dizinlerin Toplamı ve Çatallanma Oranı
		1. Dizin	2. Dizin	3. Dizin	4. Dizin	5. Dizin	6. Dizin	7. Dizin	
Devrek Çayı	Sayı	4602	1000	220	53	11	2	1	5889
	Oran	4,6	4,56	4,13	4,81	5,5	2		4,27
Bolu Çayı	Sayı	1600	359	85	22	5	1		2072
	Oran	4,45	4,22	3,86	4,4	5			4,39
Mengen Çayı	Sayı	1083	246	54	14	2	1		1400
	Oran	4,4	4,55	3,85	7	2			4,36
Pürenkaya Deresi	Sayı	314	66	11	3	1			395
	Oran	4,75	6	3,66	3				4,35
Karadere	Sayı	237	49	13	2	1			302
	Oran	4,84	3,77	6,5	2				4,28
Aksu Deresi	Sayı	189	33	7	2	1			232
	Oran	5,73	4,71	3,5	2				3,99
Buldan Deresi	Sayı	130	27	7	2	1			167
	Oran	4,81	3,86	3,5	2				3,54
Çal Dere	Sayı	134	25	5	1				165
	Oran	5,36	5	5					5,12
Feriz Deresi	Sayı	128	24	6	1				159
	Oran	5,33	4	6					5,11

Tablo 56. Devamı.

Havza Adı	Kol Sayısı ve Uzunluk	Çatallanma Oranı							Dizinlerin Toplamı ve Çatallanma Oranı
		1. Dizin	2. Dizin	3. Dizin	4. Dizin	5. Dizin	6. Dizin	7. Dizin	
Harami Dere	Sayı	60	13	4	1				78
	Oran	4,62	3,25	4					3,96
Çengeri Deresi	Sayı	54	11	2	1				68
	Oran	4,91	5,5	2					4,14
Erikyanı Deresi	Sayı	54	11	2	1				68
	Oran	4,91	5,5	2					4,14
Değirmendere	Sayı	34	9	1					44
	Oran	3,78	9						6,39
Beylikale Deresi	Sayı	31	7	3	1				42
	Oran	4,43	2,33	3					3,25
Gumala Deresi	Sayı	27	9	3	1				40
	Oran	3	3	3					3
Şap Deresi	Sayı	27	5	1					33
	Oran	5,4	5						5,2
Çığırlık Deresi	Sayı	26	4	2	1				33
	Oran	6,5	2	2					3,5
Gürçeşme Deresi	Sayı	27	5	1					33
	Oran	5,4	5						5,2
Keklik Deresi	Sayı	16	3	1					20
	Oran	5,33	3						4,17
Pelitveren Deresi	Sayı	15	2	1					18
	Oran	7,5	2						4,75
Bulanksu Deresi	Sayı	12	4	1					17
	Oran	3	4						3,5
Himmetler Deresi	Sayı	12	3	1					16
	Oran	4	3						3,5
Gebedek Deresi	Sayı	11	3	1					15
	Oran	3,67	3						3,34
Kademler Deresi	Sayı	11	2	1					14
	Oran	5,5	2						3,75
Bıçkı Deresi	Sayı	10	2	1					13
	Oran	5	2						3,5
Bılık Deresi	Sayı	8	2	1					11
	Oran	4	2						3
Demirciler Deresi	Sayı	7	3	1					11
	Oran	2,33	3						2,67
Belen Deresi	Sayı	8	2	1					11
	Oran	4	2						3
Yayalar Deresi	Sayı	6	2	1					9
	Oran	3	2						2,5
Kozluçay Deresi	Sayı	6	2	1					9
	Oran	3	2						2,5
Çay Deresi	Sayı	4	2	1					7
	Oran	2	2						2

5.2.8. Yatak Eğim Oranı (R_m)

Akarsuların yatak eğim oranı; ana akarsu yatağının en yüksek ve en alçak noktaları arasındaki yükselti farkının, yatak uzunluğuna bölünmesiyle elde edilmektedir (Miller, Ritter ve Kochel, 1990). Bu indis akarsuların vadileri boyunca flüvyal aşındırma karakteristikleri ve jeo-tektonik yapının vadi oluşumuna etkileri hakkında fikir edinilmesine yardımcı olmaktadır.

Formül;

$$R_m = \frac{[(H_{\max} L_m) - (H_{\min} L_m)]}{L_m}$$

H_{\max} : Ana akarsu yatağının en yüksek noktası,

H_{\min} : Ana akarsu yatağının en alçak noktası,

L_m : Yatak uzunluğu

Devrek Çayı Havzası'nın yatak eğim oranı yukarıdaki formül baz alınarak hesaplandığında 0,008 olarak bulunmuştur. Yani ana akarsuyun yatak eğimi oldukça azdır. Ana akarsuyun kaynak sahasında eğim daha fazla iken Suların Bolu Ovası'na ulaşması ile eğim birden azalmaktadır. Kaynak sahasında derine aşındırma halen gücünü korurken orta ve aşağı çığırda eğimin azalmasına bağlı olarak derine aşındırma gücü zayıflamaktadır. Alt havzalar arasında minimum yatak eğimi Bolu Çayı'nda (0,012) görülmektedir. Bu da Bolu Çayı'nın derine aşındırma gücünün zayıf olduğuna işarettir. Akarsuyun yatak eğiminin düşük olmasına bağlı olarak akarsu akış hızının zayıf ve buna bağlı olarak da fiziksel yük taşıma potansiyeli düşüktür (Atalay, 2016b). Buna karşın yatak eğimi fazla olan akarsular için genellikle ana akarsu uzunluğu kısa olan ve kaynak ile ağız arasında kısa mesafede yükselti değişiminin olduğunu söylemek mümkündür. Araştırma alanında maksimum yatak eğimi ise 0,21 ile Çay Deresi'ndedir. Çay Deresi, Kozluçay Deresi, Belen Deresi, Bılık Deresi, Bulanıksu Deresi gibi küçük havzalar meydana getiren akarsularda yatak eğimin fazla olduğu görülmektedir. Bu akarsular kaynağını ana akarsuya yakın tepelerden almakta olan 3. dizin seviyesinde olan havzalardır.

5.2.9. Uygunluk Oranı (R_i)

Havzada yer alan ana akarsu yatağı toplam uzunluğunun, havzanın çevre uzunluğuna oranı olarak tanımlanmaktadır (Melton, 1957). Akarsuların olgunluk aşamasına ne kadar yaklaştıklarını niceliksel olarak tespit etmeye yardımcı olan bir indistir (Polat, 2019). Bir havzada engebe azaldıkça, ana akarsuların kıvrımlılık oranı artmaktadır. Buna bağlı olarak ana akarsu uzunluğu artarken havzanın girinti çıkıntıları azalmakta ve çevre uzunluğu kısalmaktadır. Böylece olgunluk düzeyi artan havzalarda ana akarsu uzunlukları artmış, çevre uzunlukları ise kısalmış olur. Engebenin çok fazla olduğu genç havzalarda ise uygunluk oranının sayısal değeri çok düşük çıkmaktadır. Ancak bu genel durum faylanmanın etkili olduğu havzalarda her zaman aynı sonucu vermemektedir.

Formül;

$$R_i = \frac{L_m}{P}$$

L_m : Ana akarsu mecrasının toplam uzunluğu

P : Havza çevre uzunluğu

Devrek Çayı Havzası'nın yukarıda belirtilen formüle göre uygunluk oranı 0,39 olarak hesaplanmıştır. Alt havzalar bazında uygunluk oranı değeri incelendiğinde en yüksek değere 0,44 ile Karadere ve Belen havzalarında rastlanılmaktadır. En düşük uygunluk oranı ise 0,30 ile Demirciler Deresi Havzası'na aittir. Maksimum uygunluk oranının çıktığı Karadere'nin havza sınırı sırtları takip etmektedir. Yükselti ve eğim şartlarına rağmen çevre uzunluğu çok yüksek çıkmamaktadır. Ayrıca havzanın kaynak bölgesinde yer alan fayların yönlendirmesi ile ana akarsu yön değiştirerek vadi uzunluğunu artırmaktadır. Bu nedenle uygunluk oranının yüksek olmasına yol açmaktadır. Oysa havzanın reliefi olgunluk aşamasından uzak görünmektedir. Buna karşın, havza sınırlarında engebenin fazla olmasına bağlı olarak girinti çıkıntıların artması nedeniyle çevre uzunlukları fazla olan Demirciler Deresi ile Mengen Çayı havzalarında uygunluk oranı düşük çıkmaktadır.

5.2.10. Yatak Kıvrımlılığı Oranı (R_{si})

Çizgisel parametrelerden biri olan bu indis ana akarsuyun sahip olduğu yatak uzunluğunun kuş uçuşu ana vadi uzunluğuna oranı şeklinde tanımlanmaktadır (Hack, 1957; Smart ve Surkan, 1967; Mueller, 1968).

Bir akarsuyun yatak kıvrımlılığı, akım üzerinde etkili olan faktörlerden biridir. Ayrıca bir akarsuyun akış hızı aşınım ve birikim faaliyetlerini de etkilemektedir. Yatak kıvrımlılığı oranı da flüviyal aşındırma ve biriktirme süreci, akarsu eğim özellikleri, topografik eğim özellikleri, jeomorfolojik gelişim evresi, tektonik yapının vadi üzerinde etkileri ve taşkın hakkında fikir vermektedir.

Formül;

$$R_{si} = \frac{L_m}{L_d}$$

L_m : Ana akarsu yatak uzunluğu,

L_d : Kuş uçuşu ana vadi uzunluğu

Bu formül doğrultusunda Devrek Çayı Havzası'nın yatak kıvrımlılık oranı 1,57 olarak hesaplanmıştır. Alt havzaların yatak kıvrımlılığı incelendiğinde ise 1,71 ile Karadere en yüksek değere sahipken, 1,07 ile de Belen Deresi en düşük değere sahiptir. Karadere Havzası'nın yatak kıvrımlılığı değerinin yüksek çıkmasının nedeni sahada faylanmanın bulunması iken Belen Deresi'nin kıvrımlılık değerinin düşük çıkması ise bulunduğu sahanın eğiminin yüksek olması ve bunun sonucunda akarsu yatağında bükümler oluşturmadan doğrudan ana kola bağlanması gibi nedenlerle açıklanabilir.

Akarsuların yatak kıvrımlılık oranı arttıkça sahanın olgun safhasına yaklaştığını söylemek mümkündür. Ancak araştırma alanında yatak kıvrımlılık oranı en yüksek çıkan Karadere, Çengeri ve Karasu (Pürenkaya) derelerinin olgunluk safhasına ulaşmaktan ziyade faylanma ile ilgili olduğu tespit edilmiştir. Üç akarsuyun ortak bir yanı olarak kaynak sahasında ana akarsuyun normal akış yönüne dik olarak gerçekleşen faylanmalar akarsular üzerinde yönlendirici kuvvette bulunmuştur. Bu nedenle ana akarsu yönünde değişim gerçekleşmiş ve fay doğrultusunda yatak

oluşumu gerçekleştirmiştir. Buna bağlı olarak ana akarsu uzunluklarında artış meydana gelmiştir. Yatak eğim oranları en düşük olan çaylar Bolu ve Mengen olmalarına rağmen kıvrımlılık oranının farklı olması verilen gerekçeyi kuvvetlendirmektedir. Yatak kıvrımlılık oranının arttığı havzalarda akarsuların diğer havzalara göre kaide seviyesine daha fazla yaklaşmasına bağlı olarak menderes oluşumlarının artması gerekmektedir. Ayrıca kıvrımlılık oranı yatak eğimi ile ilişkili olduğundan akarsuların fiziksel yük taşıma güçleri zayıflamaktadır. Aşındırma faaliyetleri derine aşındırmadan ziyade yanal yönde gerçekleşmektedir.

5.2.11. Yüzeysel Akış Uzunluğu (L_f)

Yüzeysel akış uzunluğu indisi, akarsuların belli bir yatağa ulaşmadan önce yer yüzeyinde gösterdikleri akışın uzunluk cinsinden hesaplanmasıdır. “Sheetflow” ya da “overlandflow” anlamına gelen yüzeysel akış uzunluğu, drenaj havzalarının hem hidrolojik hem de fizyografik gelişimini etkileyen en önemli parametrelerden biridir. Ayrıca seyelan ile eş anlamlı olarak kullanılmaktadır (Hoşgören, 2011). Horton (1945) tarafından bir formüle bağlanan yüzeysel akış uzunluğu, havza alanının havzadaki vadi yoğunluğunun iki katı oranına eşittir ve birim alana göre (km/km^2) değerlendirilmektedir.

Formül;

$$L_f = \frac{1}{2 \times D_d}$$

D_d : Havzanın drenaj yoğunluğudur.

Yüzeysel akış değerinin düşük olduğu alanlar gelişmiş drenaj havzalarında görülmektedir. Devrek Çayı Havzası'nın yukarıda belirtilen formüle göre yüzeysel akış uzunluğu 0,31 km'dir. Yani havzada her km^2 'ye 0,31 km yüzeysel akış uzunluğu denk gelmektedir. Elde edilen sonuç küçük bir değere sahip olduğundan araştırma alanı için eğimin fazla ve gelişmiş bir drenaj havzası olduğunu söylemek mümkün olacaktır. Alt havzaların yüzeysel akış uzunluğu değerlendirildiğinde en fazla değere drenaj yoğunluğu en düşük olan Gebedek Deresi (0,40) sahiptir. Buna karşın Bolu Çayı'nın (0,28) drenaj yoğunluğu en yüksek değere sahipken yüzeysel akış uzunluğu

en az değere sahip olduğu görülmektedir. Yani drenaj yoğunluğu ile yüzeysel akış uzunluğu arasında ters orantı olduğunu söylemek mümkündür.

5.3. Yüzeysel Morfometrik Parametreler (Rölyef Özellikleri)

Relief özellikleri, havzanın üç boyutlu yapısı ile ilgili özelliklerdir. Bu başlık kapsamında Devrek Çayı Havzası'nın yüzeysel parametrelerine ait analizler; yükselti, eğim, bakı, kurvatür derecesi (D_c), havza rölyefi (B_h), rölyef oranı (R_r), bağıl rölyef (R_{hp}), engebelilik değeri (R_n), akım toplanma zamanı (T_c), nispi alan (A_r), nispi yükselti (E_r), hipsometrik eğri (H_c), hipsometrik integral (H_i), gravelius katsayısı (K_g) ve havza asimetri faktörü (B_a) gibi indislerden oluşturmaktadır (Tablo 58). Araştırma kapsamında vejetasyonunun da bulunması nedeniyle yükselti, eğim, bakı ve kurvatür derecesi birinci bölümde ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Bu nedenle bu bölümde dört parametreye yer verilmemiştir.

5.3.1. Havza Rölyefi (B_h)

Havzanın en yüksek noktası ile en alçak noktası arasındaki yükselti farkı olarak tanımlanmaktadır (Strahler, 1957; Keller ve Pinter, 2002). Bu değer yüksek olması daha eğimli ve dik yamaçlarla oluşmuş olan bir topografyanın varlığını göstermektedir. Havza rölyefi; bir havzanın eğim ve engebe şartları, flüviyal sürecin işleyişi, erozitif faaliyetlerin etkinliği, bitki örtüsünün türü ve yoğunluğu, toprak özellikleri, iklim parametrelerindeki değişiklikler, yağış miktarı ve türü, akım miktarı ve hızı gibi birçok unsur, özellikle lokal alanlarda havza rölyefinin etki derecesine göre şekillenmektedir (Polat, 2019).

Formül;

$$B_h = H_{max} - H_{min}$$

H_{max} : Havzada maksimum yüksek noktası (m)

H_{min} : Havzada minimum yüksek noktası (m)

Tablo 58. Devrek Çayı Havzası ve Başlıca Alt Havzalarının Yüzeysel Morfometrik İndislere Ait Değerleri

Havza Adı	Yüzeysel Parametreler				
	B _h	R _r	R _{hp}	R _n	T _c
Devrek Ç	1929	0,018	0,005	3,10	34 saat 55 dk
Bolu	1455	0,021	0,007	2,56	15 saat 36 dk
Mengen	1391	0,03	0,008	2,28	11 saat 07 dk
Çal	1650	0,08	0,03	2,26	4 saat 54 dk
Aksu	1426	0,08	0,03	2,06	4 saat 23dk
Karadere	1513	0,06	0,02	2,04	6 saat 47 dk
Şap	1051	0,10	0,04	1,82	2 saat 16 dk
Harami	1131	0,10	0,04	1,65	2 saat 46 dk
Pürenkaya	1158	0,05	0,01	1,65	7 saat 31 dk
Beylikkale	972	0,13	0,04	1,49	1 saat 42 dk
Erikyanı	1010	0,08	0,03	1,44	3 saat 03 dk
Kalemler	930	0,19	0,07	1,44	1 saat 01 dk
Çengeri	1002	0,11	0,03	1,44	2 saat 21 dk
Buldan	1030	0,06	0,02	1,42	4 saat 23 dk
Bulanıksu	882	0,19	0,07	1,42	1 saat 01 dk
Değirmendere	904	0,09	0,03	1,39	2 saat 13 dk
Himmetler	947	0,17	0,06	1,37	1 saat 09 dk
Gumala	867	0,13	0,04	1,33	1 saat 21 dk
Belen	796	0,19	0,08	1,33	53 dk
Feriz	913	0,07	0,02	1,32	3 saat 29 dk
Yayalar	773	0,16	0,06	1,30	59 dk
Çığırılık	775	0,14	0,04	1,27	1 saat 13 dk
Bıçkı	784	0,13	0,05	1,21	1 saat 28 dk
Demirciler	698	0,27	0,08	1,11	33 dk
Gebdek	865	0,16	0,06	1,09	1 saat 05 dk
Pelitveren	620	1,37	0,50	1,08	1 saat 29 dk
Bılık	764	0,18	0,07	1,07	54 dk
Keklik	696	0,13	0,04	1,00	1 saat 10 dk
Gürçeşme	708	0,10	0,04	0,99	1 saat 35 dk
Çay D.	617	0,26	0,09	0,96	28 dk
Kozluçay	568	0,24	0,07	0,80	33 dk

Araştırma alanında en düşük yükseltiye Devrek Çayı'nı Filyos Çayı'na kavuştuğu yerde (43 m), en fazla yükseltiye ise zirvesi 1972 m olan Celedoruğu Tepesi'nde rastlanmaktadır. Devrek Çayı Havzası'nın havza rölyefi 1929 m olarak

hesaplanmıştır. Artan rölyef değerlerinin, daha dik yamaçlar ve yüksek dere yatağı eğimleri, akım toplanma zamanının azalması, akarsu aşındırmasının kuvvetlenmesi vb. gibi sonuçlara yol açmaktadır. Ayrıca havza rölyefi, havzalardaki drenaj gelişimi, yüzey ve yeriçi su akımları, geçirgenlik, arazi yüzeylerinin gelişimi ve erozif faaliyetler açısından önemli bir rol oynamaktadır (Özdemir, 2011). İncelenen alt havzalar içerisinde havza rölyefi maksimum 1650 m (Çal Dere Havzası), minimum 568 m (Kozluçay Deresi Havzası) arasında değişmektedir. Çal Deresi kaynağını havzanın en yüksek noktası olan Celedoruğu Tepesi'nden alırken, Kozluçay Deresi ise kaynağını ana akarsu yatağına yakın alçak rakımlı tepelerden almaktadır. Ağız ile kaynak arasında yükselti farkı arttıkça havzanın ortalama yükseltisi ve vadi yamaçlarında eğimli yüzeyler artmaktadır. Ayrıca yükseltiye bağlı olarak yağışın türü açısından yıl içerisindeki değişkenliği farklılaşmaktadır. Sıcaklık farkı değişimine bağlı olarak ise aşındırmanın türü ve etkisi değişmektedir. Ayrıca kaynağını yüksek kesimlerden alan akarsuların yıl boyunca akış potansiyeli daha kuvvetli olurken, kaynağını alçak kesimlerden alıp yeriçi suları ile beslenmediği takdirde yağışın evapotranspirasyonu karşılayamadığı özellikle temmuz ve ağustos aylarında kurudere haline dönüşebilmektedir. Bu durum akarsu havzalarının gelişiminde kesintilere yol açmaktadır. Bu gibi havzalarda vejetasyon örtüsü de cılızlaşmaktadır. Buna karşın kurak dönemlerde gerçekleşen şiddetli sağanaklar daha fazla arazi degradasyonuna neden olmaktadır. Yarıkurak sahalarda drenaj yoğunluğunun fazla çıkmasının temel nedenlerinden biri de bu durumdan kaynaklanmaktadır.

