

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HOPA ÇAYI HAVZASI UYGULAMALI JEOMORFOLOJİ ETÜDÜ

Asena ÇETİNKAYA

2501180064

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Hüseyin TUROĞLU

İSTANBUL – 2020

ÖZ

HOPA ÇAYI HAVZASI UYGULAMALI JEOMORFOLOJİ ETÜDÜ

ASENA ÇETİNKAYA

Hopa Çayı Havzası can ve mal kayıplarına neden olan, geçmiş yıllara oranla şiddet ve sıklığında artış gösteren sel, taşkın ve heyelan afetlerinin yaşandığı bölgedir. Havzada meydana gelebilecek olan tehlikelerin riskinin değerlendirilmesi, geçmişte meydana gelmiş olan afetlerin araştırılmasıyla gelecekte gerçekleşebilecek afetlerin önüne geçmek üzere havzanın doğal ve beşerî özellikleri incelenerek afetin sebep ve sonuçlarının ortaya konulması hedeflenmektedir.

Çalışmanın çıkarım ve sonuçlarının elde edilmesi hususunda gerekli iklim, morfoloji ve nüfus verileri toplanarak havzanın coğrafi özellikleri ortaya konulmuş, risk faktörü oluşturan unsurlar tespit edilmiştir. Yapılan analizler neticesinde 56 yıllık iklim verileri değerlendirilerek yağışların mevsimsel değişikliğe uğradığı tespit edilmiştir. Değişen yağış koşulları sonbahar yağışlarının artışıyla sonuçlanması, Hopa Çayı'nın dar bir vadiden akış göstermesinden dolayı halihazırda yağışlı mevsimlerde şiddetli akım özelliği göstermesi, zaman içinde arazi kullanımında gerçekleşmiş olan yerleşim ve imar hatalarının akarsu yatağını daralttığı bu ortam, sel felaketini meydana getirmiştir. Sel karakterli bu akış şiddetini kaybettiğinde morfoloji ve arazi kullanım özelliklerine bağlı taşkına dönüşerek etkisini devam ettirdiği görülmektedir. Bu duruma ek olarak sel ve taşkınların yarattığı tahribat engebeli ve gevşek araziye sahip olan havzada heyelanı da tetikleyerek tahribata sebep olmaktadır.

Havzanın coğrafi özellikleri dolayısıyla; Hopa Çayı Havzası'nda sel, taşkın ve heyelan gibi doğa olaylarının yaşanmaya devam edeceği anlaşılmaktadır. Fakat hasarı en aza indirmek ve bu doğa olaylarının afete dönüşmesini engellemek için özellikle yapılaşma konusunda yapılan hataların görülmesi ve çözüm üretilmesine ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Flüvyal Jeomorfoloji, Havza Yönetimi, Doğal Afetler, Uygulamalı Jeomorfoloji, Sel ve Taşkınlar, Havza Planlama.

ABSTRACT
HOPA STREAM BASIN APPLIED GEOMORPHOLOGY STUDY

ASENA ÇETİNKAYA

Hopa Stream Basin is the region where floods, flooding and landslide disasters that cause loss of life and property and increase in violence and frequency compared to previous years. It is aimed to reveal the causes and consequences of the disaster by examining the natural and human characteristics of the basin in order to evaluate the risk of the dangers that may occur in the basin and to investigate the disasters that occurred in the past and to prevent future disasters.

The necessary climate, morphology and population data were collected in order to obtain the results and results of the study, and the geographical features of the basin were determined and the factors forming the risk factor were determined. As a result of the analysis, it has been determined that the precipitation has been seasonally changed by evaluating the 56-year climate data. The result in the increase of changing rainfall conditions in autumn rainfall, Hope Tea 's already Because of the show flows through a narrow valley to show the violent current property during the rainy season, which took place in land use over time settlement and reconstruction error of river this environment where narrow the bed ,caused flood disaster. When this flow of flood character loses its severity, it is observed that it continues its effect by transforming into flooding due to morphology and land use characteristics. In addition to this, the destruction caused by flood and flood triggers landslide in the basin which has rough and loose land and causes destruction.

Due to the geographical features of the basin; It is understood that natural events such as flood, flooding and landslide will continue to occur in the Hopa Stream Basin. However, in order to minimize the damage and prevent these natural events from turning into disasters, it is necessary to see the mistakes made especially in construction and to find solutions.

Keywords: Fluvial Geomorphology, Watershed Management, Natural Disasters, Applied Geomorphology, Floods and Floods, Watershed Planning.

ÖNSÖZ

“Hopa Çayı Havzası Uygulamalı Jeomorfoloji Etüdü” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında, Artvin’in Hopa İlçesinde bulunan Hopa Çayı Havzası’nın uygulamalı jeomorfoloji açısından incelenmesi, çıkarım ve sonuçların ilgili kurum ve kuruluşların çalışmalarına katkı sağlayarak bu bölgede meydana gelen afetlerin önlenmesiyle can ve mal kayıplarının azaltılmasında katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünde problem tanımı, metod hakkında bilgiler verilmiştir. Uygulamalı jeomorfolojiye etki eden faktörler başlığı altında araştırma sahasına ait jeomorfolojik, jeolojik, hidrografik, klimatolojik ve beşerî özellikler incelenmiştir. Uygulamalı jeomorfoloji süreçleri başlığı altındaysa afet süreçleri, yamaç hareketleri ve yapılan uygulamalar dikkate alınmıştır. Dördüncü bölümde uygulamalı jeomorfoloji açısından tespit edilen problemlere yönelik zarar azaltma yöntemleri sunulmuştur. Son bölümdeyse sonuç ve çözümler ortaya konmuştur.

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde ve eğitim hayatımda bana bilgi, tecrübe ve fikirleriyle daima yol gösteren ve destekleyen çok kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Hüseyin TUROĞLU ’ya minnet ve teşekkür borç bilirim. Aynı zamanda öğreti ve yardımlarıyla tezimin hazırlanmasında katkıları olan değerli hocam Prof. Dr. Sedat AVCI’ ya teşekkür ederim.

Verilerin temini konusunda bana yardımcı olan Hopa Meteoroloji Müdürlüğüne ve Hopa Belediyesi Fen İşlerine, araştırmanın gerçekleşmesi konusunda bana yardımında geri durmayan sevgili kardeşim Aslıhan ÇETİNKAYA, arkadaşlarım Mustafa Kağan ÖZBİLGE ve Emre GÜMÜŞ’ e, eğitim hayatımda beni destekleyen sevgili Özlem ŞAHİN ve Memnune ŞAHİN’ e sabrı ve özverisi için teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca maddi ve manevi desteğini hiç esirgemeyen, her ihtiyacım olduğunda tereddütsüz yanımda olan halam Fatma ÇETİNKAYA ve annem Şamile ÇETİNKAYA ’ya sınırsız sabrı ve desteği için ne kadar teşekkür etsem azdır.

İSTANBUL, 2020

ASENA ÇETİNKAYA

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ	xii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

UYGULAMALI JEOMORFOLOJİ'DE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

1.1. Jeolojik Özellikler.....	6
1.1.1. Litoloji.....	6
1.1.2. Tektonik	7
1.2. Jeomorfolojik Özellikler	8
1.2.1. Dağlık Alanlar	10
1.2.2. Plato Yüzeyleri.....	11
1.2.3. Yamaçlar	11
1.2.4. Vadi Tabanları.....	14
1.2.5. Kıyı Alanları.....	15
1.3. Klimatik Özellikler	15
1.3.1. Sıcaklık.....	23

1.3.1.1.	Ortalama Sıcaklıklar	23
1.3.1.2.	Ekstrem Sıcaklıklar	24
1.3.2.	Yağış	25
1.3.2.1.	Ortalama Yağış Miktarı	26
1.3.2.2.	Maksimum Yağış Miktarı	26
1.3.2.3.	Yağış Şiddeti ve Sıklığı	28
1.3.3.	Rüzgâr	31
1.3.4.	İklim Tipi Sınıflandırması	37
1.3.4.1.	Erinç Yağış Etkinlik İndisi	38
1.3.4.2.	Thornthwaite İklim Sınıflandırması	40
1.3.4.3.	De Martonne İklim Sınıflandırması	49
1.4.	Hidrografik Özellikler	51
1.4.1.	Havzanın Genel Özellikleri	51
1.4.2.	Akım ve Rejim Özellikleri	52
1.4.3.	Hopa Çayı'nın Çatallanma Oranı	53
1.5.	Bitki Örtüsü Özellikleri	55
1.6.	Toprak Örtüsü	56
1.7.	Nüfus ve Yerleşme	57
1.8.	Ulaşım Güzergahları	59

İKİNCİ BÖLÜM

UYGULAMALI JEOMORFOLOJİ SÜREÇLERİ

2.1.	Yamaç Süreçleri	61
2.1.1.	Erozyon	61
2.1.2.	Kütle Hareketleri	62
2.2.	Akarsu Süreçleri	64
2.2.1.	Sel ve Taşkınlar	64

2.2.1.2. İnceleme Sahasında veya Çevresinde Meydana Gelen Sel ve Taşkın Örnekleri.....	65
2.2.1.2.1. 22-24 Ağustos 2015 / Hopa, Arhavi (Artvin).....	65
2.2.1.2.2. 24 Eylül 2009 / Şavşat, Borçka (Artvin)	67
2.2.1.2.3. 1 Eylül 2016 / Arhavi (Artvin).....	67
2.2.1.2.4. 26 Ağustos 2010 / Gündoğdu (Rize).....	68
2.2.1.2.5. 24 Eylül 2017 / Arhavi (Artvin).....	69
2.2.1.2.6. 28 Eylül 2019 / Arhavi, Hopa, Borçka (Artvin).....	69
2.3. Arazi Kullanımındaki Değişim	70
2.4. Mühendislik Projelerinin Müdahaleleri	74
2.4.1. Bent ve Sekiler.....	74
2.4.2. Dere Islahı Çalışmaları	75

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMALI JEOMORFOLOJİ SORUNLARINA ÖNERİLERİLER

3.1. Yamaç Stabilizesini Sağlama	80
3.2. Arazi Potansiyeline Uygun Mekânsal Planlama	82
3.3. Dere Yatağı Temizliği	83
3.4. Köprü ve Yol Revizyon Projelerinin Yapılması.....	86
3.5. Bitki Örtüsü Tahribinin Engellenmesi.....	88
SONUÇ.....	89
KAYNAKÇA	92

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil I: Hopa Çayı Havzası lokasyon haritası. _____	1
Şekil II: Hopa Çayı Havzası. _____	2
Şekil 1.1: Hopa Çayı Havzası jeoloji haritası (MTA 1/500.000 Trabzon paftasından yararlanarak yeniden çizilmiştir (Şenel, 2002), (Akbaş, 2011)). _____	7
Şekil 1.2: Hopa Çayı Havzası topografik özellikleri yansıtan sayısal yükselti modeli. _____	9
Şekil 1.3: Hopa Çayı Havzası jeomorfoloji haritası. _____	11
Şekil 1.4 Hopa Çayı Havzası eğim haritası. _____	12
Şekil 1.5: Hopa Çayı Havzası bakı haritası. _____	13
Şekil 1.6: Hopa Çayı Havzası vadi kesitleri. _____	14
Şekil 1.7 Hopa Çayı Havzası 1962-2018 devresine ait ortalama sıcaklık ve yağış grafiği. _____	16
Şekil 1.8: Hopa Çayı Havzası 1962-1991 & 1989-2018 yıllarına ait sıcaklık ve yağış grafiği. _____	19
Şekil 1.9: Hopa Çayı Havzası 1962-1991 Ekim-Mart dönemi yağış sıcaklık grafiği. _____	20
Şekil 1.10: Hopa Çayı Havzası 1962-1991 Nisan-Eylül dönemi yağış sıcaklık grafiği. _____	20
Şekil 1.11: Hopa Çayı Havzası 1989-2018 Ekim-Mart yağış sıcaklık grafiği. _____	21
Şekil 1.12: Hopa Çayı Havzası 1989-2018 Nisan-Eylül yağış sıcaklık grafiği. _____	22
Şekil 1.13: Hopa Çayı Havzası 1962-1991 devresine ait sıcaklık grafiği. _____	24
Şekil 1.14: Hopa Çayı Havzası 1989-2018 devresine ait sıcaklık grafiği. _____	25
Şekil 1.15: Hopa Çayı Havzası 1962-1991 periyodu ortalama yağış grafiği. _____	27
Şekil 1.16: Hopa Çayı Havzası 1989-2018 periyodu ortalama yağış grafiği. _____	28
Şekil 1.17: Hopa Çayı Havzası'nın Rubinstein formülü kullanılarak yıllık ve mevsilik hakim rüzgar yönü ve frekansının gösterimi. _____	32
Şekil 1.18: Hopa Çayı Havzası 2006-2018 yıllık rüzgâr gülü. _____	33
Şekil 1.19: Hopa Çayı Havzası 2006-2018 kış mevsimi rüzgâr gülü. _____	34
Şekil 1.20: Hopa Çayı Havzası 2006-2018 ilkbahar mevsimi rüzgâr gülü. _____	35
Şekil 1.21: Hopa Çayı Havzası 2006-2018 yaz mevsimi rüzgâr gülü. _____	35
Şekil 1.22: Hopa Çayı Havzası 2006-2018 sonbahar mevsimi rüzgâr gülü. _____	36

Şekil 1.23: Hopa Çayı Havzası 1962-2018 devresine ait Thornthwaite su bilançosu grafiği	41
Şekil 1.24: Hopa Çayı Havzası 1962-1991 devresine ait potansiyel evapotranspirasyon ve sıcaklık grafiği.	45
Şekil 1.25: Hopa Çayı Havzası 1962-1991 devresine ait potansiyel evapotranspirasyon ve yağış grafiği.	45
Şekil 1.26: Hopa Çayı Havzası 1989-2018 devresine ait potansiyel evapotranspirasyon ve sıcaklık grafiği.	48
Şekil 1.27 Hopa Çayı Havzası 1989-2018 devresine ait potansiyel evapotranspirasyon ve yağış grafiği.	48
Şekil 1.28: Hopa Çayı Havzası drenaj haritası.	51
Şekil 1.29: Hopa Çayı akım grafiği.	53
Şekil 1.30: Hopa Çayı çatallanma haritası.	54
Şekil 1.31: Hopa Çayı Havzası 2019 yılı nüfus haritası.	59
Şekil 1.32: Hopa Çayı Havzası ulaşım güzergahı haritası.	60
Şekil 2.1: Hopa Çayı Havzası heyelan haritası (haritanın hazırlanmasında MTA veri envanterinden yararlanılmıştır (Duman, 2011)).	63
Şekil 2.2: Hopa Çayı Havzası 1990 yılı arazi kullanım haritası.	70
Şekil 2.3: Hopa Çayı Havzası 2018 yılı arazi kullanım haritası (üretilen haritanın güncelliği arazi çalışmalarıyla doğrulanmıştır).	71
Şekil 2.4: 2000 yılı Hopa Çayı Havzası merkezinin uydu görüntüsü.	73
Şekil 2.5: 2020 yılı Hopa Çayı Havzası merkezinin uydu görüntüsü.	73

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1: Hopa İlçesi yağış ekstremleri tablosu. _____	15
Tablo 1.2: Hopa Çayı Havzası 1962-2018 Sıcaklık Tablosu _____	16
Tablo 1.3: Hopa Çayı Havzası yıllara göre ortalama sıcaklık ve yağış tablosu. _____	17
Tablo 1.4: Hopa Çayı Havzası sıcaklık değerlerinin regresyon istatistiği. _____	18
Tablo 1.5: Hopa Çayı Havzası yağış değerlerinin regresyon istatistiği. _____	18
Tablo 1.6: Hopa Çayı Havzası 1962-1991 devresine ait sıcaklık tablosu. _____	24
Tablo 1.7: Hopa Çayı Havzası 1989-2018 devresine ait sıcaklık tablosu. _____	25
Tablo 1.8 : Hopa Çayı Havzası 1962-2018 yılları ortalama yağış tablosu. _____	26
Tablo 1.9 : Hopa Çayı Havzası 1962-1991 periyodu ortalama yağış tablosu. _____	27
Tablo 1.10: Hopa Çayı Havzası 1989-2018 periyodu ortalama yağış tablosu. _____	27
Tablo 1.11: Hopa Çayı Havzası 1962-2018 yağış frekansı. _____	29
Tablo 1.12 Hopa Çayı Havzası 1962-1991 devresine ait yağış frekansı. _____	30
Tablo 1.13 Hopa Çayı Havzası 1989-2018 devresine ait yağış frekansı. _____	30
Tablo 1.14: Hopa Çayı Havzası 2006-2018 rüzgâr esme sayıları ve yüzdesi. _____	33
Tablo 1.15: Hopa Çayı Havzası 2006-2018 kış mevsimi rüzgâr esme sayıları ve yüzdeleri. _____	33
Tablo 1.16: Hopa Çayı Havzası 2006-2018 ilkbahar mevsimi rüzgâr esme sayıları ve yüzdeleri. _____	34
Tablo 1.17: Hopa Çayı Havzası 2006-2018 yaz mevsimi rüzgâr esme sayıları ve yüzdeleri. _____	35
Tablo 1.18: Hopa Çayı Havzası 2006-2018 sonbahar mevsimi rüzgâr esme sayıları ve yüzdeleri. _____	36
Tablo 1.19 Hopa Çayı Havzası 2006-2018 yılları rüzgâr şiddeti tablosu. _____	37
Tablo 1.20 Hopa Çayı Havzası Erinç yağış etkinlik indisi tablosu. _____	39
Tablo 1.21 : Hopa Çayı Havzası 1962-2018 devresine ait Thornthwaite su bilançosu tablosu. _____	42
Tablo 1.22: Hopa Çayı Havzası 1962-1991 devresine ait Thornthwaite su bilançosu tablosu. _____	44
Tablo 1.23: Hopa Çayı Havzası 1989-2018 devresine ait Thornthwaite su bilançosu tablosu. _____	47

Tablo 1.24: Hopa ayı Havzası De Martonne iklim sınıflandırması tablosu. _____	50
Tablo 1.25: Hopa ayı Havzası 2019 yılı mahalle/köy bazlı nüfus tablosu. _____	58
Tablo 2.1: CORINE 1990 yılı arazi kullanım alanları tablosu. _____	72
Tablo 2.2: CORINE 2018 yılı arazi kullanım alanları tablosu. _____	72
Tablo 3.1: Hopa İlçesi AKKS gruplarına göre dağılım tablosu (Özalp, 2013). _____	83



FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Fotoğraf I: Hopa Çayı seli sırasında tahribata uğramış bir mesken. _____	3
Fotoğraf II: Ekim 2019 tarihli selin ardından yol tahribatı. _____	4
Fotoğraf 1.1: 28 Eylül 2019 tarihli Hopa Çayı selinde akarsu yol seviyesine çıkarak yolu tahrip etti. _____	52
Fotoğraf 2.1: Ağustos 2015 Hopa Seli sonrası meydana gelen taşkın ve çamur akıntısı (Bursa.com, 2015). _____	66
Fotoğraf 2.2: Ağustos 2015 Hopa Çayı selinde tır parkında meydana gelen taşkın (Trthaber.com, 2015). _____	66
Fotoğraf 2.3: 24 Eylül 2009 tarihli Artvin selinde akarsu kenarındaki yerleşim yeri ve biriken rüsubat (CNN Türk Web Sitesi, 2009). _____	67
Fotoğraf 2.4: Jeomorfoloji Derneği çekiminden Kapisre Deresi selinin karayoluna yaptığı tahribat. _____	68
Fotoğraf 2.5: Arhavi 28.09.2019 Kapisre Çayı seline yol seviyesine çıkan akarsu tahribatı. _____	69
Fotoğraf 2.6: Çimenli tersip bendi (Doguoffsetgazete.com, 2018). _____	75
Fotoğraf 2.7: Hopa Çayı kanal içi seti. _____	76
Fotoğraf 2.8: Kanala alınan Hopa Çayı. _____	76
Fotoğraf 2.9: Hopa Çayı üzerinde bulunan 6. menfez ve boyutları. _____	78
Fotoğraf 2.10: Hopa Çayı üzerinde bulunan 2. menfez ve boyutları. _____	78
Fotoğraf 2.11: Hopa Çayı üzerinde bulunan açık menfez. _____	79
Fotoğraf 3.1: Hopa Çayı çarpma yamacında gerçekleşmiş akma ve yerleşimler. ____	81
Fotoğraf 3.2: Sel sonrası gerçekleşen kütle hareketiyle köy yolu tahribata uğradı. _	82
Fotoğraf 3.3: Hopa İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğüne ait dere yatağı temizliği (Artvinobm.ogm.gov.tr, 2016). _____	84
Fotoğraf 3.4: Hopa Çayında sel karakterli güçlü akışın getirdiği çakıllar. _____	85
Fotoğraf 3.5: Hopa Çayı içerisinde iş makinesi çalışmaları. _____	86
Fotoğraf 3.6: Hopa Yoldere Köyünde arka arkaya eski ve yeni köprü arasındaki fark. _____	87
Fotoğraf 3.7 Hopa Çayı selinde akışın köprüye yaptığı tahribat. _____	88

KISALTMALAR LİSTESİ

AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi
AKKS	: Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıflandırması
B	: Batı
cm	: Santimetre
D	: Doğu
dk	: Dakika
DSİ	: Devlet Su İşleri
G	: Güney
K	: Kuzey
km	: Kilometre
m	: Metre
m²	: Metreküp
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
mm	: Milimetre
MTA	: maden tetkik arama
sn	: Saniye
TUIK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UTM	: Universal Transverse Mercator

GİRİŞ

İnceleme Sahasının Konumu

Çalışma alanı, Türkiye'nin kuzeyindeki Karadeniz Bölgesi'nin, Doğu Karadeniz Bölümüne ait $41^{\circ} 19' - 41^{\circ} 23'$ K enleminde, $41^{\circ} 28' - 41^{\circ} 32'$ D boylamında bulunan Artvin ili Hopa İlçesi sınırlarındaki Hopa Çayı Havzasını içermektedir (Şekil , Şekil).



Şekil I: Hopa Çayı Havzası lokasyon haritası.

Hopa Çayı Havza'sı güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda uzanış gösteren Balıklı Dağı, havzanın kuzeydoğusundaki Sultanselim Dağı ve batıda Karadeniz ile çevrelenmiştir. Hopa çayı ve kollarını kapsayan havza 73km'lik alan ile Hopa İlçesi'nin güneybatısında konumlanmaktadır.



Şekil II: Hopa Çayı Havzası.

Problem Tanımı

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan çalışma alanı, yıllık 2286.6 mm'ye ulaşan yağışlı bir iklime sahiptir. Bununla beraber havzanın eğimli bir arazi olması, bu bölgede sel felaketlerinin sıklıkla yaşanmasına sebep olmaktadır. Buna müteakip Hopa İlçesi ve komşu ilçeleri olan Borçka, Arhavi, Şavşat gibi ilçeler neredeyse her yıl denilebilecek sıklıkta sel afetini yaşamaktadır. Özellikle son yıllarda artan bu afetler ciddi can ve mal kayıplarına yol açmaktadır. Bu kayıplar, doğal faktörlerin yanı sıra, bölge planlamasında yapılan hataların ve insanların bilinçsizliğinin de bir sonucudur. Özellikle yapılaşmalar ve bu bölge içerisinde uygulanan projeler ve yer seçimi hataları bu kayıpları kaçınılmaz hale getirmektedir (Fotoğraf). Son yıllarda bu felaketlerin önüne geçebilmek adına çeşitli dere ıslah çalışmaları yapılıyor olsa da günümüzde hala bu problemler devam etmektedir.



Fotoğraf I: Hopa Çayı seli sırasında tahribata uğramış bir mesken.

Bölgenin doğal koşulları sebebiyle sel haricinde yamaç hareketleri de gözlemlenmektedir (Fotoğraf). Her bir olay, sebep sonuç ilişkileri ile birbirlerini tetikleyen bir afetler zincirine dönüşmektedir.



Fotoğraf II: Ekim 2019 tarihli selin ardından yol tahribatı.

Materyal ve Metot

“Hopa Çayı Havzası Uygulamalı Jeomorfoloji Etüdü” başlıklı yüksek lisans tez çalışması masa başı ve saha çalışmaları ile hazırlanmıştır.

Yöntem olarak, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama teknolojileri kullanılmıştır. Çalışma alanına ait sayısal arazi modelleri ArcMap 10.7 programı (ESRI), ArcGIS Pro üzerinde ve NASA'ya ait EarthExplorer web sitesi Landsat 8 uydu görüntülerinin sunmuş olduğu SRTM raster verisi kullanılarak elde edilmiştir. Ayrıca Harita Genel Müdürlüğü (HGM) 1/25.000 ölçekli topografya haritası F46b2, F46b3, F47a1, F47a4 paftaları ile Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA) 1/500.000 ölçekli jeoloji haritasının Trabzon paftasından da sahanın jeoloji haritasının oluşturulması konusunda yararlanılmıştır. Heyelan haritasının hazırlanmasında MTA tarafından yayınlanmış heyelan verilerinden yararlanılmıştır. Analiz sırasında ArcMap 10.7 programı içerisindeki Spatial Analysis ve 3D Analysis araçlarından destek alınmıştır. Haritalar ED_1950_UTM_Zone_38N projeksiyonunda hazırlanmıştır. Rüzgâr verileri hariç tüm iklim verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) 'ne ait Hopa Meteoroloji İstasyonu'ndan 1962-2019 yıl aralığında, rüzgâr verileri 2006-2018 (2009 baz alınmamıştır) aralığında ve tüm veriler günlük bazda temin edilmiştir. Çeşitli iklim analizleri Microsoft Excel yardımıyla hesaplanmış, grafik ve tablolar şeklinde görselleştirilmiştir. Sahanın hidrografi özelliklerinin tespiti için DSİ'ye (Devler Su İşleri Genel Müdürlüğü) bağlı Artvin 26. Bölge Müdürlüğü'nden Hopa Çayı'na ait 2015-2019 yıl aralığında akım verileri temin edilmiştir. Deprem istatistikleri için AFAD'ın resmi internet sitesinden ve MTA kaynaklarından bilgi edinilmiştir. Google Earth Pro aracılığıyla bazı görseller kullanılmıştır. Arazi kullanım haritalarının hazırlanmasında 1990 ve 2018 yıllarına ait CORINE verileri kullanılmıştır.

Sahanın sorunlarını anlamaya yönelik, havza boyunca arazi çalışması yapılarak uygun fotoğraflar çekilmiştir. Arazi çalışmasında menfezlerin en, boy ve derinlik ölçüleri alınmış ve koordinat bilgileri kaydedilmiştir. İlçe halkı ile görüşülerek problemler hakkında detaylı bilgi edinilmeye çalışılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

UYGULAMALI JEOMORFOLOJİ 'DE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

1.1. Jeolojik Özellikler

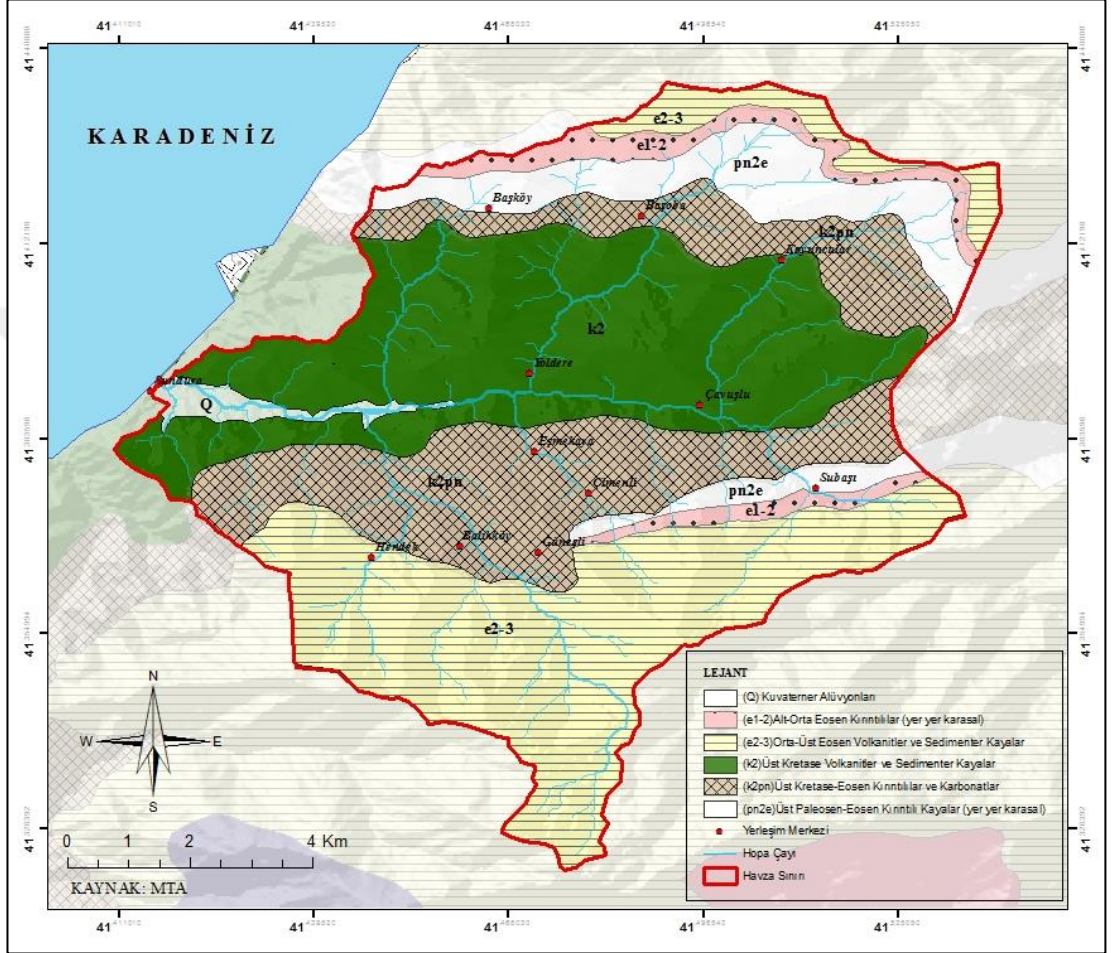
1.1.1. Litoloji

Litoloji, bir sahanın ayrışmaya karşı direnç özelliklerini etkileyen önemli unsurlardan biridir. Akarsu havzaları için ise sahanın direnç özelliklerine etki etmesinin yanı sıra geçirimsizlik, akarsu yükü, akarsu taşıma ve aşındırma faaliyetleri açısından önem arz eder.

Hopa Çayı Havzası'nın litolojik özelliklerine bakıldığında, volkanitlerin ve sedimanter kayaların hâkim olduğu bir topografyadır. Araştırma alanında en eski jeolojik unsur ayrılmamış Üst Kretase volkanitleridir. Üst Kretase temel arazisinin üzerine sırasıyla Üst Kretase-Paleosen klastik (Detritik) ve karbonatlardan oluşan sedimanter kayalar, Üst Paleosen-Eosen yer yer karasal klastik kayalar ile Orta-Üst Eosen volkanitler ve sedimanter kayalar, Kuvaterner alüvyonları yer almaktadır (Şenel, 2002) (Şekil 1.1).

