



**AFRİN ÇAYI YUKARI HAVZASI'NIN
UYGULAMALI HİDROGRAFYASI**

**2023
YÜKSEK LİSANS TEZİ
COĞRAFYA**

Mustafa Sait HAFIZOĞLU

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Öznur YAZICI**

AFRİN ÇAYI YUKARI HAVZASI'NIN UYGULAMALI HİDROGRAFYASI

Mustafa Sait HAFIZOĞLU

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Öznur YAZICI

T.C.

Karabük Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Coğrafya Anabilim Dalında

Yüksek Lisans Tezi

Olarak Hazırlanmıştır

KARABÜK

Aralık 2023

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	1
TEZ ONAY SAYFASI	5
DOĞRULUK BEYANI.....	6
ÖNSÖZ	7
ÖZ	8
ABSTRACT.....	10
ARŞİV KAYIT BİLGİLERİ.....	12
ARCHIVE RECORD INFORMATION	13
KISALTMALAR.....	14
ARAŞTIRMANIN KONUSU VE KAPSAMI	17
ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ.....	18
ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	20
SINIRLILIKLAR/KARŞILAŞILAN GÜÇLÜKLER.....	21
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	22
GİRİŞ.....	28
1. UYGULAMALI HİDROGRAFYA ÖZELLİKLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER	31
1.1. Jeolojik Özellikler	31
1.1.1. Mesozoyik.....	33
1.1.1.1. Kretase (Üst Kretase)	33
1.1.1.1.a. Dolomit-Dolomitik Kireçtaşı-Kireçtaşı (Kkçt1)	33
1.1.1.1.b. Killi Kumlu Kireçtaşı, Marn, Killi Kireçtaşı (Kkçt2).....	33
1.1.2. Senozoyik.....	33
1.1.2.1. Paleojen	33
1.1.2.1.a. Ofiyolit Karmaşığı (Kof).....	33
1.1.2.1.b. Killi Kireçtaşı-Marn-Kumtaşı Ara Bantlı Marn (KPmrn)	34

1.1.2.1.c. Killi Çakıltası-Çakıllı Kireçtaşı-Tebeşirli Kireçtaşı-Kavkılı Kireçtaşı (Ekçt).....	34
1.1.2.1.d. Marnlı-Marnlı Kireçtaşı-Tebeşirli Kireçtaşı (Omrn).....	35
1.1.3. Neojen.....	35
1.1.3.1. Kireçtaşı (Mkçt).....	35
1.1.3.1.a. Çakıltası-Kumtaşı-Şeyl-Çakıllı Kiltası (Mfl)	35
1.1.3.1.b. Bazalt (Mbz).....	36
1.1.4. Kuvaterner	36
1.1.4.1. Alüvyon (Qal).....	36
1.2. Çalışma Alanının Paleocoğrafik ve Paleotektonik Gelişimi	38
1.3. Jeomorfolojik Özellikler	43
1.3.1. Dağlık Alan	43
1.3.2. Platoluk Alan	48
1.3.3. Ovalık Alan	53
1.3.4. Vadi Alanları.....	54
1.4. İklim Özellikleri	56
1.4.1. İklim Elemanları	58
1.4.1.1. Sıcaklık.....	58
1.4.1.2. Nemlilik ve Bulutluluk.....	60
1.4.1.3. Yağış.....	63
1.4.1.4. Basınç	66
1.4.1.5. Rüzgâr	67
1.4.2. İklim Sınıflandırması.....	71
1.5. Toprak Örtüsü	73
1.5.1. Zonal Topraklar.....	73
1.5.1.1. Kırmızı Akdeniz Toprakları.....	73
1.5.1.2. Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	73
1.5.2. İntrazonal Topraklar	75
1.5.2.1. Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	75
1.5.2.2. Kireçli Topraklar	76
1.5.2.3. Bazaltik Topraklar	76
1.5.3. Azonal Topraklar.....	80
1.5.3.1. Alüvyal Topraklar	80

1.5.3.2.	Kolüvyal Topraklar	80
1.6.	Bitki Örtüsü.....	84
1.7.	Arazi Kullanımı.....	91
2.	AFRİN ÇAYI YUKARI HAVZASI'NIN HİDROGRAFİK ÖZELLİKLERİ VE HİDROMETRİK ANALİZLERİ	94
2.1.	Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın Su Potansiyeli	94
2.2.	Afrin Çayı (Yukarı Havza) ve Yan Kolları	95
2.3.	Baraj ve Göller	96
2.4.	Kaynaklar.....	97
2.5.	Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın Drenaj Ağı	99
3.	HAVZANIN MORFOMETRİK ANALİZLERİ.....	113
3.1.	Çizgisel Parametreler.....	114
3.1.1.	Havza Uzunluğu (<i>Lb</i>).....	114
3.1.2.	Havza Maksimum Genişliği (<i>W</i>).....	114
3.1.3.	Ana Akarsu Uzunluğu (<i>Lm</i>)	115
3.1.4.	Ortalama Akarsu Uzunluğu (<i>Lum</i>).....	116
3.1.5.	Çatallanma Evresi ve Oranı (<i>Rb</i>)	117
3.1.6.	Akarsu Uzunluk Oranı (<i>Rl</i>)	136
3.1.7.	Yatak Eğim Oranı (<i>Rm</i>).....	138
3.1.8.	Yatak Kıvrımlılığı Oranı (<i>Rsi</i>).....	139
3.2.	Alansal Parametreler	140
3.2.1.	Havza Alanı (<i>A</i>).....	141
3.2.2.	Havza Çevresi (<i>P</i>).....	141
3.2.3.	Dairesellik Oranı (<i>Rc</i>).....	142
3.2.4.	Havza Uzunluk Oranı (<i>Re</i>)	143
3.2.5.	Vadi (Drenaj) Yoğunluğu (<i>Dd</i>).....	144
3.2.6.	Akarsu Sıklığı (<i>Fs</i>)	145
3.2.7.	İnfiltrasyon Sayısı (<i>IN</i>)	147
3.2.8.	Tekstür Oranı (<i>Rt</i>)	148
3.3.	Yüzeysel Parametreler	149
3.3.1.	Yükselti (<i>E</i>)	149
3.3.2.	Eğim (<i>S</i>).....	153
3.3.3.	Bakı (<i>A</i>)	156

3.3.4. Güneş Radyasyon Analizi (<i>ASR</i>)	159
3.3.5. Topografik Pozisyon İndeksi Analizi (<i>TPI</i>).....	161
3.3.6. Yüzey/Alan İndisi Analizi (<i>SAR</i>)	163
3.3.7. Havza Rölyefi (<i>Bh</i>) ve Rölyef Oranı (<i>Rr</i>)	165
3.3.8. Hipsometrik İntegral (<i>Hi</i>) ve Hipsometrik Eğri (<i>Hc</i>).....	167
3.3.9. Gravelius Katsayısı (<i>Kg</i>)	176
SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	178
KAYNAKÇA	189
HARİTALAR LİSTESİ	198
TABLolar LİSTESİ	200
ŞEKİLLER LİSTESİ	201
GRAFİKLER LİSTESİ	202
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ.....	204
ÖZGEÇMİŞ.....	206

TEZ ONAY SAYFASI

Mustafa Sait HAFIZOĞLU tarafından hazırlanan “AFRİN ÇAYI YUKARI HAVZASI’NIN UYGULAMALI HİDROGRAFYASI” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Öznur YAZICI

Tez Danışmanı, Coğrafya Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından Oy Birliği ile Coğrafya Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 30/11/2023

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan: Prof. Dr. Mücahit COŞKUN (KBÜ)

Üye : Doç. Dr. Öznur YAZICI (KBÜ)

Üye : Doç. Dr. Musa ULUDAĞ (TÜ)

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

Doç. Dr. Zeynep ÖZCAN

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

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

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

Adı Soyadı: Mustafa Sait HAFIZOĞLU

İmza :

ÖNSÖZ

“Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın Uygulamalı Hidrografyası” adını taşıyan bu çalışma, yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Daha önce, söz konusu bölgenin fiziki coğrafya ve hidrografya özelliklerini ele alan detaylı bir çalışma olmaması bu sahayı çalışılmasındaki en önemli etkidir.

Çalışma üç bölümden oluşmuştur. Birinci Bölüm'de uygulamalı hidrografyaya etki eden jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerine, genel iklim, toprak, bitki özelliklerine ve arazi kullanımına değinilmiştir. İkinci Bölüm'de Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın hidrografik özellikleri ve hidrometrik analizleri, akarsu ağı, drenaj tipleri ve gelişimlerinden bahsedilmiştir. Üçüncü Bölüm'de ise havzanın morfometrik analizleri; çizgisel, alansal ve yüzeysel parametreler olarak üç başlık altında ele alınmıştır. Havzanın su bölümü çizgileri dikkate alınarak belirlenen sınırı ile bu alanda yapılan analizler ve veriler sonucu kendine has coğrafi karakteristiği ortaya konulmuştur.

Tezimin danışmanlığını konu seçiminden tamamlanmasına dek büyük fedakârlıklar göstererek emek sarf eden, bilgi ve tecrübesini esirgemeyen hocam Doç. Dr. Öznur YAZICI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca Karabük Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nde bulunan diğer öğretim üyesi hocalarıma teşekkürü borç bilirim. Veri toplama ve havza konusunda yardımcı olan DSİ 20. Bölge Müdürlüğü – Kahramanmaraş'tan Mehmet KEÇİK Bey'e, Yılmaz DOĞRULUK Bey'e, Cem KALKAN Bey'e ve DSİ 202. Gaziantep Şube Müdürlüğü'nden Mehmet POLAT Bey'e teşekkür ediyorum. Bana her zaman destek olan aileme çok teşekkür ederim.

Mustafa Sait HAFIZOĞLU

ÖZ

Bu çalışmada, güney bölümü Kilis ili ve kuzey bölümü Gaziantep ili sınırları içerisinde bulunan, güneyde Türkiye-Suriye siyasî sınırından geçen ve sonrasında Asi Nehri'nin bir kolunu meydana getiren Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın uygulamalı hidrografyası konu edilmiştir. Havzanın jeolojik, jeomorfolojik, iklim, toprak ve bitki örtüsü özelliklerinin hidrografya üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi, hidrometrik ve morfometrik analizlerin havzadaki afet ve arazi kullanımı açısından potansiyelini ortaya koymak amaçlanmıştır. Araştırmada nicel ve nitel yöntemler bir arada kullanılmıştır. İklim sınıflandırmaları için çeşitli formüllerden yararlanılmış, haritalama ve morfometrik analizler için gerekli olan indis hesaplamaları Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında ArcGIS yazılımında tamamlanmıştır. 824.73 km² alana sahip olan çalışma alanı, tektonik faaliyetlerle şekillendikten sonra akarsu erozyonuyla yarılmış ve parçalanmış engebeli bir arazi oluşturur. Bölge, Mesozoik'ten günümüze kadar çeşitli jeolojik süreçlerin etkisi altında gelişmiş ve özellikle Miyosen'de Arap Levhası'nın Anadolu'ya çarpmasıyla güçlenen kıvrılma, kırılma ve yükselme hareketlerine maruz kalmıştır. En yüksek noktası 1486 m'ye yükselen, en alçak noktası ise 355 m olan sahada 9 alt havza belirlenmiş; çizgisel, alansal ve yüzeysel bazda toplam 27 parametre seçilerek hesaplama ve tespitler gerçekleştirilmiştir. Alt havzalar alfabetik olarak; Altıbağ Deresi Alt Havzası, Bozafrin Deresi Alt Havzası, Değirmen Deresi Alt Havzası, Deliçay Deresi Alt Havzası, Derin Dere Alt Havzası, Ferikpınar Deresi Alt Havzası, Karaafirin Deresi Alt Havzası, Kara Dere Alt Havzası ve Kınacık Deresi Alt Havzası olarak sıralanabilir. Bulgulardan elde edilen sonuçlara göre; Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın jeomorfolojik gelişim açısından olgunluk aşamasına geçtiği, ancak yakın zamanda gerçekleşen neotektonik hareketlerle gençleşmeye uğradığı görülmüştür. Havzada aşınım ve birikim süreçleri sürmekte, akarsu yoğunluğu maksimum seviyede, yamaçlarda yaygın kütle hareketleri, antedant yarma vadi oluşumu ve gömük mendereslenmeler gerçekleşmektedir. Bu araştırma ile topografik harita üzerinden klâsik yöntemlerle belirlenmesi zor ve zaman alıcı olan havza sınırlarının ve diğer morfometrik özelliklerin CBS yöntemi dâhilinde, sayısal ve yükseklik verileri kullanarak daha kolay ve hızlı yapılabileceği anlaşılmıştır. Morfometrik analiz

sonuçlarına göre, çalışma alanında taşkın riski en yüksek olan alt havzaların Karaafrin ve Ferikpınar derelerine ait olduğu söylenebilir. Bu kapsamda, başta sözü edilen akarsu havzaları olmak üzere, bütün havza genelinde sel ve taşkın tehditlerini önlemeye, araziden verimli şekilde yararlanmaya ve özellikle glerle hızlı şekilde artan nüfusun ihtiyaçlarına yönelik plnların yapılmasına önem verilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Afrin ayı; Jeomorfoloji; Morfometri; Hidroloji; Uygulamalı Hidrografya; Coğrafi Bilgi Sistemleri

ABSTRACT

In this study, the applied hydrography of the Upper Afrin Stream Basin which the southern part is within the borders of Kilis province and the northern part is within the borders of Gaziantep province, afterward passes through the Turkey-Syria political border in the south, and lastly forms a branch of the Orontes River is discussed. It aims to evaluate the effects of the geological, geomorphological, climate, soil, and vegetation characteristics of the basin on the hydrography and to put forward the potential of hydrometric and morphometric analyses in terms of disaster and land use in the basin. Quantitative and qualitative methods were used together in the research. Various formulas were used for climate classifications, and the indices calculations required for mapping and morphometric analyzes were completed in ArcGIS software in the Geographic Information Systems environment. The study area which has an area of 824.73 km² forms a rugged land that is cut down by stream erosion after being shaped by tectonic activities. The region has developed under the influence of various geological processes from the Mesozoic to the present day and has been exposed to folding, breaking, and uplift movements, which were strengthened by the impact of the Arabian Plate against Anatolia, especially in the Miocene. 9 sub-basins have been identified in the field, the highest point of which rises to 1486 m and the lowest point of which is 355 m, after calculations and determinations were made by selecting a total of 27 parameters on linear, areal, and relief basis. Sub-basins can be listed alphabetically as Altıbağ Creek Sub-Basin, Bozafrin Creek Sub-Basin, Değirmen Creek Sub-Basin, Deliçay Creek Sub-Basin, Derin Creek Sub-Basin, Ferikpınar Creek Sub-Basin, Karaafrin Creek Sub-Basin, Kara Creek Sub-Basin and Kınacık Creek Sub-Basin. According to the results obtained from the findings, it has been observed that the Upper Afrin Stream Basin has reached maturity in terms of geomorphological development, but has undergone rejuvenation with recent neotectonic movements. Erosion and deposition processes continue in the basin, stream density is at maximum level, widespread mass movements on the slopes, antecedent split valley formation and buried meanders are taking place. With this research, it has been understood that basin boundaries and other morphometric features, which are difficult and time-consuming to

determine using classical methods on topographic maps, can be determined more easily and quickly using numerical and elevation data within the GIS method. According to the morphometric analysis results, it can be said that the sub-basin with the highest flood risk in the study area belongs to Karaafrin and Ferikpinar streams. In this context, importance should be given to preventing floods and inundation threats throughout the entire basin, especially the stream basins in question, to make efficient use of the land, and to make plans specifically for the needs of the rapidly increasing population due to migration.

Keywords: Afrin Stream; Geomorphology; Morphometry; Hydrology; Applied Hydrography; Geographic Information System

ARŞİV KAYIT BİLGİLERİ

Tezin Adı	Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın Uygulamalı Hidrografyası
Tezin Yazarı	Mustafa Sait HAFIZOĞLU
Tezin Danışmanı	Doç. Dr. Öznur YAZICI
Tezin Derecesi	Yüksek Lisans
Tezin Tarihi	30/11/2023
Tezin Alanı	Coğrafya Anabilim Dalı
Tezin Yeri	KBÜ/LEE
Tezin Sayfa Sayısı	206
Anahtar Kelimeler	Afrin Çayı; Jeomorfoloji; Morfometri; Hidroloji; Uygulamalı Hidrografya; Coğrafi Bilgi Sistemleri

ARCHIVE RECORD INFORMATION

Name of the Thesis	Applied Hydrography of Upper Afrin Stream Basin
Author of the Thesis	Mustafa Sait HAFIZOĞLU
Advisor of the Thesis	Assoc. Prof. Dr. Öznur YAZICI
Status of the Thesis	Master's Degree
Date of the Thesis	30/11/2023
Field of the Thesis	Geography
Place of the Thesis	UNIKA/IGP
Total Page Number	206
Keywords	Afrin Stream; Geomorphology; Morphometry; Hydrology; Applied Hydrography; Geographic Information System

KISALTMALAR

AGİ	: Akarsu Gözlem İstasyonu
AB	: Alçak Basınç
B	: Batı
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
cP	: Karasal Polar
cT	: Karasal Tropikal
CTI	: Composed Topographic Index (Topografik Bileşke İndisi)
cm	: Santimetre
Ç	: Çay
D	: Doğu
D.	: Deresi
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
°	: Derece
°C	: Santigrat Derece
G.	: Gölet
G	: Güney
GB	: Güneybatı
GD	: Güneydoğu
GIS	: Geographical Information Systems
Ha	: Hektar
HGM	: Harita Genel Müdürlüğü
HLI	: Heat Load Index (Isı Yükleme İndisi)
K.	: Kurak
K	: Kuzey

KB	: Kuzeybatı
KD	: Kuzeydoğu
km	: Kilometre
km²	: Kilometrekare
m/sn	: Metre/Saniye
m	: Metre
m²	: Metrekare
m³/sn	: Metreküp Bölü Saniye
maks	: Maksimum
mm	: Milimetre
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
min	: Minimum
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
Ort	: Ortalama
OSGB	: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı
r	: Yarı çap
SAR	: Surface/Area Ratio (Yüzey/Alan Oranı)
SL	: Akarsu Boy/Gradyan İndeksi
SPC	: Slope Position Index (Eğim Pozisyonu İndisi)
SRR	: Surface-Relief Ratio (Yüzey/Şekil Oranı)
Sn	: Saniye
SYM	: Sayısal Yükselti Modeli
T.	: Tepesi
TPI	: Topographic Position Index (Topografik Pozisyon İndisi)
TRI	: Topographic Ruggedness Index (Topografik Pürüzlülük İndisi)
vb.	: Ve benzeri
Vf	: Vadi Tabanı Genişliği/Vadi Yüksekliği Oranı

YB	: Yüksek Basınç
YK	: Yarıkurak
YN	: Yarı nemli
YSKYY	: Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği
%	: Yüzde

ARAŞTIRMANIN KONUSU VE KAPSAMI

Hazırlanan araştırmada Afrin ayı Yukarı Havzası'nın uygulamalı olarak hidrografik özelliklerinin analizleri konu alınmaktadır. Akarsu havzasının büyüklüğü, akarsu havzasının biçimi, akarsu drenaj yoğunluğu ve akarsu frekansı, çatallanma oranı, havza eğimi, havzanın ortalama yüksekliliği, havza çevresinin ölçülmesi, kanal uzunluğu, akarsu yoğunluğu, akarsu sıklığı gibi birçok parametrenin analizi, havza ve akarsuların karakteristikleri hakkında bilgi verir.

Bu alıŐma, giriş ve sonuç kolu hariç  bölümden oluşmaktadır. Birinci Bölüm'de uygulamalı hidrografya özelliklerini etkileyen faktörlerden bahsedilmiştir. Bunlar arasında; jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerin birer parçası olan dağlık alanlar, plato alanları, ovalık alanlar ve vadiler ele alınmıştır. İklım zellikleri kapsamında, iklim elemanlarını oluşturan sıcaklık, nemlilik, bulutluluk, yağış, basınç ve rzgrlar Şeklinde ele alınmıştır. Ardından, iklim sınıflandırılması yapılmıştır. Diğer faktörler olarak; toprak örtüsü, bitki örtüsü ve arazi kullanımı incelenmiştir. İkinici Bölüm'de araştırma sahasının hidrografik özellikleri ve hidrografik analizlerinin alt birimleri dâhilinde sahanın su potansiyeli, baraj ve glleri, drenaj ağı ele alınmıştır. nc Bölüm'de havzanın çizgisel, alansal ve yüzeysel parametreleri kapsamında morfometrik analizleri yapılmış, Afrin ayı kollarının meydana getirdiği alt havzaların bazıları özellikleri ortaya konularak karşılaştırılmıştır.

ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Bu çalışma, Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın hidrografik, morfometrik, hidrometrik ve jeomorfolojik özelliklerini, oluşum ve gelişim süreçlerini ve bu süreçte hangi faktörlerin etkili olduğunu ortaya koymayı, belirlenen sorunlara çözüm önerileri getirmeyi amaç edinmiştir.

Dünyanın farklı yerlerinde birçok akarsu havzası ve alt havzalarının drenaj özellikleri farklı yöntemlerle çalışılmaktadır. Morfometrik çalışmalar, akarsu drenajına ait özelliklerin ölçümünün yapılmasında da kullanılır. Genel olarak akarsu havzasının büyüklüğü, alanı, çevresi, drenaj yoğunluğu, çatallanma oranı, havza eğimi gibi birçok parametrenin hesaplanması, ölçümü ve analiziyle havza ve akarsuların karakteristikleri hakkında bilgi elde edilir. Akarsu ağlarının ve havza sınırlarının doğru belirlenmesi, havza morfometrisi çalışmalarının temelini oluşturur. Havzanın morfolojisinin şekillendirici etmenler noktasında akarsuların belirlenmesi ve bu morfometrik parametrelerin analizi, son yıllara kadar topografya haritaları üzerinden sayısallaştırılarak yapılmıştır. Bu durum oldukça zor olmakla birlikte, morfometri çalışmalarını küçük alanlar ile sınırlamaktaydı. Topografya haritalarında drenajı temsil eden mavi çizgiler, kartografik sınırlamalar ve kartografların subjektif yargıları nedeniyle hata oranını arttırır. Bu sebeplerle; günümüzde CBS, bilgisayar ve uzay teknolojilerinin gelişmesi ile özellikle son 20 yıllık süreçte jeomorfolojik analizlerde temel olarak Digital Elevation Models (DEM) yani Sayısal Yükselti Modelleri (SYM) kullanılmaktadır (Patton & Baker, 1976; Pike, 2000; Gündoğdu, 2003; Goudie, 2004; Güreşçi, Seyrek, & Sargın, 2012; Farhan, Anbar, Enaba, & Al-Shaikh, 2015; Karataş, 2017; Elbaşı & Özdemir, 2018).

Son yıllarda morfometrik analizler jeomorfoloji ve hidrografya araştırmalarına entegre edilerek, çok sayıda makale ve lisansüstü çalışmalar üretilmektedir. Yazıcı (2022), Türkiye'de jeomorfolojinin kullanıldığı lisansüstü tezleri incelemiş ve morfometrik analizlerin uygulanma amaçlarını şu şekilde sıralamıştır:

- ✓ Akarsu ya da göl havzalarının, karstik depresyonların, sirklerin, drumlinlerin, kumulların ve benzer başka yerçekillerinin oluşum ve gelişimlerinin anlaşılabilmesi,
- ✓ Drenaj sistemlerinin arazi yapısına etkisinin tespiti,
- ✓ Farklı havzaların karşılaştırılabilmesi,

- ✓ Havzaların ve diğer doğal kaynakların en etkili ve en uygun şekilde yönetilebilmesi,
- ✓ Yukarı havzada sel ve aşağı havzada taşkın riskinin belirlenmesi ve diğer doğal afetlere karşı önlem alınabilmesi,
- ✓ Havza ya da yerçekli gelişiminin hangi evrede bulunduğu,
- ✓ Özellikle sınır aşan (uluslararası) akarsuların niteliklerinin ortaya konulması,
- ✓ Bina-yol-baraj-köprü ve başka inşaat işlerinin plânlanması,
- ✓ Devlet ve özel kurumların uygulamalarına yönelik veri ihtiyacının giderilmesi,
- ✓ Yakın çevredeki yerel halkın arazi kullanımının ele alınması (Yazıcı, 2022).

Çalışma sahasının seçilmesinde en önemli kriter, Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın daha önceki çalışmalarda sadece ana hatlarıyla incelenmiş olması, ancak detaylı bir çalışmanın yapılmamış olmasıdır. Yapılan literatür çalışmasında, araştırma sahasının coğrafi özelliklerinin daha önce yeterince araştırılmadığı görülmüştür. Bunun sebebi muhtemelen, araştırma sahasının nispeten gelişmiş bölgeler arasında geri kalmış bir sınır bölgesi oluşudur. Bu yörenin araştırılması, iki farklı coğrafi bölge arasında geçiş sahası üzerinde yer alışı ve farklı coğrafi özelliklere sahip oluşu nedeniyle oldukça önem arz eder. Araştırma sonunda elde edilen morfometrik veriler değerlendirilip analizlerin ve karşılaştırmaların yapılması, bölgenin havza karakteristiği hakkında bilgi edinilmesini sağlamıştır.

Bu tez çalışması için **problem cümlesi** aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

Coğrafi Bilgi Sistemi tekniklerinden yararlanılarak Afrin Çayı Yukarı Havzası'ndaki hidrografik özelliklerin karşılıklı etkileşimde olduğu unsurlar, insan odaklı olarak nasıl değerlendirilebilir?

Bu temel amaca ulaşabilmek için, araştırma kapsamında bazı alt amaçlar belirlenmiştir. Bunlar şu şekilde sıralanabilir:

- ✓ Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın fiziki coğrafyası, bölgedeki hidrografik özellikleri nasıl etkilemiştir?
- ✓ Afrin Çayı Yukarı Havzası'nda ve alt havzalarında morfometrik parametrelerin sayısal değerleri nelerdir?
- ✓ Afrin Çayı Yukarı Havzası'nda ve alt havzalarında morfometrik sonuçlarla jeoloji, jeomorfoloji, iklim, toprak örtüsü ve bitki örtüsü özellikleri arasında nasıl bir ilişki bulunur?

- ✓ Afrin Çayı Yukarı Havzası'nda ve alt havzalarda, morfolometrik sonuçların hidrografik sorunlarla ilişkisi nasıldır?
- ✓ Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın ve alt havzaların, afet ve plânlamaya yönelik taşıdığı potansiyel riskler nasıl değerlendirilebilir?

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Çalışmada, araştırma sahası ile ilgili öncelikle literatür taraması yapılmıştır. Daha sonra, yapılan tarama sonuçlarına dayalı kapsamlı bir veri tabanı oluşturulmuştur. Farklı tarihlerde araştırma sahasına gidilerek veri toplaması yapılmış, taslak olarak oluşturulmuş haritalara veriler işlenmiş ve arazi dönüşünde elde edilen bilgi ve belgeler yapılan literatür taramasından yararlanılarak uygun şekilde değerlendirilmiştir. Su bölümü çizgisi baz alınarak oluşturulan havzanın sınırı kapsamında, akım, jeoloji ve litoloji verileri alınmıştır. MGM'den iklim parametrelerinin değerleri, Orman Genel Müdürlüğü'nden amenajman verileri alınmıştır. Tarım ve Orman Bakanlığı veri portalından Corine verileri temin edilmiştir. Tüm veriler ArcMap 10.5 Yazılım Programı ve 1/25000 ölçekli topoğrafya haritalarından (N37-c2, N37-c3, N38-d1, N38-d2, N38-d3, N38-d4, O37-b2, O37-b3, O38-a1, O38-a2, O38-a3, O38-a4, O38-d1) yararlanılarak havzanın yükselti basamakları, jeoloji, bitki örtüsü, arazi sınıflandırması, toprak örtüsü, iklim, hidrografik özellikler ve jeomorfometrik analizler için gerekli olan haritalar hazırlanmıştır. Bu jeomorfometrik analizleri yapmak için ArcMap Geomorphometry and Gradient Metrics Tools ve ArcHydro aracı kullanılmıştır. Havza morfolometrik analizleri için Strahler'in (1952), Horton'un (1945), Schumm'un (1956), Pike'nin (1971 ve 2000) yöntemleri kullanılmıştır. İklim verilerinin yorumlanmasında Erinç, Thornthwaite, De-Martonne-Gottman, Aydeniz, Köppen-Trewartha adlı araştırmacıların iklim sınıflandırması formüllerinden yararlanılmıştır. Bu aşamalardan sonra Coğrafya biliminin temel prensipleri olan dağılıp, sebep-sonuç, bağlantı esas alınıp yazım aşamasına geçilmiştir.

SINIRLILIKLAR/KARŞILAŞILAN GÜÇLÜKLER

Günümüz şartlarında birçok bilgiye ve veriye ulaşım kolay bir şekilde sağlanmaktadır. Araziye bilir kişilerle çıkılamaması, kurumlardaki yetkililerin projeler yürütmesine bağlı olarak arazi çalışmalarına eşlik edememeleri çeşitli aksaklıklara yol açmıştır.

Bazı devlet kurumlarında görev alan kişilerin kurumun veri tabanı hakkında yeterli donanıma sahip olmamaları, verilere ulaşılmasında önemli zorluklara neden olmuştur. Arazinin engebeli olduğu alanlarda ve sınır bölgesine yakın kesimlerde can güvenliği riskinin mevcudiyeti, diğer önemli engeller arasında bulunmaktadır.

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışma alanında daha önce havzanın hidrografik özelliklerini ayrıntılı bir şekilde ortaya koyan bir çalışma yapılmamıştır. DSİ tarafından yapılan hidrojeoloji analizleri ve gölet-baraj yapımı için yapılmış çalışmalar vardır. Çalışma alanının tamamını veya sadece bir bölümünü kapsayan yerli ve yabancı araştırmacılara ait bazı araştırmalar yapılmıştır.

Kalelioğlu (1968a) “*Gaziantep yöresinin fiziki coğrafyası*” adlı eserinde; Gaziantep-Kilis illerini içine alan bölgenin genel olarak fiziki coğrafyasını ele almıştır. Çalışma, bu çevreyi konu alan önemli kaynaklardan biridir.

Tolun ve Pamir’e ait (1975) “*1:500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası, Hatay paftası*” adlı çalışma, Tolun’un çalışma havza alanını da içine alan 1/500.000 MTA jeoloji haritasının etüdü ve Güneydoğu Anadolu’nun stratigrafi raporlarını Pamir’in güncellemesi ve tertiplemesi ile oluşturulmuştur. Havzanın jeolojisini ve stratigrafik yapısını ele alan önemli kaynaklardandır.

Ketin’in (1983) “*Türkiye’nin jeolojisine genel bir bakış*” adlı kitabında; Türkiye’deki kuşak halindeki birbiri ile bağlantılı formasyonları ve tektonizmalarını incelemiş, genel stratigrafik yapı hakkında bilgi vermiştir.

Kesici’nin (1994) “*Kilis Yöresi’nin coğrafyası*” adlı çalışmasında; Kilis ilinin fiziki, beşeri ve ekonomik coğrafyası yer almaktadır. Bölgeyi coğrafi olarak ele alan önemli çalışmalardan biridir.

Bekaroğlu’nun (2013) “*Jeomorfolojide temel araştırma yöntemleri*” adlı çalışmasında, jeomorfolojinin tanımına ve temel unsurlarına değinilmiştir. Araştırmacı, uygulamalı hidrografya çalışmalarında önemli analizler için üretilen morfometrik indislerden bazılarını kullanmıştır. Bu indisleri, bir havzadaki tektonizmanın etkilerini belirleme açısından açıklamıştır. Analizler yapılırken nelere dikkat edilmesi gerektiğine değinmiş, analizlerle tektonizma arasındaki ilişkileri açıklamıştır.

DSİ (2015) tarafından hazırlanan “*Gaziantep-Kilis ovaları jeolojik etüt raporu*”; Musabeyli Alt Havzası’nı da konu alarak, bölgeyi alt havzalar şeklinde ele alan bir hidrojeoloji etüdüdür. Çalışma alanı için en güncel jeolojik çalışmadır.

Rai, Mohan, Mishra, Ahmad ve Mishra (2017) tarafından yapılan “*A GIS-based approach in drainage morphometric analysis of Kanhar River Basin, India*”

(Hindistan, Kanhar Nehri Havzası'nın drenaj morfolometrik analizinde CBS tabanlı bir yaklaşım)" adlı araştırmada, Kanhar Havzası ve Son Nehri'nin kollarına ait morfolometrik parametreler hesaplanmıştır. Alanı 5654 km² olan havza, dendritik ve yaridendritik drenaj modeline sahiptir. Drenaj yoğunluğu (Dd) 1,72 km/km² ve yedinci dereceden havza olduğu görülmüş ve litolojinin etkisinin yüksek olduğu belirlenmiştir. 7 alt havza bulunmaktadır ve çalışma alanı jeomorfolojik olarak olgunluk evresindedir. Araştırma sonucunda, Uzaktan Algılama'nın ve Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin Aster (DEM) verileri kullanılarak havzaların davranış karakterlerinin ortaya konulabileceği kanıtlanmıştır.

Polat (2019) "Araç Çayı Havzası'nın uygulamalı hidrografyası" adlı çalışmada Filyos Çayı'nın alt havzası olan Araç Çayı'nın hidrografik, hidrometrik özellikleri ve morfolometrik analizleri değerlendirilmiştir. Detaylıca ele alınan havzanın analizleri beşerî faktörlerle birlikte sonuçlandırılmış, öneriler sunulmuştur.

Makhamreh, Al-Hawary ve Odeh (2020) "Assessment of morphometric characteristics of Wadi Al-Shumar Catchment in Jordan (Ürdün'deki Wadi Al-Shumar Havzası'nın morfolometrik özelliklerinin değerlendirilmesi)" adlı makalelerinde, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve ASTER DEM verilerini kullanarak Ürdün'deki Al-Shumar Havzası'nın morfolometrik analizlerini yapmışlardır. Dendritik ve paralel drenajın yoğun görüldüğü havzanın alanı 330 km² olarak belirlenmiştir. Sahanın 7 alt havzasında çatallanma değerleri 2.679-4.434 arasındadır. Çatallanma değerlerine göre, havzanın homojen jeolojik yapısı drenaj üzerine önemli bir etkiye sahip değildir. Havzanın kurak kesimleri, yağış-akış sürecinin ortaya konulmasında ve su yönetiminin plânlanmasında öneme sahiptir.

Arslantaş Dik (2021), "Ulus Çayı Havzası'nın uygulamalı hidrografyası" adlı çalışmada; Bartın Çayı'nın alt havzalarından birini meydana getiren Ulus Çayı Havzası incelenmiştir. 34 parametre ele alınarak değerlendirme yapılmış, SWOT analizine başvurulmuş, havzadaki sel, taşkın ve erozyon gibi doğal afet risk ihtimalleri tartışılmıştır.

Öztekin (2021), "Devrek Çayı Havzası'nın vejetasyonu ve hidrografyası" adlı çalışmada; morfolometrik ve hidrometrik analizler yapmıştır. Havzada, ana kolu meydana getiren 7. dizine doğrudan bağlanan 3. dizin ve üzeri alt havza olarak ayrılarak 30 alt havza tespit edilmiştir. Alanı en büyük olan havza Bolu Çayı Havzası olmuştur. Bolu ve Mengen Çayı havzalarının Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun etkisinde kaldığı anlaşılmıştır.

Ahmed Ahmed'in (2022) hazırladığı “*Morphometric analysis of the Al-Auqood, Al-Shakrea, and Al-Samtheai stream basins in Iraq using geomatics technology (Irak'taki Al-Auqood, Al-Shakrea ve Al-Samtheai Akarsu Havzalarının Geomatik Teknolojisi Kullanılarak Morfometrik Analizi*” adlı çalışmada Fırat Nehri'ne dökülen Al-Auqood, Al-Shakrea ve Al-Samtheai havzalarının morfometrik analizleri yapılmıştır. Olgunluk safhasında ve kurak kabul edilen bölgede bulunan havzalar, geçirimli arazi üzerinde dendritik drenaj özelliği göstermektedir. Araştırmada, havzadaki morfometrik özelliklerinin beşerî etmenler üzerindeki etkisi tartışılmıştır.

Abdullah Al-Hayani (2022), “*Morphometric analysis of the basins between Atshan and Al-Mishraq in Nineveh (Iraq)/Ninova'da (Irak) Atshan ve Al-Mishraq arasındaki havzaların morfometrik analizi*” adlı yüksek lisans tezinde; Dicle Nehri'ne karışan 11 alt akarsu havzasının morfometrik analizini yapmıştır. İnsan faktörünün topoğrafyadaki etkisi de değerlendirilmiş ve çalışma alanındaki alt havzalar taşkın duyarlılığı açısından sıralanmıştır. Çeşitli morfometrik parametrelerin CBS yöntemleriyle analiz edilmesiyle, doğal kaynakların kullanımının plânlanabileceği sonucuna varılmıştır.

Al-Neama, Yang ve Yahya (2022) “*Evaluation of surface run-off potential of basins in Nineveh Governorate, Iraq based on morphometric analysis, using RS and GIS (Irak Nineveh Valiliği'ndeki havzaların yüzey akış potansiyelinin RS ve GIS kullanılarak morfometrik analize dayalı olarak değerlendirilmesi)*” adlı makalelerinde; Irak'ın Nineveh vilâyetinde seçilen 40 havzanın çıkış noktalarındaki akış potansiyelini değerlendirmek amacıyla, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak morfometrik analizler yapmışlardır. 40 havza üzerinde tarım amaçlı yağmur suyu kullanımı projelerinin plânlanması için yararlı bir çalışma olmuştur.

Coşkun ve Öztürk (2022), “*Havza önceliklendirmesi bakımından Ermenek Çayı Havzası ve Gökçay Havzası'nın karşılaştırmalı morfometrik analizi*” adlı makalelerinde, 23 parametre kullanarak iki havzaya ait morfometrik analizlerle karşılaştırma yapmışlardır. Havza önceliklendirilmesi bakımından yapılan bu çalışma; Ermenek Havzası'nda taşkın ve erozyon riskinin Gökçay Havzası'na göre daha fazla olduğu, su kaynaklarının ve toprak yönetiminin, Ermenek Havzası'nda Gökçay Havzası'na nispeten daha öncelikli olduğu sonucuna varılmıştır.

Çelik (2022) Devrez Çayı Havzası üzerine yaptığı “*Devrez Çayı Havzası'nın uygulamalı hidrografyası*” adlı çalışmada, topografik ve jeolojik gelişimin havza oluşumu üzerindeki etkisini incelemiştir. Morfometrik analizlerle birlikte oluşabilecek sorunları dile getirmiş ve öneriler sunmuştur.

Ege (2022), “*İğneada longoz ormanlarını besleyen derelerin uygulamalı hidrografyası ve sürdürülebilirliği*” adlı araştırmasında; Bulanık Deresi Havzası, Çavuşköprü Deresi Havzası ve Efendi Deresi Havzası'nı morfometrik olarak incelemiş ve SWOT analizi uygulamıştır. Çalışmanın sonuç bölümünde, longozun sürdürülebilirliğinin sağlanması için çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

Godif ve Manjunatha (2022) “*Prioritizing sub-watersheds for soil and water conservation via morphometric analysis and the weighted sum approach: A case study of the Geba River Basin in Tigray*” adlı çalışmalarında, Etiyopya'nın kuzeyindeki Geba Nehri üzerinde SW-1, SW-2, SW-3, SW-4, SW-5, SW-6, SW-7, SW-8, SW-9, SW-10, SW-11, SW-12 şeklinde adlandırdıkları alt havzaları 12 alt toprak ve su koruma uygulama plânı için karakterize etmişler ve önceliklendirmişlerdir. Çalışmada; yüksek toprak erozyonuna maruz kalan havzalar için toprak ve su koruma önlemlerinin acilen uygulanmasının gerektiği vurgulanmıştır.

Gülbetekin'in (2022) yapmış olduğu “*Soğanlı Çayı Havzası'nın uygulamalı hidrografyası*” adlı çalışmada; Soğanlı Çayı Havzası'nda hidrografyaya etki eden etmenler incelenmiş, akarsu sistemi ile ilişkilendirilmiştir. Alanı 5139 km², çevre uzunluğu 500.797 km olan havzanın, hidrometrik ve morfometrik özelliklerin coğrafyanın kontrolünde olduğu, akarsu çevrelerindeki yerleşme alanları için taşkın riskinin bulunduğu görülmüştür.

Mani, Kumari ve Badol'un (2022) “*Morphometric analysis of Suswa River Basin using Geospatial Techniques (Geo-Uzaysal Teknikler kullanılarak Suswa Nehri Havzası'nın morfometrik analizi)*” yaptığı çalışmada, Suswa Nehri Havzası'nın hidrolojik özelliklerini değerlendirmek için CBS ve Uzaktan Algılama teknikleri kullanılarak morfometrik analizler yapılmıştır. Bu çalışma sonunda, CBS ve Uzaktan Algılama tekniklerine dayalı morfometrik analizlerin hidrolojik çalışmalar için yetkin bir araç olduğu sonucuna varılmıştır.

Roy, Chowdhury, Talukdar, Billah, Banik ve Mallick (2022) “*Bangladeş Chittagong'da Karnaphuli Nehri Havzası'nda drenaj ağı tasarımı ve morfometrik*

analizlerle havza tasvirinin karşılaştırılması: Farklı Dijital Yükseklik Modeli (DEM) ile bir çalışma [Comparisons of watershed delineation of river network representation and morphometric analysis in Karnaphuli River Basin, Chittagong, Bangladesh: A study with Different Digital Elevation Model (DEM)]” başlıklı bir makale hazırlamışlardır. Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) ile Terra Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) adlı iki farklı DEM kullanılarak havza özellikleri değerlendirilmiştir. Veri setlerine göre, ASTER’in SRTM’den daha geniş bir havza alanına sahip olduğu görülmüştür. Çatallanma oranı SRTM’de 1.94, ASTER’de ise 2.45 olarak belirlenmiş ve jeolojik yapının etkili olduğunu göstermiştir. Havzanın form faktörü, uzun bir çalışma alanı olduğunu ortaya koymuştur. Havzanın genişliği ve akarsuyun uzunluğu, yıllık ortalama yağış miktarının orta düzeyde olduğu sonucunu verir. Düşük drenaj yoğunluğu ise, sızmanın önemini vurgular. Araştırmanın sonunda, su sistemleri politikalarını düzenleyicilerin Chittagong’daki nehrin ekolojisinin ve bitki örtüsünün arttırılması ve korunması için etkili kararlar verilmesi için önerilerde bulunulmuştur.

Saha, Das ve Manda (2022), bir drenaj havzasının jeomorfik özellikleri ve hidrolojik davranışı hakkında bilgi edinilmesi kolaylaştıran morfometrik parametrelerin analizleri ile CBS ve Uzaktan Algılama kullanarak “*Investigation of the watershed hydro-morphologic characteristics through the morphometric analysis: A study on Rayeng Basin in Darjeeling Himalaya*” adlı çalışmayı yapmışlardır. Hidrolojik verilerin mevcut olmadığı bu havzanın, hidro-jeomorfik özelliklerinin değerlendirilmesinde yardımcı olması amacı güdülmüştür.

Shekar ve Mathew (2022) tarafından hazırlanan “*Evaluation of morphometric and hypsometric analysis of the Bagh River Basin using Remote Sensing and Geographic Information System techniques*” adlı makalede, CBS ve Uzaktan Algılama’nın, Bagh Nehri Havzası’nda erozyonal süreçlerin hızının ve aralığının yaklaşık olarak tahmin etmede kullanılabileceği saptanmıştır.

Mani, Kumari ve Badola’nın (2022) “*Morphometric analysis of Suswa River Basin using geospatial techniques*” çalışmasında, Suswa Havzası’nın hidrolojik ve morfolojik özelliklerin drenaj morfometrik parametreleri ile anlaşılabilirliğini belirlemiştir. Mevcut çalışma; topografya, drenaj sistemi, akarsu uzunluğu, su bölümü, jeomorfolojik kurulum, havzaların sınıflandırılması ve yönetimi için çok önemli olan

diğer kritik faktörlere ilişkin kesin veriler sağlamıştır. Havzanın drenaj sistemi öncelikle dendritik tipte olup, infiltrasyon oranı ve yüzey akışı da dahil olmak üzere çeşitli topografik yönlerin anlaşılmasına yardımcı olmuştur. Bu çalışmada ölçülen özellikler, havza yönetimi için uygulanabilecek yüzey suyu birikimi ve boşalmasına yönelik eylemlerin görüldüğü bölgeleri vurgulamaktadır. Bu çalışma herhangi bir arazide mikro düzeyde doğal kaynakları yönetmek için örnek araştırmalardan biridir.

GİRİŞ

Afrin Çayı Yukarı Havzası, Gaziantep ili sınırları ile Kilis ili sınırları içinde kalmaktadır. Hatay-Maraş Grabeni doğusunda bulunan Kartal Dağı, Burunkaya Tepesi ve Sof Dağı; havzanın sırasıyla kuzeybatı, kuzey ve kuzeydoğu sınırını oluştururlar. Güneyinde Suriye sınırı, Karruca Dağı'ndan güneye doğru devam ederek Kotomandağı Tepesi'ne kadar batı sınırı çizilir. Doğuda Sof Dağı'ndan başlayarak Gaziantep Platosu'nun batı sınırındaki bazalt yüzeyini takip ederek Hayberi Dağı'nı içeri alacak şekilde devam eder. Bu sınırlar, havzanın su toplama alanına tekabül edecek şekilde, su bölümü çizgileri baz alınarak belirlenmiştir. Arap Levhası ile Anadolu Levhası kesişimi, havzayı hemen hemen kuzey ve güney olarak ikiye bölmektedir (Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.).

Afrin Çayı, Kartal Dağı'ndan doğarak güneye doğru akış gösteren Değirmen Dere ve başka birkaç derenin birleşmesi ile devam eder. Doğudan bu kola katılan ve kaynağını Sof Dağı'ndan alan Kara Dere ile birleşip Karaafirin Deresi adını alır. Sonra doğudan Gaziantep şehri batısındaki platoluk alanların sularını birçok dere ile toplayıp oluşan Bozafrin Deresi ile birleşerek Afrin Çayı adını alır. Daha güneye doğru Dümbüllü Dağı'ndan itibaren, sularını Karruca Dağı'ndan alarak ve bazalt kütlelerini yaparak devam eden batıdan Deliçay Deresi ile birleşir. Suriye sınırına 3-4 km kala doğudan Beşenli (Başpınar) Kaynağı'nın beslediği Kınacık Deresi'ni alarak Türkiye sınırlarında birkaç kilometre akış gösterir ve Çat Deresi'ni de kendisine katarak Suriye tarafına geçer. Böylece sınırlarımız içerisinde yaklaşık 70 kilometrelik bir uzunluğa ulaşır ve sınırı terk ettikten 5-6 km sonra en önemli kolu olan Sabunsuyu Deresi ile birleşir. Güneybatı istikametinde devam eder ve tekrar Türkiye sınırına girerek Amik Ovası'na ulaşır, oradan da Asi Nehri'ne karışır.

Afrin Çayı Yukarı Havzası'nda jeolojik ve litolojik olarak Orojenik Fliş Zonu ve bunun dışında Üst Kretase, Paleojen ve Miyosen killi kireçtaşı, kireçtaşı, kil, marn ve ofiyolit karmaşığı ile zeminin çoğu kesiminde serpantinlerden ihtiva olması, rölyefin parçalı olması, eğimlerin kısa uzaklıklarda büyük değişimler arz etmesi ve bitki örtüsünün şiddetli tahrip edilmesi sızma yerine yüzeysel akış koşullarının egemen olmasını sağlar. Arazi, Miyosen sonunda oluşan fay sistemleriyle yarılmış ve bu yarılmış kısımlar Kuvaterner içlerine kadar devam eden bazalt akıntıları ile örtülmüş Afrin Çayı

ve kolları bu örtüleri yarmıştır. En yaşlı formasyon Üst Kretase Maestrihtiyen zamanlı kili kireçtaşıdır (DSİ, 2015)(**Harita 2**).

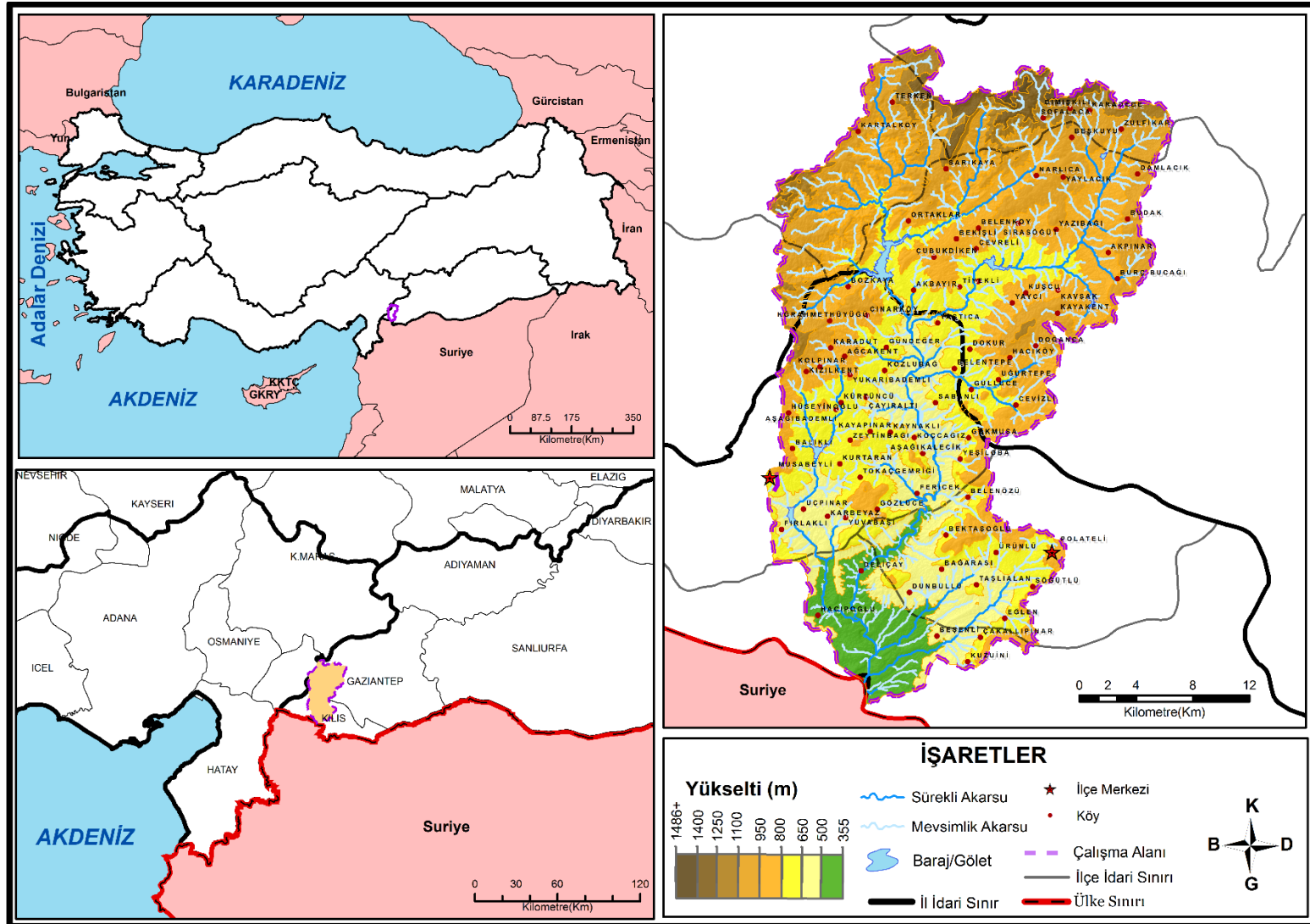
Afrin Çayı, sınıra 7-8 km uzaklıkta İslâhiye asfaltı yüzeyindeki Afrin Köprüsü'nde yapılan 1969-2018 yılları arası 47 yıllık (1973, 1974 ve 1994 yıllarında ölçüm yapılmamıştır) ölçümlere göre yıllık ortalama 2.88 m³/sn su taşımaktadır (DSİ, 2018).

Havzada büyük toprak grupları olarak; Kırmızı Akdeniz toprakları, Kırmızımsı kahverengi topraklar, Kireçsiz kahverengi orman toprakları, Bazaltik topraklar, Kolüvyal topraklar ve Alüvyal topraklar etkin durumdadır. Bunlardan en geniş yayılış alanına sahip olan, Kırmızımsı kahverengi topraklardır.

Fiziki yapıları tınlı ve killi tınlı olan topraklar silis asitince fakir, seski oksitler ve özellikle demir oksit oranı bakımından zengindirler. Anakayaları olan kireçtaşlarına göre ise silis asiti ve seski oksit oranları ise 8-10 kat daha fazladır. Buna karşın toprak alkalilik oranı bakımından fakirleşme durumunda, alkali tuzlar bakımından ise, yağışlı bölge topraklarına nazaran nispi bir fazlalık göstermektedir. Kireççe zengin olan toprakların üzerinde oluşmasına rağmen kolayca yıkanabildiğinden, kireç bakımından fazlalık göstermez. Bu toprakların oluşumunda Akdeniz iklimin önemli rol oynamasına karşın, kalkerli kayalardan kirecin yıkanarak uzaklaşması, buna karşı seski oksitlerin ve silis asidinin birikmesi önemle tesir etmeye devam eder (Kesici, 1994).