5.3.2. Rölyef Oranı (R_r)

Havza rölyefinin (B_h), maksimum havza uzunluğuna (L_b) oranlanmasıyla havzanın rölyef oranı elde edilmektedir (Schumm, 1956; Strahler, 1957). Bu oran sayesinde havzanın vadi oluşumu, eğim, akarsu eğim özellikleri ve flüvial süreç hakkında bize bilgi verir.

Yüksek relief oranı, dik eğimi gösterir. Bu oran aynı zamanda havza boyunca akan suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüşüm oranını kontrol eder. Dik olan havzalarda yüzey akışı genellikle daha hızlıdır. Daha yoğun havza boşalmasına ve daha büyük aşındırıcı kuvvet oluşturmaktadır. Düşük rölyef oranı ise havzanın

boşalma yeteneğinin düşük ve yer altı suyu potansiyelinin iyi olduğunu göstermektedir (Parveen, Kumar ve Singh, 2012).

Formül;

$$R_r = \frac{H_{max} - H_{min}}{L_m} = \frac{\text{Havza Rölyefi}}{\text{Maksimum Havza Uzunluğu}}$$

Belirtilen formül doğrultusunda Devrek Çayı Havzası'nın rölyef oranı 0,018 olarak bulunmuştur. Alt havzalar arasında maksimum rölyef oranı 0,27 ile Demirciler Havzası'nda görülmektedir. Minimum rölyef oranları ise Bolu (0,021) ve Mengen Çayı havzalarında (0,03) belirlenmiştir. Elde edilen rölyef oranı değerinin yüksek çıktığı havzalar eğim ve engebenin maksimum olduğu sahalara karşılık gelmektedir. Bu durum bahsi geçen havzalarda akarsuların aşındırma potansiyelinin fazla olduğunu işaret etmektedir. Araştırma alanının özellikle kuzey kesimi oldukça eğimli bir arazi yapısına sahiptir. Bu alanın şekillenmesinde flüvyal süreçlerin rolü büyüktür. Akarsuların meydana getirdiği derin vadilerde eğim fazladır. Ancak havzanın daha nemli kesimi olduğu için bitki örtüsü gürdür. Litolojinin çoğu yerde kumlu bünyeli malzeme veren granodiyoritler olması nedeniyle yağış sularının ana akarsuya ulaşımı gecikmektedir. Bolu ve Mengen havzalarının gelişiminde tektonik etkinin güçlü olduğu görülmektedir. Nemlilik koşullarının zayıfladığı bu alanlarda daha basık topografya görünümü mevcuttur. Eğimin azaldığı dalgalı düzlükler ve taban araziler geniş alan kaplamaktadır. Bu sahalarda bitki örtüsü özellikle alçak vadi yamaçlarında daha cılızdır. Bu nedenle intersepsiyon etkisi zayıflamaktadır. Ancak eğimin düşük olduğu yerlerde suların yüzeysel akışa geçme durumu zayıflarken zeminin genel anlamda killi bünyede olması sızmayı azaltan bir durumdur. Çevre tepelerden inen akarsuların depresyon düzlüklerine ulaştığı yerlerde fiziksel yük taşıma kuvveti azalacağından bu kesimlerde yağışlı koşullarda materyal birikiminin artması beklenmektedir. Topografya koşulları alanda yüzeysel akışın şiddetini azaltsa da özellikle vejetasyonun cılızlığı ve killi bünyeli yüzeylerin yaygın olması, şiddetli yağışlarda havzada taşkın oluşumu potansiyelini yükselttiği düşünülmektedir.

5.3.3. Bağlı Rölyef (R_{hp})

Bağlı rölyef (R_{hp}), havzadaki (H) en yüksek ve en alçak noktalar arasındaki yükseklik farkını havza çevresine (P) bölerek hesaplanır. Arazinin morfolojik

özelliklerinin değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir morfolojik değişkendir (Melton, 1957).

Formül;

$$R_{hp} = \frac{B_h}{P}$$

B_h= Havza Rölyefi

P = Havza Çevresi

Burada dikkat edilecek husus havza rölyef değeri metre ölçü birimi iken havza çevresi ise kilometre ölçü birimidir. İşlem yapılmadan önce m'nin km'ye çevrilmesi gerekmektedir. Yani işlem birimleri eşitlenmelidir. Devrek Çayı Havzası'nın yukarıda verilen formül doğrultusunda, bağıl rölyef oranı 0,005 olarak hesaplanmıştır. Alt havzalar bazında değerlendirildiğinde; bağıl rölyef oranının en yüksek olduğu alan Çay Deresi Havzası (0,09)'dır. Bu havza boyut olarak değerlendirildiğinde küçük bir havzadır. Küçük bir havza olmasına rağmen kısa mesafede yükselti değerinin değişiklik gösterdiği görülmektedir. Bu durum aynı zamanda havzanın gelişim durumunu yansıtmaktadır. Bağıl rölyef oranı yüksek olan alanlar için daha genç havza özelliği taşıdığını söylemek mümkündür. Buna karşın, 0,007 değeri ile Bolu, 0,008 ile Mengen ve 0,01 ile Pürenkaya havzaları en düşük bağıl rölyef oranlarına sahiptir. Bu havzalar ise araştırma sahasındaki alansal olarak en büyük alt havzalardır. Aynı zamanda bağıl rölyef oranlarının düşük çıkması bu havzaların daha yaşlı olduğuna işaret eder. Sonuç olarak bağıl rölyef oranının sahanın jeomorfolojik gelişimi ile doğrudan ilişkili olduğunu söylemek mümkündür. Çünkü havzalarda akarsu aşındırmasına bağlı olarak alan büyüdükçe çevre uzunluğu da değişmekte ve yüksek sahalarda aşındırılması nedeniyle topografya sadeleşmektedir. Böylece yükselti farkı düşmektedir. Alanı büyük, yükselti farkının ise düşük olduğu sahalarda bağıl rölyef oranı düşük çıkmaktadır.

5.3.4. Engebelilik Değeri (R_n)

Bu parametre havza reliefi ve drenaj yoğunluğunun çarpımı ile hesaplanmaktadır (Melton, 1957). Relief ve yarılanın etkileşimi sonucu ortaya çıkan engebelilik değeri, yüksek oranda yarılmış havzalar alçak relief özelliklerini

gösterirken, daha az yarılmış engebeli olan havzalar ise yüksek relief özelliği göstermektedir. Ayrıca bir havzanın engebелilik değeri arttıkça, akımlarda artmakta ve havzadaki erozyonel faaliyetler hız kazanmaktadır (Özdemir, 2011).

Formül;

$$R_n = B_h \times D_d$$

B_h= Havza Reliefi (km)

D_d= Vadi Yoğunluğu (km/km²)

Devrek Çayı Havzası'nın engebелilik değeri 3,10 olarak hesaplanmıştır. İncelemeye alınan alt havzalar arasında en fazla engebелilik değerine sahip havza 2,56 ile Bolu Çayı Havzası'dır. Minimum engebелilik değeri ise Kozluçay Deresi Havzası'nda görülmektedir. Bu hesaplamada havza reliefi ile vadi yoğunluğu dikkate alındığından bir havzadaki yükselti farkı önem taşımaktadır. Yani havza içinde bulunan bir zirvenin yükseltisi ne kadar fazla, akarsuyun taban seviyesi ne kadar alçak seviyede ise havzanın engebелilik değerinin yükselmesine o denli etki etmektedir. Aynı şekilde havzada vadi yoğunluğunun fazla olması engebелilik değerinin yüksek olmasına yol açmaktadır. Gelişmiş bir drenaj ağına sahip akarsularda özellikle 1. dizin akarsu kollarının fazlalığı arazinin çokça yarıldığını göstermektedir. Havzada vejetasyonun seyreltiği, toprak özelliklerinin yüzeysel akışı desteklediği ayrıca faylanmanın da etkisiyle vadi tabanının alçak olduğu Bolu ve Mengen çaylarının oluşturduğu havzalarda engebелilik değerinin yüksek çıktığı görülmektedir. Buna karşın ana akarsuya yakın 3. dizin düzeyinde olan havzalarda (Kozluçay, Çay, Gürçeşme, Keklik ve Bılık deresi havzaları) bu değer düşük çıkmıştır. Bu durumun nedeni olarak ise bu küçük havzalarda drenaj ağı gelişiminin tam anlamıyla gelişmemiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca bu alt havzaların büyük alt havzalara göre havza gelişiminin başlangıç aşamasında olduğu fikri oluşmaktadır. Alansal olarak birbirine yakın alana sahip olan Buldan ve Çal deresi havzalarından Çal deresinin engebелilik değerinin oldukça fazla olduğu görülmektedir. Bu durum aynı zamanda mukayese edilen iki havzadan Çal Deresi vadilerinin daha derin olduğuna flüvyal aşındırmanın daha kuvvetli olduğuna işaret etmektedir.

5.3.5. Akım Toplanma Zamanı (T_c)

Akım toplanma zamanı, suyun havzanın en uzak mesafesinden ana kola veya denize döküldüğü yere kadarki geçen zaman hakkında bilgi vermektedir (Verstappen, 1983). Bu indis için kullanılan birçok formül bulunmasına rağmen en yaygını Kirpich formülüdür (Kirpich, 1940).

Formül;

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

L: Ana Akarsu Uzunluğu (m)

S: Havza eğimi (m/m)

Yapılan hesaplamalara göre Devrek Çayı'nda suyun ağız kesimde toplanma süresi 34 saat 55 dakika olarak bulunmuştur. Alt havzalardan Bolu Çayı'nda 15 saat 36 dakika, Mengen Çayı'nda ise 11 saat 7 dakikada suların toplandığı hesaplanmıştır. Ancak bu durumun sabit olmayıp ortamın özelliklerine göre değişim göstermesi beklenmektedir.

Litoloji, topografya, toprak, vejetasyon, insan faaliyetleri akım toplanma zamanı üzerinde oldukça etkilidir. Litolojisi çatlaklı kireçtaşlarından oluşan sahalarda yüzeysel akış minimum seviyededir. Hatta suyun çatlaklar arasından yeriçi sularına karışması ile seyelan oluşumu hiç gerçekleşmez. Buna karşın litolojisi çatlaksız ve geçirimsiz olan marn gibi litolojik birimler üzerinde yüzeysel akış fazla olur. Benzer etki toprak özelliklerine göre de değişmektedir. Nitekim kumlu topraklarda infiltrasyon daha fazla olurken killi topraklarda sızma zayıflar bu nedenle üst toprak yüzeyi çabucak doymun hale gelerek şişme özelliği gösterir ve yüzeysel akışın artmasına yol açar.

Topografya elemanlarından özellikle eğim, suyun akışı üzerinde doğrudan etkili olur. Eğimli yüzeylerde suyun akışa geçme eğilimi kuvvetlenirken, eğimin azaldığı yüzeylerde su daha fazla tutulur ve yüzeysel akış kontrol edilir. Bitki örtüsünün yoğun olduğu alanlarda yağış sularının bitki türlerine ve vegetatif döneme göre değişmekle birlikte ibrelilerin baskın olduğu yerlerde yaklaşık %31'e varan intersepsiyon (Atalay,

2016a) ile tutulumu gerçekleşir. Bu durum yüzeysel akışın miktarı ve süresinde belirleyici rol oynar.

Akarsuların toplanma süresi üzerinde beşerî etki de küçümsenemeyecek düzeydedir. Zira dere yatağına doğrusal yapılan taban ve kenar beton kanallar suların zemin ile temasını minimize ederek akışın hızlanmasına neden olur. Oysa doğal yatak içinde suların akış hızı yatak ile temasın artması ölçüsünde yavaşlar. Tüm bunlar yağış sularının kaynak kesiminden ağız kesimine ulaşma süresini yani suyun toplanma zamanını doğrudan etkilemektedir.

5.3.6. Nispî Alan (A_r)

Havzalar için belirlenen yükselti kademelerinin her birinin altında kalan toplam alanın havza alanına oranlanmasıyla nispi alan elde edilir (Strahler, 1964a; Karataş, 2014). Yani havzada belli yükselti aralıklarının km^2 cinsinden karşılığı için nispi alan ifadesi kullanılmaktadır. Havzanın yükselti özellikleri ve hipsometrik eğrisi hakkında bilgi verdiği için çalışmalarda işe koşulmaktadır.

Nispi alan, morfolojik unsurların (dağ, plato, vadi taban düzlüğü) yükselti kademelerine göre kapladığı alanların belirlenmesiyle beraber, özellikle topografya şartlarının insan faaliyetleri üzerindeki baskısını görme açısından oldukça önemlidir (Polat, 2019).

5.3.7. Nispî Yükselti (E_r)

Nispi yükselti indisi havzada belirli yükselti kademelerine ait eğrinin, havza tabanı ile arasındaki yükselti farkının (h) havza görünüm oranına (rölyef oranı) (H) bölünmesi ile elde edilmektedir (Strahler, 1952a; Karataş, 2014). Bu parametre sayesinde havzada her bir yükselti kademesine karşılık gelen değerlerin rölyefe göre miktarı görülebilmektedir.

5.3.8. Hipsometrik Eğri (H_c)

Hipsometrik eğriler, havzalarda hüküm süren erozyonal süreçlerin şiddeti, etki dereceleri ve bu süreçlere bağlı olarak oluşan rölyefin jeomorfolojik açıdan hangi evreye karşılık geldiği konularında yorum yapılabilmesini sağlamaktadır. Bu indis

havzada içerisinde herhangi bir yükselti kademesinin üzerinde kalan alanın bütün havzanın alanına oranı ($a/A = \text{nispi alan}$) ve havzadaki herhangi bir yükselti kademesi değeri ile havzanın en yüksek kotu oranının ($h/H = \text{nispi yükselti}$) karşılaştırılması ile elde edilmektedir (Strahler, 1952b). Hipsometrik eğri havzanın jeomorfolojik ve tektonik gelişimi ile ilgilidir (Strahler, 1952b; Schumm, 1956). İçbükey (konkav) şekilli eğriler, aşınmanın azaldığı, birikimin daha çok hâkim olduğu olgun havzalardır. Dışbükey (konveks) şekilli eğriler ise derine aşındırmanın fazla olduğu genç topografyaya sahip havzaları temsil etmektedir. Ayrıca hipsometrik integral değeri, hipsometrik eğrinin şeklinde meydana gelen farklılıklar ve tektonik etkilerin derecesi ile yakından ilişkilidir. Şöyle ki konkav (dışbükey) bir şekil arz eden hipsometrik eğriler, 0,60'tan büyük hipsometrik integral değeri ile genç evredeki bir topografyayı temsil etmektedir. Dışbükeyliği kalmamış S şekilli hipsometrik eğriler, 0,35 ve 0,60 arasındaki hipsometrik integral değeri ile olgun evredeki bir topografya olduğunu göstermektedir. Eğrinin içbükeyliği 0,35'ten küçük hipsometrik integral değerine sahip ise peneplen evresindeki topografyayı karakterize ettiği düşünülmektedir (Strahler, 1952b; Strahler, 1964; Weissel, Pratson, ve Malinverno 1994; Willgoose ve Hancock, 1998).

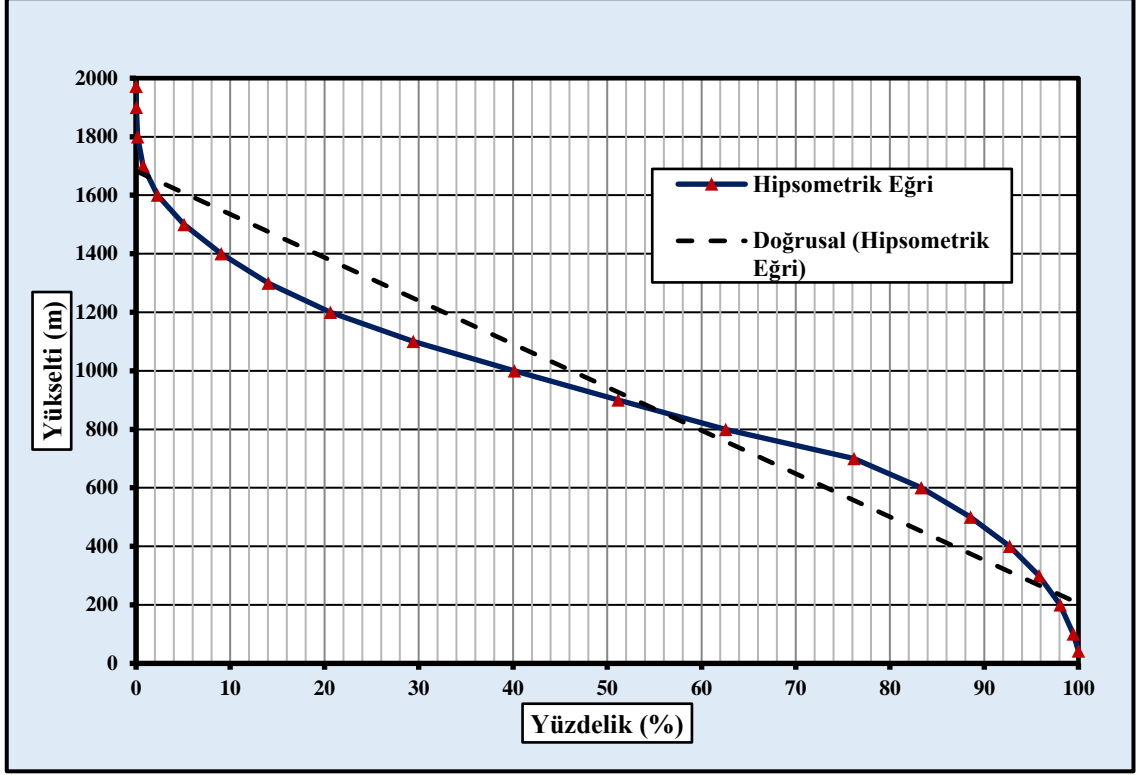
Sonuç olarak hipsometrik integral değerinden ve hipsometrik eğriden yola çıkarak bir havzanın topografik özellikleri ve sahip olduğu evre, flüviyal sürecin işleyişi, erozyonal faaliyetinin etki derecesi, sediment birikim miktarı ve unsur boyutu hakkında fikir sahibi olunmaktadır.

Hipsometrik eğrinin oluşturulmasında "Tablo 59" daki veriler ve 100 metrelik yükselti aralıkları kullanılmıştır. Yapılan tüm işlemler sonucunda Devrek Çayı Havzası'nın hipsometrik integral değeri 0,45 olarak hesaplanmıştır. Ulaşılan bu değer havzanın olgunluk safhasında olduğuna işaret etmektedir. Oluşturulan hipsometrik eğri incelendiğinde, eğri yer yer içbükey, yer yer ise dışbükey formda olan S profilli bir görünüm sergilemektedir (Şekil 49). Bu durumda Devrek Çayı Havzası'nın fizyografisi olgunluk evresinde olduğunu destekler niteliktedir. Ancak araştırma alanının tamamı için olgunluk safhasında olduğunu söylemek mümkün değildir. Çünkü hipsometrik eğriye bakıldığında 600 m'nin altında kalan kesimin dışbükey bir bombe yaptığı görülmektedir. Bu alan aynı zamanda Devrek Çayı'nın anakolu olan 7. dizin ile gösterilen kesime karşılık gelmektedir. Araştırma alanındaki en yaşlı arazi olan

granodiyorit litolojik birimler üzerinde açtığı yatak üzerinde gençleşme meydana geldiğini söylemek mümkündür. Özellikle kuzeyden Mengen'e yaklaştıkça görülen yüksekte kalmış taraça düzlükleri bu durumu kanıtlamaktadır. Oluşum üzerinde tektonik etkinin rolü büyüktür. KAF sistemine bağlı olarak oluşan fayların yoğunlaşması arazinin şekillenmesinde öne çıkmaktadır. Hipsometrik eğride 1400 m yükseltilere kadar görülen doğrusal eğim çizgisine yakın paralel eğim, alanın olgunluk seviyesini yansıttığından ziyade akarsuların KAF sistemine bağlı oluşan Bolu-Mengen oluşuna yerleşmesinden kaynaklanmaktadır. Tektonik etki ile özellikle Bolu civarında meydana gelen geniş düzlükler temelde fay sisteminin bir ürünüdür. Dolayısı ile bu doğrusal hatta yerleşen akarsu yataklarında eğimin düşük olması normal olarak görülmektedir. Devrek Çayı'nın anakoluna bağlı olarak geriye aşındırma sonucu yatağını derinleştirme sürecini devam ettirdiğini Bolu Çayı'nın ağız kesimine yaklaştıkça orta çığıra göre vadi enine profilinin oldukça daraldığı, eğimli vadi yamacının akarsuya yaklaşması ile gözlemlenmektedir (Şekil 49).