Volkanitlerin hâkim olduğu bu topografyanın başlıca litolojik elemanlarını bazalt, andezit ve piroklastlar oluşturmaktadır. Bu kayalar her ne kadar dirençli olsalar da Karadeniz İklimi'nin nemli havası kimyasal ayrışma ortamı yarattığı için ayrışmaya eğilimlidirler. Araştırma sahasının bir akarsu havzası olduğu dikkate alındığında andezitin fenokristal yapısı ve kalsiyumca zengin feldspat içeriği su ile tepkimeye girerek kayacı çözer (Kurter, 1975). Bazalt andezite oranla daha dirençli olsa da kimyasal ayrışmanın sert geçtiği koşullarda kolayca dayanaklılık sergileyememektedirler. Her ne kadar araştırma sahası nemli bir iklime sahip olsa da sıcaklıklar sert bir kimyasal ayrışmaya yetecek kadar değildir. Yine de soğuk olmayan ılıman bir iklim bazaltı yıpratmaya yetecektir. Az miktarlarda da olsa bazaltın içeriğinde bulunan plajyoklaz su ile tepkimeye girdiğinde ayrışmayı kolaylaştıran bir unsurdur. Küçük kristallere sahip olması bazaltı dirençli bir kayaç yaparken iklime yavaşça direnmesini sağlar. Önce feldspatlar ayrışır ve kimyasal ayrışmanın gücü yettiğinde kayaç çözülür (Kurter, 1975).

İklimin etkisiyle ayrıışan magmatik kayalar, çalışma sahasının regolitlerden meydana gelen ayrışma örtüsü ile kaplanmasıyla sonuçlanmıştır. Bu gevşek ayrışma örtüsü zemini kütle hareketleri için uygun kılmaktadır (Turoğlu, 2015).



Şekil 1.1: Hopa Çayı Havzası jeoloji haritası (MTA 1/500.000 Trabzon paftasından yararlanarak yeniden çizilmiştir (Şenel, 2002), (Akbaş, 2011)).

1.1.2. Tektonik

Hopa Çayı Havzası sınırlarında diri fay hattına rastlanmadığı gibi havzanın bulunduğu ilçe sınırları içerisinde herhangi bir fay hattı geçmemektedir.

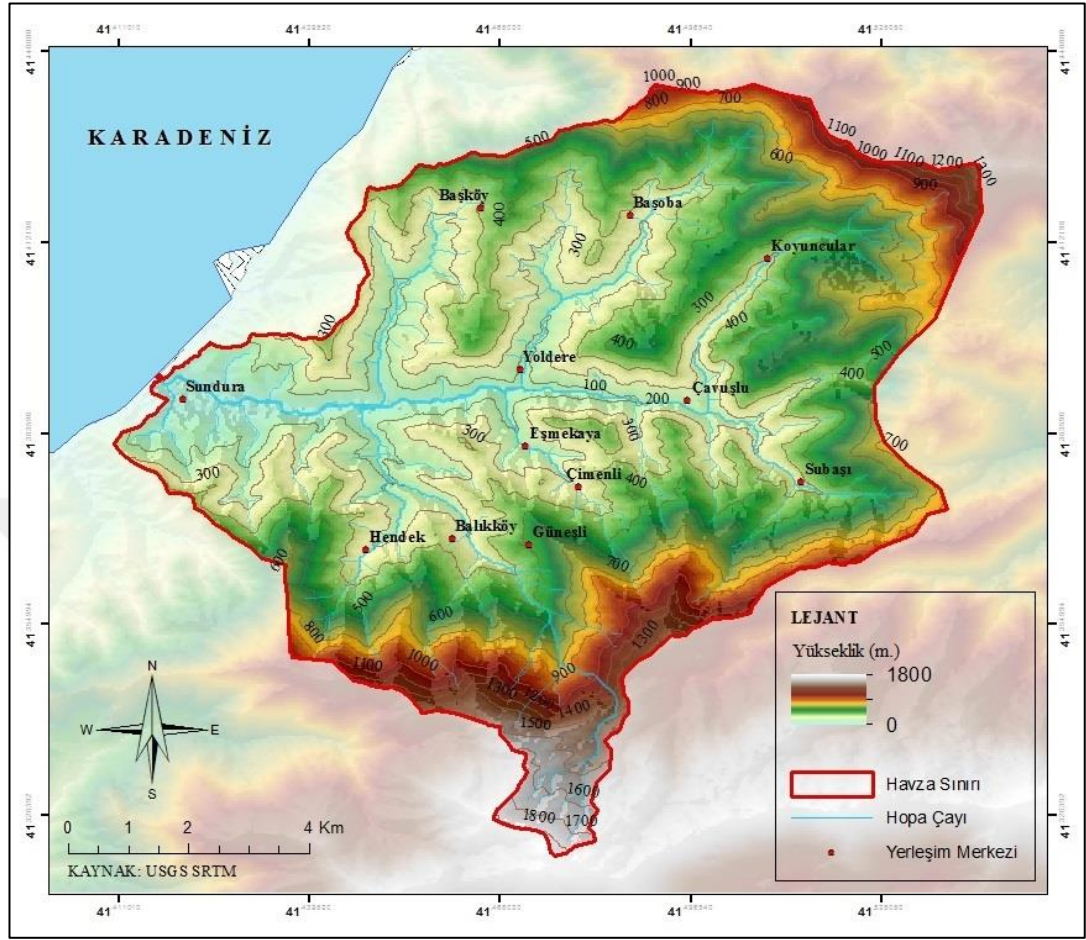
Hopa İlçesi'nin komşu İlçesi olan Borçka'nın Çiftköprü köyü üzerinde fay hattı geçmektedir. Hopa'ya en yakın fay hattı ilçe sınırlarını kuzeydoğu güneybatı yönlü teğet geçen bu hattır. Fakat yakın komşuların hiçbirinde diri fay hattı bulunmadığından bu bölge şiddetli depremlerin tehdidi altında değildir (Emre, 2013).

Hopa ayı Havzası'nda son yıllarda magnitüdü 3'ün üzerinde hiçbir tektonik aktiviteye rastlanmamıştır. Çevre bölgelerde yıl içinde görülen en büyük deprem, Rize'nin Fındıklı İlçesi 17/08/2019 19:25:08 tarihinde Karadeniz açıklarında gerçekleşen 3.2 büyüklüğündeki depremdir (AFAD, 2020).

1.2. Jeomorfolojik Özellikler

Hopa ayı Havzası yüksek alanların hâkim olduğu bir jeomorfolojiye sahiptir. Bu sahada yer şekilleri, genel olarak güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda uzanan, kıyıya paralel dağlık alanlardır. Bu dağlık alan, Doğu Karadeniz Dağları'nın kuzeydoğu uzantısının bir parçasıdır. Bu bölgede bulunan dağlık alanlar dar ve derin vadiler tarafından parçalanmışlardır (Şekil 1.2). Bir diğer jeomorfolojik unsur ise dar bir şerit halindeki kıyıdır. Bir diğer deyişle, Hopa ayı Havzası'nda düzlük alanlara dar kıyı ovalarında veya vadi tabanlarında rastlanmaktadır. Haricinde kalan alanlar engebeli dağlık sahalar (Şekil 1.2).

Havzada, Paleozoik'in Karbonifer devri sonlarında, Hersinyen kıvrımları ile ilk dağ oluşum hareketlerinin başladığı kabul edilir. Temel arazisi Paleozikte oluşmuş olan sahada Mesozoik'in Jura ve Kretase devirlerinde tortulanmalar oluşmuştur. Üst Kretase-Paleosen'de meydana gelen Laramiyen orojenik safhasında Üst Kretase sonuna kadar tortulanmış olan sedimentler kıvrılmaya uğramışlardır. Bu safhanın ardından bir yükselme meydana gelmiş ve Paleosen devrinde havza kara haline gelmiştir. Kara haline gelen havza Eosen'in Alt Lütesiyen devrinde transgrasyon geçirerek tekrar deniz altında kalmıştır. Eosen devri sonuna doğru gerçekleşen orojenezle bazı yerlerde kırıklar ve çatlaklar oluşmuştur. Bu kırık ve çatlaklardan yüzeye çıkan andezitik, bazaltik lav ve piroklastlar çok geniş alana yayılmıştır. Böylece Hopa ayı Havzası'nın büyük bir kısmı eosen volkanitleri tarafından kaplanmıştır (Tarkan, 1973).



Şekil 1.2: Hopa Çayı Havzası topografik özellikleri yansıtan sayısal yükselti modeli.

Havzada, Eosen ve Oligosen devirleri içerisinde bir yandan şiddetli tektonik hareketler yaşanırken, bir yandan iç püskürmeler dolayısıyla büyük kütleler halinde sokulmalar yaşanmıştır. Havzanın dağları üzerindeki aşınım yüzeyleri ve intrüzif kayaçların yüzeyde görülmesi, Neojen devrinde yaşanmış olan aşınımları kanıtlamaktadır. Üst Kretase devrinde meydana gelen orojenezler sonucunda yükselen alanların büyük bir bölümü, Miyosen ve Pliyosen devirlerinde aşınmaya uğramış ve temel arazinin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bu devirde gerçekleşen aşınım, Balıklı Dağı üzerindeki aşınım yüzeylerini meydana getirmiştir. Neojen Devri sonlarında tekrar yükselmelere uğrayan saha gerçek morfolojik karakterini kazanmıştır (Akkan, 1974).

Kuaterner'de Karadeniz'in seviyesinin -100m'ye kadar alçalması, akarsuların yataklarının hızlı bir şekilde derine doğru aşındırmasına sebep olmuştur. Böylece içinde akarsuların aktığı dar ve derin vadiler ortaya çıkmıştır. Akarsuların dağlık

sahadan taşımış oldukları malzemeyi eğimin azaldığı vadi tabanlarında veya denize döküldüğü yerde biriktirmeleri ile dar kıyı ovaları oluşmuştur (Ardel, 1963).

1.2.1. Dağlık Alanlar

Kuzey Anadolu Dağları'nın devamı olan Balıklı Dağı ve Sultan Selim Dağı olarak adlandırılan dağlar inceleme sahamızda yer alır (Şekil 1.2).

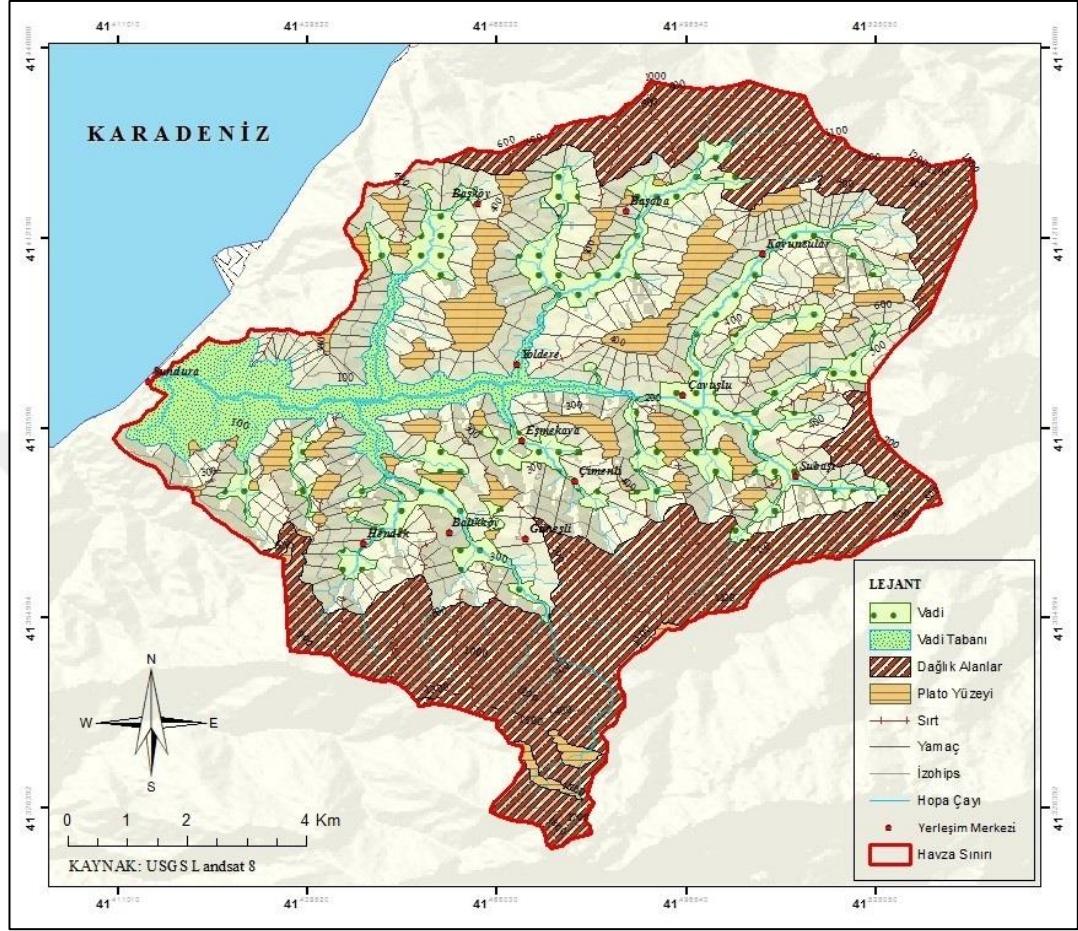
Hopa Çay Havzası sınırlarında bulunan en yüksek dağlık saha, 1750 metre yüksekliğindeki güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda uzanış gösteren Balıklı Dağı'dır. Balıklı Dağı, Doğusunda Murgul Çayı Vadisi, batısında Kapisre Çayı Vadisi ve kuzeyinde Hopa Çayı Vadisi ile çevrelenmiştir (Şekil 1.2). Bu dağlık saha çevresinde çokça bulunan akarsular tarafından derin bir şekilde aşındırılmış, böylece havzada derin vadiler ve uzun sırtların oluşmasına sebep olmuştur.

Çalışma alanı sınırlarındaki diğer bir dağ olan Sultanselim Dağı, 1456 metre yükseklikteki Sarmaşıklıtaş Tepe'yi içine alan, Hopa Çayı'nın kuzeydoğusunda, Balıklı Dağı'nın kuzeyinde bulunan dağlık sahayı oluşturur (Şekil 1.2). Bu saha, Hopa Çayı'nın kolları tarafından özellikle batı yamaçları fazlaca aşındırılmıştır.

Hopa Çayı Havzası'nın coğrafi konumu, kuzeye bakan yamaçlarının güneye bakan yamaçlarından fazla yağış almasına neden olmaktadır. Bu sebeple kuzeye bakan yamaçlarda Hopa Çayı hem daha sık hem daha enerjik karakter göstermektedir.

Havza sınırlarındaki yamaçlarda ayrışma ürünü ince taneli (killi, kumlu) malzemelerin kalın örtü oluşturması ve eğim miktarının fazla olması heyelanı teşvik etmektedir (Turoğlu, 2015). Yaşanan kütle hareketleri, havzada ziraat alanlarının tahribi, köy yollarının kapanması, yerleşim alanlarında yaşanan yıkılmalara sebep olmaktadır.

1.2.2. Plato Yüzeyleri



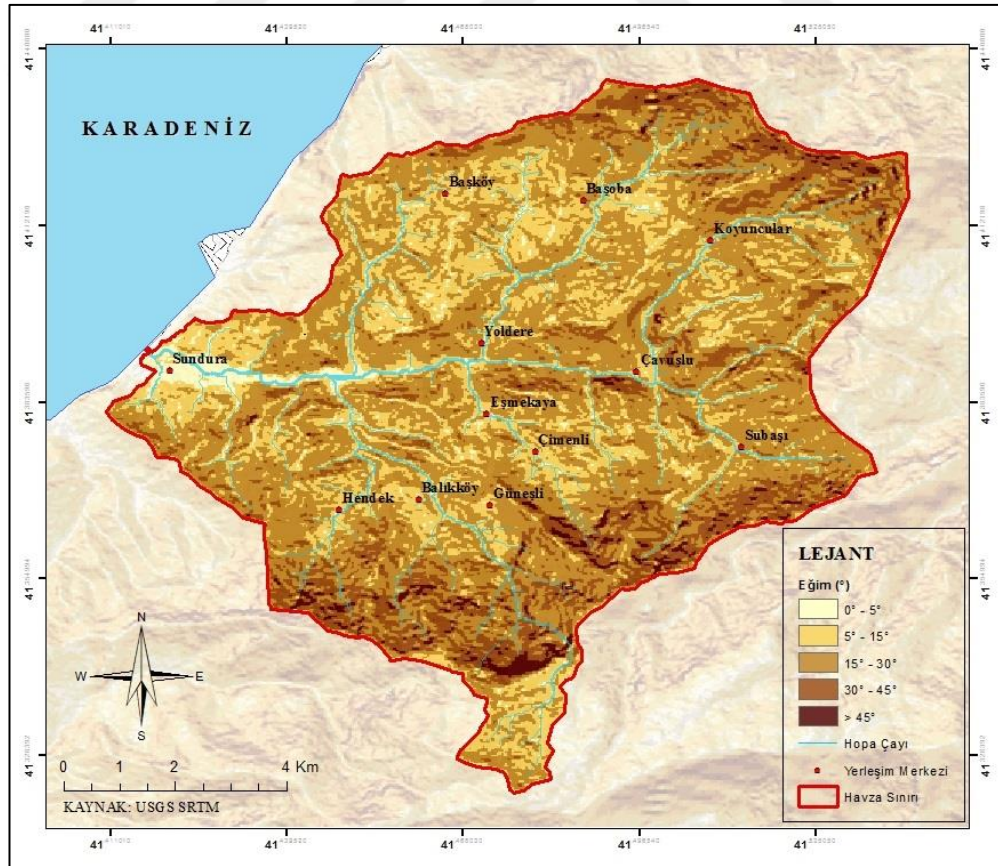
Şekil 1.3: Hopa Çayı Havzası jeomorfoloji haritası.

Daha çok kuzey bölümde rastlanan plato sahaları, havza genelinde 300-400 m aralığında rastlanırken, 200, 500 ve 1600 m'lerinde de görülmekle birlikte aşınım düzlüklerinden oluşan plato yüzeyleri çoğunluktadır (Şekil 1.3). Bu sahalar köy yerleşimi olmakla beraber karışık ormanların bulunduğu, genellikle çay ve meyve tarımının gerçekleştirildiği sahalardır. Akarsuların sık bulunduğu bu yüksek sahalar heyelan riski taşımaktadır.

1.2.3. Yamaçlar

Hopa Çayı Havzası engebeli jeomorfolojisi dolayısıyla dik veya dike yakın yamaçların bulunduğu bir topografyaya sahiptir. Havzanın eğim değerleri göz önüne alındığında; düz ve düze yakın sahaları temsil eden 0°-5° aralığındaki eğimli sahalar birikim sahası olan vadi tabanı ve kıyı ovasıyla aşınım sahası olan yüksek dağ tepelerinden ibarettir.

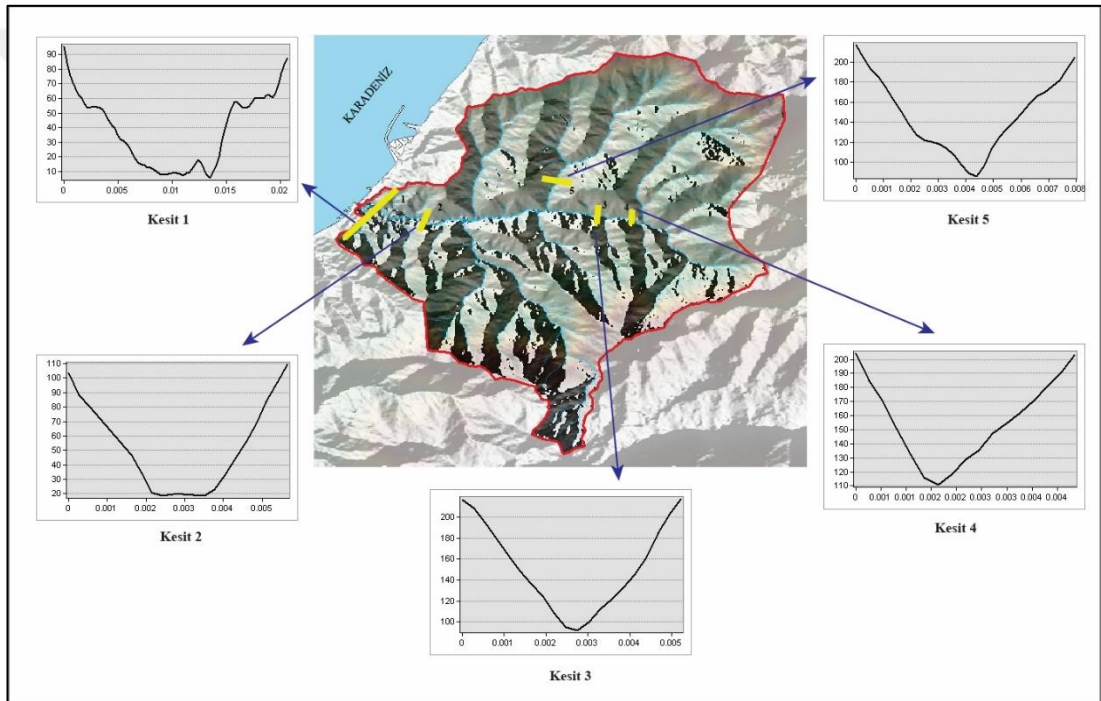
Vadi tabanının bulunduğu 0° - 5° eğimi aynı zamanda hidrografik riske sahip bölgeyi oluşturur (Şekil 1.4). Bu eğim aralığında geçmişte meydana gelmiş olan taşkınlar bunu kanıtlar niteliktedir. Ova ve plato yüzeyleri olarak tanımlanan 5° - 15° aralığında bulunan orta derece eğimli bu sahalarda daha çok havzanın mansap kısmına yakın bulunmakla beraber havza geneline yayılmıştır. Bu sahalarda yamaç erozyonuna rastlanabilmektedir. Yüzeysel akışa yardımcı olan 15° - 30° aralığındaki eğimli yamaçlar, dik ve dike yakın eğim değerleri arasında geçiş alanı oluşturarak havza genelinde sıklıkla rastlanabilir. Vadi tabanının bitiminde bile görebildiğimiz 30° - 45° eğimi ise havza genelinde hemen hemen her yerde rastlanabilen bir değerdir. Litolojik kökenli olan bu dik yamaçlar hidrolojik afetlere dikkat edildiğinde yerleşme için uygun sayılabilir. Yüzeysel akışın sık görüldüğü bu havzada, bu eğim aralığında debileri yüksek olan bu akarsular yarıntı erozyonuna sebep olmaktadır. Yüksek dağ yamaçlarında görülen 45° 'lik eğim değerini aşan sahalara havzanın güneyinde bulunan balıklı dağı mevkiinde rastlanır (Şekil 1.4).



Şekil 1.4 Hopa Çayı Havzası eğim haritası.

1.2.4. Vadi Tabanları

Hopa Çayı Havzası çentik vadi özelliği taşıması sebebiyle vadi tabanı dardır. Vadi tabanının havza içerisinde en geniş olduğu alan Hopa Çayı'nın Karadeniz'le buluştuğu mansap kısmıdır. Hopa Çayı'nın mansap bölgesinden memba bölgesine doğru vadi tabanı iyice daralarak dik yamaçlar arasında kalır (Şekil 1.6). Vadi tabanı volkanik ve sedimenter kayaların oluşturduğu Kuaterner alüvyon örtüsü ile kaplıdır. Bu verimli topraklarda eğimin az olması sebebiyle yerleşmeler burada ağırlıklı olarak bulunmaktadır. Aynı zamanda taşkın riskinin en yüksek olduğu alanı oluşturur.



Şekil 1.6: Hopa Çayı Havzası vadi kesitleri.

Vadi kesit örnekleri incelendiğinde; kesit 1 ve 2, eğimin az olduğu akarsu mansabında nispeten daha geniş ve alüvyallerin bulunduğu vadi tabanıdır. Bu kesitler taşkın yatağı özelliği de taşımaktadır. Yamaçların sel ve seyelan sularının etkisiyle yatıklaşmasıyla oluşan "v" şekilli vadi kesit 3'te görülebilir. Kesit 4'te disimetrik vadi özelliği görülmektedir. Hopa Çayı'nın yan kolu olan Kesit 5'te ise yine dar bir alanda akış gösteren "v" şekilli vadi görülür. Mansaba yakın olan kesit 1 ve 2 haricinde kalan kesitler dar bir vadiden akış göstermektedir. Mansabın gerisinde kalan alanlar membaya yaklaştıkça daralmaktadır (Şekil 1.6).

1.2.5. Kıyı Alanları

Havzada, güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda dağlara paralel uzanış gösteren kıyı şeridi, iç bölgelere kadar yayılış sergileyemez ve dar bir kıyı düzlüğünden oluşur.

Hopa Çayı'nın taşıdığı alüvyon malzemeler burada delta oluşturmamaktadır. Kıyıda itibaren doğrudan derinleşen batimetrik özellikler ve özellikle sonbahar ve kış yağışlarıyla etkisini arttıran dalgalar; Hopa Çayı'nın buraya getirdiği sedimentlerin birikimini engellemektedir. Ayrıca, şiddet ve frekansı yüksek dalgalar aynı zamanda kıyı tahribatına da sebep olarak delta gelişimini engellemektedir.

1.3. Klimatik Özellikler

Artvin İli, Hopa İlçesi ülkemizin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer almaktadır. Hopa Çayı Havzası ülkemizin en çok yağış alan bölgesinde bulunması sebebiyle burada ortalama toplam yağış 2286.60 mm'dir. Yıl içinde tüm mevsimler yağış almaktadır. Aylık ortalama yağış toplamaları göz önüne alındığında, sırasıyla en yağışlı mevsim sonbahar (851.90 mm), kış (609.79 mm), yaz (488.40 mm) ve en az yağışın düştüğü mevsim olarak ilkbahar (336.52 mm) mevsimini görürüz. En çok yağış ekim (314.25 mm), en az yağış ise mayıs (93.76 mm) ayında düşmektedir. Bu duruma ek olarak Hopa İlçesi 5, 10, 15, 30 dakikalık yağış (50.5, 60.6, 70.7, 90.9 mm) ekstremlerine sahiptir (Tablo 1.1). Hopa Çayı Havzası'nda ekstrem yağışlar sıkça görülmektedir.

Süre (dk)	Miktar (mm)	Yer	Tarih
5 DK	50,5	HOPA	07.07.1988
10 DK.	60.6	HOPA	07.07.1988
15 DK.	70.7	HOPA	07.07.1988
30 DK.	90.9	HOPA	07.07.1988

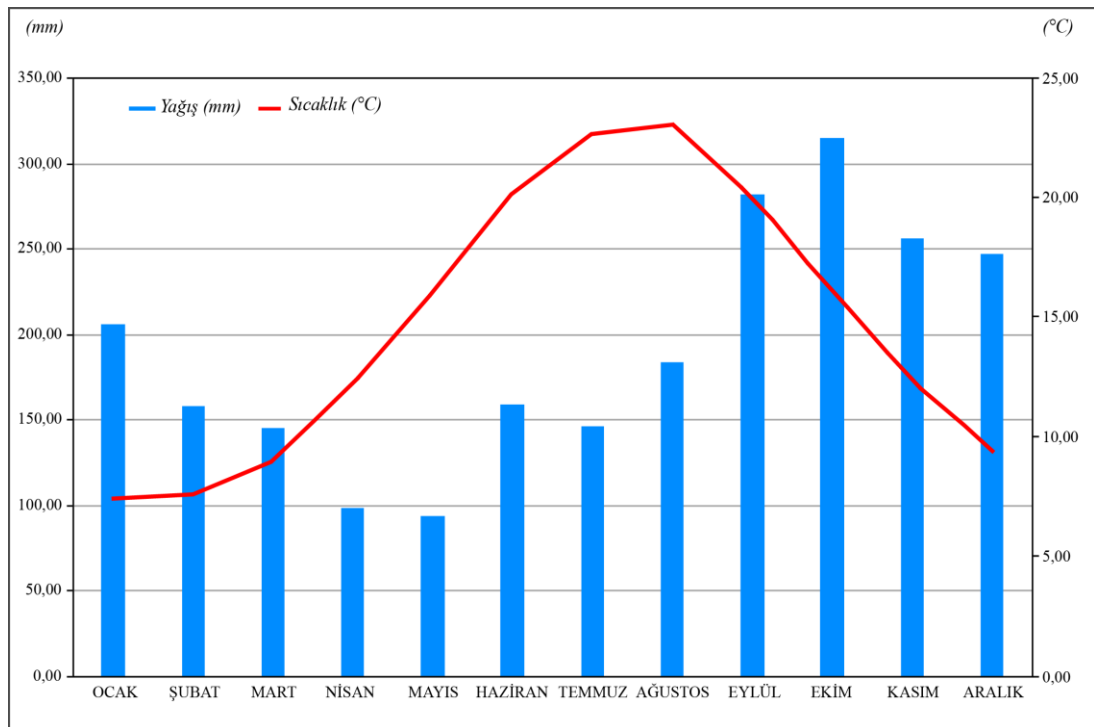
Tablo 1.1: Hopa İlçesi yağış ekstremleri tablosu.

Hopa Çayı Havzası'nın sıcaklık ortalaması 15.2 °C'dir. Meteoroloji istasyonu verilerine dayanarak yıllık ve günlük sıcaklık farkları azdır. Sıcaklığın yıl içinde dağılışı incelendiğinde; sırasıyla en sıcak mevsim yaz (22.0 °C), sonbahar (16.2 °C), ilkbahar (12.4 °C) ve sıcaklıkların en düşük olduğu kış (8.2 °C) mevsimidir. En sıcak ay ağustos (23.1 °C), en soğuk ay ise ocak (7.4 °C) aylarıdır (Tablo 1.2).

	O.	Ş.	M.	N.	Ma.	H.	T.	Ağ.	E.	Ek.	K.	A.
Ort. Sic.	7.4	7.6	9.0	12.2	16.1	20.2	22.7	23.1	20.0	16.1	12.4	9.5
Ort. Max. Sic.	13.03	12.08	14.56	18.63	19.16	23.24	26.36	28.29	23.50	19.53	16.32	15.21
Ort. Min. Sic.	1.95	2.90	5.07	8.93	13.58	17.84	20.21	19.65	17.19	12.72	7.96	5.11
Max. Sic.	24.20	27.30	37.00	38.60	39.80	42.20	39.00	36.20	37.00	35.50	30.60	28.50
Min. Sic.	-7.50	-6.00	-5.00	-6.00	4.80	7.00	12.60	12.80	7.10	2.80	-2.80	-6.00

Tablo 1.2: Hopa Çayı Havzası 1962-2018 Sıcaklık Tablosu

Hopa meteoroloji istasyonundan alınan 1962-2018 verilerden yararlanarak, Hopa Çayı Havzası'nın genel iklim özellikleri grafik haline getirilmiştir. Ekim ayı başta olmak üzere sonbahar yağışlarının yıl genelinin çok üzerinde olduğu gözlemlenebilir. Yağışlarının artışına ters oranla sıcaklıklar sonbahar mevsiminde düşüşe geçmeye başlamaktadır. Yağışların oldukça arttığı ve sıcaklıkların düşmesiyle beraber evapotranspirasyonun azalması, akarsu yataklarının dolmasını kaçınılmaz hale getirmektedir. Son yıllarda yaşanan ekstrem yağışların ve sel felaketlerinin Eylül ve Ekim aylarında meydana gelmesi iklimin bu konudaki etkisini açıkça göstermektedir (Şekil 1.7).



Şekil 1.7 Hopa Çayı Havzası 1962-2018 devresine ait ortalama sıcaklık ve yağış grafiği.