Araştırma sahasında hâkim olan iklim karakteri genel hatları itibari ile Akdeniz iklimidir. Fakat denizellikten uzak ve yeryüzü şekilleri nedeniyle geçit vermemesi Karasal iklim etkisinde de olmasına neden olur. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçmektedir. Kar yağışı ve don olayları fazla görülmektedir. Yüksek kesimlerde kışlar karlı ve soğuktur.

Doğal bitki örtüsünü, sıcaklık ve ışık isteği yüksek ve kuraklığa dayanıklı olan kızılçam (*Pinus brutia*) ve bunların tahrip edildiği yerlerde her zaman yeşil olan makiler oluşturur. Genel olarak havzada ağaç türleri olarak Katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus*), Kestane (*Castanea sativa*), Meşe (*Quercus*) ve Sedir (*Cedrus*) görülür.



Harita 1: Afrin Çayı Yukarı Havzası Lokasyon Haritası

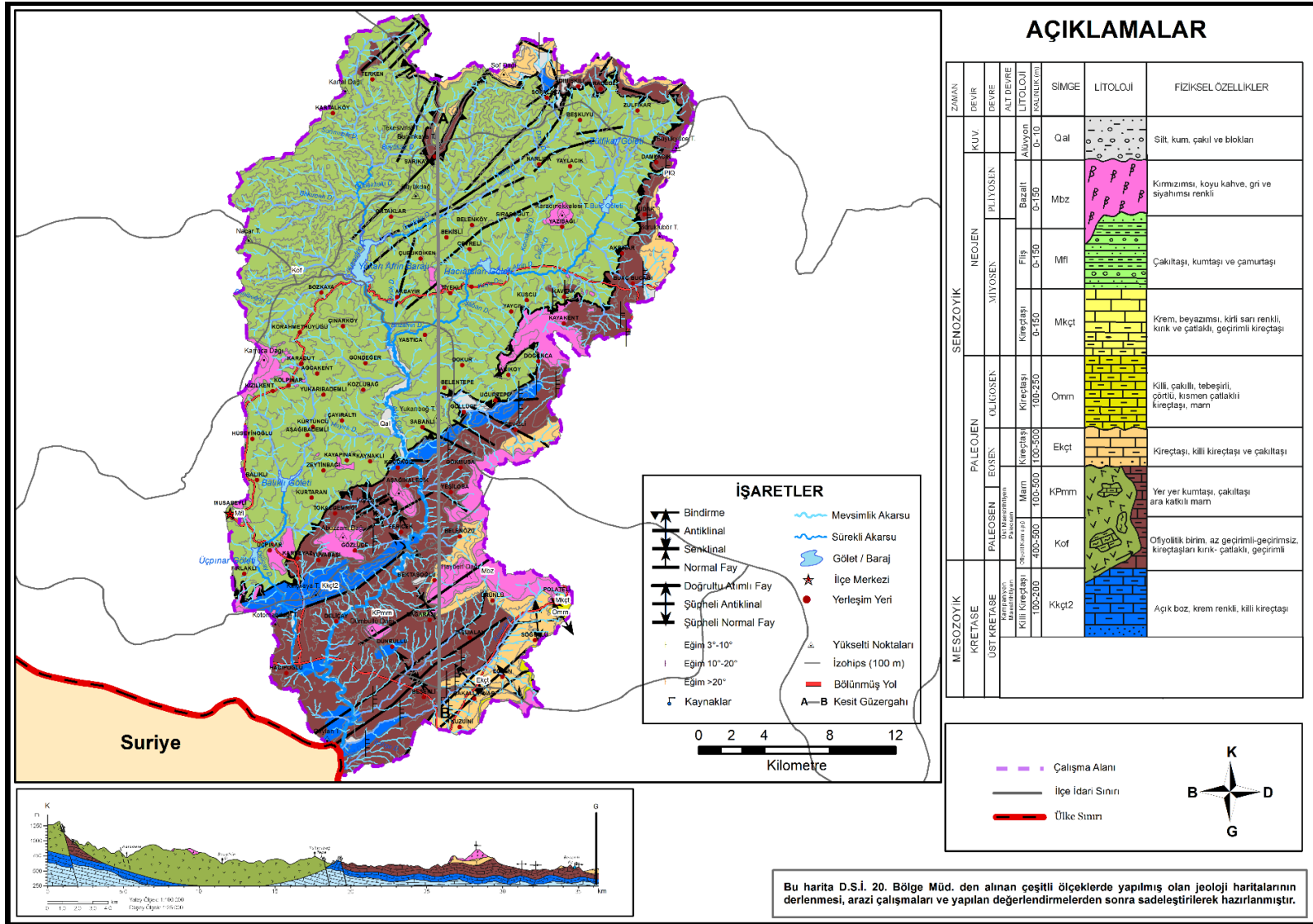
1. UYGULAMALI HİDROGRAFYA ÖZELLİKLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

1.1. Jeolojik Özellikler

Araştırma alanı ve çevresinin jeolojik dönemler boyunca geçirdiği süreçler değerlendirildiğinde; bölgede farklı yaş ve litolojilerde kayaç topluluklarının yayılım gösterdiği ve bu birimlerin kimi yerde konkordant, kimi yerde yatay diskordant ya da açılı diskordant halinde birbirini üzerlediği, tabaka eğimlerinin tektonizmanın etkisiyle çeşitlendiği görülür (**Harita 2**).

Havzanın jeolojik haritasına bakıldığında, Mesozoyik dönemlerden günümüze kadar değişen jeolojik formasyon serilerinin mostra verdiği (yüzeleendiği) anlaşılmaktadır. Havzadaki en dikkat çekici unsurlardan biri; genel olarak güneybatı-kuzeydoğu gidiş gösteren bindirme zonudur. Anadolu Levhası ile Arabistan Levhası'nın kesişim noktası olan bu bindirme zonunun güney, güneydoğu ve doğusunu yaygın şekilde Mesozoyik'in sedimanter kayaçları, Tersiyer'e ait sedimanter ve bazaltik kütleler meydana getirir. Kuzeyde kalan zonun hemen hemen tüm alanını magmatik kökenli olan ultrabazik kayaçlar, volkanitler, serpantin radyolarit, çörtlü kireçtaşı, aglomera, farklı yaşlarda kireçtaşı blokları ile ofiyolit karmaşığı kaplar (DSİ, 2015). Bindirme zonundaki kıvrımları oluşturan Üst Kretase formasyonlarının serpantinlerin altına daldığı belirlenmiştir (Tolun & Pamir, 1975; Kesici, 1994) (**Harita 2**). Afrin Çayı ve kollarının doğrudan etkisiyle, zaman zaman da iklimin ve kütle hareketlerinin katkısıyla ortaya çıkan aşınım sonucu, bölgedeki bazalt kütleleri parçalı halde bulunur. Bunların dışında; nispeten daha alçak kesimlerde, düzlüklerde ve çukur alanlarda aşınım ile taşınıp getirilen gevşek malzemeler birikmiş ve Kuaterner'e ait alüvyon serilerini meydana getirmiştir.

Araştırma alanındaki kayaç topluluklarının stratigrafik olarak dizilişine bakıldığında; ulaşılabilen veriler eskiden yeniye doğru aşağıdaki şekilde derlenerek sunulmuştur (**Harita 2**).



Harita 2: Afrin Çayı Yukarı Havzası Hidrojeoloji Haritası

1.1.1. Mesozoyik

1.1.1.1. Kretase (Üst Kretase)

1.1.1.1.a. Dolomit-Dolomitik Kireçtaşı-Kireçtaşı (Kkçt1)

Afrin Çayı'nın havzasında mostra vermemiş olsa da, 100-500 m'ler arasında değişen kalınlıklarda daha genç tabakaların altında yer almaktadır (Şekil 1). Taban seviyeleri gri-koyu gri renkli kalın tabakalı dolomit, yine gri renkli orta-kalın tabakalı çört yumrulu killi kireçtaşı, marn, kumtaşı, ara tabakalı dolomitik kireçtaşı üst seviyeleri açık gri-siyah renkli, kalın tabakalı çört yumrulu fosil kavkılı marn ara tabakalı kireçtaşlarından oluşur. Litolojik yapısı itibari ile geçirimsizdir (**Harita 2, Şekil 1**) (Tolun & Pamir, 1975; DSİ, 2015).

1.1.1.1.b. Killi Kumlu Kireçtaşı, Marn, Killi Kireçtaşı (Kkçt2)

Havzada yaygın bir kayaç çeşidi olarak karşılaşılmaktadır. İlk tanımlaması Gossage (1956) tarafından yapılmıştır. Birim çoğunlukla açık boz renkli killi kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Formasyonun taban seviyelerinde açık kahve-sarı ve yeşilimsi renkli, kireç çimentolu, kuvars taneli kumtaşı bulunur. Orta seviyelerinde boz açık gri renkli, ince marn ara katkılı, ince- orta tabakalı, kırılğan killi kireçtaşı gözlenirken; üst seviyelere doğru açık-boz- beyazımsı tebeşir görünümlü kireçtaşlarına geçilir. Aralarda yumru şekilli marnlar görülmekte olup, açık şelf havza kenarında çökelim gösterdiği belirlenmiştir (**Harita 2, Şekil 1**) (MTA, 2010).

1.1.2. Senozoyik

1.1.2.1. Paleojen

1.1.2.1.a. Ofiyolit Karmaşığı (Kof)

436 km² alanla bindirme zonu ile havzanın kuzey bölgesinde hemen hemen tamamen yüzeylenen ofiyolit karmaşığı, havzada en fazla yüzeylenen formasyondur. Okyanus tabanında tektonizma ile magmatik faaliyetlerin sonucunda sedimantasyon sonrasında bu karmaşık yapılar oluşmuştur. Hâkim kayaç türü olarak ultrabazik kayaçlar ve serpantin radyolarit içeren, volkanitler, çörtlü veya değişken boyutlarda bej-gri, yer yer kırmızı renkli kalın-çok kalın tabakalı kristalize kireçtaşları, aglomera, lav akıntıları,

farklı yaşlarda kireçtaşı bloklarının tektonik dokanakla bir aradadır. Birim, genellikle kırmızımsı bir renk ve yumuşak bir topografya sunar. Yaşı belirlenirken bu farklı kayaçların çökme yaşı baz alınmaktadır. 400-500 m kalınlıktaki birimin taban dokanağı Üst Kretase yaşlı killi kireçtaşlarıyla tektoniktir. Üst seviyelerde kırık ve çatlaklı olarak serpantinler ve kireçtaşları porozite kısmen artar bu nedenle az geçirimlidir. Ofiyolit karmaşığının, yamaç-derin deniz ortamında çökeldiği tespit edilmiştir (**Harita 2, Şekil 1**) (Tolun & Pamir, 1975; Ketin, 1983; MTA, 2010; DSİ, 2015).

1.1.2.1.b. Killi Kireçtaşı-Marn-Kumtaşı Ara Bantlı Marn (KPmnr)

Havzada en fazla 184 km² olarak ikinci olarak yüzeyleyir. Taban seviyeleri krem-bej renkli, sert-yumuşak, milli, kalın tabakalı, serpantin, kireçtaşı, çakıltaşı ara bantlı kumlu tebeşir, orta seviyeleri açık gri renkli, yumuşak, milli, mikalı, ince şeyl ve kumlu kireçtaşı ara tabakalı ince-orta-kalın tabakalı marn, üst seviyeleri pembe gri renkli, tebeşir ara tabakalı, yer yer açık yeşil gri renkli, ince tabakalı, çört yumrulu marn ara tabakalı, az geçirimli killi kireçtaşı kaya türlerinden oluşur. Yaklaşık 150-500 m arasında değişen kalınlıktaki birimin taban dokanağı Üst Kretase yaşlı killi-kumlu kireçtaşlarıyla uyumludur ve ofiyolit karmaşığı ile tektoniktir (**Harita 2, Şekil 1**) (Tolun & Pamir, 1975; DSİ, 2015).

1.1.2.1.c. Killi Çakıltaşı-Çakıllı Kireçtaşı-Tebeşirli Kireçtaşı-Kavkılı Kireçtaşı (Ekçt)

Güvenç (1973) tarafından tanımlanan bu birim, havzanın güneydoğusu, doğu ve kuzeyinde toplam 53 km² ile bazalt kütleleri harici KPmnr'den sonra en fazla yüzeyleyir birimdir. Altta killi-çakıllı kireçtaşı ile başlar. Çörtlü ve çakıllı kireçtaşları, genellikle gri-bej renginde olup, orta-kalın tabakalıdır. Üzerine çört bantları içeren tebeşirli kireçtaşı gelir ve en üstünü beyaz renkli gevşek dokulu tebeşirler örter. 100-500 m arasında değişen kalınlıktaki birimin taban dokanağı Üst Kretase-Paleosen, tavan dokanağı Oligosen yaşlı birimlerle yer yer havzada Neojen yaşlı bazaltlarla uyumludur. Bu birimin, havza kenarı ve derin şelf kenarında, mikro fasiyeste çökeldiği anlaşılmıştır (**Harita 2, Şekil 1**) (MTA, 2010).

1.1.2.1.d. Marnlı-Marnlı Kireçtaşı-Tebeşirli Kireçtaşı (Omrn)

Üst Eosen-Alt Oligosen aralığına ait olan birim, Wilson ve Krummenacher (1957) tarafından tanımlanmıştır. Beşenli Köyü doğusunda ve Polateli ilçe merkezi güneyinde havza sınırında az bir alanda yüzeyleyir. Hâkim kaya türü marnlar olan, tabandan itibaren açık gri renkli, yumuşak, killi-milli, marn-çört ardalanmalı marn-marnlı kireçtaşı, üst seviyeleri killi-tebeşirli bir birimdir. Az geçirimli killi kireçtaşları, havza kenarı veya derin şelf kenarının oluşturduğu mikrofasiyes ortamında, geçirimli kireçtaşları ise çalkantılı sığ su ortamında birikmiştir. Eosen yaşlı birimler üzerinde uyumlu bir dokanaklığı vardır (**Harita 2, Şekil 1**) (Tolun & Pamir, 1975; MTA, 2010; DSİ, 2015).

1.1.3. Neojen

1.1.3.1. Kireçtaşı (Mkçt)

Çalışma alanında Polateli ilçe merkezi çevresindeki kısıtlı bir alanda karşılaşılan bu birim, Peksü (1969) tarafından tanımlanmıştır. Yer yer resifal karakterdeki kireçtaşlarından oluşan birimin kalınlığı 0-150 m'ler arasında değişir. Altta krem-beyazımsı-kirli sarı renkli kireçtaşları başlamakta, üzerinde yine kirli sarı renkli, orta-kalın tabakalı, çört yumrulu kireçtaşı yer almaktadır. En üstte ise; beyazımsı krem-kirli sarı renkli kalın-çok kalın tabakalı, az çört yumrulu, az geçirimli fosilli kireçtaşları bulunur (MTA, 2010). Birim, kuzeyden güneye doğru ilerleyen denizin, şelf kenarı ve gerisindeki sığ alanlarda resif tipi yığılmış olan karbonatlar halinde çökelmiştir (**Harita 2, Şekil 1**) (Tanyol, Yakar, & Ediger, 1997).

1.1.3.1.a. Çakıltası-Kumtaşı-Şeyl-Çakıllı Kiltası (Mfl)

Musabeyli ilçe merkezi güneyinde ve Bağarası Köyü kuzeybatısında çok dar bir alanda görülen, çakıltası, kumtaşı, şeyller ardalanmalı akarsu ile kumtaşı, marn gibi göl çökellerinin ardalanması ile kalınlığı 0-150 m arasında, az geçirimlidir. Ofiyolit karmaşığı ve Üst Kretase-Paleosen yaşlı birimler üzerine dokanaklığı uyumsuzdur (**Harita 2, Şekil 1**) (Tolun & Pamir, 1975; DSİ, 2015).

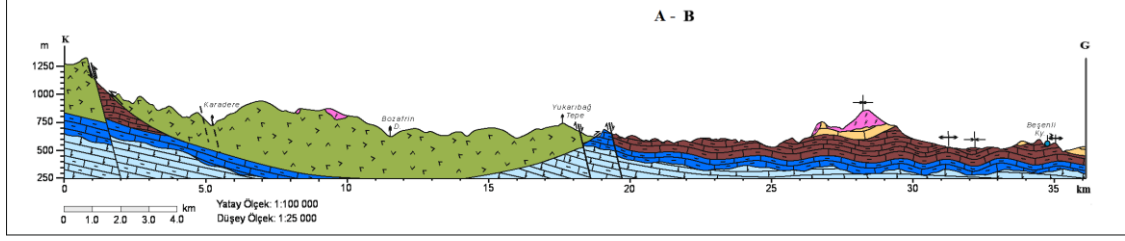
1.1.3.1.b. Bazalt (Mbz)

Toplam 54 km² alanda az geçirimli olarak yayılan bazalt birimi, Yoldemir (1987) tarafından tanımlanmıştır. Genel olarak kırmızımsı-koyu kahve-koyu gri ve siyahımsı renkte, çoğunlukla tabakasız, yer yer ise çok kalın tabakalı olan birimin gözenek içeren kesimlerinde kalsit dolgulara rastlanmıştır. Lav akıntıları ve aglomeralarla birlikte tuf yüzeylenmeleri de görülür. Bu bazaltların kaynağının Doğu Anadolu Fay sistemiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Kalınlıkları, 0-50 m arasında olup, diğer formasyonların üzerine aşıl uyumsuzlukla gelmiştir (MTA, 2010). Ulu, Genç, Giray, Metin, Çörekçioğlu, Örcen, Ercan, Yaşar ve Karabıyıkolu'nun (1991) yaptığı yaş ölçümlendirmesinin sonucunda, Miyosen sonuna ait oldukları belirlenmiştir (**Harita 2, Şekil 1**) (Tolun & Pamir, 1975; DSİ, 2015).

1.1.4. Kuvaterner

1.1.4.1. Alüvyon (Qal)

Çalışma alanda yer alan en genç örtü birimini meydana getiren alüvyonlar, Afrin Çayı ve kolları boyunca yayılmıştır. Kuvaterner dönemine ait gevşek, tutturulmamış kum, kil, çakıl ve çamur gibi materyaller, eğime bağlı olarak sedimantasyon gösterirler. Çakıl baskın fasiyesler (ortamlar), yüksek enerjili kesimleri gösterirken (Miall, 1985), çamur fasiyesleri daha sakin ve durgun dönemlere işaret eder. DSİ (2015) verilerine göre; 15 km²'lik alanda yüzeylenen alüvyonlar, havzanın engebeli olması nedeniyle fazla kalınlık gösterememişlerdir (**Harita 2, Şekil 1**).



ZAMAN	DEVİR	DEVRE	ALT DEVRE	LİTOLOJİ	SİMGE	LİTOLOJİ	FİZİKSEL ÖZELLİKLER	
								KUV.
MESOZOYİK	KRETASE	ÜST KRETASE	Kampaniyen Maestribiyen	Kıllı Kireçtaşı	100-200	Kkçt2	Açık boz, krem renkli, killi kireçtaşı	
					Senomaniyen Santoniyen	Dolomitik Kireçtaşı Kıllı Kireçtaşı	100-500	Kkçt1
		PALEOJEN	PALEOSEN	Ust Maestribiyen Paleosen	Marn	100-500	KPmm	Yer yer kumtaşı, çakıltaşı ara katkılı marn
						400-500	Kof	Ofiyolitik birim, az geçirimli-geçirimsiz, kireçtaşları kırık- çatlaklı, geçirimli
						100-500	Ekçt	Kireçtaşı, killi kireçtaşı ve çakıltaşı
		NEOJEN	OLİGOSEN	Kireçtaşı	100-250	Omm	Killi, çakıllı, tebeşirli, çörtlü, kısmen çatlaklı kireçtaşı, marn	
	MIYOSEN				Kireçtaşı	0-150	Mkçt	Krem, beyazımsı, kirli sarı renkli, kırık ve çatlaklı, geçirimli kireçtaşı
						0-150	Mfi	Çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı
	KUV.	PLİYOSEN	Bazalt	0-150	Mbz	Kırmızımsı, koyu kahve, gri ve siyahımsı renkli		
				ALÜVYON	0-10	Qal	Silt, kum, çakıl ve blokları	

ÖLÇEKSİZ

Şekil 1: Havzanın Litolojisi ve Geçirimsizlik Özelliği, Stratigrafisi ve A-B Kesiti (DSİ, 2015)

1.2. Çalışma Alanının Paleocoğrafik ve Paleotektonik Gelişimi

Türkiye, Alpin Sıradağlar kuşağında ve bu kuşağın Doğu Akdeniz (Doğu Tetis) kesiminde yer alır. Buna bağlı olarak da, Eski ve Yeni Tetis Denizi'nin (zaman zaman da Tetis Okyanusu'nun) jeotektonik evrimine bağlı olarak oluşmuş ve gelişmiştir. Çalışma alanının da içinde bulunduğu Güneydoğu Anadolu Kenar Kıvrımları bölgesi, ülkemizi oluşturan diğer tektonik birliklere (Pontidler, Anatolidler ve Toridler) kıyasla daha gençtir ve temel gelişimini Miyosen sonu-Pliyosen başında tamamlamıştır (Ketin, 1983).

Şengör ve Yılmaz'a göre (1981); Paleozoik'in Permiyen aralığında (Yaklaşık 250-300 milyon yıl kadar önce), Türkiye'nin bugünkü alanının tamamı, Gondwana adı verilen büyük bir kıtanın kuzey kenarında bir yer işgal ediyordu. Sonrasında, dalma-batma zonunun üzerinde marjinal bir havza açılmış ve Triyas başlarında bu sınır bozulmuştur. Mesozoyik dönemini temsil eden Triyas sonu-Jura başında açılıp riftleşmeye başlayan ve Anadolu'da bir Alpin Jeosenklineali oluşturan Neo-Tetis, Kambriyen'den başlayarak bütün devirler boyunca bir sedimentasyon havzası meydana getirmiş; bugünkü karaları teşkil eden formasyonların çoğu sığ deniz (kıta kenarı, şelf) fasiyesinde birikmiştir. Özellikle çalışma alanında yaygın olan ofiyolitlerin yayılımı ve karbonat platformlarının oluşumu Kretase başında gerçekleşirken, Alt-Orta Miosen döneminde Çüngüş Havzası tümüyle kapanmıştır (Ketin, 1983).

Şengör (1980), okyanus ortası sırtının iraksayan levha hareketine bağlı olarak ve Kızıldeniz'deki açılmaya bağlı olarak Arabistan Levhası'nın Afrika Levhası ile birlikte kuzeye doğru sürüklendiğini ifade etmektedir. Böylece Anadolu mikro kıtası oluşarak Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu fay zonları boyunca batıya doğru kaçmaya başlamıştır (Şengör, 1980; Şengör ve Yılmaz, 1983). Arabistan Levhası'nın Güneydoğu Anadolu bindirmesi boyunca Avrasya Levhası'nın altına dalma hareketi nedeniyle, Anadolu'da kuzey-güney doğrultulu sıkışma rejimi ortaya çıkmış; böylece çok sayıda antiklinal, bunlar arasında havzalar, yer yer ters faylar ve bindirmeler görülmüştür (Ketin, 1983; Şaroğlu & Yılmaz, 1986; Koçyiğit, 2013).

Arap Levhası'nın bir parçası olan bugünkü Güneydoğu Anadolu, yapısal olarak güneyden kuzeye doğru kalın çökel istifli içeren 3 farklı zondan meydana gelir. Bunlar; Arap Platformu, ekay (fay ve şaryaj dilimleri) zonu ve nap alanıdır (ofiyolitler ve

metamorfitler). Platform üzerine ilk ofiyolit naplarının Maastrichtiyen’de (Kretase sonu), ikinci ofiyolit serisinin ise Eosen’de yerleştiği belirlenmiştir (Yılmaz & Yiğitbaş, 1990).

Bölge, Geç Kretase’de, Orta Eosen’de ve Miyosen’de üç etkili tektonik evre geçirerek bugünkü şeklini almıştır (Yılmaz, 1993). Terlemez, Şentürk, Ateş, Sümengen ve Oral’a göre (1992), Arap Levhası ile Anadolu Levhası arasındaki en son kıta-kıta çarpışması Geç Serravaliyen’de (Orta Miyosen sonu) meydana gelmiştir. Bölgede; Orta-Üst Miyosen yaştaki akarsu-göl çökelleri, Üst Miyosen yaştaki bazaltlar ve Pliyosen yaştaki akarsu-göl materyalleri, alttaki eski birimleri örtmektedir. Daha yaşlı formasyonlar ise, çoğu kez diskordanslı, dik tabakalı, devrik durumlu veya bindirmeli olacak şekilde kıvrılmış ya da kırılmaya uğramıştır. Bunlara ek olarak, kıta-kıta çarpışmasıyla yer yer Neojen-Kuaterner volkanizması da etkisini göstermiştir (Ketin, 1983; Yılmaz & Duran, 1997). Regresyon dönemlerinde aşınımın canlanmasıyla denizlere daha fazla materyal taşınmış, transgresyonlarda ise aşınım zayıfladığı için jeosenklinallerde tortul birikimi oranı azalmıştır.

Coşkun’a göre (2004) bölgedeki paleojeolojik evrim araştırmaları, Güneydoğu Anadolu’nun Paleozoyik’ten Kretase döneminin sonuna kadar tektonik olarak fazlaca durağan olduğunu ve bu devredeki boyunca yapısal eğilimlerin BGB-DKD şeklinde yönlendiğini ortaya koymaktadır. Sonrasında, Kızıldeniz’in açılmasına bağlı olarak, yapısal hatlardaki mevcut eğilimler saat yönünün tersine doğru ve GB-KD yönüne çevrilmiştir. Genel olarak KB-GD yönlü sıkışma kuvvetlerinin etkisine maruz kalan bu kuşak üzerinde yüzeylenmiş olan birimler, KD-GB yönünde uzanırlar (MTA, 2022). Afrin Çayı Yukarı Havzası’ndaki yapısal hatlara bakıldığında, genel yönelimin buna uyduğu ve GB-KD istikamette olduğu görülmektedir.

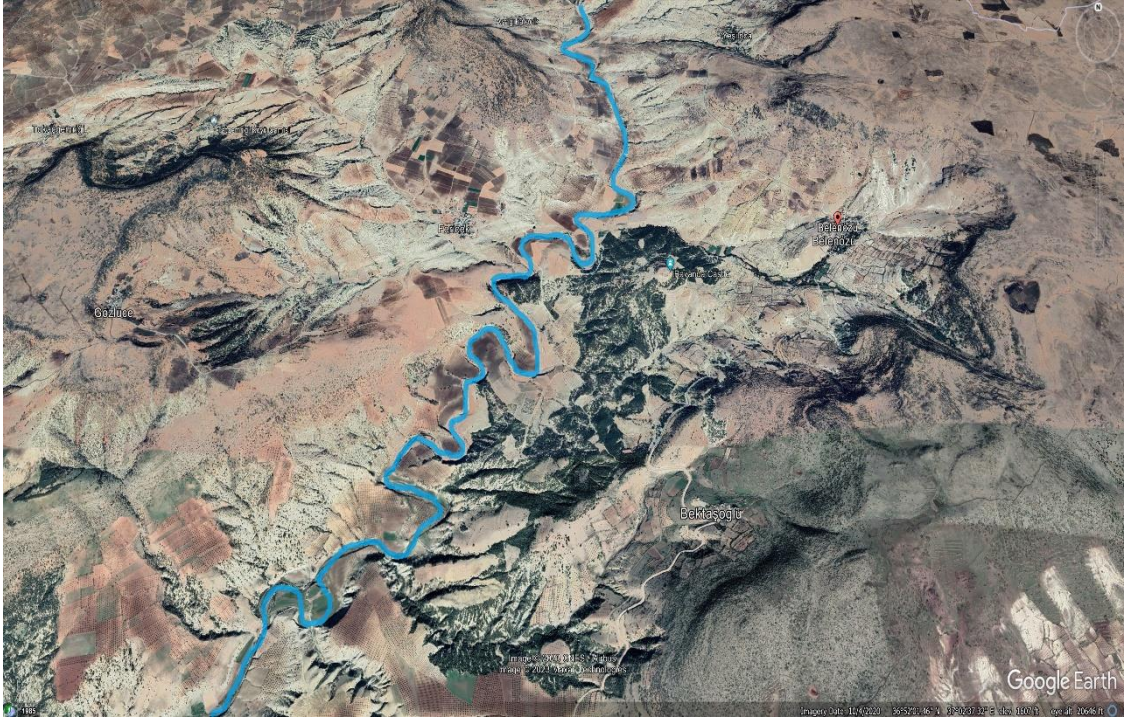
Bölgedeki kıta-kıta çarpışması, Güneydoğu Anadolu’daki etkilerinin yanısıra, batıda Antakya çevresinde, kuzeyde Kahramanmaraş, Malatya, Bitlis, Şırnak, Hakkâri çevresinde ve Van Gölü güneyinde, daha kuzeydeki Doğu Anadolu’nun iç kesimlerinde de sıkışma rejimini yansıtan tektonizma başlatmıştır. Böylece, Doğu Anadolu’da da kıvrılma, bindirme, faylanma ve kıtasal kabuğun özelliklerine göre çeşitlenen volkanizma hareketleri görülmüştür. Genel anlamda, kuzey-güney yönünde daralma, doğu-batı yönünde uzama olarak ortaya çıkan tektonik etkilerle, kıtasal kabuk kalınlaşmış ve bölge 2 km kadar yükselmiştir (Şaroğlu & Yılmaz, 1986; Yılmaz, Şaroğlu, & Güner, 1987).

Afrin ayı Yukarı Havzası'nın batı ve kuzey kesiminde sol yanal doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fay Zonu, batı ve gúney kesiminde ise sol yönlü doğrultu atımlı Ölüdeniz Transform Fay Zonu yer alır. Tatar, Piper, Gürsoy, Heimann ve Kocabulut (2004); 36,5° kuzey enleminin kuzey kesiminde, Ölü Deniz Fay Zonu'nun üç ana fay segmentine (Amanos Fay Zonu, Doğu Hatay Fayı ve Afrin Fayı) bölündüğünü ifade etmişlerdir. Karabacak'a göre (2007); Afrin Fayı'nın, Doğu Hatay Fayı'nın ve Karasu Vadisi doğusundaki kıvrım kuşaklarının yaklaşık 2-3 mm/yıl'lık bir aktiviteyi paylaşması gerekmektedir. Cambazođlu, Eker, Koçkar ve Akgün (2013) ise; Ölü Deniz Fay Zonu'na ait Afrin Fay segmentinin 6.9 büyüklüğünde bir deprem üretebilme potansiyeli olduğunu hesaplamışlardır. Ambraseys ve White (1997), 13 Ağustos 1822 tarihinde 7.4 büyüklüğünde meydana gelen tarihsel bir depremde Amik Ovası ve Afrin ayı çevresindeki köylerde büyük hasar meydana geldiğini; Afrin ayı'nın ve Asi Nehri'nin bazı kesimlerinde yatağını terk ettiğini yazmıştır. En güncel seizma etkilerine bakıldığında; 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş-Pazarcık (Mw=7.7) ve Elbistan (Mw=7.6) depremlerinden (Gücek, Afacan ve Zorluer, 2023) etkilenmiş olan 11 il arasında Kilis ili ve yakın çevresinin de bulunduğu görülür.

Çalışma alanının batısındaki Musabeqli'nin güneyinde kireçtaşı ve dolomitten oluşan İsmailağa Dağı, Kotaman Dağı ve akır Dağı birer antikalinal teşkil eder. Güneybatı-kuzeydoğu yönünde uzanan bu hat, birbirine paralel faylarla kesilmiştir. Daha kuzeydoğuda Koççağız ve Hacıköy arasında, yine güneybatı-kuzeydoğu yönlü uzanan bir diğer antikalinal ekseni, bölgedeki sıkışma rejiminin işaretleridir. Kretase kireçtaşlarında ve Tersiyer yaşlı karışık tortul ya da volkanik birimler üzerinde gerçekleşen kıvrılmalar sonucu antiklinaller yükselmiş ve bunların önündeki çukur sahalar Kuaterner'de taşınan alüvyonlarla ve bölgesel çıkış gösteren bazaltlarla örtülmüştür. MTA tarafından hazırlanan haritalardan çıkarılan sonuçlara göre; çakıllı kireçtaşı, killi kireçtaşı, marn, kiltası ve silttası karışımından oluşan formasyonlar, kuzeybatıdaki ofiyolit karmaşığı üzerine doğru sürüklenmiştir.

Çalışma alanında bazalt ve piroklastik malzemenin oluşturduğu Üst Miosen olarak yaşlandırılan volkanik birimler, Terlemez vd. (1992) tarafından belirlenmiştir. Bu dayanıklı ve yüksek dağlık kesimleri oluşturan bazalt kütleleri yer yer aglomera, tüfit, bazalt ve çörtlü kireçtaşından oluşan Eosen yaşlı formasyon birimiyle yanal geçişlidir.

Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu'daki sıkışma ve yükselmelerin gerçekleştiği kesimlerde, kuzey-güney yönlü akarsular üzerinde yarma vadiler gelişirken, doğu-batı yönündeki akarsu kesimlerinde mendereslenmeler ve gömük menderesler ortaya çıkmıştır (Şaroğlu & Yılmaz, 1986). Afrin Çayı ve kollarının oluşturduğu enine V vadi profillerinin olduğu ve nispeten iki düzlük arasında yer alan yüksek bölümlerde antesedant ya da epijenik (sürempoze) yarma vadiler oluşturduğu görülür. Bölge, hem antesedant yarma vadiler hem de epijenik (sürempoze) vadiler içerdiğinden, polisiklik bir havza özelliği gösterir (Atalay, 2018). Orman ve Su İşleri Bakanlığı (2019) raporunda; faylarla sınırlanan sırtlarda akış gösteren derelerin Kretase kalkerlerine saplandıkları ve yer yer epijenik boğazlar meydana getirdikleri belirtilmektedir. Epijeninin nedeni, önceden bölgeyi kaplayan bazalt örtülerinin aşındırılmış olmasıdır. Dolayısıyla araştırma sahasında epijeninin kanıtı olan kalıntı bazalt örtüleri, antesedansın kanıtı olan sekiler (taraçalar) gözlenebilir. Yine aynı rapora göre (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2019); batı yamaçlarında yükselmeyi gösteren asılı vadilere rastlanan Afrin Vadisi, Polateli ilçe merkezinin kuzeybatısındaki Belenözü Köyü çevresinde Kretase kalkerleri üzerinde, çarpakları 8-10 m yüksekte yer alan gömük menderesler meydana getirmiştir (**Fotoğraf 1**).



Fotoğraf 1: Belenözü Köyü yakınındaki gömük menderesler (Kaynak: Google Earth)

Afrin ayı Yukarı Havzası'ndaki litolojik birimlerin özellikleriyle, bölgede mevcut yerşekilleri arasında doğrudan ilişkiler göze çarpmaktadır. Dirençli kayaların bulunduğu ve sızmanın zayıf olduğu sarp yamaçlar üzerinde yüzeysel ve çizgisel akış oranında artış görülür. Çatlaklı ve boşluklu Mesozoyik ve Tersiyer'e ait karbonatlı formasyonlar ise geçirimsizliğe bağlı olarak kimyasal çözünmeye çok daha fazla elverişlidir. Yüksekten inen akarsuların, ana yatağa kavuştuğu yamaçların eteğinde birikinti koni ve yelpazeleri, menderes büklümlerinin içinde kum-kil yığılmak alanları oluşmuştur.

Havzadaki jeolojik birimlerin az geçirimsiz veya geçirimsiz olan kireçtaşı gibi tabakaların yayılışının çok az ve içeriğinde başka litolojik birimlerin ihtiva olması akifer oluşumunu engeller. Yine bazalt kütlelerinin soğurken oluşan çatlaklı yapısı yeraltı suyu taşımaya elverişlidir, fakat havzada yayılımı azdır. Arazinin tektonizmaya uğraması ile kısa mesafede eğim değişikliğinin fazla olması, bitki örtüsünün tahribi (Kesici, 1994) sızmadan çok yüzey akışına neden olmaktadır. Havzada su kaynağı oluşumu ve akarsu kaynaktan beslenmesi, havzanın litolojik yapısı da göz önüne alındığında mevsimlik olarak değişiklik göstermektedir. Havzada tek belirgin kaynak, güneyde bulunan Beşenli Köyü civarındaki Beşenli (Başpınar) Kaynağı'dır. Yine mevsimlik olarak değişmekle birlikte, bu kaynak Kınacık Deresi'nin oluşumuna ve beslenmesine katkı sağlar. Daha güneyde, Türkiye-Suriye sınırına kuş uçuşu 3 km mesafede Deliçay Deresi Afrin ayı'na karışır ve bu bölgede daha geniş bir vadi oluşturarak sınırimızdan çıkar (**Harita 2**). Bütün bu özellikleriyle havza ve yakın çevresi, oluşum ve gelişimini günümüzde de sürdürmektedir.

1.3. Jeomorfolojik Özellikler

1.3.1. Dağlık Alan

Havzanın batısında bulunan eski volkanik Karruca Dağı 1220 m yükseltiye sahiptir (**Fotoğraf 2**). Bu volkanik dağdan, Kuvaterner'e kadar devam eden lav akıntıları ile havza kaplanmış, akarsuların yarması sonucu tepelerde bir örtü şeklinde kalmıştır (Kesici, 1994). Genellikle havzanın güney kesiminde bulunan bu kütleler; Abuzzam Dağı (**Fotoğraf 3**), Hayberi Dağı ve Dümbüllü Dağı, Kottomandağı Tepesi, Ceylan Tepesi, Koncadağ Tepesi, Karadınkalesi Tepesi (**Fotoğraf 7**), Büyükdağ Tepesi, Tekesivrisi Tepesi (**Fotoğraf 6**) ve Boruklubör Tepesi'dir. Bu kütlelerin yükseltileri 800 m ile 950 m arasında değişmektedir. Havzanın kuzeybatı sınırı olan Kartal Dağları 1170 m, kuzeyinde Burunkaya Tepesi 1300 m (**Fotoğraf 5**) ve Sof Dağı 1486 m (**Fotoğraf 4**) ile en yüksek noktalarını oluşturmaktadır.



Fotoğraf 2: Deliçay Deresi Alt Havzası'nda Karruca Dağı güney bakı tarafından görünüm ve önde zeytin yetiştirme alanları



Fotoğraf 3: Asimetrik görünümlü Abuzam Dağı'nın dikçe dağ eteklerinde oluşmuş birikinti koni ve yelpazelerine kuzeybatıdan güneydoğuya bakış. Deliçay Deresi üzerinde inşa edilen Balıklı Göleti ve ön kesimde zeytinlikler görülmektedir.



Fotoğraf 4: Kara Dere'nin doğduğu Sof Dağı ve çevresinin güney bakı yönündeki zayıf vejetasyon ve aşınım yüzeyleri, ön kesimde Antep fıstığı ağaçları



Fotoğraf 5: Değirmen Deresi Alt Havzası'nda, bindirme ile yükselen Sarıkaya Dağı'nın güney ucunu oluşturan kumtaşı, çakıltaşı ve marnlı zirvesiyle Burunkaya Tepesi'nin (1336 m) güney yönden görünümü



Fotoğraf 6: 1165 m yükseltide bulunan ve ofiyolit serisinden meydana gelen Tekesivrisi Tepesi'ne güneydoğu yönünden bakış



Fotoğraf 7: Bozafrin Deresi Alt Havzası'nda 1083 m rakımlı seyrek meşelerle kaplı Karadinekkalesi Tepesi'nin güney bakı yönünden görünümü

1.3.2. Platoluk Alan

Arazinin çeşitli sertlikte kayalar ihtiva etmesi ve genellikle bazalt, marnlı-killi ve kumlu tabaklarda tektonik itilmelerle kolayca çatlakların oluşması nedeniyle aşınmalar fazla olmuş ve sonucunda yer yer yarılmıştır. 500 m ile 1000 m arasında yükseltisi değişen plato alanları Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı. ve **Harita 4** incelendiğinde akarsuların ve iklimin de etkisi ile nasıl aşındırıldığı görülmektedir. Hafif engebeli düzlükler şeklinde olan platoluk alan özellikle havzanın güney kısmında yükselmeye uğradığından, bu bölgede akarsu yarılmaları sonucu parçalanmış şekildedir (**Fotoğraf 9**).

Plato alanları; ofiyolit karmaşığı ile marn üzerinde Paleosen yaşlı ve yer yer Üst Kretase yaşlı killi kireçtaşı üzerinde gelişme göstermiştir. Miyosen sonu-Pliyosen'de devam eden bazalt akıntılarının oluşturduğu birkaç yapısal düzlük vardır (**Fotoğraf 8** ve **Fotoğraf 11**).



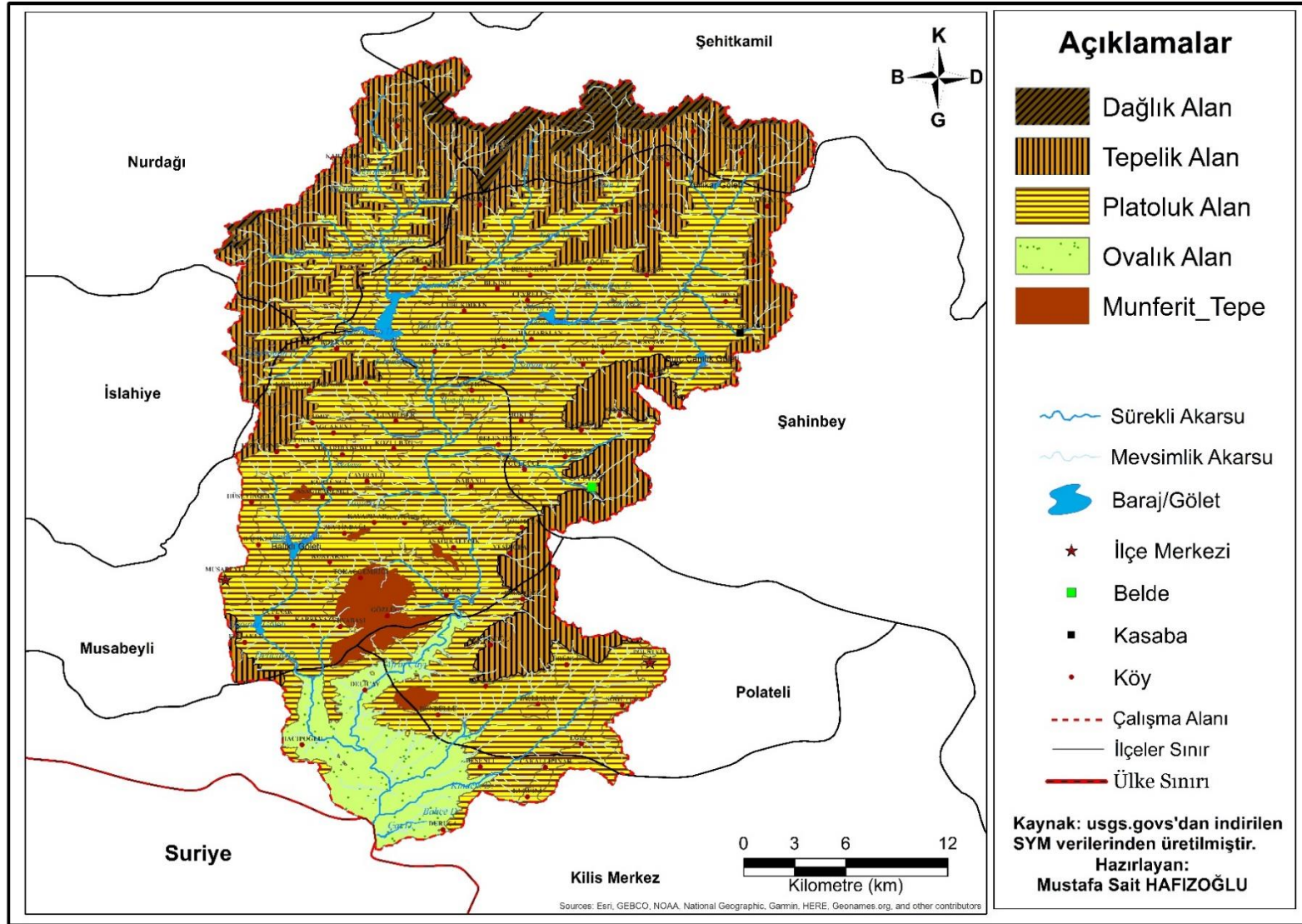
Fotoğraf 8: Çubukdiken Köyü güneyindeki Akbayır, Tiyekli ve Hacıarslan köyleri çevresinde oluşmuş yüksek ve alçak plato alanları



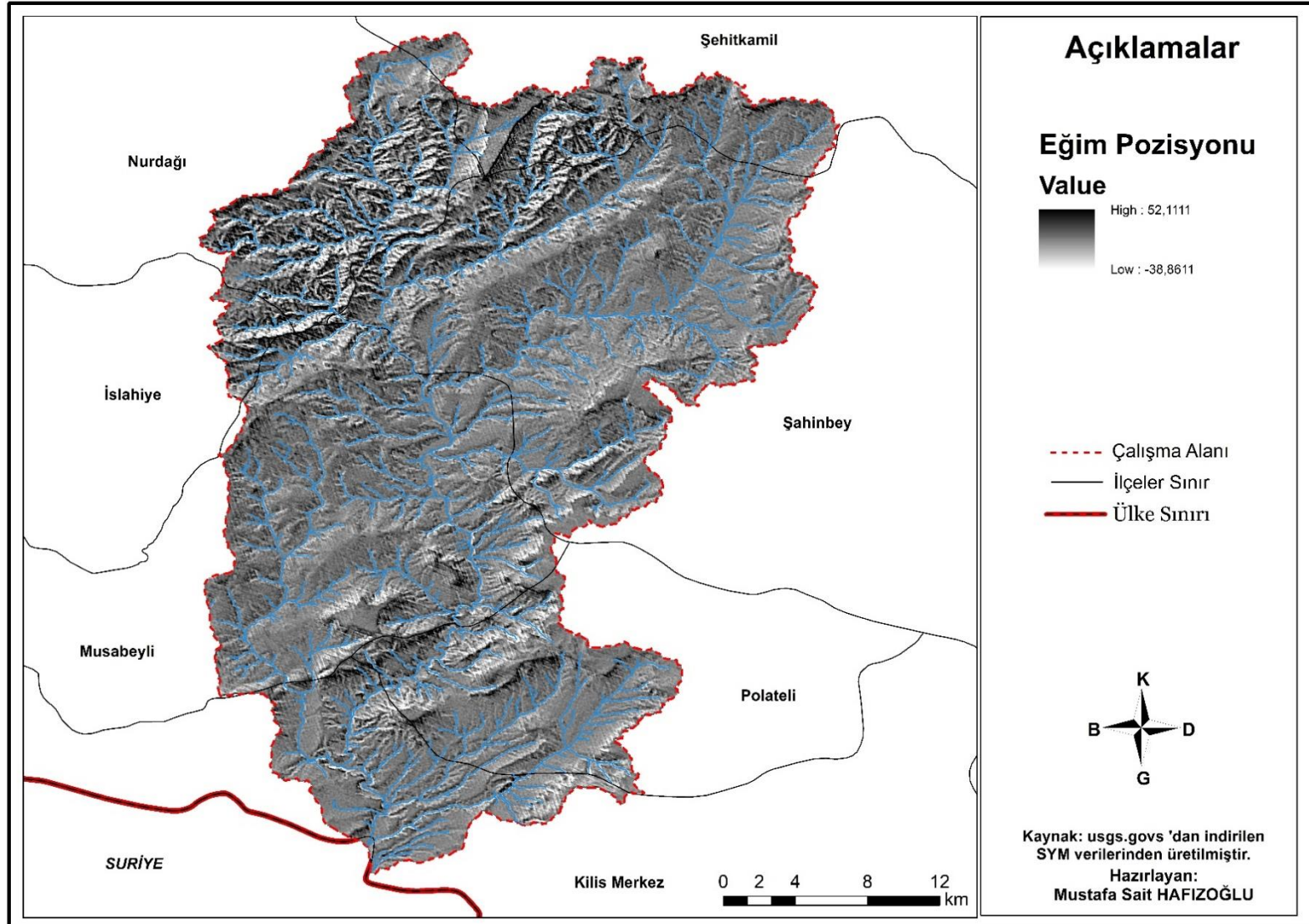
Fotoğraf 9: Hayberi Dağı'nın kuzeybatısında Afrin Çayı'nın farklı derinliklerde parçaladığı plato alanlarından bir görünüm



Fotoğraf 10: 864 m yükseklikteki Koncadağı Tepesi'nin doğu tarafındaki Afrin Çayı ve tarım yapılan ovalık alanlar



Harita 3: Havzanın Morfografya Haritası



Harita 4: Havzanın YüzeY Pozisyon Haritası



Fotoğraf 11: Hayberi Dağı'nın güney ve doğu bakı yönü üzerindeki plato alanları zayıf bitki örtüsüyle kaplı olup, az eğimli ve düze yakın kesimlerde tarımsal amaçlı kullanılmaktadır.

1.3.3. Ovalık Alan

Çalışma alanındaki ovalık alanlar, kaymış gömük menderes tanamları ve Türkiye sınırından çıkmadan önceki alanlara tekabül eder. Havza, Türkiye sınırını terk ettikten sonra daha geniş ova alanlarına açılır. Aşınım ile yükseltinin azalması ve birikimler düzleşmeyi sağlayan faktörlerdir. Bu bölge Paleosen sonu ve Eosen başı yer yer kumtaşı, çakıltası ve ara katkılı marn, Üst Kretese killi kireçtaşları üzerinde yer alır. Aşınımından geriye ovalık alan içerisinde Dümbüllü Dağı bazalt kütlesi kalmıştır (Fotoğraf 10).

1.3.4. Vadi Alanları

Afrin Çayı, bazalt örtülü tortul platoyla ofiyolit karmaşığı zonu arasındaki faylanmış sınıra dalarak derince yaran akarsu, üst kısımlarında bazalt kornişlerinin meydana geldiği kanyonu andıran bir yatak içerisinde akar. Abuzzam Dağı ve Hayberi Dağı arasında kaymış gömük menderesler çizer. Bindirme zonunun varlığı nedeni ile tektonik faaliyetlerin fazla olduğu havza yükselmeye uğramış, neotektonik hareketlerle kıvrılma ve faylanmalar meydana gelmiştir. Bu nedenlerle, Atalay'ın (2018) işaret ettiği gibi yer yer antedant vadilere rastlanmaktadır. Yer yer engebeli ve litolojik olarak geçirimsizliği az olan havzada, çentik ve boğaz vadi çeşitleri de görülmektedir. Havza büyük ölçüde akarsular tarafından parçalanmış ve yağışlar doğrudan yüzeysel akışa geçtiğinden, farklı ölçüde aşınmalar gerçekleşmiştir. İklimin etkisiyle yağışların mevsimlik olması sonucu havzada kuru dere yatakları ve yüzeysel akışla oluşmuş sel yarıntıları mevcuttur (**Fotoğraf 12**, **Fotoğraf 13**).



Fotoğraf 12: Değirmen Dere Alt Havzası Kartalköy yakınında, kireçsiz kahverengi orman toprakları üzerinde seyrek çam ve meşelere rastlanan 1000-1100 m yükselteli sahaya batı yönünden bakış



Fotoğraf 13: Afrin Çayı'nın vadi tabanını genişlettiği Kilis-Hatay Karayolu-Musabeyli yol çatı doğusunda bulunan Afrin Köprüsü yakınlarından görünüm

1.4. İklim Özellikleri

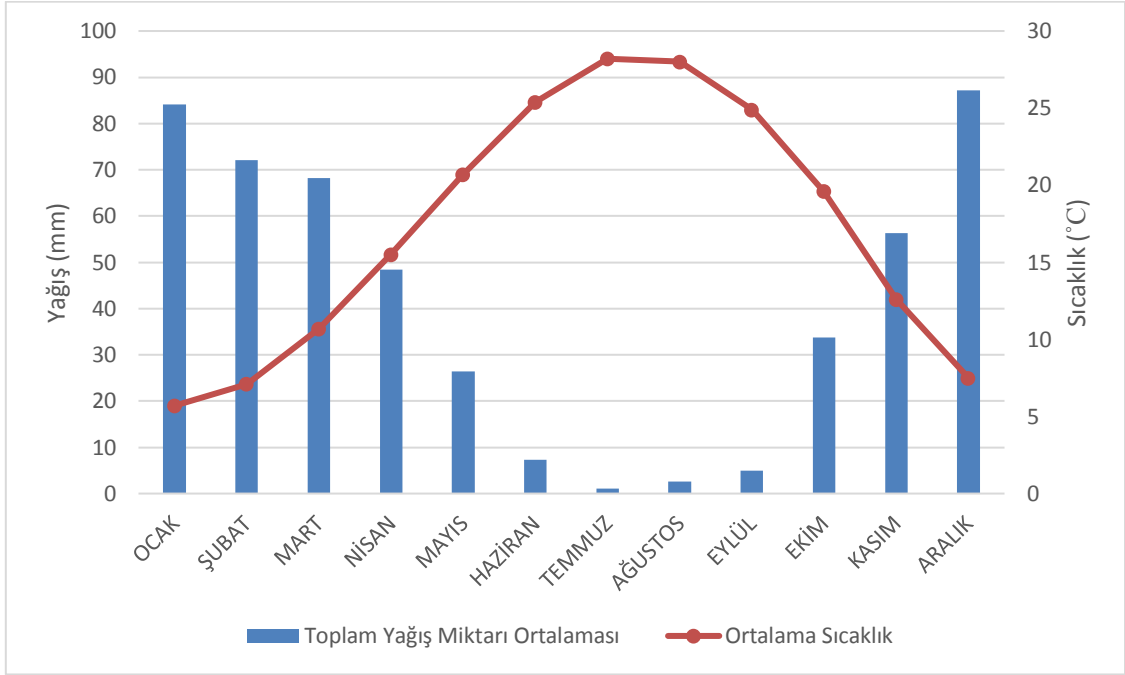
Havzada iklim karakteristiği olarak Akdeniz iklimi görülür. Aynı zamanda denizelliğin etkisinden uzak olması ile Karasal iklim de etkili olmaktadır. Konum olarak Akdeniz kıyısı ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi arasında kalmaktadır. Bu sebepler ve yeryüzü şekillerinin de etkisiyle, yıl içerisindeki bu farklı termik-dinamik koşullar iklim elemanlarına da yansıyor, bölgeyi sıcak-kurak ve serin-nemli olarak iki devreye ayırmaktadır.