Tablo 59. Devrek Çayı Havzası'na Ait Hipsometrik Eğrinin Oluşturulmasında Kullanılan Veriler

Yükselti Basamağı	Hipsometrik Veriler							
	Toplam Havza Alanı (A) (km ²)	Alan (km ²)	Kapsadığı Alan (a) (km ²)	H (m)	h	Nispi Alan (Ar)	Nispi Yükselti (Er)	Hi
43-100	3246,5	17,3	3246,5	1972	0	1	0	0,45
100-200	3246,5	45,4	3229,2	1972	100	0,99466	0,0507	0,45
200-300	3246,5	73,2	3183,8	1972	200	0,98069	0,1014	0,45
300-400	3246,5	101,4	3110,6	1972	300	0,95815	0,1521	0,45
400-500	3246,5	134,2	3009,2	1972	400	0,92691	0,2028	0,45
500-600	3246,5	169,7	2875,0	1972	500	0,88558	0,2535	0,45
600-700	3246,5	231,9	2705,3	1972	600	0,83329	0,3043	0,45
700-800	3246,5	441,9	2473,4	1972	700	0,76187	0,3550	0,45
800-900	3246,5	371,3	2031,5	1972	800	0,62575	0,4057	0,45
900-1000	3246,5	357,1	1660,2	1972	900	0,51139	0,4564	0,45
1000-1100	3246,5	348,4	1303,2	1972	1000	0,40141	0,5071	0,45
1100-1200	3246,5	285,7	954,7	1972	1100	0,29408	0,5578	0,45
1200-1300	3246,5	214,0	669,0	1972	1200	0,20607	0,6085	0,45
1300-1400	3246,5	162,1	455,1	1972	1300	0,14017	0,6592	0,45
1400-1500	3246,5	127,9	293,0	1972	1400	0,09025	0,7099	0,45
1500-1600	3246,5	91,5	165,1	1972	1500	0,05085	0,7606	0,45
1600-1700	3246,5	49,2	73,5	1972	1600	0,02265	0,8114	0,45
1700-1800	3246,5	18,5	24,4	1972	1700	0,00751	0,8621	0,45
1800-1900	3246,5	5,3	5,9	1972	1800	0,00182	0,9128	0,45
1900-1972	3246,5	0,6	0,6	1972	1900	0,00019	0,9635	0,45
		3246,5	0,0		1972	0	1	0,45



Şekil 49. Devrek Çayı Havzası'nın Yükselti-Alan Korelasyonu ile Oluşturulan Hipsometrik Eğrisi, Doğrusal Eğilim Çizgisi ve Ortalama Havza Yükseltisi

5.3.9. Hipsometrik İntegral (H_i)

Hipsometrik integral değeri, hipsometrik eğrinin sayısal ifadesidir. Bu değer ortalama havza yükseltisi-minimum havza yükseltisi farkının maksimum havza yükseltisi-minimum havza yükseltisi farkına bölünmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Çıkan sonuç 0,60 ve üzeri değerler gençlik, 0,35-0,60 arasındaki değerler olgunluk, 0,35'ten küçük değerler ise penenlen evresindeki topografyayı ifade etmektedir (Pike ve Wilson, 1971; Scheidegger, 1987; Mayer, 1990; Keller ve Pinter, 2002).

Formül;

$$H_i = \frac{H_{ort} - H_{min}}{H_{max} - H_{min}}$$

H_{ort} : Havzanın ortalama yükseltisi (m)

H_{max} : Havzanın maksimum yüksek noktası (m)

H_{min} : Havzanın minimum yüksek noktası (m)

Devrek Çayı Havzası'nın hipsometrik integral değeri, 0,45 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuca bakıldığında havzanın fizyografik olarak olgun karakterde olduğunu işaret etmektedir. Olgun karakterde bir havza eğim ve engebenin silik, akarsu akım hızının düşük, aşındırma gücünün zayıf, sediment birikiminin artması gibi özelliklere sahiptir. Ancak havza geneli için aynı şeyi söylemek mümkün değildir. Çünkü bu sonucun çıkmasında havzanın güney kesiminde yanal atımlı bir özellik taşıyan KAF sisteminin rolü büyüktür. Bolu-Mengen depresyonunu kapsayan bu kesimde Mengen civarında basık plato sahası ile Bolu civarında tektonik kökenli ova karakterli düzlükler geniş alan kaplamaktadır. Bu kesimlerde akarsuyun taşıma kapasitesi düşüktür. Buna karşın, Bolu ve Mengen çaylarının birleşim noktasından itibaren akarsusun geçtiği sahalarda taban araziler oluşsa da yan kolların anakola birleşme noktaları dışında topografya oldukça engebelidir. Ve bu alt havzalarda akarsuların aşındırma kapasiteleri kuvvetlidir. Dar ve derin çentik vadi oluşumunun yaygın olduğu bu sahanın olgun safhadan uzak olduğu görülmektedir.

5.3.10. Gravelius Katsayısı (K_g)

Havza çevre uzunluğunun, bu havza ile aynı alana sahip bir dairenin çevre uzunluğuna oranı sonucu elde edilmektedir. Bu indis havza için kullanılan şekil indeksleri içinde en çok bilinenlerden birisidir. Ayrıca doluluk katsayısı (compactness coefficient, C_c) olarak da bilinmektedir (Vieceli vd, 2015).

Formül;

$$K_g = P/2 \times \left[\left(\sqrt{\frac{A}{\pi}} \right) \times \pi \right]$$

P: Havza Çevre Uzunluğu (km)

A: Havza Alanı (km²)

Gravelius katsayısı aynı zamanda havzanın sınırını teşkil eden rölyef özellikleri hakkında da fikir vermektedir. Rölyefin havza üzerindeki etkisi ve flüviyal sürecin bu durumdan ne kadar etkilediği gibi birçok konuda çıkarım yapılmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca gravelüs katsayısı, yoğunluk oranı indisi ile aynı sonucu vermektedir. Fakat rölyef hakkında bilgi vermesi nedeniyle yüzeysel parametrelerin

içerisinde yer verilmiştir. Gravelius indeksinden elde edilen değerin büyüklüğü sahadaki aşınım faaliyetleri üzerinde rölyef etkisinin fazla olduğuna işaret etmektedir (Karataş, 2014; Polat, 2019).

Elde edilen katsayı genellikle 1'den büyüktür ve havza şekli daireselleştikçe 1'e yaklaşır. İndeks değerinin 1'den uzaklaşması, havza şeklinin uzunlamasına olmasını ifade etmektedir. Araştırma alanının gravelius katsayısı 2,01 olarak hesaplanmıştır. Çıkan sonuç bize havzanın uzunlamasına bir şekle sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca su bölümü çizgisinin üzerinde rölyef etkisinin fazla olduğunu işaret etmektedir. Engebeli rölyef ise topografik yapıdan flüvyal sürecin fazlaca etkilendiğini belirtmektedir. Değerlendirmeye alınan alt havzalar içerisinde en düşük değer Kozluçay Deresi Havzası (1,17) iken, en yüksek yoğunluk oranı ise Mengen Çayı Havzası (1,68) ve Bolu Çayı (1,68) havzalarına aittir.

5.3.11. Havza Asimetri Faktörü (B_a)

Bir drenaj havzasının asimetri derecesini ölçmek için kullanılan morfometrik bir indistir (Vandana, 2013). Bu metot drenaj havzalarında akışın enine olan tektonik tiltlenmeyi tespit etmek için geliştirilmiştir (Hare ve Gardner, 1985; Keller ve Pinter, 2002; Salvany, 2004). Asimetri oranının 50'ye eşit olması havzanın tam olarak simetrik olduğunu gösterirken, değerin 50'den büyük ya da küçük olması ise havzanın asimetrik bir havza olduğunu göstermektedir. Tektonik aktivite sonucu bir drenaj havzası sola eğimlenme gösterirse, ana akarsuyun solundaki kollar sağındakilere kıyasla daha kısa olacaktır. Bu durumda asimetri faktörü 50'den büyük olacaktır. Tam tersi durumda ise 50'den düşük olacaktır.

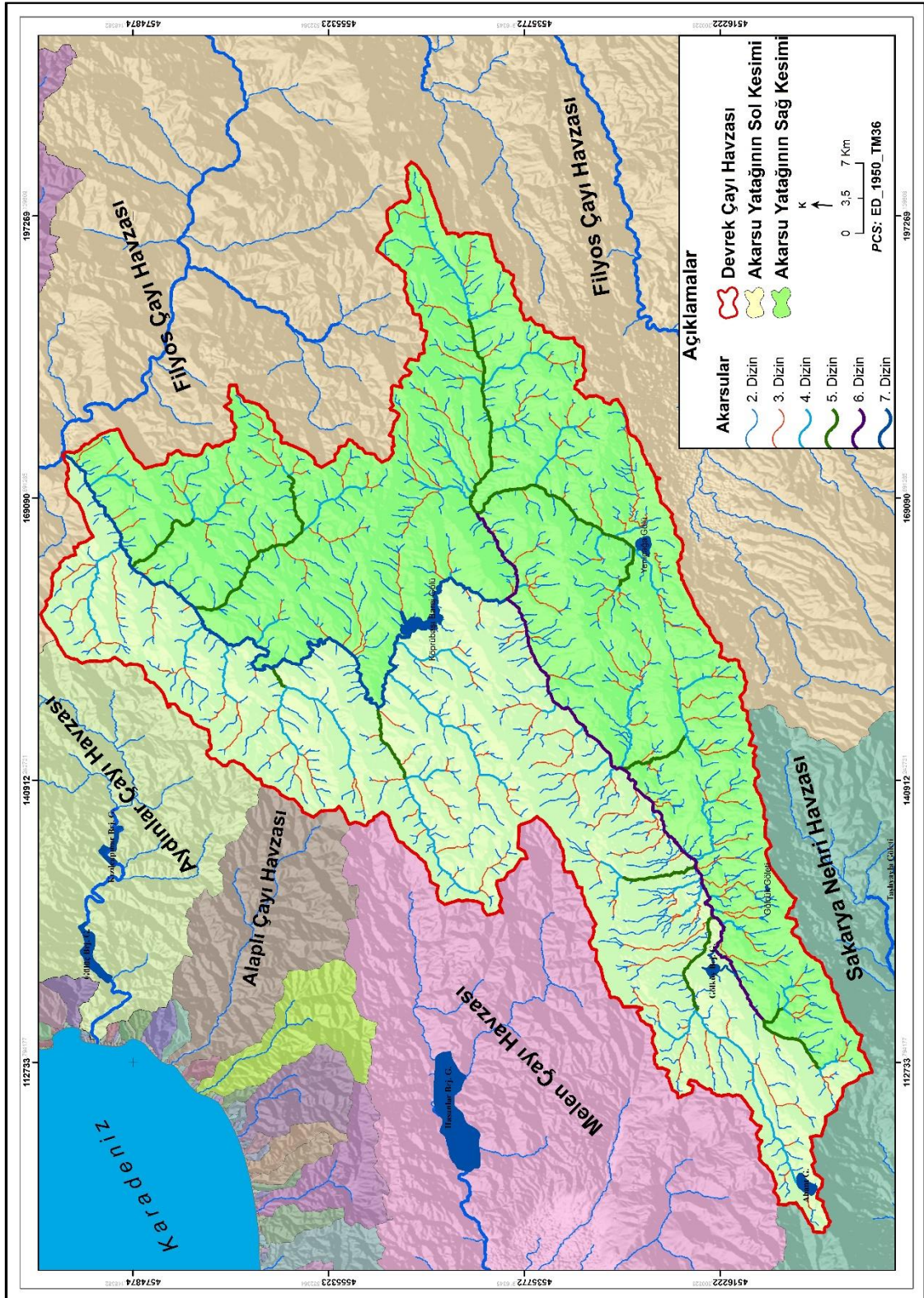
Formül;

$$B_a = 100 \times \frac{A_r}{A_t}$$

A_r : Havza içerisinde akış yönüne göre ana akarsuyun sağında kalan kesim

A_t : Havzanın toplam alanı (km²)

Harita 25'te görüldüğü üzere Devrek Çayı Havzası'nda ana akarsuyun akış yönüne göre sağında kalan alan 1888,33 km²'dir. Toplam havza alanı ise 3246,5 km²'dir.



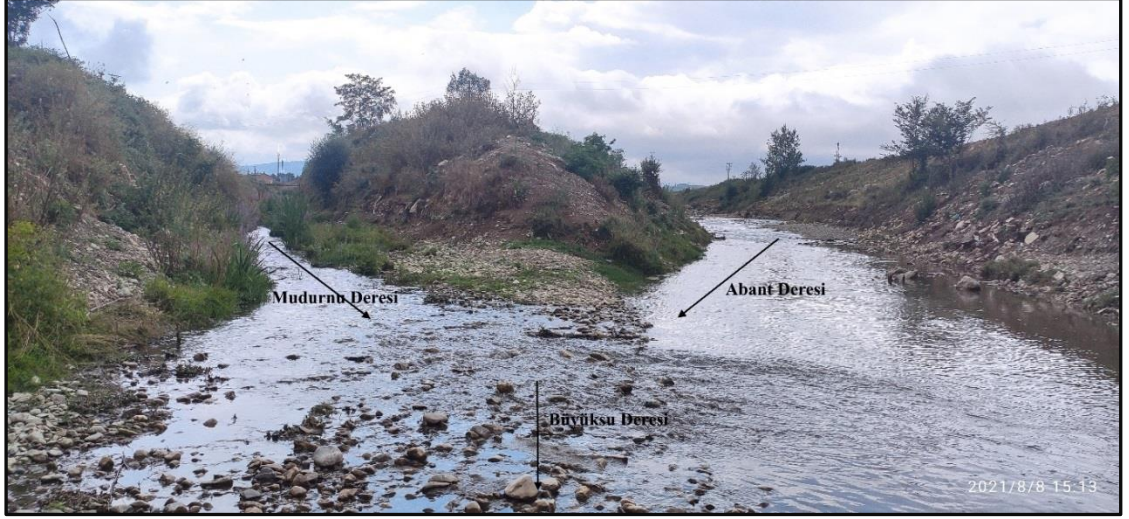
Harita 27. Devrek Çayı Havzası'ndan Havza Asimetri Faktörü

Buna göre havza için asimetri faktörü 0,58 (%58,20) olarak hesaplanmıştır. Çıkan sonuca göre Devrek Çayı Havzası için düşük asimetriye sahip bir havza denilebilir. Bu durumun oluşmasında ana akarsu yatağına kıvrımlar meydana getiren Yeşilada köyü civarında fay aynasının belirgin olarak görüldüğü faylanma ile sola atımların neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca ileride “Bolu Çayı Üzerine Coğrafi Bir Değerlendirme” başlığı altında detaylandırılacak olan Abant ve Mudurnusuyu’nun birleşim noktasının hemen güneyinden geçen aktif fayın neden olduğu Mudurnusuyu Havzası’nda meydana gelen yükselme eğiliminden kaynaklandığı söylenebilir.

Asimetri faktörü akarsu ağlarının şekillenmesi üzerinde rol oynamaktadır. Bu durum ana akarsu olarak kabul edilen akarsu yatağının sağ ve sol kesiminde farklı drenaj tiplerinin görülmesine neden olmaktadır. Simetrik olan havzalarda, drenaj ağları üzerinde rol oynayan diğer coğrafi koşullar da benzer ise ana akarsu yatağının her iki kesiminde oluşacak drenaj tipi de aynı olacaktır (Polat, 2019). Bu doğrultuda Devrek Çayı Havzası’nda asimetri oranının maksimum seviyeye ulaştığı sağ kesimde özellikle Mengen Çayı Havzası’nda akarsuların hem daha uzun hem de daha fazla çatallandığı göze çarpmaktadır (Harita 27).

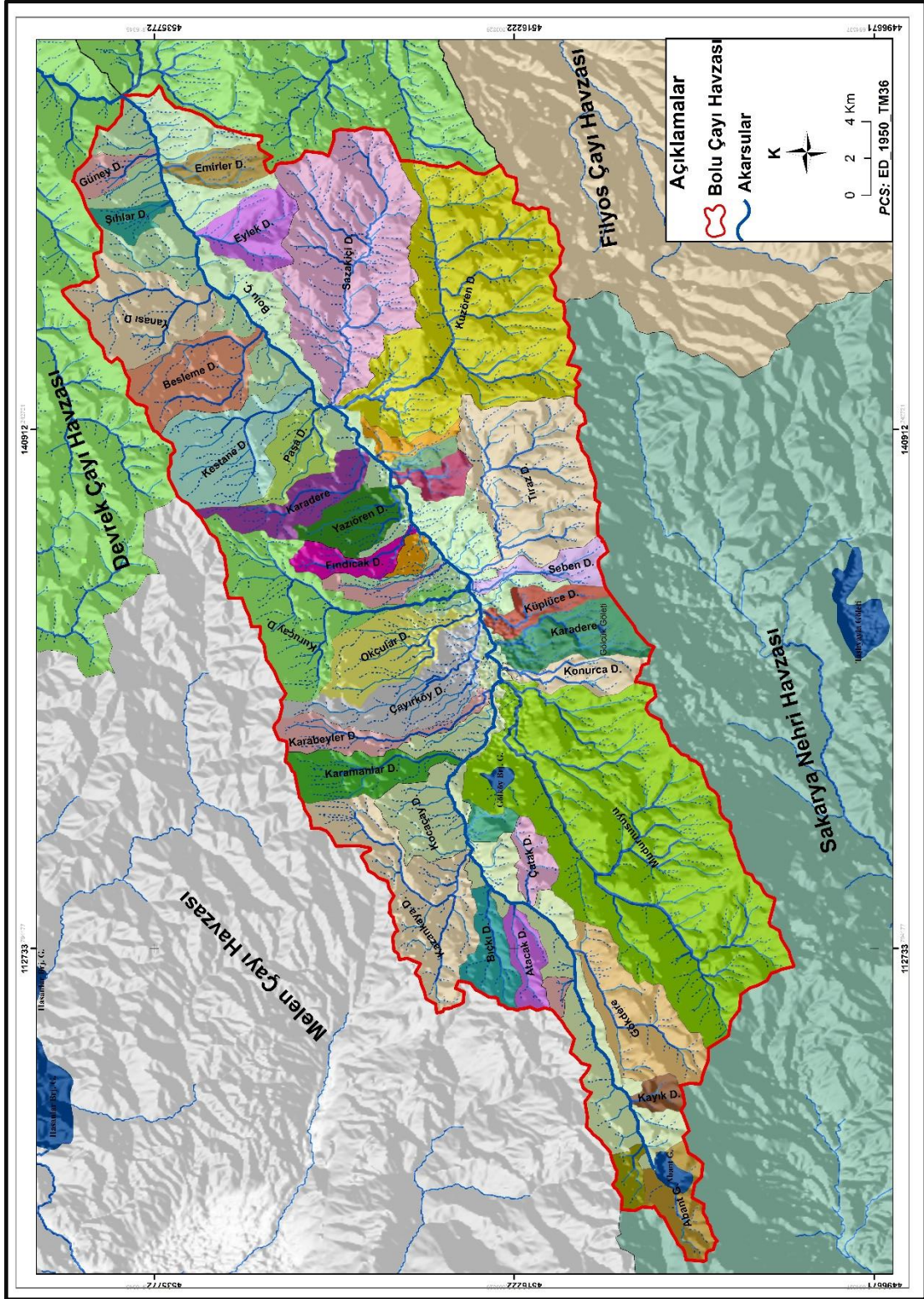
5.4. Bolu Çayı Üzerine Coğrafi Bir Değerlendirme

Devrek Çayı Havzası için uygulanan tüm morfometrik parametreler Strahler’in çatallanma evresinde ve alt havzaları belirleme metodunda kullandığı en çok dizin sayısı baz alınarak yapılmıştır. Bu duruma göre Devrek Çayı’nın kaynağı, havzanın güneybatısında yer alan fazla çatallanmanın olduğu Mudurnusuyu olarak kabul edilmiştir. Fakat yapılan arazi çalışmalarında Mudurnusuyu’nun Abant Deresi’ne bağlandığı görülmüştür. Ayrıca Abant Deresi’nin yatağının daha geniş, kaide seviyesinin de daha alçak olduğu gözlemlenmiştir (Fotoğraf 97).