Genel iklim seyrinin bu bölge için daima yağışlı olmasına rağmen son yıllarda sıklaşan doğal afetleri yalnızca iklim değerleriyle açıklamak yanlış olacaktır. Hopa Meteoroloji istasyonu verilerine dayanarak, Hopa Çayı Havzası'nda son 56 yılın sıcaklık ve yağış tablosu oluşturulmuştur. Geçmişe göre iklimin daha nemli ve sıcak bir hal almaya başladığı söylenebilir (Şekil 1.7). Dikkat edilmesi gereken diğer fark ise değişimlerin mevsimsel olarak gerçekleştiğidir. 1962-1991 periyodunda kış sıcaklıkları ve yağışları 1989-2018 periyoduna nazaran daha yüksekti. 1989-2018 periyodunda ise sıcaklık ve yağışların sonbahar mevsiminde artışa geçmektedir (Tablo 1.3).

	1962-1991		1989-2018		1962-2018	
	Sıcaklık	Yağış	Sıcaklık	Ort. Yağış	Sıcaklık	Yağış
Ocak	7,5	211,0	7,1	203,6	7,4	205,5
Şubat	7,9	151,0	7,3	160,2	7,6	157,6
Mart	8,7	134,0	9,1	153,4	9,0	144,7
Nisan	12,2	103,0	12,4	90,1	12,2	98,0
Mayıs	15,6	95,1	16,4	96,3	16,1	93,8
Haziran	19,7	159,5	20,7	154,6	20,2	158,8
Temmuz	22,0	142,6	23,3	145,4	22,7	146,3
Ağustos	22,1	188,9	24,0	170,9	23,1	183,4
Eylül	19,4	240,0	20,4	322,4	20,0	281,2
Ekim	15,8	300,6	16,5	327,3	16,1	314,3
Kasım	12,7	234,7	12,1	273,9	12,4	256,4
Aralık	9,6	248,8	9,2	242,1	9,4	246,6
Yıllık	14,4	2209,2	14,9	2340,2	14,7	2286,6

Tablo 1.3: Hopa Çayı Havzası yıllara göre ortalama sıcaklık ve yağış tablosu.

Hopa Çayı Havzası iklimini periyotlara böldüğümüz iki mevsimlik devre için yapılan grafik incelendiği taktirde; yağışlarda 1989-2018 periyodunda yaz yağışlarında azalma, sonbahar aylarında yüksek değerlerde bir artış gözlenirken, sıcaklıkların yaz aylarında 1989-2018 periyodunda yükseldiği ve kış aylarında 1962-1991 periyoduna nazaran düştüğü gözlenir. Bu durum yıllar içinde mevsimsel kaymaların gerçekleştiğini gösterir (Şekil 1.8).

Hopa Çayı Havzası'nda bir iklim değişikliği olup olmadığına dair sıcaklık ve yağış değerlerine regresyon analizi yapılarak bu durum incelenmiştir. 1962-1991 ve 1989-2018 periyotları aylık ortalama sıcaklık ve yağış toplamaları iki ayrı tablo olarak regresyon analizine tabii tutulmuştur. Yapılan analiz sonucunda sıcaklık değerlerinin R Kare değerinin 0.996 çıkması 1962 yılından 2018 yılına kadar olan süreçte sıcaklık değerlerinde ciddi bir değişimin olmadığını göstermektedir (Tablo 1.4).

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0.998
R Kare	0.996
Ayarlı R Kare	0.996
Standart Hata	0.362
Gözlem	12

Tablo 1.4: Hopa Çayı Havzası sıcaklık değerlerinin regresyon istatistiği.

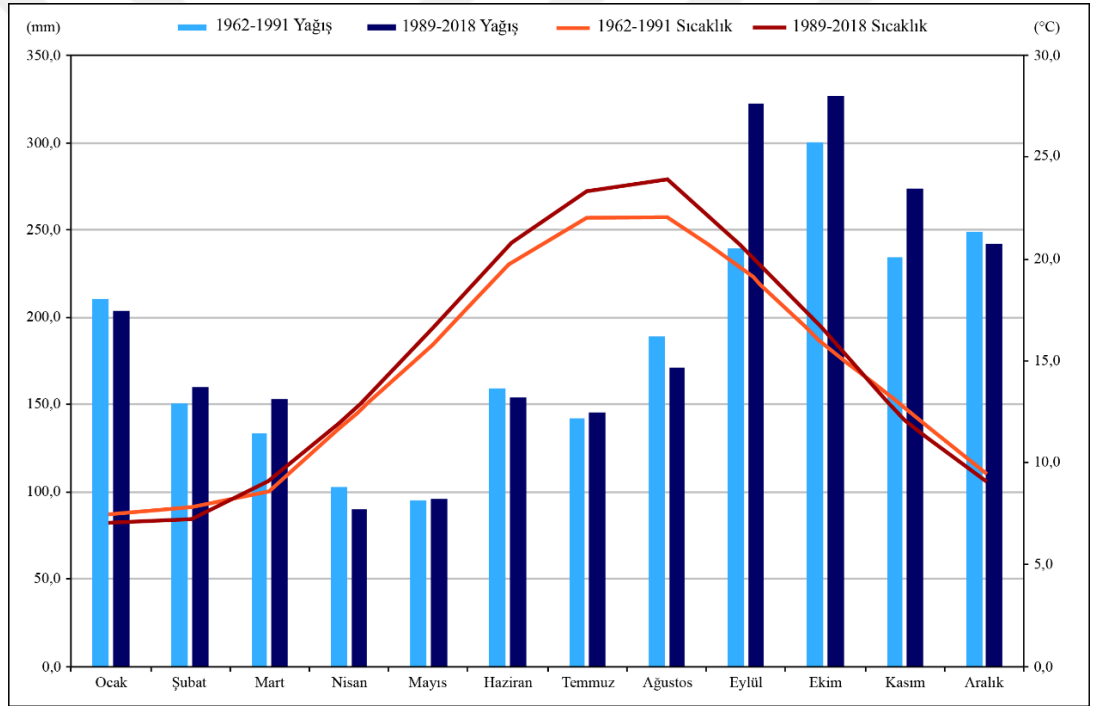
Yağış değeri için yapılan regresyon analizinin sonucunda ise R kare değerinin 0.900 çıkması yağışlarda küçük bir değişim olsa da iklim değişimi denilebilecek ölçüde bir değişikliğin olmadığını göstermektedir (Tablo 1.5).

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0.949
R Kare	0.900
Ayarlı R Kare	0.891
Standart Hata	21.071
Gözlem	12

Tablo 1.5: Hopa Çayı Havzası yağış değerlerinin regresyon istatistiği.

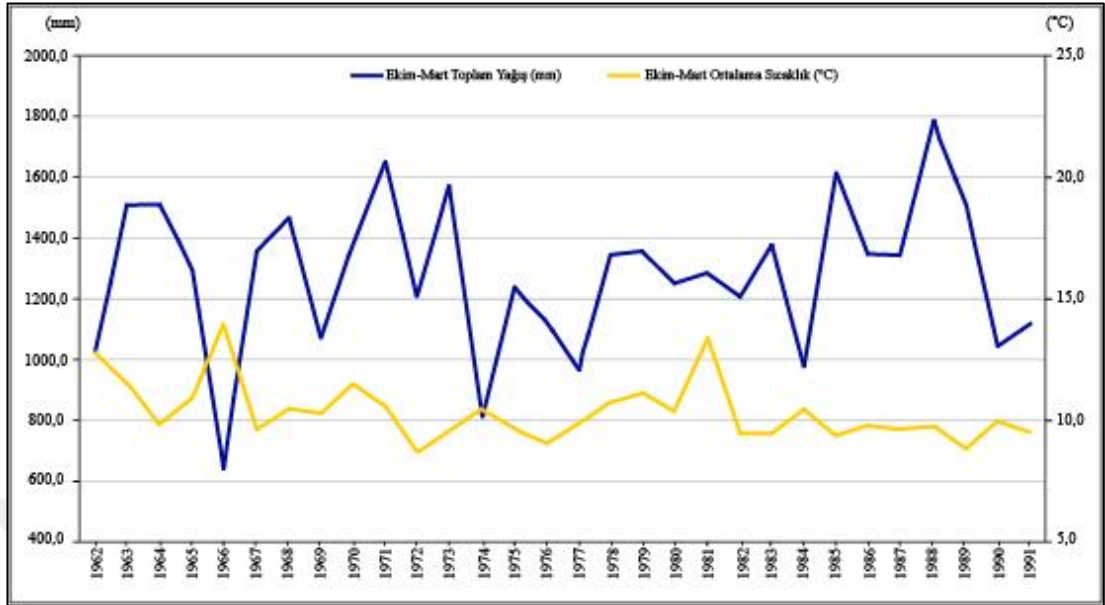
Sıcaklık ve yağış değerlerinde iklim değişikliğine dair kesin bir kanıt olmamasına rağmen değişen iklim normalleri mevsimlik kaymaların bir göstergesi olabilmektedir. İki periyodun karşılaştırıldığı grafikler incelendiğinde mevsimlik devrelerde meydana gelen değişiklikler görülebilmektedir. Bu hususta grafik incelendiğinde Ekim maksimumlu olarak sonbahar döneminde artan yağışlar kış döneminde giderek

azalmakta, ilkbaharda minimum noktasına ulaştıktan sonra yaz aylarında tekrar artışa geçmektedir. İki dönem arasında yağış miktarları birbirine yakın olmasına rağmen sonbahar dönemi olan Eylül, Ekim ve Kasım aylarında dönemler arasında belirgin bir fark oluşmuş, son yıllarda sonbahar dönemi yağışlarında artış görülmüştür. Sıcaklık değerlerine bakıldığında ise kış aylarında 1962-1991 dönemi sıcaklıkları kısmen daha yüksek olmasına karşın mayıs-haziran aylarında fark açılmakta, temmuz-eylül ayları arasında 1989-2018 dönemi sıcaklıkları daha yüksek değerler göstermektedir. Kasım ve Aralık aylarında ise 1989-2018 dönem sıcaklıkları, 1962-1991 dönemine göre daha düşük değerlerde seyretmektedir (Şekil 1.8).

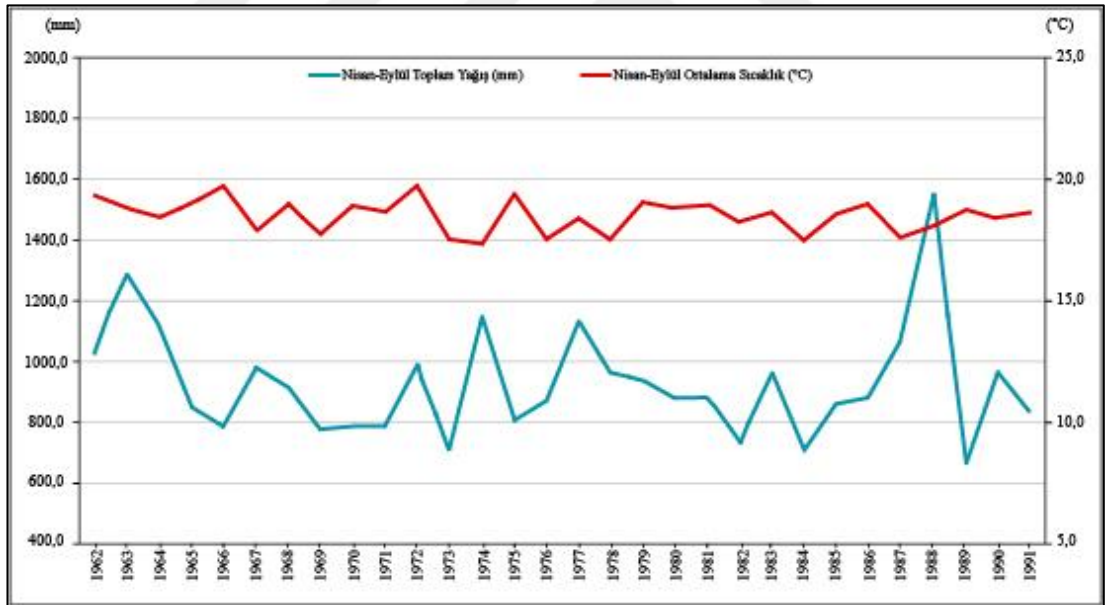


Şekil 1.8: Hopa Çayı Havzası 1962-1991 & 1989-2018 yıllarına ait sıcaklık ve yağış grafiği.

Daha detaylı bir inceleme için; Hopa Çayı Havzası'nda 30'ar yıllık periyotlar ile son 56 yılın sıcaklık ve yağış grafiği, mevsimlik devrelere ayrılıp karşılaştırmalı olarak oluşturulmuştur. Ekim-Mart aralığını kapsayan yağışlı dönem ve Nisan-Eylül aralığını kapsayan sıcak dönem olarak sıcaklık ve yağış değerlendirilmiştir (Turoğlu, 2014).



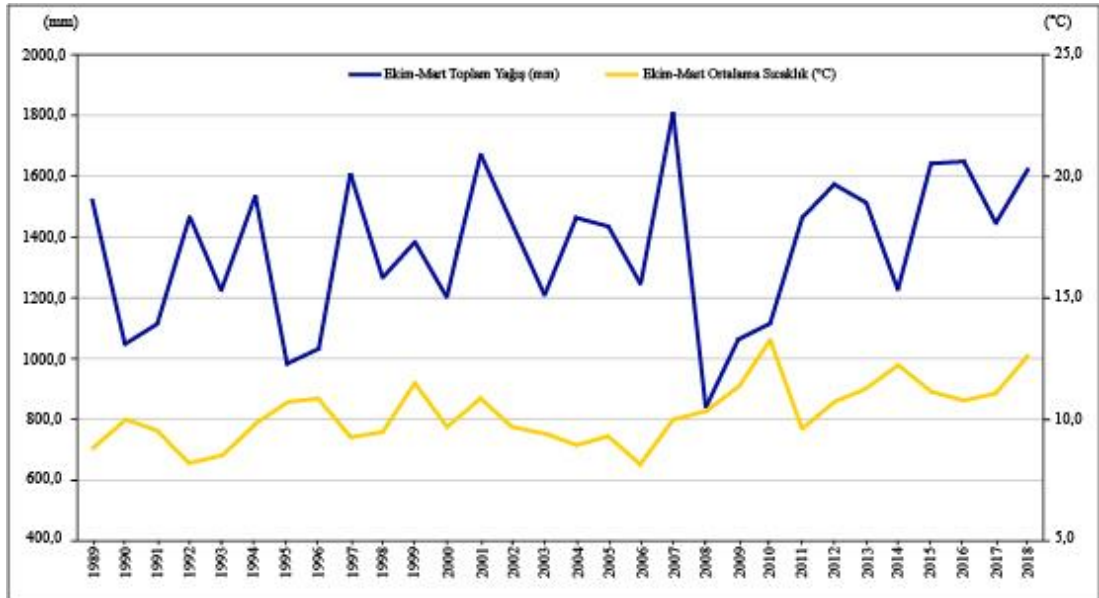
Şekil 1.9: Hopa Çayı Havzası 1962-1991 Ekim-Mart dönemi yağış sıcaklık grafiği.



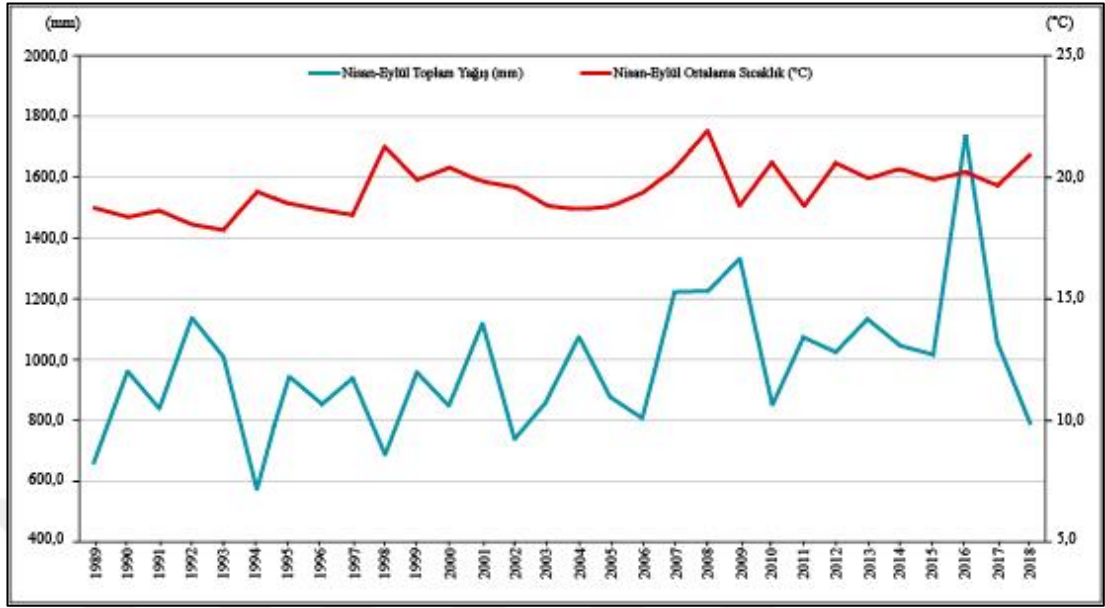
Şekil 1.10: Hopa Çayı Havzası 1962-1991 Nisan-Eylül dönemi yağış sıcaklık grafiği.

1962-1991 periyodu için hazırlanmış olan grafik incelendiğinde; sıcak dönem olarak adlandırılan Nisan-Eylül ayları sıcaklıkları ortalamanın 5 °C'den fazla değerinde sapma göstermemiş, yağışlı dönem olan Ekim-Mart ayları sıcaklıklarının minimum ve maksimumu arasındaki değerler 8 °C'den fazla fark göstermiş, genel trendinde azalma eğilimine gitmiştir. Ekim-Mart ayları sıcaklık değerleri 1966 ve 1981 yıllarında pik

yapmalarına rağmen 1982 yılı sonrasında minimum ve maksimum sıcaklıklar arasındaki fark azalma eğilimine girmiştir. Yağışlar incelendiğinde sıcaklıkların aksine minimum ve maksimum değerleri arasında farkın fazla olduğu değerlere rastlanmıştır. Sıcak dönem (Nisan-Eylül) genel olarak ortalamayı takip eden bir yağış trendi izlemiş, 1962-1973 yılları aralığında yağışlarda azalma yaşanıp ardından 1973-1978 yılları aralığında dalgalı bir artış yaşanmış ve 1986 yılına kadar yağışlarda azalma trendi olmasına rağmen 1986 yılı sonrasında ani bir pik yaparak tüm yılların çok üzerinde bir yağış artışı yaşanmış 1988 yılı sonrasında bu artış aniden düşerek ortalama seyrine dönmüştür. Meteoroloji kaynaklarına göre, Hopa Çayı Havzası için 1988 yılı 5, 10, 15, 30 dakikalık yağış (50.5, 60.6, 70.7, 90.9 mm) ekstremlerinin yaşandığı yıldır. Yağışlı dönem (ekim-mart) ise değerler arasındaki minimum ve maksimumun farkının en fazla olduğu zamandır. Sıcak dönemde olduğu gibi 1988 yılı yağışlı dönem içinde maksimum yağışın düştüğü yıldır. 1966 yılı ise yağışlı dönemde yaşanmasına rağmen sıcak dönemden daha az yağış gerçekleşmiş olup, 1962-1991 periyodundaki en düşük yağışın gerçekleştiği yıldır. Aynı yıl içerisinde sıcaklıklarda artışta gözlenmiştir. Benzer bir durum daha düşük şiddette, 1974 yılında yağışlı döneminin sıcak dönemden daha az yağış alarak yaşanmıştır (Şekil 1.9), (Şekil 1.10).



Şekil 1.11: Hopa Çayı Havzası 1989-2018 Ekim-Mart yağış sıcaklık grafiği.



Şekil 1.12: Hopa Çayı Havzası 1989-2018 Nisan-Eylül yağış sıcaklık grafiği.

1989-2018 periyodu için hazırlanmış olan grafik incelendiğinde; sıcak dönem sıcaklıkları trendinde artış gözlenmektedir. 1997 yılı itibariyle sıcak dönem sıcaklıkları 1962-1989 periyodu sıcaklıklarının üzerindedir. 2012 yılı sonrasında ortalama 20 °C'nin üzerinde ortalamayı takip etmiştir. Yağışlı dönem sıcaklıkları ise sıcak dönem sıcaklıklarına paralel bir değişimler izlemektedir. Sıcak dönemde olduğu üzere yağışlı dönem sıcaklıklarında da genel trendde bir artış yaşanmaktadır. Yağış değerlerinde ise durum daha karmaşık bir hal almaktadır. 2006 yılı öncesinde yıllar arasındaki yağış değerleri farkı minimum ve maksimum değerleri arasında sürekli değişiklik göstermesine rağmen genel trend artış yönünde ilerlemeye devam etmiştir. 2006 yılından sonra minimum ve maksimum yağış değerleri arasındaki fark her yıl artmıştır. Yağışlı dönem yağışları 2007 yılında ciddi bir pik yaparak iki mevsimlik periyod içindeki maksimum toplam yağışa ulaşmıştır. Fakat 2008 yılında aniden yağışlar düşmüş, sıcak dönem yağışlarının da altında kalmıştır. Öyle ki 1962 yılından itibaren yaşanan sıcak dönem ile yağışlı dönem arasındaki farkın negatif olarak en yüksek olduğu yıldır. Yağışlı döneminin sıcak dönemden daha az yağış alması 2010 yılına kadar sürmüştür. 2016 yılında sıcak dönem ile yağışlı dönem arasında bir fark oluşmuş ardından sıcak dönem yağışları hızlı bir düşüşe geçmiştir. 2015-2016 yılları arasında yaşanan sıcak dönem yağışlarındaki bu ekstrem artış 1962-1991 periyodunda

görülen 1987-1988 yılları arasında yaşanan artışa benzemektedir. 1988 yılında temmuz ayında gerçekleşen ekstrem yağışlar, 2016 yılında yaşanan sel felaketi bu sayıları doğrulamaktadır (Şekil 1.11), (Şekil 1.12).

Havzanın uygulamalı jeomorfoloji açısından problemlerini ve durumunu daha iyi açıklayabilmek için araştırma sahasında en fazla etkiye sahip olan sıcaklık, yağış ve rüzgâr parametreleri detaylı olarak incelenmiştir.

1.3.1. Sıcaklık

Havzada, yıllar içinde gözlenen değişiklikler sıcaklık değerlerinde mevsimsel değişiklikler ve genel trendde artış gözlemlendiğini ortaya koymaktadır.

Sıcaklık değerlerini daha yakından incelemek iklimsel değişikliği ortaya koymamızda yardımcı olacak ve araştırma sahasında yaşanan problemleri daha iyi kavramamıza yardımcı olacaktır. Bu sebeple uzun dönemli periyodlar halinde sıcaklıklar değerlendirilmiştir.

1.3.1.1. Ortalama Sıcaklıklar

Hopa Çayı Havzası ortalama sıcaklıklarını iki periyotta incelersek; 1962-1991 periyodu ortalama mevsimsel sıcaklıkları sırasıyla en sıcak mevsim olarak yaz (21.3 °C), ilkbahar (16.0 °C), ilkbahar (12.1 °C) ve en soğuk mevsim kış (8.3 °C)'tır. En yüksek sıcaklıklar ağustos ayında (22.1 °C), en düşük sıcaklıklar ocak ayınca (7.5 °C) ölçülür. Kış sıcaklıkların çok düşük olmadığı, yaz sıcaklıklarının ise çok yüksek olmadığı ılıman iklim özellikleri gösterir (Tablo 1.6).

1989-2018 periyodu incelendiğinde, ortalama mevsimsel sıcaklıkları sırasıyla en sıcak mevsim olarak yaz (22.7 °C), ilkbahar (16.3 °C), ilkbahar (12.6 °C) ve en soğuk mevsim kış (8.3 °C)'tır. En yüksek sıcaklıklar ağustos ayında (24.0 °C), en düşük sıcaklıklar ocak ayınca (7.1 °C) ölçülür (Tablo 1.7). Sıcaklık değerleri incelendiğinde 1962-1991 periyodundan farklı olarak özellikle yaz sıcaklıkları olmak üzere ilkbahar ve sonbahar mevsim sıcaklıkları artarken, kış mevsimi sıcaklıklarında düşüş gözlenir.

1.3.1.2. Ekstrem Sıcaklıklar

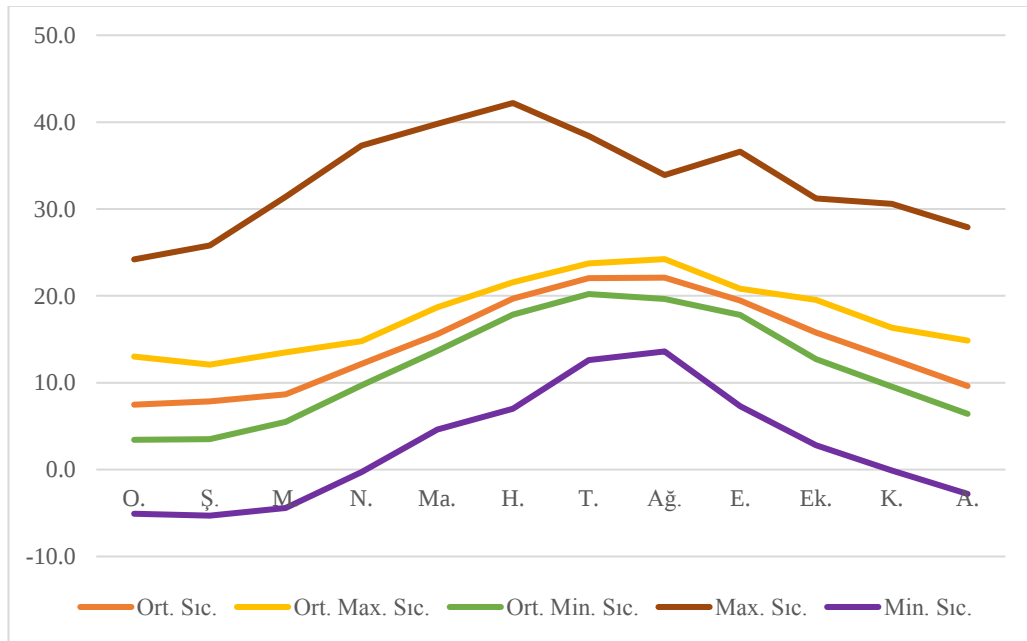
Hopa meteoroloji istasyonu 1962-2018 verilerine göre, yaşanmış minimum sıcaklık değeri 22 Ocak 2006 tarihli -7.50 °C, maksimum sıcaklık değeri 4 Haziran 1966 tarihli 42.20 °C'dir.

1962-1991 periyodu verilerine göre, yaşanmış minimum sıcaklık değeri 7 Mart 1980 tarihli -4.40 °C, maksimum sıcaklık değeri 4 Haziran 1966 tarihli 42.20 °C'dir (Tablo 1.6).

1989-2018 periyodu verilerine göre, yaşanmış minimum sıcaklık değeri 22 Ocak 2006 tarihli -7.50 °C, maksimum sıcaklık değeri 6 Haziran 1994 tarihli 39.10 °C'dir (Tablo 1.7).

	O.	Ş.	M.	N.	Ma.	H.	T.	Ağ.	E.	Ek.	K.	A.
Ort. Sıc.	7.5	7.9	8.7	12.2	15.6	19.7	22.0	22.1	19.4	15.8	12.7	9.6
Ort. Max. Sıc.	13.03	12.08	13.48	14.79	18.68	21.57	23.74	24.23	20.84	19.53	16.32	14.86
Ort. Min. Sıc.	3.43	3.50	5.50	9.69	13.66	17.84	20.21	19.65	17.81	12.72	9.56	6.42
Max. Sıc.	24.20	25.80	31.40	37.30	39.80	42.20	38.40	33.90	36.60	31.20	30.60	27.90
Min. Sıc.	-5.10	-5.30	-4.40	-0.30	4.60	7.00	12.60	13.60	7.30	2.80	-0.10	-2.80

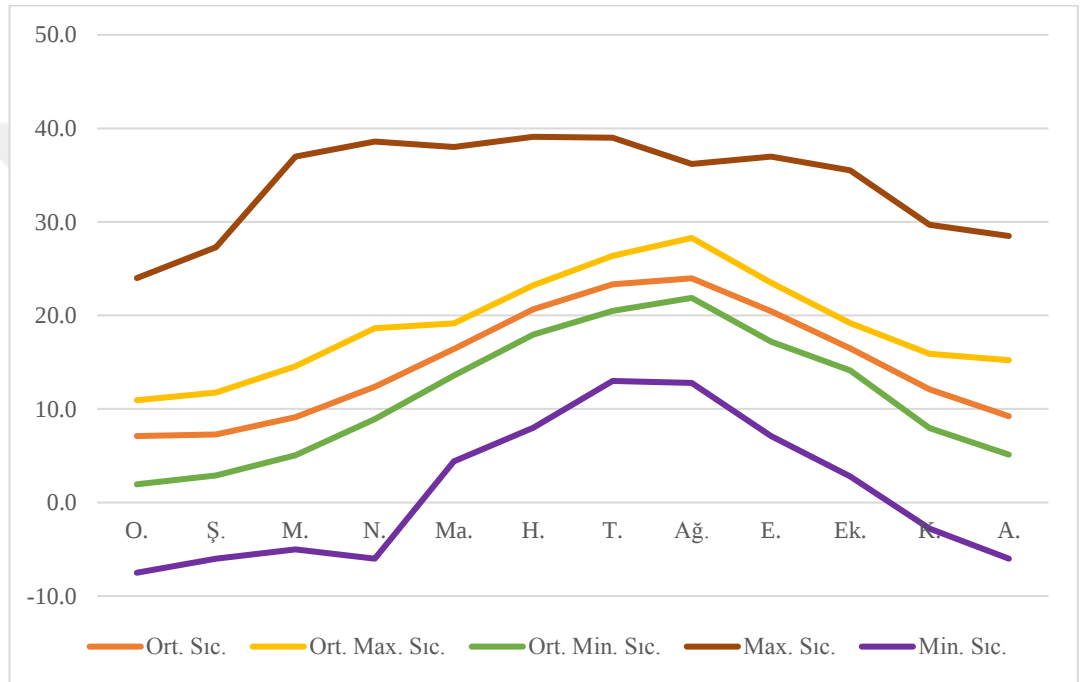
Tablo 1.6: Hopa Çayı Havzası 1962-1991 devresine ait sıcaklık tablosu.



Şekil 1.13: Hopa Çayı Havzası 1962-1991 devresine ait sıcaklık grafiği.

	O.	Ş.	M.	N.	Ma.	H.	T.	Ağ.	E.	Ek.	K.	A.
Ort. Sıc.	7.1	7.3	9.1	12.4	16.4	20.7	23.3	24.0	20.4	16.5	12.1	9.2
Ort. Max. Sıc.	10.94	11.77	14.56	18.63	19.16	23.24	26.36	28.29	23.50	19.20	15.89	15.21
Ort. Min. Sıc.	1.95	2.90	5.07	8.93	13.58	17.94	20.49	21.88	17.19	14.12	7.96	5.11
Max. Sıc.	24.00	27.30	37.00	38.60	38.00	39.10	39.00	36.20	37.00	35.50	29.70	28.50
Min. Sıc.	-7.50	-6.00	-5.00	-6.00	4.40	8.00	13.00	12.80	7.10	2.80	-2.80	-6.00

Tablo 1.7: Hopa Çayı Havzası 1989-2018 devresine ait sıcaklık tablosu.



Şekil 1.14: Hopa Çayı Havzası 1989-2018 devresine ait sıcaklık grafiği.

1.3.2. Yağış

Tüm canlıların varlığı için önemli bir parametre olan yağışlar, özellikle hidrolojik araştırmalarda, taşkın denetimi sağlanabilmesi için yağış etkinliğinin dikkatlice değerlendirilmesi gerekmektedir. Araştırma sahamız olan Hopa Çayı Havzası, Türkiye'nin en çok yağış alan havzalarından biri olması bu durumu ekstra önemli kılmaktadır. Yağışlarda son yıllarda görülen artışlar neredeyse her yıl denilebilecek sıklıkta Hopa Çayı Havzası için can ve mal kayıplarının dahi verildiği ciddi hasarlar yaratmaktadır.