Yaz döneminde Azor YB etkisi, karaların kuzey yarımkürede daha fazla yer kaplaması ve daha fazla ısınması ile etkisini güçlendirerek Basra AB alanına doğru Akdeniz'i etkisi altına almaktadır. Eteziyen olarak bilinen bu hava hareketi sırasında, Akdeniz üzerinden geçerken bünyesine aldığı nem Nur Dağları'nı aşarak soğur ve havza üzerinde serin-nemli bir etkiye sebep olur. Bu etki garbi olarak adlandırılır (Kesici, 1994).

Kış döneminde Sibirya Polar YB etkisi ile güneye çekilen sıcak hava kütlelerinin etkisi azalır. Akdeniz ve karalar üzerinde hâkim olan polar hava hareketleri arasında oluşan boşluklardan batıdan sokularak Akdeniz Havzası boyunca devam eden İzlanda AB, genel olarak Akdeniz Bölgesi'nde ve araştırma havzasında cephe yağışlarına neden olur. Bu hava hareketi, havzada ılık-nemli kış dönemine neden olur (Kalelioğlu, 1968b; Kesici, 1994).

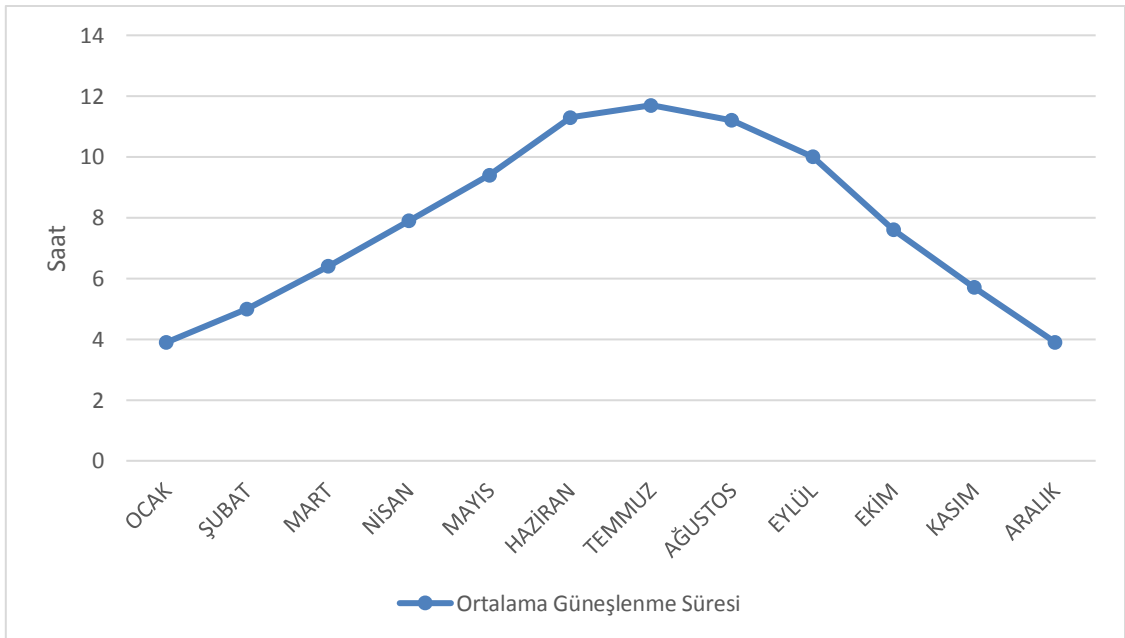
Çalışma alanı çevresindeki yeryüzü şekillerinin iklim üzerine etkisiyle, Akdeniz üzerinden hareketlenen hava kütleleri özellikle kış döneminde doğuya doğru ilerlerken yükseltisi 1500 m ile 2000 metrelere ulaşan Nur Dağları'nı aşarak Hatay-Maraş Grabeni üzerinde alçalır. Grabenin doğu sınırı olan ve yükseltisi yer yer 1000 metrelere kadar ulaşan Kurt Dağı'nı ve havzanın kuzeybatı sınırı olan ve yükseltisi 1250 metrelere ulaşan Kartal Dağı'nı aşarak havza üzerine ulaşırlar. Bu hareket sonucu özelliklerini ve taşıdıkları nemi, yükselti ve denize uzaklıkları açısından orantılı olarak kaybederler (Kalelioğlu, 1968b; Kesici, 1994).

Grafik 1: Kilis Ortalama Yağış ve Sıcaklık Grafiği



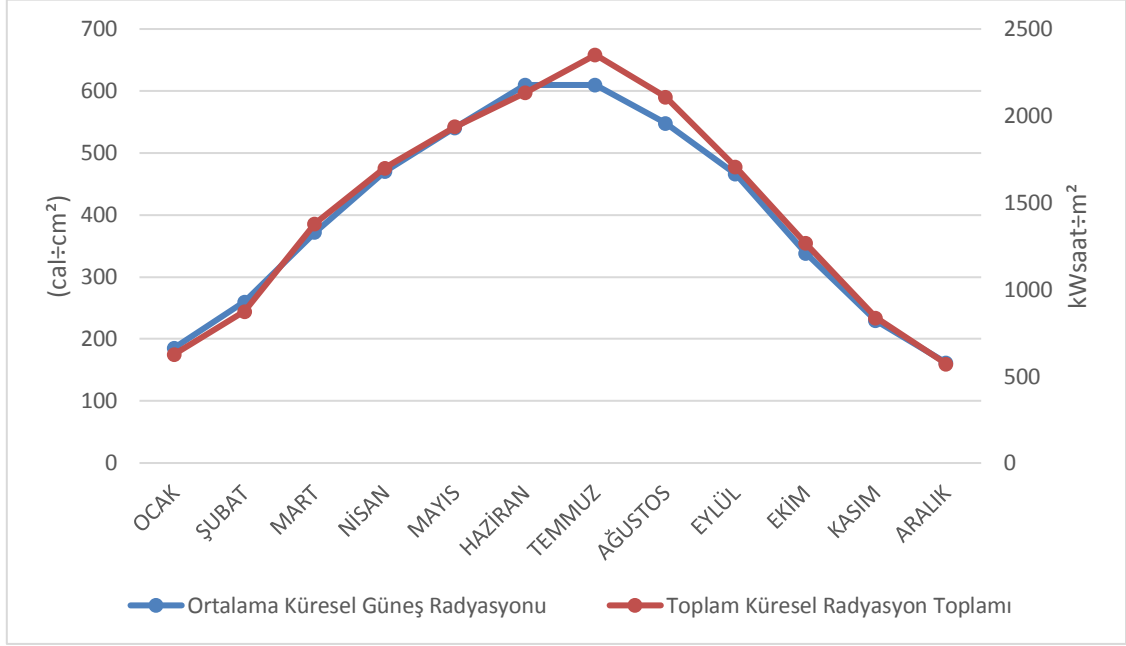
Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir

Grafik 2: Kilis Ortalama Güneşlenme Süresi (s) Grafiği



Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir

Grafik 3: Kilis Ortalama ($\text{cal}\div\text{cm}^2$) ve Toplam ($\text{kWsaat}\div\text{m}^2$) Güneş Radyasyon Oranları



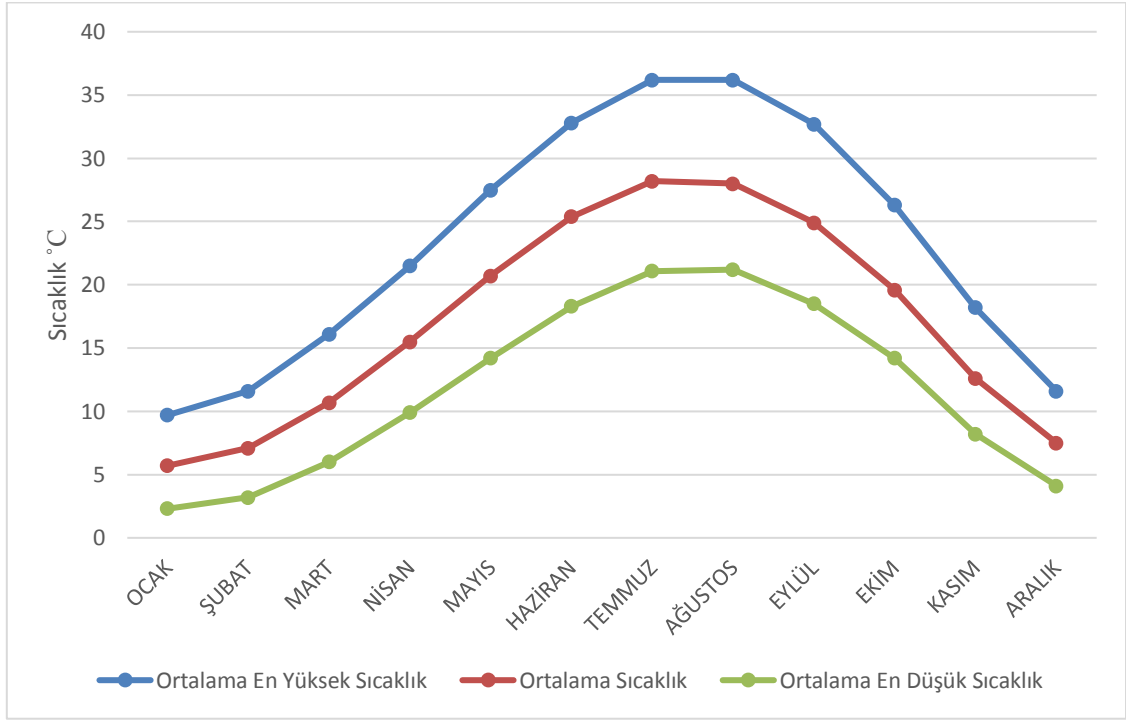
Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir

1.4.1. İklim Elemanları

1.4.1.1. Sıcaklık

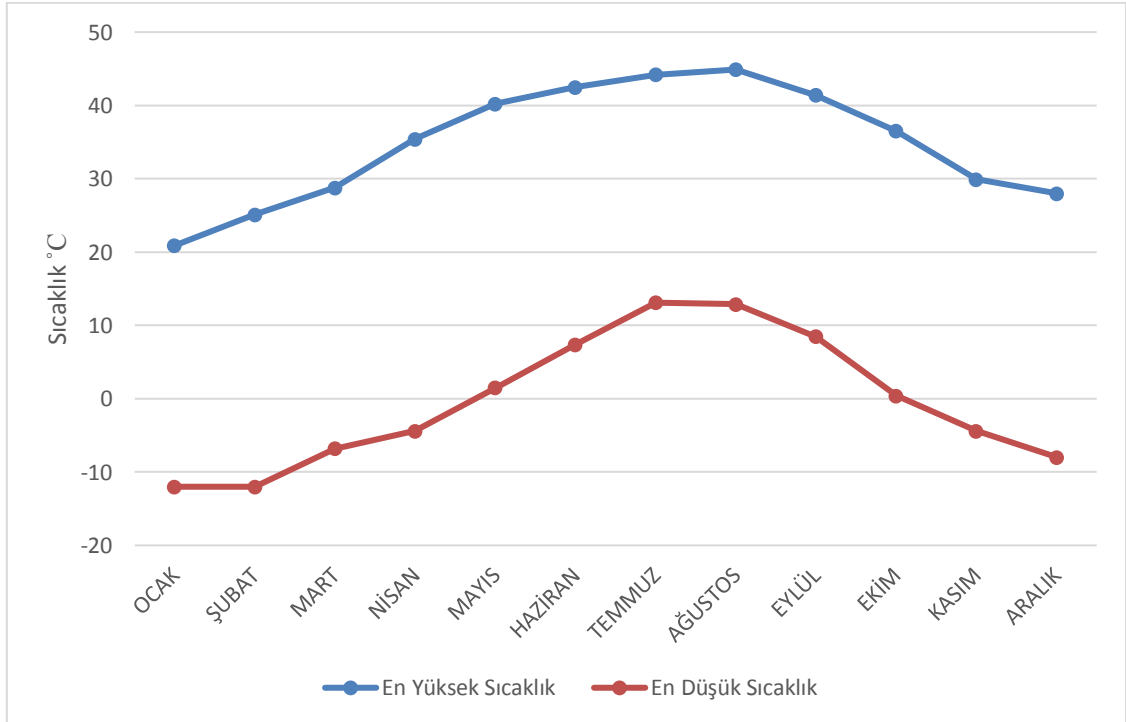
Kilis Meteoroloji İstasyonu'nun sıcaklık ortalamaları incelendiğinde, yıllık maksimum sıcaklık ortalamasının 23.4°C olduğu anlaşılır. Maksimum sıcaklık ortalamasının en yüksek temmuz ve ağustos aylarında 36.2°C olduğu görülmektedir. Kilis İstasyonu'na göre yıllık ortalama sıcaklık 17.2°C 'dir. Yıllık ortalama sıcaklık temmuz ayında 28.2°C ile en yüksek değere sahipken, ocak ayında 5.7°C ile en düşük değerdedir. Minimum sıcaklıkların yıllık ortalaması 11.8°C 'dir. En düşük sıcaklık ortalaması ise ocak ayında olup, 2.3°C 'dir. Sahada en yüksek sıcaklık 03/08/2010 tarihinde 45°C olarak ölçülürken, en düşük sıcaklık 02/02/1967 tarihinde -12°C ölçülmüştür. Grafikte görüldüğü gibi, en düşük sıcaklık şubat ayında ölçülmüş olsa da, ocak ayının bölgenin en soğuk ayını karakterize ettiğini belirtmek gerekir.

Grafik 4: Kilis Ortalama, En Yüksek Ortalama, En Düşük Ortalama Sıcaklık Grafiği



Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir

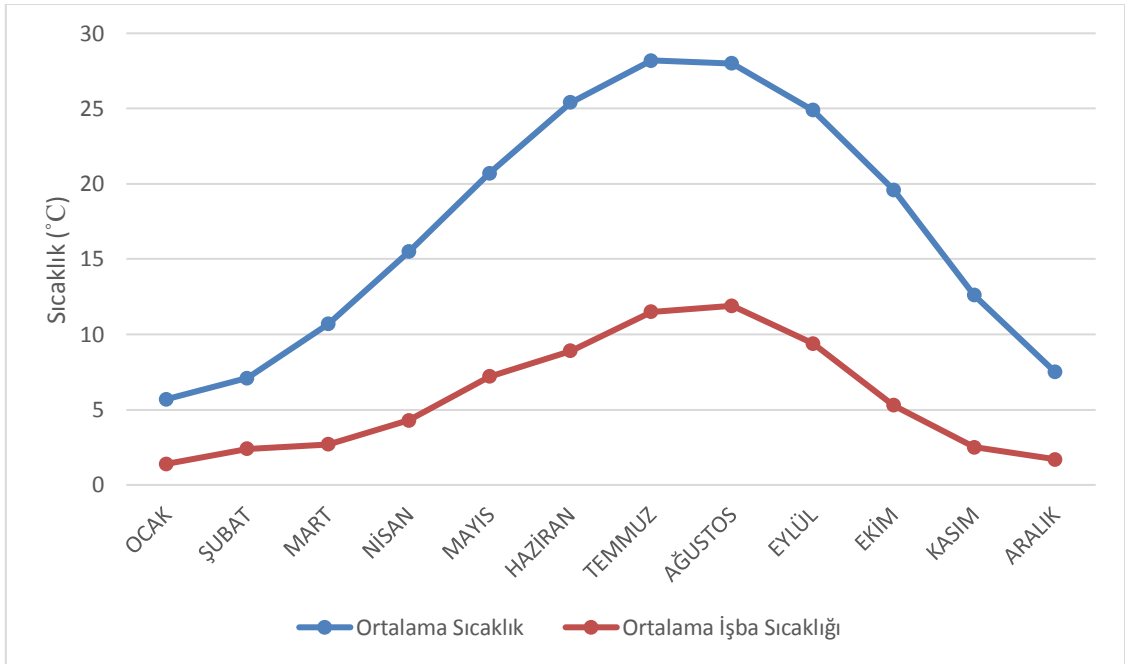
Grafik 5: Kilis En Yüksek ve En Düşük Sıcaklık Grafiği



Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir

Kilis Meteoroloji İstasyonu verileri doğrultusunda ortalama işba sıcaklıkları ve ortalama sıcaklık ilişkisine bakıldığında, yaz aylarının aralarında 17°C fark olduğu gözlemlenirken, kış ayları arasında bu fark 4°C'ye düşmektedir. Bu şartlarda, yaz aylarının sıcak ve kurak geçtiği, kış aylarının ise nemli ve yağış olma ihtimalinin daha fazla olası olduğu söylenebilir.

Grafik 6: Kilis Ortalama Sıcaklık ve Ortalama İşba Sıcaklığı Grafiği

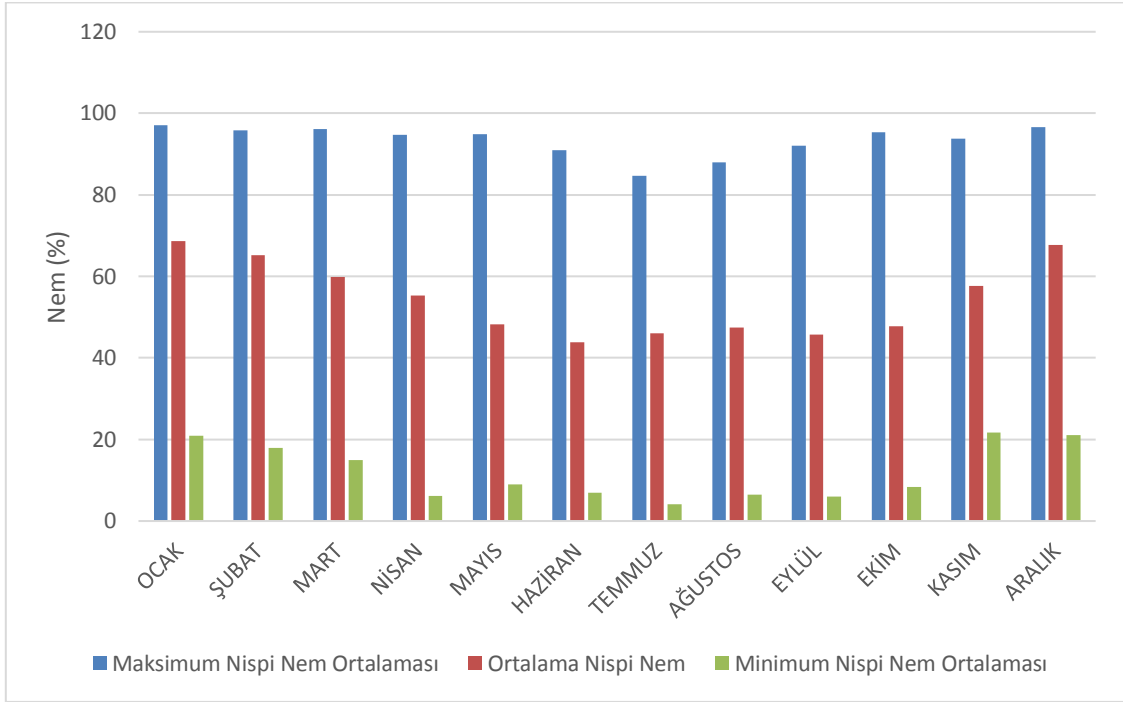


Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir

1.4.1.2. Nemlilik ve Bulutluluk

Kilis İstasyonu'nda ölçülen ortalama nispi nem yüzdeleri incelendiğinde, yıllık ortalama maksimum nispi nem yüzdesinin 93.3, yıllık ortalama minimum nispi nem yüzdesinin 11.9 olduğu anlaşılmaktadır. Yıllık ortalama nispi nem yüzdesi ise 54.5 olarak ölçülmüştür. Aylara göre ortalama nem yüzdeleri incelendiğinde, kış aylarında %67 dolaylarında seyrettiği, yaz aylarında azalarak %45 dolaylarına düştüğü görülür.

Grafik 7: Mutlak Nem

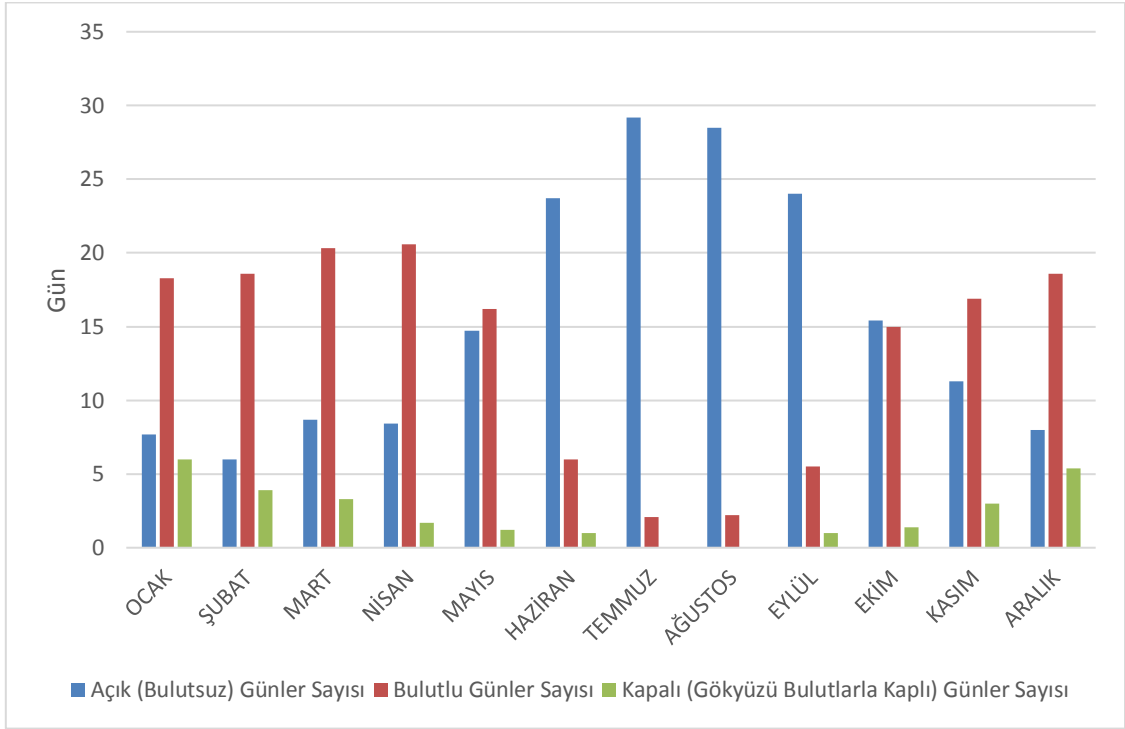


Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir

Veriler doğrultusunda, ortalama nispi nem yüzdesi ile ortalama sıcaklık arasındaki ilişki incelendiğinde ise; yaz kuraklığının belirgin olduğu, buna karşılık kış aylarında ılık ve nemli atmosferik faaliyetlerin baskın olduğu anlaşılmaktadır.

Kilis Meteoroloji İstasyonu tarafından ölçülen yıllık açık ve bulutsuz gün sayısı 185.6 gün olarak hesaplanmıştır. Bulutsuz günlerin en fazla yaşandığı ayın 29.2 gün ile temmuz ayı olduğu, en az yaşandığı ayın ise 6 gün olarak gerçekleşen şubat ayı olduğu görülür. İstasyonda ölçülen yıllık bulutlu günler sayısı 160.3 gündür. Bulutlu günler sayısı en fazla 20.6 gün ile nisan ayında, en az 2.1 gün ile temmuz ayında olmuştur. İstasyonda yıllık kapalı ve gökyüzünün bulutlarla kaplı olduğu gün sayısı 27.9 şeklinde belirlenmiştir. İstasyon verilerine göre aylık kapalı gün (gökyüzünün bulutlarla kaplı olduğu gün) sayısı en fazla 6 gün ile ocak ayında yaşanmıştır.

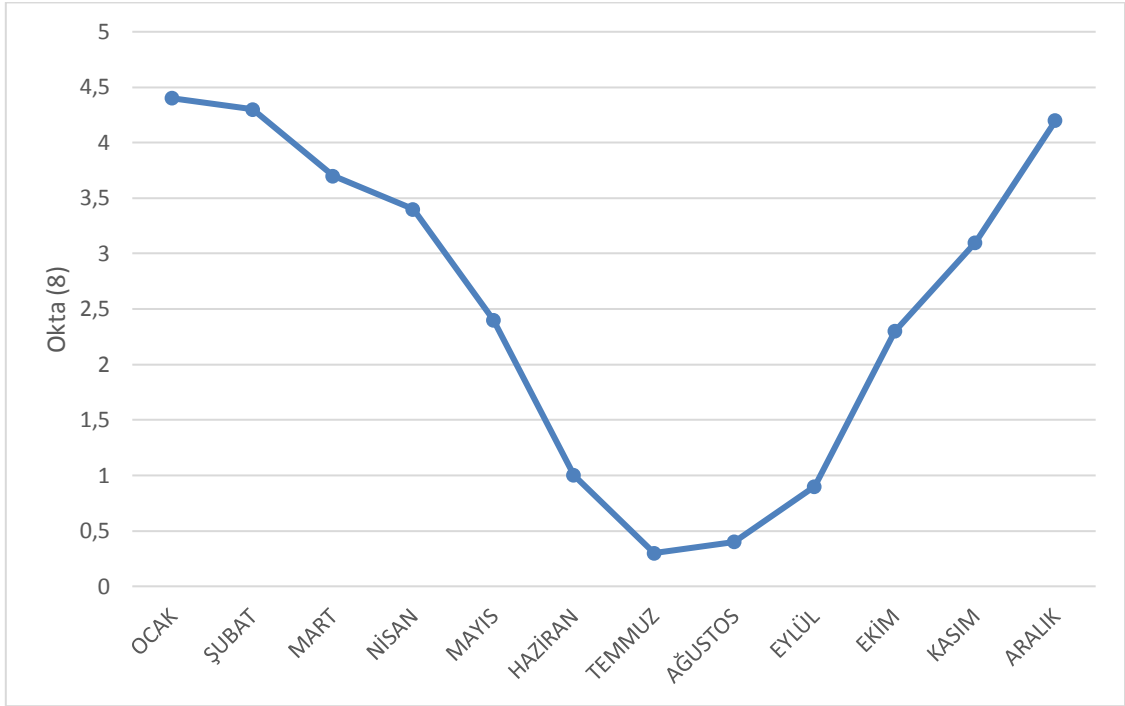
Grafik 8: Bulutlu ve Bulutsuz Günler Grafiği



Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir

İstasyonda yıllık bulutluluk miktarı ise 2.5 okta olarak ölçülmüştür. Bulutluluk miktarının en fazla ölçüldüğü ay 4.4 okta ile ocak olmuştur.

Grafik 9: Bulutluluk Miktarı Grafiği

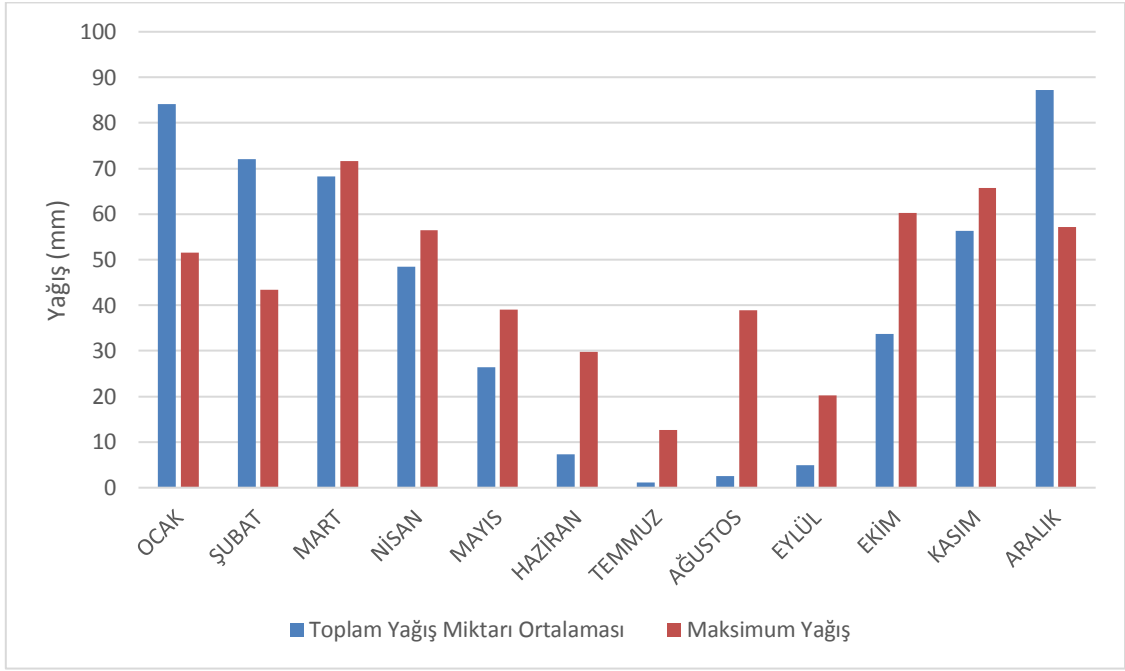


Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir

1.4.1.3. Yağış

Kilis Meteoroloji İstasyonu'nun yıllık toplam yağış miktarı 492.4 mm olarak hesaplanmıştır. Maksimum yağış 71.7 mm ile mart ayında olmuştur. Ortalama toplam yağış miktarına aylar olarak bakıldığında, kış aylarında yağışların arttığı ve yaz aylarında azaldığı görülür. Toplam yağışlı günlerin yıllık ortalaması 87.27 gündür. Aylar olarak değerlendirildiğinde, yağışlı günlerin kış aylarında fazla olduğu ve ocak ayında en fazla değer olan 12.8 güne ulaştığı belirlenmiştir. Yağışlar yaz aylarında oldukça azalmakta, temmuz ayında en düşük değer olan 0.3 güne düşmektedir.

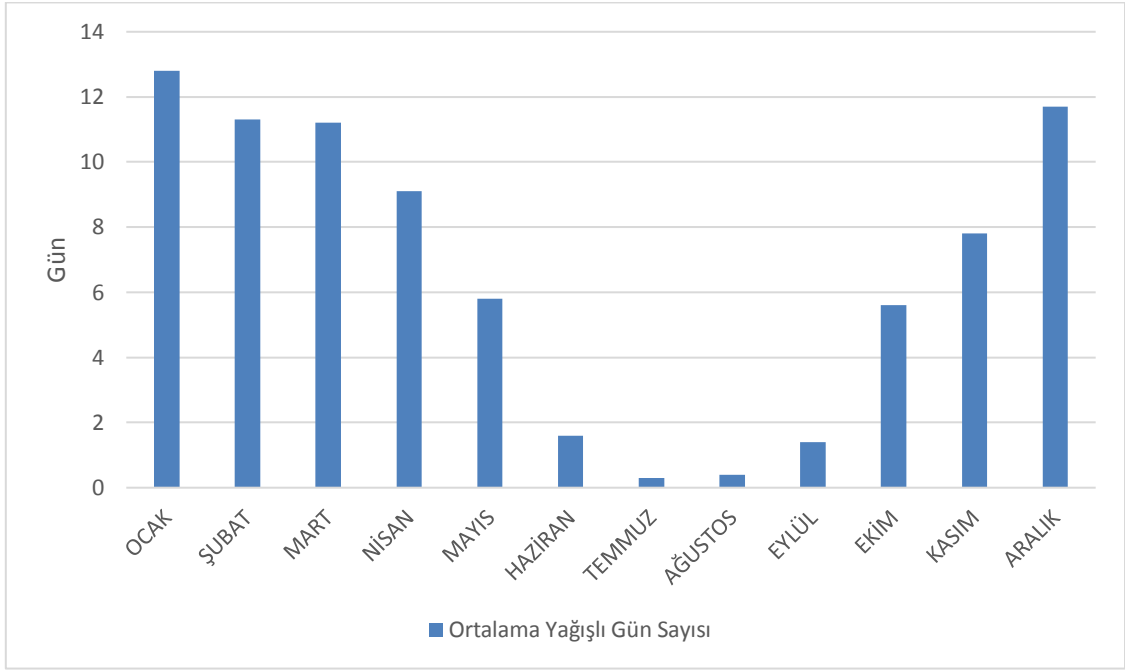
Grafik 10: Aylık Yağış Grafiği



Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir

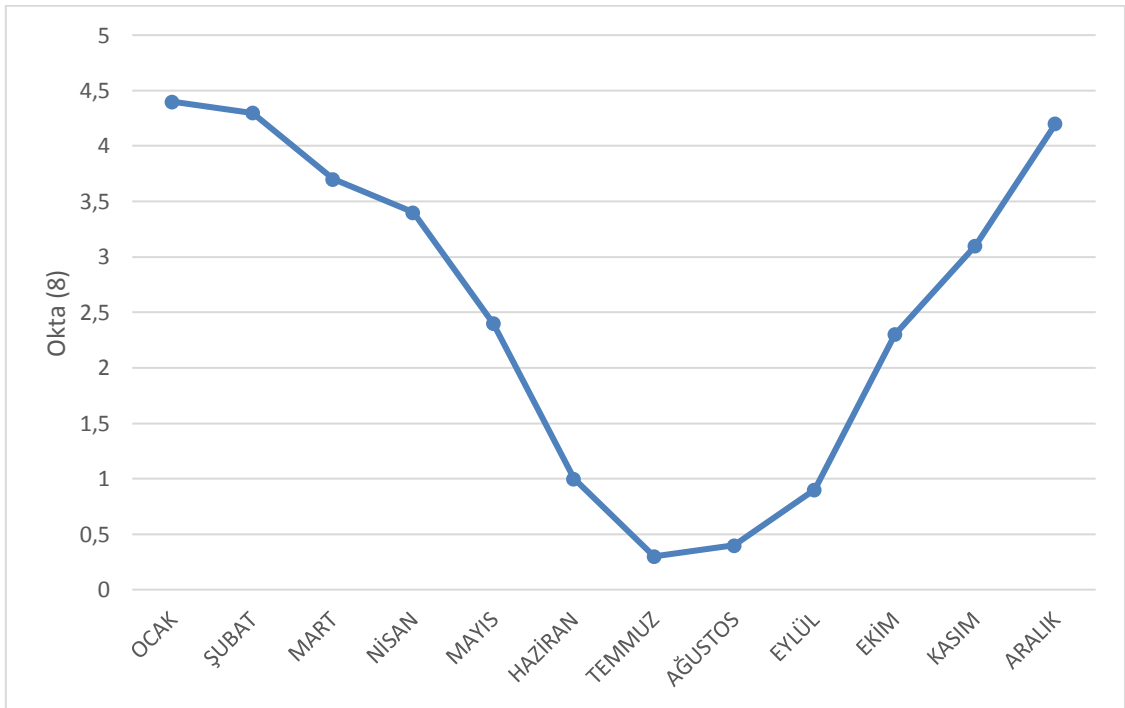
Yağış biçimlerine günler bazında bakıldığında, yıllık ortalama yağmurlu gün sayısının 97.5 gün olduğu belirlenmiştir. En fazla yağmurun 12.72 gün ile aralık ayında düştüğü, en az yağmurun ise 0.47 gün ile temmuz ayında yağdığı görülür. Kar yağışlı günlerin yıllık ortalaması 3.35 gün olup, en fazla kar yağışı 1.33 gün ile ocak ayındadır. Diğer bir yağış türü dolulu günlerin yıllık ortalamasının 6.88 gün olduğu gözlenmiştir. En fazla dolu olayı, 1.37 gün ile nisan ayında yaşanır.

Grafik 11: Kilis Ortalama Yağışlı Gün Sayısı



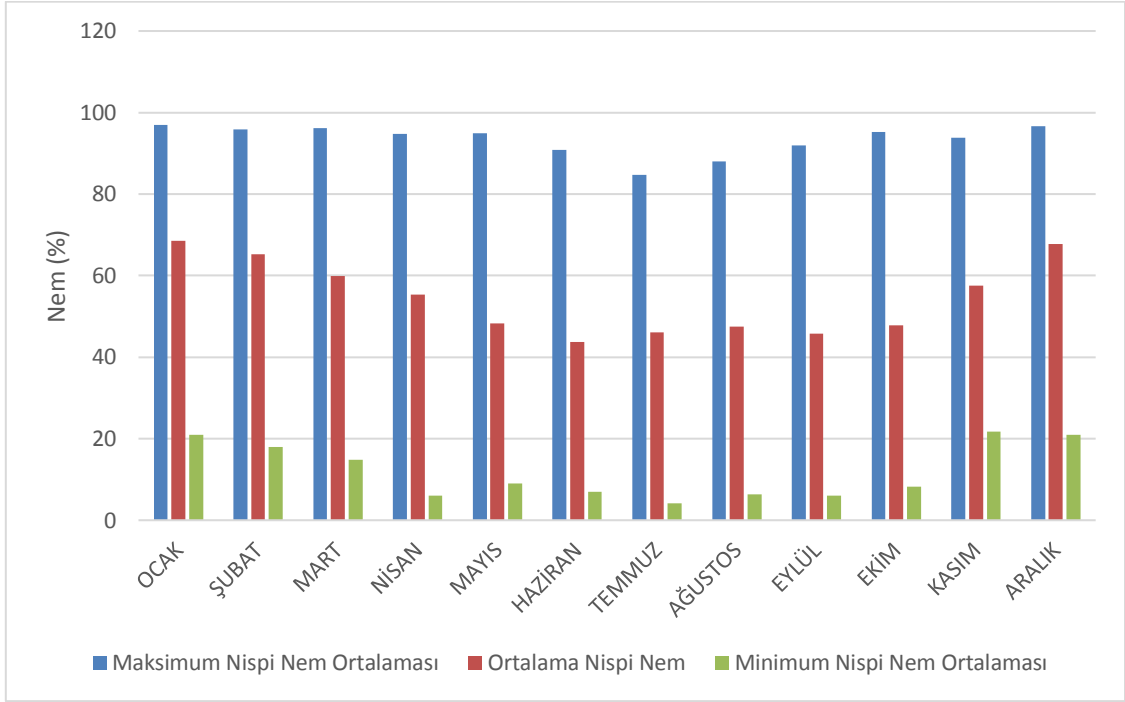
Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir

Grafik 12: Kilis Bulutluluk Miktarı (8 Okta) Grafiği



Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir

Grafik 13: Kilis Nispi Nem Grafiği

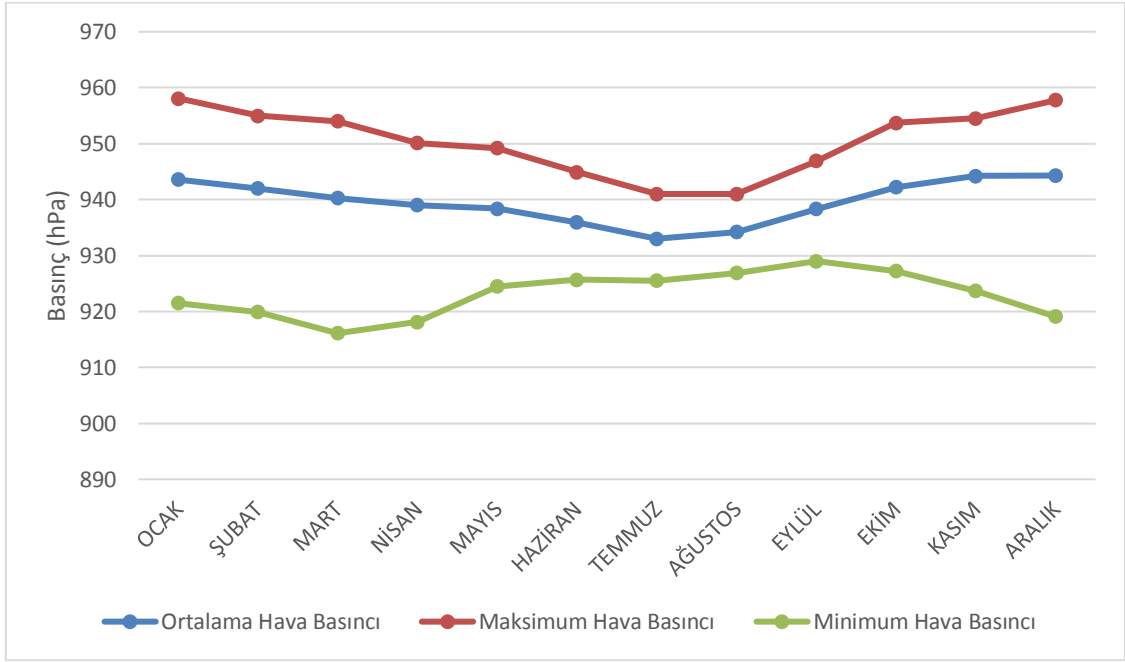


Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir

1.4.1.4. Basınç

Kilis Meteoroloji İstasyonu'nun hava basınç verileri incelendiğinde, yıllık ortalama hava basıncının 939.6 hPa olduğu görülmektedir. Yıllık ortalama maksimum hava basınç değeri 958.1 hPa iken, yıllık ortalama minimum hava basıncı 916.1 hPa olmuştur. Minimum hava basıncının en düşük değeri mart ayında, maksimum hava basıncının en yüksek değeri ocak ayında gerçekleşmiştir. Aylara göre yıllık hava basıncı ortalaması incelendiğinde ise; yaz aylarında hava basıncı azalırken kış aylarında arttığı gözlenir. Bölge, tüm aylarda alçak basınç koşullarına sahiptir.

Grafik 14: Havzanın Basınç Grafiği

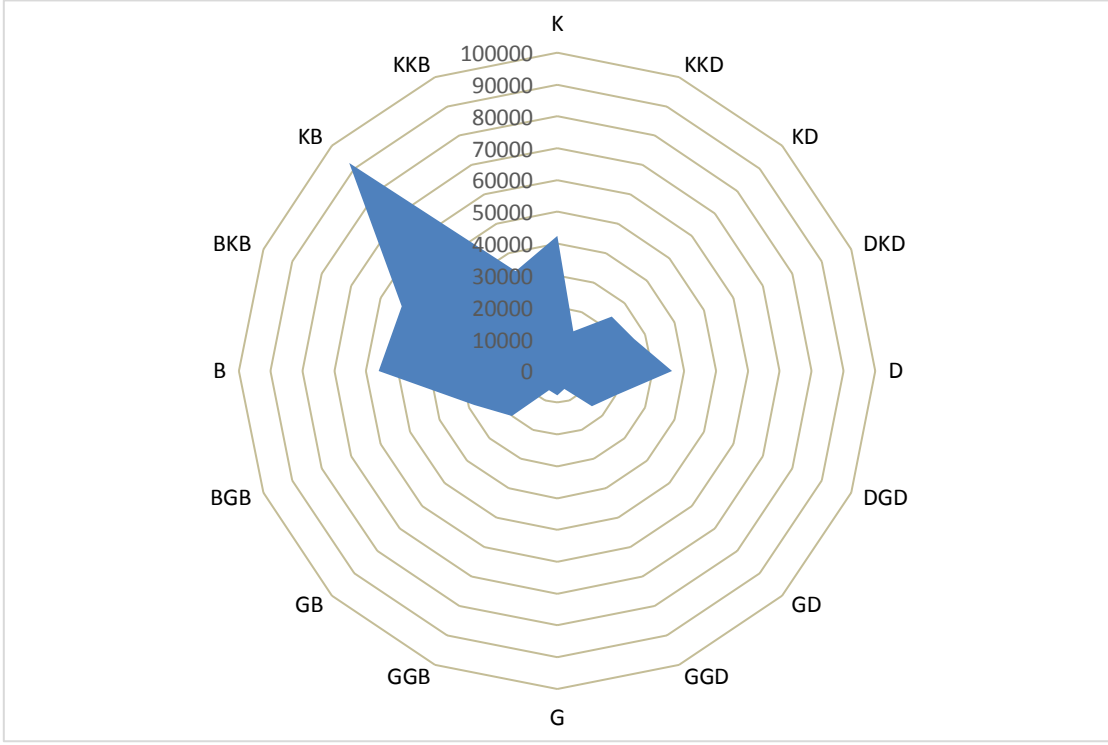


Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir

1.4.1.5. Rüzgâr

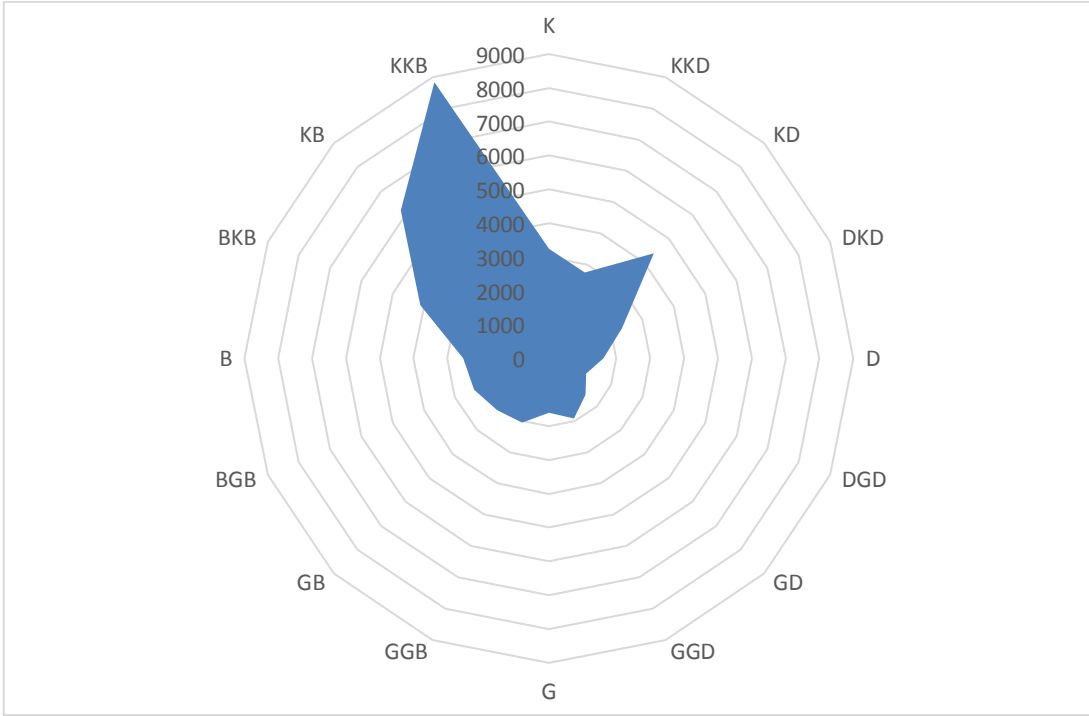
Kilis Merkez Meteoroloji İstasyonu'nun rüzgâr yönleri ile rüzgârın toplam esme sayılarına bakıldığında, hâkim rüzgâr yönünün kuzeybatı olduğu görülmektedir. Musabeyli İstasyonu'nda hâkim rüzgâr yönü kuzey-kuzeybatı, Polateli İstasyonu'nda hâkim rüzgâr yönü güneybatı ve batı-güneybatı, Sof Dağı İstasyonu'nda hâkim rüzgâr yönü ise kuzeybatı ve batı-kuzeybatıdır. Araştırma sahasını ilgilendiren bu meteoroloji istasyonlarından elde edilen rüzgâr güllerinin, sahanın morfolojik şekilleri ile örtüştüğü belirlenmiştir.

Grafik 15: Kilis İstasyonu Rüzgâr Gülü



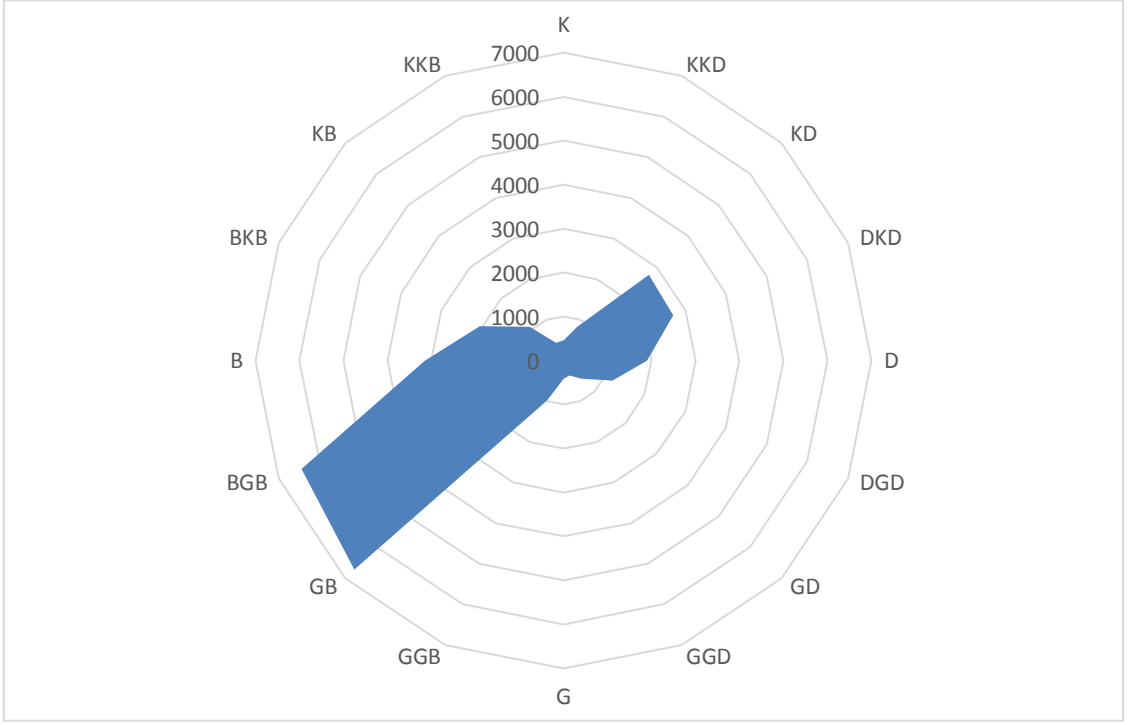
Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir

Grafik 16: Musabeyli İstasyonu Rüzgâr Gülü



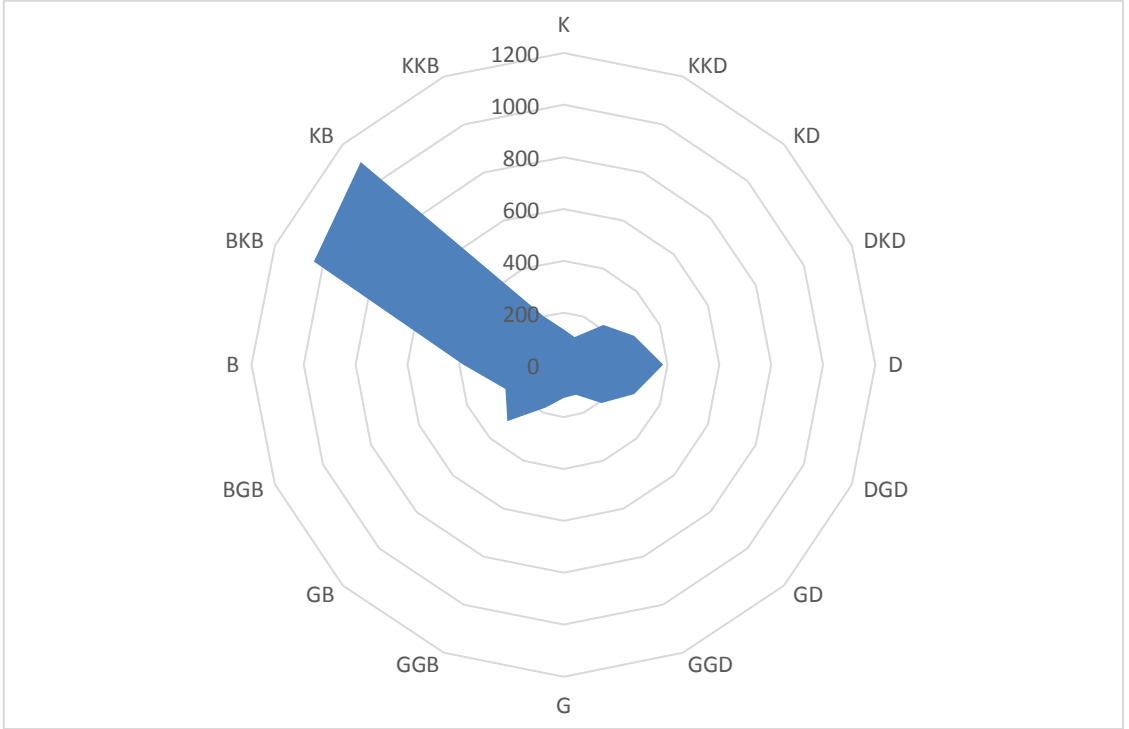
Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir

Grafik 17: Polateli İstasyonu Rüzgâr Gülü



Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir

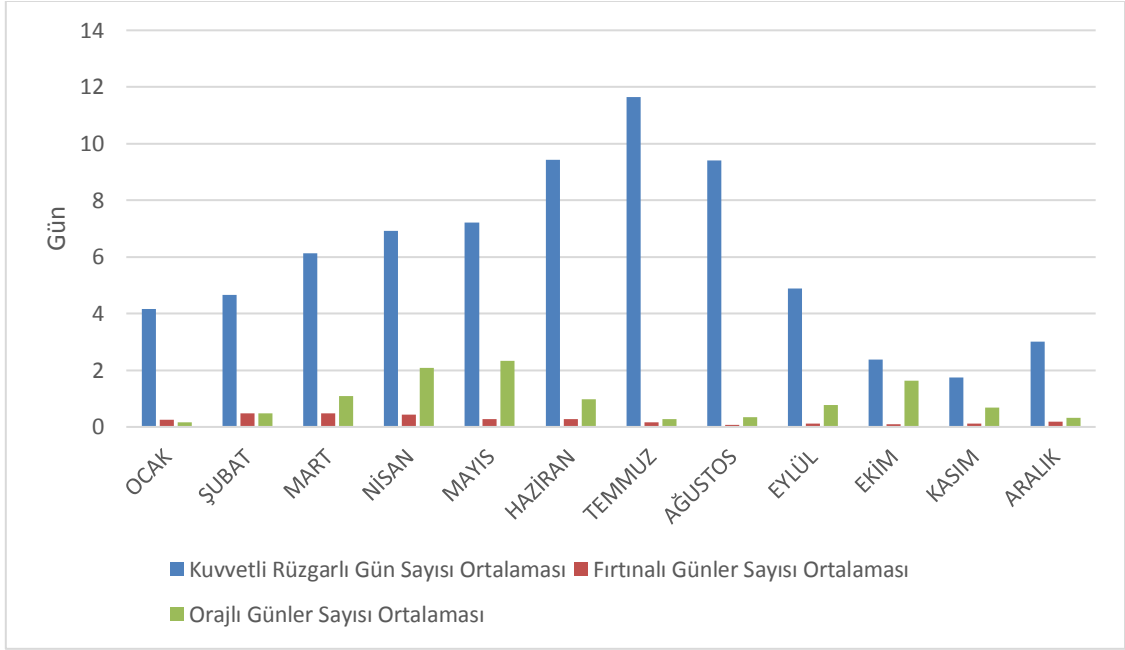
Grafik 18: Şehitkamil (Sof Dağı) İstasyonu Rüzgâr Gülü



Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir

Kilis Meteoroloji İstasyonu tarafından ölçülen yıllık kuvvetli rüzgârlı gün sayısı ortalaması 71.55 gün olarak belirlenmiştir. En fazla kuvvetli rüzgârlı gün temmuz ayında meydana gelirken, en az ise kasım ayında gözlemlenmiştir. İstasyonda ölçülen yıllık fırtınalı günler sayısının ortalaması 2.97 gündür. İstasyonda ölçülen yıllık orajlı günler sayısı ortalamasının ise 11.16 gün olarak ölçüldüğü görülmektedir.