Fotoğraf 97. Seyitköy civarında Abant ve Mudurnu derelerinin birleşerek, Büyüksu Deresi olarak akışına devam ettiği birleşim yerinde Abant Deresi'nin kaide seviyesinin daha alçak olması nedeniyle Mudurnuyu'nun Abant Deresi'ne bağlandığı görülmektedir.

Coğrafi açıdan bakıldığında taban seviyesi göz önünde bulundurulması gereken bir özelliktir. Bu nedenle yapılan tüm morfometrik parametreler kaide seviyesinin alçak olduğu Abant Deresi baz alınarak tekrar hesaplanmasına ihtiyaç duyulmuştur. Yapılan analizler sonucunda Bolu Çayı'nın alt havzaları 39'a yükselmektedir (Harita 28). Bolu Çayı Havzası'nda alansal olarak en büyük alt havza Mudurnusuyu, en küçük alt havza ise Aktaş Deresi Havzası'dır (Tablo 60). Ayrıca çizgisel, alansal ve yüzeysel parametrelerde de sayısal olarak değişiklikler olmuştur. Fakat elde edilen sonuçlar Mudurnusuyu ya da Abant Deresi Devrek Çayı'nın kaynağı olarak baz alınsada havzanın genel özelliklerinde bir değişikliğe yol açmamıştır. Örneğin havzanın şekli her ikisinde de uzunlamasına bir şekle sahip olduğunu destekler niteliktedir. Her iki hesaplamada da havzanın asimetrik bir havza olduğu görülmektedir (Tablo 61). Ancak Mudurnusuyu'nun kaynak noktası olarak alındığı hesaplamada asimetri eğilimi %58, Abant Deresi'nin kaynak alındığında ise %62 ile asimetri gelişimi artmaktadır (Harita 29). Tüm bu yapılan hesaplamalar fikir vermesi açısından tekrar tablolaştırılmış ve aşağıda sırasıyla verilmiştir.



Harita 28. Kaynağı Abant Deresi Olan Bolu Çayı Alt Havzaları

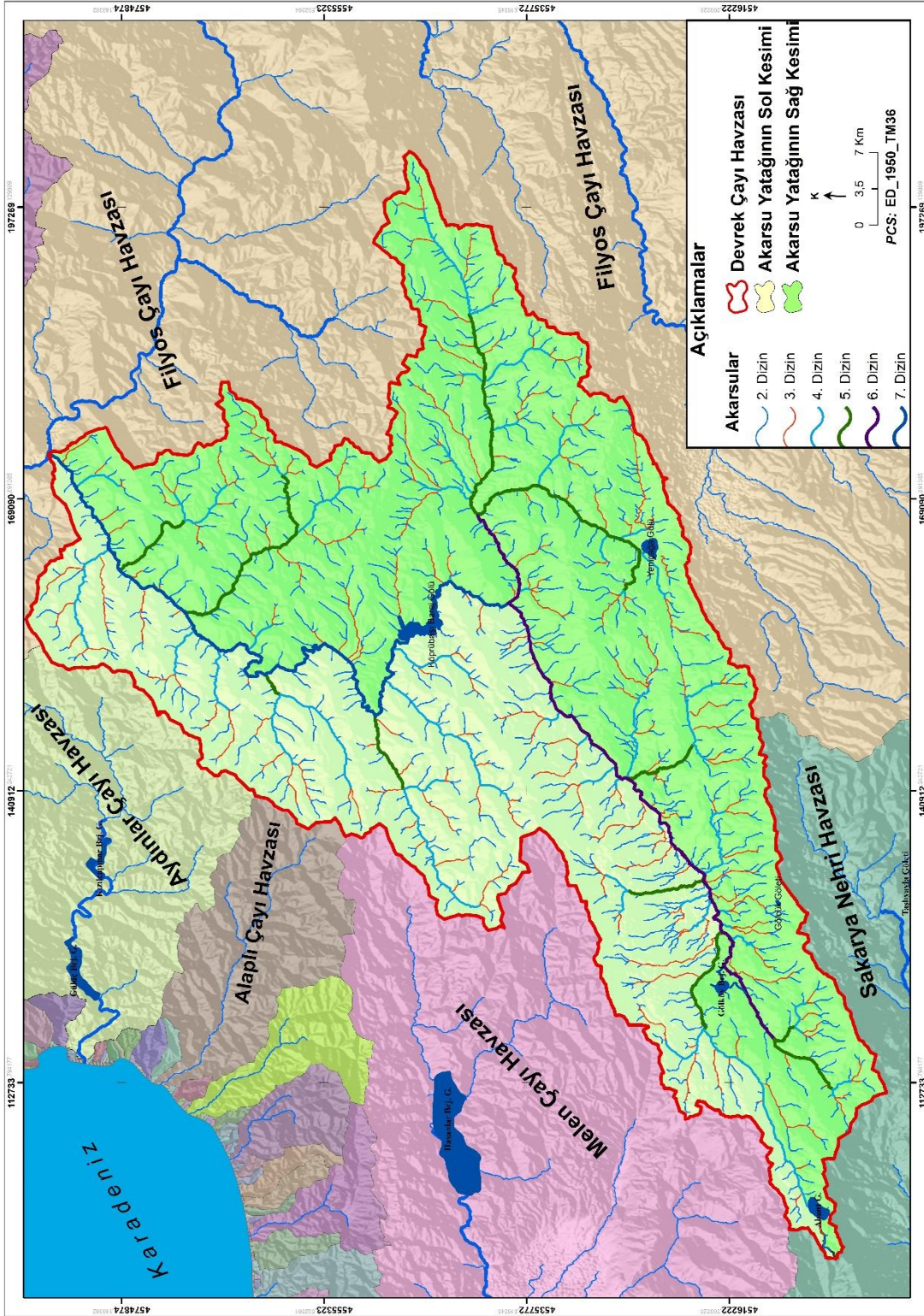
Tablo 60. Bolu ayı Alt Havzalarının Alanları ve evre Uzunlukları

Sayı	Havza Adı	Havza Alanı (km ²)	Havza evre Uzunluğu (km ²)
	Bolu ayı Havzası	1116,75	199,14
1	Mudurnusuyu	176,01	68,92
2	Kuzören D.	116,20	58,89
3	Sazakiçi D.	83,18	45,65
4	Tıraz D.	54,04	36,37
5	Kuruçay D.	43,87	47,14
6	Kazankaya D.	42,34	41,90
7	Kestane D.	31,36	27,37
8	Gökdere	31,13	29,65
9	Yanası D.	30,83	25,84
10	ayırköy D.	26,92	33,15
11	Besleme D.	24,92	23,96
12	Okçular D.	23,26	25,57
13	Karadere	19,17	21,71
14	Karamanlar D.	17,59	24,01
15	Karadere	16,26	26,59
16	Eylek D.	15,73	17,93
17	Abant G.	14,37	18,87
18	Yazıören D.	13,44	17,34
19	Karabeyler D.	12,78	29,72
20	Paşa D.	12,51	19,82
21	Bıçkı D.	11,73	18,51
22	Konurca D.	10,82	19,33
23	Emirler D.	9,74	14,81
24	Küplüce D.	9,30	19,17
25	Seben D.	8,71	20,87
26	Atacak D.	8,59	15,54
27	Fındıcak D.	8,39	18,92
28	Çatak D.	7,42	13,17
29	Susuzkınık D.	6,29	13,26
30	Güney D.	6,15	12,33
31	Şıhlar D.	5,59	12,68
32	Yukarıköy D.	5,52	17,51
33	Oğuldoruk D.	4,88	16,71
34	Öküzovaı D.	4,76	10,53
35	Kayık D.	4,27	8,78
36	Yumrukaya D.	4,12	10,36
37	Saraycık D.	3,48	10,09
38	Boyacılar D.	3,32	8,87
39	Aktaş D.	2,19	7,04
	Toplam havza alanı	1116,75	

Tablo 61. Kaynak Abant Deresi Kabul Edildiğinde Devrek ve Bolu Çaylarının Morfometrik Hesaplamaları

Alansal Parametreler														
Havza Adı	A km²	P km	Rc	Re	Rk	Rf	Rcf	Rs	V	Rt	Dd	Fs	IN	Ru
Devrek Ç.	3246,50	406,67	0,06	0,59	2,01	0,28	3,62	2,56	1,43	11,32	1,61	1,81	2,91	1,90
Bolu Ç.	1116,75	199,14	0,09	0,53	1,68	0,22	4,51	2,05	2,79	8,03	1,76	1,86	3,27	2,12
Çizgisel Parametreler														
	L (Km)	W (Km)	Lm (Km)	Lf (Km)	R1	Rb	Rm	Rsi	Ri	Ld				
Devrek Ç.	108,44	75,60	164,86	0,31	1,89	4,27	0,01	1,60	0,40	102,95				
Bolu Ç.	70,94	25,46	77,18	0,28	1,97	4,38	0,01	1,18	0,38	65,17				
Yüzeysel Parametreler														
	Bh	Rh	Rbh	Rn	Tc									
Devrek Ç.	1929	0,018	0,005	3,10	36 saat 16 dk									
Bolu Ç.	1455	0,021	0,007	2,56	16 saat 57 dk									

Bolu Çayı, Devrek Çayı Havzası'nın en büyük alt havzası olmasıdır. Yapılan hesaplamalar sonucunda KAF hattının oluşturduğu tektonik bir çöküntüde yer alan Bolu Çayı'nın olgunluk safhasına yakın olduğunu ve bu nedenle derine aşındırmanın zayıfladığı, şekil olarak da uzunlamasına bir şekle sahip olduğu gibi sonuçlara ulaşılmıştır.



Harita 29. Kaynağı Abant Deresi Olan Devrek Çayı Havzası Asimetri Haritası

6. BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuç

Araştırma alanını oluşturan Devrek Çayı Havzası, Filyos Çayı Havzası'nın önemli kollarından biridir. Hidrografik açıdan tektonizma ve flüviyal süreçlerin etkisi altında şekillenmiş, biyoçeşitlilikçe zengin bir özellik göstermesi, kısa mesafede topografik şartların farklılaşması çalışma alanını karakterize etmektedir. Sahanın ekolojik koşulları altında vejetasyon ve hidrografiya önemli etkilenmeler göstermiş ve tez çalışmasında bu iki konuya odaklanılmıştır. Çalışma ile geleceğe yönelik yapılacak havza planlamalarına katkı sağlama potansiyeli olan bir araştırma ortaya konularak elde edilen sonuçlar aşağıda paylaşılmıştır:

- ✓ Araştırma alanında Prekambriyenden Kuaterner'e kadar birçok zamana ait farklı litolojik unsur bulunmaktadır. Havzanın kuzey kesiminin büyük bir bölümünde Prekambriyen dönemine ait granodiyoritler yer almaktadır. Bu durum akarsu aşındırmasına direnç oluşturmaktadır. Özellikle eğimin fazla olduğu sahalarda toprak örtüsünün yoksunlaştığı ve buna bağlı olarak vejetasyonun cılızlaştığı alanlarda yüzeysel akış güçlenmektedir. Buna karşın volkanik bir kayaç olan granodiyoritler ayrıştıklarında kumlu bünyeli toprak oluşumunu sağlamaktadır. Kumlu bünyeli topraklarda infiltrasyonun artması yüzeysel akışı kontrol etmektedir. Ayrıca toprak oluşumunun geliştiği yüzeylerde gür vejetasyon gelişimi söz konusudur. Gür bitki örtüsüne sahip alanlarda intersepsiyonun artması ile yüzeysel akış hızı azalmaktadır. Havzanın güneyinde ise killi bünyeli toprak oluşumuna yatkın olan flişler geniş alan kaplamaktadır. Ayrıca bu alanda ortamın nemlilikten uzaklaşması ile vejetasyonun cılızlaşması, litolojinin aşınım direncinin düşük olması ve killi bünyeli toprakların üst yüzeylerinin hızla suya doygun hale gelerek yüzeysel akışı desteklemesi gibi nedenler ile arazi yarılmının fazla olmasına yol açmaktadır.

- ✓ Havzada yükselti, eğim, bakı, dağların uzanış doğrultusu, arazinin yarıma derecesi gibi unsurların farklılık gösterdiği, faylanmanın da etkisiyle arızalı bir topografya gelişimi görülmektedir. Bu durum araştırma alanı içinde iklim, bitki örtüsü, toprak ve hidrografya özelliklerini kontrol ederek doğal ortam çeşitliliğinin meydana gelmesini sağlamıştır.
- ✓ Bir yerdeki iklim şartlarının genel özelliklerini belirlemek için çok sayıda formül bulunmaktadır. Ülkemiz için bu formüllerden en çok kullanılan ve doğruluğu en yakın olanı Erinç ve Thornthwaite yöntemleridir. Araştırma alanında bulunan istasyonların erinç formülüne göre yıllık indis değerlerine bakıldığında, Abant Yarı Nemli özellik gösteren tek istasyondur. Havzadaki Bolu, Devrek, Yeniçağa ve Mengen istasyonları ise Yarı Kurak özelliktedir. Thornthwaite yöntemine göre ise Bolu Yarı Kurak-Az Nemli, Devrek Yarı Kurak, Yeniçağa Yarı Kurak-Az Nemli, Mengen Yarı Nemli ve son olarak da Abant'ın Nemli özelliğe sahip olduğu görülmektedir.
- ✓ Kızılcım ve çeşitli maki elemanlarının yayılış yaptığı Devrek Çayı'nın aşağı çığırındaki alçak vadi yamaçlarında Akdeniz Biyomu, Dorukhan Tüneli kuzeyinde karakteristik olarak kayın ve göknarların baskın olduğu alanlarda Karadeniz Biyomu ile Dorukhan Tüneli güneyinde Mengen ve Bolu alt havzalarının platoluk alanların üzerinde gelişen karaçam ve meşelerin baskın olduğu Karadeniz-İç Anadolu Ekotonu olarak nitelendirilebilecek ekolojik kuşakların gelişimi söz konusudur.
- ✓ Kızılcım, maki ve garig (makilerden; kocayemiş, sandal, akçakesme, funda, katran ardıcı, menengiç, karaçalı, çitlembik, boyacı sumacı, derici sumacı, ılgın, kışlık yasemin, süpürge çalısı: garig; adaçayı yapraklı laden) elemanları geçmiş jeolojik dönemlerde meydana gelen iklim değişikliklerine bağlı olarak günümüzden daha sıcak koşulların yaşandığı zamanlarda ortama yayıldıkları bilinmektedir. Ancak bu türler tekrar yaşanan soğuma döneminde Filyos Çayı alçak vadi yamaçlarında olduğu gibi Yenice ve Karabük civarının bir devamı olarak Devrek Çayı Havzası'nın sunduğu izole yaşam alanlarında yayılış yaptığı düşünülmektedir. Dorukhan Tüneli kuzeyinde özellikle

800-900 m yükseltinin üzerinde yaygın olan kayın ve göknarlar araştırma alanının içinde bulunduğu Avrupa-Sibirya Fitocoğrafya Bölgesinin doğal üyeleri olarak Karadeniz kıyı dağlarında yayılış yapmaktadır. Dorukhan Tüneli güneyi ise Karadeniz ardı depresyon alanında kalmaktadır. Karadeniz üzerinden gelen nemli hava kütlelerinin yağışı kıyı dağlarına bırakması ile yağış gölgesinde kalan bu alan, topografya koşullarına göre etkisi değişmekle beraber yaz kuraklığının daha fazla hissedildiği yerdir. Kış mevsiminde ise soğuk havanın şiddetini gösterdiği karasallık etkisinin belirmeye başlaması ile araştırma alanının kuzey kesiminden ayrılır.

- ✓ Devrek Çayı Havzası'nın su varlığı meteorik (vadoz) kökenlidir. Yağışların büyük ölçüde yağmur kökenli olduğu havzada, meteorik su potansiyeli yıllık toplam 2.585.151.648 m³ olarak hesaplanmıştır. Devrek Çayı'nın mansabına yakın bir noktada kurulu olan Devrek akım gözlem istasyonunun yıllık toplam debisi ise 705.142.857 m³ olarak ölçümlenmiştir. Buna göre yağış sularının %27 'si yüzeysel akış olarak Devrek Çayı ile havzayı terk ederken, vadoz su potansiyelinin %73 'ü evapotranspirasyon, yeriçine sızma ve kullanma suları gibi nedenler ile havzada tutulduğu tespit edilmiştir.
- ✓ Devrek Çayı Havzası 3246,5 km² alan kaplaması nedeniyle büyük havza kategorisinde yer almaktadır. Alt havzalar düzeyinde ise en büyük havza 1116,75 km² ile Bolu Çayı Havzası iken, en küçük alana sahip havza ise 3,99 km² ile Kozluçay Deresi Havzası'dır.
- ✓ Araştırma alanında sürekli ve geçici olmak üzere çok sayıda tali kol ana akarsu olan Devrek Çayı'nı beslemektedir. Bu durum havzada etkili olan yarınemli-yarıkurak iklim şartlarının kontrolünde gerçekleşmektedir. Özellikle çok sayıda bulunan geçici akarsular, Bolu ve Mengen çayı havzalarında görüldüğü gibi sağanak yağışlarla litolojik yapının da etkisi ile arazinin çokça parçalanması sonucu oluşmaktadır. Yağışın azaldığı dönemlerde (Haziran, Temmuz, Ağustos) ise yüzeysel akış sonlanarak geçici akarsu ağları gelişmektedir. Araştırma alanında ana akarsu Devrek Çayı iken yukarı mecrasını Bolu Çayı ve Mengen çayları oluşturmaktadır. Bolu Çayı güneyden Mengen Çayı ise doğudan

gelerek birleştikleri noktadan itibaren Devrek Çayı'nı meydana getirmektedir. Devrek Çayı kabaca güney-kuzey yönünde akış göstererek Filyos Çayı'na bağlanmaktadır. Ana akarsu olan Devrek Çayı'na sağdan (doğudan) bağlanan akarsuların başlıcaları; kuzeyden güneye doğru Himmetler, Beylikkale, Bılık, Belen, Buldan, Yayalar, Kademler, Pürenkaya, Gumala, Gebedek, Bıçkı, Şap, Pelitveren, Değirmendere, Keklik ve Çıgırlık dereleridir. Soldan (batıdan) ise yine kuzeyden güneye doğru Feriz, Gürçeşme, Çay, Çengeri, Erikyanı, Kozluçay, Aksu, Karadere, Çal, Harami, Demirciler ve Bulanıksu dereleri bağlanmaktadır. Bolu ve Mengen çayları KAF sistemi dâhilinde meydana gelen Bolu-Mengen depresyon sahasına yerleştiği ve çöküntü alanının uzanış doğrultusuna uygun olarak aktığı görülmüştür.

- ✓ Devrek Çayı Havzası'nda 3 adet doğal oluşumlu göl, 1 adet suni set göleti ve 2 adet baraj bulunmaktadır. Doğal oluşumlu göllerden biri olan Yedigöller, adını içinde bulunan 7 adet heyelan gölünden almaktadır. Bunlar Sazlı Göl, İnce Göl, Nazlı Göl, Kuru Göl, Derin Göl, Büyük Göl ve Serin Göl'dür. Araştırma alanının en batısında tektonik kökenli heyelan set gölü olan Abant Gölü yer almaktadır. Tektonik kökenli çöküntü alanının çukur yerlerinin sular ile kaplanmasıyla oluşan Yeniçağa Gölü havzada oluşan doğal göllerden biridir. Bolu'nun güneyinde oluşturulan Gölcük Göleti sahada önemli bir rekreasyonel alan haline dönüşmüştür. Bolu yerleşmesinin batısında taşkın kontrolü ve sulama amaçlı inşa edilen Gökçöy Göleti ile Devrek Çayı üzerine taşkın kontrolü ve enerji üretimi amaçlı yapılan Köprübaşı Barajı yer almaktadır. Doğal ve yapay göl varlığı ortam çeşitliliği açısından araştırma alanına zenginlik kattığı düşünülmektedir.
- ✓ Araştırma alanında akarsu ağlarının oluşumu ve drenaj ağlarının litolojik yapı, faylanma durumu, iklim ve topografyanın kontrolü altında geliştiği belirlenmiştir. Yarıkurak iklim şartlarının egemen olduğu, faylanmanın arttığı Bolu Çayı alt havzalarından Kuzuören Deresi yumuşak litolojik birimler üzerinde subparalel drenaj ağına örnek olarak gösterilmektedir. Tektonizmanın etkili olduğu Yeniçağa ve Abant gölleri çevresinde merkeze yönelen akarsuların oluşturduğu sentripedal

drenaj ağı meydana gelmiştir. Geniş sahaları örten dirençli granodiyoritler üzerinde dentritik drenaj ağı oluşmuştur. Araştırma sahasının farklı yerlerinde birçok örneği bulunmasına rağmen en güzel örneği Aksu Deresi ve bu akarsuya ait kollarda görülmektedir. Araştırma alanında en yaygın olarak oluşan drenaj tipi ise dentritik ve subparalel olduğu belirlenmiştir. Bu durum taşkın hidrograflarının dik eğimli ve sivri tepeli bir görünümde olmasına neden olmaktadır.