1.3.2.1. Ortalama Yağış Miktarı

Her mevsim yağış alan Hopa Çayı Havzası'nda 1962-2018 aralığı verilerine göre Hopa Meteoroloji İstasyonunda, yıllık ortalama toplam yağış miktarı 2286.60 mm 'dir. Yağışlar, Şubat ayından itibaren azalmakta, Mayıs ayında en aza inmekte, Ağustos ayından sonra ise hızlı bir yükseliş görülmektedir. Ortalama toplam yağış Ekim ayında en yüksek miktarına ulaşmaktadır (Tablo 1.8). Hopa Çayı Havzası'nda Nisan, Mayıs aylarında yaşanan az yağışlı dönem haricinde gerçek anlamda sıcak dönem yaşanmamaktadır. Bu durum kıyıya paralel olan yerleşmenin iklim üzerindeki etkisidir.

	O.	Ş.	M.	N.	Ma.	H.	T.	Ağ.	E.	Ek.	K.	A.
Ort.	205.54	157.64	144.71	98.04	93.76	158.75	146.29	183.36	281.21	314.25	256.44	246.60
Min.	51.30	47.10	53.70	20.50	9.30	40.00	41.10	37.50	29.90	29.70	20.00	47.30
Max.	459.50	465.60	309.00	266.80	251.00	373.30	367.60	588.90	748.20	626.30	607.60	462.80

Tablo 1.8 : Hopa Çayı Havzası 1962-2018 yılları ortalama yağış tablosu.

1.3.2.2. Maksimum Yağış Miktarı

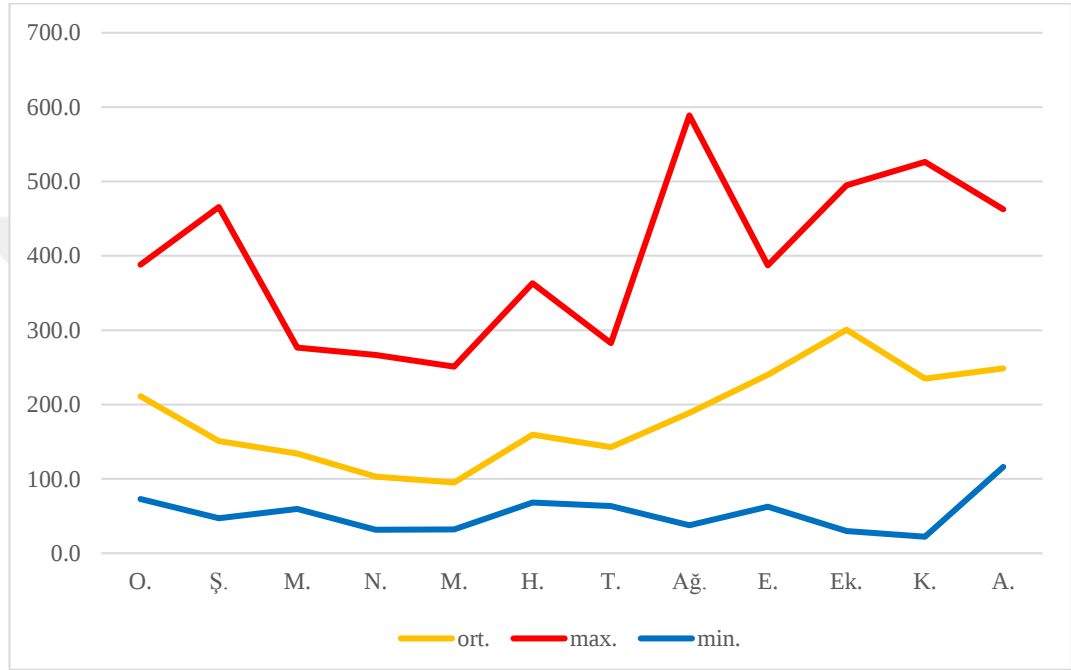
Hopa meteoroloji istasyonu 1962-2018 verilerine göre, Hopa Çayı Havzası yağış ekstremlerine bakıldığında; maksimum yağışın 748.2 mm ile Eylül ayında, minimum yağışın ise 9.3 mm ile Mayıs ayında gerçekleştiği görülmektedir. Yağış maksimumlarının yüksek olduğu ayların tamamı sonbahar mevsimi içerisindeyken minimum yağış değerleri ilkbahar mevsimine dahil olan Nisan ve Mayıs aylarında görülür (Tablo 1.8).

Yağış ekstremlerine 1962-1991 ve 1989-2018 periyotları özelinde baktığımızdaysa, 1962-1991 periyodunda maksimum yağış 588.9 mm ile Ağustos ayında, minimum yağış ise 22.2 mm ile Kasım ayında gerçekleştiği görülmektedir (Tablo 1.9).

1989-2018 periyodu incelendiğindeyse maksimum yağışın 748.2 mm ile Eylül ayında, minimum yağış değerinin ise 9.3 mm ile Mayıs ayında gerçekleştiği görülür (Tablo 1.10).

	O.	Ş.	M.	N.	M.	H.	T.	Ağ.	E.	Ek.	K.	A.
Ort.	211.0	151.0	134.0	103.0	95.1	159.5	142.6	188.9	240.0	300.6	234.7	248.8
Max.	388.2	465.6	276.6	266.8	251.0	363.3	282.4	588.9	387.1	494.8	526.4	462.8
Min.	72.7	47.1	59.7	31.6	32.1	68.0	63.3	37.5	62.6	29.7	22.2	116.1

Tablo 1.9 : Hopa Çayı Havzası 1962-1991 periyodu ortalama yağış tablosu.

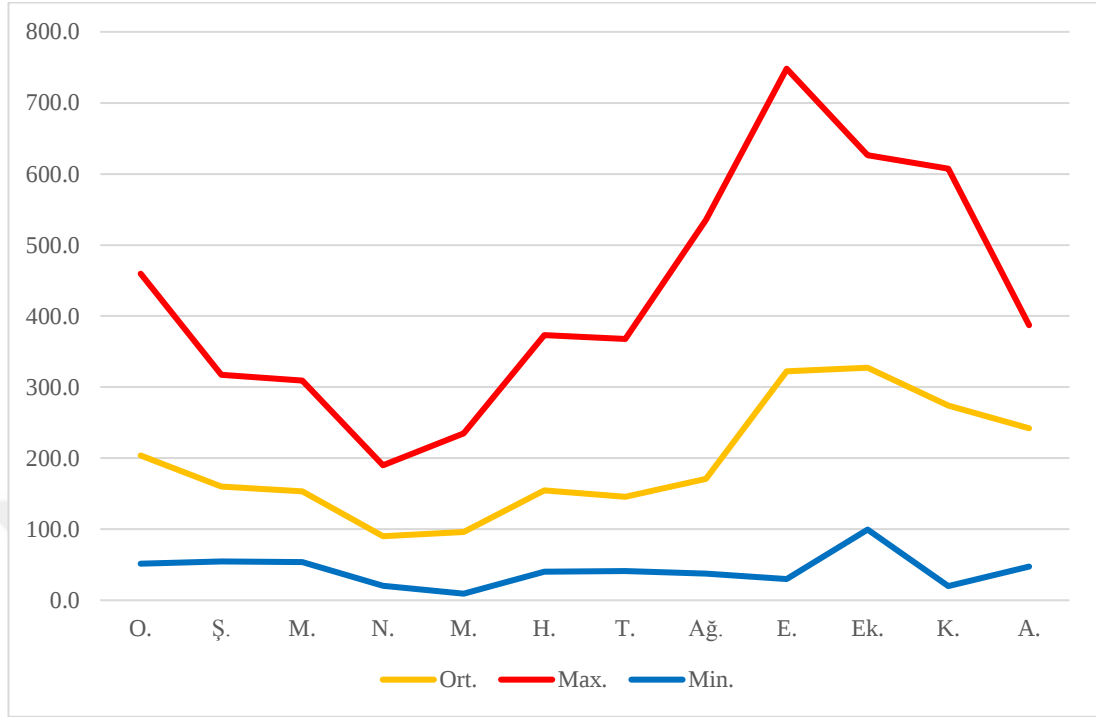


Şekil 1.15: Hopa Çayı Havzası 1962-1991 periyodu ortalama yağış grafiği.

Bu iki periyot karşılaştırılmak üzere grafikler incelendiğinde ise ortalama yağış değerlerinde ciddi farklılıklar olamamasına rağmen maksimum yağış değerleri karşılaştırıldığında grafikteki oynamalar dikkat çekmektedir. 1962-1991 periyodunda maksimum yağışın ağustos ayı öncelikli olmak üzere Kasım ve Şubat aylarında pik yaptığı görülürken, 1989-2018 periyodunda maksimum yağışların Eylül ayı öncelikli olmak üzere Ekim ve Kasım aylarında pik yaptığı görülmektedir. Bu duruma ek olarak kış mevsimi yağış maksimumlarında düşüş görülmektedir (Şekil 1.15, Şekil 1.16).

	O.	Ş.	M.	N.	M.	H.	T.	Ağ.	E.	Ek.	K.	A.
Ort.	203.6	160.2	153.4	90.1	96.3	154.6	145.4	170.9	322.4	327.3	273.9	242.1
Max.	459.5	317.2	309	190	234.8	373.3	367.6	535.2	748.2	626.3	607.6	387.2
Min.	51.3	54.8	53.7	20.5	9.3	40.0	41.1	37.5	29.9	99.5	20.0	47.3

Tablo 1.10: Hopa Çayı Havzası 1989-2018 periyodu ortalama yağış tablosu.



Şekil 1.16: Hopa Çayı Havzası 1989-2018 periyodu ortalama yağış grafiği.

Ortalama iklim normallerinde değişim söz konusu değilken, sel ile sonuçlanabilecek maksimum yağışlar, afetlerin yaşandığı tarihlere paralel şekilde mevsimsel kaymalara uğramıştır. Geçmişte Ağustos ayında yaşanan sel felaketlerinin günümüzde Eylül ve Ekim aylarında tekrar etmesinin sebebi budur.

1.3.2.3. Yağış Şiddeti ve Sıklığı

Sel ve taşkın gibi doğal afetlerin önüne geçebilmek için dikkat edilmesi gereken diğer bir hususta yağış şiddeti ve sıklığıdır. Kısa sürede meydana gelen bol miktardaki yağışlar sellere sebep olur. Bu afetlerin önüne geçebilmek için bu hesaplamaların yapılması ve önlem alınması gerekmektedir.

Ortalama değeri 25 mm'nin üzerinde olan günlük yağışlar sağanak yağış, 25 mm'nin altında olanlar ise normal yağış olarak kabul edilirler. Sağanak karakterindeki yağışlar da üç gruba toplanabilirler. 25-50 mm arasındaki günlük yağışlar az şiddetli sağanakları, 50-100 mm arasındaki günlük yağışlar orta şiddetteki sağanakları ve 100 mm'nin üstündeki günlük yağışlar da şiddetli sağanakları oluşturur (Dönmez, 1979).

Hopa Çayı Havzası yağış şiddetlerinin sıklığını kontrol ettiğimizdeyse, 1962-2018 aralığı verilerine göre şiddetli sağanak yağışların sırasıyla en çok Ekim ayında olmak üzere Eylül, Ağustos, Temmuz, Kasım ve Haziran gerçekleştiği görülür. Geçmişten günümüze bilinen kayıtlı sel felaketlerinin bu aylarda gerçekleşmesi sağanak yağışlarının artışıyla paralellik gösterir. Sağanak yağışlar incelendiğinde orta şiddetteki sağanak yağışlar, en çok Ekim ayı başta olmak üzere sonbahar mevsiminde görülmektedir. Az şiddetli sağanak yağışlarda aralık ayı tekrarı öne çıkarken sonbahar mevsimi yine baskındır. Normal şiddetteki yağışlarda yaz mevsiminde azalma görülürken sonbahar ve kış mevsimi ağırlıklıdır. Hafif şiddetteki yağışlar genellikle Hopa için kurak sayılabilecek ilkbahar yaz mevsimlerinde ağırlıklı olsalar da yıl genelinde yüksek farklılıklar oluşmamaktadır (Tablo 1.11).

Gün/mm	O.	Ş.	M.	N.	Ma.	H.	T.	Ağ.	E.	Ek.	K.	A.	Yıllık
0,1-10	447	448	599	644	648	586	612	569	475	463	385	413	6289
10,1-25	272	260	224	169	123	161	132	132	153	174	193	226	2219
25,1-50	123	71	74	35	45	73	61	79	141	144	159	172	1177
50,1-100	22	11	6	1	5	28	26	42	75	101	56	43	416
100'den fazla	0	0	0	0	0	5	6	8	14	16	6	0	55
	864	790	903	849	821	853	837	830	858	898	799	854	10156

Tablo 1.11: Hopa Çayı Havzası 1962-2018 yağış frekansı.

Sel olayına sebebiyet veren yağışların sağanak yağışlardan kaynaklandığını iddia ettiğimizde, araştırma sahasında sıklıkla karşılaştığımız bu afetin nedenlerini incelemek adına 1962-1991 ve 1989-2018 periyotlarında yağış şiddetleri incelenmiştir.

Gün/mm	O.	Ş.	M.	N.	Ma.	H.	T.	Ağ.	E.	Ek.	K.	A.	Yıllık
0,1-10	233	237	324	344	355	305	348	292	290	273	211	229	3441
10,1-25	148	132	111	92	69	90	58	77	77	87	101	114	1156
25,1-50	65	34	36	20	20	37	38	39	74	77	83	97	620
50,1-100	13	6	2	1	5	19	11	24	33	51	24	22	211
100'den fazla	0	0	0	0	0	1	3	4	2	8	2	0	20
	459	409	473	457	449	452	458	436	476	496	421	462	5448

Tablo 1.12 Hopa Çayı Havzası 1962-1991 devresine ait yağış frekansı.

1962-1991 periyodunda şiddetli sağanak yağışlar en çok Ekim ayında tekrar ederken ardından Ağustos, Temmuz, Eylül, Kasım ve haziran aylarında da şiddetli sağanak yağış görülmüştür. Orta şiddetteki sağanak yağış sıklığı yine Ekim ayında baskınken en düşük değeri nisan ayında göstermiştir. Az şiddetli sağanak yağışlarda da en baskın ay Aralık olarak gözükmemektedir. Özetle sağanak yağışlar sonbahar mevsiminde sıklıkla görülmektedir (Tablo 1.12).

Gün/mm	O.	Ş.	M.	N.	Ma.	H.	T.	Ağ.	E.	Ek.	K.	A.	Yıllık
0,1-10	241	420	479	336	325	310	303	310	206	211	195	210	3546
10,1-25	144	140	122	80	63	81	79	59	85	96	100	121	1170
25,1-50	64	40	43	18	27	41	25	40	78	75	85	84	620
50,1-100	10	5	4	0	2	9	16	20	46	55	34	22	223
100'den fazla	0	0	0	0	0	4	3	4	12	9	4	0	23
	459	605	648	434	417	445	426	433	427	446	418	437	5595

Tablo 1.13 Hopa Çayı Havzası 1989-2018 devresine ait yağış frekansı.

Benzer yağış şiddetleri 1989-2018 periyodunda da görülür. Şiddetli sağanak yağışlar sonbahar mevsimi ağırlıklı olarak Eylül ayında sıklaşmıştır. Orta şiddetteki sağanak

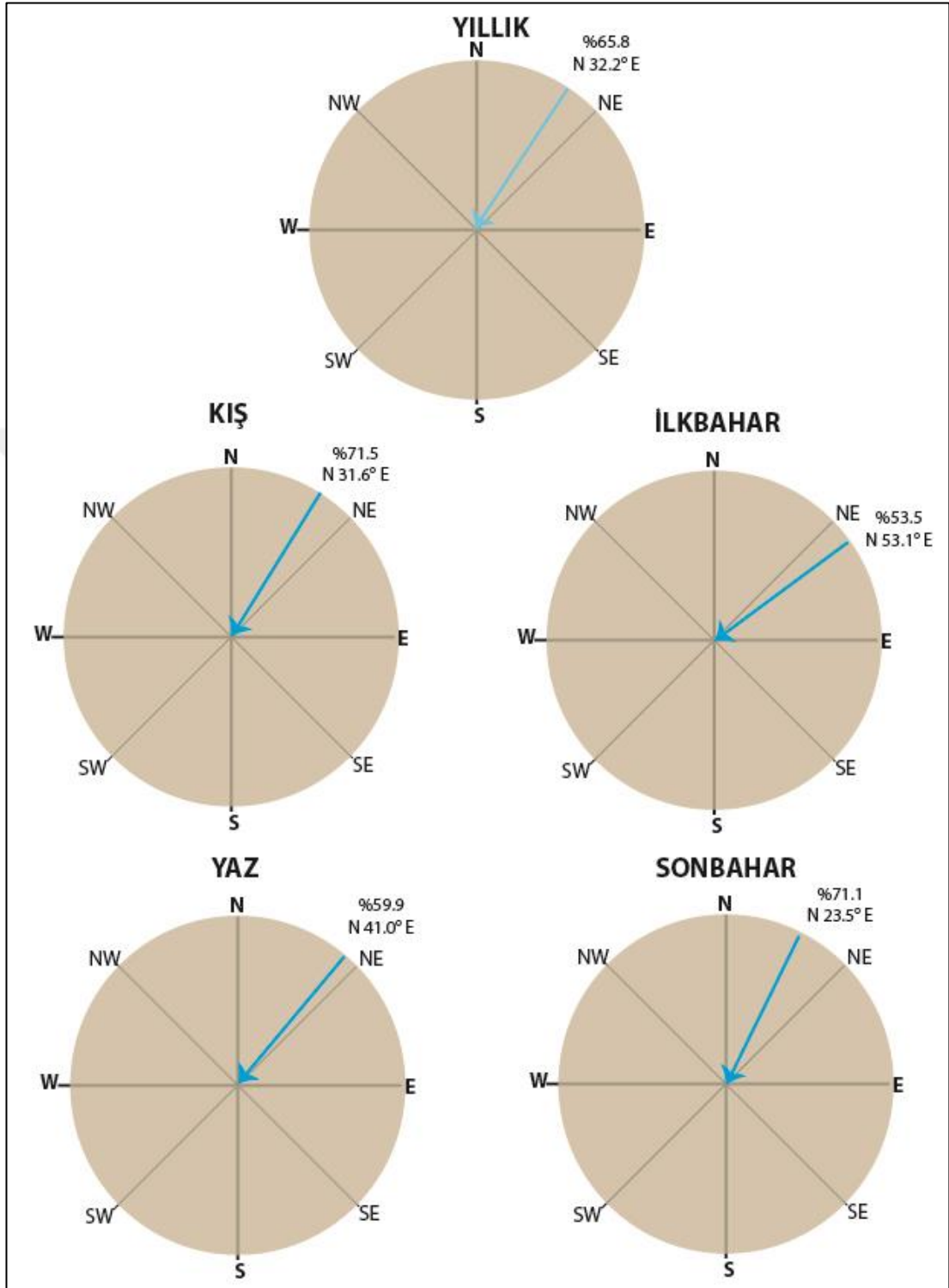
yağışlar Ekim ayında baskın halde gözükürken Nisan ayında hiç görülmemiştir. Az şiddetli sağanaklarda yine Kasım ayı ön plandadır (Tablo 1.13).

İki periyod arasında bir karşılaştırma yapıldığında 1962-1991 periyoduna göre 1989-2018 periyodunda şiddetli sağanak yağış sıklığının Ekim ayından Eylül ayına kayarken, Nisan ayı sağanak yağışlarında azalma meydana gelmiştir. Yağış sıklığı değerlendirildiğinde ise günlük olarak 25 mm'nin üzerinde düşen yağışlar, 1962-1991 periyodunda toplam yağışların %15.6'sını oluştururken, 1989-2018 periyodunda toplam yağışın %15.5'ini oluşturmaktadır. Toplam yağışlara oranla beraberinde sel felaketlerini getirme olasılığı yüksek olan bu sağanak yağışlarda olan oransal azalmaya rağmen mevsimsel değişiklikler gerçekleşmiştir. 1962-1991 periyodunda sağanak yağışların sıklığı; kış mevsiminde %41.1, ilkbahar mevsiminde %9.7, yaz mevsiminde %20.3 ve sonbahar mevsiminde %40.9 oranında iken 1989-2018 periyodunda, kış mevsiminde %26.4, ilkbahar mevsiminde %11, yaz mevsiminde %19 ve sonbahar mevsiminde %46.8 olarak değişmiştir. Kış mevsimi yağış şiddeti azalırken sonbahar mevsimine doğru yığılma görülmektedir.

Sağanak yağışlarda görülen bu artış sellere sebebiyet vermekle beraber, aşındırma faktörü oluşturarak kütle hareketlerini de tetikleyebilmektedir. Hopa İlçesi Hopa Çayı Havzası için aynı zamanda yerleşim alanı ve yer yer tarım arazisi olarak kullanılması burada oluşabilecek hasarı arttırır.

1.3.3. Rüzgâr

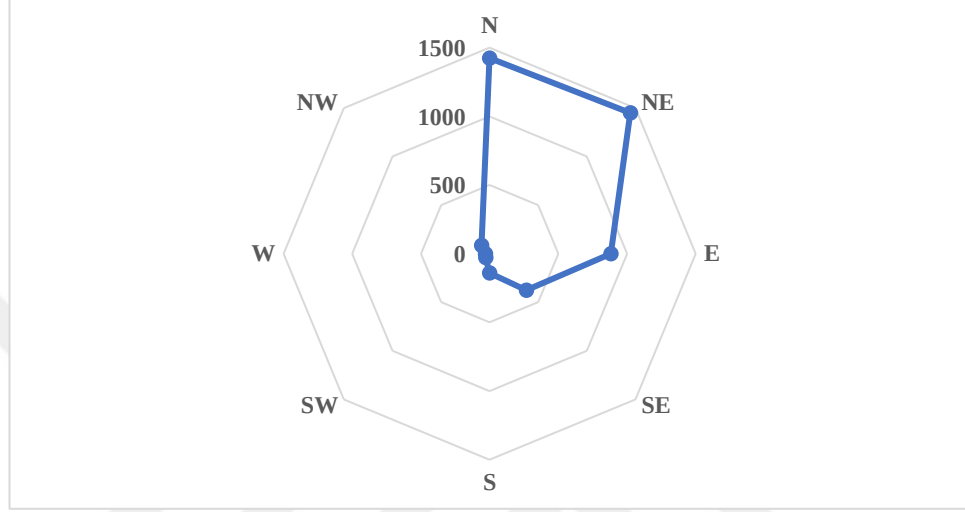
Hopa Meteoroloji İstasyonu 2006-2018 (2009 Ocak-Ağustos aralığı hariç tutularak) verilerine göre, rüzgâr esme sayılarına göre hazırlanmış rüzgâr gülü diyagramında, en çok esen rüzgarlar %32.7 ile kuzey doğu sektörlüdür. Morfolojik olarak kuzey doğu yönü alçak alanların bulunduğu vadilerle rüzgârın kanalize olarak esmesi için daha uygun olması ve kuzey ve kuzey doğu haricinde kalan yönler arasında ciddi farklılıklar olmaması dolayısıyla burada basınç merkezlerinin yıl içinde çok fazla değişmediğiyle açıklanabilir (Tablo 1.14, Şekil 1.18, Şekil 1.17).



Şekil 1.17: Hopa Çayı Havzası'nın Rubinstein formülü kullanılarak yıllık ve mevsilik hakim rüzgar yönü ve frekansının gösterimi.

Yıllık	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Esme sayısı	1424	1448	881	376	140	42	31	84
%	32.2	32.7	19.9	8.5	3.2	0.9	0.7	1.9

Tablo 1.14: Hopa Çayı Havzası 2006-2018 rüzgâr esme sayıları ve yüzdesi.

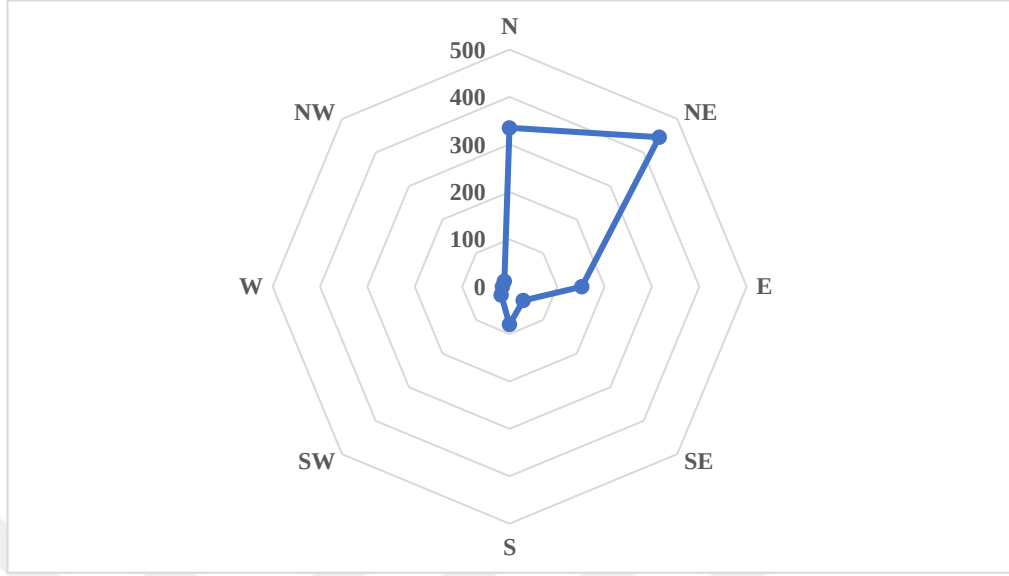


Şekil 1.18: Hopa Çayı Havzası 2006-2018 yıllık rüzgâr gülü.

Rüzgarlar mevsimlik olarak incelendiğindeyse, kış mevsimi için %40.2 ile kuzey doğu sektörü en çok esen rüzgarların olduğu yöndür. kuzey sektörü hariç diğer yönler arasında belirgin farklara rastlanmamaktadır. Hâkim rüzgâr yönü kuzey doğudur (Tablo 1.15, Şekil 1.19).

Kış	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Esme sayısı	335	446	152	41	80	25	15	16
%	30.2	40.2	13.7	3.7	7.2	2.3	1.4	1.4

Tablo 1.15: Hopa Çayı Havzası 2006-2018 kış mevsimi rüzgâr esme sayıları ve yüzdeleri.

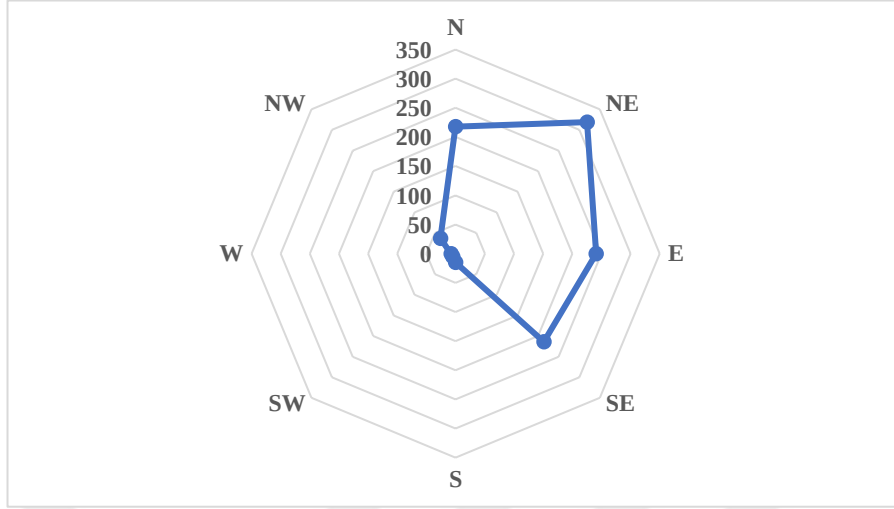


Şekil 1.19: Hopa Çayı Havzası 2006-2018 kış mevsimi rüzgâr gülü.

İlkbahar mevsiminde, ağırlık kazanan yön %30.1 ile kuzey doğu sektörü olmakla beraber, geri kalan yönlerle oranla ağırlık kazanan diğer bir yön %22.8 ile doğu sektörüdür. Hâkim rüzgâr yönü kuzey doğu iken ikinci bir rüzgâr yönü olarak doğu ilkbahar mevsimi için ortaya çıkmaktadır. Bu durum ilkbahar mevsimi içerisinde basınç merkezlerinin sabit kalmadığını gösterir (Tablo 1.16, Şekil 1.20).

İlkbahar	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Esme sayısı	218	319	241	214	15	7	8	37
%	20.6	30.1	22.8	20.2	1.4	0.7	0.8	3.5

Tablo 1.16: Hopa Çayı Havzası 2006-2018 ilkbahar mevsimi rüzgâr esme sayıları ve yüzdeleri.

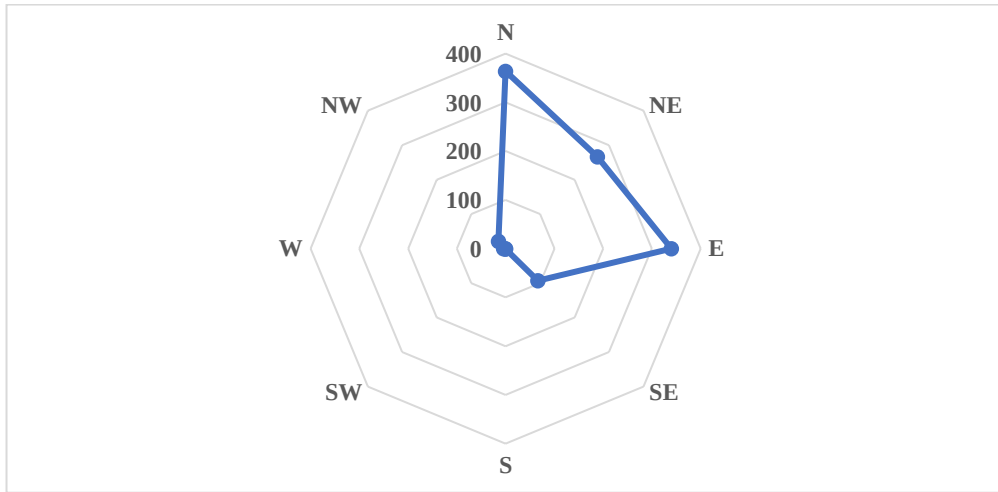


Şekil 1.20: Hopa Çayı Havzası 2006-2018 ilkbahar mevsimi rüzgâr gülü.

Yaz mevsiminde, %33.4 ile kuzey sektörü ağırlıklı olarak gözükmektedir. İkinci bir ağırlık %31.2 ile doğu sektöründe rastlanır. İlkbahar mevsimine benzer olarak farklı yönlerdeki rüzgâr, yaz mevsiminde basınç merkezlerinin sabit kalmadığını gösterir (Tablo 1.17, Şekil 1.21).

Yaz	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Esme sayısı	364	266	340	93	1	0	4	21
%	33.4	24.4	31.2	8.5	0.1	0.0	0.4	1.9

Tablo 1.17: Hopa Çayı Havzası 2006-2018 yaz mevsimi rüzgâr esme sayıları ve yüzdeleri.