Grafik 19: Rüzgârlı Günler



Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir

1.4.2. İklim Sınıflandırması

Erinç iklim sınıflandırmasına göre, yıllık ortalama maksimum sıcaklık ile yıllık ortalama toplam yağış miktarının oranlanması sonucu elde edilen yağış etkinlik indisi 20.1'dir. Erinç'e göre saha yarıkurak iklim özelliklerine sahiptir. Aydeniz iklim sınıflandırması; güneşlenme süresi, sıcaklık, yağış ve nispi nem ile elde edilen kuraklık katsayısı indisi 1.56 iken, nemlilik katsayısı indisi 0.64 olarak bulunmuştur. Aydeniz'e göre saha çok kurak iklim özelliklerine sahiptir. Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre ise; aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama yağış ve aylık evapotranspirasyon verilerinden yararlanılarak, yıl içinde toprakta birikmiş su, birikmiş olan suyun aylık değişimi, yıllık gerçek evapotranspirasyon değeri, su noksanı ve su fazlası ile akış ve nemlilik değerlerinden elde edilen iklim indeksi D, B'3, s, b'3 çıkmaktadır. Thornthwaite'e göre araştırma sahasının yarıkurak bir iklime sahip olduğu görülür. De Martonne-Gottman iklim sınıflandırmasına göre, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama sıcaklık ile en kurak ayın yağış miktarı ve en kurak ayın ortalama sıcaklığı verilerinin oranlanmasıyla elde edilen kuraklık indisi 8.8 olmuştur. De Martonne-Gottman'a göre, saha yarıkurak bir iklime sahiptir. Köppen-Trewartha iklim sınıflandırmasına göre ise; yıllık ve aylık hava sıcaklığı ve yağış miktarlarının uzun vadeli yıllık ortalamaları ile elde edilen iklim değeri Cshk olarak belirlenmiştir. Böylece Köppen-Trewartha'nın sınıflandırmasına göre; araştırma sahası yazları çok sıcak, kışları serin, subtropikal kuru yaz iklimini ifade eden Akdeniz iklimi özelliklerini gösterir (**Tablo 1**)

Tablo 1: İklim Sınıflandırmaları

Erinç İklim Sınıflandırması		İklim Tipi	Yarıkurak
Yağış Etkinlik İndisi	20.1		
Aydeniz İklim Sınıflandırması			Çok Kurak
Kuraklık Katsayısı	1.56		
Nemlilik Katsayısı	0.64		
Thorntwaite İklim Sınıflandırması			
İklim Sınıfı	3. Derece Mezotermal		Yarıkurak
	Su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan		
	Yaz Buharlaşma Oranı: %53.7		
De Martonne-Gottman İklim Sınıflandırması			Yarıkurak
Kuraklık İndisi	8.8		
Köppen-Trewartha İklim Sınıflandırması		Yazları çok sıcak, Kışları serin, Subtropikal kuru yaz iklimi, Akdeniz iklimi	
İklim Değeri	Cshk		

1.5. Toprak Örtüsü

Yeryüzü şekilleri, bitki örtüsü, ana materyal, zaman, beşerî faktörler ve iklim toprak oluşumundaki temel unsurlardır (Atalay, 2011). Afrin Çayı Yukarı Havzası'nda zonal, intrazonal ve intrazonal olarak üç farklı kategoriye ait toprak çeşitlerinin yer aldığı saptanmıştır. Havzada görülen zonal toprak çeşitleri; Kırmızı Akdeniz toprakları ve Kırmızımsı kahverengi topraklardır. İntrazonal topraklardan olan Bazaltik topraklar, Kireçsiz kahverengi orman toprakları ve Kireçli topraklar; azonal topraklar içerisinde ise Alüvyal topraklar ve Kolüvyal topraklar mevcuttur (**Harita 5**).

1.5.1. Zonal Topraklar

Türkiye'de drenajı iyi olan düz ve az engebeli, kısmen de yoğun vejetasyon örtüsü ile kaplı hafif eğimli alanlarda, iklim ve bitki örtüsünün ortak etkileri altında gelişmiş topraklardır (Atalay, 2011).

1.5.1.1. Kırmızı Akdeniz Toprakları

Bu topraklar, Akdeniz ikliminin hâkim olduğu kireçtaşı ve mermerler üzerinde oluşan kızıl renkli topraklardır (Atalay, 2011).

Bu topraklar, havzanın kuzey bölgesinde yüzeyleyen kireçtaşları üzerinde görülürler. 56 km²'lik alan kaplayan Kırmızı Akdeniz topraklarda; sahada genel itibarıyla Akdeniz ikliminin hâkim olması, bitki örtüsünün cılız olması ve daha çok eğimli-yüksek alanlarda görülmesi gibi nedenlerle organik madde miktarı da fakirdir. Bu bölgede erozyonun da etkisiyle toprak kalınlıkları az olmakla beraber, dağ etekleri gibi düzlüklerde birikime bağlı olarak kalınlık artar (Ergene, 1963, s. 30; Kesici, 1994, s. 46-49).

1.5.1.2. Kırmızımsı Kahverengi Topraklar

Bu topraklar, karasal yarı kurak iklim şartlarının hüküm sürdüğü Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde çok yaygındır. Topraktaki kızılımsı ya da kırmızımsı renk, sıcaklığın yüksek olmasından kaynaklanır. Buradaki topraklar Güneydoğu Anadolu düzlüklerindeki Kireçli topraklarla, Toros Dağları'nın eteklerindeki Kireçsiz kahverengi

orman toprakları arasında yer alır. Bu topraklarda kalsifikasyon süreci hâkimdir. Bu nedenle, özellikle toprağın alt katında yoğun kireç birikimi görülür (**Fotoğraf 14**) (Atalay 2016).

Çalışma sahasında bu topraklara, kurak şartların daha fazla hissedildiği vadilerde ve platolarda rastlanır. Havzada 433 km² alan ile en geniş yayılışa sahip toprak türüdür. Killi tınlı bir yapıda olan ve yıkanma ile kireç oranları düşük olan havzada genel olarak bu topraklar üzerinde ziraî faaliyetler yapılmaktadır. Profil kalınlıkları yine erozyon ve eğim sebebi ile yer yer ince veya düzlük yerlerde daha kalındır (Ergene, 1963, s. 30; Kesici, 1994, s. 46-49).



Fotoğraf 14: Kilis-İslâhiye Yolu Musabeyli yol ayrımında dike yakın eğime sahip Kırmızımsı kahverengi toprak kesiti üzerinde meydana gelen parmak erozyonu

1.5.2. İntrazonal Topraklar

1.5.2.1. Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları

Yayılış alanı havzada yaklaşık 200 km² olan bu toprak türü; genel olarak serpantin yapılı, üzerinde maki ve orman formasyonları bulunan Karruca Dağı'ndan Sof Dağı'na çekilecek bir çizgi ile havzanın kuzeybatısında gelişmiştir. Anakayanın etkisiyle silis asidi ve demir mineralleri olarak zengin olması renklerinin koyu olmasına neden olur. Yine anakayadan kaynaklı düşük olan kalsiyumun yerini magnezyum almıştır. Alkalilik özelliği, topraktaki tuzların A horizonundan B'ye az miktarda yıkanmış olmaları ve serpantinler nedeniyle organik madde miktarının artmıştır. Bu durum, bölgedeki orman örtüsü üzerinde etkili olur. Katyon değişim kapasiteleri ise diğer topraklardan daha yüksektir. Killi tınlı yapısı, bazen killiye doğru kayar (**Fotoğraf 15**) (Ergene, 1963, s. 30; Kesici, 1994, s. 46-49).



Fotoğraf 15: Kireçsiz kahverengi orman toprakları üzerinde ot, çalı ve ağaçlar; bunların gerisinde plato yüzeyinin silüeti

1.5.2.2. Kireçli Topraklar

Bu topraklar havzada tepelerin yamaçlarında ve toprakların erozyona maruz kaldığı yerlerde beyaz renkleriyle uzaktan tanınırlar. En belirgin özellikleri, silis asidi ve alüminyum oksit oranının çok az, kalsiyum oksit oranının çok fazla olmasıdır. Havzadaki tüm topraklar arasında katyon değişim kapasitesi en düşük olan bu topraktır (Ergene, 1963, s. 30; Kesici, 1994, s. 46-49).

1.5.2.3. Bazaltik Topraklar

Bazaltik topraklar Karruca Dağı'ndan çıkan lavların havzayı örtmesinin ardından, akarsuların aşındırması sonucu kütleler üzerinde parçalı bir görünüm arz eder. Renkleri koyudur ve henüz profil gelişimini tamamlayamamış topraklardır. İrili ufaklı çakıltaşları yaygındır ve yer yer kayalık manzara oluşturur (**Fotoğraf 16**).

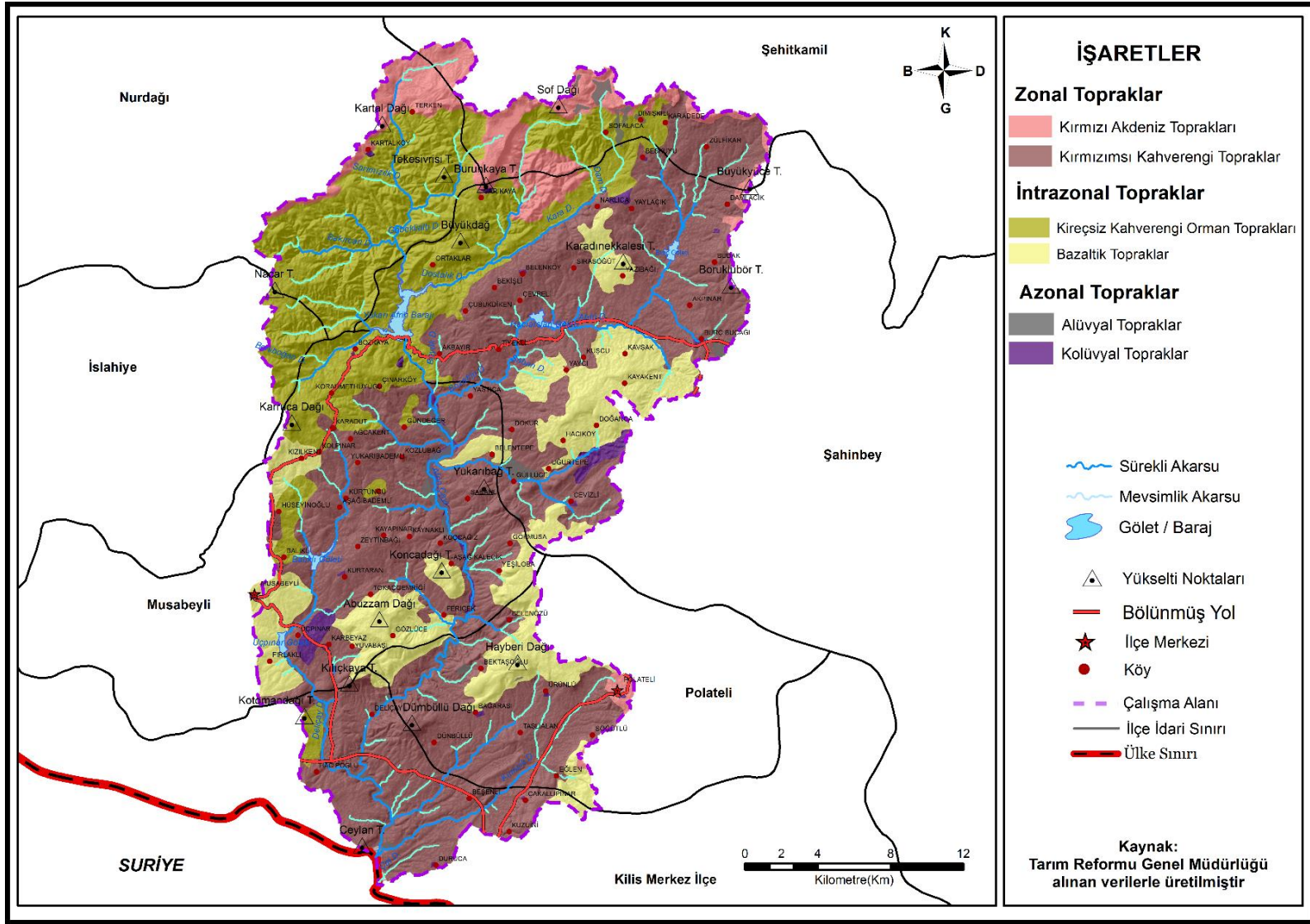


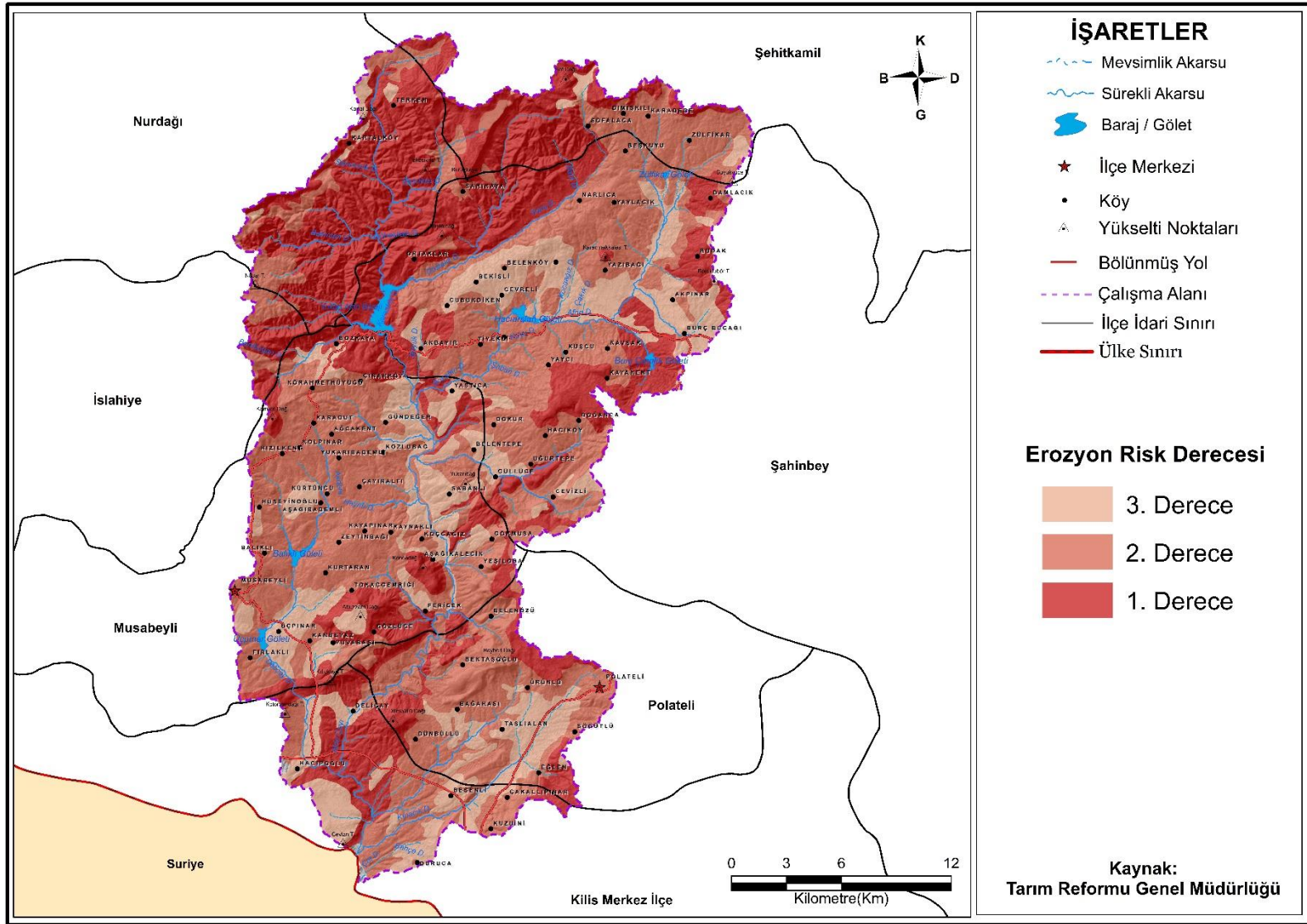
Fotoğraf 16: Hayberi Dağı'nın batısında yayılmış bazaltik topraklardan görünüm

Havzanın engebeli bir yapısının olması, bitki örtüsünün cılız olması ve iklim şartları göz önünde bulundurulduğunda, bu toprakların çevresinde erozyon riskinin yüksek olduğu anlaşılır. Erozyona uğrayan yerler **Harita 6**'da yeryüzü şekillerine ve eğime göre derecelendirilmiştir. 3. Derece olan risk bölgeleri en az riskli bölgelerdir. Bu kesimler, düzlük alanlar veya düze yakın yerler olup, doğal olarak plato alanlarıyla örtüşmektedir. 2. Derece risk alanları, platonun dalgalı kesimlerine ve bazı tepelik alanlara denk gelir Akarsular tarafından yarılan plato alanları erozyon riskini yükseltmektedir. En yüksek erozyon risk derecesi olan 3. derece ise; çoğunlukla havzanın bazalt kütlelerinde, tepelik alanlarda ve arızalı bir yapıya sahip kuzeybatı bölümde görülür. Bu alanlar içersinde, bitki örtüsünden yoksun çıplak arazilerde erozyon şiddeti artacaktır (**Fotoğraf 17**). Uludağ ve Fıçıcı (2018), yoğun tarım yapılan sahalardaki toprak kaybının tarımda önemli ölçüde rekolte düşüşlerine, bazen de gereğinden fazla gübre kullanımına başvurmaya sebep teşkil ettiğini vurgulamaktadır.



Fotoğraf 17: Kartalköy ile Burunkaya Tepesi arasında, Değirmen Dere Alt Havzası'nda seyrek vejetasyonlu badlands topoğrafyası





1.5.3. Azonal Topraklar

Taşınmayla oluştukları için horizonları gelişmemiş veya gelişmesi için yeterli zaman geçmemiş topraklardır (Atalay, 2011).

1.5.3.1. Alüvyal Topraklar

Alüvyal topraklar, akarsuların biriktirdiği ince boyutlu (kum, kil) malzemelerin üzerindeki topraklar ya da depolardır. Deltalarda, nehirlerin taşkın ve birikme yaptığı yerlerde, özellikle suların durulduğu taşkın alanlarında, eski akarsu yataklarında ve tektonik kökenli olukların içerisindeki düzlüklerde yer alır. Bu toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini; alüvyonun kaynaklandığı anakayanın özelliği, taşınma ve birikme sırasında oluşan değişimler etkiler (Atalay, 2011).

Bu topraklar, Afrin Çayı ve kollarında eğimin azaldığı ve vadi tabanlarının genişlediği yerlerde görülmektedir. Havzada daha çok yarma vadiler ve çentik vadiler bulunduğundan, yamaç eğimleri fazla olduğundan, bölge havzanın yukarı çıkırını meydana getirdiğinden ve alüvyon birikim durumu az gerçekleştiğinden, çalışma alanında geniş ölçülü olarak rastlanmamaktadır.

1.5.3.2. Kolüvyal Topraklar

Dağların eteklerinden ve yamaçlardan yerçekiminin ve yüzeysel akışa geçen suların etkisi ile taşınan çakıllı ve kumlu malzemeler yamaçların eteklerinde birikir. Dağların etekleri ve yamaçlarındaki köşeli çakıllı, kumlu depolar kolüvyal depo ya da kolüvyal toprak olarak adlandırılır. Kolüvyal depolarda sık sık hem renk hem de malzeme ebatlarında değişimler görülür. Bu durum yamaçtaki aşınmanın etkisini açık olarak yansıtır. Kolüvyal depolardaki kaba elemanlı seviyeler şiddetli erozyonu, ince elemanlı ve koyu renkli seviyeler ise aşınmanın yavaş olduğunu gösterir. Ayrıca kolüvyal depolar üzerinde yarı olgun toprak profillerine de rastlanır (**Fotoğraf 17**, **Fotoğraf 18**) (Atalay, 2011).



Fotoğraf 18: Değirmen Dere Alt Havzası'nda Terken Köyü civarında gözlenen kolüvyal topraklar ve solda aşınım ile ortaya çıkan yeşil renkli serpantin serisi

Çalışma sahasında kolüvyal topraklar arazinin doğusunda yer alan Cevizli'nin kuzeyindeki yamaçlarda ve Musabeyli ilçe merkezinin güneydoğusunda yer alan Üçpınar – Karbeyaz arasında kalan yamaçlarda görülmektedir. Yine Afrin Çayı vadi yamaçlarında, eğimin fazla olması nedeniyle oluşmuş kolüvyal topraklar mevcuttur (**Fotoğraf 19, Fotoğraf 20, Fotoğraf 21**).



Fotoğraf 19: Sofalaca Köyü civarı Kireçsiz kahverengi orman toprağı ve yamaç eteklerini kaplayan Kolüvyal toprak üzerindeki tarım alanı, bindirme zonu içerisinde sıkışarak yükselen Üst Kretase'ye ait sert ve dayanıklı killi kireçtaşlarında blok halinde parçalanma



Fotoğraf 20: Kartalköy yakınında tarımsal amaçla sürülmüş kolüvyal toprak ve geride yenilenebilir enerji üretimi için kurulan bir rüzgâr türbini



Fotoğraf 21: Değirmen Deresi Alt Havzası'ndaki Burunkaya Tepesi'nin eteklerinde yer alan Kolüvyal topraklar ve zeytin ağaçları

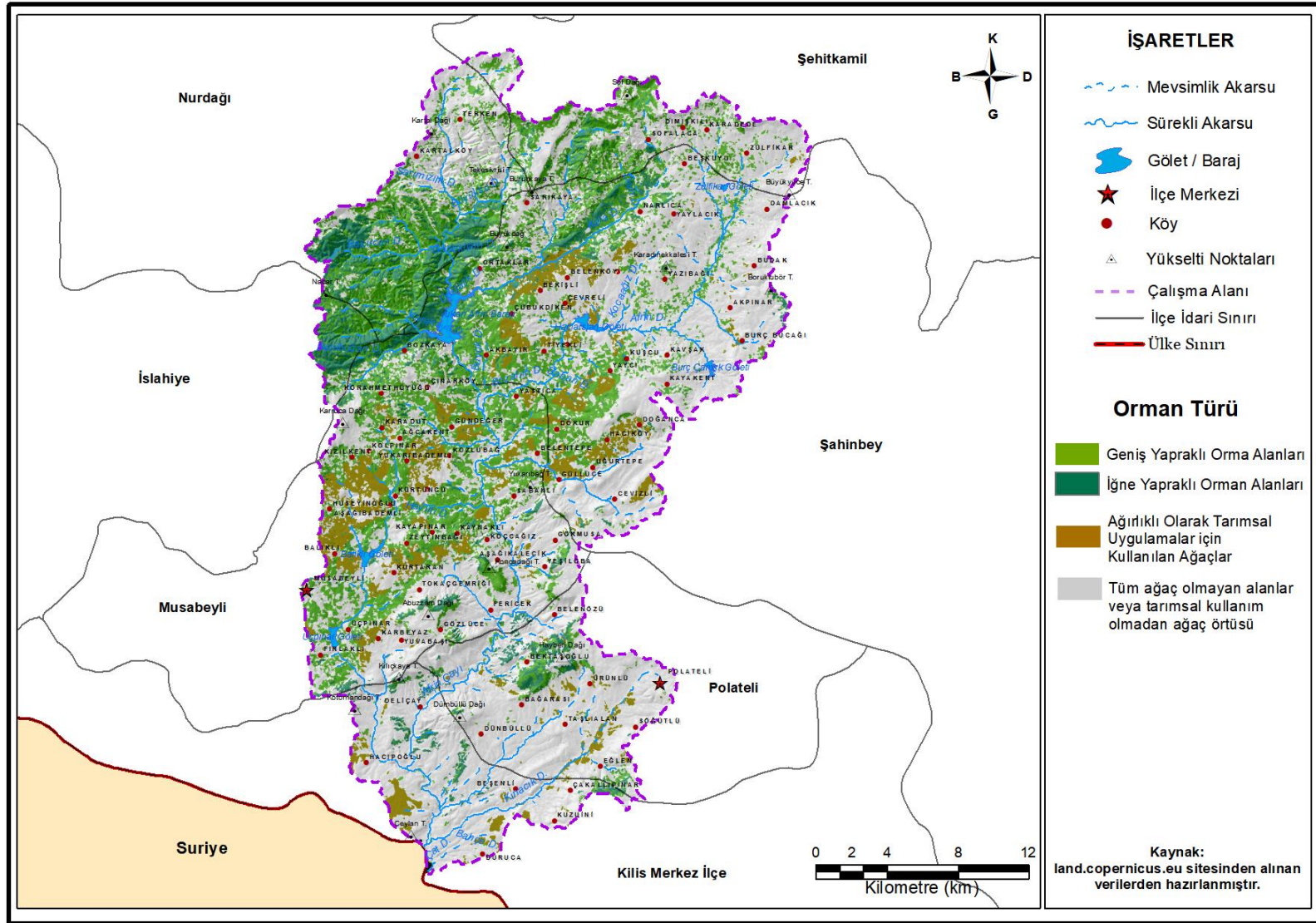
1.6. Bitki Örtüsü

Havzada Akdeniz iklimi görülmesine rağmen, gerek yer yer toprak oluşumunun yetersiz olması gerekse insan tahribatıyla tarım arazilerinin yer edinmesi, büyük orman topluluklarının oluşmasını engellemiştir. Özellikle bazalt kütlelerin üzerinde toprak oluşumunun yetersizliği ve erozyona bağlı olarak çıplak ortamlar veya otsu step bitki türleri görülür. Plato alanlarında daha çok tarım arazileri bulunduğu için, bu bölgelerde özellikle tarımsal amaçla kullanılan ağaçlar vardır (**Harita 7, Harita 8, Harita 9**) (Kesici, 1994) (OGM).

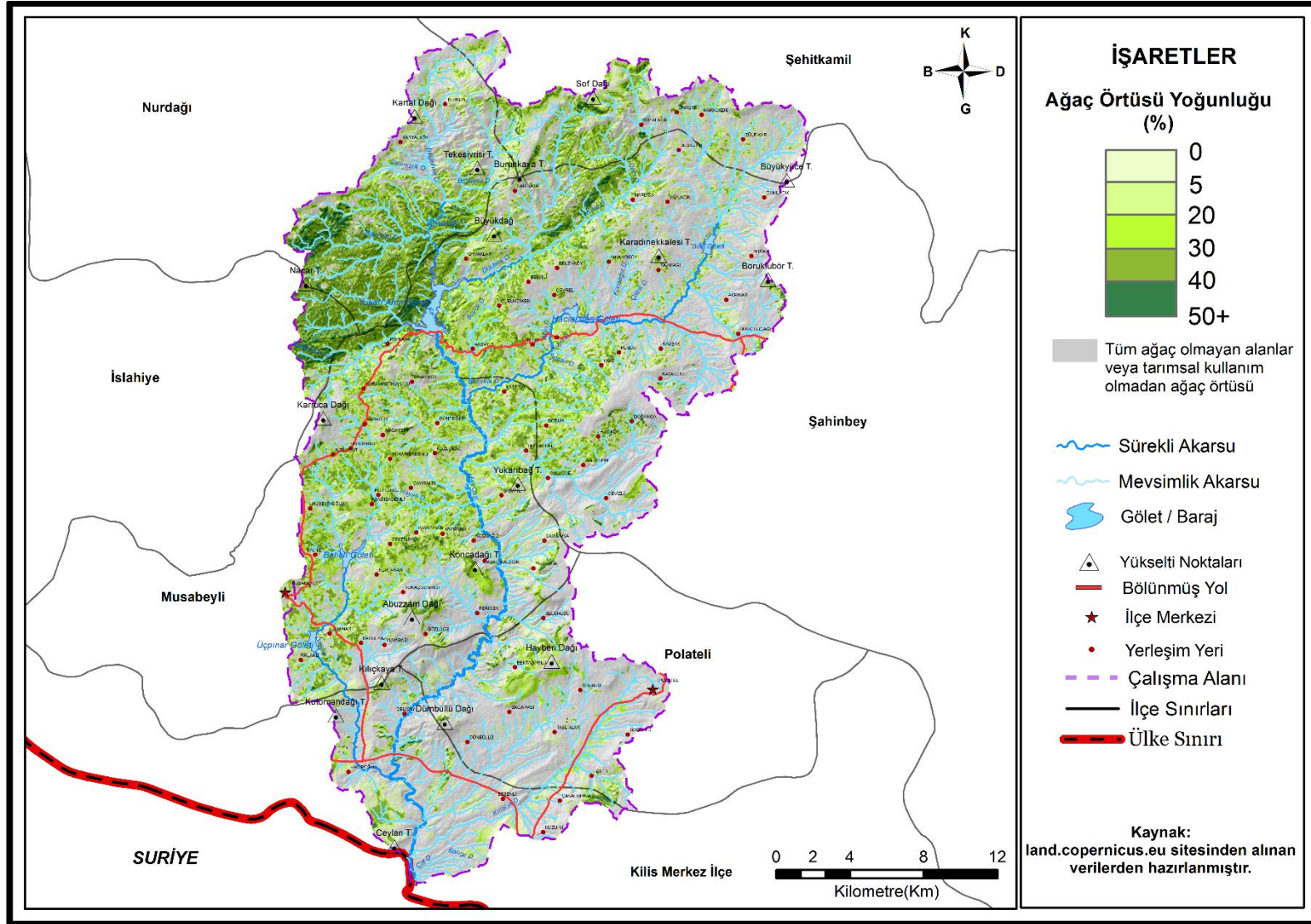
Araştırma sahasının kuzeybatısındaki koruma altına alınmış bulunan Kızılçam (*Pinus brutia*) toplulukları en fazla görülen ağaç türüdür. Bunlar havzanın hemen hemen her yerinde yaygındır. Daha başka, topluluklar halinde Kestane (*Castanea*), Pırnal Meşesi (*Quercus ilex*), Kermes Meşesi (*Quercus coccifera*) görülmektedir. Bunların haricinde Menengiç (*Pistacia terebinthus*), Sakız (*Pistacia lentiscus*), Katran Ardıcı

(*Juniperus oxycedrus*) gibi türler yer yer ufak topluluklar halinde bulunur. Ağaç yoğunluğu kuzeybatı kesimlerde daha fazladır. Plato alanlarında görülen yoğunluğun nedeni, tercih edilen ziraat ürünlerinden kaynaklanır. Ayrıca genellikle step bozkırları, yamaçlarda hayvan otlatılması ve yangın gibi nedenlerle tahrip olmuş alanlarda erozyonu önlemek için Kızılçam (*Pinus brutia*) koruları oluşturulmuştur. Havzada yer yer Sedir (*Cedrus libani*) ve Karaçam (*Pinus nigra*) grupları görülür (**Fotoğraf 22, Fotoğraf 23, Fotoğraf 24**) (**Harita 7, Harita 8, Harita 9**) (Kesici, 1994).

Vejetasyon, hidrografya üzerinde önemli etkiler meydana getirmektedir. Tsujimoto'ya göre (1999), son zamanlarda bitki örtüsü, çevresel boyutların yanı sıra taşkın güvenliği açısından ve su kaynaklarının kullanımını açısından nehir yönetiminin anahtarı haline gelmiştir. İnfiltrasyonu kolaylaştırması, erozyonu azaltması, yüzey akışının hızını kesmesi, suyu bünyesine alması gibi etkiler yoluyla, bitkilerin akarsu drenaj sistemlerinin kuruluşu ve işleyişi üzerinde önemli katkıları bulunur.



Harita 7: Havzanın Orman Zonu Haritası



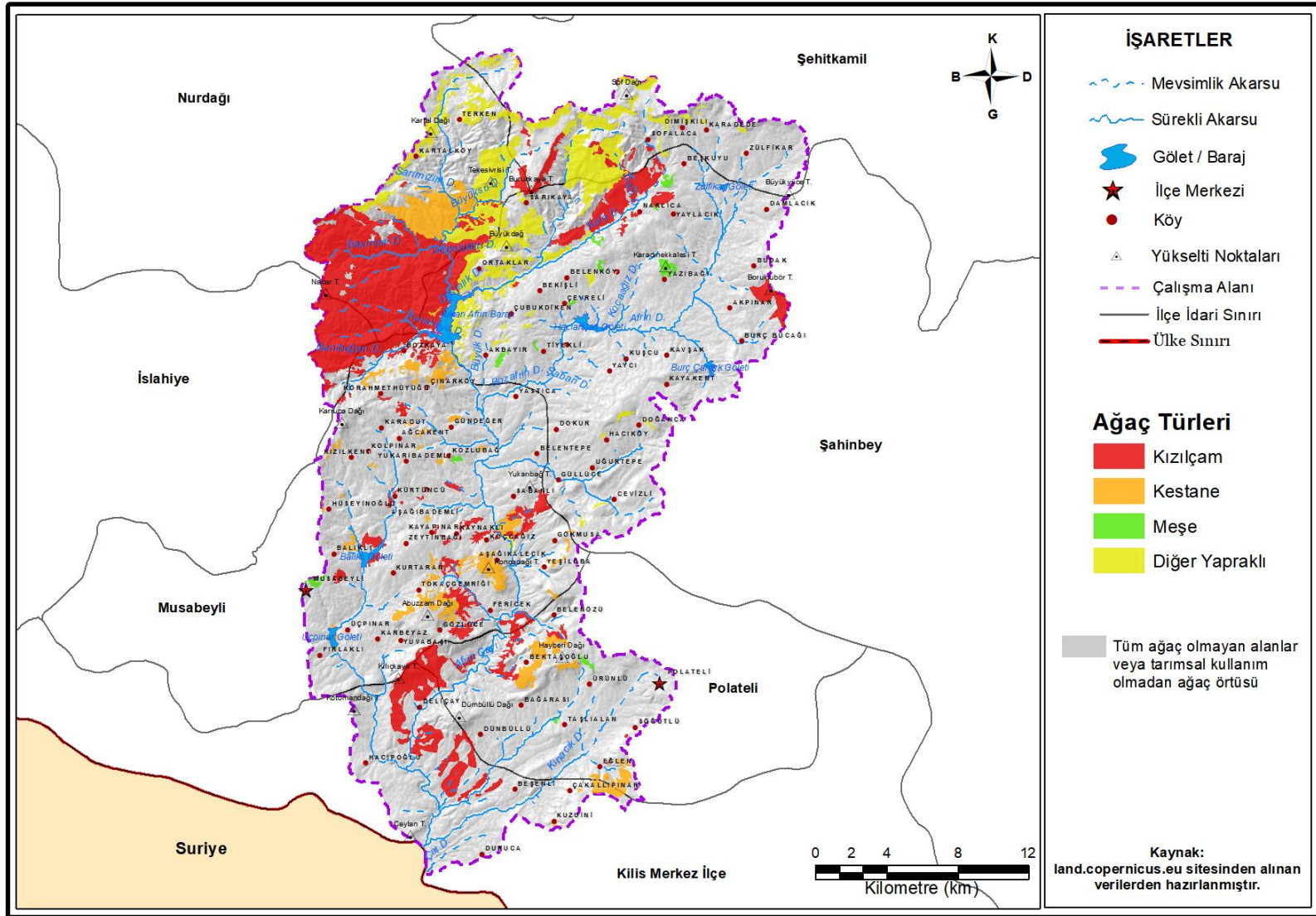
Harita 8: Havzanın Ağaç Örtüsü Yoğunluğu (%) Haritası



Fotoğraf 22: Yukarı Afrin Çayı'nın batı kesiminde yer alan Karaafirin Deresi Alt Havzası'nın 900-1100 m rakımlı çam ve meşe türlerinin yayıldığı ormanlık alan, çalışma alanındaki en yoğun vejetasyonlu ortamı meydana getirir



Fotoğraf 23: 1100 m civarında bir yükseltide kurulmuş olan Sarıkaya Köyü'nden güneybatıdaki Kireçsiz kahverengi orman topraklarıyla kaplı tepelere bakış



Harita 9: Havzanın Ağaç Türleri Haritası



Fotoğraf 24: Bindirme zonu oluşturan dik yamaçlı kayalık Burunkaya Tepesi'nin eğimli doğu yamacındaki makilerden ve bahçelerden bir görünüm

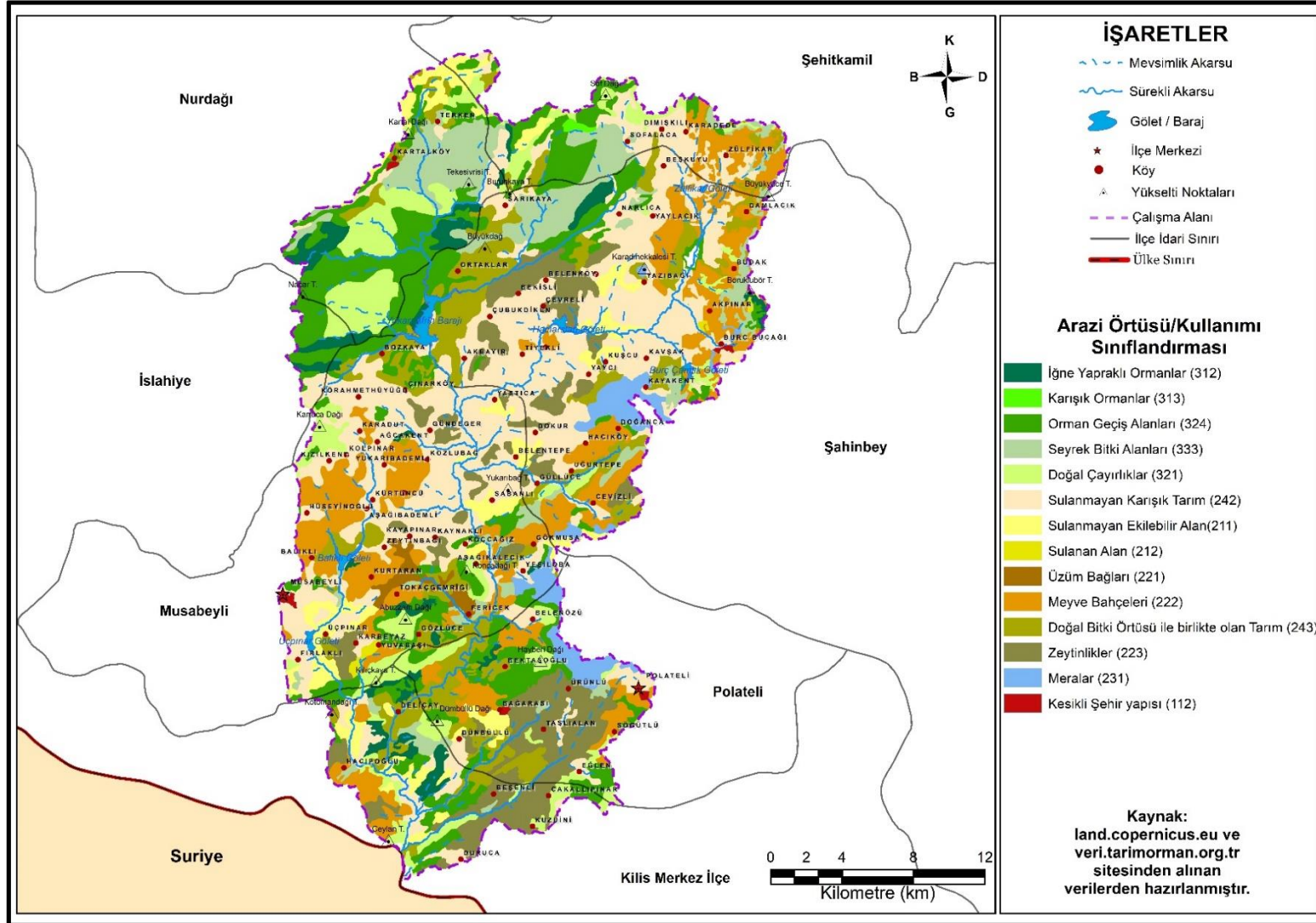
1.7. Arazi Kullanımı

Arazi kullanımı bölgedeki yeryüzü şekillerinin, toprak örtüsünün ve iklimin insanın çevre ile nasıl etkileşim kurup değiştiğinin/değiştirdiğinin anlaşılması için önem arz etmektedir (Özşahin, Eroğlu, & Özdeş, 2020). Havzanın toprak örtüsü ve iklimi göz önüne alındığında, arazi kullanımı olarak kuzeybatıda orman toplulukları ve bunların geçiş alanları göze çarpar. Plato alanlarında sulu tarımdan ziyade, su isteği az olan ürünler ve genel olarak zeytinlikler, üzüm, meyve bahçeleri, sebze yetiştiriciliği, seracılık, Antep fıstığı ve badem gibi tarım ürünleri görülür (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022). Doğu kesimdeki bazalt kütleleri ise mera alanları olarak kullanılır. Havzanın akarsular tarafından fazla parçalanması, tarım arazilerin parçalı bir halde olmasına neden olmuştur. İklim koşulları nedeniyle, bölgede sulamaya ihtiyaç duyulmayan tarım yöntemleri tercih edilmiştir (**Fotoğraf 25**) (**Harita 10**).



Fotoğraf 25: Musabeyli Merkez'in güneyinde, Pliyosen bazaltlarının yaygın olduğu çevrede Deliçay Deresi ve kollarının suladığı tarım arazileri

Çalışma alanında endüstriyel atık oluşturacak tesis bulunmamaktadır. Ancak tarım alanlarında kullanılan ilâçlardan kaynaklanan kirlenme mevcuttur (ED, 2021).



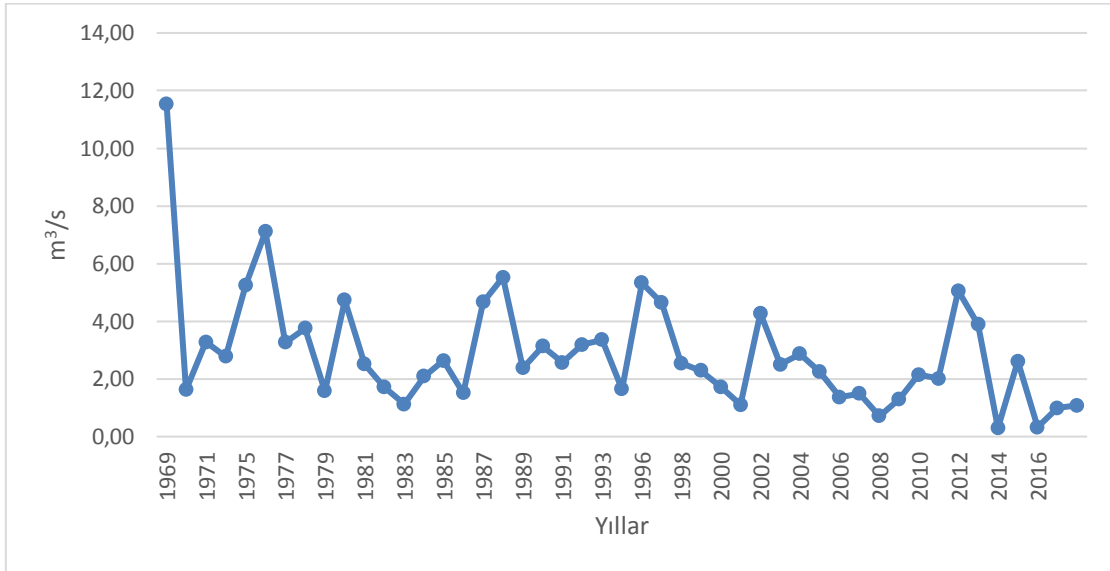
Harita 10: Havzanın Arazi Kullanımı Haritası

2. AFRİN ÇAYI YUKARI HAVZASI'NIN HİDROGRAFİK ÖZELLİKLERİ VE HİDROMETRİK ANALİZLERİ

2.1. Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın Su Potansiyeli

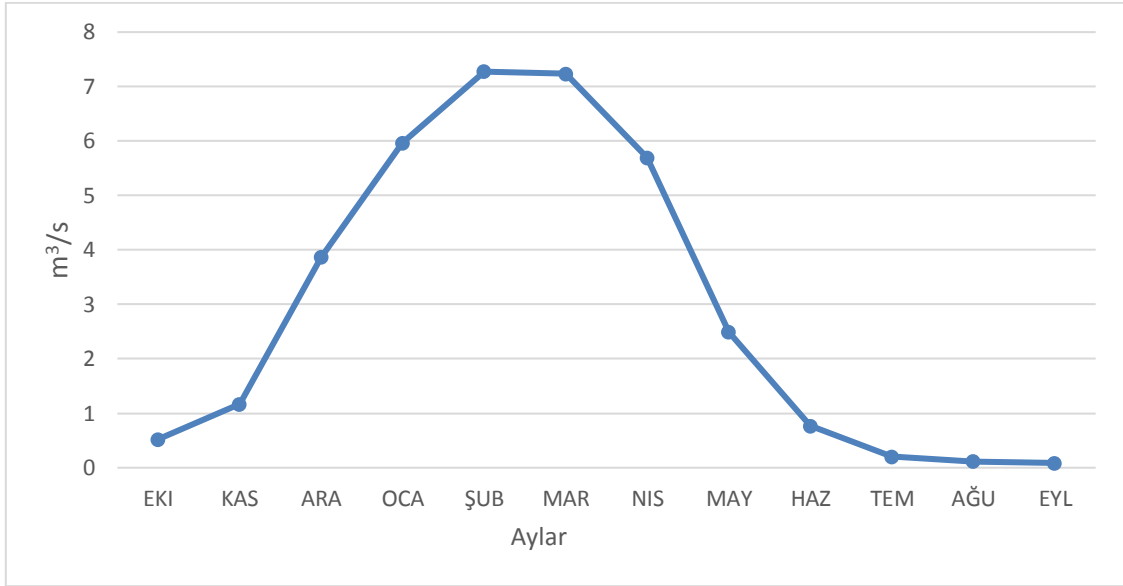
Ağustos-eylül döneminde debisi çok fazla düşen Afrin Çayı, sınıra 7-8 km uzaklıkta İslâhiye asfaltı yüzeyindeki Afrin Köprüsü'ndeki 19-06 nolu AGİ'da (Akım Gözlem İstasyonu) ölçüm alınmaktadır. 1969-2018 yılları arası 47 yıllık (1973, 1974 ve 1994 yılları ölçüm yapılmamıştır) ölçümlere göre yıllık ortalama akım değeri $2.88 \text{ m}^3/\text{sn}$ ile sular Suriye topraklarına akar (DSİ, 2018) (**Grafik 20**). En düşük akım eylül ayı $0,09 \text{ m}^3/\text{sn}$, en yüksek akım $7.11 \text{ m}^3/\text{sn}$ ile şubat ayındadır (DSİ, 2018) (**Grafik 21**).

Grafik 20: AGİ Yıllık Ortalama Akım m^3/sn Grafiği



Kaynak: DSİ verilerinden üretilmiştir

Grafik 21: AGİ Aylık Ortalama Akım m³/sn Grafiği



Kaynak: DSİ verilerinden üretilmiştir

2.2. Afrin Çayı (Yukarı Havza) ve Yan Kolları

Afrin Çayı, kuzeyindeki Kartal Dağı'ndan doğan Değirmen Dere adlı kol ile birkaç küçük dereyi de kendisine katıp, Sof Dağı'ndan doğan bir iki küçük dere ve Dostalık Deresi'ni de aldıktan sonra, Kara Dere ile birleşir ve Karaafrin Deresi adını alır. Bu birleşim yerine 2018 yılında Yukarı Afrin Barajı yapılmıştır. Karaafrin Deresi, Sof Dağı'ndan doğan ve yüzey akışlarıyla ve kuzeydoğudaki bazalt kütlelerinden beslenen mevsimlik derelerin birleşmesi ile oluşan Bozafrin Deresi ile Karruca Dağı'nın takriben 9 km doğusunda birleşerek Afrin Çayı'nı oluşturur. Güneye doğru antesedant vadi özelliği göstererek devam eder (Kesici, 1994; Atalay, 2018). Bindirme zonunu geçtikten sonra bazalt kütlelerini yaran akarsu tabana oturur ve kaymış gömük menderesler çizerek akışını sürdürür. Yine bu süreçte, yüzey akışıyla gelen sular ve küçük birkaç dere de ana akarsuya katılır. Deliçay Deresi ise, Karruca Dağı'ndan iki kol olarak doğar. Balıklı Göleti'nde birleşip güney doğrultulu olarak yola devam eder ve Kotomandağı Tepesi ile Abuzzam Dağı'nı birbirinden ayırıp parçalayarak Dümbüllü Tepesi'nin yaklaşık 4 km güneybatısında Afrin Çayı ile birleşir. Suriye sınırına kadar devam eden Afrin Çayı'na sınırdan çıkmadan 1 km kadar önce, Derin Dere ve Beşenli

(Başpınar) Kaynağı'ndan mevsimlik olarak beslenmesi değişen Kınacık Deresi katılır. Sınır hattı ile beraber 1 km kadar akışa devam eden çay Çat Deresi ile birleşerek Suriye sınırını aşar ve yoluna devam eder.