- ✓ Araştırma alanında ana akarsu uzunluğu 158,84 km olarak ölçülmüştür. Ana akarsuyun kaynak ve ağız kesimleri arasındaki doğrusal uzunluğu ise 100,92 km'dir. İki ölçüm arasında ortaya çıkan bu fark, akarsuyun yatağında kıvrımlılık olduğuna işarettir. Yapılan hesaplama göre akarsuyun yatak kıvrımlılık oranı 1,57 olarak bulunması bunu destekler niteliktedir. Bu duruma neden olan etmenlerden birisi özellikle granodiyorit sahalarda meydana gelen faylanmalarla birlikte belirgin yanal atımlar gerçekleşmiş, bu hatlara uyan akarsu yatağı kıvrımlı bir özellik kazanmıştır. İkinci olarak ise yatak eğiminin azalmasına bağlı olarak akarsuyun derine aşındırma gücü zayıflamış buna bağlı olarak da yanal aşındırmaya meyillenmesi ana akarsu yatağında kıvrılmaya neden olduğu görülmüştür.
- ✓ Strahler metodunun temel alındığı araştırma alanında akarsu kollarının hiyerarşik düzenli halde dizi sistemleri gelişmiş ve 7 evre olduğu belirlenmiştir. Buna göre havzada toplam 5889 dizin ortaya çıkmıştır. Bunlardan 1. dizinde 4602 adet, 2. dizinde 1000 adet, 3. dizinde 220 adet, 4. dizinde 53 adet, 5. dizinde 11 adet, 6. dizinde 2 adet ve ana kolu temsil eden 1 adet 7. evre oluşumu mevcuttur. 7. dizin Mengen Çayı ile Bolu Çayı'nın birleştiği alandan itibaren Filyos Çayı'na kadar olan kesimi kapsamaktadır. 87,68 km uzunluğunda olan bu alan havzada maksimum su miktarının toplandığı alana karşılık gelmesi nedeniyle sel ve taşkınlar için risk taşımaktadır. Havzada kirleticilerin en yoğun olduğu kesim Bolu Çayı havzası olması nedeniyle potansiyel su kirliliği açısından değerlendirildiğinde yine Bolu Çayı'nda kirliliğin en fazla olduğu düşünülmektedir. Kirlilik oranının fazla olması beklenen 7. dizin de aşağı çığıra doğru kirletici etkilerin minimize olduğu geniş

ormanların yayıldığı alanlarda çok sayıda yan kol bağlanarak 7. dizine temiz su taşımaktadır. Taşınan bu temiz suların 7. dizinin su kirlilik düzeyinin azalması üzerinde etkili olacağı düşünülmektedir.

- ✓ Araştırma alanında yatak uzunluğu ile yatak eğim oranı arasında yakın bir bağ olduğu sonucuna varılmıştır. Havzada alt havzalar düzeyinde ana akarsuya yakın tepelerden kaynağını alıp ana akarsu uzunluğu kısa olan Kozluçay Deresi Havzası'nda olduğu gibi (%20) yatak eğim oranı yüksek çıkarken, ana akarsu uzunluğunun fazla olduğu havzalarda ise Bolu Çayı Havzası'nda olduğu gibi (%1) düşük çıkmaktadır. Bu durum aynı zamanda havzaların gelişim dönemlerini de yansıtmaktadır. Yatak eğim oranı yüksek olan akarsuların genç ve aşındırma gücü kuvvetlidir. Yatak eğim oranının düşük olduğu akarsular ise kaynak kesimlerinde aşındırma gücü devam ederken orta ve aşağı çığırlarında ise belirgin bir birikim söz konusudur. Bu nedenle birikim sahalarının geniş alan kapladığı havzalar olgunlaşmanın göstergesi olarak kabul edilir.
- ✓ Araştırma alanının uygunluk oranının 0,39 olduğu tespit edilmiştir. Alt havzalarda en yüksek değer 0,44 ile Karadere Havzası'nda iken en düşük uygunluk oranı ise 0,25 ile Kozluçay Deresi Havzası'na aittir. Maksimum uygunluk oranın çıktığı Karadere Havzası eğim ve engebenin fazla olduğu bir havzadır. Kısa mesafede değişen yükselti farkı nedeniyle akarsu katettiği yolu oyalanmadan hızlıca ana kola bağlanmaktadır. Karadere Havzasının jeolojik yaş ve litoloji özellikleri dikkate alındığında araştırma alanının en yaşlı arazisi üzerinde kurulduğu ve litolojik açıdan granitik kayaların yaygın olduğu bir alanda yer almaktadır. Bu durum litolojinin aşınmaya karşı direnci nedeniyle akarsuyun gençlik evresinin uzun sürmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla Karadere'nin araştırma alanı içerisindeki diğer havzalara göre daha genç olduğu görülmektedir. Buna karşın, eğim ve yükseltinin daha düşük olduğu, platoluk saha içerisinde akış gösteren Kozluçay Havzası'nın ise olgunluk safhasına daha yakın olduğunu söylemek mümkündür. Ayrıca bu akarsuyun kurulduğu alan eosen yaşlı çökel kayalar üzerindedir. Bu durum aşınmaya karşı direncin zayıf olduğu anlamına gelmektedir.

- ✓ Devrek Çayı Havzası'nın uzunlamasına bir havza özelliği taşıdığı belirlenmiştir. Uzunlamasına havzalarda yan kolların ana akarsuya ulaşma mesafeleri dairesel havzalara göre daha kısadır ancak yağış suları alt kollarda birikim yapmadan drene olurlar. Buna karşın dairesel havzalarda oluşan şiddetli yağışlarda sular yan kollarda daha fazla birikim yaparak ana akarsuya birbirlerine yakın zamanlarda fazla miktarda su ulaştırması nedeniyle ana kol üzerinde sel ve taşkın riski artmaktadır. Havzanın uzunlamasına bir şekle sahip olması taşkın olma ihtimalini düşürmektedir ancak bu durumu önlemesi mümkün değildir. Nitekim 21 Mayıs 1998 tarihinde Devrek'te meydana gelen şiddetli sel felaketi yaşanmıştır. Benzer ekstrem koşullarda taşkın riskinin oluşumu muhtemeldir.
- ✓ Devrek Çayı Havzası için üretilen hipsometrik eğrinin, yer yer içbükey, yer yer ise dışbükey formda olan "S" profilli bir görünüm oluşturduğu belirlenmiştir. Hipsometrik eğrinin görünümü, havzanın olgunluk evresine yakın olduğuna işarettir. 0,45 olarak hesaplanan hipsometrik eğrinin sayısal değerini ifade eden hipsometrik integral değeri de bu durumu desteklemektedir. Ancak havzanın geneli için olgunluk safhasında olduğunu söylemek mümkün değildir. Çünkü bu sonucun çıkmasında havzanın güney kesiminde yanal atımlı bir özellik taşıyan KAF sisteminin rolü büyüktür. Bolu-Mengen depresyonunu kapsayan bu kesimde Mengen civarında basık plato sahası ile Bolu civarında tektonik kökenli ova karakterli düzlükler geniş alan kaplamaktadır. Bu kesimlerde akarsuyun taşıma kapasitesi düşüktür. Buna karşın, Bolu ve Mengen çaylarının birleşim noktasından itibaren akarsusun geçtiği sahalarda taban araziler oluşsa da yan kolların anakola birleşme noktaları dışında topografya oldukça engebelidir. Ve bu alt havzalarda akarsuların aşındırma kapasiteleri kuvvetlidir. Dar ve derin çentik vadi oluşumunun yaygın olduğu bu sahanın olgun safhadan uzak olduğu görülmektedir.
- ✓ Ana akarsuya bağlanan yan kollardan en büyük ve en uzun dizin sayılarının takip edilmesiyle belirlenen yatak, ana akarsu yatağı olarak kabul edilmiş ve bu hattın her iki kesiminin havza alanına

oranlanmasıyla havzanın asimetric bir eğilim gösterdiği belirlenmiştir. Buna göre akarsuyun sağ kesimi (doğu ve güney) daha geniş alan kaplarken toplam akarsu uzunluklarının da daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır.

6.2. Öneri

- Araştırma alanı olan Devrek Çayı Havzası'nda başta depresyon tabanları ve vadi tabanı düzlükleri olmak üzere düşük rakımlı sahalarda antropojenik sahalarda genişlemektedir. Bu alanlar dışında saha büyük ölçüde orman örtüsü ile kaplıdır. Bu nedenle havzada orman ürünleri üretimi önemini korumaktadır. Bu duruma bağlı olarak üretim sahalarda ekolojik açıdan ortamın asli türü korunmalıdır. Yani bir türün lehinde veya aleyhinde kesim yapılırken hem ortam şartları hem de türün ekolojik istekleri göz önünde tutulmalıdır.
- Kesim sahalarda özellikle ışık ağacı lehine boşaltım yapılan yerlerde tohumların doğrudan toprağa ulaşarak kolay çimlenebilmesi için orman altında bulunan tüm türlerin kesilerek ortamdan uzaklaştırıldığı görülmüştür (Fotoğraf 98). Orman sahalalarının sadece ağaçlardan oluşan bir topluluk olarak görülmesi yanlış bir anlayıştır. Bu sahalarda ağaç, çalı ve otsu türlerden oluşan zengin bir bitki çeşitliliği ile bu türlere bağlı olarak yaşayan çok sayıda makro ve mikro canlılar bulunmaktadır. Bir alanda sadece bir türün korunması ortamda yaşam alanı bulan tüm türleri etkilemektedir. Bu nedenle orman ekosistemi içerisinde biyolojik çeşitliliğin korunmasına özen gösterilmelidir.



Fotoğraf 98. Boşaltım sahası olan karaçam topluluğu altında maki ve diğer çalı türleri ortamdandan uzaklaştırılmıştır.

- Havzada Akdeniz Biyomu'nun yaygınlaştığı alanlar bulunmaktadır. Bu sahalar iklim değişikliği konusunda fikir oluşturması açısından değerli görülmektedir. Bu nedenle gelecekte yapılacak bilimsel araştırmalara kaynak sahası oluşturması nedeniyle Akdeniz Biyomu'nun yoğunluk kazandığı alanlarda tür kompozisyonunun muhafazası ve gelecek kuşaklara aktarılması önemlidir.
- Havzada yarıkurak koşulların egemen olduğu eğimli sahalar arazi degradasyonuna daha açıktır. Bu nedenle bu sahaların ağaçlandırılması erozyon kontrolü açısından zorunluluk gerektirmektedir. Bu sahaların alandaki asli ağacı ise meşe ve karaçamlardır. Ağaçlandırma çalışmalarında karaçamlara ilave olarak kurakçıl koşullara daha dayanıklı olan ve kök sürgünleri ile hızlı yayılış gösteren meşelere yer verilmesi bu çalışmaların daha başarılı olmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.
- Havzada tarım potansiyelinin en yüksek olduğu Bolu depresyon düzlüklerinde Bolu yerleşmesi kurulu vaziyettedir. Bu durum tarım arazilerinin kaybedilmesine yol açmaktadır. Bunun yanı sıra alanın KAF sisteminde yer almasından dolayı zemin sıvılaşmasına uygun olması nedeniyle depremlerden daha fazla etkilenmesine neden olacağı açıktır. Can ve mal güvenliğinin sağlanması açısından yerleşmelerin

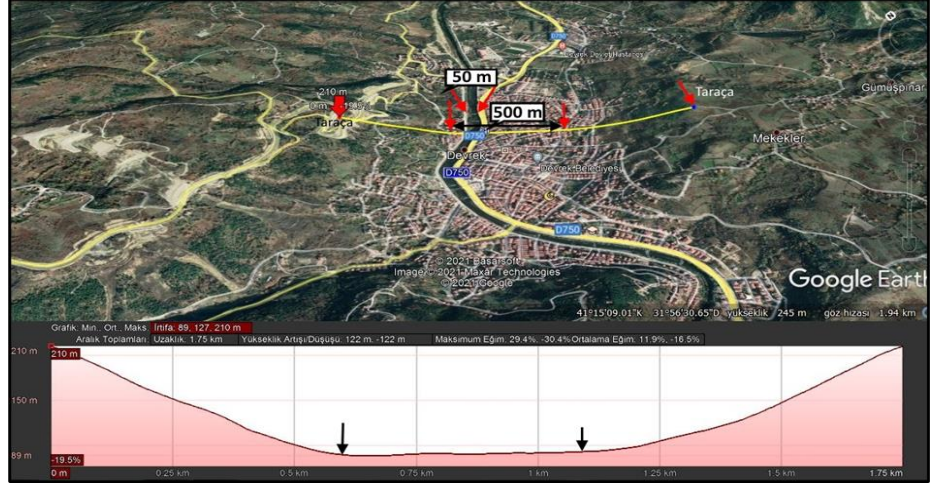
kenar kuşak ana kayalar üzerine yönlendirilmesini sağlayacak şehir planlamasının yapılması bir zorunluluk olarak görülmektedir.

- Havzada tarımsal potansiyeli olan az eğimli yüzeyler ile çoğu vadi tabanı düzlüklerinde tarım arazileri terk edilmiştir. Bu arazilere ormanların yürüdüğü gözlemlenmiştir (Fotoğraf 99). Arazide gözlemlenen bu durum Zeren (2021) tarafından yapılan 1985 yılından 2020 yılına kadar olan süreçte Devrek-Mengen arasında orman varlığının artışı tespiti ile örtüşmektedir. Tarım arazilerinin terk edilmesinin birçok nedeni olsa da temelde miras hukukuna bağlı olarak arazilerin çok sayıda hisseye ayrılmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum tarımsal arz ve gıda güvenliği açısından önemli bir sorun olarak görülmektedir. Ülke sınırları içerisinde her bir karış toprağın verimli kullanımı gerekmektedir. Covid-19 pandemi sürecinde görüldüğü üzere ülkede gıda güvenliğinin sağlanması zorunluluk düzeyine gelmiştir. Bu amaçla tohum, gübre ve benzin-mazot fiyatlarının üreticiler üzerindeki baskısını kaldıracak seviyede devlet desteklemelerinin artırılması gerekmektedir. Buna ilaveten tarım arazileri üzerinde miras hukukunun acilen düzenlenmesi ile üreticiler, refah düzeyinde gelir sağlayabileceği arazi miktarı ve bütünlüğüne kavuşturulmalıdır. Bu şartların sağlanmasına rağmen arazilerin boş bırakıldığı yerlerde devlet eliyle mülkiyet değişikliği gibi ciddi yaptırımlarda dahil olmak üzere birtakım düzenlemeler hayata geçirilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.



Fotoğraf 99. Vadi tabanı düzlüklerinde tarım arazileri terk edilmiş durumdadır.

- Havzada çalışma kapsamında su kirlilik analizi yapılmamakla beraber arazi gözlemlerinde akarsulardan ciddi bir koku yayılımı gerçekleştiği hissedilmiştir. Bu durum havzada kirletici atıkların akarsulara karıştığını göstermektedir. Kendine özgü ekosistemi bulunan sular üzerindeki kirlilik etkisinin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Su sorunu yaşayan ülkemizde suların kirleticilerden muhafaza edilmesi temiz suya erişimin yanında su ekosistemine katkı sağlayacaktır.
- Topografya koşullarının kontrolünde ortaya çıkan yerleşme kurulumu ve gelişimlerinde temel risk potansiyelinin depremler olduğu düşünülmektedir. Buna ilaveten yüzey suları havzada afet risk potansiyeli taşımaktadır. Sık tekrarlayan debi yükselmelerinin temel alındığı yerleşme kurulumları ile dere ıslah çalışmalarında ekstrem koşullar göz ardı edilmektedir. Oysa uzun dönemde yaşanmış olan taşkın durumlarını gösteren alüvyon dolgulu taşkın yataklarında yerleşme kurulumları dikkat çekmektedir. Devrek yerleşmesi, Devrek Çayı'nın oluşturduğu taşkın yatağı üzerine kurulmuştur. Devrek Çayı'nın taşkın yatağının Devrek yerleşmesinin bulunduğu alanda yaklaşık 500 m olduğu buna rağmen mevcut akarsu yatağı 50 m ile sınırlandırılmış olup akarsuyun taşkın yatağı tamamen yerleşme alanı haline dönüşmüştür (Görsel 1). Geçmişte yaşanmış ve gelecekte de yaşanması muhtemel olan ekstrem yağış durumlarında eski taşkın yataklarında yer alan yerleşmelerde ciddi can ve mal kaybına yol açacağı dikkatten kaçınılmamalıdır (Fotoğraf 100). Bu durumun önüne geçmek adına ekstrem koşullar yaşanmadan riskli taşkın alanlarından yerleşmelerin taşınması afet etkisinin asgari düzeye indirilmesi açısından önemlidir.



Görsel 1. Devrek ilçe merkezi Devrek Çayı'nın taşkın yatağı üzerindedir.



Fotoğraf 100. 21 Mayıs 1998 tarihinde Devrek'te meydana gelen taşkında çok sayıda ev ve işyeri sular altında kalmış, ilçe genelinde büyük hasar oluşmuştur (url-9).

- Bolu ve Mengen çaylarının aşağı çığrırları ile Devrek Çayı ana kolunun tamamında eğimin azalması ve akarsuların ağız kesimlerine doğru artan yan kol bağlanması ile sel ve taşkın riski giderek artmaktadır. 18-21 Mayıs 1998 tarihleri arasında Devrek ilçe merkezinin de etkilendiği batı karadeniz sel ve taşkın olaylarında Devrek'te inşa edilmiş olan köprülerde hasar oluşmuştur (Fotoğraf 101). Riskleri azaltmak açısından akarsu yatakları üzerine kurulan köprüler önemlidir. Bu alanlara kurulan köprülerin ayak mahmuzları ve ayaklar arası mesafeler ekstrem koşullara uygun olarak planlanmalıdır. Nitekim ayakların alçak ve mesafenin kısa olduğu köprüler şiddetli yüzeysel akış koşullarında akarsuların güç kazanması ile suların taşıdığı fiziksel yükler (ağaç,

tomruk, kaya vb.) artmaktadır. Bu durum özellikle köprülerde akarsu yataklarının tıkanmasına yol açmakta ve sular yatak çevresine daha fazla zarar vermektedir. 11 Ağustos 2021 tarihinde başlayan Batı Karadeniz sellerinde benzer durumlar yaşanmıştır. Ayrıca afet durumlarında köprülerin ayakta kalması alana müdahale etmek amacıyla gidecek ekiplerin ulaşımı açısından da önemlidir. Ulaşım planlamalarının ortamda yaşanacak ekstrem koşullara uyumu ve doğru uygulanması afet riskinin azaltılması kadar afet sonrası içinde önemlidir.