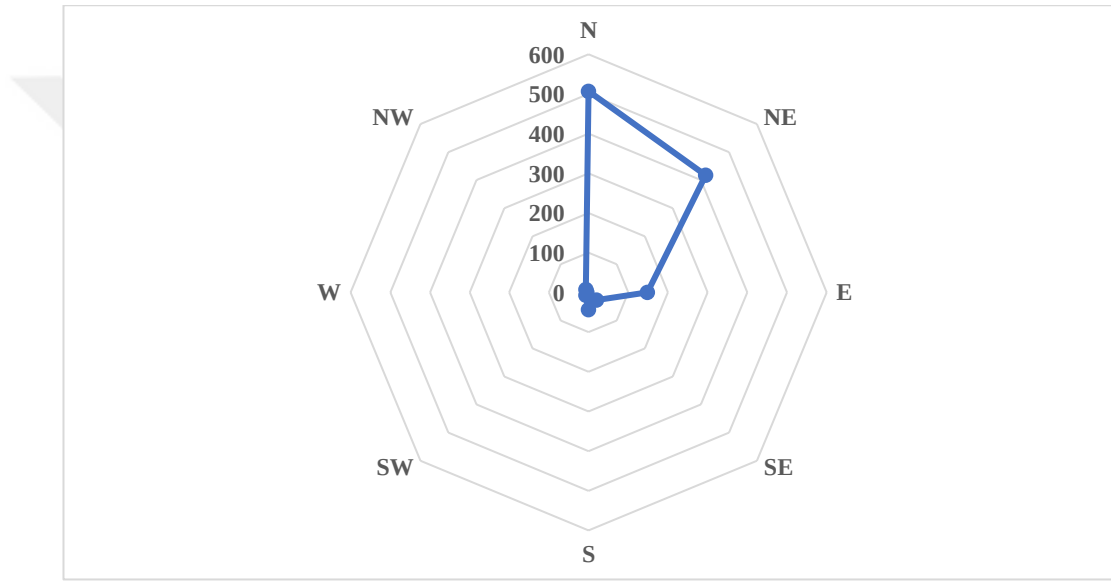


Şekil 1.21: Hopa Çayı Havzası 2006-2018 yaz mevsimi rüzgâr gülü.

Taşkınların yaşandığı sonbahar mevsiminde ise, rüzgâr esme sıklığının ağırlıklı olduğu sektör %43.4 ile kuzey yönlüdür (Tablo 1.18, Şekil 1.22).

Sonbahar	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Esme sayısı	507	417	148	28	44	10	4	10
%	43.4	35.7	12.7	2.4	3.8	0.9	0.3	0.9

Tablo 1.18: Hopa Çayı Havzası 2006-2018 sonbahar mevsimi rüzgâr esme sayıları ve yüzdeleri.



Şekil 1.22: Hopa Çayı Havzası 2006-2018 sonbahar mevsimi rüzgâr gülü.

Mevsimlerin rüzgâr hareketliliği incelendiğinde, yağışların ağırlıklı olduğu sonbahar ve kış mevsimlerinde kuzey sektörü hakimken, yıl içindeki diğer değerlere göre kurak sayılabilecek olan ilkbahar ve yaz mevsimlerinde ikincil hâkim yönlerle rastlandığı gibi aynı zamanda yıl içinde bu devre daha az rüzgâr almaktadır.

Hopa Çayı vadisinin konumuna dikkat edildiğinde, kuzey yönlü olarak iç kesimlere bir koridor oluşturduğunu görebiliriz. Yıl genelinde doğu yönlü olarak esen bu rüzgarların yüksek dağlar ile sınırlandırılarak istikameti doğrusunda Hopa Çayı vadisi boyunca esmesi rüzgârın şiddetini arttırmasını sağlamaktadır. Özellikle sıcaklığın düştüğü, alçak basınç merkezlerinin olduğu kış, sonbahar mevsiminde etkili olan kıble rüzgarları nemli ve sıcak bir etki bırakmasıyla buraya yağışı getirmektedir.

	O.	Ş.	M.	N.	Ma.	H.	T.	Ağ.	E.	Ek.	K.	A.	Yıl.
N	5.2	5.6	6.0	4.7	4.0	4.1	3.7	4.0	4.0	3.9	4.7	5.5	4.6
NE	6.5	6.5	5.9	5.3	4.9	3.8	3.4	4.0	4.0	4.1	5.4	5.8	5.0
E	3.4	3.2	4.1	3.6	3.5	3.6	3.5	3.5	3.5	3.4	10.3	3.0	4.0
SE	3.6	4.3	3.7	4.0	3.0	3.5	3.3	3.2	3.7	1.9	8.9	5.8	4.1
S	5.8	3.4	4.9	3.7	2.1	2.2	0.0	0.0	5.0	3.0	3.9	8.2	3.5
SW	5.3	6.5	2.7	4.4	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	7.0	6.8	3.3
W	5.7	5.3	5.2	3.3	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	8.8	3.1	2.9
NW	6.4	5.2	7.0	0.0	1.7	0.0	3.7	1.5	1.8	6.5	5.1	9.2	4.0

Tablo 1.19 Hopa Çayı Havzası 2006-2018 yılları rüzgâr şiddeti tablosu.

Hız bakımından Hopa Meteoroloji İstasyonunda hafif rüzgarlar hakimdir. Tüm yönlerden esen rüzgarların yarısından fazlasının hızları 6 m/sn' den azdır (Tablo 1.19). Sonbahar mevsiminde hızında artışa geçen rüzgarlar yer yer orta şiddetli ve kuvvetli rüzgarlar kademesine yaklaşmaktadır. Rüzgâr esme sıklığının arttığı sonbahar ve kış mevsimine paralel olarak yine bu mevsimlerde rüzgârın hız değerlerinde de artış gözlenir. Özellikle kasım ayı olmak üzere sonbahar mevsiminde kuvvetli rüzgarların ortaya çıktığı görülür.

Rüzgarların şiddet dağılımlarına bakıldığında kuvvetli rüzgarların kasım ve aralık ayında 8-10 m/sn civarlarında hızla doğu batı sektörlü olarak görüldüğü saptanmıştır. Bu durumun bir sebebi de Hopa Çayı'nın uzanışı itibariyle yüksek dağlarla çevrili olduğu doğu batı yönlü uzanışın rüzgârın kanalize olmasıyla şiddetlenmesine sebep olmasıdır. Orta şiddetli rüzgarlarınsa genellikle kış aylarında kuzey sektörlü olarak estiği görülür. Bu durumun kış mevsiminde Anadolu üzerindeki yüksek basınç alanlarının doğu Karadeniz'deki alçak basınç alanlarına doğru olan hareketinin yüksek dağlık bölgeyi aşarak alçalması fön rüzgarları oluşurmasıyla açıklanabilmektedir

1.3.4. İklim Tipi Sınıflandırması

İklim özelliklerinin daha iyi yorumlanabilmesi adına iklim tipini belirlemek gereklidir. Bu amaçla çeşitli iklim sınıflandırma formülleri geliştirilmiştir. Bu iklim sınıflandırmalardan Erinç yağış etkinlik indisi, Thornthwaite iklim sınıflandırması ve De Martonne iklim sınıflandırması Hopa Çayı Havzası'nın iklimi için uygulanmıştır.

1.3.4.1. Erinç Yağış Etkinlik İndisi

Erinç'in yağış etkinlik indisi, yıllık ortalama maksimum sıcaklık değerlerinin dikkate alınmasıyla belirlenir. Bu yöntemde indis, kuraklık ve yağış ilişkisinin değerlendirilmesi sonucunda elde edilir ve bulunan değerler sınıflandırmanın yapılmasında kullanılır. Değerlerin sınıflandırma içerisindeki aralığa göre iklim tipi belirlenmiş olur (Erinç, 1965).

Erinç yağış etkinlik indisi göre, 1962-2018 yılları arasında tüm aylar ve yıl geneli için iklim “ok Nemli” olarak tanımlanmaktadır. 1962-1991 periyodu değerlendirildiğinde, Nisan ve mayıs ayları “Nemli” diğer aylar ise “ok Nemli” olarak tanımlanmaktadır. 1989-2018 periyodu değerlendirildiğinde ise, Nisan ve Mayıs aylar “Yarı Nemli” diğer aylar “ok Nemli” olarak sınıflandırılmaktadır. İki periyod karşılaştırıldığında araştırma sahası için kurak dönem varsayılan Nisan ve mayıs ayları bu sınıflandırmaya göre daha kurak bir iklim sınıfına geçiş yaparken zaten çok nemli iklim sınıfına dahil olan sonbahar aylarında sınıfsal değişiklik olmazken indis değerleri yükselmiştir. Yıl geneli değerlendirildiğinde Hopa ayı Havzası iklimi Erinç sınıflandırmasına göre “ok Nemli” iklim sınıfına girmektedir (Tablo 1.20).

Aylar	1962-1991				1989-2018				1962-2018			
	Yağış	Ort. Max. Sıcaklık	İndis		Yağış	Ort. Max. Sıcaklık	İndis		Yağış	Ort. Max. Sıcaklık	İndis	
Ocak	211,0	19,8	127,9	Çok Nemli	203,6	20,7	118,0	Çok Nemli	205,5	11,1	221,4	Çok Nemli
Şubat	151,0	21,2	85,5	Çok Nemli	160,2	20,2	95,2	Çok Nemli	157,6	11,9	158,9	Çok Nemli
Mart	134,0	26,4	60,9	Çok Nemli	153,4	30,6	60,2	Çok Nemli	144,7	13,7	127,1	Çok Nemli
Nisan	103,0	27,3	45,3	Nemli	90,1	31,2	34,7	Yarı Nemli	98,0	17,1	68,9	Çok Nemli
Mayıs	95,1	28,3	40,3	Nemli	96,3	31,3	36,9	Yarı Nemli	93,8	20,4	55,2	Çok Nemli
Haziran	159,5	30,8	62,1	Çok Nemli	154,6	29,6	62,7	Çok Nemli	158,8	24,6	77,5	Çok Nemli
Temmuz	142,6	28,6	59,8	Çok Nemli	145,4	30,7	56,8	Çok Nemli	146,3	26,6	66,0	Çok Nemli
Ağustos	188,9	27,2	83,3	Çok Nemli	170,9	31,6	64,9	Çok Nemli	183,4	27,1	81,1	Çok Nemli
Eylül	240,0	26,2	109,9	Çok Nemli	322,4	27,4	141,2	Çok Nemli	281,2	24,6	137,1	Çok Nemli
Ekim	300,6	25,9	139,3	Çok Nemli	327,3	28,2	139,3	Çok Nemli	314,3	21,0	179,9	Çok Nemli
Kasım	234,7	23,7	118,8	Çok Nemli	273,9	24,9	132,0	Çok Nemli	256,4	17,0	181,3	Çok Nemli
Aralık	248,8	25,9	155,3	Çok Nemli	242,1	24,9	116,7	Çok Nemli	246,6	13,3	222,7	Çok Nemli
Yıllık	2209,2	25,9	85,2	Çok Nemli	2340,2	27,6	84,8	Çok Nemli	2286,6	19,0	120,2	Çok Nemli

Tablo 1.20 Hopa Çayı Havzası Erinç yağış etkinlik indisi tablosu.

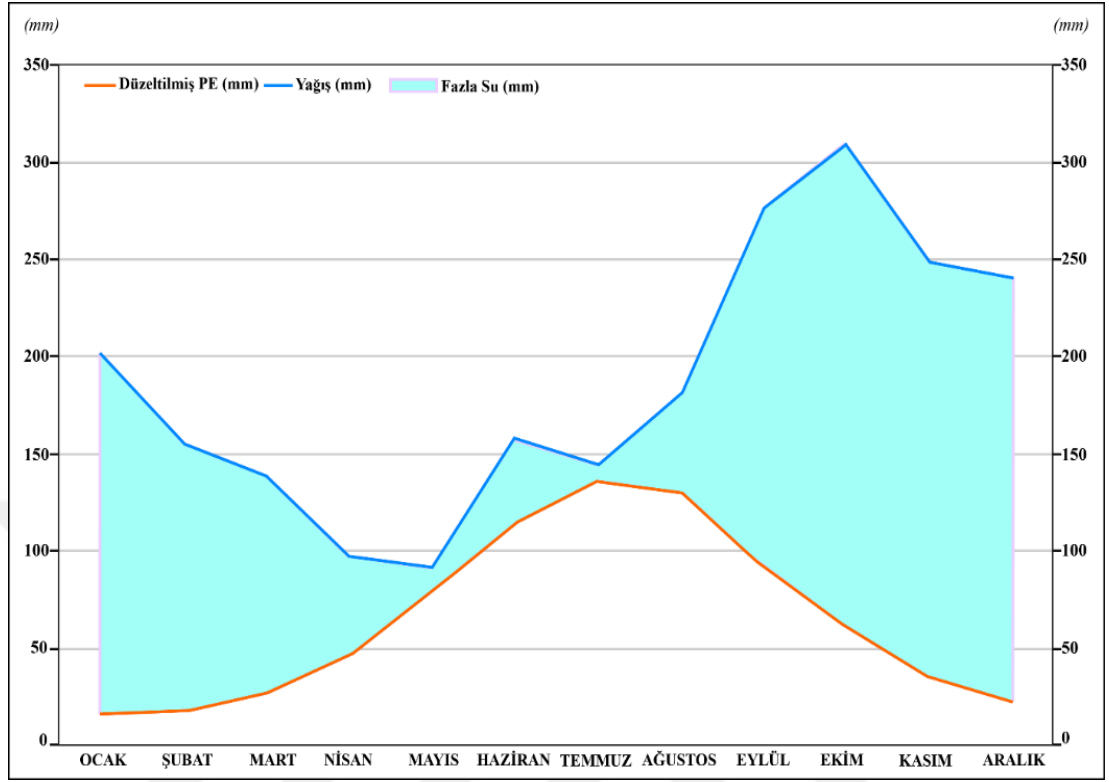
1.3.4.2. Thornthwaite İklim Sınıflandırması

Thornthwaite'in iklim sınıflandırması, temelde yağışla evapotranspirasyon ve sıcaklıkla evapotranspirasyon arasındaki ilişkiye dayanır (Thornthwaite, 1948), (Dönmez, 1979).

Thornthwaite iklim tasnifine göre Hopa Çayı Havzası'nın iklim tipi; A B₂ r a' ile tanımlanır. Diğer bir deyişle, çok nemli, ikinci dereceden mezotermal, su noksanı olmayan veya oldukça az olan tam denizel iklim tipidir.

Thornthwaite iklim sınıflandırması yapabilmek adına Hopa Çayı Havzası 1962-2018 aralığı için su bilançosu tablosu hazırlanmıştır. Bu tabloya göre, havzada yağışlar tüm yıl boyunca potansiyel evapotranspirasyon değerinden fazladır. Bu sebeple tüm ayların birikmiş su değeri 100 mm'dir. Herhangi bir su eksiği yaşanmadığı için birikmiş suyun aylık değişim değerleri 0 mm'dir. Eksik su değerinin 0 olduğu, yıl boyunca birikmiş su miktarının maksimum seviyesindeki havzada toprak suya doymuş olduğundan su fazlası görülür. Yine tüm aylarda akışa geçen su mevcuttur. Bu akış sonbahar ve kış mevsimlerinde daha yüksek miktarlarda seyrederken fazla su miktarına paralel olarak Mayıs ayında azalır (Tablo 1.21).

Grafik incelendiğinde yıl boyunca su fazlası olduğunu yalnızca Mayıs ve Temmuz ayında yağışların potansiyel evapotranspirasyon değerine yaklaştığı görülmektedir. Yağışın evapotranspirasyondan devamlı olarak fazla olmasıyla toprağın doymuş olması ve daima su fazlası vermesi iklimin nemli olduğunu göstermektedir (Şekil 1.23).



Şekil 1.23: Hopa Çayı Havzası 1962-2018 devresine ait Thorntonwaite su bilançosu grafiği

	O.	Ş.	M.	N.	Ma.	H.	T.	Ağ.	E.	Ek.	K.	A.	Yıl.
Sıcaklık (°C)	7,40	7,64	8,99	12,23	16,05	20,24	22,69	23,05	20,00	16,14	12,39	9,45	14,69
Sıcaklık İndisi	1,81	1,90	2,43	3,87	5,85	8,31	9,87	10,11	8,16	5,90	3,95	2,62	64,78
PE (mm)	19,57	20,54	26,27	41,86	63,15	89,70	106,63	109,21	88,10	63,69	42,69	28,33	699,74
Enlem Düz Katsayısı	0,82	0,83	1,03	1,12	1,26	1,27	1,28	1,19	1,04	0,95	0,82	0,79	
Düzeltilmiş PE (mm)	16,11	17,05	27,06	46,74	79,35	113,62	136,13	129,95	91,62	60,72	35,00	22,48	775,84
Yağış (mm)	200,89	155,27	139,09	97,21	92,04	158,46	145,23	180,68	276,13	309,06	248,55	240,76	2.243,37
Birikmiş Suyun Aylık Değişimi (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Birikmiş Su (mm)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
Gerçek													
Evapotranspirasyon (mm)	16,11	17,05	27,06	46,74	79,35	113,62	163,13	129,95	91,62	60,72	35,00	22,48	775,84
Eksik Su (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fazla Su (mm)	184,78	138,22	112,03	50,47	12,69	44,84	9,10	50,73	184,51	248,34	213,55	218,28	1.467,53
Akış (mm)	201,53	161,50	125,13	81,25	31,58	28,76	26,97	29,91	117,62	216,42	230,94	215,91	1.467,53
Nemlilik Oranı	11,47	8,11	4,14	1,08	0,16	0,39	0,07	0,39	2,01	4,09	6,10	9,71	

Tablo 1.21 : Hopa Çayı Havzası 1962-2018 devresine ait Thornthwaite su bilançosu tablosu.

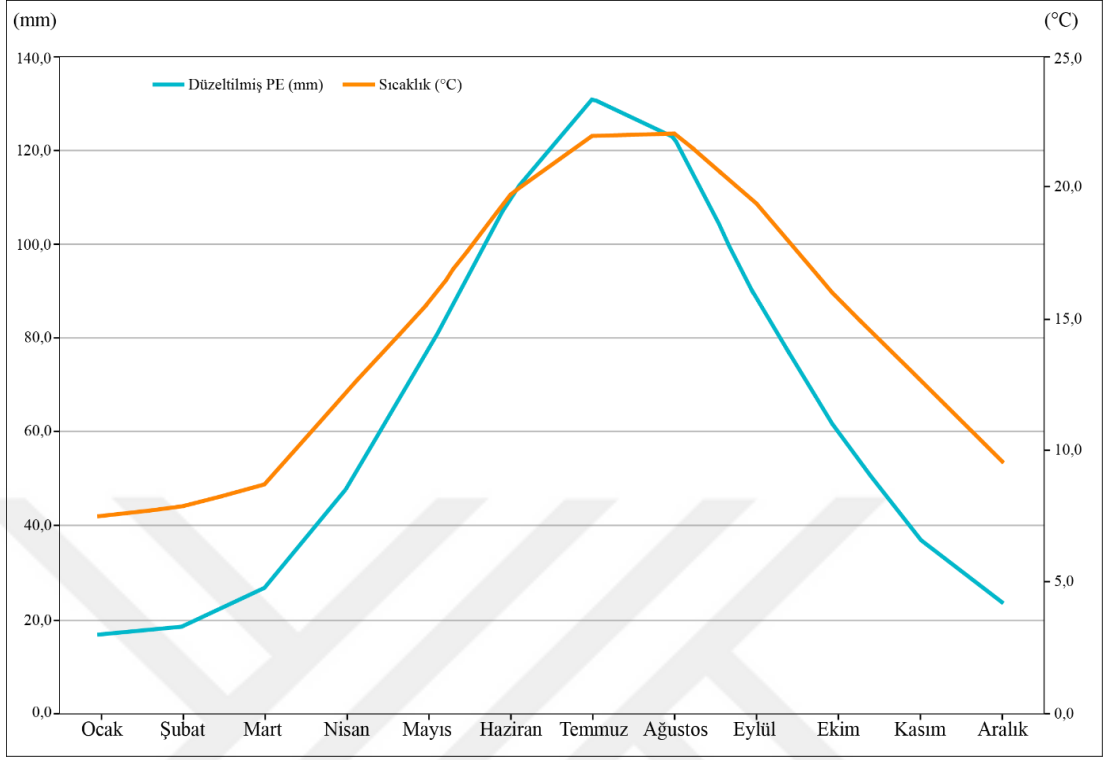
1962-1991 Periyodu Thornthwaite İklim Sınıflandırması

1962-1991 periyodu Thornthwaite iklim tasnifine göre Hopa Çayı Havzası'nın iklimi, $A B_2 r a'$ ile tanımlanmaktadır. Yani havza çok nemli, ikinci dereceden mezotermal, su noksanı olmayan veya pek az olan, tam denizel iklim tipine girmektedir.

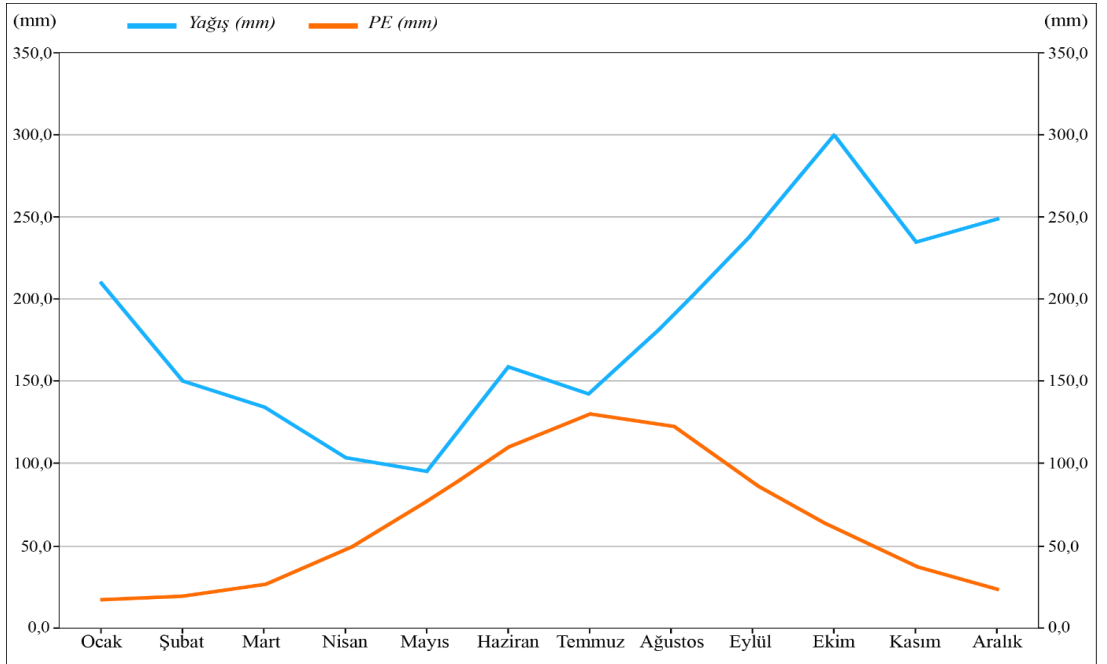
Bu periyod için hazırlanmış olan su bilançosu tablosu incelendiğinde, yağışların tüm yıl boyunca potansiyel evapotranspirasyon değerinden fazla olduğu görülmektedir. Evapotranspirasyon değerinden fazla olan yağışlar sonucunda tüm aylarda birikmiş su değeri 100 mm'yi bulmaktadır. Tabloda aynı zamanda su eksiğinin bulunmadığı suya doymuş toprakları da görebiliriz. Su fazlasının bulunduğu tüm aylarda akışa geçen su mevcuttur. Bu akış sonbahar ve kış mevsimlerinde daha yüksek miktarlarda seyrederken fazla su miktarına paralel olarak Mayıs ayında azalır (Tablo 1.22).

	O.	Ş.	M.	N.	Ma.	H.	T.	Ağ.	E.	Ek.	K.	A.	Yıl.
Sıcaklık (°C)	7,5	7,9	8,7	12,2	15,6	19,7	22,0	22,1	19,4	15,8	12,7	9,6	14,4
Sıcaklık İndisi	1,9	2,0	2,3	3,9	5,6	8,0	9,4	9,5	7,8	5,7	4,1	2,7	62,8
PE (mm)	20,8	22,5	25,9	42,8	61,6	87,0	102,4	103,1	85,0	62,7	45,4	30,0	689,3
Enlem Düz Katsayısı	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 (mm)	17,1	18,7	26,7	47,8	77,4	110,2	130,8	122,7	88,4	59,8	37,2	23,8	760,6
Yağış (mm)	211,0	151,0	134,0	103,0	95,1	159,5	142,6	188,9	240,0	300,6	234,7	248,8	2.206,2
Birikmiş Suyun Aylık Değişimi (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Birikmiş Su (mm)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	17,1	18,7	26,7	47,8	77,4	110,2	130,8	122,7	88,4	59,8	37,2	23,8	760,6
Eksik Su (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Fazla Su (mm)	193,9	132,3	107,3	55,2	17,7	49,3	11,8	66,2	151,6	240,8	197,5	225,0	1.448,6
Akış (mm)	209,4	163,1	119,8	81,3	36,5	33,5	30,6	39,0	108,9	196,2	219,1	211,2	1.448,6
Nemlilik Oranı	11,3	7,1	4,0	1,2	0,2	0,5	0,1	0,5	1,7	4,0	5,3	9,5	

Tablo 1.22: Hopa Çayı Havzası 1962-1991 devresine ait Thornthwaite su bilançosu tablosu.



Şekil 1.24: Hopa Çayı Havzası 1962-1991 devresine ait potansiyel evapotranspirasyon ve sıcaklık grafiği.



Şekil 1.25: Hopa Çayı Havzası 1962-1991 devresine ait potansiyel evapotranspirasyon ve yağış grafiği.

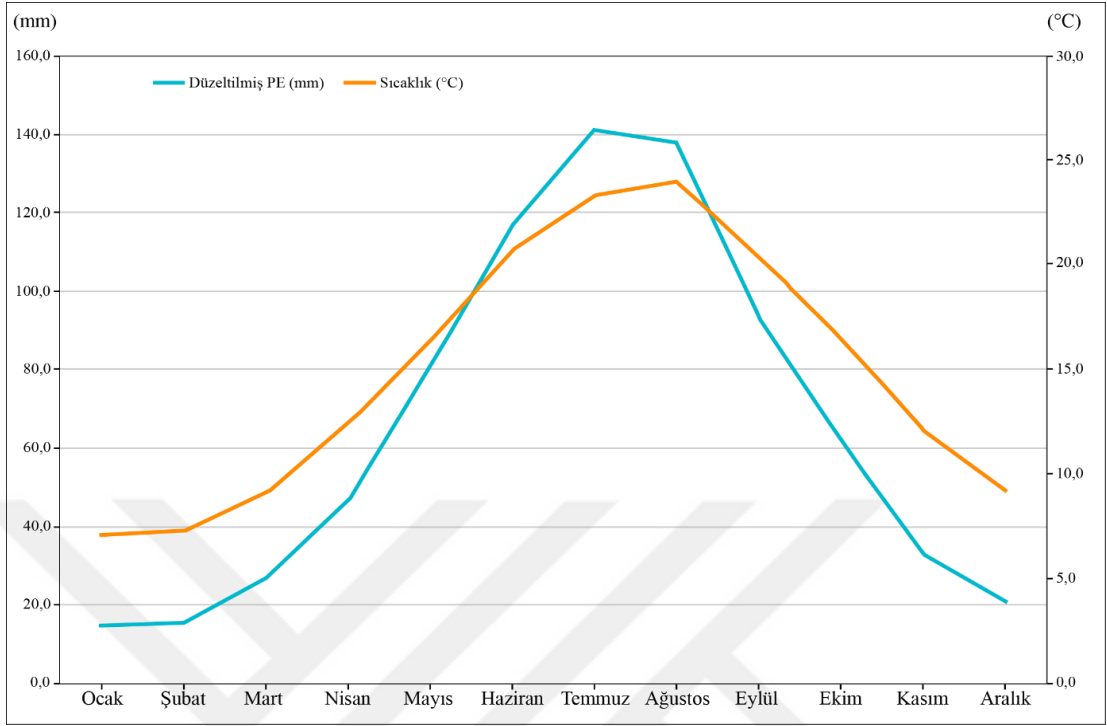
1989-2018 Periyodu Thornthwaite İklim Sınıflandırması

1989-2018 periyodu Thornthwaite iklim tasnifine göre Hopa Çayı Havzası'nın iklimi, $A B_2 r b_4$ ile tanımlanmaktadır. Yani havza çok nemli, ikinci dereceden mezotermal, su noksanı olmayan veya pek az olan, denizel şartlara yakın iklim tipine girmektedir.

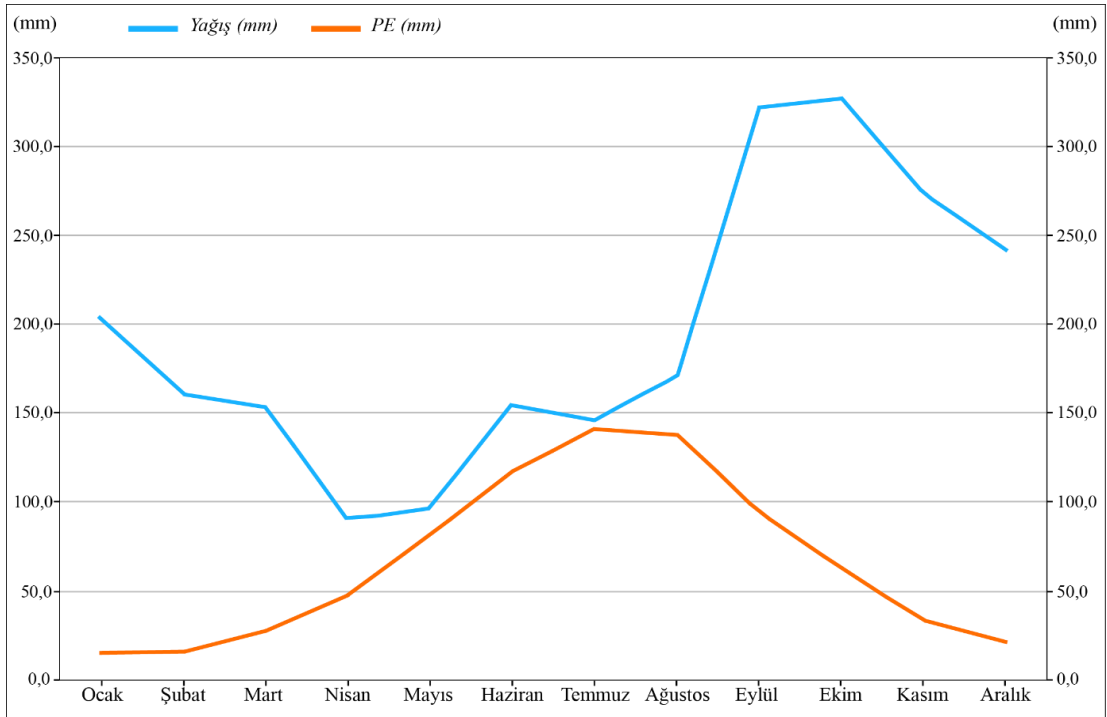
Bu periyod için hazırlanmış olan su bilançosu tablosu incelendiğinde, yağışların tüm yıl boyunca potansiyel evapotranspirasyon değerinden fazla olduğu görülmektedir. Evapotranspirasyon değerinden fazla olan yağışlar sonucunda tüm aylarda birikmiş su değeri 100 mm'yi bulmaktadır. Tabloda aynı zamanda su eksiğinin bulunmadığı suya doymuş toprakları da görebiliriz. Su fazlasının bulunduğu tüm aylarda akışa geçen su mevcuttur. Bu akış sonbahar ve kış mevsimlerinde daha yüksek miktarlarda seyrederken fazla su miktarına paralel olarak Mayıs ayında azalır (Tablo 1.23).