2.3. Baraj ve Göller

Havzada doğal göl bulunmamaktadır. Sulama amacıyla yapılan göletler vardır. Bunlar; Bozafrin Deresi üzerindeki Zülfikar Göleti, Burç Çamlık Göleti ve Hacıarslan Göleti; Deliçay Deresi üzerindeki Balıklı Göleti ve Üçpınar Göleti'dir. İçme suyu ihtiyacını karşılamak amacıyla Değirmen Dere ve Kara Dere'nin birleşim bölgesine Yukarı Afrin Barajı yapılmıştır (**Fotoğraf 26, Fotoğraf 27**).



Fotoğraf 26: Yukarı Afrin Barajı'ndan bir görünüm (Kaynak: DSİ arşivi)



Fotoğraf 27: Kireçsiz kahverengi orman toprakları üzerinde kurulmuş olan Yukarı Afrin Barajı'ndan bir görünüm

2.4. Kaynaklar

Havzanın güneyinde Beşenli Köyü'nün tahmini 1 km güneydoğu doğrultusunda Beşenli (Başpınar) Kaynağı mevcuttur. Kaynağın en yüksek ortalama boşalımı şubat ayında iken, en düşük ortalama boşalım temmuz ayındadır (**Tablo 2**). Beşenli, özellikle kış mevsiminde akımlarıyla Kınacık Deresi'ni besler. Bunun haricinde, havzada bulunan pınarlar bazalt kütlelerden mevsimlik sızma şeklinde ufak birçok akarsuyu besler veya oluşumunu sağlarlar. Bu durum, topografya haritaları incelendiğinde açıkça görülmektedir.

Tablo 2: Beşenli (Başpınar) Kaynağı Yıllık Ortalama Boşalım Değerleri

SU YILI	AYLAR												Ort. Yıllık (L/s)
	EKİM	KASIM	ARALIK	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	
1985	37.00	43.0	48.00	-	64.00	60.00	67.00	52.00	43.00	47.00	42.00	56.00	50.81
1986	62.00	62.00	41.00	68.00	54.00	42.00	36.00	54.00	36.00	28.00	29.00	27.00	44.91
1987	24.00	26.00	179.0	157.0	121.00	109.00	97.00	89.00	-	-	91.00	-	99.22
1988	109.0	98.00	-	94.00	133.00	105.00	-	101.00	135.00	-	-	-	110.71
1991	23.00	27.00	27.00	39.00	38.00	35.00	33.00	-	18.00	31.00	31.00	34.00	30.50
1992	48.00	51.00	45.00	79.00	60.00	-	60.00	59.00	44.00	55.00	-	43.00	54.40
1993	51.00	68.00	-	72.00	65.00	46.00	52.00	61.00	39.00	42.00	47.00	-	54.30
1994	48.00	-	48.00	46.00	48.00	-	39.00	44.00	42.00	-	41.00	65.00	46.77
1995	46.00	56.00	-	63.00	60.00	53.00	51.00	62.00	37.00	44.00	39.00	42.00	50.27
1996	48.00	43.00	47.00	46.00	38.00	43.00	45.00	44.00	41.00	-	52.00	56.00	45.72
1997	58.00	63.00	59.00	66.00	65.00	59.00	58.00	59.00	63.00	58.00	58.00	58.00	60.33
1998	45.00	44.00	-	48.00	71.00	57.00	55.00	44.00	42.00	35.00	37.00	44.00	47.45
1999	44.00	44.00	46.00	45.00	68.00	46.00	46.00	44.00	40.00	-	22.00	28.00	43.00
2000	36.00	52.00	53.00	52.00	-	48.00	48.00	23.00	19.00	22.00	-	-	39.22
Ort. (L/s)	48.50	52.07	59.30	67.30	68.07	58.58	52.84	56.61	46.07	40.22	44.45	45.30	55.54

Kaynak: (DSİ, 2015)

Havzanın jeolojik yapısı ve litolojik yapısı göz önünde tutulduğunda, geçirimsizliğin az olması nedeniyle, bölgede düşük akım değerli kaynakların veya dönemlik sızıntı özelliğinde kaynakların oluştuğu söylenebilir. Bölgesel su kuyuları veya sondajlarla çıkarılan, yine su potansiyelleri mevsimlik olarak değişen kaynaklar mevcuttur (DSİ, 2015).

2.5. Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın Drenaj Ağı

Kendisini besleyen/oluşturan kollarıyla birlikte Afrin Çayı'nın akış yönü genel olarak kuzey-güney doğrultuludur. Havzanın şekli ve drenaj ağının bu yönde geliştiği görülmektedir. Gerek kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu faylar gerekse jeolojik unsurların özelliklerinin, vadi oluşumuna bu doğrultuda yön verdiği görülür. Litolojik olarak az geçirimli olması havzanın yüzey akışını arttırmış, bu da yine drenaj ağı oluşumunu tektonik faaliyetler ve jeomorfolojik unsurlarla birlikte etkilemiştir.

Havzada görülen drenaj tipleri aşağıdaki gibidir:

Dendritik Drenaj Ağı: Bir ağacın gövde ve dallarını andıran bir şekil gösteren bu drenaj ağı, genellikle litolojik olarak geçirgenliği az olan havzalarda görülür (Atalay, 2018, s. 190).

Işımsal (Radyal) Drenaj Ağı: Bu drenaj ağı, volkan konileri veya tektonik faaliyetler sonucu oluşmuş koni şekilli kütlelerin etrafında, merkezden çevreye doğru akış göstermektedir (Atalay, 2018).

Kancalı Drenaj Ağı: Ana akarsuyun akış yönüne ters yönde, bir kancayı andıracak şekilde yan kolların kavis yapıp katılmaları sonucunda ortaya çıkar. Akarsu kolu kapma sonucu veya nadir olarak tektonik faaliyetler sonucu oluşabilir (Atalay, 2018).

Kesinleşmemiş Drenaj Ağı: Drenaj alanı belirsiz, bilinmeyen ya da kesin halini almamış bir şekilde olup, akarsu akışı henüz ortam şartlarıyla tam olarak ilişkilendirilememektedir ve yeni kurulmaktadır (USGS, 2022).

Kılçıklı Drenaj Ağı: Balık kılçığına benzeyen bu drenajda, yan kollar yeni kollar almazlar (Atalay, 2018).

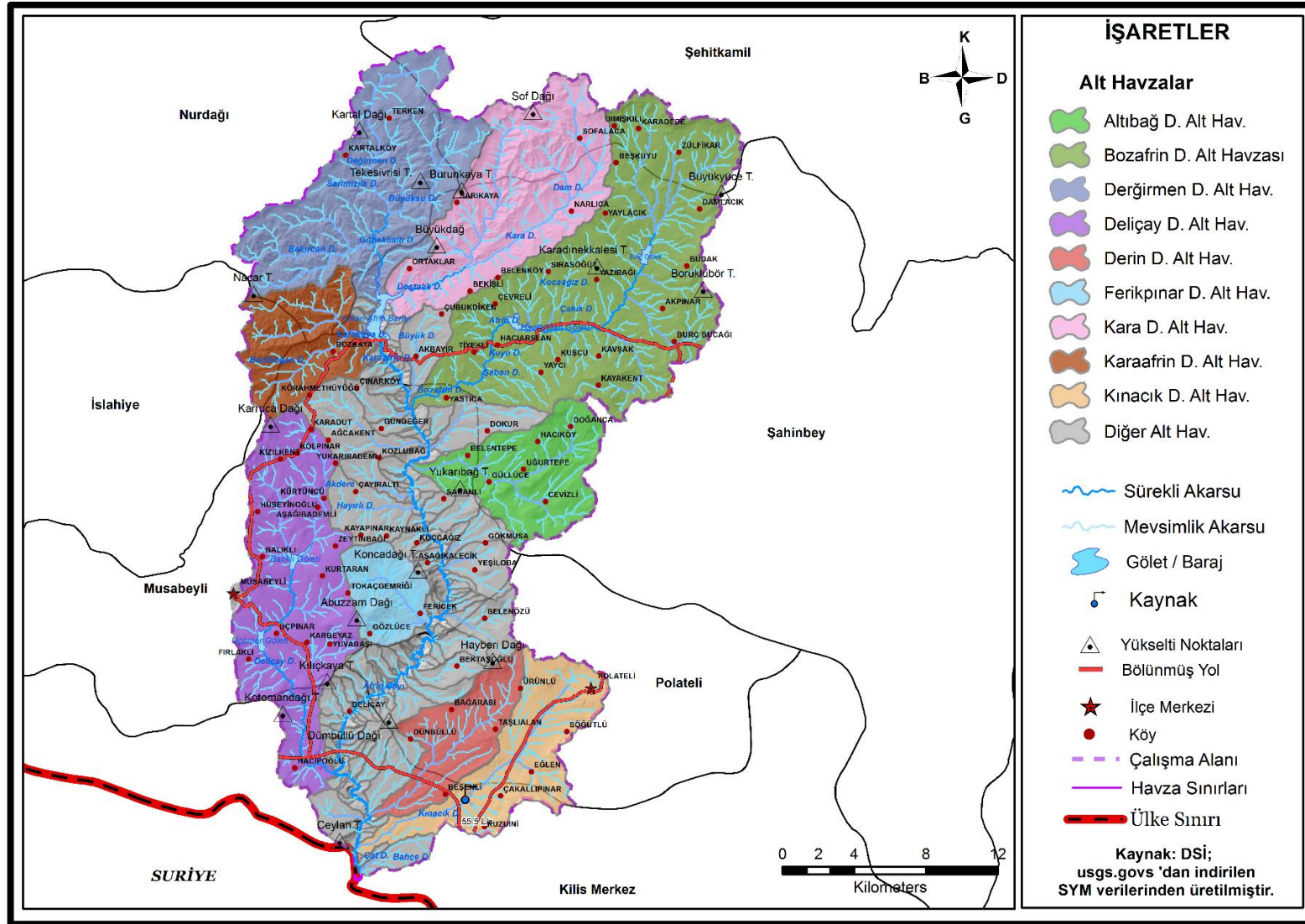
Sentripetal Drenaj Ağı: Havzadaki akarsular yüksek kesimlerden daha alçak kesimlere doğru (çevreden merkeze doğru) akım gösterirler. Bu şekilde oluşan kollar birbirlerine giderek yaklaşır, bazen de ortada birleşirler (Hoşgören, 2012).

Çalışılan havza, 824.73 km² yüzey alanına sahiptir. Su toplama alanı ve su bölümü çizgileri dikkate alınarak havzanın sınırları belirlenmiştir. Kuzeyden Kartal Dağı ve Sof Dağı'ndan kaynaklanan Afrin Çayı, ofiyolit karmaşığı zonunu yararak kollarıyla beraber bir ağacın dallarını anımsatan bir dendritik drenaj ağı yapısı gösterir.

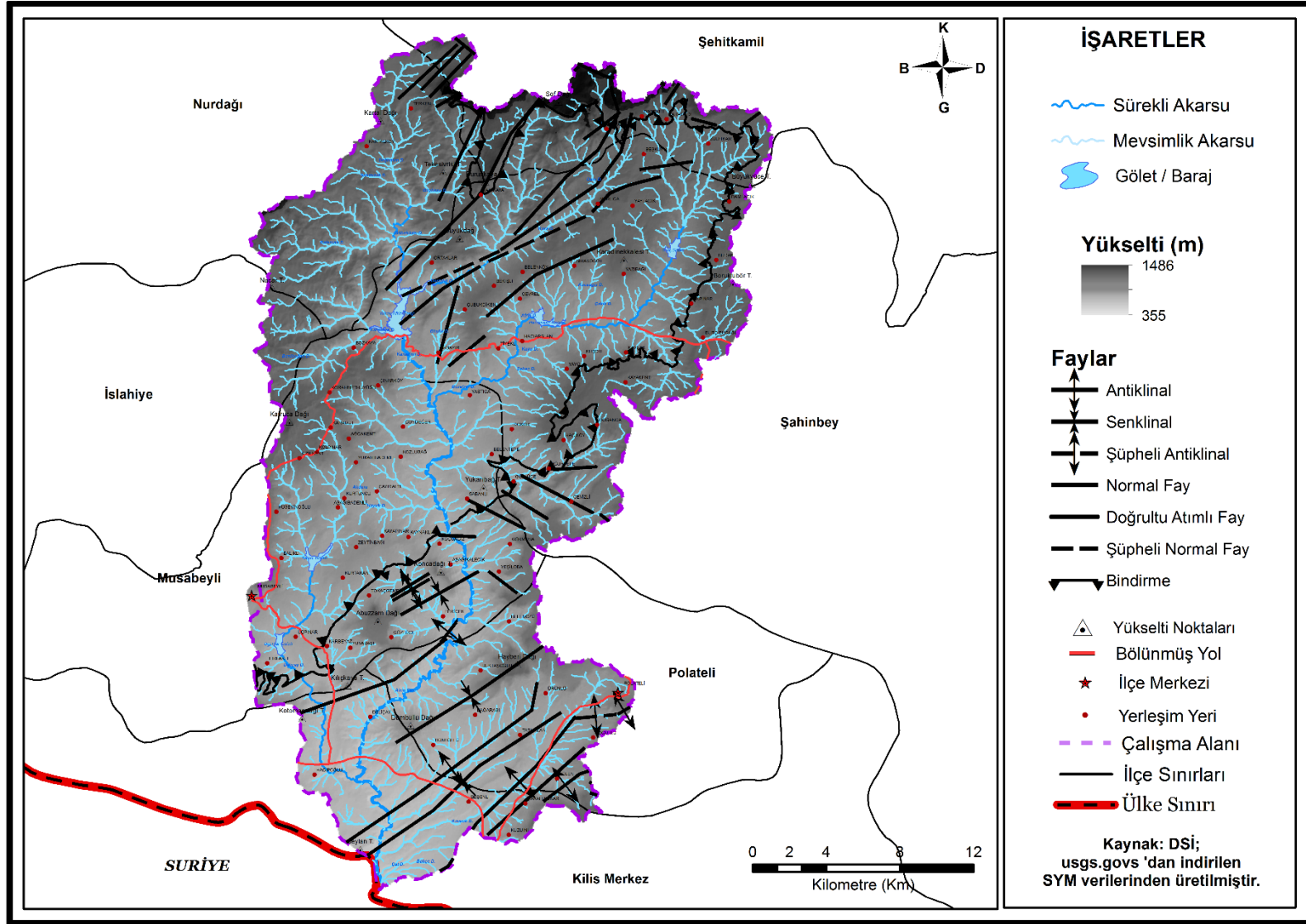
Yer yer antesedant vadiler oluşturarak bindirme zonuna kadar güneye devam eder. Bindirme zonunu geçince, Miyosen sonunda uğradığı gençleşme ve kıvrılmalarla tabana oturarak asimetrik bir şekilde kaymış gömük menderesler çizer. Kuvaterner içlerine kadar havzanın batısında bulunan Karruca Volkanı'ndan çıkan lavlar havzayı örtmüş yine bu bazalt kütlelerini Afrin Çayı ve ona katılan kollarla, derelerle beraber yarmıştır. Bindirme zonundan sonra bazalt kütleleri, marn, killi kireçtaşı, yer yer kumtaşı ve çakıltaşı ile karşılaşan akarsular sınır bölgesine yaklaştıkça vadilerini genişleterek ve birleşerek Suriye sınırını aşar. Sınıra kadar olan kısımda da dendritik drenaj ağı yapısı bozulmamaktadır. Fakat havzada bulunan bazalt kütlelerinde, özellikle Karruca Dağı ve havzanın doğusundaki bazalt kütlesi etrafında, merkezden çevreye doğru ışınsal (radyal) drenaj ağı görülür. Fayların ve bindirmenin yer ettiği havzada, bu bölgelerde akarsu akış yönüne tersten katılan kancalı drenaj ağı görülür (Hoşgören, 2012; Atalay, 2018) (**Harita 12**).

Havza, drenaj ağı açısından alt havzalarda değerlendirilmiş; bu şekilde havza içerisinde farklı drenaj ağı yapılarının olup olmadığını incelemek ve yorumlamak kolaylaşmıştır. Morfometrik analizler bölümünde de ayrıntılı olarak alt havzalara bölünerek değerlendirilmiştir. Araştırma alanı önemli yan kollar dikkate alınarak 9 alt havza şeklinde ele alınmıştır (**Harita 11**). Bu havzalar alfabetik olarak aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- ✓ Altıbağ Deresi Alt Havzası
- ✓ Bozafrin Deresi Alt Havzası
- ✓ Değirmen Dere Alt Havzası
- ✓ Deliçay Deresi Alt Havzası
- ✓ Derin Dere Alt Havzası
- ✓ Ferikpınar Deresi Alt Havzası
- ✓ Kara Dere Alt Havzası
- ✓ Karaafirin Deresi Alt Havzası
- ✓ Kınacık Deresi Alt Havzası



Harita 11: Afrin Çayı Yukarı Havzası Alt Havzalar Haritası



Harita 12: Afrin Çayı Yukarı Havzası Drenaj Ağı Haritası

Altıbağ Deresi Alt Havzası: Genel olarak dendritik drenaj olmakla birlikte, havzanın batısında sentripetal drenaj ağı görülür (**Harita 13**).

Bozafrin Deresi Alt Havzası: Bölgenin güney ve güneydoğusu kancalı drenaj ağına sahipken, havza genelinde sentripetal drenaj ağı yaygındır. Güneyde bulunan bazalt kütlesi üzerinde aynı zamanda ışınsal (radyal) drenaj ağı mevcuttur (**Harita 14**).

Değirmen Dere Alt Havzası: Değirmen, Büyüksu, Sarımızlık, Bakırcan ve Göbekialtı dereleri ile genel olarak hâkim ofiyolit karmaşığı üzerinde dendritik drenaj özelliği görülür. Bölgenin kuzeyinde, bindirme zonundan dolayı 1. derece kollarda kancalanma vardır (**Harita 15**).

Deliçay Deresi Alt Havzası: Kuzeyde Karruca Dağı'nda ve alt havzanın doğusunda Abuzzam Dağı çevresinde ışınsal (radyal) drenaj ağı özeliği mevcut iken, alt havzanın genelinde dendritik drenaj ağı hâkimdir (**Harita 16**).

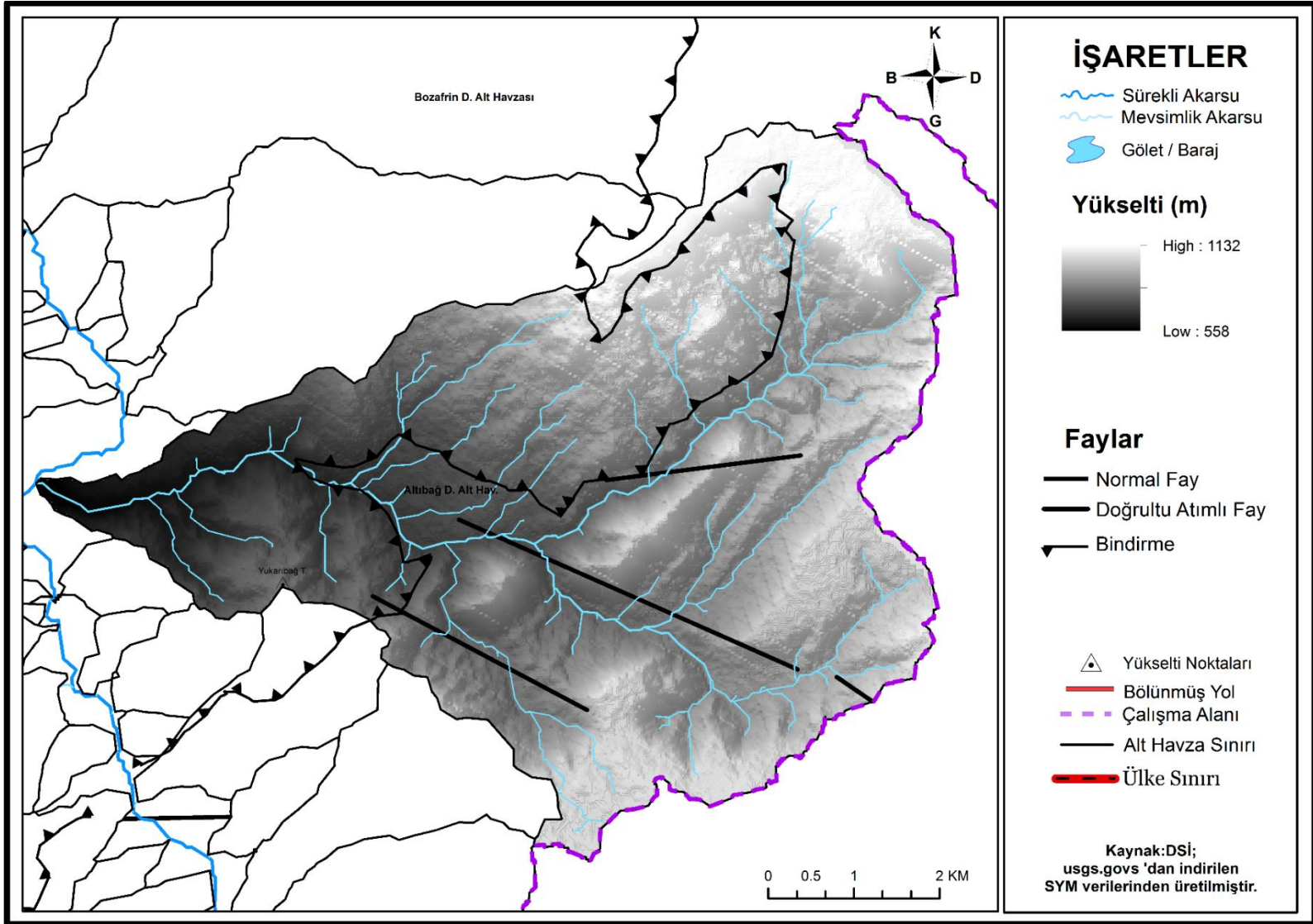
Derin Dere Alt Havzası: Havzada kuzey ve kuzeybatı doğrultulu yüksek yeryüzü şekilleri nedeniyle sentripetal drenaj ağı oluşmuştur (**Harita 17**).

Ferikpınar Deresi Alt Havzası: Bu küçük alt havzanın güneybatı kısmında bulunan Abuzzam Dağı çevresinde ışınsal drenaj görülürken, diğer kesimlerde genel olarak yarı dendritik drenaja sahiptir (**Harita 18**).

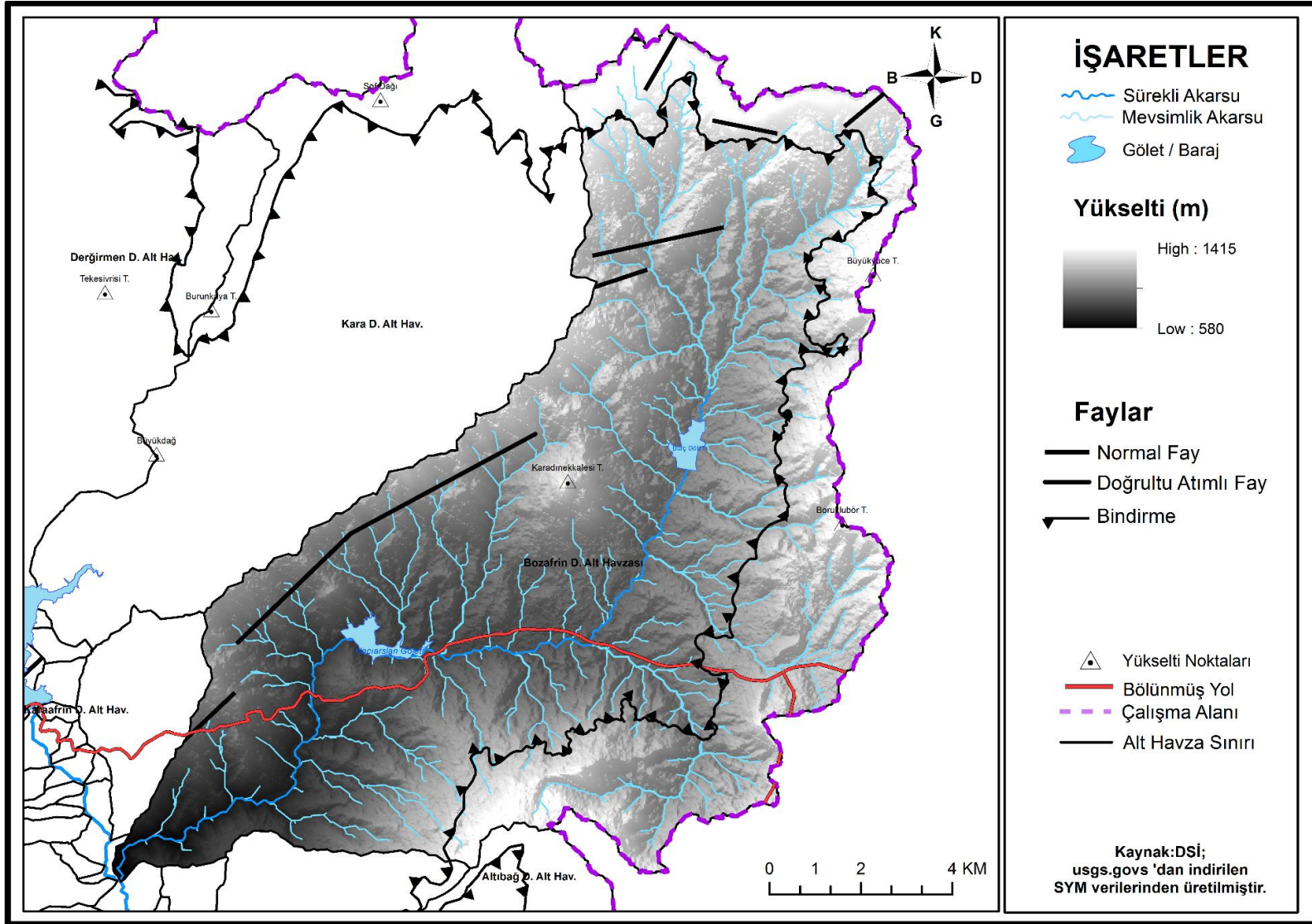
Kara Dere Alt Havzası: Fay doğrultusunda akış gösteren Kara Dere, Dostalılık Deresi ve Dam Deresi, kılçıklı drenaj özelliği göstermektedir. Yine bölgenin kuzeyinde, bindirme zonundan dolayı 1. derece kollarda kancalanma görülür (**Harita 19**).

Karaafrin Deresi Alt Havzası: Değirmen Dere ve Kara Dere'nin birleşmesiyle meydana gelen ve diğer yan kolları olan Karakaya Deresi ile Büyük Dere'yle birlikte yarı dendritik drenaj ağı oluşturur (**Harita 20**).

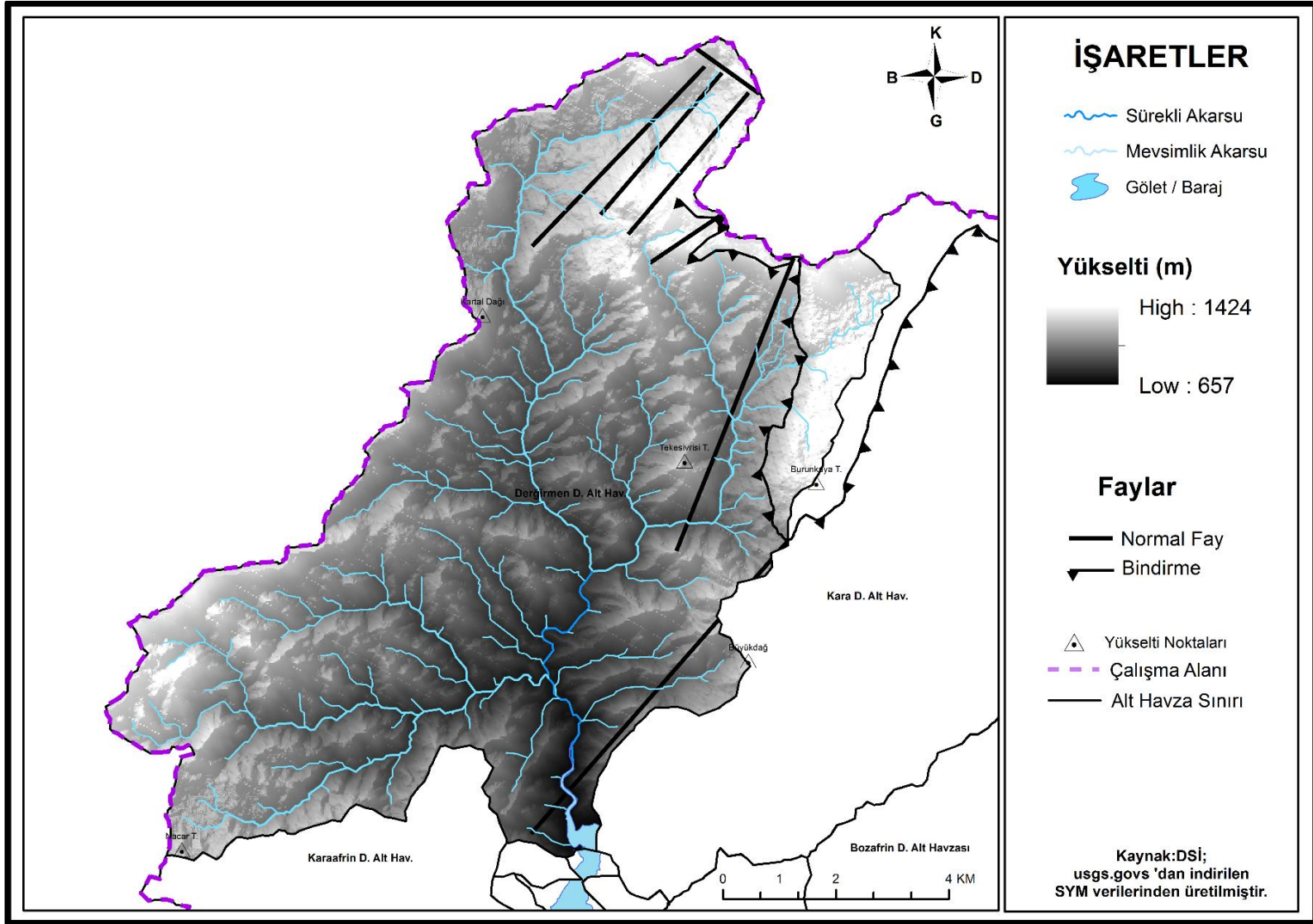
Kınacık Deresi Alt Havzası: Bu alt havza daha ziyade yer altı suyu beslenmesi ile oluştuğundan, yarı dendritik drenaj ağı meydana getirir. Litolojik olarak yarı geçirimli ve geçirimsiz arazi buna zemin oluşturur (**Harita 21**).



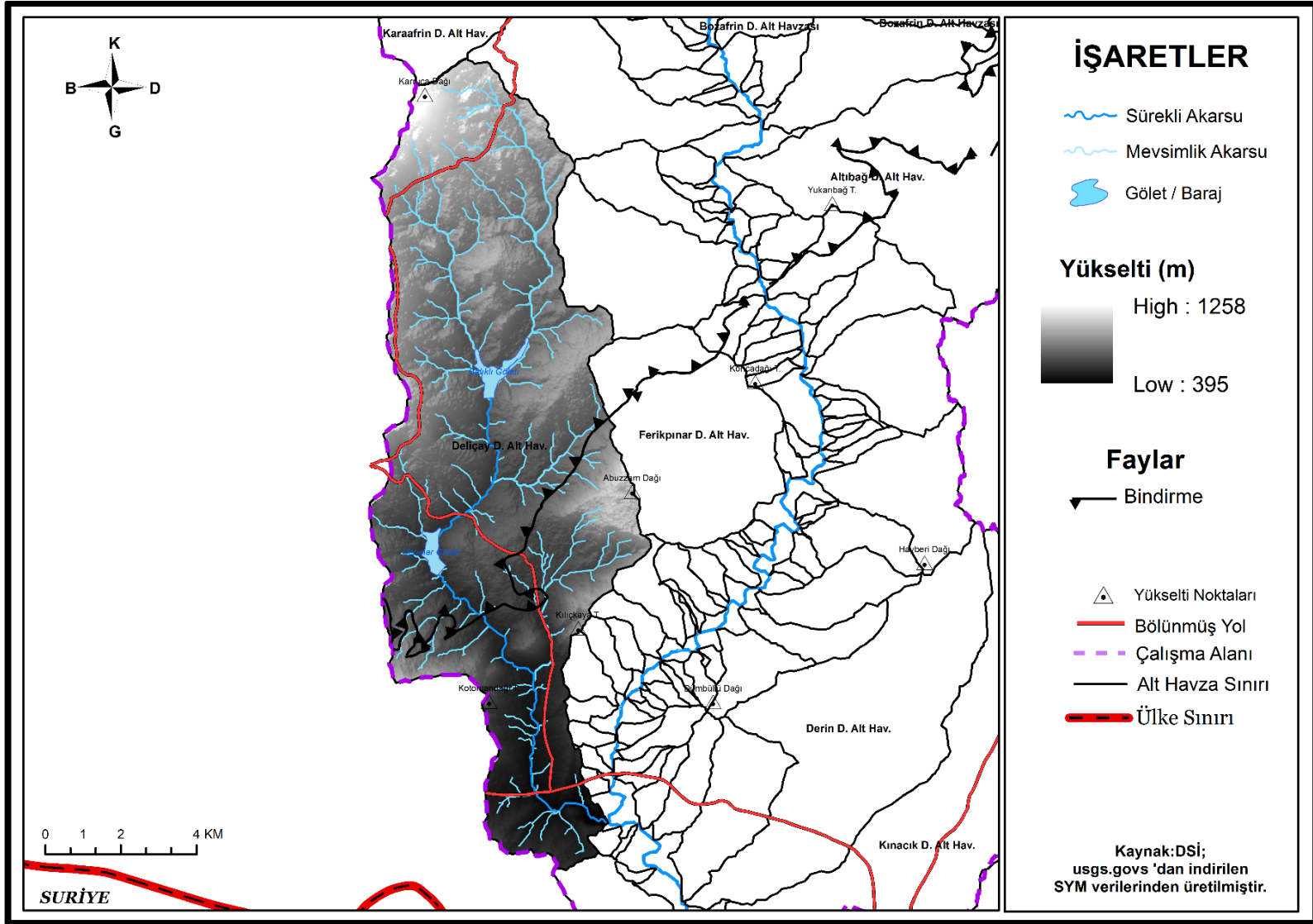
Harita 13: Altıbağ Deresi Alt Havzası Drenaj Ağı Haritası



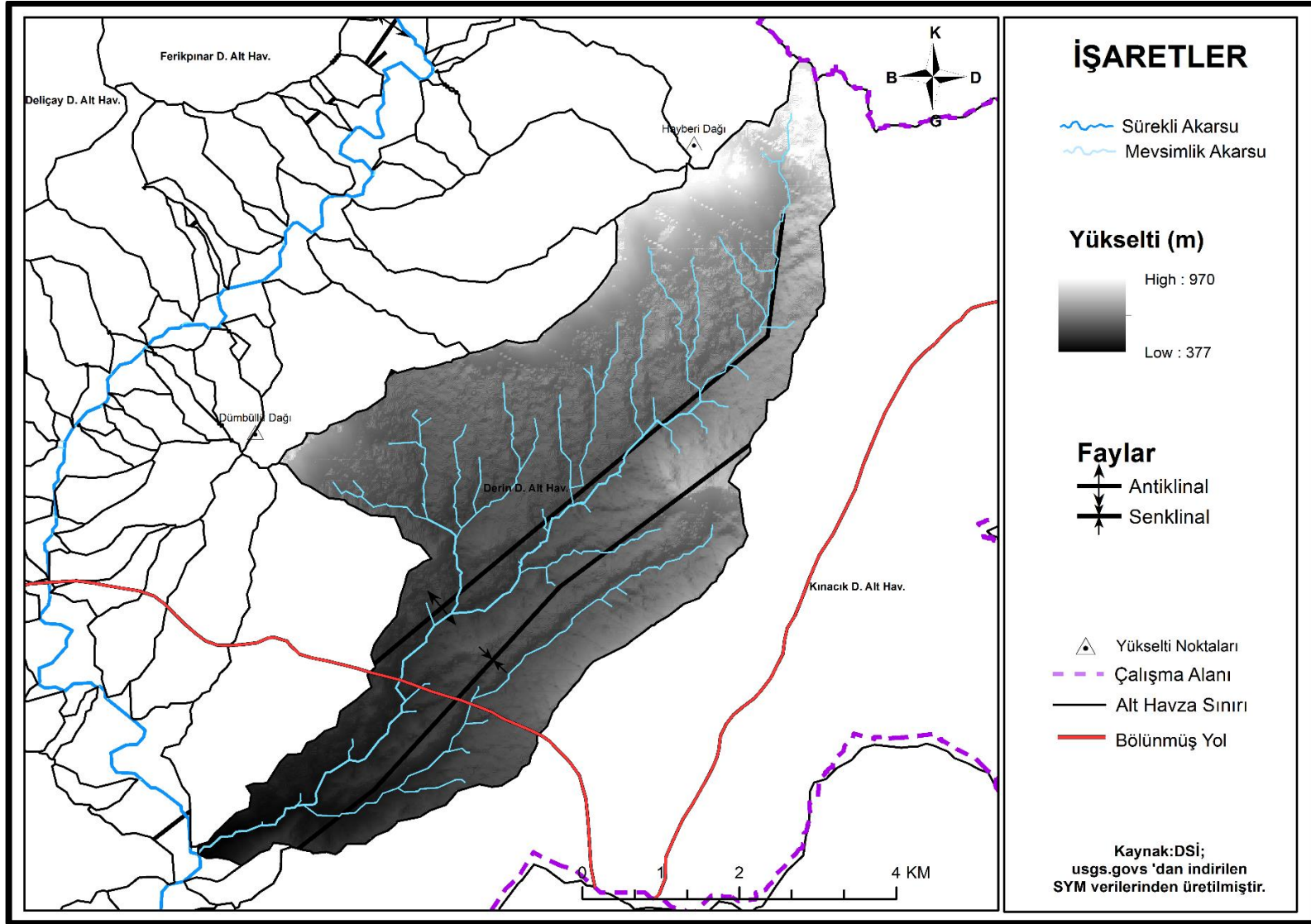
Harita 14: Bozafirin Deresi Alt Havzası Drenaj Ağı Haritası



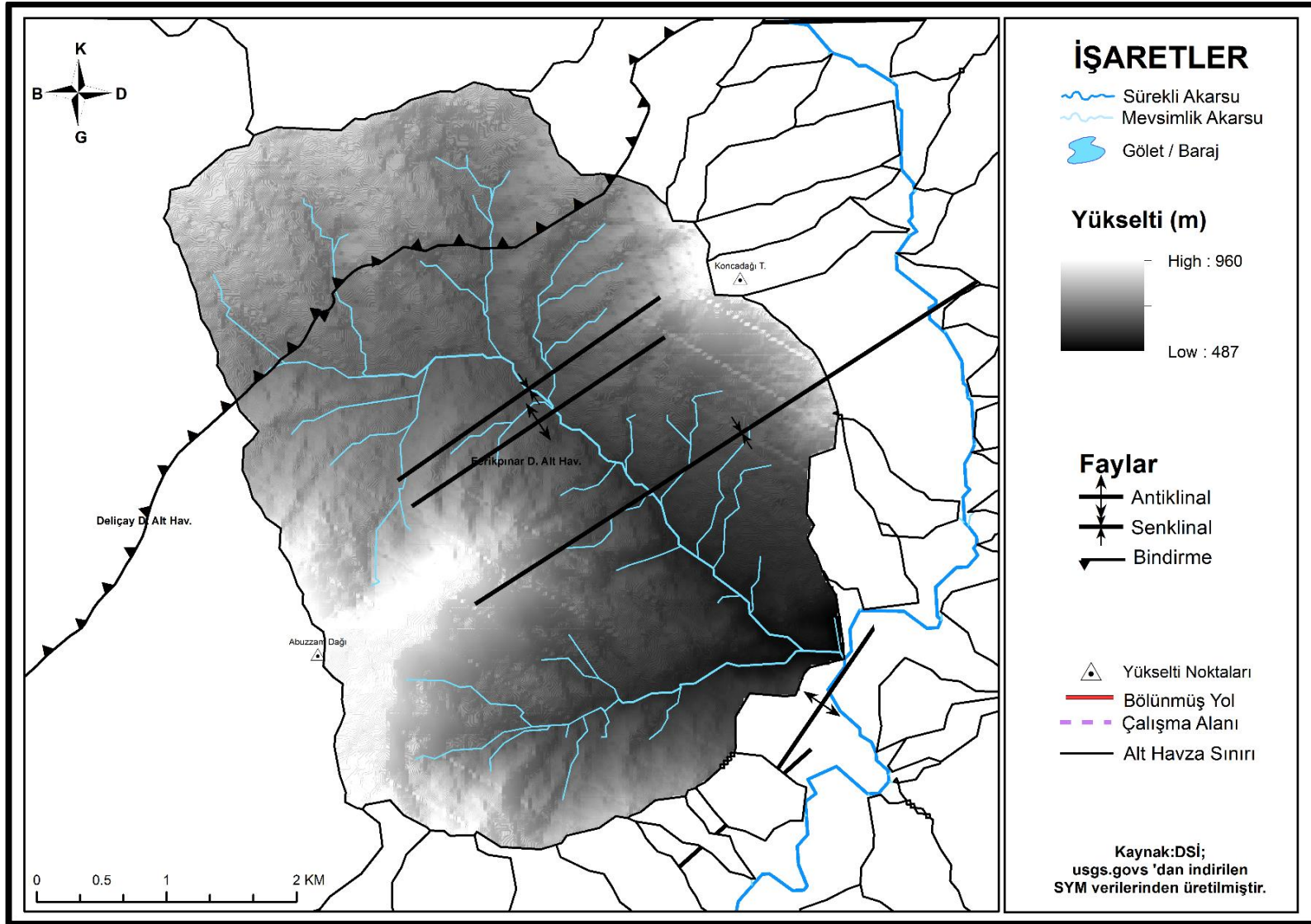
Harita 15: Değirmen Deresi Alt Havzası Drenaj Ağı Haritası



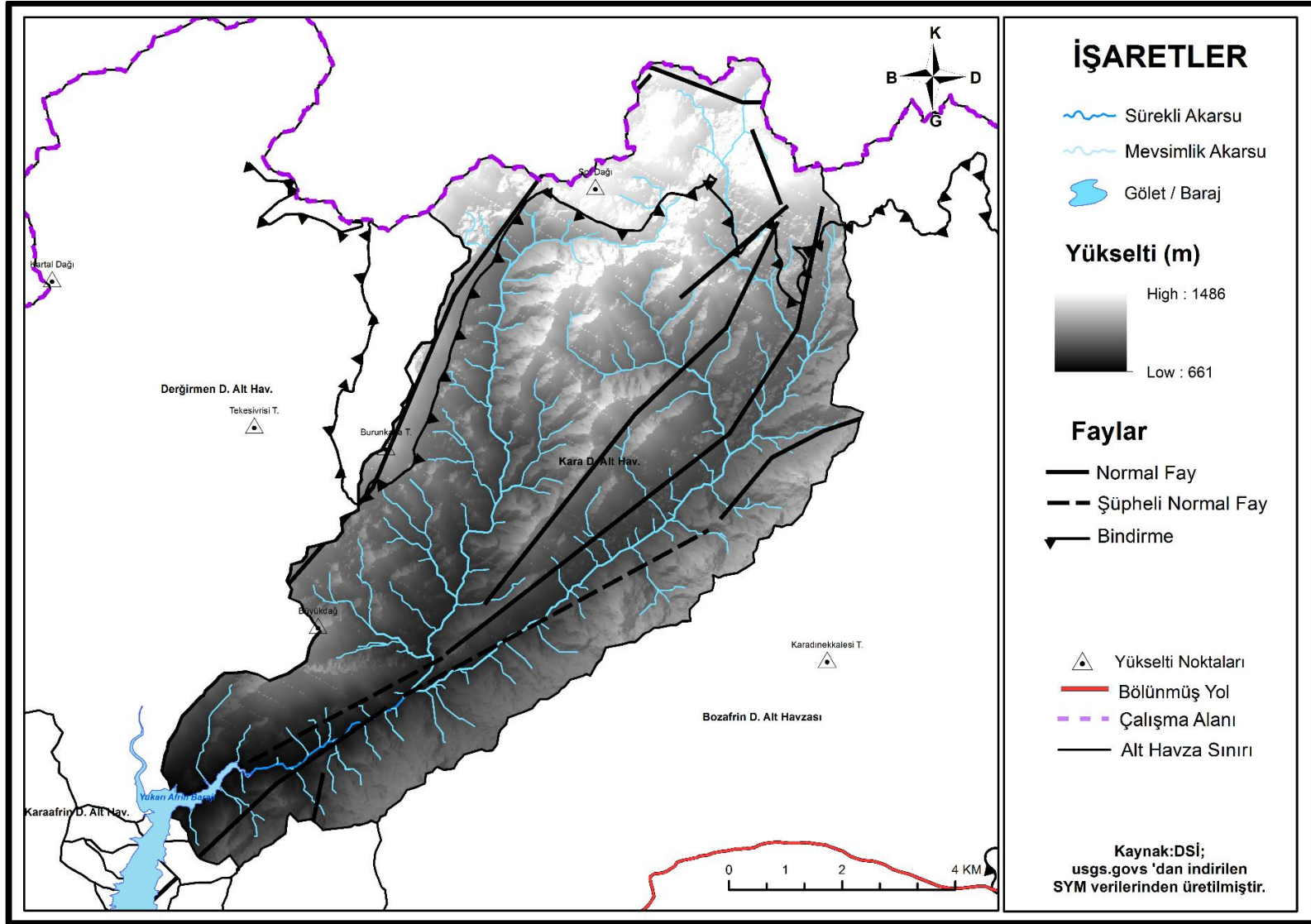
Harita 16: Deliçay Deresi Alt Havzası Drenaj Ağı Haritası



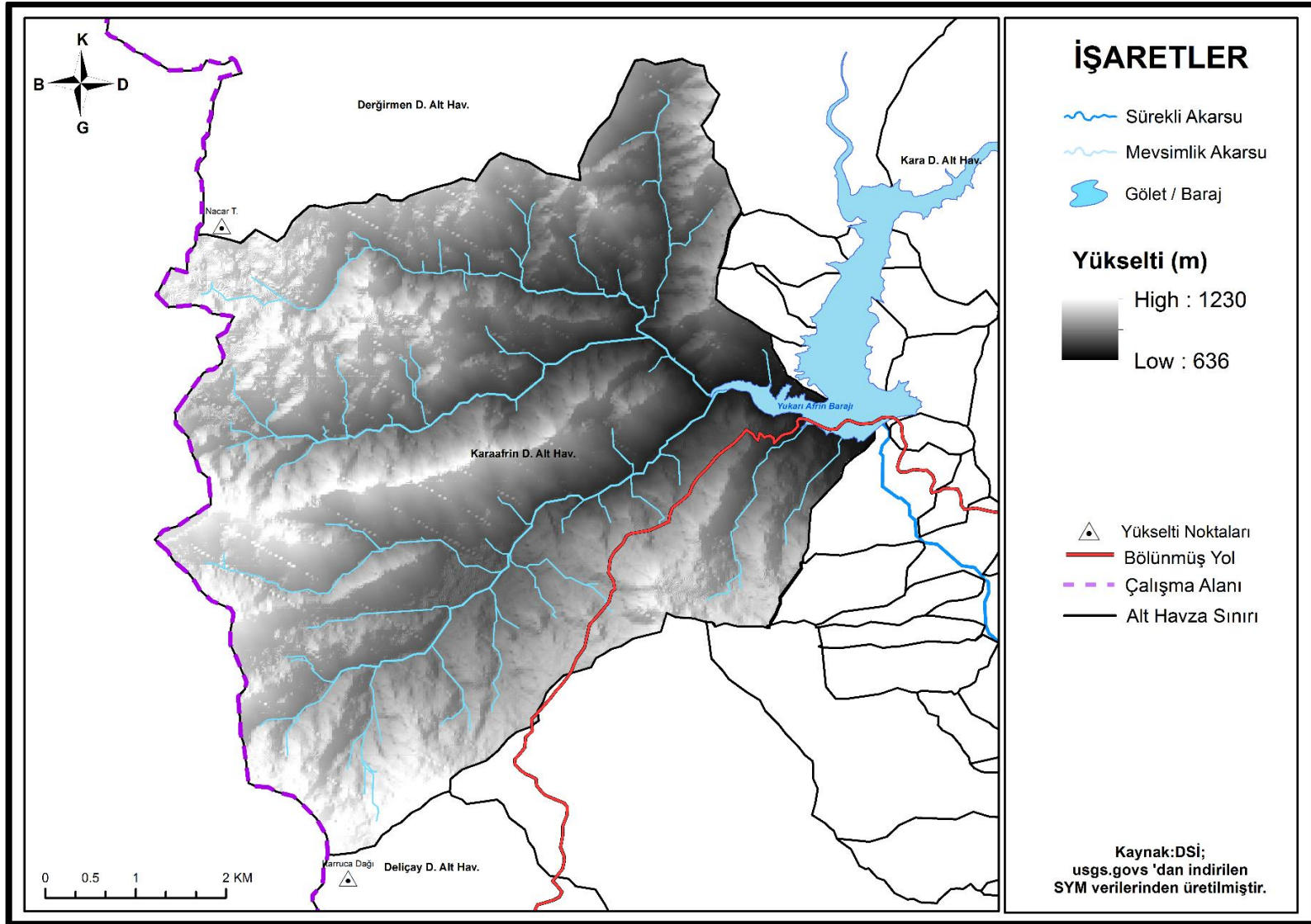
Harita 17: Derin Dere Alt Havzası Drenaj Ağı Haritası



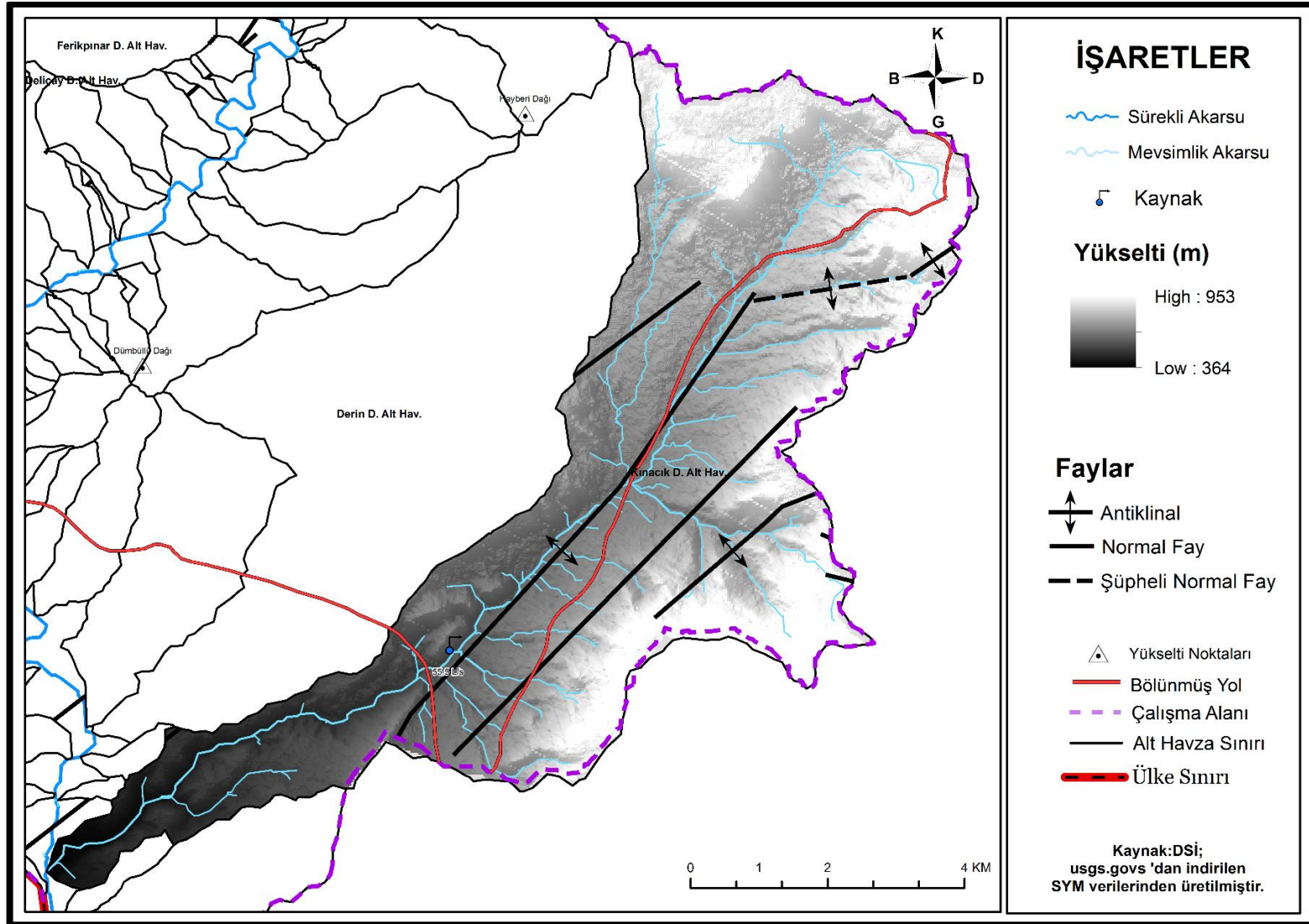
Harita 18: Ferikpınar Deresi Alt Havzası Drenaj Ağı Haritası



Harita 19: Kara Dere Alt Havzası Drenaj Ağı Haritası



Harita 20: Karaafrin Deresi Alt Havzası Drenaj Ağı Haritası



Harita 21: Kınacık Deresi Alt Havzası Drenaj Ağı Haritası

3. HAVZANIN MORFOMETRİK ANALİZLERİ

Morfometri, yeryüzünün araştırılması sonucunda elde edilen istatistikî verilerin değerlendirilmesidir (Pike, 2000). Bu yöntemi akarsu havzalarında hesaplamaların yapılmasında 1932’de Horton, jeomorfometri olarak ise ilk kez 1957 yılında Chorley, kullanmıştır. 1952’de Strahler akarsu dizinleme yönteminin sistematüğini düzenleyerek geliştirmiştir (Elbaşı & Özdemir, 2018). Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle bilgisayarın her alanda kullanıma başlaması ve jeomorfometrik analizlerin Sayısal Yükselti Modelleri (SYM) ile yani yükseltinin ve buna bağlı yeryüzünün bir modellemesi olarak dijital ortama aktarılması, havza analizlerinin yapımını daha kolay hale getirmiştir (Gündoğdu, 2003; Goudie, 2004).