Fotoğraf 101. 21 Mayıs 1998 tarihinde Devrek'te meydana gelen taşkın, köprülerde hasara yol açmıştır (url-10)

- Araştırma alanına inşa edilmiş olan Köprübaşı Barajı enerji üretimi kadar taşkın kontrolü açısından da bir fonksiyona sahiptir. Bolu ve Mengen çaylarından gelen suların Devrek Çayı'nın aşağı çığırının muhafazasına katkı sağlamaktadır. Benzer yapıların havzada çoğaltılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir. Köprübaşı Barajı kısmi muhafaza sağlasa da barajdan ağza kadar çok sayıda yan kol bulunmaktadır. Havzanın bütününe aynı anda yağacak şiddetli yağışlarda suları toplayacak yeni barajlar alanda sel-taşkın riskini düşüreceği öngörülmektedir.
- Havzanın önemli ekosistemlerinden olan sulak alanlar ortam çeşitliliği ve biyolojik çeşitlilik açısından değerlidir. Yedigöller, Abant ve Yeniçağa gibi doğal oluşumlu göllerin dışında suni set gölü olan Gölcük Göleti aynı zamanda önemli bir rekreasyon alanı haline dönüşmüştür. Arazi çalışmalarında koruma statülü olan bu göl ve çevresinde kirlilik

oluştugu gözlenmiştir. Toplanılmayan ya da dağınık halde bırakılan piknik malzemeleri bu alanlarda yaşayan hayvanların beslenmesi için orada bulunan besinleri kirletmekte ya da bilinçsizce atılan plastikler birçok hayvan tarafından bilinmeden yenilmekte ve bu yüzden birçok canlı hayatını kaybetmesine neden olmaktadır. Bu nedenle rekreasyon alanı olarak kullanılan alanların muhafazasına özel önem gösterilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Ağtaş, A. (2017). Devrek ve Devrekani Çaylarında Taşınan Sediment Miktarının Yapay Zekâ Metotları ile Tahmini. Bartın: Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akalan, İ. (1988). *Toprak Bilgisi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Akbıyık, H. (2012). Havza amenajmanı ve ıslahı. Toprak Muhafaza ve Havza Islahı Dairesi Başkanlığı.
(<https://ormuh.org.tr/uploads/docs/Havza%20Amenajmani%20ve%20Islahi.pdf>
Erişim Tarihi: 14.09.2021).
- Altınbaş, Ü. (2000). *Toprak Genesisi ve Sınıflandırması*. İzmir: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Atalay, İ. (1986). *Uygulamalı Hidrografya*. İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.
- Atalay, İ. (1990). *Vejetasyon Coğrafyasının Esasları*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Basımevi.
- Atalay, İ. (1992). *Kayın (Fagus orientalis Lipsky.) Ormanlarının Ekolojisi ve Tohum Transferleri. The Ecology of Beech (Fagus orientalis Lipsky) Forest and their Regioning in terms of Seed Transfer*. Ankara: Orman Bakanlığı.
- Atalay, İ. (2010). *Genel Klimatoloji*. İzmir: Meta Basım.
- Atalay, İ. (2013). *Doğa Bilimleri Sözlüğü (2. Baskı)*. İzmir: Meta Basım.
- Atalay, İ. (2016a). *Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası*. İzmir: Meta Basım.
- Atalay, İ. (2016b). *Uygulamalı Jeomorfoloji*. İzmir: Meta Basım.
- Atalay, İ. (2018). *Uygulamalı Hidrografya*. İzmir: Meta Basım.
- Atalay, İ. ve Efe, R. (2010). *Anadolu Karaçamı [Pinus Nigra Arnold Subsp. Pallasiana (Lamb.) Holmboe]'nın Ekolojisi ve Tohum Nakli Açısından Bölgelere Ayrılması*. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Meta Basımevi, Ankara.
- Atalay, İ. ve Efe, R. (2015). *Türkiye Biyocoğrafyası*. İzmir: Meta Basım.
- Atalay, İ. ve Soykan, A. (2008). The factors affecting soil formation and thickness in turkey, ecology and environment. The 5th Turkey-Romania Geographical Academic

Seminer Proceedings. Editörler: İ. Atalay, R. Efe, M. Lelenicz and D. Balteanu. *İstanbul: Printed Inkilap Pub. Comp.*, sf: 85-100.

Atalay, İ., Altunbaş, S., Coşkun, M. ve Siler, M. (2020). *Taşların Ekolojisi ile Topografyanın Toprak Oluşumu, Tarım ve Ormanlık Açısından Önemi*. İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.

Avcı, M. (1998). Ilgaz Dağları ve çevresinin bitki coğrafyası II: bitki örtüsünün coğrafi dağılışı. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi*, (6), sf; 275-344.

Avcı, S. (1998). Filyos Çayı Havzasının (Karabük-Filyos arası) coğrafi etüdü I: fiziki şartlar. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi*, (6), sf; 217-274.

Avcı, M. (2005). Çeşitlilik ve endemizm açısından Türkiye'nin bitki örtüsü. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, (13), sf; 27-55.

Bayazıt, M. (2013). *Hidroloji*. İstanbul: Birsen Yayınevi.

Bayrakdar, C. (2006). Fırtına Deresi Havzasının Uygulamalı Jeomorfoloji Etüdü. İstanbul: Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Bilewu, S. O. (2015). Selection of an appropriate interpolation method for rainfall data in central Nigeria. *Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management* 8(4).

Biswas, A. K. (2009). *Impacts of megaconferences on the water sector*, (Eds.: Biswas, A. K. and Tortajada, C.). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Clarke, J. I. (1966). Morphometry from maps, in: DURY, G.H. (Ed), essays in geomorphology. *American Elsevier Publ.*

Coşkun, M. ve Aksoy, B. (2010). Aksu vadisi (Gresun) aşağı kesiminde doğal ortam şartlarının taşkın üzerine etkileri. *Gazi Türkiyat Türkoloji Araştırmaları Dergisi*, (7), sf: 135-154.

Coşkun, M. ve Coşkun, S. (2021). *Yerkabuğu'nu Oluşturan Maddeler: Mineraller, Kayaçlar ve Topraklar*. (Editör: M. Alım ve S. Doğanay) Yer Bilimi (3. Baskı): 10. Bölüm, sf: 193-244. Ankara: Pegem Akademi.

Coşkun, M., Coşkun, S. ve Gözalan, S. (2020). Temperature inversion winter seasonal in Karabük-Safranbolu Basin: Possible effects on natural and human environment (Turkey). *Electronic Turkish Studies*, 15(1).

Coşkun, S. (2017). Karabük Çevresinin Vejetasyon Ekolojisi ve Sınıflandırılması. Karabük: Basılmamış Doktora Tezi. Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Coşkun, S. (2020). *Karabük Çevresinin Vejetasyon Ekolojisi ve Sınıflandırılması*. Basılmış Doktora Tezi. Ankara: İksad Yayınevi.

- Coşkun, S. (2021). *Vejetasyon Coğrafyası Açısından Ovacık ve Çevresi*. Ankara: İksad Yayınevi.
- Cürebal, İ. ve Ekinci, D. (2006). Kızılkeçili Deresi Havzasında cbs tabanlı RUSLE (3D) yöntemiyle erozyon analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 47, sf: 115-130.
- Doğan, M. (2010). *Mengen Havzasının Beşerî ve İktisadi Coğrafyası*. İstanbul: Erbain Yayınları.
- Dönmez, Y. (1984). *Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.
- Dönmez, Y. (1985). *Bitki Coğrafyası*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Dönmez, Y. (1990). *Umumî Klimatoloji ve İklim Çalışması*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Basımevi ve Film Merkezi.
- Duran, C. ve Günek, H. (2010). Mersin kenti kuzeyi akarsu havzalarındaki ekolojik faktörlerin bitki örtüsüne etkisi. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 3(3), sf: 137-152.
- Ekinci, D. (2011). *Safranbolu ve Çevresinin- Araç Çayı'nın, Soğanlı ve Eflani Çayları Ağız Noktaları Arasında Kalan Kısımına Ait Akarsu Havzasının Jeomorfoloji Özellikleri*. İstanbul: Titiz Yayınları.
- Elebaşı, E. (2015). Marmara Denizi Akarsu Havzalarının Morfometrik Analizi. İstanbul: Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Erençin, Z. (1969). Abant. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(02).
- Erinç, S. (1957a). *Tatbiki Klimatoloji ve Türkiye'nin İklim Şartları*. İstanbul: İTÜ Hidrojeoloji Enstitüsü Yayınları.
- Erinç, S. (1957b). Türkiye'de akarsu rejimlerine toplu bakış. *Türk Coğrafya Dergisi*, (17), sf: 93-118.
- Erinç, S. (1977). *Vejetasyon Coğrafyası*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Erinç, S. (1996). *Klimatoloji ve Metodları* (4. Baskı). İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım.
- Erinç, S. ve Bilgin, T. (1956). Türkiye'de drenaj tipleri. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 4(7), sf: 124-156
- Erlat, E. (2014). *İklim Sistemi ve İklim Değişmeleri* (5. Baskı). İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları.
- Erol, O. (2014). *Genel Klimatoloji*. İstanbul: Çantay Kitabevi.

- Ghany, M. K. (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, sf: 1295-1322.
- Görüm, T. (2018). Akarsular ve Drenaj Tipleri. İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Bölümü Ders Notları. İstanbul.
- Hack, J. T. (1957). *Studies of longitudinal profiles in Maryland and Virginia*. US Geological Survey Professional Paper B, 294, sf: 45-92.
- Hajam, R. A., Hamid, A. ve Bhat, S. (2013). Application of morphometric analysis for geo-hydrological studies using geo-spatial technology—a case study of Vishav Drainage Basin. *Hydrology Current Research*, 4(3), sf: 1-12.
- Hangül, E. G. (2020). Zonguldak ve Devrek'in İklim Özellikleri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Hare, P. W. ve Gardner, T. W. (1985). Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate margins, Nicoya Peninsula, Costa Rica. *Tectonic geomorphology*, 4, sf: 75-104.
- Helsel, D. R. ve Hirsch, R. M. (2002). *Statistical Methods in Water Resources*. U.S. Geological Survey.
- Horton, R. E. (1932). Drainage-basin characteristics. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 13(1), sf: 350-361.
- Horton, R. E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins; hydro physical approach to quantitative morphology. *Geological Society of America Bulletin*, 56(3), sf: 275-370.
- Hoşgören, M. Y. (2011). *Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Hoşgören, M. Y. (2015). *Hidroğrafya'nın Ana Çizgileri I*. 9. Baskı. İstanbul: Çankaya Kitabevi.
- İnandık, H. (1964). *Akarsular ve Göller*. İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Enstitüsü Yayınları.
- Jaganathan, R., Annaidasan, K., Surendran, D. ve Balakrishnan, P. (2015). Morphometric analysis for prioritization of watersheds in the Mullayar River Basin, South India. *Environmental Management of River Basin Ecosystem*, sf: 127-136.
- Kanth, T. A. ve Hassan, Z. U. (2012). Morphometric analysis and prioritization of watersheds for soil and water resource management in Wular Catchment using geo-spatial tools. *International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences*, 2, sf: 30-41.

- Karataş, A. (2014). Karasu Havzasının Hidrografik Planlaması. İstanbul: Basılmamış Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kaya, B. (2015). Devrek Yöresi Sarıçam ve Karaçam Karışık Meşcereleri İçin Gövde Çapı ve Gövde Hacmi Denklemlerinin Geliştirilmesi. Isparta: Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Keller, E. A. ve Pinter, N. (2002). *Active Tectonics Earthquakes, Uplift and Landscape*. London: New Jersey.
- Kirpich, Z. P. (1940). Time of concentration of small agricultural watersheds. *Civil Engineering*, 10(6), sf: 362.
- Koçman, A. (1984). Bozdağlar ve çevresinin iklimi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 2(1), sf: 57-108.
- Konakçı, M. (2011). Devrek-Filyos-Kilimli (Zonguldak) Arasında Yer Alan Volkanitlerin Petrojenetik ve Jeokimyasal İncelemesi. Zonguldak. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kurter, A. (1982). *Kastamonu ve Çevresinin Doğal Görünümü*. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.
- Mahadevaswamy, G., Nagaraju, D., Siddalingamurthy, S., Lakshamma, Mohammad, S. I., Nagesh, P. C., et al. (2011). Morphometric analysis of nanjangud taluk, mysore district, Karnataka, India, using GIS techniques. *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 1(4), sf: 721-734.
- Mayer, L. (1990). *Introduction to Quantitative Geomorphology: an Exercise Manual*. Florida: New Jersey: Prentice-Hall.
- Melton, M. A. (1957). *An analysis of the relation among elements of climate, surface properties and geomorphology*. Off. Nav. Res. (U.S.), Geogr. Branch, Project 389-042, Tech. Rep., 11, Columbia University.
- Miller, J. R., Ritter, D. F. ve Kochel, R. C. (1990). Morphometric assessment of lithologic control on drainage basin evolution in the Crawford Upland. *American Journal of Science*, 290, sf: 569-599.
- Miller, V. C. (1953). *A Quantitative Geomorphic Study of Drainage Basin Characteristics in the Clinch Mountain Area*. Virginia and Tennessee New York: Columbia University, Department of Geology.
- Mueller, J. E. (1968). An introduction to the hydraulic and topographic sinuosity indexes. *Annals of the Association of American Geographers*.

Nongkynrih, J. M. ve Husain, Z. (2011). Morphometric analysis of the Manas River Basin using earth observation data and geographical information system. *International Journal Of Geomatics and Geosciences*, 2(2), sf: 647-654.

Özdemir, H. (2007). Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi. İstanbul: Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Özdemir, H. (2011). *Havza Morfometrisi ve Taşkınlar, Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistematik ve Bölgesel*. İstanbul: Türk Coğrafya Kurumu Yayınları

Özel, H. B. (2007). Bartın ve Devrek Doğu Kayını (Fagus Orientalis Lipsky) Ormanlarında Meşcere Kuruluşları ve Grup Gençleştirme Uygulamalarının Başarısını Etkileyen Faktörler. Zonguldak: Basılmamış Doktora Tezi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Öztekin, M. (2019). Yenice Sıcak Noktası: Ekolojisi ve Sürdürülebilirliği. Karabük: Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Karabük Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Öztürk, A. (2020). Bütüncül Havza Yönetimi Yaklaşımının Ermenek Çayı Havzası Örneğinde Uygulanabilirliğinin Değerlendirilmesi. Karabük: Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

Pareta, K. ve Pareta, U. (2011). Quantitative morphometric analysis of a watershed of Yamuna Basin, India using aster (DEM) data and GIS. *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 2(1), sf: 248-269.

Parveen, R., Kumar, U.ve Singh, V. K. (2012). Geomorphometric characterization of upper South Koel Basin, Jharkhand. A Remote Sensing ve GIS Approach, *Journal of Water Resource and Protection*, 4, sf: 1042-1050.

Peltier, L. C. (1950). The geographic cycle in periglacial regions as it is related to climatic geomorphology. *Annals of the Association of American Geographers*, 40, sf: 214-236.

Pike, R. J. ve Wilson, S. E. (1971). Elevation relief ratio, hypsometric integral and geomorphic areaaltitude analysis. *Geological Society of America Bulletin*, 82(4), sf: 1079-1084.

Pike, R. J., Evans, I. S. ve Hengl, T. (2009). Geomorphometry: a brief guide. *Developments in Soil Science*, 33, sf: 3-30.

Polat, N. (2019). Araç Çayı Havzasının Uygulamalı Hidrografyası. Karabük: Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Karabük Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Ritter, D., Kochel, R. C. ve Miller, I. R. (2002). *Process Geomorphology*. Boston: McGraw Hill.

- Sabancı, S. (2016). Karpuz Çayı Havzasının Hidrografik Analizi. İstanbul. Basılmamış Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Salvany, J. M. (2004). Tilting neotectonics of the Guadiamar Drainage Basin, Sw Spain. *Earth Surface Processes and Landforms*, 29, sf: 145-160.
- Scheidegger, A. E. (1987). The fundamental principles of landscape evaluation. *Catena Supplement*, 10, sf: 199-210.
- Scheidegger, A. E. (1991). *Theoretical Geomorphology*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Schumm, S. A. (1956). Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. *Geological society of America bulletin*, 67(5), sf: 597-646.
- Seth, S. M., Ramasastri, K. S. ve Rao, S. V. N. (1998). *Representative Basin Studies: Morphometric Analysis of Suddagedda Basin, Andra Pradesh*. Published by the National Institute of Hydrology, India.
- Sethupathi, A. S., Lakshmi, N. C., Vasanthamohan, V. ve Mohan, S. P. (2011). Prioritization of miniwatersheds based on morphometric analysis using remote sensing and GIS techniques in a draught prone Bargur–Mathur Subwatersheds, Ponnaiyar River Basin. *International Journal of Geomatics and Geosciences, India*. 2(2), sf: 403-414.
- Shreve, R. L. (1967). Infinite topologically random channel networks. *Journal of Geology*, 75(2), sf: 178-186.
- Smart, J. S. ve Surkan, A. S. (1967). The relation between mainstream length and area in drainage basins. *Water Resources Research*, 3(4), sf: 963-974.
- Sol, B. (2017). Mudurnu Çayı Havzasının (Taşburun-Abant Gölü Batısı Arası) Flüvyo-Tektonik Jeomorfolojisi. İstanbul: Basılmamış Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Strahler, A. N. (1952a). Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional. *Bulletin of the Geological Society of America*, 63(11), sf: 1117-1142.
- Strahler, A. N. (1952b). Dynamic basis of geomorphology. *Bulletin of the Geological Society of America*, 63, sf: 923-928.
- Strahler, A. N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *American Geophysical Union Transactions*, 38(6), sf: 913-920.
- Strahler, A. N. (1960). *Physical Geography* (Second Edition). John Wiley and Sons.

Strahler, A. N. (1964a). *Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Amboy, New Jersey. Handbook of Applied Hydrology.* (Section 4). New York: Mcgraw Hill Book Company.

Strahler, A. N. (1964b). *Quantitative Geomorphology of Drainage Basin and Channel Networks.* Handbook of Applied Hydrology (edited by V. T. Chow) (Section 4), sf: 39-76. New York: Mcgraw Hill Book Company.

Taçoğlu, E. (2020). Devrek İlçesinin (Zonguldak) Yapay Sınır Ağları ile Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi. Karabük: Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

Turoğlu, H. (1997). İyidere havzasının hidrografik özelliklerine sayısal yaklaşım. *Türk Coğrafya Dergisi*, (32), sf: 355-364.

Turoğlu, H. ve Aykut, T. (2019). Ergene Nehri Havzası için hidromorfometrik analizlerle taşkın duyarlılık değerlendirmesi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (2), sf: 1-15.

Turoğlu, H., Güneysu, C., Ertek, A., Mater, B. (1994). Tabiat parkı çalışmalarında bir uygulamalı jeomorfoloji örneği: Ballıkayalar Vadisi (Gebze-Kocaeli). *Türk Coğrafya Dergisi*, (29), sf: 315-346.

Tülücü, K. (2002). *Su Kaynaklarının Planlanması.* Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 175, Ders Kitapları Yayın No: A-53, 2. Baskı, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi.

Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve Meteoroloji.* İstanbul: Kriter Yayınevi.

Vandana, M. (2013). Morphometric analysis and watershed prioritisation: a case study of Kabani river basin, Wayanad district, Kerala, India. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 42(2), sf: 211-222.

Verstappen, H. (1983). *Applied Geomorphology Geomorphological Surveys for Environmental Development.* Amsterdam, Elsevier.

Vieceli, N., Bortolin, T. A., Mendes, L. A., Bacarim, G., Cemin, G. ve Schneider, V. E. (2015). Morphometric evaluation of watersheds in Caxias do Sul City, Brazil, using SRTM (DEM) data and GIS. *Environmental Earth Sciences*, 73(9), sf: 5677-5685.

Waikar, M. ve Nilawar, A. P. (2014). Morphometric analysis of a drainage basin using geographical information system: a case study. *Int. J. of Multidisciplinary and Current research*, 2, sf: 179-184.

Weissel, J., Pratson, L. ve Malinverno, A. (1994). The length-scaling properties of topography. *Journal of Geophysical Research*, (99), sf: 1397-1402.

Willgoose, G. ve Hancock, G. (1998). Revisiting the hypsometric curve as an indicator of form and process in transport-limited catchment. *Earth Surface Processes and Landforms: The Journal of the British Geomorphological Group*, 23(7), sf: 611-623.

Wilson, J. P. ve Gallant, J. C. (2000). *Terrain Analysis: Principles and Applications*, Edited by John P. Wilson and John C. Gallant. John Wiley ve Sons, Inc. USA.

Withanage, N. (2014). Morphometric analysis of the Gal Oya River Basin using spatial data derived from GIS. *Tropical Agricultural Research*, 26(1), sf: 175-188.

Yazıcı, Ö. (1999). İznik-Mekece arasında jeomorfolojik gözlemler. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(1), sf: 125-138.

Yücesan, T. K. (2001). Devrek ve Çevresinin Jeomorfolojisi. İstanbul: Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Zeren, K. (2021). Devrek-Dorukhan-Mengen Arasının Vejetasyon Coğrafyası ve Ekolojik Özellikleri. Karabük: Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

İnternet Kaynakları

url-1: <https://ipard.tarim.gov.tr/> Erişim Tarihi: 04/09/2021.

url-2: <https://www.ordu.bel.tr/Haber/43141/ortar-%E2%80%9Ckara-murver-%E2%80%9D-uretimine-basladi> (Erişim tarihi: 11.08.2021).

url-3:
<https://www.google.com/search?q=havza+co%C4%9Frafya&tbm=isch&hl=tr&sa=X&ved=2ahUKEwiFmaWn9J7yAhVCy6QKHcUvDqQQrNwCKAB6BQgBEN0B&biw=1349&bih=657> (Erişim Tarihi: 01.04.2021).

url-4: <http://yedigoller.tabiat.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 12.05.2021).

url-5: <http://abantgolu.tabiat.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 26.05.2021).

url-6: <http://www.bolu.gov.tr/abant-tabiat-parki> (Erişim Tarihi: 26.05.2021).

url-7: <http://www.turkiyesulakalanlari.com/yenicaga-golu-bolu/> (Erişim Tarihi: 27.05.2021).

url-8: <http://bolu.gov.tr/yedigoller-milli-parki> (Erişim Tarihi: 27.05.2021).

url-9: <https://www.zhaber.com.tr/devrek/sel-devrek-i-boyle-vurmustu-h18550.html> (Erişim Tarihi: 14.09.2021).

url-10: <https://www.tempozetesesi.com/zonguldak/bu-goruntuler-unutulur-mu-h3968.html> (Erişim Tarihi: 14.09.2021).