	O.	Ş.	M.	N.	Ma.	H.	T.	Ağ.	E.	Ek.	K.	A.	Yıl.
Sıcaklık (°C)	7,1	7,3	9,1	12,4	16,4	20,7	23,3	24,0	20,4	16,5	12,1	9,2	14,9
Sıcaklık İndisi	1,7	1,8	2,5	4,0	6,0	8,6	10,3	10,8	8,4	6,1	3,8	2,5	66,4
PE (mm)	17,7	18,5	26,0	41,9	64,4	92,2	110,6	115,7	90,1	65,0	40,3	26,4	708,9
Enlem Düz Katsayısı	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 (mm)	14,6	15,4	26,8	46,8	80,9	116,7	141,2	137,7	93,7	62,0	33,1	21,0	789,8
Yağış (mm)	203,6	160,2	153,4	90,1	96,3	154,6	145,4	170,9	322,4	327,3	273,9	242,1	2.340,2
Birikmiş Suyun Aylık Değişimi (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Birikmiş Su (mm)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	14,6	15,4	26,8	46,8	80,9	116,7	141,2	137,7	93,7	62,0	33,1	21,0	789,8
Eksik Su (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Fazla Su (mm)	189,0	144,8	126,6	43,4	15,4	37,9	4,2	33,2	228,7	265,3	240,8	221,1	1.550,4
Akış (mm)	205,1	166,9	135,7	85,0	29,4	26,6	21,1	18,7	130,9	247,0	253,1	231,0	1.550,4
Nemlilik Oranı	12,9	9,4	4,7	0,9	0,2	0,3	0,0	0,2	2,4	4,3	7,3	10,5	

Tablo 1.23: Hopa Çayı Havzası 1989-2018 devresine ait Thornthwaite su bilançosu tablosu.



Şekil 1.26: Hopa Çayı Havzası 1989-2018 devresine ait potansiyel evapotranspirasyon ve sıcaklık grafiği.



Şekil 1.27 Hopa Çayı Havzası 1989-2018 devresine ait potansiyel evapotranspirasyon ve yağış grafiği.

1.3.4.3. De Martonne İklim Sınıflandırması

De Martonne iklim sınıflandırması yağış ve özellikle sıcaklık faktörleri dikkate alınarak yapılır. Sıcaklık değerleri; yıllık ortalama sıcaklık, Temmuz ve Ocak ayı ortalama sıcaklıkları ve bu ayların sıcaklık farkları, sıcak ve soğuk devreler, iklim sınıflandırması için değerlendirilir. Sıcaklığın yanı sıra diğer önemli faktör olan yağış, yıllık yağış toplamından yararlanılarak yağışlı ve kurak iklimlerini ayırt ederken kullanılır. De Martonne iklim sınıflandırmasında kurak iklimin tespit edilirken yağışın yanında buharlaşmaya yani sıcaklık değerlerine de bağlıdır. Sıcak dönemleri olan iklimlerin tespit edilmesinde aylık ortalama yağışlar dikkate alınırken, bulutluluk, nem, yağışlı günlerin sayısı dikkate alınması gereken diğer faktörlerdir (Dönmez, 1979).

De Martonne iklim sınıflandırması için gerekli faktörler dikkate alınarak formüller uygulandığında, Hopa Çayı Havzası, orta kuşak iklimlerinden, oseanik orta kuşak iklimi olarak sınıflandırılabilir. Yağış ve sıcaklık değerlerinin mevsimlere düzenli dağıldığı bu iklim tipinde, yıllık sıcaklık farkı 10° , en soğuk ay ortalaması 5° 'nin altına düşmezken her mevsimin yağışlı geçtiği bu iklim tipinde yağış maksimumu soğuk dönemde görülmektedir (Dönmez, 1979).

De Martonne bir bölgenin kurak veya yağışlı olduğunu tanımlamak için yıllık ve aylık olarak bir kuraklık indisi formülü geliştirmiştir. Yıllık kuraklık indisi formülüne göre Hopa Çayı Havzası “Nemli” olarak sınıflandırılmaktadır. Aylık kuraklık indisi formülüne göre de tüm aylar “Nemli” olarak tanımlanır. Bu sınıflandırma 1962-1991 periyoduyla 1989-2018 periyodları içinde aynı sonucu gösterir. Yalnızca 1989-2018 periyodu sonbahar mevsiminin indisi değerlerinde yükselme görülür (Tablo 1.24).

Aylar	1962-1991				1989-2018				1962-2018			
	Yağış	Ort. Max. Sıcaklık	İndis		Yağış	Ort. Max. Sıcaklık	İndis		Yağış	Ort. Max. Sıcaklık	İndis	
Ocak	211,0	7,5	144,7	Nemli	203,6	7,1	142,9	Nemli	205,5	7,4	141,7	Nemli
şubat	151,0	7,9	101,2	Nemli	160,2	7,3	111,1	Nemli	157,6	7,6	107,5	Nemli
Mart	134,0	8,7	86,1	Nemli	153,4	9,1	96,4	Nemli	144,7	9,0	91,4	Nemli
Nisan	103,0	12,2	55,8	Nemli	90,1	12,4	48,3	Nemli	98,0	12,2	53,0	Nemli
Mayıs	95,1	15,6	44,6	Nemli	96,3	16,4	43,8	Nemli	93,8	16,1	43,1	Nemli
Haziran	159,5	19,7	64,4	Nemli	154,6	20,7	60,4	Nemli	158,8	20,2	63,1	Nemli
Temmuz	142,6	22,0	53,5	Nemli	145,4	23,3	52,4	Nemli	146,3	22,7	53,7	Nemli
Ağustos	188,9	22,1	70,6	Nemli	170,9	24,0	60,3	Nemli	183,4	23,1	66,5	Nemli
Eylöl	240,0	19,4	98,0	Nemli	322,4	20,4	127,3	Nemli	281,2	20,0	112,5	Nemli
Ekim	300,6	15,8	139,8	Nemli	327,3	16,5	148,7	Nemli	314,3	16,1	144,5	Nemli
Kasım	234,7	12,7	124,1	Nemli	273,9	12,1	148,7	Nemli	256,4	12,4	137,4	Nemli
Aralık	248,8	9,6	152,3	Nemli	242,1	9,2	151,3	Nemli	246,6	9,5	151,8	Nemli
Yıllık	2209,2	14,4	94,8	Nemli	2340,2	14,9	98,1	Nemli	2286,6	14,7	67,9	Nemli

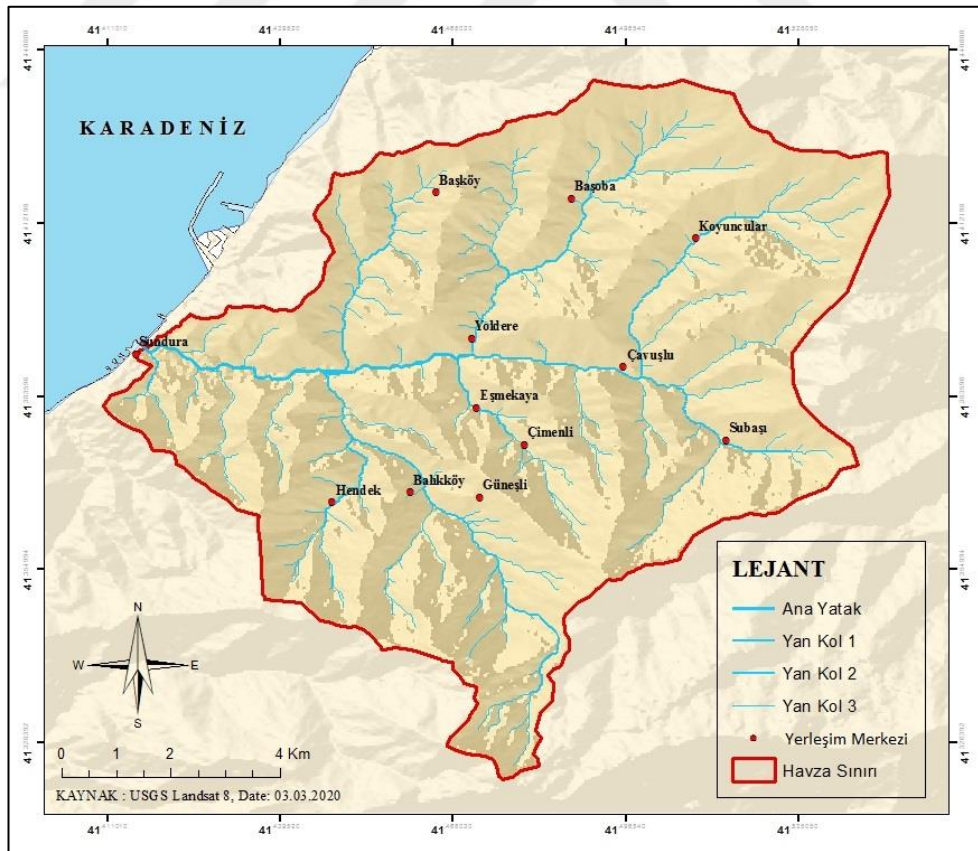
Tablo 1.24: Hopa Çayı Havzası De Martonne iklim sınıflandırması tablosu.

1.4. Hidrografik Özellikler

1.4.1. Havzanın Genel Özellikleri

Hopa Çayı, 13 km'lik bir uzunluğa sahip olmakla beraber ilçenin en büyük akarsuyudur. Balıklı Dağı mevkiinden kaynaklanan Kilise (Galişka) Deresi ve Sultanselim Dağı mevkiinden kaynaklanan Koyuncular (Zolona) Deresi olmak üzere iki adet ana yan kola sahiptir (Tarkan, 1973).

Galişka deresi kaynağından itibaren güneydoğu-kuzeybatı, Zalona Deresi kaynağından itibaren kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda dar bir yatak içerisinde akarak Çavuşlu köyü civarında birleşerek Hopa Çayı'nın ana kolunu meydana getirirler. Hopa çayı bu birleşmeden sonra Karadeniz'e sularını boşaltana kadar doğu-batı doğrultusunda akmaktadır. Zalona deresi Sultanselim Dağı'nda 1100 metre yükseklikten doğar ve koyuncular köyünün içinden geçen dere kaynağından 6 km sonra 140 metre seviyeye inerek Galişka deresi ile birleşmektedir (Tarkan, 1973).



Şekil 1.28: Hopa Çayı Havzası drenaj haritası.

Hopa ayı, evresi dağlarla sınırlandırılmış, yıl içinde en çok yağışın sonbaharda mevsiminde düştüğü, dar bir vadiden akış gösteren kaynak ve mansap arasındaki yükselti farkının fazla olduğı bir akarsudur. Hopa ayı, sağanak yağışların ardından yaşanan ani debi artışları dışında genellikle yıl boyunca ana yatakta daima su bulundurur. Akarsu tabanı kaynak kısmına yaklaştıkça daraldığı için “V” biçimli vadi özelliğı taşımaktadır.



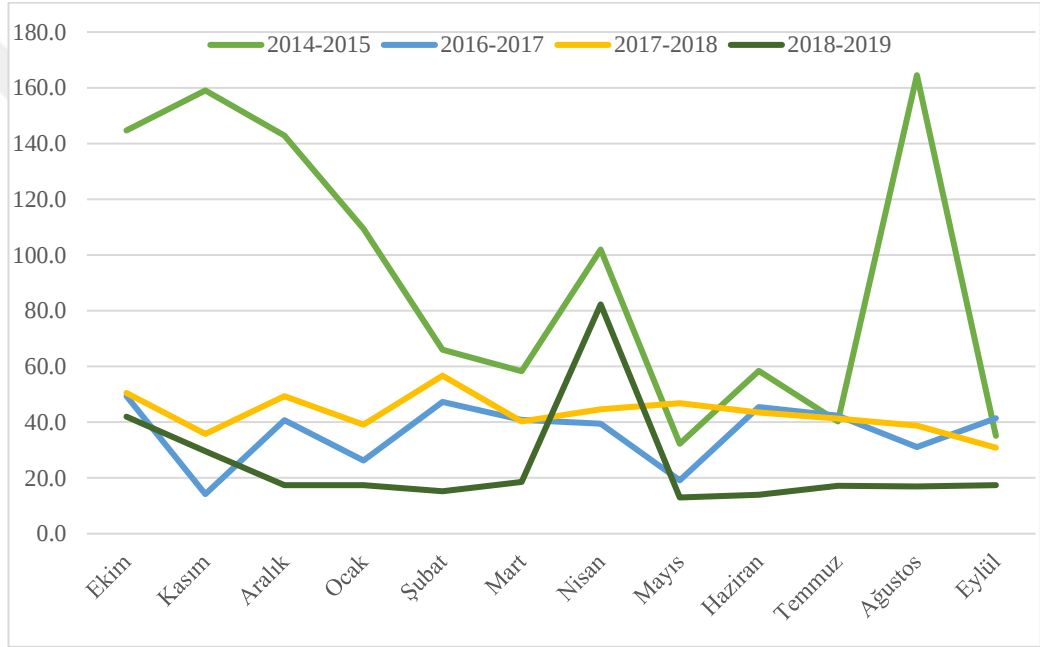
Fotoğraf 1.1: 28 Eylül 2019 tarihli Hopa ayı selinde akarsu yol seviyesine çıkarak yolu tahrip etti.

1.4.2. Akım ve Rejim Özellikleri

Bir akarsuyun akım özellikleri sel ve taşkınlar hakkında bilgi verir. Aynı zamanda yüksek akımla akış gerçekleştiren akarsuların taşıma kapasitesi fazla olacağından afetler sırasında yük transferini kolaylaştırır. Bölge iklimine ait yağış ve sıcaklık özellikle akım özelliklerini etkileyen önemli unsurlardandır.

Hopa ayı 2014-2019 yıl aralığında ortalama akım değeri $1.8 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'dir. Yıl içinde Ekim ve Nisan ayı olmak üzere iki yükselme dönemi görölmektedir (Şekil 1.29). Ekim

ayı yağışlarıyla artış gösteren akım değerlerinin, kış mevsiminin sıcaklık derecesinin 0 °C'nin altına düşmemesi ve denizellik etkisiyle nemli bir iklim olması kış yağışlarının çoğunlukla yağmur olarak düşmesini sağlayarak akımın kış aylarında da diğer aylara göre yüksek kalmasını sağlayarak devam etmesini sağlar. Kar erimelerinin akışa etkisiyle Nisan ayında akım değerlerinde yükselmeler görülür. Yağışların azalması ve sıcaklığa bağlı buharlaşmanın da artmasıyla Mayıs ayında akım en düşük değerini görür. Yaz boyu fazla değişkenlik göstermeyen akım değerleri Eylül ayı ile hareketliliğe devam eder.



Şekil 1.29: Hopa Çayı akım grafiği.

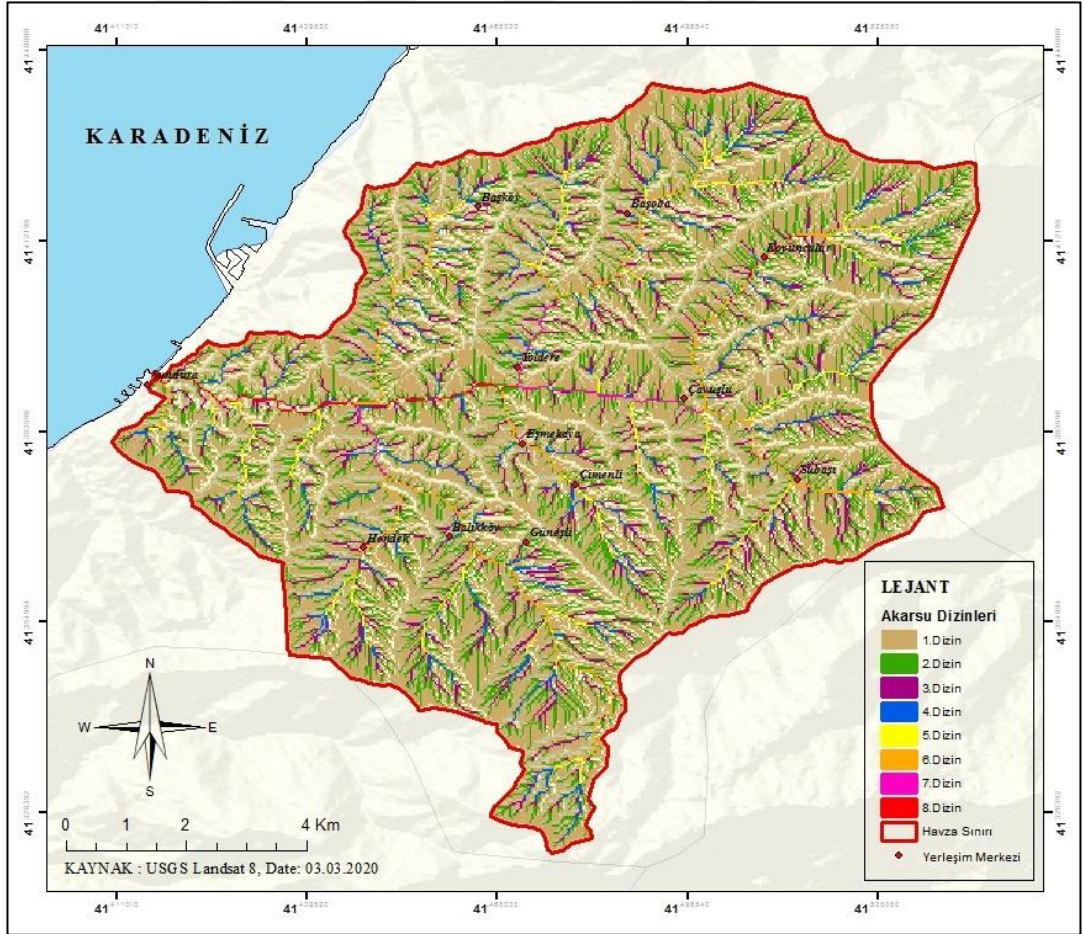
Akım grafiği incelendiğinde, 2014-2015 dönemine ait Ağustos ayı değerleri ile 2018-2019 dönemine ait Nisan ayı dikkat çekmektedir. Bu ayların akım değerlerinde ciddi yükselmeler meydana gelmiştir. 24 Ağustos 2015 tarihinde Hopa Çayı üzerinde can kayıplarının yaşandığı bir sel felaketi gerçekleşmişti. Nisan 2019 tarihindeyse yine akarsu üzerinde suların yükselmesiyle 2015 seline göre şiddeti daha az olan bir taşkın felaketi yaşanmıştır. Akım değerleri bu hadiselerle örtüşmektedir (Şekil 1.29).

1.4.3. Hopa Çayı'nın Çatallanma Oranı

Yeni kurulan bir akarsu şebekesi, ilk olarak ana yataktan itibaren birinci derece kollar, ardından ikinci, üçüncü ve diğer kollara doğru artarak gelişim göstererek dallanır. Bu

gelişim “Çatallanma oranı (genişleme safhaları)” olarak tanımlanır. Her safhanın bir dizin olduğu düşünüldüğünde, akarsuyun mansabı son dizini temsil ederken, memba bölümünde bulunan kollar birinci dizini ifade etmektedir (Turoğlu, 1997).

Strahler metodu kullanılarak Hopa Çayı Havzası için çatallanma oranı hesaplanmış ve dizinler belirlenmiştir (Şekil 1.30). Hopa Çayı Havzası’nda yer alan akarsulara ait yatak sıklığı sahanın akarsular tarafından şiddetli yarıldığını göstermektedir. Özellikle 1. ve 2. Dizinlerdeki kanal sayılarının oldukça fazla çıkması, yüksek kesimlerde ve akarsuların kaynak bölümlerinde yarılmaların boyutlarını göstermektedir. 1. ve 2. dizin sayısının fazla olması bu bölümlerde erozyon şiddetinin de fazla olduğunu göstermektedir. Yatak sayısının fazlalığı yağışın yüzeysel akışla belirli alanlara kanalize olmasını sağlamasının yanı sıra yan kolların birleştiği alanlar sel riskinin arttığı alanlardır.



Şekil 1.30: Hopa Çayı çatallanma haritası.

1.5. Bitki Örtüsü Özellikleri

Karadeniz Bölgesi'nde bulunan çalışma sahası, bol yağışlı ve yıl boyunca 0°'nin altına düşmeyen ortalama sıcaklık değerleri dolayısıyla bitkilerin gelişebilmesi için uygun koşulları sağlamaktadır. Araştırma sahası için yapılan Erinç iklim sınıflandırmasında “çok nemli orman” olarak çıkan sonucun doğruluğu arazi çalışmalarıyla desteklenmiştir. İlçede 2000 m'ye kadar gür ormanlık alanlar bulunmaktadır.

Türkiye, coğrafi özellikleri ve üç flora bölgesi içerisinde yer alması dolayısıyla oldukça zengin bitki örtüsüne sahip bir ülkedir. Türkiye'nin için yer aldığı bu flora bölgeleri; Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İran-Turan flora bölgesi olarak ifade edilmektedir (Avcı, 1993). Çalışma sahasının bulunduğu Karadeniz Bölgesi, Avrupa Sibirya kökenli nemli ılıman ve nemli soğuk koşullarda yetişen zengin türlerden oluşan bitki topluluklarının bulunması diğer bölgelerden ayırt edici özelliğidir (Atalay, 2002).

Hopa Çayı Havzası; Türkiye'de öksin provensi ile temsil edilen Avrupa-Sibirya Flora bölgesi içerisinde yer almaktadır (Avcı, 1993). Çalışma sahasının bulunduğu alan Kolşik flora bölgesi sınırları içerisinde yer alır. Bu flora sık ve geniş yapraklı ağaçların bulunduğu bitki topluluğudur. Zengin bir orman alanına sahip olan Kolşik flora yerleşim ve çeşitli ticari faaliyetler için tahrip edilmiştir. Bu orman örtüsü yerine açılan tarım topraklarında çay ve fındık gibi ürünler ekilmiştir.

Hopa Çayı Havzası'nın dahil olduğu Kolşik flora zengin bir ağaç ve çalı türleri topluluğuna sahiptir. Bu florada en yaygın bulunan ağaçlardan olan Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa subsp. barbata*) Hopa Çayı Havzası'nda da hâkim türlerdendir. Havzada sıklıkla rastlanabilen diğer türler ise; İhlamur (*Tilia*), Kayın (*Fagus orientalis*), Akçağaç (*Acer tataricum*), Meşe (*Quercus*), Karayemiş (*Prunus laurocerosus*), Fındık (*Corylus avellana*), Kavak (*Populus*), Söğüt (*Salix*), Dişbudak (*Fraxinus*), Karağaç (*Ulmus*), Kızılcık (*Cornus sanguina*), Adi Gürgen (*Carpinus betulus*), Çınar (*Platanus orientalis*)'dir. Bu türlerin havzada yayılım göstermesi elbette tesadüf değildir. Sıcak ve nemli iklimleri tercih eden neme dayanıklı bu ağaç türleri iklim ve jeomorfolojiye tabiidir (Atalay, 2002).

Dağlık alanlara doğru artan yükseltiyle beraber karışık ormanlar ve yer yer iğne yapraklı ormanlara rastlanmaktadır. İklimin elverişli olması alçak enlemlerde karışımına çıkan geniş yapraklı türler yüksek enlemlerde iğne yapraklıların oluşturduğu homejen bitki toplulukları küçük alanlarda sınırlandırmaktadır. Yükseklik arttıkça Doğu Ladini (*Picea orientalis*) Gökmar (Albies nordmanniana) Sarıçam (*Pinus silvestris*) gibi türlere rastlanmaktadır.

Yağışlı iklimi dolayısıyla Karadeniz ormanlarının orman altı formasyonu orman gülleri, defne ve sarmaşık gibi nemcil karakterli bitkiler oluşturur. Orman altı formasyonunda en dikkat çekici cinslerden biri olan çeşitli ormangülü türleri (*Rhododendron ponticum*, *Rhododendron luteum*, *Rhododendron smirnowii*, *Rhododendron ungerii*) Hopa Çayı Havzası'nın orman altı formasyonunda yaygın olarak rastlanır. Orman gülleri çalışma sahasına benzer olarak, yıllık yağış miktarının fazla olduğu, nem oranı yüksek, organik madde bakımından zengin, derin ve iyi drenaja sahip olan asit topraklarda gelişim göstermektedir (Avcı, 2004).

1.6. Toprak Örtüsü

Oluşumu uzun zaman ve süreçler sonucunda gerçekleşen topraklar insan yaşamının ana maddelerindendir. Verimli toprakları değerlendirme noktasında yapılacak olan bir hata neredeyse geri dönülmez olabilmektedir. Sahip olduğumuz doğal varlıkları olabildiğince korumamız gerekmektedir.

Hopa Çayı Havzası'nda yaygın olarak sarı-kırmızı podzolik topraklar görülürken, Hopa Çayı'nın vadi tabanında Yoldere mahallesinden itibaren Karadeniz'e döküldüğü yere kadar alüvyal topraklar görülmektedir.

Alüvyal topraklar, Hopa Çayı'nın ve kollarının yüksek dağlık alandan taşıdığı malzemelerin eğimin azalmasıyla vadi tabanına ve sahil şeridine biriktirmesiyle oluşmuştur. Bu toprakların kapladığı alan havza geneline oranla oldukça azdır. Akarsuyun mansap kısmındaki düzlüklerde bulunan bu alüvyal topraklar eğimin arttığı iç kesimlere doğru azalarak sona ermektedir. Alüvyal topraklar Kuaterner'de akarsuların birikim faaliyetleri sonucunda taşıdığı kum, silt, kil ve çakıl gibi malzemelerden meydana gelmiştir. Horizontal gelişimleri olmadığı gibi gerek bölgenin bitki örtüsü gerekse taşınan malzemelerden kaynaklı mineral ve organik madde

bakımında oldukça zengin topraklardır. Bu toprakların neredeyse tamamında ilçe merkezi bulunmaktadır. Yerleşim, ticarethaneler ve hatta sanayi alanları burada bulunmaktadır (Atalay,1989), (Mater, 1998).

Sarı-kırmızı podzolik topraklar ise bölge iklimine uyumlu olarak yaygın bir alan kaplamaktadır. Bu topraklar özellikleri gereği bol yıkanmış, asit karakterli topraklardır. Doğal bitki örtüsü ormandır ve ince bir organik katmana sahiptir. Alt toprakta bünyesi ana kayaya bağlı olmakla birlikte kil oranı oldukça fazladır. Yüksek eğimli yamaçlar ve erozyon nedeniyle toprak kalınlığı sıgıdır. Asidik ve kireçsiz yapılarıyla çay tarımı için uygun olan bu toprakta diğer tarım ürünleri için kireçleme gerekebilmektedir. Genellikle çay ziraatı için kullanılmaktadır. Yüksek yıkanma sebebiyle bitkilerin ihtiyacı olan fosfor ve azottan yoksunlardır (Atalay,1989), (Mater, 1998).

1.7. Nüfus ve Yerleşme

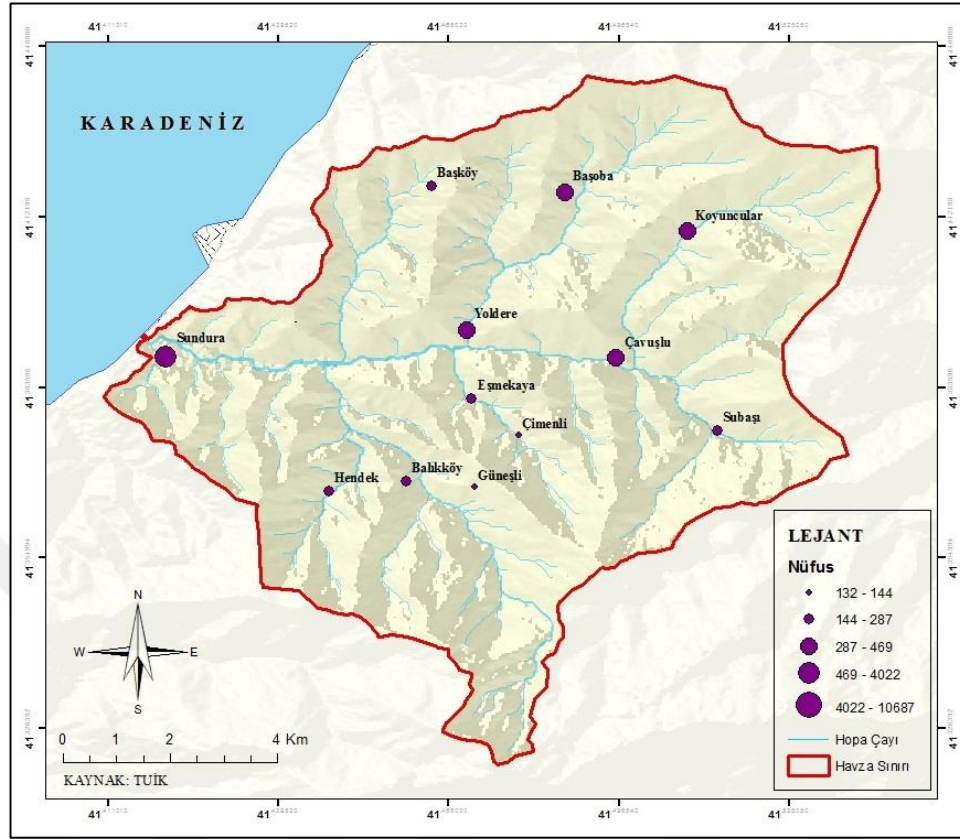
Tarihsel olarak antik çağlara kadar dayanan bu yerleşim alanı eski bir yerleşim yeri olmasına rağmen engebeli sahası dolayısıyla yüksek nüfusun toplandığı bir alan olmamıştır.

TUİK verilerine göre Hopa Çayı Havzası içerisinde kalan mahalle ve köylerin 2019 yılı için nüfus dağılımları incelenmiş ve havza genelinde dağılım yüzdeleri hesaplanmıştır (Tablo 1.25). Yerleşimin en fazla olduğu Sundura Mahallesi ve ardındaki Merkez Kuledibi Mahallesi nüfusun yarısından çoğunun toplandığı alanlardır.

Nüfusun havza genelindeki dağılım lokasyonları incelendiğindeyse, eğimin en az olduğu vadi tabanı, verimli alüvyal topraklar ve plato yüzeyleri üzerine bulunduğu görülür (Şekil 1.31). Arazinin verimsiz kullanılmasının yanı sıra Sundura ve Merkez Mahalleleri konumu itibarıyla, yüksek dağlardan akışa geçen afet karakterli bir selin eğim şartları dolayısıyla burada birikerek hasarın boyutunu arttıracak açıktır.

Konum	Belediye, Köy ve Mahalle Nüfusları	%
Balıkköy Köy.	215	0.9%
Başköy Köy.	191	0.8%
Başoba Köy.	469	1.9%
Çavuşlu Köy.	383	1.6%
Çimenli Köy.	144	0.6%
Eşmekaya Köy.	204	0.8%
Güneşli Köy.	132	0.5%
Hendek Köy.	287	1.2%
Bucak Mah.	601	2.5%
Merkez Kuledibi Mah.	4022	16.7%
Orta Hopa Mah.	5043	20.9%
Sundura Mah.	10687	44.4%
Yukarı Kuledibi Mah.	566	2.4%
Koyuncular Köy.	461	1.9%
Subaşı Köy.	267	1.1%
Yoldere Köy.	409	1.7%
Hopa Toplam	24081	100%

Tablo 1.25: Hopa Çayı Havzası 2019 yılı mahalle/köy bazlı nüfus tablosu.