Jeomorfometri ile beraber tektonik faaliyetler, jeolojik ve jeomorfolojik özellikler, bitki örtüsü ve iklim gibi yerşekillerinin oluşumunu etkileyen faktörler, havzaların özelliklerinin analiz edilerek değerlendirmeyi kolaylaştırır. Bu tez çalışmasındaki analizler Topuz’un (2014), Karataş’ın (2017) ve Polat’ın (2019) çalışmalarından esinlenilerek Çizgisel, Alansal ve Yüzeysel olarak üzere üç başlık altında ele alınmıştır.

CBS ortamında ArcGIS 10.5 Programı ile SYM altlık olarak kullanılmıştır. Watershed Yöntemi kullanılarak yapılan analizler sonucu, havza sınırları ve akarsu akış yönleri belirlenmiştir. Ana akarsu giriş ve çıkış noktaları tespit edilen Afrin Çayı Yukarı Havzası’nda 123 tane alt havza ortaya çıkmış. Oluşturdukları Afrin Çayı ve önemli yan kollar göz önüne alınarak, çalışmada 9 alt havza olarak ele alınmıştır. Bu havzalar; Altıbağ Deresi Alt Havzası, Bozafrin Deresi Alt Havzası, Değirmen Dere Alt Havzası, Deliçay Deresi Alt Havzası, Derin Dere Alt Havzası, Ferikpınar Deresi Alt Havzası, Kara Dere Alt Havzası, Karaafirin Deresi Alt Havzası ve Kınacık Deresi Alt Havzası’dır (Bağdatlı & Öztürk, 2014) (**Harita 11**).

3.1. Çizgisel Parametreler

Bu parametreler, havzanın çizgisel olarak sayısal analizleridir. Bunlar; havza uzunluğu (Lb), havza maksimum genişliği (W), ana akarsu uzunluğu (Lm), ortalama akarsu uzunluğu (Lum), akarsu uzunluk oranı (Rl), çatallanma evresi ve çatallanma oranı (Rb), yatak eğim oranı (Rm) ve yatak kıvrımlılığı oranıdır (Rsi). Bu başlık altında, çalışma alanının çizgisel parametreleri değerlendirilecektir.

3.1.1. Havza Uzunluğu (Lb)

Havzanın belirlenen kaynak noktası ile akarsu ağızı arasındaki uzaklık ve buna paralel olarak çizilen havzanın su bölümü çizgisi ile yine havzanın su bölümü çizgisine kadar ölçülen en büyük değerdir (Karataş, 2017; Polat, 2019).

Havzanın kuzeybatı sınırı olan Kartal Dağı'nın Afrin Çayı'na kaynak ve başlangıç teşkil ettiği nokta ile Türkiye sınırından çıkış yaptığı nokta arasındaki uzaklık 45.71 km'dir. 46.68 km maksimum havza uzunluğu ölçülmüştür. Bölünen alt havzalar arasında en uzun havza 21.83 km ile Bozafrin Deresi Alt Havzası, en kısa havza ise 5.68 km ile küçük bir kol olan Ferikpınar Deresi Alt Havzası'dır (**Tablo 3**). Diğer havzaların uzunluğu büyükten küçüğe doğru; Deliçay Deresi Alt Havzası 19.92, Kınacık Deresi Alt Havzası 16.38, Kara Dere Alt Havzası 15.67, Değirmen Dere Alt Havzası 13.97, Derin Dere Alt Havzası 12.08, Altıbağ Deresi Alt Havzası 10.2 ve Karaafirin Deresi Alt Havzası 7.58 olarak sıralanabilir.

3.1.2. Havza Maksimum Genişliği (W)

Uzun ekseni doksan derece açı ile kesecek şekilde havzanın genişliğini gösteren ölçümdür. Akarsu aşınımının havzaya etkisinin görülmesi için önemlidir (Karataş, 2017; Polat, 2019).

Çalışma alanını oluşturan tüm havzanın maksimum genişliği 27.51 km olarak hesaplanmıştır. Alt havzalar değerlendirildiğinde; 11.4 km ile en geniş Değirmen Dere Alt Havzası, 5 km ile en dar olan Altıbağ Deresi ve Ferikpınar Deresi alt havzaları olmuştur (**Tablo 3**). Bundan başka diğer alt havzalar; Bozafrin Deresi 10.3, Kara Dere

8.1, Deliçay Deresi 7.2, Karaafrin Deresi 6.43, Derin Dere 5.96 ve Kınacık Deresi 5.74 km maksimum havza genişliğine sahiptir.

3.1.3. Ana Akarsu Uzunluğu (*L_m*)

Akarsuyun havza uzunluğunda kaynak olarak belirlenen koldan ana akarsuyun ağız kısmına kadar olan uzunluktur (Karataş, 2017; Polat, 2019).

Çalışma alanını oluşturan Afrin Çayı'nın ağız kısmı olarak yine Türkiye sınırından çıktığı nokta baz alınmış ve ana akarsu uzunluğu 65.87 km olarak ölçülmüştür. Alt havzalardan en uzununu 31.24 km ile Bozafrin Deresi Alt Havzası, en kısası 6.57 km ile Ferikpınar Deresi Alt Havzası'dır (**Tablo 3**). Havza uzunluğu ile ana akarsu uzunluğu arasındaki farkın fazla olması litolojik ve tektonik özelliklerin kontrolünde olup, akarsuyun yer yer kaymış gömük menderesler çizmesi nedeniyle uzamıştır. Havzadaki diğer alt havzalar için ana akarsu uzunluğu değerleri büyükten küçüğe şu şekildedir: Deliçay Deresi Alt Havzası 27.37, Kara Dere Alt Havzası 21.28, Kınacık Deresi Alt Havzası 19.68, Değirmen Dere Alt Havzası 19.56, Derin Dere Alt Havzası 14.14, Altıbağ Deresi Alt Havzası 13.75 ve Karaafrin Deresi Alt Havzası 8.64.

Tablo 3: Havza Uzunluğu (L_b), Havza Maksimum Genişliği (W) ve Ana Akarsu Uzunluğu (L_m)

Havzalar	L_b	W	L_m
Tüm Havza	45.71	27.51	65.87
Altıbağ Deresi	10.2	5	13.75
Bozafrin Deresi	21.83	10.3	31.24
Değirmen Dere	13.97	11.4	19.56
Deliçay Deresi	19.92	7.2	27.37
Derin Dere	12.08	5.96	14.14
Ferikpınar Deresi	5.68	5	6.57
Kara Dere	15.67	8.1	21.28
Karaafrin Deresi	7.58	6.43	8.64
Kınacık Deresi	16.38	5.74	19.68

3.1.4. Ortalama Akarsu Uzunluğu (L_m)

Çalışılan havzada bulunan akarsuların toplam uzunluğu ile çalışılan havzanın toplam akarsu sayısına bölünmesi sonucu ortalama akarsu uzunluğu (L_m) bulunur (Strahler, 1964) (1*). Ortalama akarsu uzunluğu, km^2 başına kaç km uzunlukta akarsu olduğunu göstermektedir. Tüm çalışma havzasında ortalama 0.84 akarsu uzunluk değeri ölçülmüştür. Alt havzalardan Altıbağ Deresi ve Bozafrin Deresi 0.85 ile en yüksek ortalama akarsu uzunluğuna, Ferikpınar Deresi 0.71 ile en düşük ortalama akarsu uzunluğuna sahiptir. Diğer alt havzaların sahip olduğu ortalama akarsu uzunluk değerleri **Tablo 4**'te verilmiştir. Tabloya göre; diğer ortalama akarsu uzunlukları büyükten küçüğe doğru şu şekildedir: Değirmen Dere Alt Havzası 0.84, Kınacık Deresi Alt Havzası 0.82, Derin Dere Alt Havzası 0.81, Deliçay Deresi ve Kara Dere alt havzaları 0.78 ve Karaafrin Deresi Alt Havzası 0.74'tür.

Formül:

Lu : Havzadaki akarsuların toplam uzunluğu

Nu : Havzadaki toplam akarsu sayısı

1*

$$Lum = Lu / Nu$$

Tablo 4: Ortalama Akarsu Uzunluğu (*Lum*)

Havzalar	Akarsu Sayısı (Nu)	Akarsu Uzunluğu (Km)	Ortlama Ak.Uz.(Lum)
Tüm Havza	1662	1400,54	0,84
Altıbağ Deresi	90	76,39	0,85
Bozafrin Deresi	360	307,16	0,85
Değirmen Dere	190	159,4	0,84
Deliçay Deresi	198	154,82	0,78
Derin Dere	66	53,43	0,81
Ferikpınar Deresi	50	35,34	0,71
Kara Dere	176	136,47	0,78
Karaafirin Deresi	85	63,2	0,74
Kınacık Deresi	107	87,25	0,82

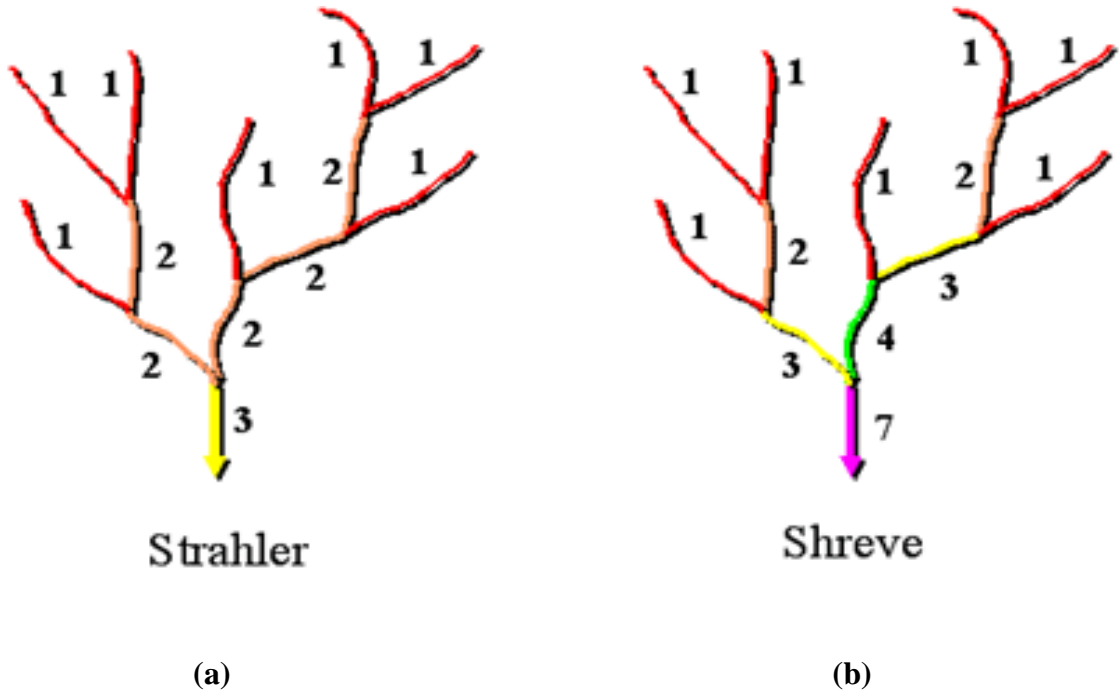
3.1.5. Çatallanma Evresi ve Oranı (*Rb*)

Bilindiği üzere, her havzada ana akarsu kolunu besleyen ve yüzey akışına geçen pek çok yan kollar bulunur. Bu kollar, büyüklüklerine veya belirli bir sıralama ve dereceye göre ana kola katılmaktadır. Bu derecelendirmeyi modelleyen ve yöntem geliştiren ilk isimlerden birisi Robert E. Horton, onun çalışmalarını geliştiren Arthur N. Strahler ve farklı bir şekilde derecelendirme yapan Shreve olmuştur (Hoşgören, 2012; Güreşçi, Seyrek, & Sargın, 2012; Atalay, 2018).

Strahler'in (1952) metoduna göre; akarsu kolu sadece yüzey akışı ile oluşuyor ve hiçbir kol ile birleşmiyorsa, 1. dizin veya 1. derece kolu meydana getirir. İki tane 1. derece kol bir araya geldiği takdirde 2. derece kolu, iki tane 2. derece kol bir araya geldiği takdirde ise 3. derece kolu oluştururlar. Sadece aynı derece kollar birleşirse, bir

üst derece kol olarak derecelendirilir; fakat iki farklı derece kol birleşse de aynı derece olarak devam eder (Şekil 2a).

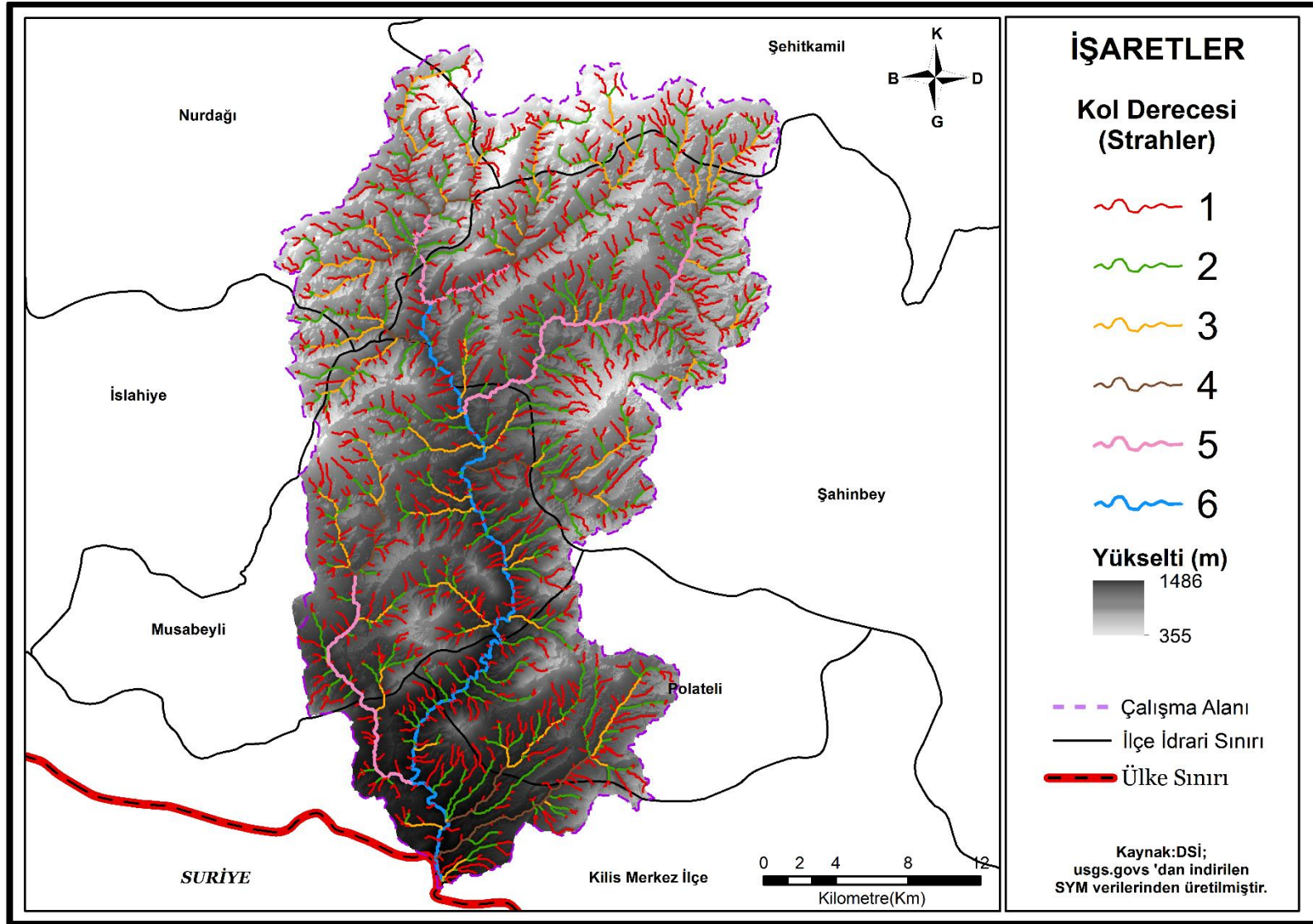
Shreve'nin (1967) metoduna göre; yine sadece yüzey akışı ile oluşmuş başka kol almayanlar 1. derece kol olarak alınır. Ancak her kol derecesi ne ise, biraraya geldiklerinde derecelerinin toplam sayısı yeni derece değeri olarak belirlenir. Bu metod, koldan tahmini geçecek toplam akışı belirlemede daha güvenilirdir (Şekil 2b).



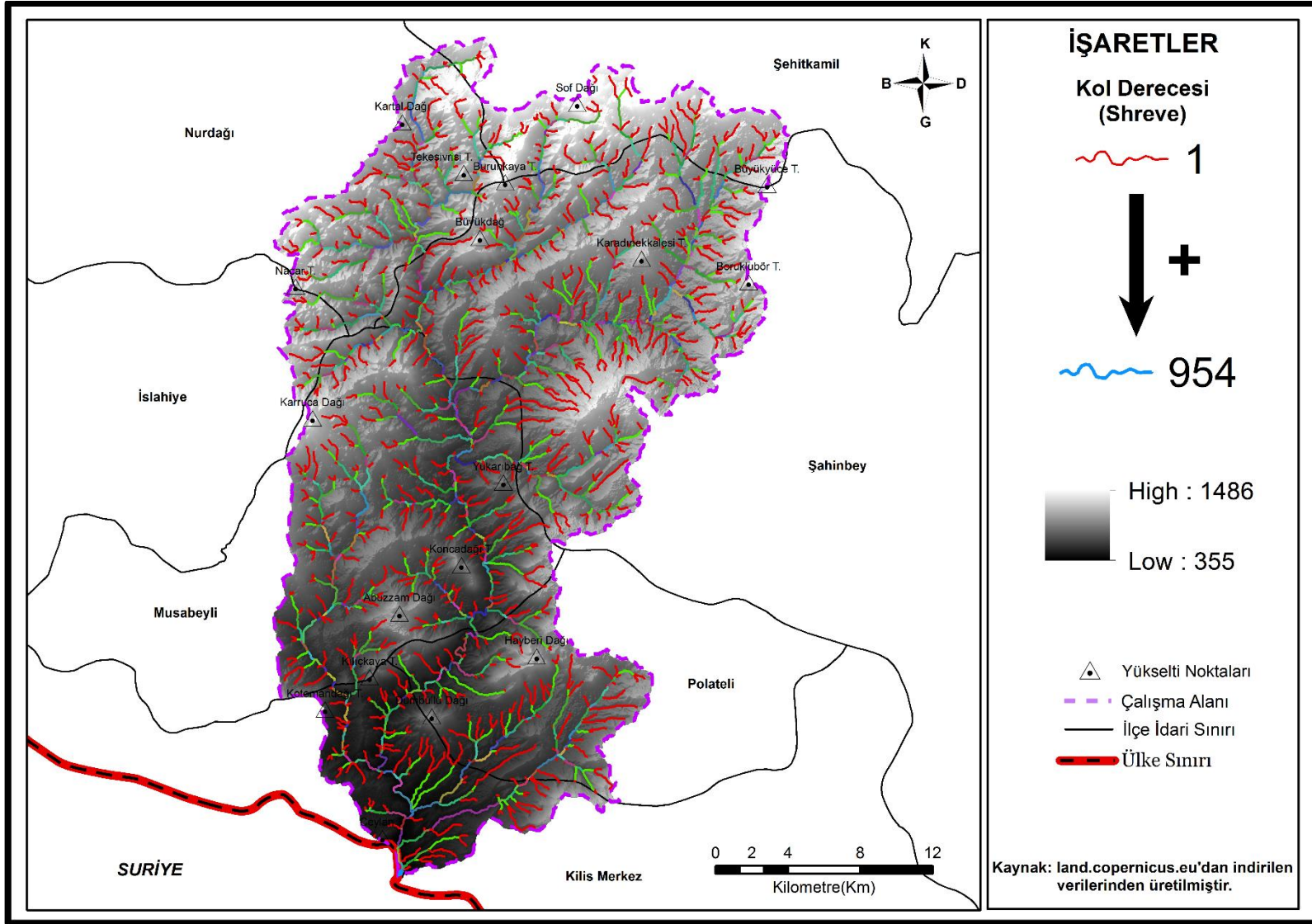
Şekil 2: Akarsu Kol Derecelendirme Örneği (Güreşçi, Seyrek, & Sargin, 2012)

Bu araştırmada, Afrin Çayı Yukarı Havzası'ndaki akarsu kollarının çatallanma evresi ve oranlarının belirlenmesinde hem Strahler hem de Shreve modelleri uygulanmıştır. Bu modeller, havzanın SYM'sinden yararlanılarak ArcGIS yazılımı ile oluşturulmuştur. ArcGIS yazılımının Hidroloji aracı kullanılarak ilk önce SYM verisindeki bozulmalar düzeltilmiş, akış yönü ve akış birikimi bulunmuştur. Daha sonra akış sırası belirlenmiş ve sıralaması yapılmıştır. Bu adımlar sonucunda Shreve Yöntemi ile havzada 1. derece koldan başlayarak en yüksek 954. derece kola kadar tespit edilmiştir (Harita 23). Strahler Yöntemi ile çatallanma evresi uygulandığında ise en fazla 6. derece kola ulaşılmıştır (Harita 22).

Çatallanma evresini daha iyi yansıttığı düşünöldüğünden ve bu tarz araştırmalarda (Farhan, Mousa, Dagarah, & Shtaya, 2016; Altıparmak & Türkoğlu, 2018) daha yaygın olarak kullanıldığından, alt havzalara sadece Strahler modeli uygulanmıştır. Havzanın büyüklüğü, litolojisi, yeryüzü şekilleri, eğimi, yükseltisi, tektonik özellikleri, iklimi gibi birçok faktörün etkisi ile çatallanma oranının karakteristiği doğrudan ilişkilidir (**Harita 22, Harita 23**).



Harita 22: Havzanın Strahler Yöntemi'ne Göre Çatallanma Haritası



Harita 23: Havzanın Shreve Yöntemi'ne Göre Çatallanma Haritası

Havzada 1. derece kolların sayısının fazla olması; eğim değerinin yüksekliğini, infiltrasyonun azlığını ve yüzey akışının çok olduğunu göstermektedir. Toplam 1286 adet 1. derece kol sayısı bulunan havzada, 1. derece kolların 748.35 km toplam uzunluğa sahip olması bunu desteklemektedir. 294 adet bulunan 2. derece kollar toplam 332.65 km uzunluktadır. Buna göre, 1. derece kolların sayısı 2. derece kolların sayısının yaklaşık 4.38 katıdır. Yine 1. derece kolların uzunluğu, 2. derece kolların uzunluğunun 2.25 katı kadardır. 3. derece kol sayısı 61 olup, toplam uzunluğu 151.81 km'dir. Bu durumda 3. derece kolların sayısı, 1. derecedekilerin sayısının yaklaşık 20.74'te biri, 2. derecedekilerin 4.75'te biridir. Uzunluk olarak karşılaştırıldığında; 1. derece kollar 3. derece kolların uzunluğunun 4.93 katı, 2. derece kollar ise 3. derece kolların uzunluğunun 2.19 katıdır. Havzaya 4. dereceden katılan kol sayısı 16 ile 69.62 km uzunluktadır. 4. derece kolların sayısı, 1. dereceye göre 80.37 kat, 2. dereceye göre 18.37 kat, 3. dereceye göre ise 3.87 kat azalmıştır. Ayrıca; 1. derece kollar 4. derecenin uzunluğunun yaklaşık 10.75 katı, 2. derece kollar 4. derecenin uzunluğunun 4.77 katı, 3. derece kollar ise 2.18 katıdır. Görüldüğü gibi; 2. derece kolların sayısı, 1. derece kol sayısına göre 4.37 kat azalmıştır. Bu durumun 4. derece kol ve 3. derece kol sayısında da aynı şekilde devam ettiği, katılan kol sayısının 3.87 kat düştüğü görülür. 5. dereceden kol sayısı 4'tür. 5. derece kol çatallanması toplam 51.8 km uzunluğa sahiptir. 5. derece ile karşılaştırıldığında; 1. derece kolların uzunluğu 14.44 kat, 2. derece kolların uzunluğu 6.42 kat, 3. derece kolların uzunluğu 2.94 kat ve 4. derece kolların uzunluğu 1.34 kat daha fazladır. 6. derece kol havzada ana akarsuyu göstermektedir. Değirmen Dere Havzası'nda 4. derece kolların birleşmesi ile başlayan 5. derece kol, daha sonra bu kolun kuzeydoğudan gelen Kara Dere 5. derece kolu birleşmesi ile Karaafirin Deresi adını alır. Bu dere 6. derece kol olarak devam ederek, yine kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu Bozafrin Deresi 5. derece kol olarak katılır. Bu noktadan sonra Afrin Çayı adını alarak Türkiye sınırından çıkarak devam eder. Ana akarsu olarak 6. dereceden kol sayısı 1'dir (46.31 km), fakat ArcGIS hesaplama yaparken akarsuya katılan tüm kolların birleşim yerlerinden kesmektedir. Afrin Çayı'na 65.71 km boyunca 73 defa akarsu kolları katılmıştır. Bu durum, yazılımın hesaplama yönteminin değerlendirme şekli ile bağlantılıdır. Aynı zamanda ana akarsuyun birleşiminin fazla olması, havzanın şekli ve yüzey akışı hakkında diğer bulgulara destek olmaktadır (**Tablo 5**) (**Harita 22**).

Tablo 5: Strahler Yöntemi'ne Göre Kol Derece Sayıları (*Nu*) ve Uzunlukları (km)

Havzalar	Uzunluk (km) ve Derece Sayıları	Çatallanma Derece Sayıları						Toplamlar
		1. Derece	2. Derece	3. Derece	4. Derece	5. Derece	6. Derece	
Tüm Havza	Derece Sayısı	1286	294	61	16	4	1	1662
	Uzunluk (km)	748,35	332,65	151,81	69,62	51,8	46,31	1400,54
Altıbağ Deresi	Derece Sayısı	70	15	4	1	-	-	90
	Uzunluk (km)	39,45	20,39	7,73	8,82	-	-	76,39
Bozafrin Deresi	Derece Sayısı	278	63	14	4	1	-	360
	Uzunluk (km)	168,14	79,22	25,4	11,36	23,04	-	307,16
Değirmen Dere	Derece Sayısı	146	32	8	3	1	-	190
	Uzunluk (km)	84,11	35,26	21,2	11,93	6,9	-	159,4
Deliçay Deresi	Derece Sayısı	153	35	7	2	1	-	198
	Uzunluk (km)	87,91	27,97	17,09	5,6	16,25	-	154,82
Derin Dere	Derece Sayısı	48	15	2	1	-	-	66
	Uzunluk (km)	27	15,03	6,26	5,14	-	-	53,43
Ferikpınar Deresi	Derece Sayısı	38	9	2	1	-	-	50
	Uzunluk (km)	21,58	7,24	6,17	0,35	-	-	35,34
Kara Dere	Derece Sayısı	138	30	5	2	1	-	176
	Uzunluk (km)	77,15	25,01	16,71	12	5,6	-	136,47
Karaafrin Deresi	Derece Sayısı	66	15	3	1	-	-	85
	Uzunluk (km)	29,01	18,48	12,66	3,05	-	-	63,2
Kınacık Deresi	Derece Sayısı	82	21	3	1	-	-	107
	Uzunluk (km)	46,31	22,24	7,34	11,36	-	-	87,25

Strahler Yöntemi'yle yapılan çatallanma oranı ise; her dereceye ait toplam kol sayısının, kendisinden bir sonraki üst derecedeki toplam kol sayısına oranıdır (Strahler, 1952a; Hoşgören, 2012; Atalay, 2018)(2*).

Formül:

N_u : Derece Kol Sayısı

$N_u + 1$: Bir sonraki derece kol sayısı

2*

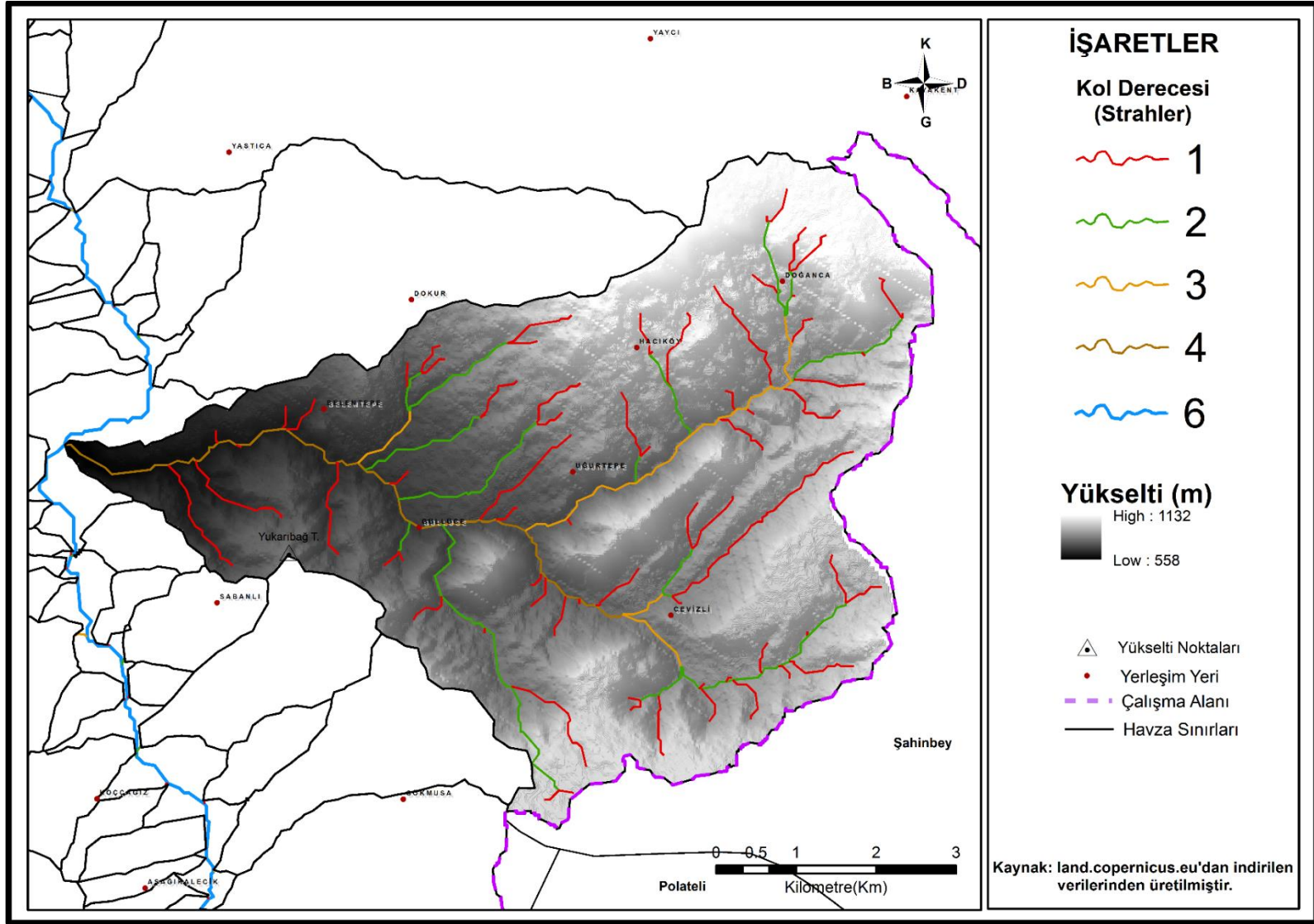
$$R_b = \frac{N_u}{N_u + 1}$$

Çatallanma oranı formülü uygulandığında, tüm havzanın ortalama değeri 4.20 olarak karşımıza çıkmaktadır. Çatallanma oranı düşük olan havzalar genellikle dairesel bir şekil ve düzensiz rejime sahipken, yüksek çatallanma oranına sahip havzalar genellikle daha uzunlamasına bir şekil ve düzenli rejime sahip olabilir (Patton, 1988). Havza çatallanma oranının 3.00 ilâ 5.00 arası olması durumunda genellikle homojen bir yapı, az geçirimli ya da geçirimsiz, infiltrasyonu düşüren bir litolojinin mevcudiyetini gösterir (Verstappen, 1983; Ritter, Kochel, & Miller, 2002; Özdemir, 2011). Sadece 1. derece kolların çatallanma oranı 4.37, 2. derece kolların çatallanma oranı 4.82, 3. derecenin 3.81, 4. derecenin 4 ve 5. derecenin 4'tür (**Tablo 6**).

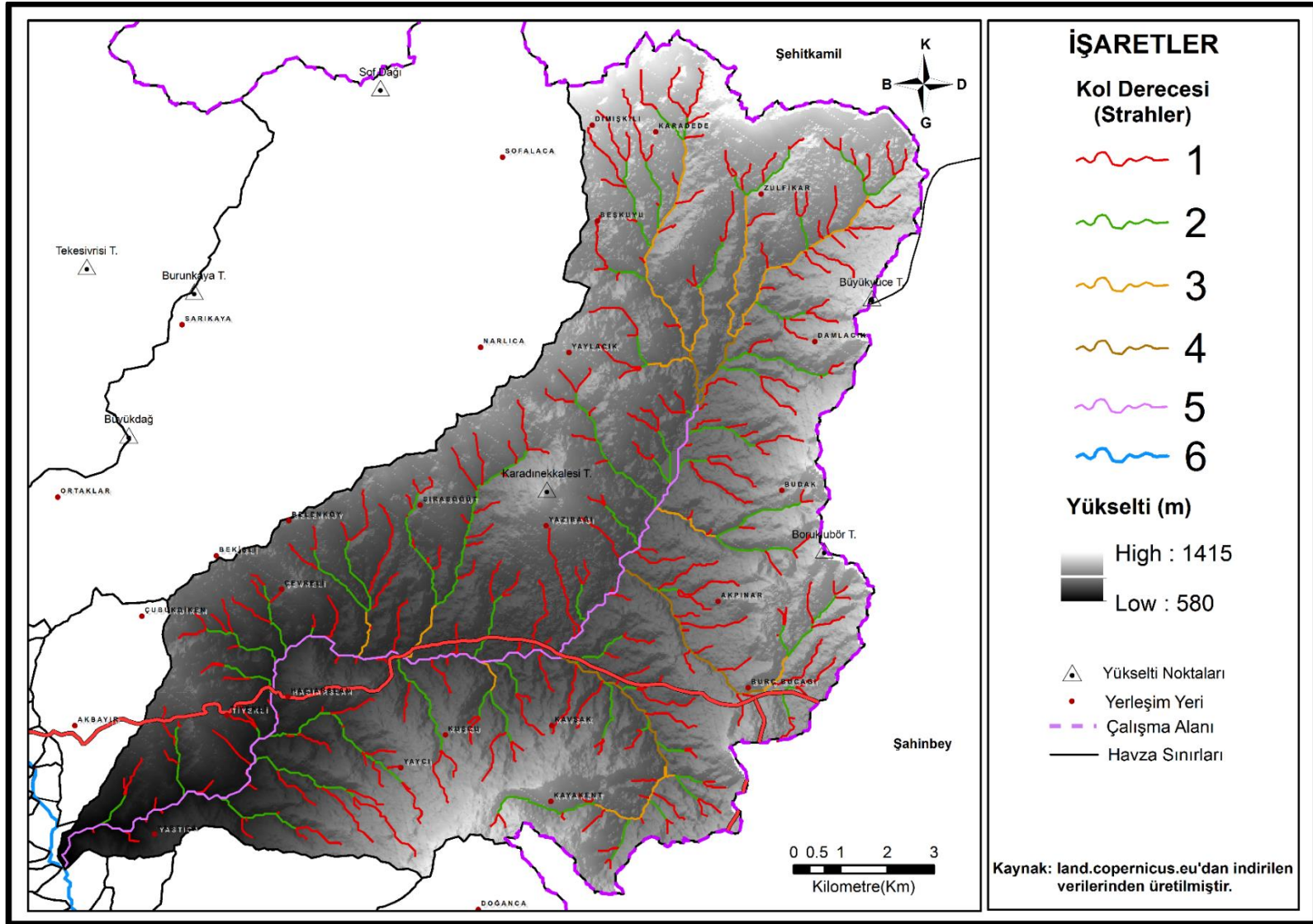
Alt havzaların çatallanma oranı ortalamaları incelendiğinde, en yüksek değer 4.63 ile Kınacık Deresi Alt Havzası'na ait olduğu, en düşük oran ortalamasının ise 3.56 ile Değirmen Deresi Alt Havzası'na ait olduğu görülür. Yüksek çatallanma oranı ortalamasına sahip diğer alt havzalar; 4.37 ile Kara Dere, 4.23 ile Derin Dere, 4.14 ile Altıbağ ve Bozafrin dereleridir. Daha sonra gelen diğer alt havzaların çatallanma oranı ortalamaları ise büyükten küçüğe doğru; 4.13 ile Karaafrin Deresi, 3.72 ile Deliçay Deresi ve 3.57 ile Ferikpınar Deresi alt havzalarıdır (**Tablo 6**).

Tablo 6: Strahler Yöntemi'ne Göre Çatallanma Oran ve Ortalamaları

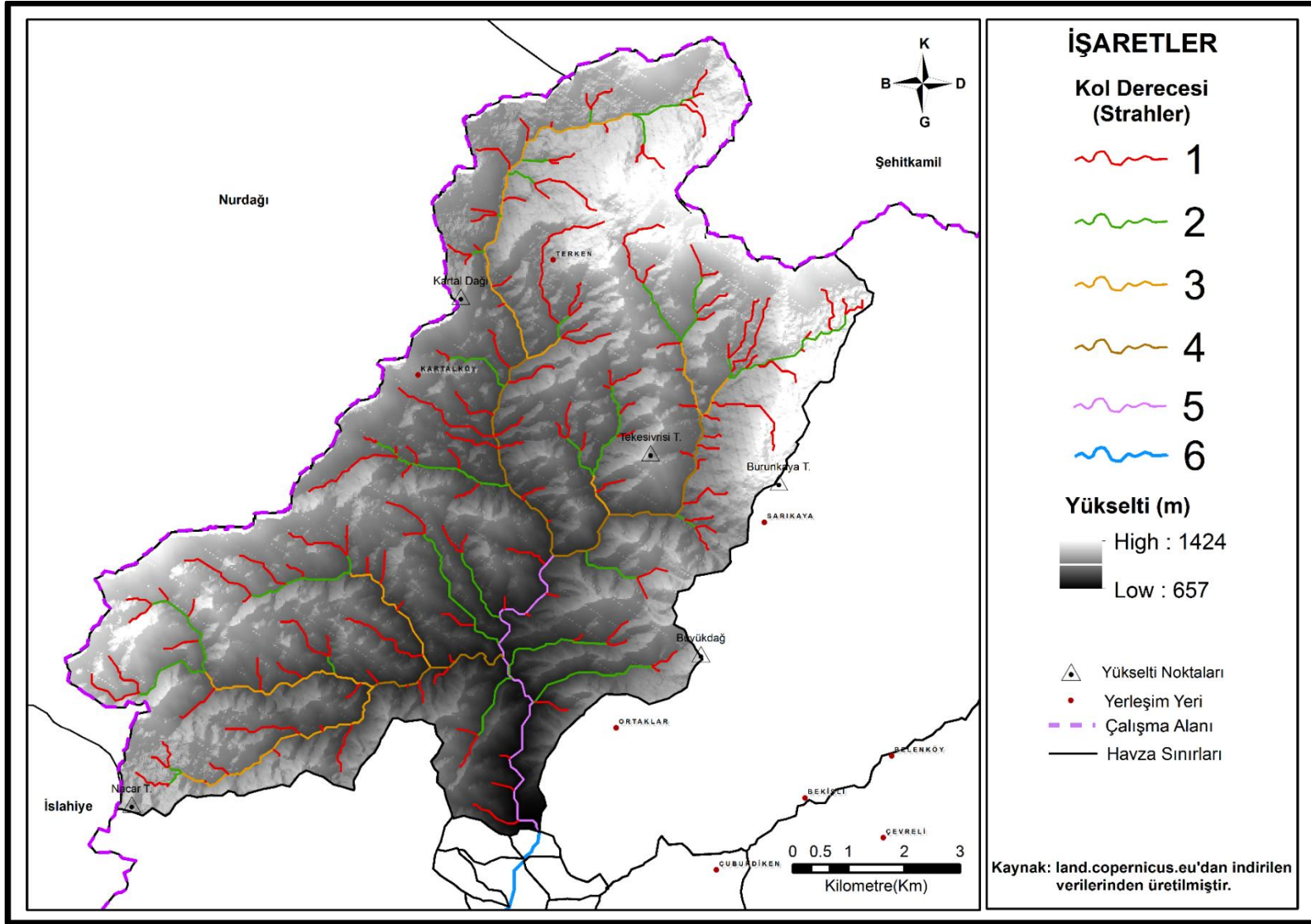
Havzalar	Derece Sayıları ve Oran	Çatallanma Derecesi Oranı ve Ortalamaları						Ortalama
		1. Derece	2. Derece	3. Derece	4. Derece	5. Derece	6. Derece	
Tüm Havza	Derece Sayısı	1286	294	61	16	4	1	1662
	Oran	4,37	4,82	3,81	4,00	4,00		4,20
Altıbağ Deresi	Derece Sayısı	70	15	4	1	-	-	
	Oran	4,67	3,75	4,00	-	-	-	4,14
Bozafrin Deresi	Derece Sayısı	278	63	14	4	1	-	
	Oran	4,41	4,50	3,50	-	-	-	4,14
Değirmen Dere	Derece Sayısı	146	32	8	3	1	-	
	Oran	4,56	4,00	2,67	3,00	-	-	3,56
Deliçay Deresi	Derece Sayısı	153	35	7	2	1	-	
	Oran	4,37	5,00	3,50	2,00	-	-	3,72
Derin Dere	Derece Sayısı	48	15	2	1	-	-	
	Oran	3,20	7,50	2,00	-	-	-	4,23
Ferikpınar Deresi	Derece Sayısı	38	9	2	1	-	-	
	Oran	4,22	4,50	2,00	-	-	-	3,57
Kara Dere	Derece Sayısı	138	30	5	2	1	-	
	Oran	4,60	6,00	2,50	2,00	-	-	4,37
Karaafrin Deresi	Derece Sayısı	66	15	3	1	-	-	
	Oran	4,40	5,00	3,00	-	-	-	4,13
Kınacık Deresi	Derece Sayısı	82	21	3	1	-	-	
	Oran	3,90	7,00	3,00	-	-	-	4,63



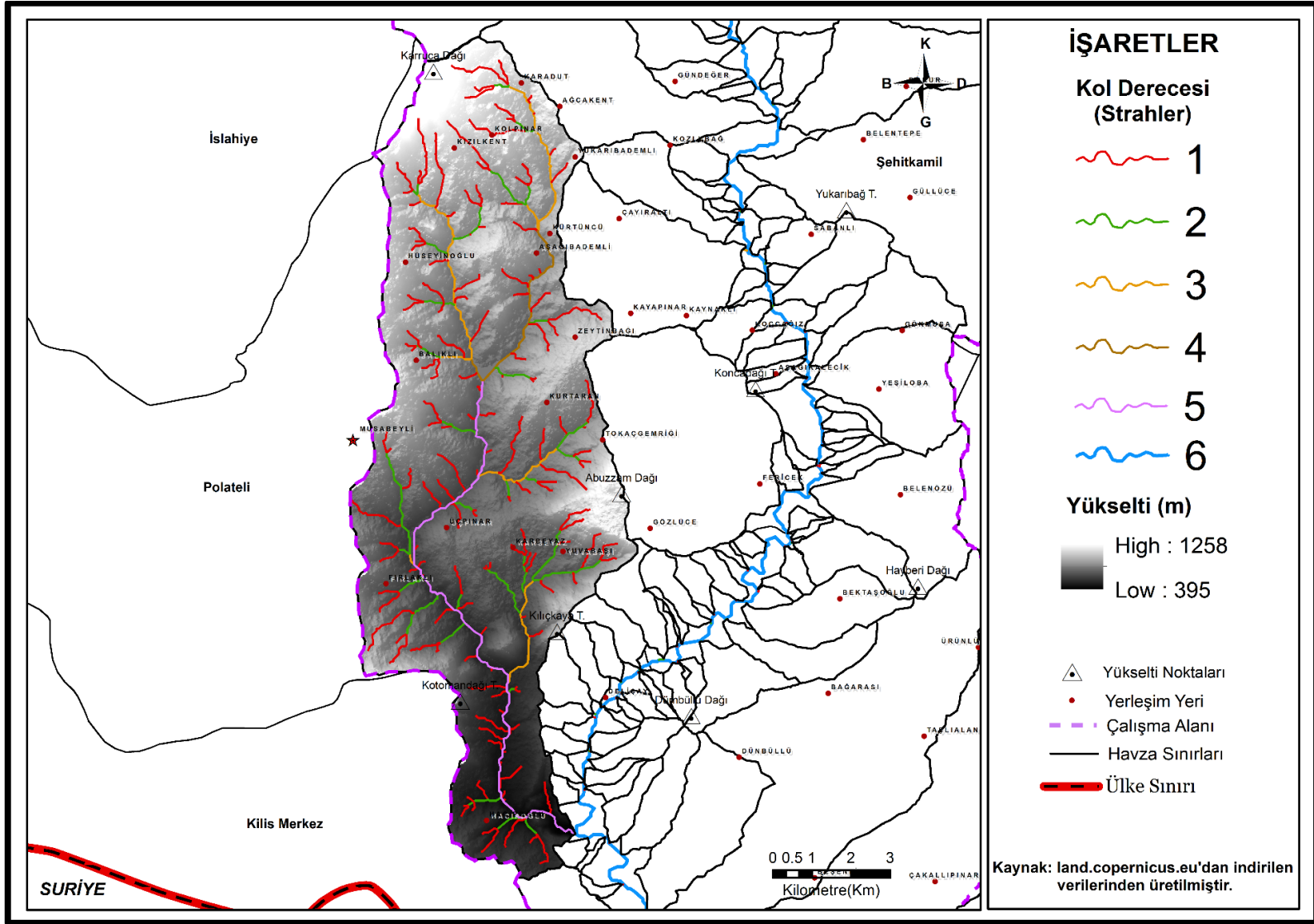
Harita 24: Altıbağ Deresi Alt Havzası Strahler Çatallanma Yöntemi Haritası



Harita 25: Bozafirin Deresi Alt Havzası Strahler Çatallanma Yöntemi Haritası



Harita 26: Değirmen Dere Alt Havzası Strahler Çatallanma Yöntemi Haritası



Harita 27: Deliçay Deresi Alt Havzası Strahler Çatallanma Yöntemi Haritası

Altıbağ Deresi Alt Havzası'nın 1. derece kolların uzunluğu 39.45 km ve çatallanma oranı 4.14'dir. En yüksek çatallanma oranı 4.67 ile 1. derece kollarıdır ve alt havzalar içerisinde en yüksek 1. derece kol çatallanma oranına sahiptir (**Harita 24**).

Bozafrin Deresi Alt Havzası'nda 5. dereceye kadar kol çatallanması olmuştur. Alt havzalar arasında en fazla 4. derece kol çatallanması bu havzadadır. Bu havza, 278 adet 1. derece kol sayısı ile 1. derece kol çatallanma sayısı en fazla olan alt havzadır (**Harita 25**).

Değirmen Dere Alt Havzası, 3.56 ortalama çatallanma oranı ile en düşük değere sahip havzadır. Havzanın Afrin Çayı'nı besleme durumu diğer alt havzalara oranla daha yüksektir. Bu sonuç, havzanın çatallanma oranı değerlerinden çıkarılabilmektedir (**Harita 26**).

Deliçay Deresi Alt Havzası, 1. derece kol çatallanma sayısı ikinci en fazla olan havzadır. Bunun nedeni, Karruca Dağı'ndan beslenmesinin yüzeysel akışa geçen su miktarını arttırmasıdır (**Harita 27**).

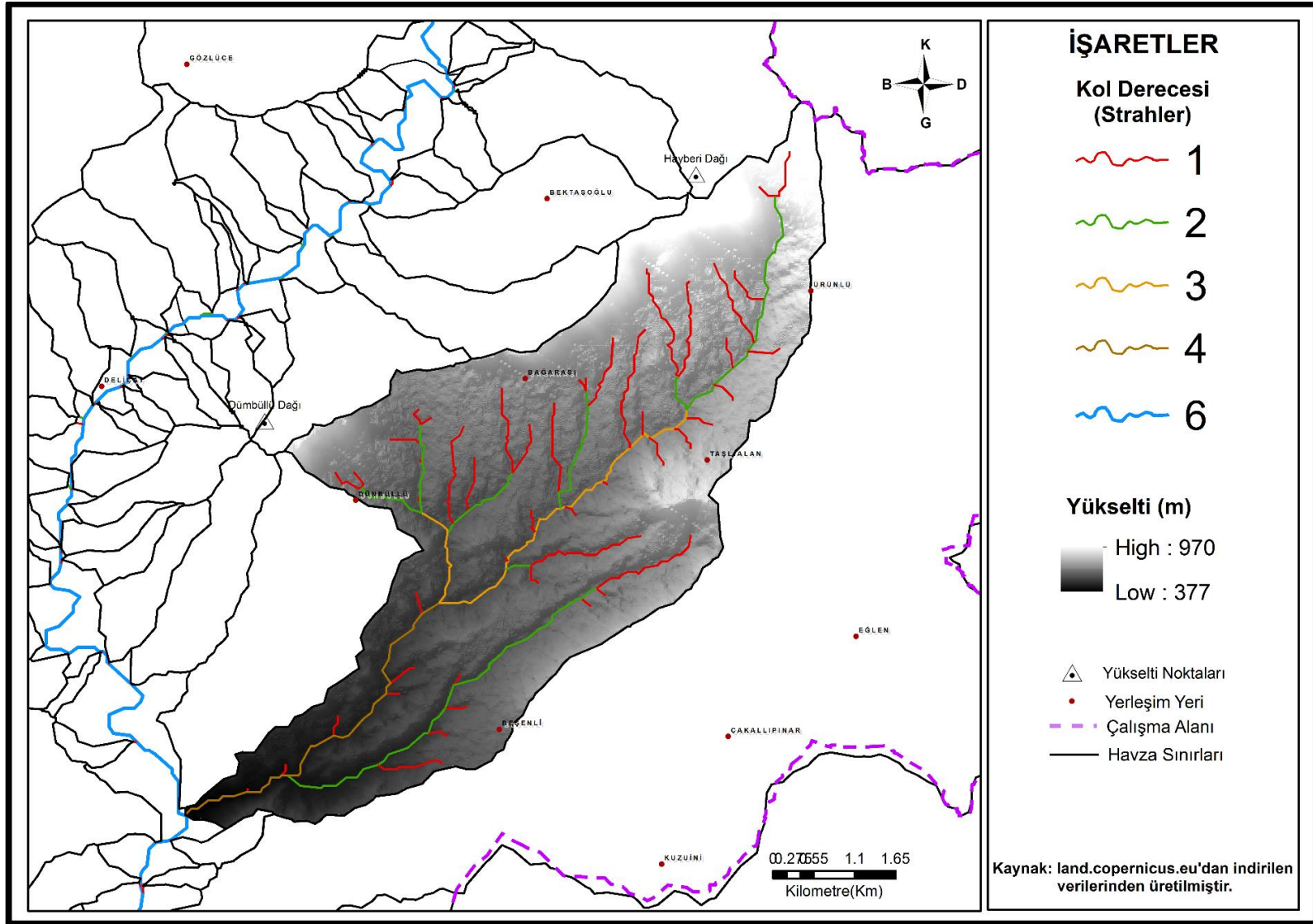
Derin Dere Alt Havzası'nda 2. derece kol oranı 7.50 iken 3. derece kol oranının 2'ye düşüşü, havzada bulunan antiklinal ve senklinal kıvrımlarına paralel akış gösteren akarsuların kısa mesafede toplanarak 3. derece kola katılması sebebiyledir (**Harita 28**).