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Vejetasyon Kapsamında Eser Düzeyinde Yapılmış Belli Başlı Çalışmalar...	31
Tablo 2. Vejetasyon Kapsamında Doktora Düzeyinde Yapılmış Çalışmalar.....	32
Tablo 3. Vejetasyon Kapsamında Yüksek Lisans Düzeyinde Yapılmış Çalışmalar	32
Tablo 4. Hidrografya Kapsamında Eser Düzeyinde Yapılmış Belli Başlı Çalışmalar .	33
Tablo 5. Hidrografya Kapsamında Doktora Düzeyinde Yapılmış Çalışmalar	34
Tablo 6. Hidrografya Kapsamında Doktora Düzeyinde Yapılmış Çalışmalar	34
Tablo 7. Yükselti Basamaklarına Göre Alansal Dağılım.	53
Tablo 8. Araştırma Alanında Eğim Gruplarının Dağılışı	58
Tablo 9. Araştırma Alanında Bakı Yönlerinin Alansal Dağılışı.....	59
Tablo 10. Araştırma Alanında Kuzey- Güney Bakıların Alansal Dağılışı	60
Tablo 11. Güneş Işımlarının Belirli Tarihlerdeki Geliş Açısı.....	69
Tablo 12. İstasyonların Enlem, Boylam, Ortalama Sıcaklık, Yükselti, En Sıcak Ay Ortalaması, En Soğuk Ay Ortalaması, Amplitüd ve Karasallık Değerleri.	70
Tablo 13. İstasyonların Aylık ve Yıllık Ortalama Sıcaklıkları.	75
Tablo 14. İstasyonların Ortalama En Yüksek Sıcaklıkları	76
Tablo 15. İstasyonların Ortalama En Düşük Sıcaklıkları.	77
Tablo 16. İstasyonların Yıllık Sıcaklık Değerleri.	78
Tablo 17. İstasyonların Ağustos Ayı Sıcaklık Değerleri	79
Tablo 18. İstasyonların Ocak Ayı Sıcaklık Değerleri.....	81
Tablo 19. İstasyonların Ortalama Günlük Sıcaklıkları	82
Tablo 20. İstasyonların Ortalama Donlu Gün Sayıları	86
Tablo 21. İstasyonların Mevsimlere Göre Donlu Gün Sayıları	87
Tablo 22. İstasyonların Aylık Ortalama Bağıl Nem Oranları (%).	89
Tablo 23. İstasyonların Mevsimlere Göre Bağıl Nem Ortalamaları (%).	90
Tablo 24. Bolu İstasyonu'nun Ölçümlenen Çeşitli İklim Parametreleri	92
Tablo 25. İstasyonların Aylık Yağış Miktarı (mm) ve Yıllık Yağış Miktarı (mm).	95
Tablo 26. İstasyonların Ortalama Yağışlı Gün Sayıları.....	98
Tablo 27. İstasyonların Aylık ve Yıllık Ortalama Basınç Değerleri (hPa).....	99
Tablo 28. Yeniçağa İstasyonuna Ait Rüzgârların Mevsimlik ve Yıllık Değerleri (%)	100
Tablo 29. Bolu İstasyonuna Ait Rüzgârların Mevsimlik ve Yıllık Değerleri (%).....	101
Tablo 30. Mengen İstasyonuna Ait Rüzgârların Mevsimlik ve Yıllık Değerleri (%)	102
Tablo 31. Devrek İstasyonuna Ait Rüzgârların Mevsimlik ve Yıllık Değerleri (%)..	102
Tablo 32. İstasyonların Erinç Formülüne Göre Aylık, Yıllık ve Mevsimlik İndis Değerleri	105
Tablo 33. Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Bolu'nun Su Bilançosu.	107
Tablo 34. Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Devrek'in Su Bilançosu.	108
Tablo 35. Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Yeniçağa'nın Su Bilançosu..	109
Tablo 36. Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Mengen'in Su Bilançosu.....	111
Tablo 37. Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Abant'ın Su Bilançosu.	112

Tablo 38. Araştırma alanında bulunan istasyonların Thornthwaite'e göre İklim Tasnifi	113
Tablo 39. Alansal Büyüklüklerine Göre Havzalar (Akbiyık, 2012).....	168
Tablo 40. Yıllık Ortalama Yağışın Devrek Çayı Havzası'na Miktar Bazında Dağılışı	170
Tablo 41. Devrek Çayı Havzası'nda Değerlendirmeye Alınan Akım Gözlem İstasyonlarına Ait Bilgiler.....	188
Tablo 42. D13A068 No'lu Abant/Akçaalan Akım Gözlem İstasyonuna Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Yıllık Toplam Akım Değerleri (m ³ / sn).....	191
Tablo 43. D13A065 No'lu Büyüksu /Köplüce Köprüsü Akım Gözlem İstasyonuna Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Yıllık Toplam Akım Değerleri (m ³ / sn).....	193
Tablo 44. 1311 No'lu Devrek Ç./Gürdeşe Akım Gözlem İstasyonuna Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Yıllık Toplam Akım Değerleri (m ³ / sn).....	194
Tablo 45. 1315 No'lu Yeniçağa Gölayağı/Eskiçağa Akım Gözlem İstasyonuna Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Yıllık Toplam Akım Değerleri (m ³ / sn).....	196
Tablo 46. 1319 No'lu Mengen Ç./Gökçesu Akım Gözlem İstasyonuna Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Yıllık Toplam Akım Değerleri (m ³ / sn).....	197
Tablo 47. 1334 No'lu Bolu Ç./Beşdeğirmenler Akım Gözlem İstasyonuna Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Yıllık Toplam Akım Değerleri (m ³ / sn).....	199
Tablo 48. 1346 No'lu Devrek Ç./ Devrek Akım Gözlem İstasyonuna Ait Aylık ve Yıllık Ortalama ile Yıllık Toplam Akım Değerleri (m ³ / sn).....	201
Tablo 49. Devrek Çayı Havzasında Yer Alan İstasyonların Mevsimlere Göre Havza Geneli Ortalama Yağış Oranı (%) ile Yıllık Ortalama Akım (m ³ /sn)	207
Tablo 50. Başlıca Akarsu Rejim Tipleri (Hoşgören, 2015).....	209
Tablo 51. Bolu Çayı'nın Alt Havza Alanları ve Çevre Uzunlukları	224
Tablo 52. Mengen Çayı'nın Alt Havza Alanları ve Çevre Uzunlukları	226
Tablo 57. Devrek Çayı Havzası ve Başlıca Alt Havzalarının Alansal Morfometrik İndislere Ait Değerleri	227
Tablo 53. Devrek Çayı Havzası ve Başlıca Alt Havzalarının Çizgisel Morfometrik İndislere Ait Değerleri	247
Tablo 54. Devrek Çayı Havzası ve Başlıca Alt Havzalarının Strahler Metoduna Göre Akarsu Dizinlerine Ait Uzunluk Değerleri (km) ve Oranları (R _t)	250
Tablo 55. Devrek Çayı Havzası ve Belirlenen Alt Havzalarının Strahler Metoduna Göre Akarsu Dizinlerine Ait Kol Sayısı (Nu) ve Uzunluk Değerleri (km).....	257
Tablo 56. Devrek Çayı Havzası ve Başlıca Alt Havzalarının Strahler Yöntemine Göre Akarsu Dizinlerine Ait Kol Sayısı (Nu) ve Oranları (RI)	260
Tablo 58. Devrek Çayı Havzası ve Başlıca Alt Havzalarının Yüzeysel Morfometrik İndislere Ait Değerleri	267
Tablo 59. Devrek Çayı Havzası'na Ait Hipsometrik Eğrinin Oluşturulmasında Kullanılan Veriler	275
Tablo 60. Bolu Çayı Alt Havzalarının Alanları ve Çevre Uzunlukları	283
Tablo 61. Kaynak Abant Deresi Kabul Edildiğinde Devrek ve Bolu Çaylarının Morfometrik Hesaplamaları.....	284

HARİTA LİSTESİ

Harita 1. Araştırma Alanının Lokasyon Haritası	22
Harita 2. Araştırma Alanının Jeoloji ve Litoloji Haritası	36
Harita 3. Araştırma Alanı Morfografya Haritası	42
Harita 4. Araştırma Alanının Topografya Haritası	49
Harita 5. Araştırma Alanının Sayısal Yükselti Modeli Haritası	52
Harita 6. Araştırma Alanının Eğim Haritası	56
Harita 7. Araştırma Alanının Bakı Haritası.	61
Harita 8. Araştırma Alanının Eğrilik Haritası.....	65
Harita 9. Araştırma Alanının Ortalama Sıcaklık Haritası.....	71
Harita 10. Araştırma Alanının Ağustos Ayı Sıcaklık Haritası.....	72
Harita 11. Araştırma Alanının Ocak Ayı Sıcaklık Haritası	73
Harita 12. Araştırma Alanının Yıllık Ortalama Yağış Haritası.	94
Harita 13. Araştırma Alanının Toprak Haritası.	115
Harita 14. Araştırma Alanının Vejetasyon Haritası.....	123
Harita 15. Araştırma Alanının Hidrografya Haritası	172
Harita 16. Devrek Çayı Havzası Drenaj Ağı Haritası.....	213
Harita 17. Aksu Deresi'nin Dendritik Drenaj Ağı Haritası	214
Harita 18. Subparalel Drenaj Ağı Haritası.....	216
Harita 19. Kancalı Drenaj Ağı Haritası	217
Harita 20. Devrek Çayı Havzası'nın Alt Havzaları	222
Harita 21. Bolu Çayı Alt Havzaları	223
Harita 22. Mengen Çayı Alt Havzaları	225
Harita 25. Dar ve Uzun Karakterli Çal Deresi Havzası ile Geniş Dairesel Şekil Arz Eden Aksu Deresi Havzası	235
Harita 26. Gumala Deresi Havzası Yüksek, Değirmendere Havzası Düşük Akarsu Sıklığını Temsil Etmektedir.....	242
Harita 23. Devrek Çayı Havzası'nın Boyutlarına Ait Başlıca Özellikler	246
Harita 24. Devrek Çayı Havzası'nın Strahler Metoduna Göre Çatallanma Evreleri ve Bu Evrelere Ait Kol Sayıları (<i>Nu</i>) ile Dizin Uzunluğu (km)	256
Harita 27. Devrek Çayı Havzası'ndan Havza Asimetri Faktörü	279
Harita 28. Kaynağı Abant Deresi Olan Bolu Çayı Alt Havzaları.....	282
Harita 29. Kaynağı Abant Deresi Olan Devrek Çayı Havzası Asimetri Haritası	285

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Araştırma Alanının 100 metre Aralıklı Yükselti Frekans Histogramı.	54
Şekil 2. Araştırma Alanında Eğim Gruplarının Alansal Dağılışı.	58
Şekil 3. Araştırma Alanının Bakı Yönlerinin Oransal Dağılımı.....	60
Şekil 4. Araştırma Alanında Kuzey- Güney Bakı Yönlerinin Oransal Dağılımı.....	60
Şekil 5. İstasyonların Aylık ve Yıllık Ortalama Sıcaklıkları.	75

Şekil 6. İstasyonların Ortalama En Yüksek Sıcaklıkları.....	76
Şekil 7. İstasyonların Ortalama En Düşük Sıcaklıkları.	77
Şekil 8. İstasyonların Yıllık Sıcaklık Değerleri	79
Şekil 9. İstasyonların Ağustos Ayı Sıcaklık Değerleri	80
Şekil 10. İstasyonların Ocak Ayı Sıcaklık Değerleri.....	81
Şekil 11. Abant İstasyonu'na Ait Günlük Sıcaklıklar.....	83
Şekil 12. Yeniçağa İstasyonu'na Ait Günlük Sıcaklıklar	83
Şekil 13. Bolu İstasyonu'na Ait Günlük Sıcaklıklar.....	84
Şekil 14. Mengen İstasyonu'na Ait Günlük Sıcaklıklar	84
Şekil 15. Devrek İstasyonu'na Ait Günlük Sıcaklıklar.....	85
Şekil 16. Don Olaylı Günlerin Mevsimlere Oranı.	87
Şekil 17. İstasyonların Aylık Yağış Miktarı (mm)	96
Şekil 18. Yağışın Mevsimlere Dağılışı.	97
Şekil 19 . İstasyonlara Ait Mevsimlere Rüzgâr Gülleri.....	103
Şekil 20. Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Devrek Thornthwaite Su Bilançosu.	107
Şekil 21. Devrek Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Devrek Thornthwaite Su Bilançosu.	109
Şekil 22. Yeniçağa Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Devrek Thornthwaite Su Bilançosu.	110
Şekil 23. Mengen Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Devrek Thornthwaite Su Bilançosu Grafîği.....	111
Şekil 24. Abant Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Devrek Thornthwaite Su Bilançosu.	113
Şekil 25. Hocayolu Tepe-Ardıçlı Tepe Arasının Vejetasyon-Ana Materyal Kesiti ...	156
Şekil 26. Topraklık Tepe-Çilekbeli Mevkii Arasının Vejetasyon-Ana Materyal Kesiti	160
Şekil 27. Ağıldede Tepe-Naldöken Tepe Arasının Vejetasyon-Ana Materyal Kesiti	164
Şekil 28. Ardıçlı Tepe-Uzunçam Tepeleri Arasının Vejetasyon-Ana Materyal Kesiti	167
Şekil 29. Havza (url-3).....	168
Şekil 30. D13A068 No'lu Abant/Akçaalan Akım Gözlem İstasyonunun Uzun Yıllar Ortalama ve Maksimum Akım ile Havza Geneli Ortalama Sıcaklık ve Yağışlarla Korelasyonu	192
Şekil 31. D13A065 No'lu Büyüksu /Köplüce Köprüsü Akım Gözlem İstasyonunun Uzun Yıllar Ortalama ve Maksimum Akım ile Havza Geneli Ortalama Sıcaklık ve Yağışlarla Korelasyonu	193
Şekil 32. 1311 No'lu Devrek Ç./Gürdeşe Akım Gözlem İstasyonunun Uzun Yıllar Ortalama ve Maksimum Akım ile Havza Geneli Ortalama Sıcaklık ve Yağışlarla Korelasyonu	195
Şekil 33. 1315 No'lu Yeniçağa Göluyağı/Eskiçağa Akım Gözlem İstasyonunun Uzun Yıllar Ortalama ve Maksimum Akım ile Havza Geneli Ortalama Sıcaklık ve Yağışlarla Korelasyonu	196

Şekil 34. 1319 No'lu Mengen Ç./Gökçesu Akım Gözlem İstasyonunun Uzun Yıllar Ortalama ve Maksimum Akım ile Havza Geneli Ortalama Sıcaklık ve Yağışlarla Korelasyonu	198
Şekil 35. 1334 No'lu Bolu Ç./Beşdeğirmenler Akım Gözlem İstasyonunun Uzun Yıllar Ortalama ve Maksimum Akım ile Havza Geneli Ortalama Sıcaklık ve Yağışlarla Korelasyonu	200
Şekil 36. 1346 No'lu Devrek Ç./ Devrek Akım Gözlem İstasyonunun Uzun Yıllar Ortalama ve Maksimum Akım ile Havza Geneli Ortalama Sıcaklık ve Yağışlarla Korelasyonu	201
Şekil 37. D13A068 No'lu Abant/Akçalan Akım Gözlem İstasyonlarına (AGİ) Ait Mevsimlik Ortalama Akımın Dağılışı	202
Şekil 38. D13A065 No'lu Büyüksu /Köplüce Köprüsü Akım Gözlem İstasyonlarına (AGİ) Ait Mevsimlik Ortalama Akımın Dağılışı	203
Şekil 39. 1311 No'lu Devrek Ç./Gürdeşe Akım Gözlem İstasyonlarına (AGİ) Ait Mevsimlik Ortalama Akımın Dağılışı	203
Şekil 40. 1315 No'lu Yeniçağa Gölayağı/Eskiçağa Akım Gözlem İstasyonlarına (AGİ) Ait Mevsimlik Ortalama Akımın Dağılışı	204
Şekil 41. 1319 No'lu Mengen Ç./Gökçesu Akım Gözlem İstasyonlarına (AGİ) Ait Mevsimlik Ortalama Akımın Dağılışı	205
Şekil 42. 1334 No'lu Bolu Ç./Beşdeğirmenler Akım Gözlem İstasyonlarına (AGİ) Ait Mevsimlik Ortalama Akımın Dağılışı	205
Şekil 43. 1346 No'lu Devrek Ç./ Devrek Akım Gözlem İstasyonlarına (AGİ) Ait Mevsimlik Ortalama Akımın Dağılışı	206
Şekil 44. Akçalan, Devrek, Eskiçağa, Gökçesu, Köplüce Köprüsü, Gürdeşe ve Beşdeğirmenler AGİ Verilerine Göre Akarsu Rejim Grafiği	210
Şekil 46. Düşük Eğimli, Uzun Süreli; Ancak Daha Basık Zirveli Şekil Arz Eden Uzunlamasına Havzalara Ait Hidrograf Şekli (Kaynak: Polat, 2019).....	236
Şekil 47. Dik Eğimli, Kısa Süreli; Fakat Maksimum Pik Akıma Neden Olan Dairesel Havzalara Ait Hidrograf Şekli (Kaynak: Polat, 2019).....	236
Şekil 48. Devrek Çayı Havzası ile Değerlendirmeye Alınana Alt Havzalara Ait Vadi Yoğunluğu (<i>Dd</i>), Akarsu Sıklığı (<i>Fs</i>) ve İnfiltrasyon Sayıları (<i>IN</i>) Arasındaki İlişki	243
Şekil 45. Akarsu derecelendirme sistemleri (a) Horton, 1945 (b) Strahler,1952 ve (c) Shreve, 1967 (Aktaran: Sabancı, 2016)	253
Şekil 49. Devrek Çayı Havzası'nın Yükselti-Alan Korelasyonu ile Oluşturulan Hipsometrik Eğrisi, Doğrusal Eğilim Çizgisi ve Ortalama Havza Yükseltisi	276