Şekil 1.31: Hopa Çayı Havzası 2019 yılı nüfus haritası.

1.8. Ulaşım Güzergahları

Türkiye'nin doğu sınırında bulunan Hopa Çayı Havzası Türkiye Gürcistan ticari ve turizm faaliyetlerinin geçiş noktasını oluşturur. Aynı zamanda karayolu araçlığıyla transit taşımacılıkta sıkça tercih edilen bir güzergaha sahiptir. Bu Sarp sınır kapısına bağlanan aynı zamanda Türkiye'nin kuzeyini Kafkas ülkelerine bağlayan uluslararası yolun önemli bir parçası olan D010 karayoludur. Ulaşımın sağlandığı bu yol, özellikle Gürcistan ile Türkiye arasında alışveriş için önem arz etmektedir. Yapısı sebebiyle drenajın hızlı aktığı yamaçlardan akışa geçen su, olası afet durumunda Hopa Çayı mansabında bulunan vadi tabanı düzlüğünde birikecek ve en yüksek hasarı burada verecektir. Bu karayolu Hopa Çayı'nın mansap bölümünde yer almakla beraber ticari faaliyetler için gümrükten geçmek üzere sıra bekleyen tır parkı da yine bu alanda bulunmaktadır. Afetin yaratacağı yıkım burada ciddi maddi hasarlar meydana getirecektir.

İKİNCİ BÖLÜM

UYGULAMALI JEOMORFOLOJİ SÜREÇLERİ

2.1. Yamaç Süreçleri

2.1.1. Erozyon

İklim, arazi örtüsü, topografya, anakaya, beşerî faaliyetler bir bölgede erozyona neden olan faktörler olarak bilinmektedir. Hopa Çayı Havzası için bu durum yüksek eğimli yamaçları, engebeli topografyası, ayrılmış magmatik kayalardan oluşan arazi örtüsü, nemli ve ani sağanak yağışlarla bastıran iklimi ve dağınık yerleşmeleriyle erozyon problemiyle karşı karşıya kalma sebepleridir.

Hopa çayı vadisinde andezit gibi magmatik kayac kökenli araziler bulunmaktadır. İklim ve topografya etkisiyle arazi; ayrılmaya uğramış ve regolitlerden oluşan gevşek bir zeminle kaplanmıştır. Bu durum sızmayı sağlayarak erozyonu arttırıcı bir etki yaratmaktadır (Turoğlu, 2015).

Erozyonda etkili en önemli etkenlerden biri de iklimdir. Hopa Çayı Havzası şiddetli ve yoğun yağışların yaşandığı bir iklime sahiptir. Bu durum özellikle sağanak yağışlarda erozyonu arttırıcı etki yaratmaktadır. Yağışlar aynı zamanda yüzeysel akışın şiddetinde artışa sebep olacağından erozyon etkilerini arttıracaktır.

Havzadaki eğim değerleri ise oldukça yüksektir. Eğimin yüksek olduğu alanlarda yüzeysel akışın şiddeti artacak ve zemin üzerinde ayrılmayı kolaylaştıracak erozyona neden olacaktır. Eğimin yanında bakı özellikleri de ayrılmaya etki etmesi sebebiyle erozyona etki eden unsurlardandır. Havzanın güneye bakan yamaçları daha fazla ısındığı için ayrışması daha kolay olacaktır.

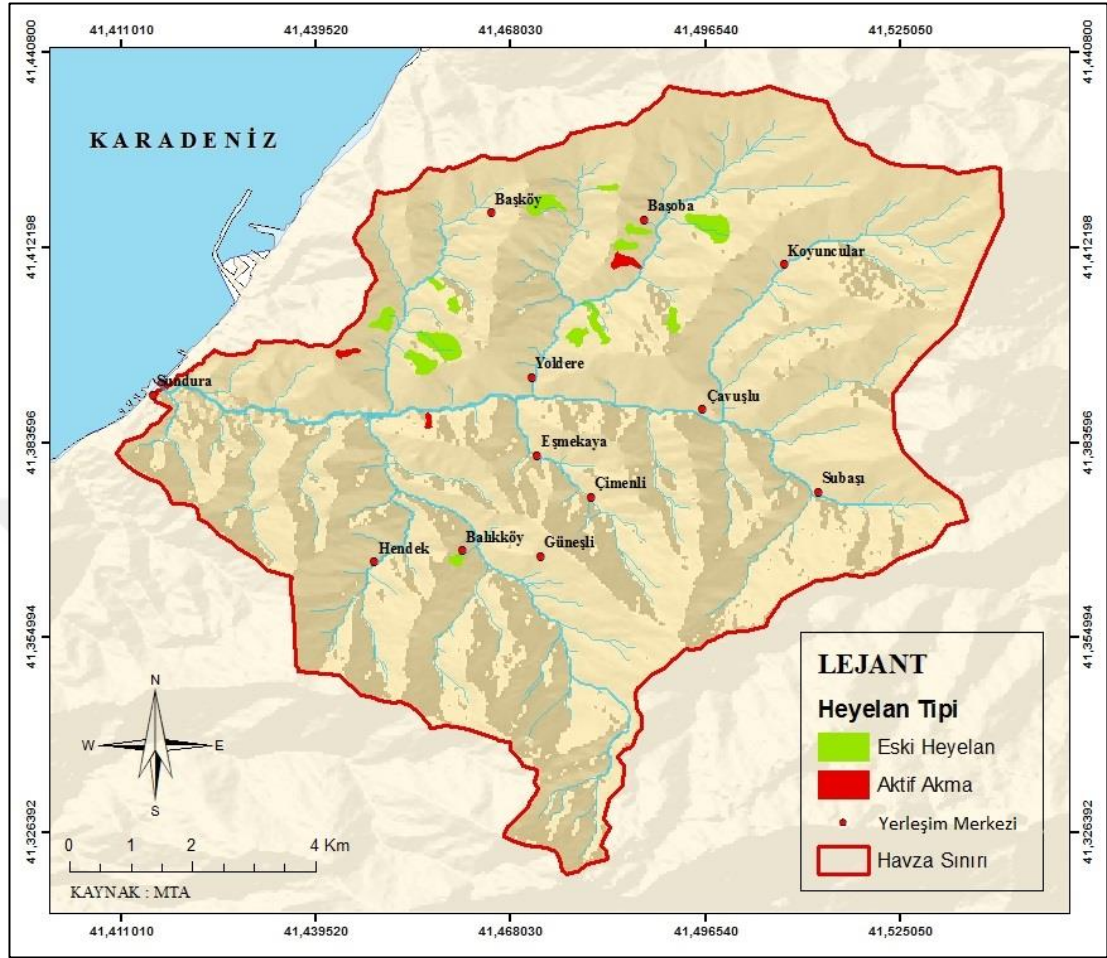
Havzada bitki örtüsünün bulunmadığı alanlar neredeyse yok denilecek kadar azdır. Bu sebeple rüzgâr erozyonu büyük etkiler yaratamamaktadır. Fakat arazi kullanımdaki hatalar ve yıllar içindeki şehirleşmeyle gelen değişim ormanlık alanların tahrip edilmesi ve yerine tarımsal alanların açılması burada toprak erozyonuna sebep olmaktadır. Ormanlık alanların tahrip edildiği yamaç arazilerinde yarıntı erozyonlarına rastlanabilmektedir.

Beşerî faaliyetlerin yaptığı etkiler incelendiğindeyse, ormanlık alanların tahribatı dışında yerleşim alanları da oldukça problem teşkil etmektedir. Engebeli bir arazi olması dolayısıyla sahil bölgesi dışında kalan köy yerleşmeleri dağınık ve orman alanlarının tahribatıyla yerleşmeye açılmış alanlardır. Özellikle son yıllarda artan doğa turizminin popülerliği yurtiçinde insanların Karadeniz’e tatile gelmesiyle sonuçlanmış ve bu durumdan yararlanmak isteyen insanların buralara yaptığı turistik merkezler tahribatı arttırmıştır.

2.1.2. Kütle Hareketleri

Havzadaki önemli sorunlardan biri heyelanlardır. Heyelanlar hidrolojik, jeomorfolojik ve beşerî faktörlere bağlı olarak meydana gelmektedir. Vadi tabanı ve yüksek dağ yamaçlarında toplanan nüfus heyelan riski ile iç içe yaşamaktadır. Genellikle yamaçlarda meydana gelen heyelanlara, havzanın ana kaya biriminin magmatik kayalardan oluşması kimyasal ayrışmanın etkileriyle regolit örtüsü oluşturmuş ve gevşek bir zemin yaratmıştır. Hopa Çayı Havzası’nda meydana gelen şiddetli sağanak yağışlar, akımı artan yüzeysel akıyla birlikte gevşek zemini harekete geçirerek heyelanlara ve yer yer akmalara sebep olmuştur. Aynı zamanda sıklıkla çay ziraatının yapıldığı bu sahalarda, çayın kök sisteminin toprağı tutmaya yeterli olmaması heyelanlar için kolaylık sağlamaktadır (Turoğlu, 2015).

Bakı faktörünün etkisiyle yağışın ardından kuzeye bakan yamaçlar toprak nemini uzun süre korur dolayısıyla kuzeye bakan yamaçlarda nem sever bitkilere rastlanır. Bu durum infiltrasyonu artırıcı ve yüzeysel akışı azaltıcı etkisine karşın derin toprak oluşumu ve yüksek nem içeriği sebebiyle kütle hareketleri için uygun zemin oluşturmaktadır (Turoğlu, 2005). Eski heyelan noktaları incelendiğindeyse bakı faktörü dolayısıyla sıcaklığın daha fazla yaşandığı noktalar yerine yağışı daha fazla alan kuzey ve batı yönlerinde ağırlıklı olduğu görülmektedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Hopa Çayı Havzası heyelan haritası (haritanın hazırlanmasında MTA veri envanterinden yararlanılmıştır (Duman, 2011)).

Havzada heyelanlar çoğunlukla yüksek eğimli yamaçlardaki akarsu kaynak noktalarının çevrelerinde meydana gelmektedirler.

Hopa Çayı Havzası'nda meydana gelen heyelanlar, toprağın yılın tamamında suya doymun ve nemli olması, yüzeysel akışın topografya üzerindeki aşındırma etkisi, iklim şartları dolayısıyla kimyasal ayrışmanın etkili olması ve şiddetli sağanak yağışlarla beraber zaten gevşek olan toprağın topografya eğiminin yüksek, yüzeysel akışın etkili olduğu sahalarda gerçekleşmesini sağlamaktadır.

2.2. Akarsu Süreçleri

2.2.1. Sel ve Taşkınlar

“Sel, genellikle bir kanala az veya çok bağlı olarak, eğim yönünde yüksek enerjili ve kontrolsüz akışa sahip, çökel malzemesi tür ve boyut özellikleri çeşitlilik gösteren, tahrip gücü yüksek su kütlesi hareketidir. Taşkın, su fazlasına bağlı olarak kıyılardan başlayarak düz ve çukur alanları kaplayan ve havzadaki diğer alanları da etkileyen geçici göllenme ve su basmalarıdır” (Turoğlu, 2005).

Neredeyse her yıl Hopa Çayı Havzası’nda sel ve taşkınlar meydana gelmektedir (22 Ağustos 2015, 28 Eylül 2019 vb.). Özellikle son yıllarda sıklığını ve şiddetini arttıran bu afetler ciddi zararlar vermektedir. Bu afetler sırasında can kayıpları yaşanmış, ekonomik kayıplara neden olmuştur. Sel ve taşkınlar açısından Doğu Karadeniz bölgesinde yüksek riskli alanlardır. Hopa Çayı Havzası’nda sel ve taşkınlar için Ağustos ayının son günlerinden başlamak üzere Kasım ayına kadar olan süreç riskli zamanı oluşturur. Nadiren de olsa Nisan ayı sel felaketlerinin görüldüğü süreç periyoduna dahil edilir.

2.2.1.1. Sel ve Taşkınlara Neden Olan Faktörler

Bu tür doğa olayları her ne kadar doğal bir süreçte olsa yanlış arazi kullanımı ve yerleşim yerleri bu tip doğa olaylarının vereceği hasarı artırarak afet niteliği kazanmasını sağlamaktadır. Hidrolojik kökenli afetlerden olan sel ve taşkınların meydana gelmesinde birçok faktör etkilidir. Bunlar sahanın jeomorfolojik, jeolojik, klimatolojik, hidrografik, bitki ve toprak özellikleriyle ilgilidir. Bu doğal etkenlerinin yanında yerleşim alanı, yanlış arazi kullanımı, bitki tahribatı gibi beşerî faaliyetlerde etkilidir.

Sahanın jeolojik özellikleri incelendiğinde; Hopa Çayı Havzası magmatik kayaların hâkim olduğu bir sahadır. Magmatik kayalar şiddetli ayrışma ile kil ve feldspatlarına ayrılır. Böyle bir zeminde infiltrasyon artacağı için sel riskini azaltıcı etki yapar.

Havzanın jeomorfolojisine bakıldığında eğimi yüksek yamaçların sıklığı dikkat çekmektedir. Bu durumda yüzeysel akış dar bir kanaldan akışını sürdürmektedir. Dar bir kanaldan akışına devam eden akarsu kolları diğer kollarla birleşmesi zaman

alacaktır. Lag time etkisi yaratan jeomorfolojik yapı havzada afet niteliğinde sel ve taşkın önüne engel teşkil etmektedir.

Klimatolojik etkilere geldiğimizde, daha önce yağışlar bölümünde de bahsi geçen sağanak yağışlar ani ve şiddetli bir etki yarattığı için yüzeysel akış etkinliğini arttırmaktadır. Yatağına sığmayan şiddetli akış sel ve taşkınlarla sonuçlanmaktadır. Özellikle kuzeye bakan yamaçlar daha fazla yağış aldığı için daha fazla risk oluşturur.

Yerleşme ve arazi kullanım özellikleri ise afetin şiddet ve hasarını arttırmaktadır. Yerleşimin çoğunluğu eğimin az olduğu düzlük ve akarsu kenarlarında gözlenir. Düz alanın az olması sebebiyle geniş yayılım gösterilmediğinden merkez kıyı düzlüğünde kurulmuştur. Bu durum akarsu kanalını daraltmakta ve olası afette eğim koşulları dolayısıyla akarsuyun göllenebileceği alan olması sebebiyle hasarı artırır.

2.2.1.2. İnceleme Sahasında veya Çevresinde Meydana Gelen Sel ve Taşkın Örnekleri

Bölgede yaşanan afetlere dikkat edildiğinde çoğunluğunun sonbaharın şiddetli yağışları sonucunda akım miktarlarının yatak kapasitesinin üzerine çıkan dere akışlarının sel ve ardından taşkına sebep olması, çevreye hasar vermesi ve heyelanları tetikleyerek yıkıcı etki yaratarak sonuçlandığını görmekteyiz. Benzer topografya ve iklim şartlarını gösteren komşu ilçeler bölgede coğrafyanın getirileri olan parametrelerin dikkate alınmaksızın büyüyen yerleşmelerin doğa olaylarını afete dönüştürerek can ve mal kayıplarıyla sonuçlanabildiğini göstermektedir. Yakın zamanda yaşanmış benzer coğrafyalardaki bu afetlerden birkaç örnek incelenmiştir.

2.2.1.2.1. 22-24 Ağustos 2015 / Hopa, Arhavi (Artvin)

22 Ağustos 2015 tarihinde Artvin İli Arhavi ve Hopa İlçelerinde 8 can kaybıyla sonuçlanan sel, taşkın ve heyelan afeti yaşanmıştır. Ciddi hasarlarla sonuçlanan afetin yaşandığı bu tarihlerde Hopa Meteoroloji İstasyonu tarafından 22 Ağustos'ta 58,4 mm, 24 Ağustos'ta 64,0 mm, 25 Ağustos'ta ise 135,6 mm yağış ölçülmüştür. Şiddetli sağanak karakterindeki bu sıra dışı yağışlar sel, taşkın ve heyelanların meydana gelmesinde tetikleyici olmuştur (Turoğlu, 2015).



Fotoğraf 2.1: Ağustos 2015 Hopa Seli sonrası meydana gelen taşkın ve çamur akıntısı (Bursa.com, 2015).

Sel sularının dere yatağından taşmasıyla istinat duvarını aşarak yola ve yerleşim alanlarında göllenmesi sonucunda oluşan taşkını görmekteyiz. Taşkın suları havzanın alçak noktası olan akarsu mansabının eğimsiz eğim değerlerinin düşük olduğu batı bölümündeki vadi tabanı düzlüklerinde göllenmiştir. Eğimin arttığı bölgelere kadar taşkın yayılmıştır (Fotoğraf 2.1).



Fotoğraf 2.2: Ağustos 2015 Hopa Çayı selinde tır parkında meydana gelen taşkın (Trthaber.com, 2015).

Afet sonrasında sınır dışı nakliyat yapan tırların park alanında taşkının verdiği hasarı görebilmekteyiz. Taşkın suları evlerin birinci katına ulaşacak kadar derinliğe ulaşmış giriş katlarında ve park alanlarında zemine göre bir veya iki metrelik derinlik oluşturmuştur (Fotoğraf 2.2). Taşkın sularının çekilmesinin ardından bölgede akarsuyun taşıdığı rüsubatlar ve çamur ortaya çıkmıştır.

2.2.1.2.2. 24 Eylül 2009 / Şavşat, Borçka (Artvin)

Borçka'da yaşanan aşırı yağışlar akarsu şiddetini arttırmış ve sel ve taşkınları beraberinde getirmiştir. Sel suları şiddetiyle bazı yerleşim alanlarının çökmesine sebep olmuştur. Yaşanan sel felaketi heyelanları tetiklemiş Hopa-Artvin yolu tahrip olmuştur. Yaşanan afet sonucunda ciddi maddi kayıpların yanı sıra 5 kişi hayatını kaybetmiştir. Yaşanan afet diğer komşu ilçelerde de olduğu gibi aniden bastıran kesintisiz şiddetli sağanak yağışlar, gevşek zemin yapısı ve yanlış arazi kullanımının sonuçlarıdır.



Fotoğraf 2.3: 24 Eylül 2009 tarihli Artvin selinde akarsu kenarındaki yerleşim yeri ve biriken rüsubat (CNN Türk Web Sitesi, 2009).

2.2.1.2.3. 1 Eylül 2016 / Arhavi (Artvin)

Sürekli tekrarını yaşadığımız şiddetli yağışlar 31 Ağustos 2016 saat 06:00 ile 02 Eylül 2016 saat 06:00 arasında, Hopa 262,1 mm, Arhavi 251,1 mm ve Fındıklı 270,8 mm değerlerinde yağış göstermiştir. Bu miktar yağışlar havzada daha önce hesaplanmış

olan ağustos ve eylül ayı yağış toplamalarının üzerinde değerlere ulaşılmıştır. Şiddetli yağışlar sel karakterli akışa sebep olmuş ve yatağından taşan akarsuyun yarattığı hasar yağışlarla beraber gevşek zemin örtüsünde heyelana sebep olmuştur. Sel karakterli akışın yatağını aşmasıyla seyelan karakterli akış taşkına sebep olmuş ve ilçe merkezinde yerleşim yerleri, ticarethaneler gibi birimlerin giriş bölümlerini kullanılamaz hale getirmiştir (Jeomorfoloji Derneği, 2016).



Fotoğraf 2.4: Jeomorfoloji Derneği çekiminden Kapisre Deresi selinin karayoluna yaptığı tahribat.

Şiddetli akışın ve beraberinde taşıdığı rüsubatın akarsu yatağına ve çarpma yamaçlarına yaptığı tahribat, akarsu kenarında bulunan yol, mesken ve yamaçlarda ciddi hasarlar, kopmalar ve çökmelerle sonuçlanmıştır (Fotoğraf 2.4).

2.2.1.2.4. 26 Ağustos 2010 / Gündoğdu (Rize)

Şiddetini arttırarak devam eden yağışlar m^2 24 saatte 166.2 kg ile toprağa düşmüştür. İki gün boyunca devam eden yağışlar toprağın doyması ve Değirmendere'nin taşmasıyla sonuçlanmıştır. Şiddetli şekilde akan dereler çevresinde tahribata yol açmış ve 80 cm yüksekliğinde suların olduğu taşkına sebep olmuştur. Bu afet sırasında

Karadeniz sahil yolu tahribata uğrayarak kullanılmaz hale gelmiş ve ulaşım kapatılmıştır. Eğimli yamaçlarda bulunan yerleşim yerleri yağışında etkisiyle heyelanlar sonucunda yıkılmış, tarlalar tahribata uğramış ve ne yazık ki 13 kişi hayatını kaybederken 6 kişide bu afette kaybolmuştur. Geçmiş yıllarda daha fazla yağışın yaşanmasına rağmen 2010 yılında olan bu hadise korkunç bir afete dönüşmüştür. Özellikle heyelanların ciddi hasarlar verdiği bu afet, yanlış arazi kullanımının bir sonucu olarak örneklendirilebilir.

2.2.1.2.5. 24 Eylül 2017 / Arhavi (Artvin)

Can kaybının yaşanmadığı bu afette aralıksız yağın şiddetli yağışlar sonrasında konut ve ticarethanelere su basmış, kanal ve dereler taşmıştır. Yaşanan sel ve taşkın maddi hasarlar vermiştir.

2.2.1.2.6. 28 Eylül 2019 / Arhavi, Hopa, Borçka (Artvin)

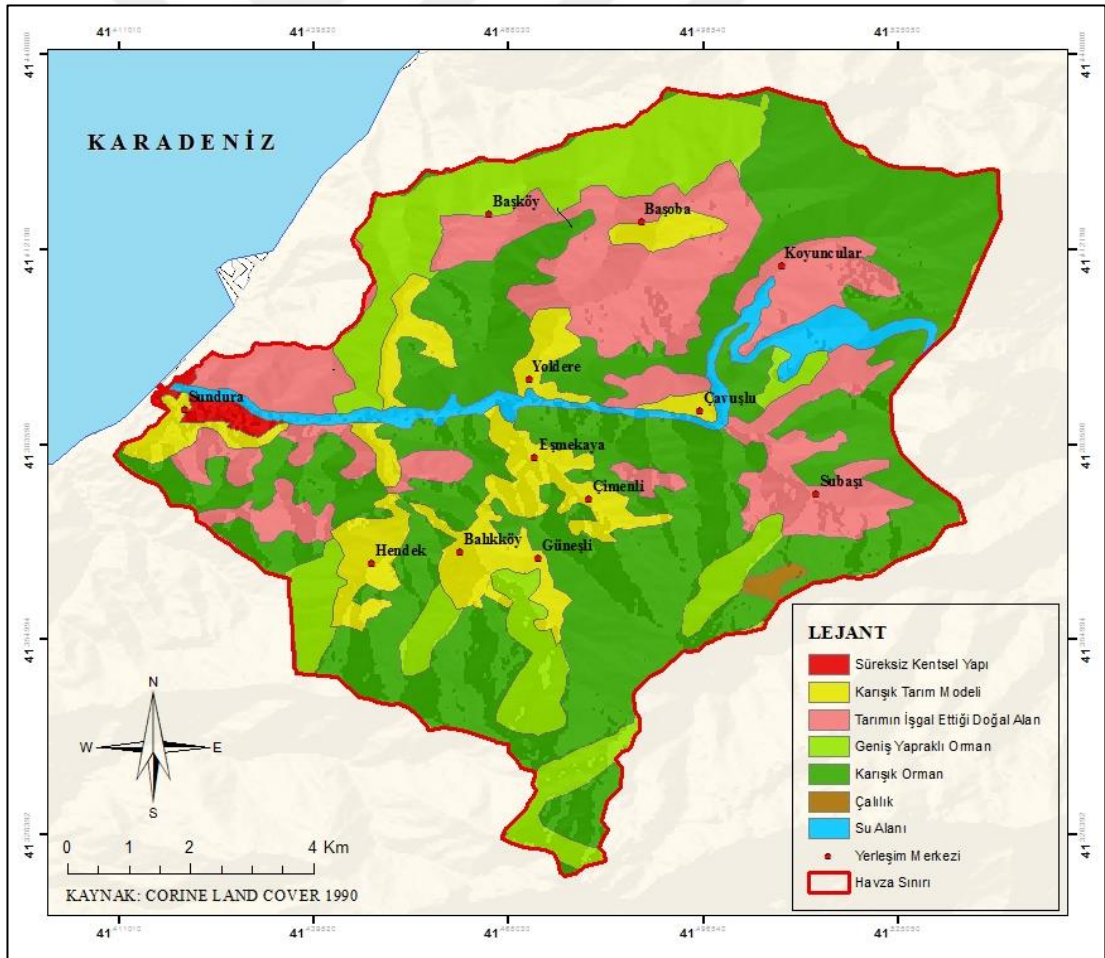
Gece boyu devam eden şiddetli yağışlar sonucunda Arhavi, Hopa ve Borçka'da dereler taşmış, taşkın sebebiyle yollar kapanmış ve heyelanlar meydana gelmiştir. İş ve yerleşim alanlarının zarar gördüğü bu olayda can kaybı yaşanmamış, heyelanlar sonucu kapanan yolların temizlenmesiyle kontrollü olarak köylere yardım ulaştırılmıştır. Diğer afetler ile benzer özellikler taşıyan bu olay yine yanlış arazi kullanımının bir getirisi olarak karşımıza çıkmaktadır.



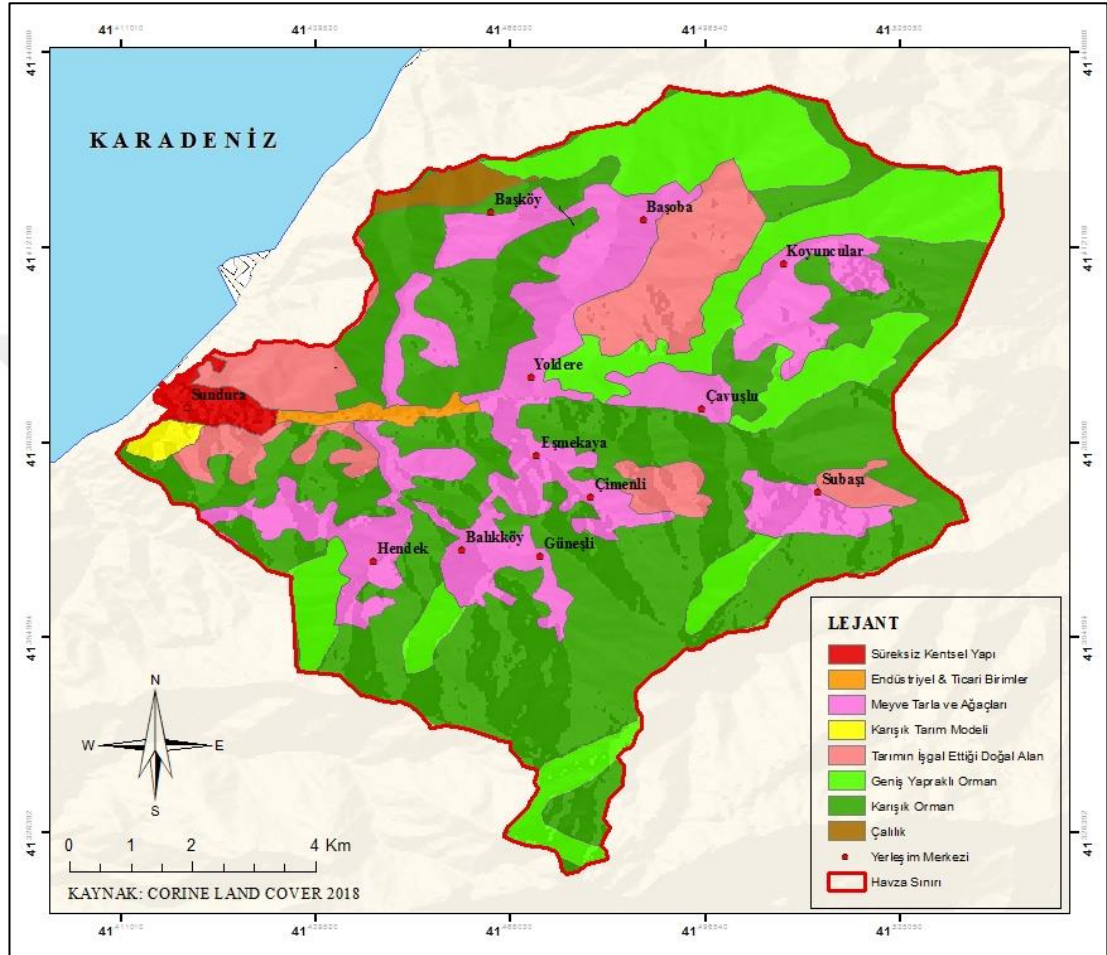
Fotoğraf 2.5: Arhavi 28.09.2019 Kapisre Çayı seline yol seviyesine çıkan akarsu tahribatı.

2.3. Arazi Kullanımındaki Değişim

Corine 1990 ve 2018 verileri kullanılarak arazi kullanımı haritaları oluşturulmuştur (Şekil 2.2, Şekil 2.3). İki harita karşılaştırıldığında 1990 yılında kıyı ve akarsu kenarında dar bir şerit halinde olan süreksiz kentsel alan, 2018 yılına gelindiğinde tarım arazilerinin yerine genişleyerek büyümüştür. 2018 yılında meyve ağaçları tarım arazilerinin yerlerini almıştır. Karışık tarım modellerinin uygulandığı araziler 1990 yılında daha fazla alan kaplarken 2018 yılında yalnızca şehir merkezinin batısında küçük bir alanda varlığını sürdürmektedir. 1990 yılında Hopa Çayı kıyılarında ormanlık alan yer kaplarken 2018 yılında Yoldere' ye kadar endüstriyel ve ticari birimler işgal etmiştir. Burada oto sanayi, taş ocağı, kereste fabrikası gibi birimlere rastlanabilmektedir.



Şekil 2.2: Hopa Çayı Havzası 1990 yılı arazi kullanım haritası.



Şekil 2.3: Hopa Çayı Havzası 2018 yılı arazi kullanım haritası (üretilen haritanın güncelliği arazi çalışmalarıyla doğrulanmıştır).

Arazi kullanımındaki en önemli değişim yerleşim alanları ve ticarethanelerin akarsu yatağını kısıtlayıcı olarak varlığını arttırmasıdır. Google Earth'ten alınan ekran görüntülerine bakıldığında zaman içinde olan bu yapılaşma daha net şekilde görülmektedir (Şekil 2.2, Şekil 2.3).

CORINE 1990		
Alan	Kilometre	Metre
Süreksiz Kentsel Yapı	0	483496
Karışık Tarım Modeli	8	7998318
Tarımın İşgal Ettiği Doğal Alan	15	15433776
Geniş Yapraklı Orman	12	11887078
Karışık Orman	35	34588443
Çalılık	0	258811
Su Alanı	3	2714012

Tablo 2.1: CORINE 1990 yılı arazi kullanım alanları tablosu.

CORINE 2018		
Alan	Kilometre	Metre
Süreksiz Kentsel Yapı	1	914408
Endüstriyel & Ticari Birimler	1	567594
Meyve Tarla ve Ağaçları	16	15575158
Karışık Tarım Modeli	0	397761
Tarımın İşgal Ettiği Doğal Alan	7	7457179
Geniş Yapraklı Orman	14	13595589
Karışık Orman	34	34112365
Çalılık	1	743865

Tablo 2.2: CORINE 2018 yılı arazi kullanım alanları tablosu.