Ferikpınar Deresi Alt Havzası en az çatallanma sayısına sahip havzadır. Havza alanın küçük olması bunun temel gerekçesidir (**Harita 30**).

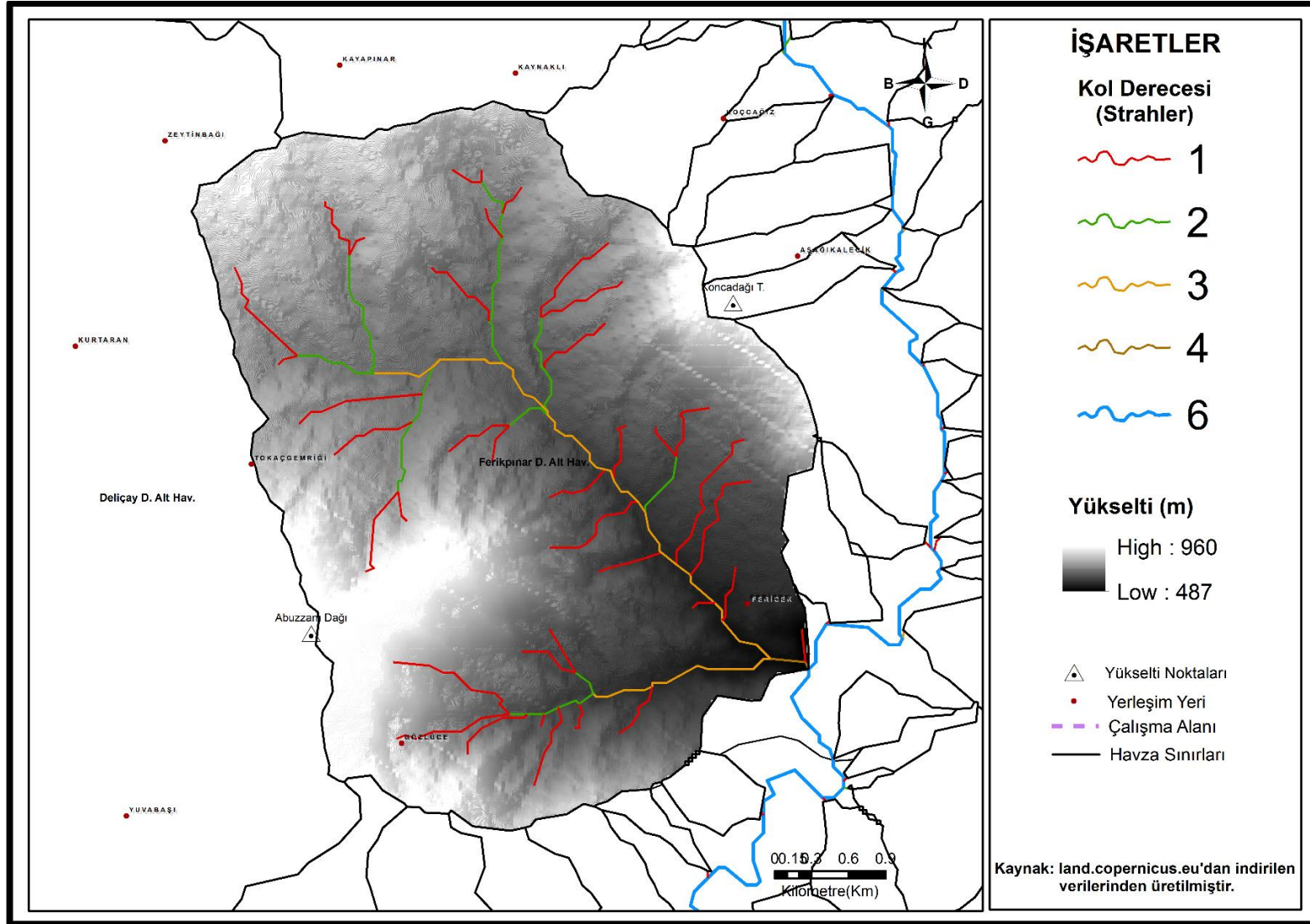
4.37'lik çatallanma oranı ile bütün havzada en yüksek ikinci değere sahip olan Kara Dere Alt Havzası, fay hatlarına paralel akış gösteren akarsuların 3. ve 4. derece kollarına katılmasından etkilenmiştir (**Harita 31**).

Karaafrin Deresi Alt Havzası, küçük alanlı az geçirimli yapıya sahip olması ve havza şeklinin ovale yakın olması nedeniyle 4.13'lük çatallanma oranı göstermiştir (**Harita 32**).

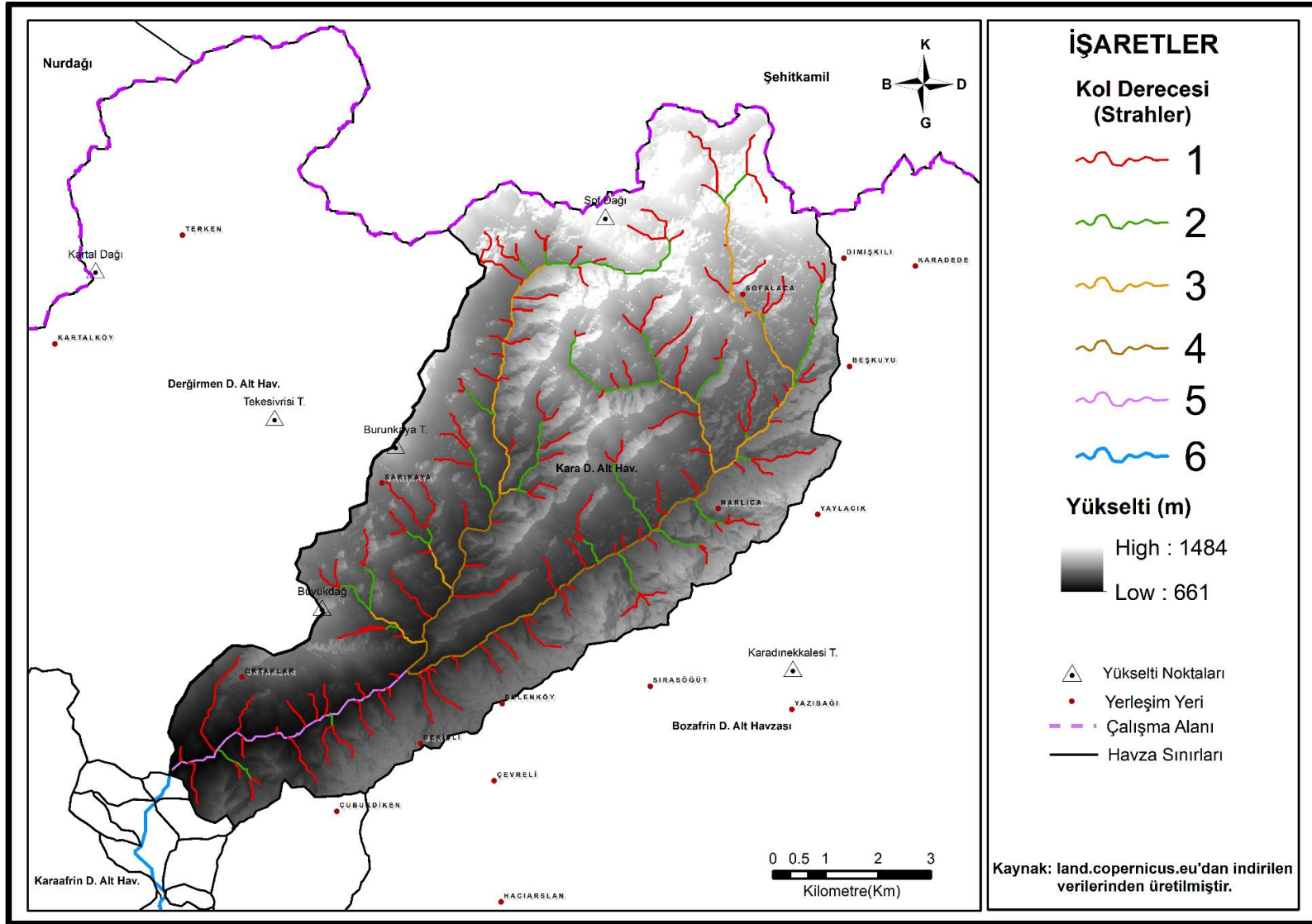
Kınacık Deresi Alt Havzası, 4.63 çatallanma oranı ile havzanın tamamında en yüksek çatallanma oranına sahip alt havzadır. Havzanın homojen olmayan litolojisi, uzunlamasına yapısı ve yer altı beslenimi buna etki etmiştir (**Harita 32**).



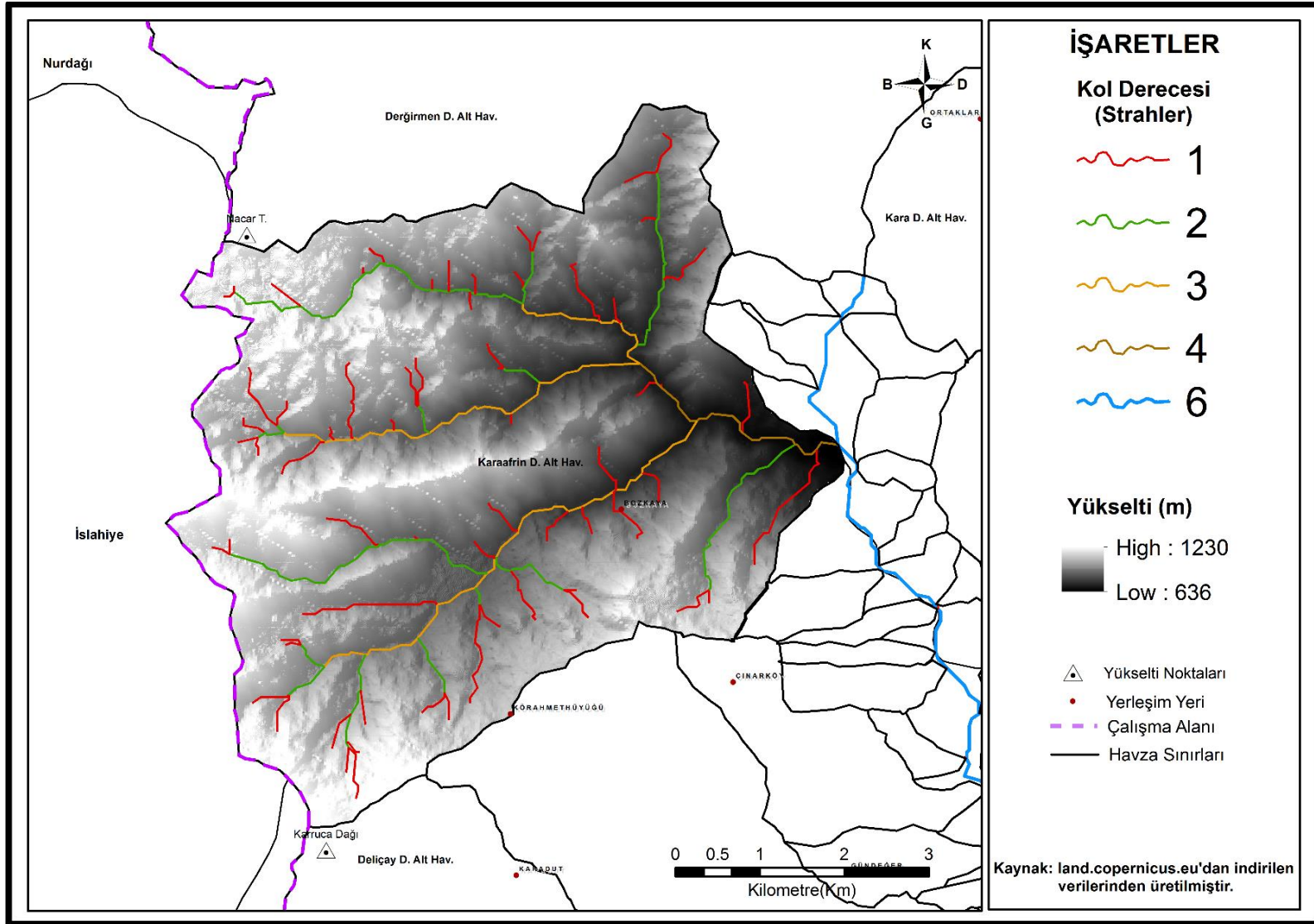
Harita 28: Derin Dere Alt Havzası Strahler Çatallanma Yöntemi Haritası



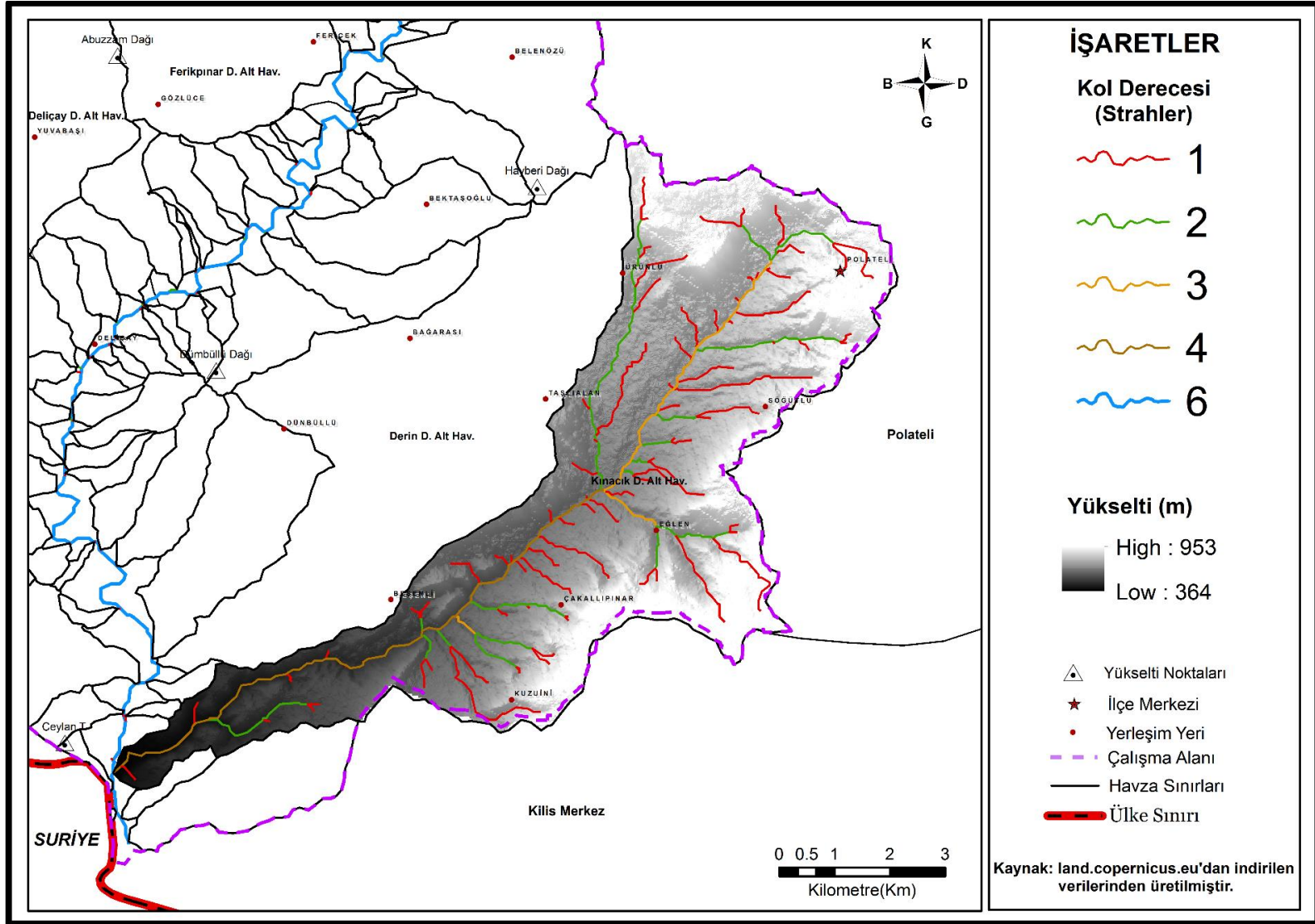
Harita 29: Ferikpınar Deresi Alt Havzası Strahler Çatallanma Yöntemi Haritası



Harita 30: Kara Dere Alt Havzası Strahler Çatallanma Yöntemi Haritası



Harita 31: Karaafirin Deresi Alt Havzası Strahler Çatallanma Yöntemi Haritası



Harita 32: Kınacık Deresi Alt Havzası Strahler Çatallanma Yöntemi Haritası

3.1.6. Akarsu Uzunluk Oranı (R_l)

Strahler çatallanma metoduna bağlı olarak, belirli bir dizindeki ortalama akarsu uzunluğunun (Lum), kendinden bir üst dizindeki ortalama akarsu uzunluğuna ($Lum+1$) oranıdır (Farhan, Anbar, Enaba, & Al-Shaikh, 2015) (3*).

Formül:

Lum : Belirli bir dereceki kolun ortalama akarsu uzunluğu (km),

$Lum +1$: Bir üst derece kolun ortalama akarsu uzunluğu (km) dur.

3*

$$R_l = \frac{Lum}{Lum + 1}$$

Akarsu uzunluk oranının değerlendirilmesi; yüzey akışına geçen suların uzunluklarına bağlı olarak tutulma oranı ve drene olma sürecinin etkisiyle bir sonraki kola ulaşmak için kat etmeleri gereken mesafelerin belirlenmesinde kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca bu hesaplamalar sonucu; havzanın jeomorfolojik özellikleri, aşınım süreci, drenaj ağı şekli, yüzeysel akışlar, havzanın şekli ve taşkınlar hakkında da fikir edinilebilir.

Tablo 7: Strahler Yöntemi'ne Göre Uzunluk Oranları (*Rl*)

Havzalar	Uzunluk ve Oran	Çatallanma Derecesi Sayıları						Ortalama
		1. Derece	2. Derece	3. Derece	4. Derece	5. Derece	6. Derece	
Tüm Havza	Uzunluk (km)	748,35	332,65	151,81	69,62	51,8	46,31	233,42
	Oran	2,25	2,19	2,18	1,34	1,12	-	1,82
Altıbağ Deresi	Uzunluk (km)	39,45	20,39	7,73	8,82	-	-	19,10
	Oran	1,93	2,64	0,88	-	-	-	1,82
Bozafrin Deresi	Uzunluk (km)	168,14	79,22	25,4	11,36	23,04	-	61,43
	Oran	2,12	3,12	2,24	0,49	-	-	1,99
Değirmen Dere	Uzunluk (km)	84,11	35,26	21,2	11,93	6,9	-	31,88
	Oran	2,39	1,66	1,78	1,73	-	-	1,89
Deliçay Deresi	Uzunluk (km)	87,91	27,97	17,09	5,6	16,25	-	30,96
	Oran	3,14	1,64	3,05	0,34	-	-	2,04
Derin Dere	Uzunluk (km)	27	15,03	6,26	5,14	-	-	13,36
	Oran	1,80	2,40	1,22	-	-	-	1,81
Ferikpınar Deresi	Uzunluk (km)	21,58	7,24	6,17	0,35	-	-	8,84
	Oran	2,98	1,17	17,63	-	-	-	7,26
Kara Dere	Uzunluk (km)	77,15	25,01	16,71	12	5,6	-	27,29
	Oran	3,08	1,50	1,39	2,14	-	-	2,03
Karaafirin Deresi	Uzunluk (km)	29,01	18,48	12,66	3,05	-	-	15,80
	Oran	1,57	1,46	4,15	-	-	-	2,39
Kınacık Deresi	Uzunluk (km)	46,31	22,24	7,34	11,36	-	-	21,81
	Oran	2,08	3,03	0,65	-	-	-	1,92

Tüm havzanın akarsu uzunluk oranı (*Rl*) 1.82'dir. Bu oran, havzanın engebeli ve az geçirimli litolojiye sahip bir arazi olduğunu desteklemektedir. Küçük kollar havzada daha fazla yer tutmakta ve taşkın riskini yükseltmektedir. Ferikpınar Deresi 7.26 *Rl* oranı ile en yüksek alt havzadır. Buna 4. derece kol uzunluğunun çok kısa olması etki

etmektedir. Karaafrin Deresi Alt Havzası 2.39 ve Deliçay Deresi Alt Havzası 2.04 oranları ile onu takip ederler. Kara Dere Alt Havzası 2.03 *Rl*, Bozafrin Deresi Alt Havzası 1.99 *Rl*, Kınacık Deresi Alt Havzası 1.92 *Rl*, Değirmen Dere Alt Havzası 1.89 *Rl*, Altıbağ Deresi Alt Havzası 1.82 *Rl* ve Derin Dere Alt Havzası 1.81 *Rl* değerine sahiptir (**Tablo 7**).

3.1.7. Yatak Eğim Oranı (*R_m*)

Akarsu, yatağında memba bölgesinden mansap bölgesine doğru eğimlidir. Bu eğim derecesi; akarsu yatağının şekli, debisi, taşınan unsurların boyutu, infiltrasyon ve hidroelektrik enerji potansiyeli gibi birçok unsura etki etmektedir. Araştırma havzasında yatak eğim oranına, ana akarsu yatağının en yüksek ve en alçak noktaları arasındaki yükselti farkının yatak uzunluğa bölünmesiyle ulaşılmıştır (Miller, Ritter, & Kochel, 1990) (4*).

Formül :

H_{maxL_m} : Ana akarsu yatağının en yüksek noktası,

H_{minL_m} : Ana akarsu yatağının en alçak noktası

L_m : Yatak uzunluğu

4*

$$R_m = \frac{H_{maxL_m} - H_{minL_m}}{L_m}$$

Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın yatak eğim oranı 0.017'dir. Memba ile mansap bölgesine doğru havza %1.7'lik bir eğim göstermektedir. Diğer alt havzalara göre daha geniş yayılımı olan Bozafrin Deresi Alt Havzası *R_m* değeri %2.7 ile en düşük alt havzadır. Sırasıyla Ferikpınar Deresi Alt Havzası %7.2, Karaafrin Deresi %6.9, Derin Dere ve Altıbağ Deresi %4.2, Değirmen Dere ve Kara Dere %3.9, Deliçay Deresi %3.2 ve Kınacık Deresi %3 *R_m* değerlerine sahip yataklardan oluşur. Bu düşük değerler, havzada litolojik olarak aşınımın daha zor, fakat eğimin nispeten daha fazla olduğu alanlarda ortaya çıkmaktadır (

Tablo 8).

3.1.8. Yatak Kıvrımlılığı Oranı (*Rsi*)

Çizgisel parametrelerden olan yatak kıvrımlılık oranı, ana akarsuyunun sahip olduğu yatak uzunluğunun kuş uçuşu ana vadi uzunluğuna oranı şeklinde tanımlanır (Hack, 1957).

Afrin Çayı ana vadi uzunluğu 65.87 km ve kuş uçuşu uzaklığı 45.71 km ölçülmüştür. Yatak kıvrımlılık oranı (*Rsi*) 1.44 olarak hesaplanır. Ana akarsuyun Abuzzam Dağı'ndan sonra kaymış gömük menderesler çizmesi, bu sonuca etki eden en büyük etmenlerden biridir. Küçük havza alanına sahip Karaafirin Deresi Alt Havzası 1.14 *Rsi* değeri göstermiştir. Ardından; 1.16 *Rsi* değeri ile Ferikpınar Deresi Alt Havzası, 1.17 *Rsi* değeri ile Derin Dere Alt Havzası ve 1.20 *Rsi* değeri ile Kınacık Deresi Alt Havzası gelmekte ve bu havzalar litolojik olarak aşınımı nispeten daha kolay arazide bulunmaktadır. Fay hatlarına paralel akışın gözlendiği Kara Dere Alt Havzası 1.36 *Rsi* değerine sahiptir. Daha yumuşak araziye sahip Deliçay Deresi Alt Havzası 1.37, ardından engebeli bir araziye sahip olan Değirmen Dere Alt Havzası 1.40 *Rsi* değeri gösterir. Geniş su toplama alanı bulunan Bozafrin Deresi Alt Havzası'nın *Rsi* değeri ise 1.43'tür (

Tablo 8).

Tablo 8: Yatak Eğim Oranı (R_m) ve Yatak Kıvrımlılığı Oranı (R_{si})

Havzalar	R_m	R_{si}
Tüm Havza	0.017	1.44
Altıbağ Deresi	0.042	1.35
Bozafrin Deresi	0.027	1.43
Değirmen Dere	0.039	1.40
Deliçay Deresi	0.032	1.37
Derin Dere	0.042	1.17
Ferikpınar Deresi	0.072	1.16
Kara Dere	0.039	1.36
Karaafirin Deresi	0.069	1.14
Kınacık Deresi	0.030	1.20

3.2. Alansal Parametreler

Araştırmanın bu başlığı altında, Afrin Çayı Havzası'nın alansal özelliklerinin oluşturduğu morfometrik parametreler değerlendirilecektir. Bu parametreler havzaya düşen yağışların toplanması, yüzeysel akışın birikimi, havzanın şekli gibi faktörlerin etkisini gösterir. Havzaya uygulanan parametreler; havza alanı (A), havza çevresi (P), dairesellik oranı (R_c), havza uzunluk oranı (R_e), vadi yoğunluğu (D_d), akarsu sıklığı (F_s), infiltrasyon sayısı (IN) ve tekstür oranıdır (R_t).

3.2.1. Havza Alanı (A)

Havza alanlarının boyutları; akarsu vadilerindeki suyun aşağı kesimde toplanma durumunu, yağış ve diğer unsurlarla beslenme koşullarını, genel eğim özelliklerini, aşınım ve birikim süreçlerini, taşkın potansiyelini ve taşkın pik hızına erişim süresini etkilemektedir. Çalışma alanını meydana getiren havzanın büyük bir havza olması, örneğin yağış sularının toplanmasını geciktireceğinden, taşkın maksimum orana erişme süresini de geciktirecektir.

Çalışma konusunu teşkil eden Afrin Çayı Yukarı Havzası 824.73 km² alana sahiptir. Havzanın alanı 250 km²'den büyük olduğundan, büyük havza kategorisine girer (Tülücü, 2002). Afrin Çayı'nın alt havzaları ise küçük havza kategorisindedir. Havza bazında büyüklük sırasına göre; Bozafrin Deresi 168.64 km², Değirmen Dere 100 km², Deliçay Deresi 94.61 km², Kara Dere 84.11 km², Kınacık Deresi 50.67 km², Altıbağ Deresi 45.51 km², Karaafrin Deresi 39.65 km², Derin Dere 31.8 km², Ferikpınar Deresi 20.77 km² olarak hesaplanmıştır (**Tablo 9**).

3.2.2. Havza Çevresi (P)

Öztekinçi'ye göre (2021); bir havzadaki çevre uzunluğu havzanın yaşıyla bağlantılıdır. Dolayısıyla giderek olgunlaşan bir havzada bulunan yükseltiler azalır ve havzanın su bölümü çizgisini meydana getiren sırtlar silik bir profil halini alır. Bunun sonucunda da çevre uzunluğunda kısalma ortaya çıkar. Sonuçta birbirine yakın alana sahip havzalar içerisinde, yaşlı bir topoğrafyaya sahip olanın havza çevresi daha kısadır. Afrin Çayı Yukarı Havzası, alan ölçüsünün dörtte biri kadar çevre uzunluğuna (186.84 km) sahiptir. Bu durum, havzanın olgunluk aşamasına işaret eder.

Alt havzaların çevre uzunlukları **Tablo 9**'da verilmiştir. Buna göre çevresi en büyük havza Bozafrin Deresi'ne ait olup, 77.83 km olarak belirlenmiştir. İkinci uzun çevre Değirmen Deresi'nin (59.22 km), üçüncü Deliçay Deresi'nin (57.81 km), dördüncü Kara Dere'nin (50.72 km), beşinci Kınacık Deresi'nin (49.37 km), altıncı Altıbağ Deresi'nin (36.17 km), yedinci Derin Dere'nin (33.58 km), sekizinci Karaafrin Deresi'nin (30.95 km) ve en kısa çevre Ferikpınar Deresi'nin (19.19 km) havzalarına aittir.

3.2.3. Dairesellik Oranı (R_c)

Dairesellik oranı; havza alanının, havza ile aynı çevre uzunluğuna sahip bir dairenin alanına oranlanmasıyla ortaya çıkmaktadır. Hesaplanan 0.30 dairesellik oranı değeriyle tüm havzanın uzunlamasına bir şekle sahip bulunduğu söylenebilir (**Tablo 9**) (Miller, 1953) (5*).

Formül:

A: Havza alanı

P: Havza çevresi

5*

$$R_c = A / \left(\frac{P^2}{4\pi} \right)$$

Çalışma alanındaki alt havzalar değerlendirildiğinde; en küçük havza olan Ferikpınar Deresi Alt Havzası'nın dairesellik oranı en yüksek değerde (0.71) çıkmıştır. Dairesellik oranı; Karaafirin Deresi Alt Havzası için 0.52, Altıbağ Deresi Alt Havzası için 0.44, Kara Dere Alt Havzası için 0.41, Değirmen Deresi ve Deliçay Deresi alt havzaları için 0.36, Bozafrin Deresi ve Derin Dere alt havzaları için 0.35, Kınacık Deresi Alt Havzası için 0.26 olarak bulunmuştur.

Jeolojik yapısı homojen olan havzalarda bu oranın 0.6-0.7 arasında bulunduğu, jeolojik yapısı heterojen olan havzalarda 0.4-0.5 arasında değiştiği belirtilmektedir (Hızal, 1984; Özhan, 2004; Aktaran: Erol ve İlhan, 2011). Öztekin (2021), havza gelişiminde flüvyal süreçlerle şekillenmenin ileri safhasında dairesellik oranının daha yüksek olduğu görüşündedir. Tektonizma kontrolündeki havzalar ise uzunlamasına görünümündedir. Bu doğrultuda; Ferikpınar Deresi Alt Havzası homojen jeolojik yapısıyla flüvyal süreçlerin en etkin olduğu havzayı teşkil ederken, en düşük dairesellik oranına sahip olan heterojen yapılı Kınacık Deresi Alt Havzası'nda tektonik süreçler baskın olmalıdır.

3.2.4. Havza Uzunluk Oranı (*Re*)

Havza uzunluk oranı; havza şeklinin sahanın hidrografik ve hidrometrik özelliklerini nasıl etkilediği hakkında bilgi verir. Havza ile eşit alana sahip dairenin çapı ile havzanın memba ve mansap kısmı arasındaki uzunluğun birbirine oranı ile hesaplanır. Bu değer 1'e yaklaştıkça havzanın dairesellik oranının da arttığını gösterir (Biswas, Sudhakar, & Desai, 1999) (6*). Çalışma alanında havza uzunluk oranı 0.71 çıkmıştır (**Tablo 9**). Bu değer 1'e yakın olmasının ani taşkın olasılığını arttırdığı söylenebilir (Karataş, 2017).

Formül:

Lb : Havza uzunluğu

A : Havza alanı

6*

$$Re = Lb/2 \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

Araştırma alanında 0.94 ile en yüksek *Re* değerine sahip olan Karaafirin Deresi Alt Havzası, taşkın riski en yüksek olan alt havzayı teşkil eder. Ferikpınar Deresi Alt Havzası 0.91 *Re* değerine, Değirmen Dere Alt Havzası 0.81 *Re* değerine, Altıbağ Deresi Alt Havzası 0.75 *Re* değerine, Bozafrin Deresi Alt Havzası 0.67 *Re* değerine, Kara Dere Alt Havzası 0.66 *Re* değerine, Deliçay Deresi Alt Havzası 0.55 *Re* değerine, Derin Dere Alt Havzası 0.53 *Re* değerine sahiptir. Kınacık Deresi Alt Havzası ise 0.49 ile en düşük havza uzunluk oranı olan havzadır. Böylece havza uzunluk oranı açısından değerlendirildiğinde, taşkın riski en az olan havza Kınacık Deresi Alt Havzası'dır.

Tablo 9: Havza Alanı (*A*), Havza Çevresi (*P*), Dairesellik Oranı (*Rc*), Havza Uzunluk Oranı (*Re*)

Havzalar	A	P	Rc	Re
Tüm Havza	824,73	186,84	0,30	0,71
Altıbağ Deresi	45,51	36,17	0,44	0,75
Bozafrin Deresi	168,64	77,83	0,35	0,67
Değirmen Dere	100,00	59,22	0,36	0,81
Deliçay Deresi	94,61	57,81	0,36	0,55
Derin Dere	31,80	33,58	0,35	0,53
Ferikpınar Deresi	20,77	19,19	0,71	0,91
Kara Dere	84,11	50,72	0,41	0,66
Karaafrin Deresi	39,65	30,95	0,52	0,94
Kınacık Deresi	50,67	49,37	0,26	0,49

3.2.5. Vadi (Drenaj) Yoğunluğu (*Dd*)

Taşkın hidrometrisi açısından büyük önem arz eden drenaj yoğunluğu, Horton (1945) tarafından üretilmiştir. Havzadaki toplam drenaj uzunluğunun havza alanına bölünmesi ile bulunur (7*).

Formül:

Lu : Havzadaki toplam akarsu uzunluğu

A : Havza alanı

7*

$$Dd = \frac{\sum Lu}{A}$$

Mevsimlik olarak akış sürekliliği yağışlara göre değişen kuru derelerde, vadi oluşumunda etkili olduğundan yatak uzunluklarının dikkate alınması gerekmektedir. Aynı zamanda havzadaki akarsu ağının kuruluşu ve gelişimi üzerinde etkili olan jeolojik, litolojik ve morfolojik etmenler vadi yoğunluğuna etki eder. Araştırma alanında sert kayalarla kaplı aşınımı zor olan yüzeylerin bulunması vadi yoğunluğunu düşürecektir. Yine aşınımı kolay sedimentlerin yer aldığı havzalarda vadi yoğunluğu yüksek çıkmaktadır. Vadi yoğunluğu genel olarak infiltrasyonun düşük, bitki örtüsünün

cılız ve kurak iklim koşulların hâkim olduğu havzalarda görülürken; buna karşın düşük vadi yoğunluğu ise eğim derecesinin az, sızmanın yüksek, bitki örtüsünün gür ve nemli iklim koşulların hâkim olduğu havzaları temsil ederler (Atalay, 2018).

Afrin Çayı Yukarı Havzası'nda vadi yoğunluğu (*Dd*) 1.70 çıkmıştır. Her km²'ye 1.7 km akarsu düşmektedir. Alt havzalarda **Tablo 10**'da görüldüğü gibi değerler birbirine yakındır. En yüksek değere sahip olan Bozafrin Deresi Alt Havzası için 1.82 *Dd*, ardından Kınacık Deresi Alt Havzası için 1.72 *Dd*, Ferikpınar Deresi Alt Havzası için 1.70 *Dd*, Altıbağ Deresi ve Derin Dere alt havzaları için 1.68 *Dd*, Deliçay Deresi Alt Havzası için 1.64 *Dd*, Kara Dere Alt Havzası için 1.62 *Dd*, Değirmen Dere ve Karaafrin Deresi alt havzaları için 1.59 *Dd* değerlerine ulaşılmıştır. İnfiltrasyonun az olduğu yüzey akışının fazla olduğu kanısını desteklemektedir. Yer altı kaynak besleniminin olduğu ve marnlı toprakların yüzeylenişi Kınacık Deresi Alt Havzası'nda *Dd* oranının ikinci en yüksek değerde çıkmasına etki etmiştir. Bozafrin Deresi Alt Havzası'nın beslenme alanının geniş olması da, alt havzalar içerisinde vadi yoğunluğunun en yüksek değere erişmesinde birincil nedendir.

3.2.6. Akarsu Sıklığı (*F_s*)

Akarsu sıklığı analizleri sayesinde, havzanın sahip olduğu drenaj ağının dokusu hakkında fikir edinilebilmektedir. Havzada yer alan toplam akarsu dizinler sayısının, havza alanına bölünmesiyle akarsu sıklığı değerine ulaşılır (Horton, 1945) (8*). Bu indis; havzalardaki infiltrasyonun, bitki örtüsünün, relief özelliklerinin ve geçirgenliğin düşüklüğü-yüksekliği hakkında bilgi sağlar (Özdemir, 2011).

Formül:

Nu : Havzadaki akarsu toplam dizin

A : Havza alanı

8*

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

Tüm havzanın F_s değeri 2.02'dir. Hesaplanan F_s değerleri büyükten küçüğe şu şekilde sıralanmıştır: Ferikpınar Deresi Alt Havzası 2.41, Karaafrin Deresi Alt Havzası 2.14, Bozafrin Deresi Alt Havzası 2.13, Kınacık Deresi Alt Havzası 2.11, Kara Dere Alt Havzası 2.10, Deliçay Deresi Alt Havzası 2.09, Derin Dere Alt Havzası 2.08, Altıbağ Deresi Alt Havzası 1.98 ve Değirmen Dere Alt Havzası 1.90 (**Tablo 10**).

Peltier'e göre (1950); akarsu sıklığı nemli arazilerde orta düzeyde, yarıkurak arazilerde yüksek, kurak arazilerde ise düşük çıkmaktadır. Araştırma alanını meydana getiren Afrin Çayı Havzası; Erinç, Thornthwaite ve De Martonne-Gottman'ın iklim sınıflandırmasına göre yarıkurak iklim özellikleri gösterir (**Tablo 1**). Tablo 10'daki veriler ışığında 1'e yakın olan değerler nispeten yüksek olup Peltier'in sınıflandırmasına uyum göstermektedir.

Tablo 10: Vadi Yoğunluğu (Dd), Akarsu Sıklığı (F_s), İnfiltrasyon Sayısı (IN), Tekstür Oranı (Rt)

Havzalar	Dd	F_s	IN	Rt
Tüm Havza	1.70	2.02	3.43	6.88
Altıbağ Deresi	1.68	1.98	3.32	1.94
Bozafrin Deresi	1.82	2.13	3.89	3.57
Değirmen Dere	1.59	1.90	3.03	2.47
Deliçay Deresi	1.64	2.09	3.42	2.65
Derin Dere	1.68	2.08	3.49	1.43
Ferikpınar Deresi	1.70	2.41	4.10	1.98
Kara Dere	1.62	2.10	3.41	2.72
Karaafrin Deresi	1.59	2.14	3.42	2.13
Kınacık Deresi	1.72	2.11	3.64	1.66

3.2.7. İnfiltrasyon Sayısı (IN)

Havzanın drenaj yoğunluğu ile akarsu sıklığının çarpımı sonucu elde edilmektedir. İnfiltrasyon sayısının artması, yüzeysel akışı da arttırdığı için beraberinde yukarı havzalarda sel, aşağı havzalarda ise taşkın potansiyeli yükselir. Sadece infiltrasyon değerlerine bakıldığında; sızmanın en zayıf olduğu Ferikpınar Deresi Alt Havzası'nda taşkın olma olasılığı, diğer havzalara oranla daha fazladır. Havzadaki vadi parçalanmasında akarsu niteliğinin veya akarsu niceliğinin etkisi hakkında bilgi edinmeyi sağlar (Karataş, 2017) (9*).

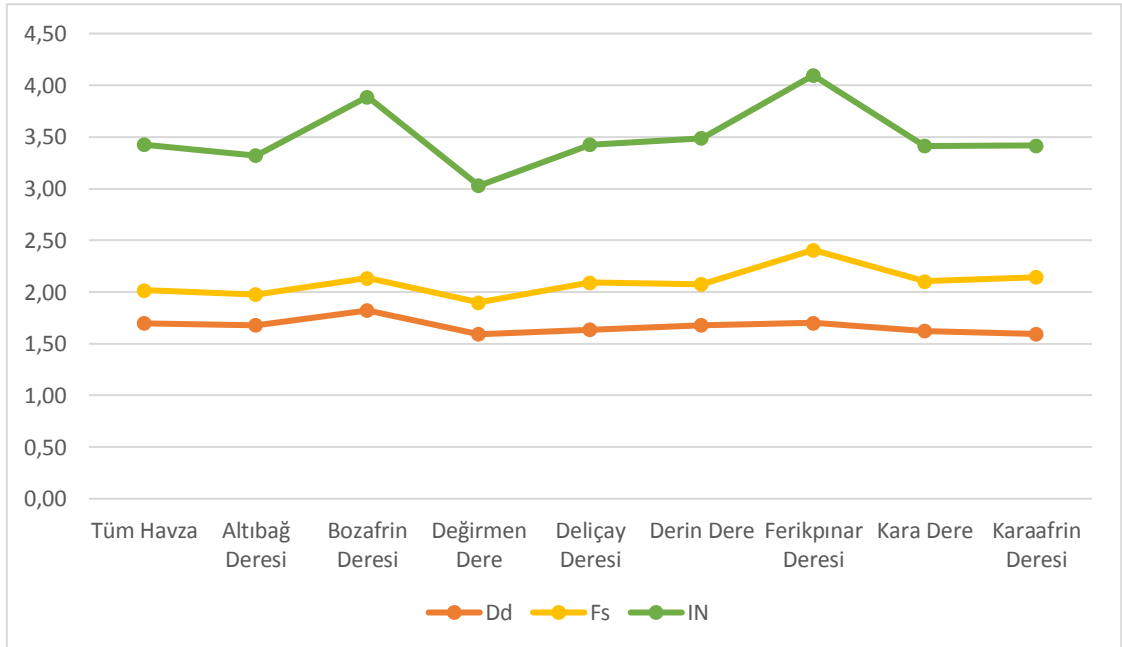
Formül:

Dd : Drenaj yoğunluğu

Fs : Akarsu sıklığı

9*

$$IN = Dd \times Fs$$



Grafik 22: Vadi Yoğunluğu (*Dd*), Akarsu Sıklığı (*Fs*) ve İnfiltrasyon Sayısı (*IN*) İlişkisi

Tüm havza için *IN* değeri 3.43 olarak hesaplanmıştır. Vadi yoğunluğu (*Dd*) ve Akarsu sıklığı (*Fs*) ile *IN* ilişkilendirildiği zaman anlam kazanır (**Grafik 22**). Ferikpınar Deresi Alt Havzası'nda 4.10 çıkan değerinde havza alanının küçüklüğü ve akarsuyun kısalığı etkili olmuştur. İnfiltrasyon sayısı arttıkça geçirimsizlik azaldığı için, en az geçirimsizliğe sahip olandan en fazlaya doğru havza sıralaması şu şekilde olmalıdır: Bozafrin Deresi Alt Havzası için 3.89, Kınacık Deresi Alt Havzası için 3.64, Derin Dere Alt Havzası için 3.49, Deliçay Deresi ve Karaafrin Deresi alt havzaları için 3.42, Kara Dere Alt Havzası için 3.41, Altınbağ Deresi Alt Havzası için 3.32 ve Değirmen Dere Alt Havzası için 3.03 (**Tablo 10**).

3.2.8. Tekstür Oranı (*Rt*)

1. derece akarsu sayısı ile havza çevresi uzunluğunun oranlanması sonucu bulunan bu indis, küçük havzalarda kullanıldığında daha doğru sonuçlar elde edilmektedir (Smith, 1950; Karataş, 2017) (10*). Havza şekli daireye yakın oldukça indis değeri yükselmekte, uzun bir şekil halindeyse indis değeri düşmektedir. Drenaj yoğunluğuyla ilişkilendiren Smith (1950), bu parametre sonuçlarını beş skalaya ayırmıştır. 8 ve daha büyük *Rt* ince, 6-8 arası iyi, 4-6 arası orta, 2 ilâ 4 arası kaba, 2 ve altı çok kaba tekstür oranı olarak sınıflanır.

Formül:

Nu1 : Havzadaki 1 derece akarsu

P : Havza çevresi

10*

$$Rt = \frac{Nu1}{P}$$

Tekstür oranı 6.88 olan çalışma alanı, iyi tekstürlü sınıflandırmasına girmektedir. Uzunlamasına bir şekle sahip olması *Rt* değerini düşürmüştür. Bozafrin Deresi Alt Havzası'nda (3.57), diğer alt havzalara görece daireselliğinin daha fazla olması *Rt*'yi arttırmıştır. Kara Dere Alt Havzası'nda (2.72) iki antiklinal arasında onlara paralel uzanan ve yamaçlardan yüzey akışı ile gelen birinci derece kol sayısını artmıştır. Havza alanı büyüdükçe birinci derece kol sayısı da alana göre artmaktadır (Karataş, 2017).

Bunun dışında; tekstür oranı Deliçay Deresi Alt Havzası için 2.65, Değirmen Dere Alt Havzası için 2.47, Karaafirin Deresi Alt Havzası için 2.13, Ferikpınar Deresi Alt Havzası için 1.98, Altıbağ Deresi Alt Havzası için 1.94, Kınacık Deresi Alt Havzası için 1.66 ve Derin Dere Alt Havzası için 1.43 olarak hesaplanmıştır (**Tablo 10**).

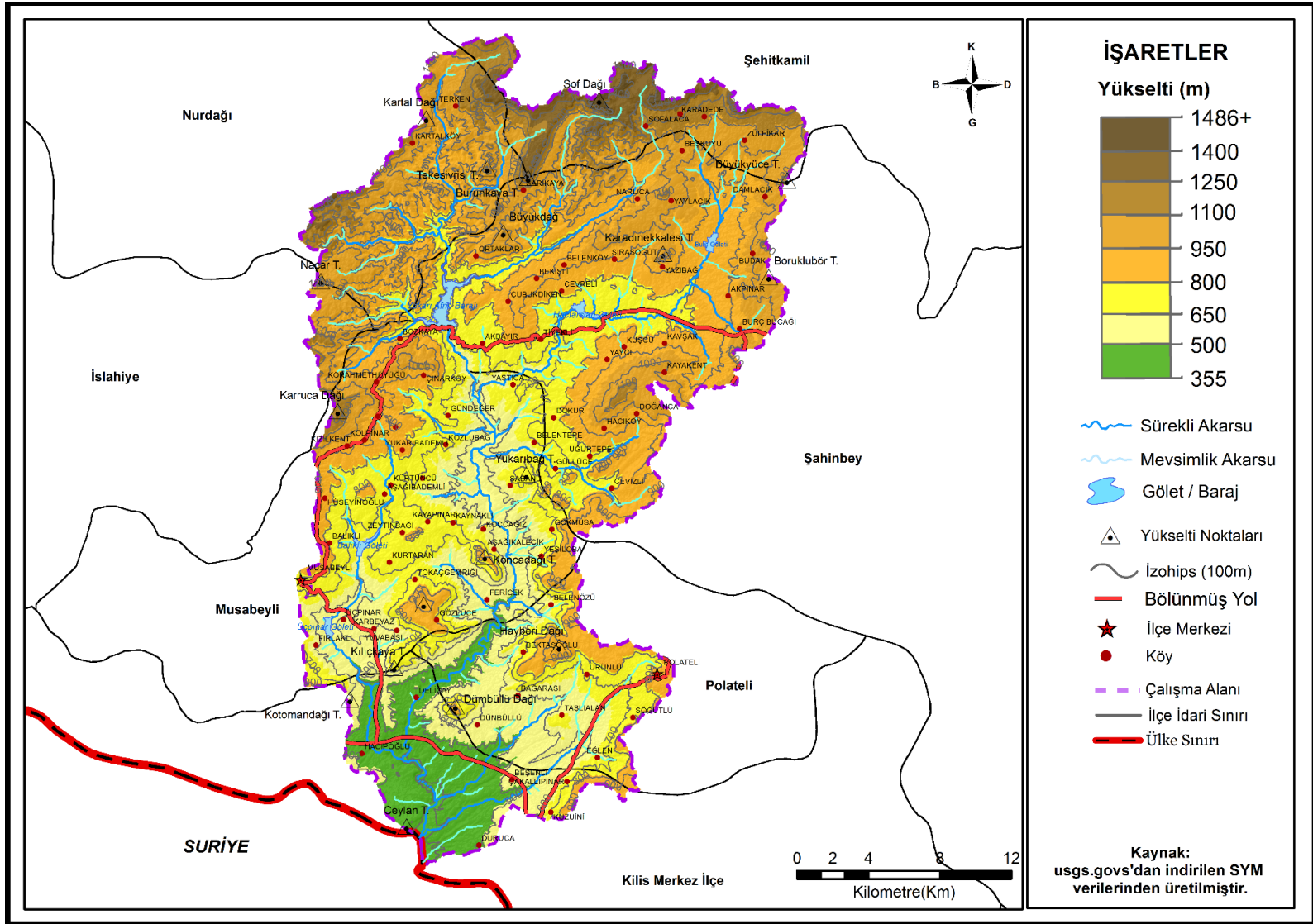
3.3. Yüzeysel Parametreler

Bu parametreler, havzanın yüzeysel olarak temel birleşenlerinin ele alındığı bölümü meydana getirirler. Bu analizler ArcGIS Programı üzerinde ve Geomorphometry and Gradient Metrics Tools kullanılarak yapılmıştır. Komşuluk ilkesine bağlı olarak SYM üzerinden her bir hücre için araştırmacının inisiyatifine bağlı olarak bitişindeki kaç komşunun algoritmaya dâhil edileceği belirlenerek, programın hesaplaması ile oluşturulmaktadır. Bunlar; yükselti (E), eğim (S), bakı (A), topografik pozisyon indeksi analizi (TPI), yüzey/alan indisi analizi (SAR), havza rölyefi (Bh), rölyef oranı (Rr), hipsometrik eğri (Hc), hipsometrik integral (Hl) ve Gravelius katsayısıdır (Kg). Bu analizlerin sonuçları harita, tablo, grafik olarak gösterilmiş ve değerlendirilmesi başlıklar altında yapılmıştır.

3.3.1. Yükselti (E)

Yükselti, havzanın tüm parametrelerini etkileyen bir faktördür. Eğim, bakı, iklim, toprak örtüsü ve bitki örtüsü gibi fiziki faktörler başta olmak üzere bölgedeki nüfusun etkinlikleri gibi beşerî yönüyle de havzayı bütünüyle etkiler. Özellikle iklim şartlarına yaptığı etki ile havzadaki hidrografik gelişimi kontrol etmektedir.

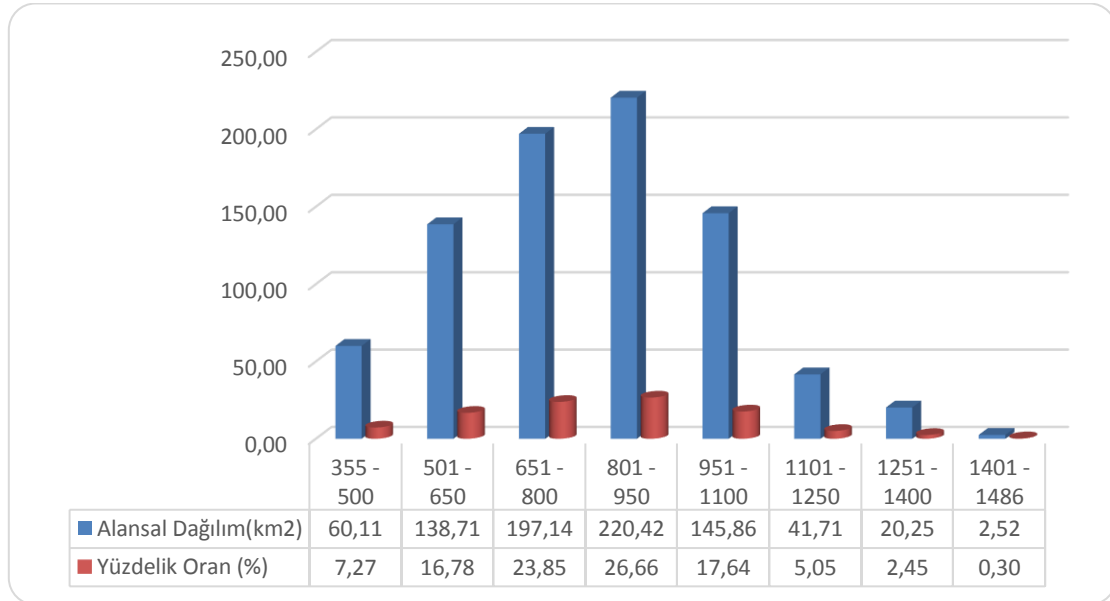
Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın kuzey ve kuzeydoğusunda bulunan Sof Dağı'nın havza sınırını geçtiği kesime tekabül eden nokta, 1486 m ile en fazla yükselti değerine sahip yerdir. Havzanın güneyinde Afrin Çayı'nın Türkiye sınırından çıktığı nokta ise, 355 m ile en düşük yükseltidir. Havzanın yükselti amplitüdü 1131 m ve ortalama yükseltisi 920 m'dir (**Harita 33**).