FOTOĞRAF LİSTESİ

- Fotoğraf 1. Araştırma alanının en yaşlı arazisini oluşturan granodiyoritler, akarsular tarafından derince yarılarak engebeli bir topografya oluşmuştur. 37
- Fotoğraf 2. Araştırma alanının Gökçesu mevkiinde kireçtaşlarının adacık halinde yüzeylendiği görülmüştür. 38
- Fotoğraf 3. Gökçesu civarında ince tabakalı flişler yol açmaları ile mostra vermiştir.40
- Fotoğraf 4. Mudurnusuyu Deresi'nin oluşturduğu vadi boyunda derin yamaç molozları ve onlar arasında eski akarsu seviyelerine işaret olan alüvyon dolgular görülmektedir. 41
- Fotoğraf 5. Mengen güneyinde Mengen-Yeniçağa yolu üzerinde Çağa Deresi'nin taşıdığı alüvyon dolgulu derin kolüvyal depolar yer almaktadır. Bu durum akarsu seviyesinin yükselme ve almasına işarettir. 41
- Fotoğraf 6. Bitki kökleri bir ağ misali toprağa sarılarak arazi degradasyonunu minimum seviyeye düşürmektedir. 48
- Fotoğraf 7. Eğimli yamaçların geniş alan kapladığı sahada kısa mesafe içinde ciddi yükselti farkı oluşmaktadır. Bu durum ortam ekolojisini doğrudan etkilemektedir. 50
- Fotoğraf 8. Devrek Çayı Havzası'nın en düşük rakımlı olan sahada rakım 43 m olarak ölçülmüştür. 51
- Fotoğraf 9. Devrek Çayı Vadisi'nde fay dikliğinin önünde akarsuyun birikim yaptığı yerlerde geniş vadi tabanı düzlükleri meydana gelmiştir. Bu durum üzerinde faylanma ile yükselen dikliğin akarsuyun önünü kapatmasının rolü bulunmaktadır. 55
- Fotoğraf 10. Yamaç eteklerinde oluşan kolüvyal depolarda fizyolojik derinlik artmaktadır. 57
- Fotoğraf 11. Eskiçağa civarında yarıkurak ortamda kuzeyli bakıda gelişmiş karaçam ormanı bulunurken bakının güneye dönmesi ile sahanın bitki örtüsü çalı ve ağaççıklara geçiş yapmaktadır. 59
- Fotoğraf 12. Arazinin yarıılma derecesi aynı zamanda yükselti, eğim ve bakı etkisi ortaya çıkararak kısa mesafelerde ortam çeşitliliği sağlarlar. Bu nedenle farklı ortam koşulları farklı bitki türlerinin yayılış yapmasına olanak verir. Alçak sahada maki, orta yamaçlarda meşe, üst yamaçlarda karaçamların varlığı arazinin yarıılmasının bir sonucu olarak gelişmektedir. 63
- Fotoğraf 13. Araştırma alanının kuzeyinde düşük rakımlı, eğimli yamaçlarda A-C horizonlu kahverengi orman toprakları görülmüştür. 116
- Fotoğraf 14. Araştırma alanının yüksek kesimlerinde yağışın toprakta bulunan kireci uzaklaştırması ve vejetasyon etkisi ile gelişmekte olup, göknar sarıçam kayınlardan oluşan orman altında görülmektedir. 117
- Fotoğraf 15. Yarıkurak koşulların hüküm sürdüğü Yeniçağa civarında kırmızımsı kestane topraklar oluşmuş olup, bu alanlarda tahıl tarımı yapılmaktadır. 117
- Fotoğraf 16. Soğukoluk Tepe batısında topraktaki demiroksit nedeniyle toprak rengi kırmızımsı bir renk almıştır. 118
- Fotoğraf 17. Araştırma alanında Bolu depresyonunun tabanı akarsu depoları ile örtülüdür. Bu depolar üzerinde alüvyal topraklar gelişmiş durumdadır. 120

Fotoğraf 18. Yeniçağa Gölü çevresinde uzun bir süreç sonunda biriken organik katman çıkarılarak torf üretimi yapılmaktadır.	121
Fotoğraf 19. Akdeniz Biyomu'nun karakteristik ağacı olan kızılçamlar Devrek Çayı alçak vadilerinde yaşam alanı bulmaktadır.	125
Fotoğraf 20. Devrek Çayı Vadisi boyunca higrofit türler olan doğu çınarı, kızılağaç, söğüt ve kavaklar akarsuyun her iki kenarı boyunca yayılış yapmaktadır. Yamaçlar boyunca ise meşe ve karaçamlar görülmektedir.	125
Fotoğraf 21. Alçak vadi yamaçlarında ortam koşullarına uyum sağlayabilen ağaç vejetasyonunda meşe ve karaçamların baskınlığı söz konusudur.	126
Fotoğraf 22. Devrek Çayı aşağı çığırında antropojen sahalarda sıcaklık koşullarına dayanıklı ve ışık ağacı olan karaçamlar öncü tür olarak gelişim yaptığı kanısına varılmıştır.	127
Fotoğraf 23. Eğimli alçak vadi yamaçlarında kuraklığa dayanıklı olan çalı vejetasyonu ana materyaller üzerinde gelişim sağlamıştır.	127
Fotoğraf 24. Arazi degradasyonu sonucu ortaya çıkan dik eğimli yüzeylerde vejetasyonun tekrar başlangıcı bitkilerin tabakalar veya çatlaklar arasına sokulumu ile başlamaktadır. Buralara yerleşen ilk türler öncü bitkilerdir.	128
Fotoğraf 25. Yükseltinin artmasına bağlı olarak azalan sıcaklık ve artan yağış mezoterm bitkilerden olan kayınlara uygun yaşam ortamı sunmaktadır.	128
Fotoğraf 26. Yeniçağa Gölü doğusu: Topografya koşullarının sadeleşmesine bağlı olarak zirai faaliyetlere uygun arazinin artması nedeniyle beşerî faaliyetler yoğunluk kazanmaktadır.	129
Fotoğraf 27. Yarıkurak-yarınemli ortam koşullarının olduğu Bolu ve Mengen çayı havzalarının taban kesimlerinde yaygın bir karaçam-meşe birliği yer almaktadır.	130
Fotoğraf 28. Abant Deresinin orta çığırında topografya koşullarının iklime yansımaları ile ağaç kompozisyonunun zenginleştiği topluluklar meydana gelmiştir.	131
Fotoğraf 29. Kuraklık etkisinin arttığı düşük rakımlı sahalarda meşe ve karaçamlar hâkimdir.	132
Fotoğraf 30. Yükseltinin artışına bağlı olarak hava kütlelerinin vadiler boyunca yükselmesi ile birlikte yoğunlaşma ve yoğunlaşma ortamının etkisinin hissedildiği alanlarda karaçam ve meşelere gürgen ve kayınlar karışım yapmaktadır.	132
Fotoğraf 31. Yükseltinin arttığı alanlarda sarıçam göknar birlikleri kurulmakta ve topografyaya bağlı olarak bitkilerde kademelenme oluşmaktadır.	133
Fotoğraf 32. Gücüksuyu Deresi'nin 1300 m yükseltili güney bakılı yamacında sarıçam (<i>Pinus sylvestris L.</i>) lehine boşaltım yapılan alanda sarıçam (<i>Pinus sylvestris L.</i>), göknar (<i>Abies bornmülleriana</i>), karaçam (<i>Pinus nigra</i>) ve kayın (<i>Fagus orientalis</i>) bir ortamda bulunmaktadır. Alan nemli özellik göstermekte olup orman altında baskın bir göknar (<i>Abies bornmülleriana</i>) gençliği yetişmektedir.	133
Fotoğraf 33. Araştırma alanının yüksek kesimlerinde hâkim türler göknar ve sarıçamlardır.	134
Fotoğraf 34. Devrek Çayı'nın alçak kesimlerinde kızılçam ve makilerin karaçam ve meşelere karışım yaptığı topluluklar yer almaktadır.	135

Fotoğraf 35. Dorukhan Tüneli güneyinde meşe ve karaçamlar yer yer saf yer yer karışık vejetasyon meydana getirmektedir.	135
Fotoğraf 36. Ortamda sıcaklık koşulları ve yağış durumu sonucunda karaçamlar arasında geniş yapraklılar yayılarak yüzeyi tamamen örtmektedir.	136
Fotoğraf 37. Yeşilköy Elmalık civarında az eğimli yüzeylerde iyi gelişmiş sarıçam, göknar, kayır birliği kurulmuştur. Bu alan depresyon tabanına yakın olmasına rağmen ortamda iyi gelişmesi bu alanda nemli havanın yükselim yapması ve soğuk dönem inversiyon koşulları ile ilgili olacağı kanaati uyandırmıştır.	137
Fotoğraf 38. Abant Gölü çevresinde güney bakıda sarıçamlar gelişim göstermektedir.	138
Fotoğraf 39. Abant Gölü'nün kuzey bakan yamaçlarında ise korunan alan olmasına rağmen boy gelişimi çok da güçlü olmayan kayınlar bulunmaktadır. Bu durum sahada orman üst sınırının yakınlığı ile ilgilidir. Nitekim benzer durum diğer türlerde de gözlemlenmiştir.	139
Fotoğraf 40. Kayın sahasının çevresinde ve üst yamaçlara doğru göknar, sarıçam gelişimi görülmektedir.	139
Fotoğraf 41. Depresyon sahasında zirai faaliyetler yoğunlaşmaktadır.	141
Fotoğraf 42. Havzada akarsu ağlarının kurulumu üzerinde faylanmanın etkisi bulunmaktadır. Nitekim Mudurnusuyu Deresi kenarında oluşan traverten sahası ve hemen yakınında bulunan doğal mineralli su çıkışı bu durumu desteklemektedir.	141
Fotoğraf 43. Mudurnusuyu boyunca yükselen havanın su bölümü hattına yakın yerlerde yoğunlaşmaya başladığının bir göstergesi olarak orta kesimde karaçamlara yoğun olarak gürgen ve kayınlar karışmaktadır. Ancak litoloji ve toprak derinliği değişmemesine rağmen bir müddet yükselince tekrar karaçamlar saf topluluk meydana getirmektedir. Bu değişim havanın yoğunlaşma sınırına işaret etmektedir.	142
Fotoğraf 44. Maki elemanlarından olan kocayemişler sahanın belirli noktalarında diğer türlere karışım yapmaktadır.	143
Fotoğraf 45. Önemli bir baharat olarak kullanılan derici sumacı havzada tür çeşitliliğine katkı sağlamaktadır.	144
Fotoğraf 46. Çalı vejetasyonu, kurakçıl koşullara uyum kabiliyeti ile ağaç vejetasyonuna üstünlük kurmaktadır. Bu nedenle doğrudan ana materyalin yüzeylendiği alçak vadi yamaçlarında yaygın bir örtü oluşturarak tür zenginliği oluşturmasının yanı sıra erozyon kontrolüne katkıda bulunmaktadır.	144
Fotoğraf 47. Köprübaşı köyü yakınlarında yoğun bir maki yayılımı bulunmaktadır. Flişler üzerinde oluşan kahverengi orman toprağında gelişen karaçam-meşe ormanı altında çalı katı yer almaktadır.	145
Fotoğraf 48. Adi kızılıçık psödomaki ailesinin bir üyesi olup, önce yaprak açıp sonra çiçek açması ve meyve yapıları ile diğer kızılıçık türünden ayrılmaktadır.	146
Fotoğraf 49. Nemliliğin arttığı alanlarda yayılım gösteren kara mürverlerden antioksidan açısından zengin olması nedeniyle son yıllarda üretim bahçesi de kurulmaya başlanmıştır (url-2).	146
Fotoğraf 50. Karadeniz Biyomu içinde önemli bir orman altı tür olan ormangülü özellikle kayın ormanlarının çalı katında sık bir örtü oluşturmaktadır. Ballı bitkilerden	

olan mor çiçekli ormangülü çiçekleri, içerdiği etkin maddesi ile “deli bal” olarak adlandırılan arı balları için önemli bir nektar üreticisidir.	147
Fotoğraf 51. Psödomaki grubu içinde mezoterm bir tür olan ayı üzümü çalı katını zenginleştirmektedir. Olgunlaştığında siyaha çalan koyu kırmızımsı bir renk alan meyveleri yenmekte olup, çalı katının önemli bir orman meyvesini temsil etmektedir.	147
Fotoğraf 52. Nemli ılıman sahada zereneler orman altı çalı katında yer almaktadır.	148
Fotoğraf 53. Teşbih çalısı, ağızlık çalısı veya patpat çalısı olarak bilinen tür araştırma alanında çoğu zaman çalı ve küçük ağaççık formunda nemli vadi içlerinde yayılış yapmaktadır.	148
Fotoğraf 54. Meyve ve gövdesi ateş dikenine benzeyen dağ muşmulası yaprakları ile kolayca ayırt edilmektedir.	149
Fotoğraf 55. Yaban hayatı için önemli bir besin kaynağı olan çakal erikleri erken sonbaharda olgunlaşmaktadır. Araştırma alanında yarı kurak ortamların açık kesimlerinde yayılış imkânı bulmaktadır.	149
Fotoğraf 56. Araştırma alanının çalı katını zenginleştiren türlerden biri Çoruh patlangaç çalısıdır. Meyvelerinin bamyaya benzemesi ve çift sıralı küçük yaprakları ile ayırt edilebilen bir çalıdır.	150
Fotoğraf 57. Küçük meyveli dikenli mersin çalı katına karışım yaparak araştırma alanında tür çeşitliliğine katkı sunmaktadır.	150
Fotoğraf 58. Orman sarmaşığı yüzeye yayılarak ortamın sürekli nemli kalmasını sağlamaktadır. Ayrıca ağaçlara sarılarak dikey yönde gelişim yeteneğine sahip olan sarmaşıklar bazı durumlarda ağacı tamamen sararak ağacın gelişimini sınırlandırmaktadır.	151
Fotoğraf 59. Abant Gölü çevresinde yer alan tepelerde yaklaşık 1600 m’lerden itibaren subalpin ot vejetasyonu gelişmiştir.	152
Fotoğraf 60. Orman içi açıklıklarda otsu türler yaşam alanı bularak ortama yayılmaktadır.	153
Fotoğraf 61. Eski ziraat alanlarında toprak işlenmesinin sonlanması ile açık alan haline dönüşen sahalar ot vejetasyonun geliştiği alanlara dönüşmüştür.	153
Fotoğraf 62. Higrofit olan otsu türler araştırma alanında akarsu kenarları ile taban suyu seviyesinin yüksek olduğu yerlerde yayılış göstermektedir.	154
Fotoğraf 63. Sığ su ortamında yaşayan nilüfer ve saz kamışları araştırma alanında yer alan göl ve göletlerin sığ kesimlerinde yetişmektedir. Gölcük Gölet’inden ağustos ayı başlarında nilüferlerin çiçek açtıkları görülmektedir.	154
Fotoğraf 64. Mudurnusuyu Deresi’nin alçak kesimlerinde karaçamlar geniş alanlara yayılmaktadır. Karaçamlar lehine boşaltım yapıldığı da görülen sahada verimli karaçam ormanları gelişmiştir.	156
Fotoğraf 65. Bolu Çayı’na meydana gelen seviye değişikliklerini yansıtan eski akarsu depoları görülmektedir. Ayrıca karşı yamaçta üç kademe halinde taraça düzlükleri bulunmaktadır. Mevcut yatağında ise derinleştirme eğilimi söz konusudur.	159

Fotoğraf 66. Gücüksuyu Deresi'nin kuzey bakılı yamacında iyi gelişmiş kayın toplulukları bulunurken vadi çevresinde kayın, sarıçam, karaçam, göknar birliği bulunmaktadır.....	159
Fotoğraf 67. Yetiştirme ortamının uygun koşullar sunduğu alanlarda verimli topluluklar meydana gelmektedir.....	160
Fotoğraf 68. Zirai faaliyetlerin terk edildiği sahalarda ışık isteği olan türler öncülük olarak sahaya yerleşmektedir.....	162
Fotoğraf 69. Mengen Çayı'nda faylanmanın belirtileri olan diklikler bulunmaktadır.....	163
Fotoğraf 70. Higrofit türler akarsu boylarını takip ederek galeri oluşturmaktadır. Bu alanda kızılbaş, söğüt ve kavak gibi türler yayılışa sahiptir.....	163
Fotoğraf 71. Açık alanlara ilk gelen türler ışık ağaçlarıdır. Alanın yüksek rakımlı olması nedeniyle sarıçamlar siper ağacı olarak açıklıklara yayılmaktadır.....	164
Fotoğraf 72. Kuzeye bakan yamaçta Bolu yerleşmesine doğru alçalırken meşeler arasına gürgen ve karaçamlar karışım yapmaktadır.....	166
Fotoğraf 73. Bolu depresyonunun taban kesimi antropojen etkinin en kuvvetli olduğu yerdir.....	167
Fotoğraf 74. Su akışının minimum seviyeye düştüğü ağustos ayında Devrek Çayı'nın Hışıroğlu Köyü mevkiinden görünümü.....	173
Fotoğraf 75. Devrek Çayı'nın Yenice Çayı ile birleşerek, Filyos Çayı olarak akışına devam ettiği birleşim yeri.....	174
Fotoğraf 76. Salmanlar Köyü civarında Mengen Çayı, Leylekler Deresi olarak isimlendirilmiştir. Akarsu bu mevkiinde kaba alüvyon dolgu ve geniş vadi düzlükleri oluşturmuştur.....	175
Fotoğraf 77. Mudurnusuyu'nun yaz mevsiminde akım değerinin oldukça düşük olduğu görülmüştür.....	176
Fotoğraf 78. Abant Milli Parkı yolu boyunca Abant Deresi üzerinde rekreasyon faaliyetleri oldukça yaygındır.....	176
Fotoğraf 79. Mudurnusuyu Deresi'nden faydalanılarak sulanan zirai alandan bir görünüm.....	177
Fotoğraf 80. Tatlı su özelliğine sahip 128 ha alan kaplayan Abant Gölü'nün kıyılarında nilüfer ve sazlıklar kaplıdır.....	178
Fotoğraf 81. Yeniçağa Gölü temelde tektonik çöküntü sahasının çukur yerlerini suların örtmesiyle oluşmuş bir göldür.....	179
Fotoğraf 82. Tatlı su özelliğine sahip Çağa Gölü 8224 ha alan kaplamaktadır.....	179
Fotoğraf 83. Yeniçağa Gölü yakınlarında oldukça geniş torf sahalara görülmektedir. Türkiye'nin en geniş kireçli torf sahası bu gölün civarında bulunmaktadır.....	180
Fotoğraf 84. En yüksekte bulunan Sazlı Göl 5950m ² alana 3 metre derinliğe sahiptir.....	181
Fotoğraf 85. İnce uzun bir yapıya sahip olması nedeniyle İnce Göl olarak adlandırılan bu göl 1036 m ² alana 2 metre derinliğe sahiptir.....	181
Fotoğraf 86. Nazlı Göl 15780 m ² alana 8 metre derinliğe sahiptir.....	182

Fotoğraf 87. Kuru Göl, zeminde oluşan yeriçi kanal nedeniyle eski göl yatağında su tutamamaktadır. Bu nedenle göl vasfını kaybetmiştir.	182
Fotoğraf 88. Nazlı Göl ayağının taşıdığı sular ve Kuru gölde birikmeyip sızan sular şelale oluşturmaktadır.	183
Fotoğraf 89. Nazlı ve Kuru Göllerin oluşturduğu şelaleden beslenen Derin Göl 15063 m ² , 10 m derinliğe sahiptir.	183
Fotoğraf 90. Yedigöller Milli Parkı'nın en büyük gölü Büyük Göl'ün alanı 24.895 m ² , derinliği 15 m'dir.	184
Fotoğraf 91. En alçak seviyede bulunan Serin Göl 1758 m ² alana ve 2,5 metre derinliğe sahiptir.	184
Fotoğraf 92. Suni set gölü olan Gölcük Gölü havza içerisinde önemli bir rekreasyon alanı haline dönüşmüştür.	185
Fotoğraf 93. 2011 yılında tamamlanan Köprübaşı Barajı hem taşkın kontrolü hem de enerji üretimi amacıyla yapılmıştır.	186
Fotoğraf 94. Adını civarında bulunduğu köyden alan Köprübaşı Barajı 5,27 km ² alana sahiptir.	186
Fotoğraf 95. Bolu/Gölköy de yer alan 1,31 km ² alana sahip Gölköy Barajı taşkın kontrolü ve sulama amacı ile inşa edilmiştir.	187
Fotoğraf 96. Gölköy Barajı çevresinde bulunan zirai alanlarda buğday, mısır ve patates üretimi yapılmaktadır.....	187
Fotoğraf 97. Seyitköy civarında Abant ve Mudurnu derelerinin birleşerek, Büyüksu Deresi olarak akışına devam ettiği birleşim yerinde Abant Deresi'nin kaide seviyesinin daha alçak olması nedeniyle Mudurnuyu'nun Abant Deresi'ne bağlandığı görülmektedir.....	281
Fotoğraf 98. Boşaltım sahası olan karaçam topluluğu altında maki ve diğer çalı türleri ortamdan uzaklaştırılmıştır.	294
Fotoğraf 99. Vadi tabanı düzlüklerinde tarım arazileri terk edilmiş durumdadır.....	295
Fotoğraf 100. 21 Mayıs 1998 tarihinde Devrek'te meydana gelen taşkında çok sayıda ev ve işyeri sular altında kalmış, ilçe genelinde büyük hasar oluşmuştur (url-9).....	297
Fotoğraf 101. 21 Mayıs 1998 tarihinde Devrek'te meydana gelen taşkın, köprülerde hasara yol açmıştır (url-10).....	298

ÖZGEÇMİŞ

Safiye Yüksel ÖZTEKİNCİ, ilk ve orta öğrenimini Eskişehir de tamamladı. 2013 yılında Eskişehir Sarar Anadolu İmam Hatip lisesinden mezun oldu. Aynı yıl lisans eğitimine Karabük Üniversitesi Coğrafya Bölümün de başladı. 2018 yılında Karabük Üniversitesi Coğrafya bölümünden mezun olup, yüksek lisans eğitimine başladı. 2020 yılında Muhammet ÖZTEKİNCİ ile hayatını birleştirdi.