Havzanın 1990-2018 yılları arasındaki arazi kullanım alanları kilometre ve metre olarak karşılaştırıldığında zaman içerisinde süreksiz kent yapı alanı 1km alana ilerlemiş, endüstriyel ve ticari birimler için 0.5 km'den fazla yeni alanlar yaratılmış, geniş yapraklı orman alanlarında artış gözlenmiştir. Bu duruma ek olarak tarım faaliyetlerinin kapladığı alanlarda büyük alan değişiklikleri yerine kullanım türünde değişimler yaşanmıştır (Tablo 2.1,Tablo 2.2Tablo 2.1: CORINE 1990 yılı arazi kullanım alanları tablosu.).



Şekil 2.4: 2000 yılı Hopa Çayı Havzası merkezinin uydu görüntüsü.



Şekil 2.5: 2020 yılı Hopa Çayı Havzası merkezinin uydu görüntüsü.

Yapılaşmanın artmasının bir etkisi olarak yakın çevrede açılan tarımsal üretim ve köylerle bağlantı yollarının sayısındaki artış bitki örtüsünde bir tahribata sebep olarak burada yaşanacak sel ve heyelanları tetikleyici rol oynamaktadır.

2.4. Mühendislik Projelerinin Müdahaleleri

2.4.1. Bent ve Sekiler

Hopa İlçesinde 2015 yılında 8 can kaybıyla sonuçlanan sel, taşkın ve heyelan afetinin ardından DSİ 26. Bölge Müdürlüğü tarafınca yürütülen projelerde Pınarlı, Sugören, Çimenli, Eşmekaya köylerinde tersip bendi ve ıslah sekisi inşa edilmiştir (Fotoğraf 2.6).

DSİ 26. Bölge Müdürlüğü Çoruh Projeleri kapsamında;

- Pınarlı Köyünde; 160 m U kanal, 74 m taşkın koruma duvarı, 3 adet tersip bendi, 5 adet menfez 37 adet kaskat, 10 adet brit, 220 m korkuluk
- Sugören Köyünde; 750 m U kanal,
- Çimenli Köyünde; 1.100 taşkın koruma duvarı, 97 adet brit, 2 adet tersip bendi, 5 adet menfez, 1.200 m korkuluk, 3 adet yaya köprüsü,
- Eşmekaya Köyünde; 200 m U kanal, 200 m taşkın koruma duvarı, 10 adet brit, 3 adet yaya köprüsü,
- Yoldere, Koyuncular köyleri ve Yukarı Sundura Deresi, Yoldere ve Koyuncular Deresi Taşkın Kontrolü Tesisi İnşaatı, 5000 metre taşkın koruma duvarı ve korkuluk, 110 adet brit, 5 adet yaya köprüsü,
- Yeşil Köy Köyü Yerleşim Yerleri ve Tarım Arazilerinin Güvenirlik ve Çaylık Derelerinin Taşkınlarından Korunması ile Çamlı Köyü Çamlı Deresi 4000 metre beton taşkın koruma duvarı, 3 adet kontur seki, 6 adet menfez, 150 metre betonarme kanal 4300 metre korkuluk, 2 adet yaya köprüsü, 2 adet araç köprüsü yapılacaktır.
- Sundura Mahallesi Berzerat Deresi, Subaşı Köyü Yerleşim Yerleri ve tarım arazilerinin korunması, 2350 metre beton duvar, 650 metre beton kanal, 2 adet geçirimli tersip bendi, 1 adet menfez, 3650 metre korkuluk, 187 adet brit, 5 adet araç, 1 adet yaya köprüsü yapılması planlanmaktadır.

Yapılması planlanan bu projelerin bir kısmı tamamlanmıştır.



Fotoğraf 2.6: Çimenli tersip bendi (Doguoffsetgazete.com, 2018).

Bu projeler, sağanak yağışlar sonucunda şiddetini arttıran yüzeysel akışın taşıyacağı rüsubatın mansaba kadara ilerlemesini engellemek amacıyla koruma önlemi olarak tasarlanmıştır. Aynı zamanda yatak yükü taşınımının azaltılması, taban oyulması ve yamaç göçmelerini engellemede etkilidir. Bu yapıların etkinliğini güçlendirmek için çevresine sık bitki dikimi yapmak gereklidir. Nemcil ortam seven bitkiler akışa geçen su miktarında azalmaya sebep olarak koruma faaliyetlerini desteklemektedir.

2.4.2. Dere Islahı Çalışmaları

Akışa geçen suyun şiddetini kontrol edebilmek amacıyla menfez, beton duvarlar ve yatak içi temizlik gibi çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle 2015 selinin ardından sel ve taşkın önleme çalışmalarına öncelik verilen Hopa İlçesi, bu konuda bazı projelere dahil edilmiştir. Bu duruma yönelik iş makineleri yardımıyla akarsu yatağının içerisinde biriken rüsubatı temizlemektedir. Bununla birlikte akarsu yer yer beton duvarlarla sınırlandırılmıştır (Fotoğraf 2.7).



Fotoğraf 2.7: Hopa ayı kanal içi seti.



Fotoğraf 2.8: Kanala alınan Hopa ayı.

Hopa Çayı üzerindeki menfezler incelendiğinde, farklı ölçülerde Yoldere köyüne kadar 6 adet menfez mevcuttur. Menfezlerin içerisinde taş, çakıl birikintileri gibi unsurların olması dikkat çekmektedir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: Hopa Çayı menfez dağılışı.

Menfezlerden 6. Menfez ve 2. Menfez boyut olarak değerlendirilmiştir. Menfezler arasında köprü vazifesi gören çift gözlü bir menfezde bulunmaktadır (Fotoğraf 2.9). 306 cm en, 310 cm boy ölçülerindeki büyükçe menfez 1968 cm ile oldukça uzun bir kanal oluşturmaktadır. Bu menfezlerden bir tanesinin içerisinde kayalarla dolu olduğu görülmektedir.



Fotoğraf 2.9: Hopa Çayı üzerinde bulunan 6. menfez ve boyutları.



Fotoğraf 2.10: Hopa Çayı üzerinde bulunan 2. menfez ve boyutları.

Diğer bir örnek olan 2. Menfez incelendiğindeyse, 6. Menfeze göre çok daha küçük boyutlarda olduğu görülmektedir. Hopa Çayı tabanından yaklaşık 1 metre kadar yüksekte bulunan bu menfez 130 cm en ve boy değerlerine sahiptir. Arkasında büyük bir su alanı bulunmamasından dolayı küçük bir alan kaplayan bu menfez etkili değildir (Fotoğraf 2.10).



Fotoğraf 2.11: Hopa Çayı üzerinde bulunan açık menfez.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMALI JEOMORFOLOJİ SORUNLARINA ÖNERİLERİLER

3.1. Yamaç Stabilizesini Sağlama

Sel, taşkın ve heyelanları önlemek için en önemli hususlardan biri yamaç stabilizesidir. Birçok faktörün etken olduğu bu konu için önleme çalışmaları, yamacın dengesinin henüz bozulmamış olduğu safhada başlanması önerilir.

Hopa Çayı Havzası'nda eğimli olan yamaçlar, kurak yaz döneminin ardından sonbaharın şiddetli sağanaklarıyla karşılaştıklarında zeminde sızma gerçekleşecek ve yüzeysel akışla beraber ayrılmış toprak örtüsünü tutacak yeterli bitki olmadığı koşulda heyelan veya akmalar gerçekleşecektir. Bu durumu önleme amacıyla eğimi azaltmak veya gevşek zeminin önüne engeller koyarak heyelanın hızını kesmek suretiyle şiddetini azaltmak için yamaçları teraslandırma yöntemi kullanılabilir. Yerleşmelerin olduğu alanlara yüksek eğimli yamaçlar için istinat duvarları, sıvı çekimi yöntemiyle sızmanın yüksek olduğu gevşek zeminlerin suyunu drene etmek, özellikle önemli yolların bulunduğu yamaçlar için payanda ile destekleme yöntemi kullanılarak önleme ve zarar azaltma çalışmaları uygulanabilir.



Fotoğraf 3.1: Hopa Çayı çarpma yamacında gerçekleşmiş akma ve yerleşimler.

Havzada şehir merkezine yakın bir konumda olan meskenlerin akarsu yamacına yerleştiği görülebilmektedir. Akarsuyun çarpma yamacında bulunan bu kısımda bir akma gerçekleşmiş ve akarsu tabanını işgal etmiştir. Akarsu tabanını dolduran bu tarz durumlar yolu tıkayarak şiddetli sağanak yağışlarda yüzeysel akışın şiddetini arttırmasına ve yön değiştirerek taşkınla sonuçlanmasına sebebiyet vermektedir. Yakın tarihte yamaç kıyısında olan yerleşmelerin akma, düşme ve heyelanlarla tahribata uğruyor olması daha önce bu havzada gerçekleşmiş afetlere rağmen geçerli bir tedbirin olmadığını kanıtlar niteliktedir. Yamacın hemen karşısı bir oto sanayi tesisidir. Akarsuyun kıvrım aldığı noktada havza daraltılarak alan açılmıştır (Fotoğraf 3.1).



Fotoğraf 3.2: Sel sonrası gerçekleşen kütle hareketiyle köy yolu tahribata uğradı.

Yaşanan sel ve heyelan felaketleri sonucunda meskenlere ait köy yolunun parçalandığını ve tahribata uğradığını görebilmekteyiz (Fotoğraf 3.2).

3.2. Arazi Potansiyeline Uygun Mekânsal Planlama

Arazi kullanım kabiliyet durumu incelendiğinde (Tablo 3.1), Hopa Çayı Havzası'nın yarısından fazlasında VII. sınıf arazinin geniş yer kapladığı görülmektedir. Ardından VI, II, IV sınıf araziler gelmektedir.

II. Sınıf arazi Hopa Çayı'nın vadi düzlüğünü oluştururlar. Bu topraklar tarım için verimli sayılan topraklardır. Engbeli topografya yüzünden dar bir alan kaplayan bu topraklarda genellikle yerleşmeler, sanayi ve ticaret tesislerini görmekteyiz. Yer yer evlerin bahçelerinde fındık ağacı, lahana, maydanoz gibi hane halkının tüketimine yönelik küçük çaplı tarımsal faaliyetler görülür.

IV. Sınıf arazi Hopa Çayı mansabının kuzeyinde kalan küçük bir alanı kaplamaktadır. Bu bölge yerleşim alanı ve yer yer tarımsal üretim için kullanılmaktadır.

VI. Sınıf arazi bölgede Hopa Çayı vadisinin yakın çevresinde bulunan henüz yükseltinin artmadığı alanları kaplar. Bu alanlar yer yer ormanlık alan, yer yerde meyve ağaçlarının bulunduğu tarımsal üretim alanlarını bulundurulur. Bu sınıf topraklar

ormanlık alanların gelişimine uygun olduğu için burada ormanlık alanların tahribatıyla yapılan tarımsal faaliyetler erozyona sebep olmaktadır.

Havzanın neredeyse tamamını kaplayan VII. Sınıf arazi ise yine ormanlık, fundalık, mera alanlarına uygun bir kabiliyete sahiptir. Havzada yüksek alanları kaplayan bu sınıf yer yer tarımsal üretime rastlanmasına rağmen genellikle geniş yapraklı, karışık orman veya iğne yapraklı ormanların görüldüğü sahadır. Burada köylerde yapılan çay tarımı yine erozyonu tetiklemektedir.

	Hopa	
	Alan (Ha)	Alan (%)
I	0	0
II	485.07	2.59
III	0	0
IV	197.56	1.05
V	0	0
VI	4488.13	23.92
VII	13329.12	71.05
VIII	0	0
Diğer	259.86	1.39

Tablo 3.1: Hopa İlçesi AKKS gruplarına göre dağılım tablosu (Özalp, 2013).

Arazi kullanım kabiliyet sınıfları (AKKS) dikkate alındığında bölgede verimli toprakların düzlük olması sebebiyle yerleşim olarak kullanıldığı görülmektedir. Çay gibi köklerinin tutucu etkisi az olan tarımsal ürünlerinse VI ve VII sınıf arazilerde orman örtüsünün kaldırılarak üretilmesiyle erozyona sebep olmaktadır. Heyelanların, akımların yaşandığı yamaçlar dikkatle incelendiğinde çay tarımının yapıldığı alanların daha fazla tahribata uğradığı görülmektedir.

3.3. Dere Yatağı Temizliği

Sağanak yağışlarla beraber şiddetini arttıran yüzeysel akış beraberinde birçok rüsubatı akarsu yatağı boyunca kuvveti yettiği ölçüde taşıyacaktır. Bu rüsubat akışın alanını daraltarak taşkına ve selin şiddetlenmesine sebep olacaktır. Akarsuyun normal seyrinde akışını sürdürdüğü zamanlarda da yaptığı küçük çaplı çakıl gibi taşımalar

yine havzada bir birikim yaratarak probleme sebep olabilmektedir. Bu sebeple bir önlem çalışması olarak düzenli bir şekilde özellikle akarsuyun şiddetini arttırdığı dönemlerde akarsu yatağındaki bu rüsubatın temizlenmesi gerekmektedir.



Fotoğraf 3.3: Hopa İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğüne ait dere yatağı temizliği (Artvinobm.ogm.gov.tr, 2016).

Sel felaketinin ardından devrilen ve akışın parçalayarak sürüklediği ağaç kütükleri görmekteyiz. Havzada bu tür rüsubatlar yüzeysel akışa engel teşkil edeceği için DSİ tarafından temizlenmektedir (Fotoğraf 3.3).



Fotoğraf 3.4: Hopa Çayında sel karakterli güçlü akışın getirdiği çakıllar.

Şiddetli sağanak yağışlarının yaşandığı sonbahar mevsiminde bile Hopa Çayı'nın vadi tabanına çakıl birikimine rastlamaktayız (Fotoğraf 3.4). Riskin yüksek olduğu bu mevsimde neredeyse her yıl tekrar eden afetlerin yaşanmasına rağmen hala yeterli çalışmaların yapılmadığını görebiliriz. Vadi tabanında biriken bu çakıllar akarsuyun akma hacminde daralma yaratacaktır, bu durum riskin boyutlarını arttıracaklarını için özellikle afet riski olan aylarda vadi tabanının temizlenmesi gerekmektedir.



Fotoğraf 3.5: Hopa Çayı içerisinde iş makinesi çalışmaları.

3.4. Köprü ve Yol Revizyon Projelerinin Yapılması

Hopa Çayı'nın kıvrım yaptığı kenarlarında bulunan yol ve yerleşimler akışın hızlandığı ve havza kapasitesinin dolduğu zamanlarda tahribata uğrayarak zarar görmektedir. Burada bulunan köprü ve yollar yeterince yüksek olmadığı gibi konumuna bağlı olarak hatalıdır.

Sel ve taşkınların etkili olduğu Yoldere Köyü girişinde arka arkaya iki köprü bulunmaktadır. Burası Hopa Çayı'nın ana yatağına akan bir kol üzerindedir. Hemen yanında bir ilköğretim ve ortaöğretim okulu olan bu köprüler arasındaki yükseklik farkı ortadır (Fotoğraf 3.6).



Fotoğraf 3.6: Hopa Yoldere Köyünde arka arkaya eski ve yeni köprü arasındaki fark.

28 Ekim 2019 tarihli sele ait görüntüler incelendiğinde, akışın oldukça şiddetli olduğunu ve bu durumda köprü'nün yetersiz kaldığı anlaşılmaktadır (Fotoğraf 3.7). Beraberinde taşıdığı rüsubatlar olduğundaysa köprüye zarar verecek hatta yol ve köprülerin yıkımına kadar gidebilecek bir risk oluşturmaktadır.



Fotoğraf 3.7 Hopa Çayı selinde akışın köprüye yaptığı tahribat.

Uygun olmayan köprü ve menfezler hasara uğramanın yanı sıra dar bir kanal oluşturarak akarsuyun şiddetlenmesinde yardımcı rol oynamaktadırlar.

3.5. Bitki Örtüsü Tahribinin Engellenmesi

Bitkiler kök yapıları ve su tutucu özellikleriyle kütle hareketleri için engel teşkil eden yapılardır. Yıllar içerisinde yerleşme ve tarım alanları için tahrip edilen ormanlık alanlar özellikle Hopa Çayı'nın yukarı çığırlarında erozyonun ve taşkın riskinin artmasına neden olmuştur.

Yalnızca 20 yılda bile yerleşim alanlarındaki artışı ve bitki tahribatını gözlemleyebilmekteyiz. Sahil yolu dolgusu için tahrip edilen onca topografya ve bitki örtüsü, çay tarımı için eğimi yüksek yamaçlardaki tahribat yıllar içerisinde iyice belirginleşmiştir.

Daha önceki bölümlerde incelenen arazi kabiliyet sınıflandırmasında havzada en çok VII. Sınıf arazinin varlığının bulunduğu açıklanmıştı. Bu arazi sınıfları erozyona yatkın tarım için çok da elverişli olmayan alanlardır. Bu alanlarda heyelan gibi afetleri engellemek ve yukarı çığırlarda meydana gelebilecek taşkınları önlemek için ağaçlandırma çalışmaları yapılmak zorundadır.

SONUÇ

Hopa Çayı Havzası üzerinde yapılan bu tez çalışmasında doğal ortam özellikleri ve getirilerinin insan faaliyetleriyle etkileşimi değerlendirilmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda bölgenin fiziki coğrafya özellikleri tespit edilmiş ve daha önce de yaşanan afetler değerlendirilerek gelecekte yaşanabilecek problemlere karşı çözüm önerileri sunulmuştur. Bu sonuçlar aşağıdaki maddelerce verilmiştir.

- Hopa Çayı Havzası'na düşen yağışlarda yıllar içerisinde artışlar ve mevsimlik rejim değişiklikleri gözlenmiştir. Kış yağışlarındaki azalma sonbahar yağışlarındaki artış olarak fark edilirken genel yağış toplamında da artış gözlenmektedir. Artan yağışlar yüzeysel akış üzerinde etki ederek şiddetli bir akış göstermesine neden olmuştur. Şiddetli akışlar ortam şartları sebebiyle sel, taşkın ve heyelanlara neden olarak birbirini tetikleyen afetler bütünü oluşturmuştur.
- Yıllar içinde görülen arazi kullanımındaki değişim afetlerin şiddet ve sayısında artışa neden olmuştur. Yüksek eğimli yamaçların geniş alan kapladığı havzada yaşayan halk yerleşim alanı seçimini sahadaki nadir düzlük alanı olan kıyı ve vadi ovası üzerinde kurmuştur. Zaman içinde artan nüfus büyümeye sebep olmuş ve vadi tabanı işgal edilmiştir. Konut ve ticaret alanları için yer açmak isteyen halk akarsu yatağını daraltarak yerleşim alanı açmış bununla da yetinmeyerek tarımsal faaliyetler için ormanlık alanlar tahrip edilerek genellikle çay ekilmiştir. Bu faaliyetler erozyon seviyesini arttırarak heyelan tehlikesi için zemin hazırlamıştır. Bu duruma ek olarak dere yatağının daraltılması ve arazi kullanımında görülen problemler selin şiddetini arttırarak hasarın oranını yükseltmiştir.
- Afetlerin engellenmesi amacıyla tersip bendi, ıslah sekisi, beton koruma duvarları gibi yapılar inşa edilmiştir. Fakat bu yapılardan koruma duvarları, menfez ve köprülerin yetersiz ve yer yer hatalı olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sahasında bulunan menfezlerin boyutları hesap edildiğinde çoğunluğunun dar ve küçük olduğu görülmüştür. Menfezlerin boyutlarının yetersizliği şiddetli akan yüzeysel akışın taşıdıkları rüsubatın burada tıkanmasıyla ve taşkına sebep olmasını sağlayacağı gibi dar bir kanal oluşturan menfezin akışın şiddetini arttırıcı bir etkiye sebep olarak vereceği hasarı arttırmasını da sağlayabilmektedir. Bununla beraber Hopa Çayı üzerinde bulunan köprülerin yeterli yüksekliğe sahip olmadığı tespit edilmiştir. Bu

durum menfezlerin yarattığı etkileri pekiştirmektedir. Akarsu yatağını saran beton koruma duvarlarındaysa yer yer yüksekliğin yetersiz kaldığı görülmektedir. Özellikle taşkın merkezi olan Hopa Çayı'nın mansap alanında hemen gerisinde yerleşim ve ticarethanelerin olması burada olası hasarı arttırıcı nitelik taşıdığı için dikkat edilmesi gerekmektedir. Burada duvarlarla akarsu yatağı gereğinden fazla daraltılmış doğal akış yönü sınırlandırılmış ve çarpma yamaçları için yeterli önlem alınmamıştır.

- Havzada çeşitli sebeplerle anakayadan ayrışan andezitlerin oluşturduğu regolit örtü gevşek bir zemin oluşturarak orman örtüsü tahribatının bir sonucunda tutucu etki azalmış ve yağışlar zeminde kütle hareketleri için uygun koşulları oluşturmuştur.

- Kütle hareketleri sonucunda oluşan yarıntı ve yamaç erozyonu , heyelan ve akmaların önüne geçebilmek için eğimin yüksek olduğu yamaçlarda teraslandırma çalışmaları yapılmalıdır.

- Sel ve taşkınları önlemek amacıyla yüzeysel akışa geçen su miktarının azaltılması veya lag time'in arttırılması için, özellikle yukarı çığırlarda ve yatak kenarı erozyonunu önlemek için Hopa Çayı'nın yamaçlarına bitki örtüsünü arttırıcı önlemler alınmalıdır. Ağaçlandırma çalışmaları yapılarak zeminin tutuculuğu sağlanmalı ve infiltrasyon arttırılmalıdır. Su kapanı, bent gibi akış engelleme sistemleri yapılmalıdır. Hopa Çayı'nın Karadeniz'e döküldüğü düzlük alanda meskenlerin ve karayolunun set gibi engellediği akarsu kollarının akışını engellemek için bu alanlardaki menfezlerin sayısı ve boyutları arttırılmalıdır .

- Hopa Çayı yatağının daraltıldığı alandan kurtulması ve su taşıma kapasitesinin arttırılması gerekmektedir. Mesken ve ticarethanelerin işgal ettiği akarsu yatağı kaldırılarak taşkın riski taşıyan bu bölge yenilenmelidir. Akarsuyun taşıyarak biriktirdiği yatak içi rüsubat ve molozların birikiminin önlenmesi gerekmektedir.

- Yağışlarla şiddeti artan Hopa Çayı'nın taşıdığı suların tüm kollarıyla aynı anda şehir merkezine toplanmasını önlemek amacıyla yeni kanallar oluşturularak olabildiğince suların bir araya gelmesi geciktirilmelidir.

- Cankurtaran'da yapılan tünel çalışmaların atıkları, sahil dolgusu için yapılan patlatma işlemleri veya taş ocağı çalışmalarının atıklarının Hopa Çayı yatağına atılması engellenerek su akışı kolaylaştırılmalıdır.

- Kanal ve istinat duvarlarıyla sınırlandırılan ve doğal akışı değiştirilen Hopa Çayı'nın doğal akışına uymayan şekilde yapılan mühendislik müdahaleleri

düzeltilerek yenilenmelidir. İmar kanununda değişikliğe gidilerek burada yerleşime izin verilmemelidir.

- Orman tahribatını engellemek amacıyla yeni çay tarlalarının açılması önlenmelidir.
- Erken uyarı sistemi kurularak, bölgede yapılacak bir çalışmayla birlikte olası afet durumunda etkilenecek konut ve sahalar tespit edilmeli ve toplanma alanları belirlenmelidir.

Hopa Çayı Havzası doğru planlama ile doğal koşulların afete dönüşmesi önlenerek can ve mal kayıplarının verilmediği sürdürülebilir bir yaşam sahası olabilir. Doğanın sürdürülebilir kullanımı günü değil geleceği kurtarmamızı da sağlayacaktır. Değişen iklime ayak uydurmak ve problemi daha iyi saptayarak bu bölge için yeni bir havza planlamasının uygulanması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Akbaş, B., Akdeniz, N., Aksay, A., Altun, İ.E., Balcı, V., Bilginer, E., Bilgiç, T., Duru, M., Ercan, T., Gedik, İ., Günay, Y., Güven, İ.H., Hakyemez, H.Y., Konak, N., Papak, İ., Pehlivan, Ş., Sevin, M., Şenel, M., Tarhan, N., Turhan, N., Türkecan, A., Ulu, Ü., Uğuz, M.F., Yurtsever, A. ve diğerleri: 2011 “1:1.250.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası”, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara-Türkiye.

Akkan, E.: 1974 “Doğu Karadeniz Bölgesinin Coğrafi Özellikleri”, Ankara, Ankara Üniversitesi Rektörlük.

Atalayı İ.: 1989 “Toprak Coğrafyası”, İzmir, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.

Atalay, İ.: 2002 “Türkiye’nin Ekolojik Bölgeleri”, Ankara, Orman Bakanlığı Yayınları.

- Ardel, A.: 1963 “Samsun'la Hopa Arasındaki Kıyı Bölgesinde Coğrafi Müşahedeler”, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi 13, 36-49
- Artvinobm.ogm.gov.tr, 2016 “Hopa Deresinde Taşkın Koruma Çalışması”, Erişim bağlantısı
[https://artvinobm.ogm.gov.tr/SitePages/OGM/OGMHaberler.aspx? List=9943fe84-ea36-4016-863e-baf1114f0daa&ID=262&Web=98e63224-3c54-4f23-b0e3-d336968d3f28](https://artvinobm.ogm.gov.tr/SitePages/OGM/OGMHaberler.aspx?List=9943fe84-ea36-4016-863e-baf1114f0daa&ID=262&Web=98e63224-3c54-4f23-b0e3-d336968d3f28)
- Avcı, M.: 1993 “Türkiye'nin Flora Bölgeleri Ve "Anadolu Diagonali"ne Coğrafi Bir Yaklaşım”, s. 28.
- Avcı, M.: 2004 “Ormangülleri Ve Türkiye’deki Doğal Yayılışları”, s.12.
- Avcı, M.: 2005 “Türkiye Bitki Örtüsünün Çeşitlilik Ve Endemizm Açısından Bir Değerlendirmesi”, s. 12.
- Bursa.com.; 2015, “Hopa'da deniz renk değiştirdi!”, Erişim bağlantısı
<https://www.bursa.com/hopada-deniz-renk-degistirdi-n199093/>
- Doguofsetgazete.com, 2018 “DSİ, Hopa’da Dere Islahı Çalışmalarına Devam Ediyor DSİ Çoruh Projeleri 26. Bölge Müdürlüğü Hopa’ya bağlı köylerde Dere Islahı Çalışmalarına Devam Ediyor.”, Erişim bağlantısı <http://www.doguofsetgazete.com/2018/10/02/dsi-hopada-dere-islahi-calismalarina-devam-ediyor-dsi-coruh-projeleri-26-bolge-mudurlugu-hopaya-bagli-koylerde-dere-islahi-calismalarina-devam-ediyor/>

- Dönmez, P. D.:
1979 “Umumi Klimatoloji Ve İklim Çalışmaları”, İstanbul, Coğrafya Enstitüsü.
- CNN Türk Web
Sitesi, 2009 “Artvin'de sel felaketi: 5 ölü “, Erişim bağlantısı
<https://www.cnnturk.com/2009/turkiye/09/24/artvinde.sel.felaketi.5.olu/544668.0/index.html>
- Duman, T.Y., Çan,
T. ve Emre, Ö.:
2011 “1/1.500.000 ölçekli Türkiye Heyelan Envanteri Haritası”, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayınlar Serisi-27, Ankara, Türkiye. ISBN: 978-605-4075-84-3
- Erinç, S.: 1965 “Yağış müessiriyeti üzerine bir deneme ve yeni bir indis.”, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları No:41.
- Esin, O., Ulupınar,
Y., Oğuz, K.,
Aksoy, M., Akbaş,
A. İ., Köse, S., &
Çelik, S.: 2016 “Artvin-Hopa Bölgesinde Meydana Gelen Taşkın Ve Heyelan Olayının İncelenmesi”, Ankara, Ulusal Heyelan Sempozyumu.
- Emre, Ö., Duman,
T.Y., Özalp, S.,
Elmacı, H., Olgun,
Ş. ve Şaroğlu,
F.:2013 “Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası”, Ölçek 1:1.250.000, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30, Ankara-Türkiye. ISBN: 978-605-5310-56-1
- Jeomorfoloji
Derneği.: 2015,
Eylül 5 “<http://www.jd.org.tr>” adresinden alındı.

- Jeomorfoloji
Derneği.: 2016,
Eylül 7. “<http://www.jd.org.tr/icerik/01-eylül-2016-arhavi-sel-taşkın-kütle-hareketleri-afeti>” adresinden alındı.
- Koday, Z.: 1995 “Hopa İlçesinin Coğrafyası”, Erzurum.
- Kurter, A., &
Hoşgören, M. Y.:
1975 “Jeomorfoloji Tatbikatı”, İstanbul, Edebiyat Fakültesi
Matbaası.
- Mater, B.: 1998 “Toprak Coğrafyası”, İstanbul, Çantay Kitapevi.
- Şenel, M., & Aydal,
N., Papak İ.,
Coşkun, A.,
Ebeperi, N.: 2002 “1/500.000 Trabzon Paftası”, Türkiye Jeoloji Haritası.
Ankara, Maden Tetkik Ve Arama.
- T.C. İçişleri
Bakanlığı Afet Ve
Acil Durum
Yönetimi.: 2020 <https://deprem.afad.gov.tr/depremdetay;jsessionid=9cc610aa9e7cd7c682e6f1228fcf58e4?eventid=470003#> adresinden alındı.
- Tarkan, T.: 1973 “Rize-Hopa Yöresinin Coğrafi Etüdü”, s. 145.
- Tatar, V., Özer, M.
B., & Kartal, A.:
2019 “Deniz Taşımacılığı Ve Limanların Ekonomik
Etkileri:Hopa Limanı Analizi”. 6, s. 5.

- Thornthwaite, C.:1948 “An Approach Toward A Rational Classification Of Climate”, Geographical Review.
- Trthaber.com,: 2015 “Artvin’de Sel Felaketi” ,Erişim bağlantısı <https://www.trthaber.com/haber/turkiye/artvinde-sel-felaketi-200159.html>
- Turoğlu, H.: 1997 “İyidere Havzası’nın Hidrografik Özelliklerine Sayısal Yaklaşım”, s. 32.
- Turoğlu, H.: 2000 “Doğal Ortam Analizi Ve Düzenleme-Planlama Çalışmaları”, s. 8.
- Turoğlu, H.: 2005 “Trabzon-Sarp Arası Karadeniz Akları Doğal Ortam Özellikleri Ve İnsan”, İstanbul.
- Turoğlu, H.: 2014 “İklim Değişikliği Bağlamında İstanbul’un Su Yönetimi Problemleri (In The Context Of Climate Change, Water Management Problems Of Istanbul)”, Tücaum VIII, Coğrafya Sempozyumu (S. 97-108). Ankara: Bildiriler Kitabı.
- Turoğlu, H., & Özdemir, H.: 2005 “Bartın’da Sel Ve Taşkınlar”, İstanbul, Çantay Kitapevi.
- Turoğlu, H., Erginal, A., Cürebal, İ., & Döker, M. F.: 2015 “Hopa’da Yağışın Tetiklediği Sel, Taşkın Ve Heyelan Afetleri (24.08.2015)”, Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu 2015. Samsun, Bildiriler Kitabı.

Türkiye Ormancılar
Derneği.: 09 Eylül
2015

“Artvin İli, Hopa İlçesi Ve Çevresinde 24 Ağustos 2015
Tarihinde Meydana Gelen Sel Ve Heyelan Felaketi
Hakkında Rapor”.

Yavuz Özalp, A.,
Akıncı, H., &
Temuçin, S.: 2013

“Artvin İli Arazisinin Topografik Ve Bazı Fiziksel
Özelliklerinin Tespiti Ve Bu Özelliklerin Arazi Örtüsü İle
İlişkisinin İncelenmesi”, 14, s. 2.