Harita 33: Afrin Çayı Yukarı Havzası Yükselti Basamakları

Araştırma alanını oluşturan Afrin Çayı Havzası, 355 m'den başlayacak şekilde 150 m aralıklarla kademelendirilmiştir. Havzada 220.42 km² ile en fazla alan kaplayan 801-950 m aralığı toplam alanın %26.66'sına ve 2.52 km² ile en az alan kaplayan 1400 m üzeri aralığı toplam alanın %0.30'una denk gelmektedir. Bu sonuç, dağlık araziden çok plato sahasının havzada daha fazla yer tuttuğunu doğrulamaktadır. En alçak yükselti aralığı olan 355-500 m'ler arası 60.11 km² alan ile havzanın %7.27'sini kaplarken, 501-650 m'ler arası 138.71 km² alana yayılmıştır. Bu oran, havzanın %16.78'ine tekabül eder. 651-800 m aralığı 197.14 km² alan kaplayarak havzanın %23.85'ine denk gelir ve en büyük ikinci alanı meydana getirir. 951-1100 m aralığı 145.86 km² alan ile %17.64'e tekabül ederek onu takip eder. 1101-1250 m aralığı 41.71 km² alanla %5.05'lik ve havzanın en yüksek ikinci bölgesini oluşturan 1251-1400 m aralığı ise 20.25 km² alan ile %2.45'lik bir yer tutar (**Grafik 23**) (**Tablo 11**).

Grafik 23: Havzanın Yükselti Basamaklarının Alansal Dağılımı (km²) ve Yüzdeler Oranı



Tablo 11: Havzanın Yükselti Basamaklarının Yüzdeler Oranı

Yükselti (m)	Alansal Dağılım (km ²)	Yüzdeler Oran (%)
355 – 500	58.11	7.04
501 – 650	138.71	16.81
651 – 800	197.14	23.90
801 – 950	220.42	26.72
951 – 1100	145.85	17.68
1101 – 1250	41.71	5.05
1251 – 1400	20.25	2.45
1401 – 1486	2.52	0.30
Toplam	824.73	100

Miyosen sonunda gençleşmeye uğrayan havzanın kuzeydoğusunda ve güneyinde tektonik faaliyetler sonucu kırılmalar ve kıvrılmalar oluşmuştur. Karruca Volkan konisinden çıkan bazalt lav kütleleriyle örtülmüş olan Afrin Çayı ve kollarının bu kütleleri yarmasıyla havza arazisi arızalı bir yapıya sahip olmuştur. Sayısal verilerden de bu çıkarımların yapılabildiği görülmektedir. Kuzey-kuzeybatı doğrultulu Kartal Dağı'nın ve kuzey-kuzeydoğu doğrultulu Sof Dağı'nın uzanması, güneyden kuzeye doğru genel olarak yükseltinin artması, doğu ve batıda bazalt örtüsünün bulunması, yine batıdan doğuya doğru yer yer yükseltinin artması da dikkat çekicidir. Bu dağ kütleleri, havzaya denizel etkinin ulaşmasını da engellemektedir. Havza yükseltisinin fazla olmasının yağışları arttırması beklenirken, bölgedeki hava kütlelerinin nem içeriğinin düşük olması bu durumu olumsuz etkiler. Afrin Çayı önemli beslenme kaynaklarını yüksek dağ kütlelerinden almaktadır. Havzanın infiltrasyonunun zayıf olması, buna karşılık yüzeysel akışın fazla olması yine yükseltiye bağlı olarak etkisini arttırır. Önceden de bahsedildiği gibi, beşerî faktörlerle bitki tahribatının gerçekleşmesi yüzeysel akışı baskın hale getirir. Yükselti şartları, bitki örtüsünün farklı kuşaklar oluşturmasına da neden teşkil eder.

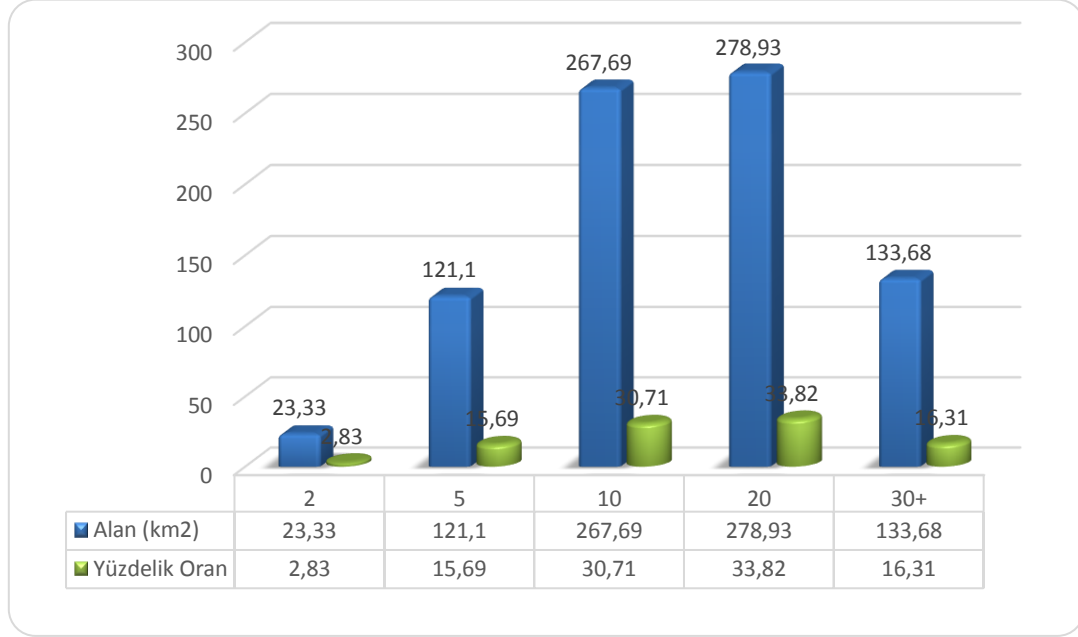
3.3.2. Eğim (S)

Yüzeysel parametrelerden bir diğeri eğimdir. Arazi kullanım kabiliyeti, akarsu akımı, akarsu drenajı, erozyon, toprak oluşumu, yerleşim yerlerinin belirlenmesi, vadi şekilleri ve daha birçok hidrografik unsur eğimin etkisi altındadır. Bu etkinin oranı ve bölgeden bölgeye göre değişiklik göstermektedir.

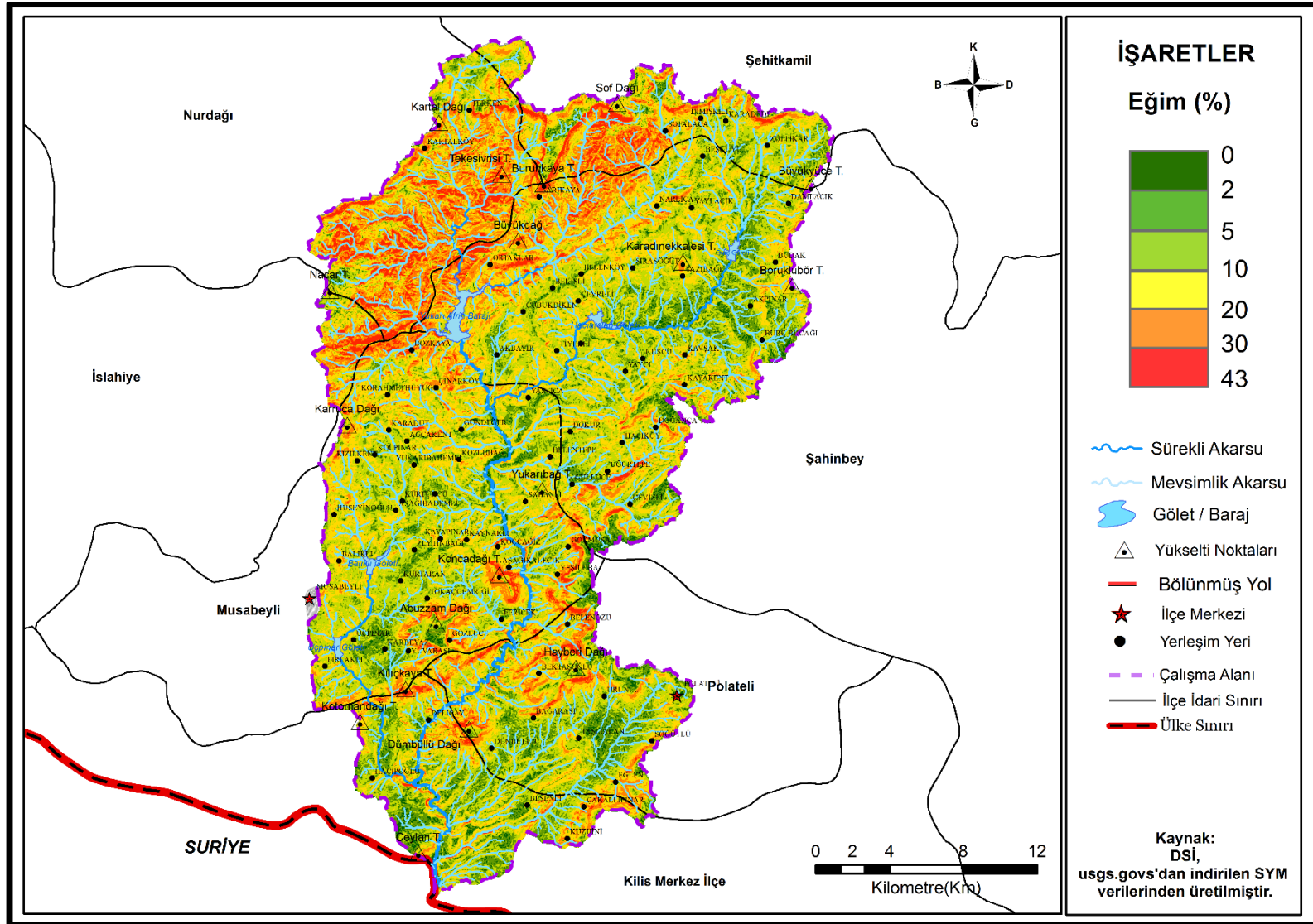
Havzanın eğim parametreleri yüzdellik oran (%) olarak ele alınmıştır. Özellikle, havzanın kuzey-kuzeydoğusu ve kuzeybatısında havza sınırına yaklaştıkça eğim oranı artar. Daha önce de bahsedildiği üzere, bu bölgede dağlık alanların yaygın olması, eğim oranının %30'un üzerine çıkmasına neden olmuştur. Havzada eğim en fazla %43'tür. Havzanın güneyinde bazalt örtülerinin bulunduğu ve kıvrılmaların olduğu alanlarda, akarsuların da yarmasıyla eğimin arttığı görülür. Eğimi %20 olan alanlar, havzanın %33.82'lik bir bölümünü, yani 278.93 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. Çalışma alanında, %30 ve üzeri eğimli araziler 133.68 km²'lik bir alanla havzanın %16.31'ini kaplamaktadır. Havzanın eğimi fazla olan yerleri yüzeysel akışı olumlu, sızmayı ise olumsuz etkiler. Yine fiziksel parçalanmayı hızlandıran eğim, bu bölgelerde toprak oluşumunun gerçekleşmesini ve toprak kalınlığının artmasını engellemektedir. Eğimi yüksek alanların havzada fazla yer tutması, akarsuların ve yüzeysel akışa geçen suların hızını arttırmakta, böylece aşınım güçlenmekte ve derin yarıklar veya vadiler oluşmaktadır (

Grafik 24).

Grafik 24: Havzanın Eğim Gruplarının Alansal Dağılımı (km²) ve Tekabül Ettikleri Yüzdelik Oran



Araştırma alanında, havzanın %15.69'unu meydana getiren 121.1 km²'lik bir alanı kaplayan yerler %5 eğime sahiptir. En az yer tutan 23.33 km²'lik alanla %2.83'ü oluşturan %2 eğimli kesimler havzada en az yüzeyleyen alanlardır. Bu düşük eğimli yerler, havzanın taşkın özelliğinin en çok gerçekleşeceği alanlara tekabül eder. Diğer bir eğim değeri olan %10'luk eğim ise havzada 267.69 km² alan kaplar ve havzanın %30.71'ine karşılık gelir. Eğimi %10 ve altında bulunan alanlar tarıma en elverişli alanlardır; fakat havzada pek yaygın değildir. Eğimin %10-%20 arasında değiştiği yerlerin havzanın geneline yayılmış olması, tarım faaliyetlerinin bu alanlarda yoğunlaşmasına neden olmuştur. Eğim faktörü yetiştirilen ziraî ürün çeşitlerini de etkilemiştir (**Harita 34**).



Harita 34: Havzanın Eğim (%) Haritası

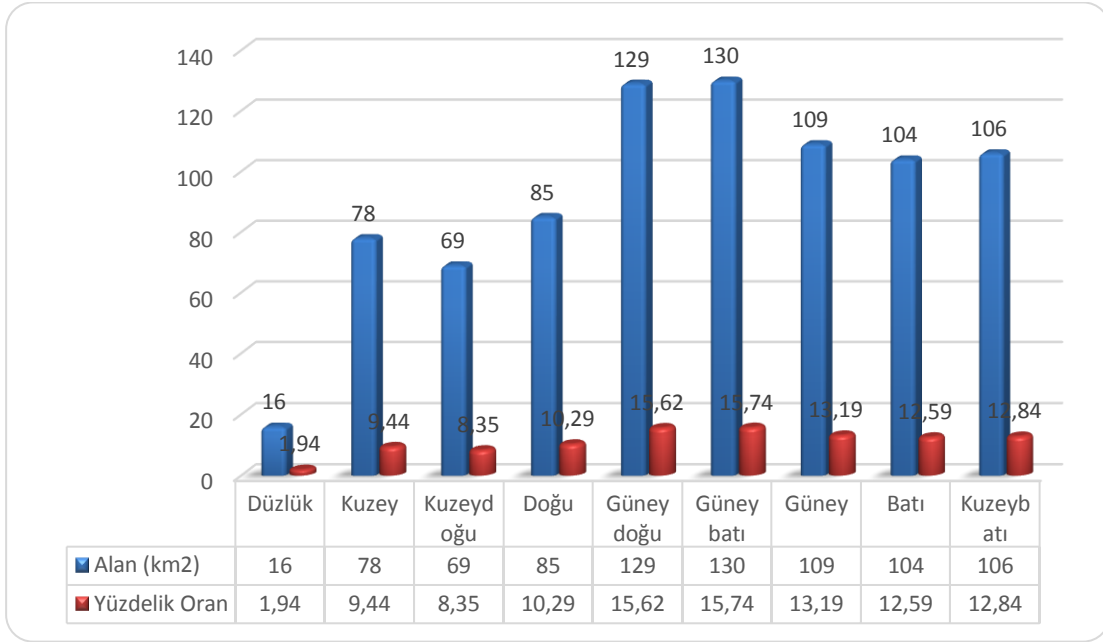
3.3.3. Bakı (A)

Bakı faktörü; yükselti, eğim, yeryüzü şekilleri, coğrafi konum gibi unsurlarla etkileşimdedir. Türkiye'nin kuzey yarımkürede bulunması, bakı özelliği çerçevesinde güney yönlü yamaçlarla diğer yönler arasında belirgin farklılıklara neden olmuştur. Özellikle sıcaklık, güneş ışınlarının düşme açısı, güneşlenme vakti, yağış çeşidi, nem, kalıcı kar sınırı, ziraat ürünlerin olgunlaşma süresi, fiziksel parçalanma ve kimyasal ayrışma olayları, bitki çeşitliliği, binaların plânları ve daha pek çok doğal ve beşerî unsurda çeşitlenmelere yol açmaktadır. Araştırma konusunu teşkil eden hidrografik unsurlar diğer faktörlerle beraber akışı, sızma süreçlerini, yağış çeşitliği ve sürelerini, nemi, sıcaklığı, buharlaşmayı, toprak oluşumunu ve erozyonu da etkilemektedir.

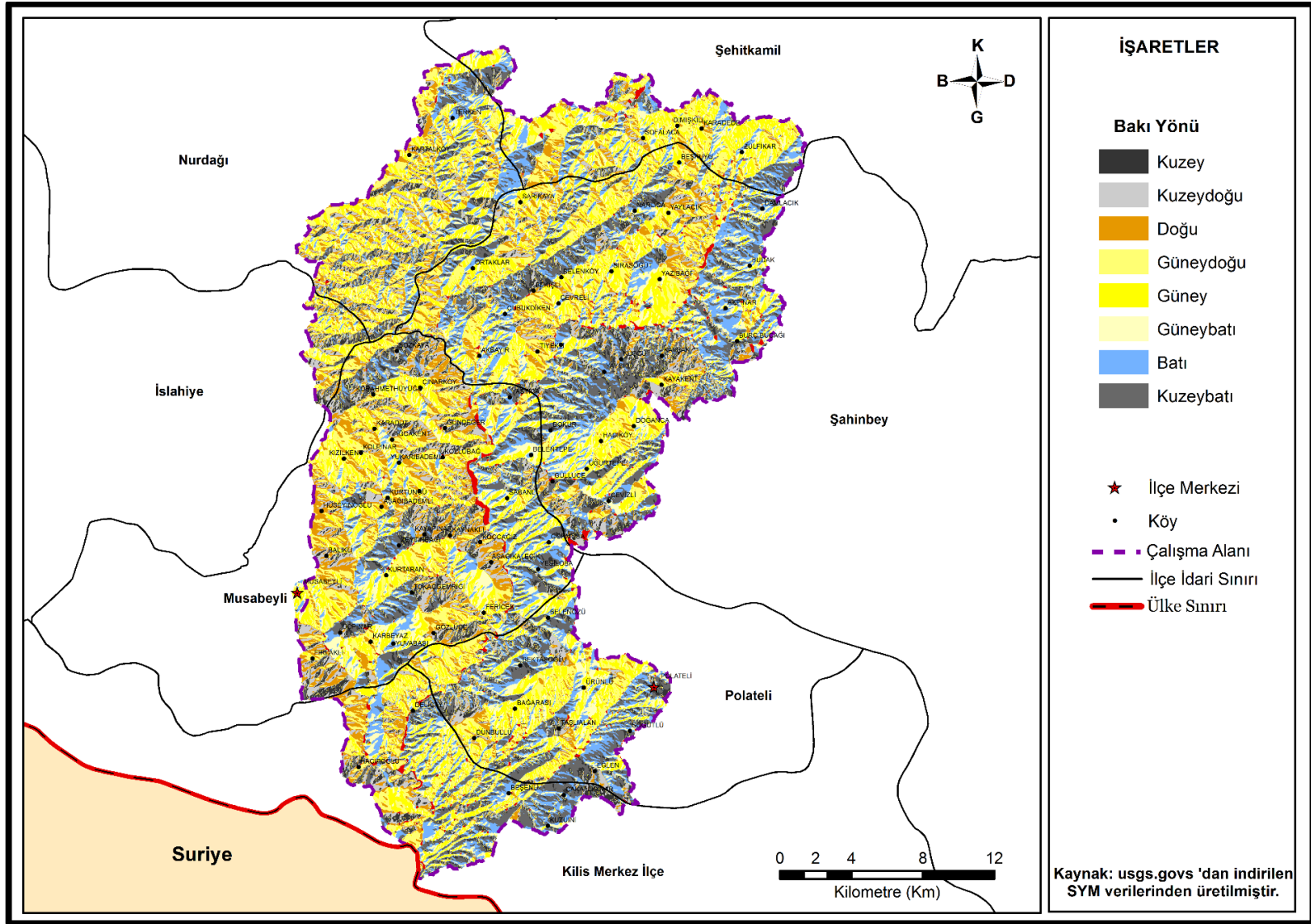
Havzada bakı faktörü ana yönler, ara yönler ve düz alanlar olarak ele alınmıştır. 130 km² alan kaplayan güneybatı yönü, %15.74 ile en geniş yayılım gösteren yöndür. Bunu, 129 km²'lik (%15.62) bir alanla güneydoğu yönü takip eder. 109 km² (%13.19) alanla güney ve 106 km²'lik (%12.84) alan ile kuzeybatı, hemen ardından 104 km² (%12.59) alan ile batı yönü izlemektedir. Bu bakı yönlerinden sonra 85 km² (%10.29) alan ile doğu, 78 km² (%9.44) alan ile kuzey gelir. 69 km² (%8.35) ile kuzeydoğu en az alan kaplayan yön olmuştur. Geriye kalan 16 km² ve %1.94 yüzdeleri oranla bazı eski vadi tabanlarını ve alüvyon düzlüklerini gösteren kesimler, havzanın düz alanları olarak haritalanmıştır (

Grafik 25).

Grafik 25: Bakı Yönlerinin Alansal Dağılımı (km²) ve Yüzdellik Oranı



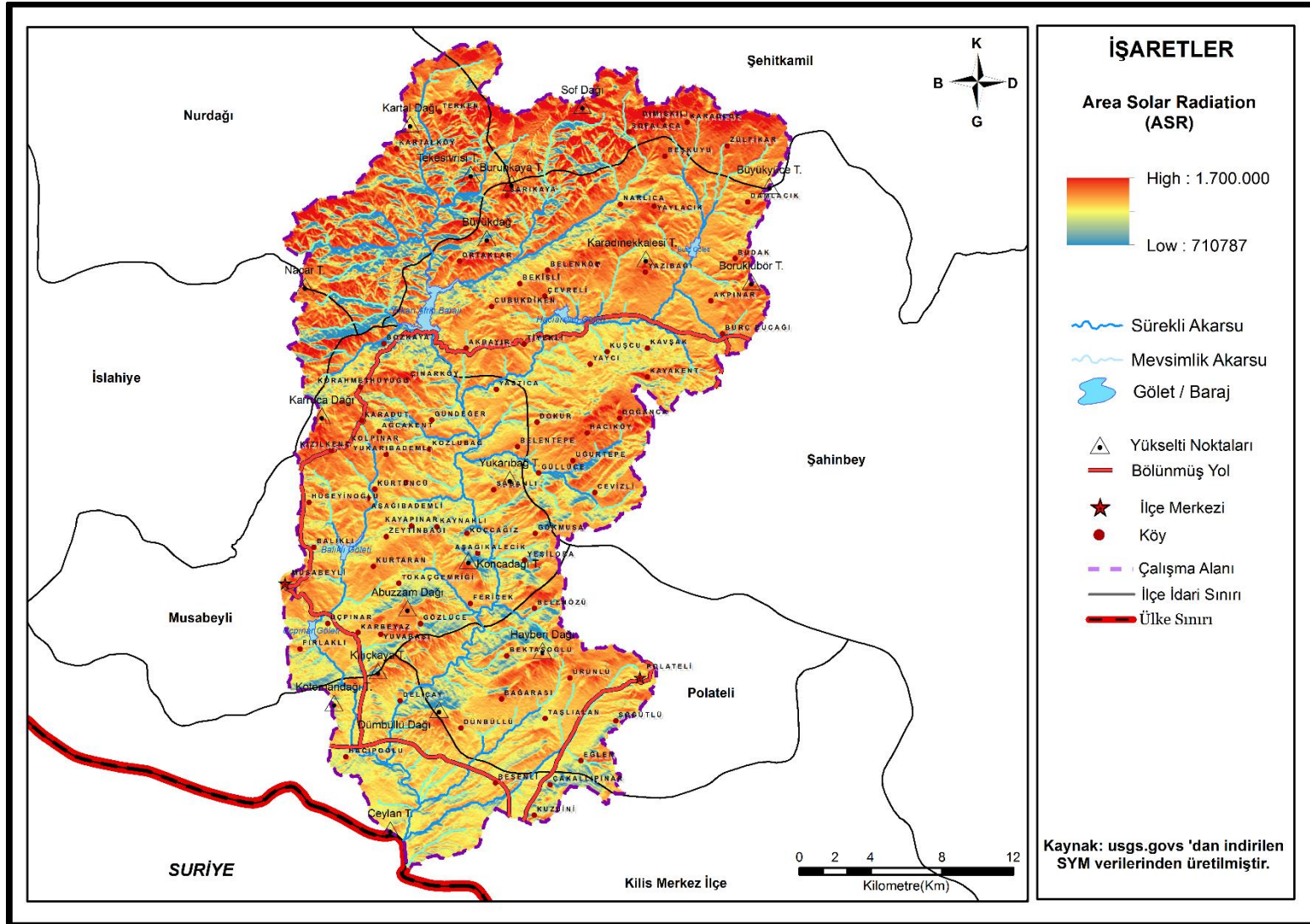
Havzada genel olarak yeryüzü şekillerinin kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu olduğu görülmektedir. Araştırma alanının güney kesiminde, tabaka doğrultuları kıvrımlarla paralellik gösterir. Havzanın kuzeyinde yeryüzü şekilleri fay hatlarını takip eder. Bakı durumu, yamaç yönlerine ve dolayısıyla akarsuların aşındırmasına etki etmiştir. Derin yarılmış olan platoda vadilerin doğrultusu üzerinde havzanın bakı yönünün şekillendirici rolü önem arz eder. Kısa mesafelerde ortaya çıkan yükselti değişimlerine ve bakı yönlerine bakıldığında; sadece bir bakı yönüne meyil olmadığını ve değerler arasındaki farkın aşırı olmadığı anlaşılmaktadır. Özellikle havzanın kuzeybatı bölgesinde kısa mesafedeki değişim, akarsuların bu bölgede Kartal Dağı'ndan beslenmesi ve jeolojisi yüzey akışa uygun olduğundan daha fazla yarılmının gerçekleşmesi olmuştur. Bu durum eğim ve yükselti haritalarından da anlaşılmaktadır. Yer yer bazalt örtülerinin oluşturduğu tepelerde vadi yarılmaları kendini belli açıkça etmektedir (Erinç, 2001) (**Harita 35**).



Harita 35: Havzanın Bakı Yönleri Haritası

3.3.4. Güneş Radyasyon Analizi (ASR)

ArcGIS'in "Areal Solar Radiation (ASR)" aracı ile oluşturulan bu harita, alana düşen yıllık toplam güneş radyasyonunu gösterir. Güneş enerjisi yenilenebilir enerji olarak tarım faaliyetleri, hidroloji, iklim, orman gibi birçok faktörü etkileyip yön vermektedir (Rich, Hughes, & Barnes, 1993; Rich, Dubayah, Hetrick, & Saving, 1994). Çalışma alanının ASR haritasına bakıldığında; yeryüzü şekillenmesi üzerinde bakı yönünün etkisi bariz şekilde görülür. Gerçekten de bakı özellikleri; fiziksel ve kimyasal çözünme sonucunda arazinin aşınmasına ve eğim şartlarının elverişli olduğu yerlerde toprak oluşumuna büyük katkıda bulunmaktadır (Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.). Vadilerin yönelimi, sıkışma ile yükselmiş yeryüzü şekillerinin yönleri, bazalt kütlelerinin yarılması gibi faktörlerin dağılışı; bakı yönünün ve dolayısıyla güneş radyasyonunun dağılışıma paralellik gösterir. Kuzeydoğu-güneybatı yönlü sırtların varlığına eşlik eden ve havzanın arızalı olan kuzeybatı kısmını meydana getiren yerlerdeki radyasyon dağılımı haritada belirgin olarak görülmektedir. Havzanın en yüksek kesimleri olan Kartal Dağı'nın uzanışı kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda iken, Sof Dağı güney yönlü olarak en fazla radyasyonu alır. Bitki örtüsü de, güneş radyasyonunun genel olarak daha fazla olduğu yamaçlar üzerinde gelişmektedir.

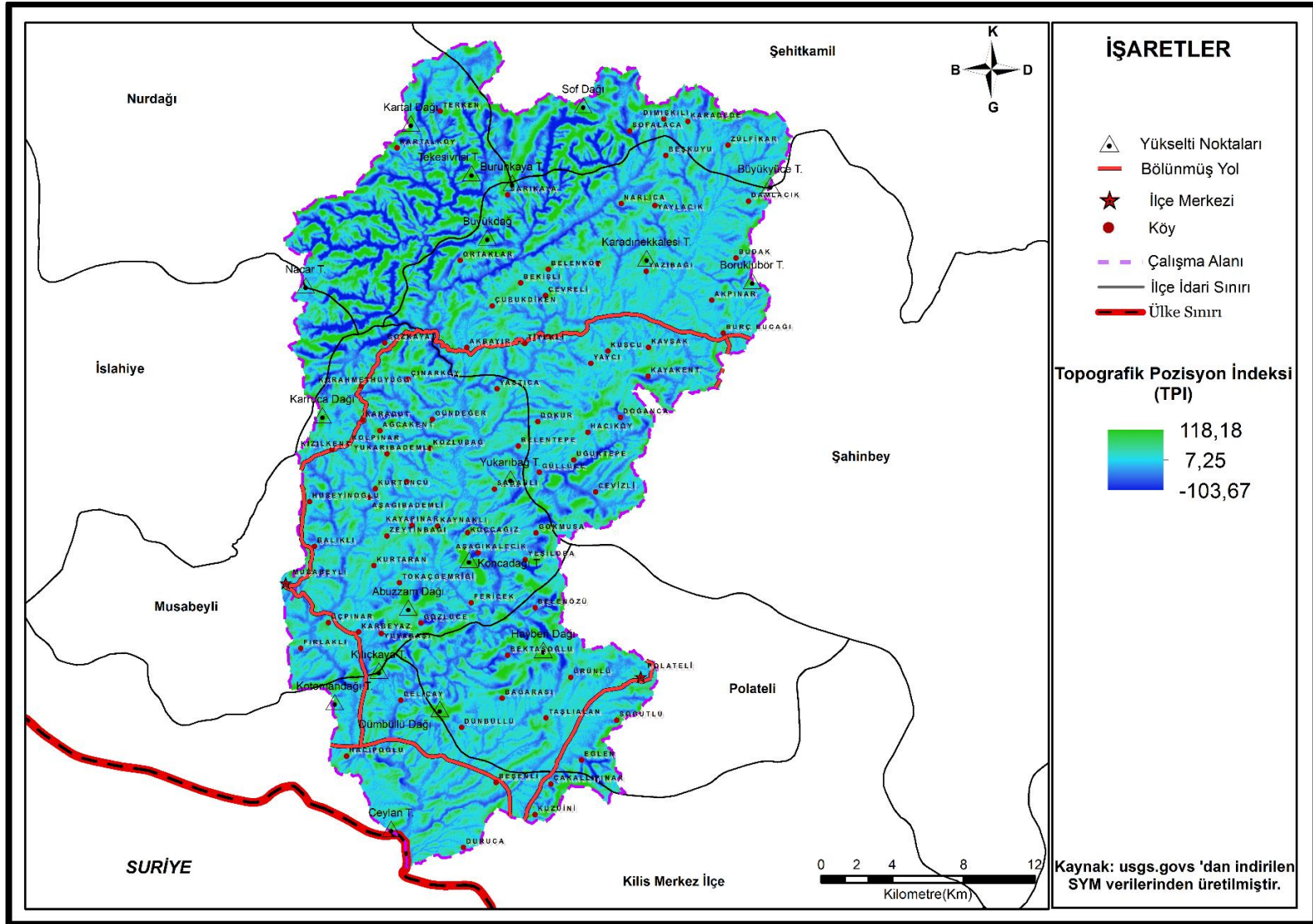


Harita 36: Havzanın Alansal Güneş Işınımı (ASR) Haritası

3.3.5. Topografik Pozisyon İndeksi Analizi (*TPI*)

Bu analiz, havzanın topografyası hakkında bilgi vermektedir. Analiz sonuçlarına göre; havzada yerleşim yerleri plânlamaları, baraj/gölet yapım plânlamaları, drenajın yeryüzü şekillerine etkisi, eğim sınıflamaları, morfolojik birimlerin belirlenmesi gibi birçok alanda yarar sağlar (Tağıl & Jenness, 2008; Topuz, 2014).

Havza *TPI* haritasında ilk olarak göze çarpan şey, akarsuların havzayı nasıl şekillendirdiği ve drenaj ağlarının belirginliğidir. Bazalt kütlelerinin mevcudiyeti ve havzanın kuzeybatısının engebeli yapısı açıkça gözlenmektedir. Plato alanları ve akarsu yarmaları, fayların etkisi ile meydana gelen kancalı drenajlar ve Kara Dere'nin fay hattı ile paralel olan vadisi oldukça dikkat çekicidir. *TPI* haritasında; bazalt kütleleri üzerinde bulunan parçalanmış yüzey şekilleri ve yer yer kaymış gömük menderesler görülmektedir. Bazalt kütlelerinden gelen, yağışlarla yamaçları izleyen sel yarınları ve akarsu yan kollarının oluşturduğu çizgisellikler de haritadan izlenebilir. Havza genelinde eğimi daha az olan alanlar düşük *TPI* değeri ile, eğimi fazla olan alanlar ise yüksek *TPI* değeri ile temsil edilmektedir (**Harita 37**).

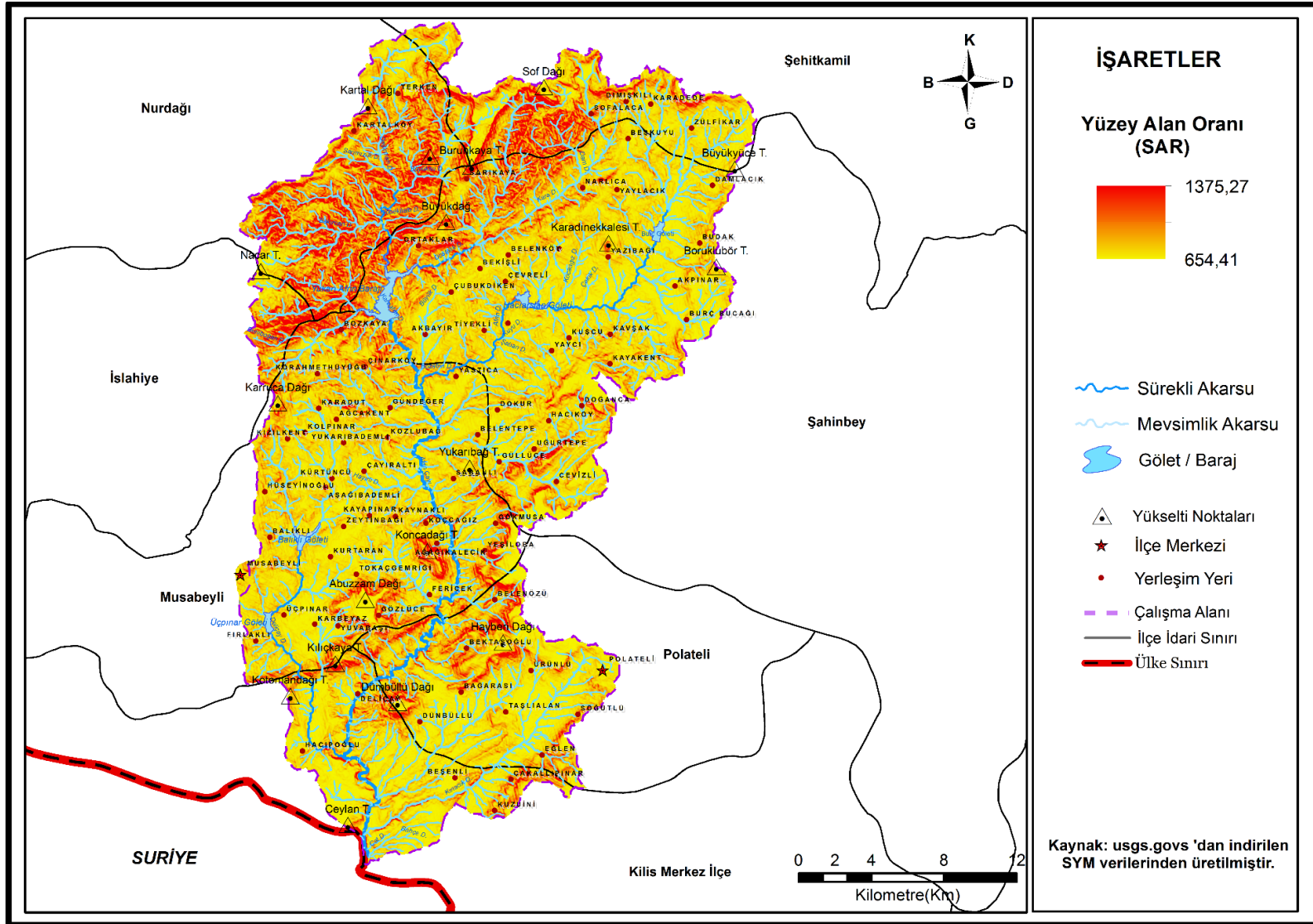


Harita 37: Havzanın Topografik Pozisyon İndeksi (TPI) Haritası

3.3.6. Yüzey/Alan İndisi Analizi (SAR)

Bu analiz, yüzey şekillerinin alansal olarak oranlamasını yapmaktadır. Topografik Yüzey/Alan Oranı İndisi (SAR), yüzey alanı ile ters orantılıdır. Yani; yüzey alanı az olan yerlerin indis değeri yüksek, daha geniş yüzey alanına sahip yerlerin indis değeri düşüktür. Bu analiz ile arazideki tektonizmanın etkisi belirlenebilmektedir (Rowberry, 2008; Topuz ve Karabulut, 2016).

Havzada kuzeybatı kesimde bulunan, Kartal Dağları ile Burunkaya Tepesi arasında kalan sel yarıntılarının fazla olduğu bölge, yüksek yüzey/alan indis değeri sahiptir. Bu bölgenin bitki örtüsü açısından zayıf olması, engebenin fazlalığı, yeryüzü şekillerine etkisi belirgin şekilde burada da doğrulanmıştır. Bitki örtüsü olarak özellikle kızılçam orman alanları bu bölgededir, fakat ağaç sıklığı çok düşük olup, yer yer çıplak alanlar mevcuttur (OGM). Bazalt kütlelerinin ve dağlık alanların yamaçları, diğer SAR değeri yüksek yerler arasındadır. Özellikle Abuzzam Dağı, Dümbüllü Dağı, Hayberi Dağı, Kottaman Tepesi, Burunkaya Tepesi, Kartal Dağları ve Sof Dağı gibi başlıca yüksek morfolojik birimler kendini belli etmektedir. Bunlardan başka; orta değerlerde akarsu vadi yamaçları, havzadaki diğer önemli morfolojik birimler olarak göze çarpar. Yine SAR haritasına göre; vadi tabanları, plato düzlükleri, aşınım düzlükleri gibi geniş yüzey alanına sahip olan kesimlerin düşük değere sahip oldukları belirlenmiştir (**Harita 38**).



Harita 38: Havzanın Yüzey Alan Oranı (SAR) Haritası

3.3.7. Havza Rolyefi (*Bh*) ve Rolyef Oranı (*Rr*)

Afrin Çayı Yukarı Havzası'nda en yüksek nokta ile en düşük nokta arasındaki farkı gösteren havza rölyefi değeri, bölgenin etki altında bulunduğu tektonizmanın jeolojik zamanlar boyunca önemli ölçüde etkili olduğunu göstermektedir (Schumm, 1956) (11*). Yükselme bölgelerine karşılık gelen Sof Dağı, Kartal Dağları, Hayberi Dağı, Dümbüllü Dağı ve Abuzzam Dağı gibi dayanıklı kütlelerin varlığı, havza rölyefi değerinin yüksek çıkmasına neden olmuştur. Havza rölyefinin yüksek değerler göstermesi; eğim fazlalığına, yüzeysel akışla gelen suların hızlı bir şekilde bir arada toplanmasına ve taşkınların erken meydana gelmesine işaret edebilir (Utlu & Özdemir, 2018).

Formül:

Hmax: Havza maksimum yükseklik

Hmin: Havza minimum yükseklik

11*

$$Bh = Hmax - Hmin$$

Çalışma alanında tüm havza için havza rölyefi 1131 m olarak hesaplanmıştır. Alt havzalardan en küçük alanlı olan Ferikpınar Deresi 473 m, ardından Altıbağ Deresi 574 m, Kınacık Deresi 589 m, Derin Dere 593 m, Karaafirin Deresi 594 m, Değirmen Dere 767 m, Kara Dere 825 m, Bozafrin Deresi 835 m, Deliçay Deresi 863 m havza rölyef değeri göstermektedir (

Tablo 12). Havza r6lyefi fazla olan havzalarda y6zey akışına geçen suyun infiltrasyona uğraması daha az olmakta, aşındırma hızı artmakta, derine aşındırma g6lenmekte, aşağı ığıra daha fazla ve daha iri unsurlar taşınmaktadır.

Tablo 12: Havza Maksimum Yüksekliği (*Hmax*), Havza Minimum Yüksekliği (*Hmin*), Havza Rölyefi (*Bh*), Rölyef Oranı (*Rr*) ve Hipsometrik İntegral (*Hi*)

Havzalar	Hmax	Hmin	Bh	Rr	Hi
Tüm Havza	1486	355	1131	0.040	0.40
Altıbağ Deresi	1132	558	574	0.018	0.37
Bozafrin Deresi	1415	580	835	0.026	0.39
Değirmen Dere	1424	657	767	0.018	0.47
Deliçay Deresi	1258	395	863	0.023	0.35
Derin Dere	970	377	593	0.020	0.35
Ferikpınar Deresi	960	487	473	0.012	0.42
Kara Dere	1486	661	825	0.019	0.44
Karaafrin Deresi	1230	636	594	0.013	0.49
Kınacık Deresi	953	364	589	0.028	0.52

Rölyef oranı ise, havza rölyefi ile havza uzunluğunun oranlanmasıyla hesaplanır (Schumm, 1956) (12^*). Havza aşınımına uğradıkça ve akarsu çatallanması arttıkça rölyef oranında düşüş görülür (Utlı & Özdemir, 2018).

Babu, Sreekumar ve Aslam'a (2016) göre, havzanın genel dikliğini ölçen rölyef oranı değeri düşük olduğu takdirde, erozyon süreçleri şiddetlenmekte ve taşkın riski artmaktadır.

Formül:

Hmax: Havza maksimum yükseklik

Hmin: Havza minimum yükseklik

Lb: Havza Uzunluğu

12*

$$Rr = \frac{Hmax - Hmin}{Lb}$$

En yüksek rölyef oranı 0.028 ile Kınacık Deresi Alt Havzası'nda, en düşük rölyef oranı ise 0.012 ile Ferikpınar Deresi Alt Havzası'ndadır (

Tablo 12). Tüm havza genelinde 0.040 rölyef oranı görülmüştür. Diğer alt havzalarda rölyef oranı yüksekten düşüğe doğru; Bozafrin Deresi 0.026, Deliçay Deresi 0.023, Derin Dere 0.020, Kara Dere 0.019, Değirmen ile Altıbağ dereleri 0.018 ve Karaafrin Deresi 0.013 olarak hesaplanmıştır. Rölyef oranının düşmesi, akarsu drenajının yoğunluğunun yükseldiğini ve infiltrasyonun azalıp yüzey akışıyla toplanan suyun arttığını gösterir.

3.3.8. Hipsometrik İntegral (*Hi*) ve Hipsometrik Eğri (*Hc*)

Hisometrik integral (*Hi*), havza ortalama yükseltisi ile havza minimum yükselti farkının havza rölyefine oranlanması ile bulunur (Strahler, 1952b; Pike & Wilson, 1971) (13*). Çıkan değer 0 ilâ 1.00 arasında olmalıdır. Değer sıfıra yaklaştıkça yüzeyde aşınımın fazla olduğunu, akarsuların daha çok enine aşınım yaptığını; 1'e yaklaştıkça akarsuların daha çok dikine aşınım yaptığı bilgisini verir (Rowberry, 2008). Havza erozyon süreci hakkında, akarsu yüzey aşınımı ve kısa mesafedeki yükselti farklılığı hakkında bilgi edinilmesine yardımcı olur.

Formül:

Hmax: Havza maksimum yükseklik

Hmin: Havza minimum yükseklik

Hort: Havza ortalama yükseklik

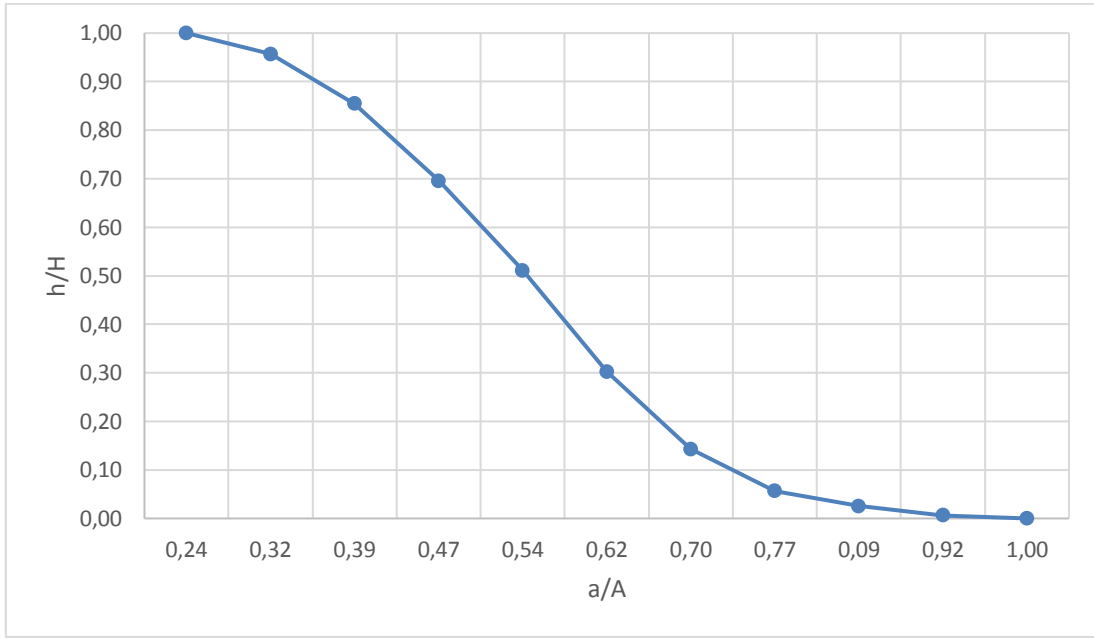
13*

$$Hi = \frac{Hort - Hmin}{Hmax - Hmin}$$

Afrin Çayı Yukarı Havzası'nda hipsometrik integral (*Hi*) 0.40 olarak hesaplanmıştır (

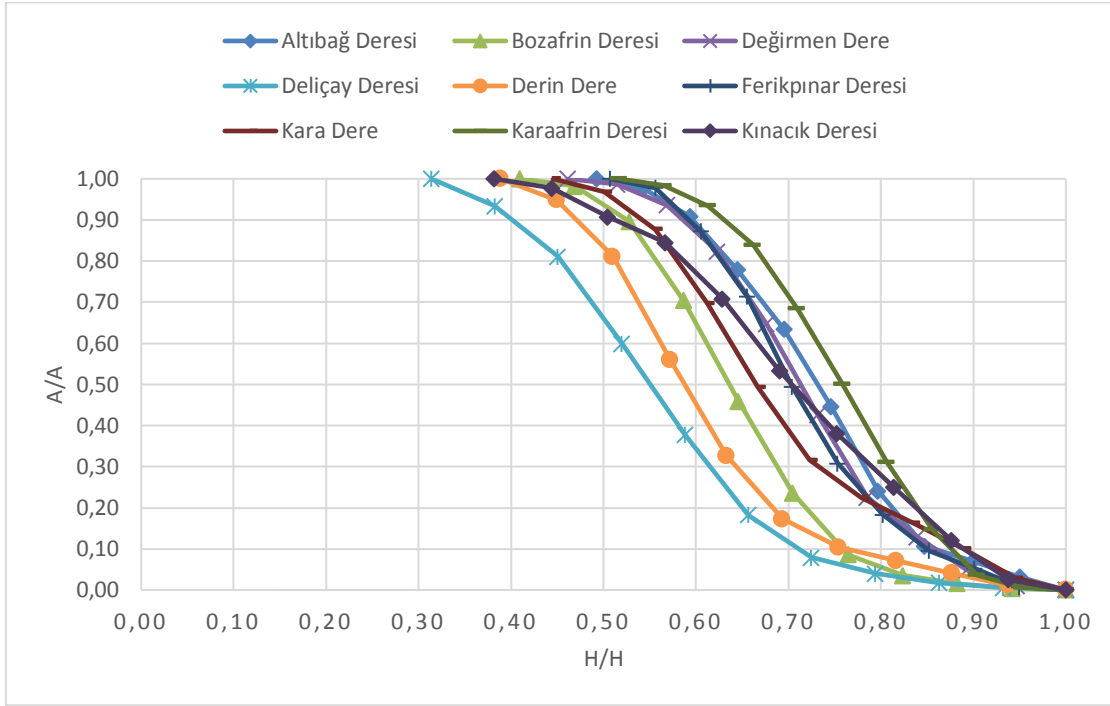
Tablo 12). Havzanın H_i değeri 0-0.35 arası olduğunda aşınım safhasının son aşamasına yaklaşıldığı, 0.35-0.65 arası olduğunda aşınım sürecinin devam ettiği ve yer yer dikine aşınım yer yer yüzeysel aşınımın gerçekleştiği, 0.65 ve üzeri olduğunda ise havzanın drenajının yeni başladığı ve eğim oranı yüksek bulunan yüzeyleerin daha fazla hâkim olduğu görölür (Pike & Wilson, 1971; Özdemir, 2011).

Grafik 26: Afrin ayı Yukarı Havzası Hipsometrik Eğrisi (H_c)



Havzanın ayrı ayrı olmak üzere, yükselti basamaklarının kapladığı alan havzanın toplam alanına bölünür. Yine ayrı ayrı olmak üzere, yükselti basamağı değerleri de havzadaki en yüksek yükselti değerine bölünür. ıkan bu iki hesaplamamızın sonucu grafikte birbiri ile çakıştırılır ve hipsometrik eğri (H_c) elde edilir (Strahler, 1952b).

Grafik 27: Alt Havzaların Hipsometrik Eğrisi (H_c)



H_c grafiğine bakıldığında; dışa doğru yay çizen bir eğri, havzanın gençlik safhasında olduğunu vurgular. Eğri çizgisi S şeklinde bir görünüm sergiliyorsa, havza olgunluk aşamasındadır. Eğer eğri çizgisi içe doğru bir yay çiziyorsa; birikimin fazla olduğu, aşımının azaldığı ve havzanın penetlen safhasında bulunduğu ya da bu safhaya yaklaştığı anlaşılır (Strahler, 1952b). Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın ve bütün alt havzaların olgunluk aşaması özelliği gösterdiği görülmektedir. Ancak bu alt havzaların kimi gençlikten olgunluğa yeni geçiş aşamasında (Kınacık, Karaafrin ve Değirmen dereleri), kimisi de daha ileri olgunluk aşamasında (Deliçay, Derin, Altıbağ, Bozafrin, Ferikpınar, Kara dereleri) bulunurlar. Araştırma alanındaki alt havzaların olgunluk aşamasına geçişin ardından gerçekleşen neotektonik hareketlerden etkilendikleri görülmüştür. Çalışma alanı boyunca Arap Levhası'nın Anadolu'ya çarpması sonucu oluşan bindirmeye bağlı yerel yükselmelerin üzerinde rastlanan antedant yarma vadiler bunun göstergesidir. Ayrıca gömük mendereslerin yaygın oluşu, bölgenin gençleştiğinin bir başka kanıtıdır (**Grafik 26**, **Grafik 27**).

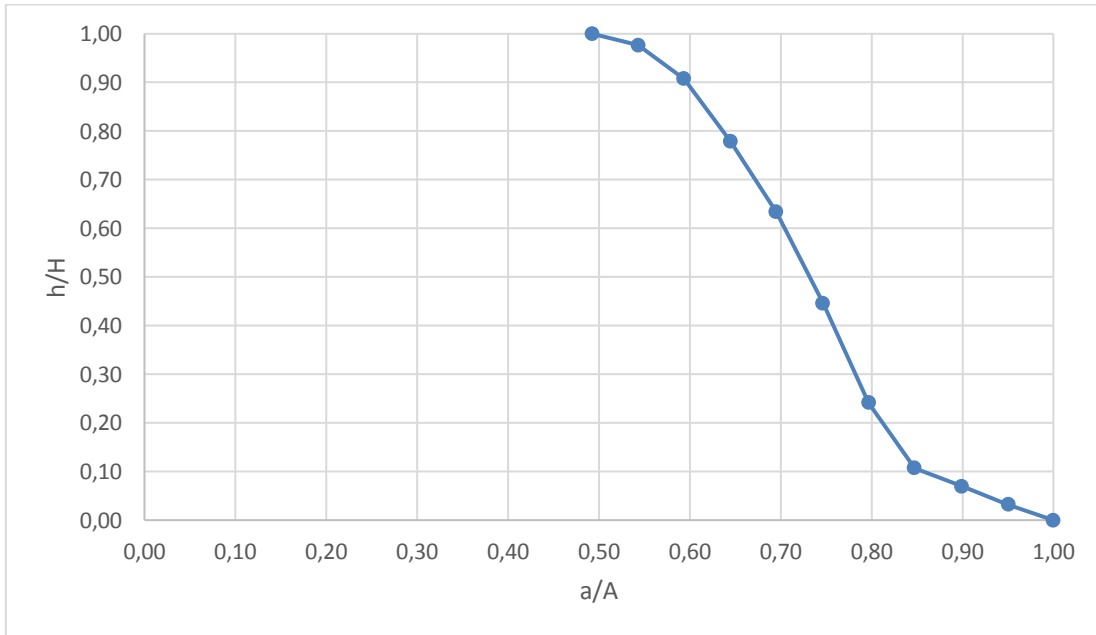
Hipsometrik integral değerlerine göre, alt havzalar içerisinde Kınacık Deresi en genç olacak şekilde daha yaşlıya doğru muhtemel morfolojik gelişim sıralaması şu şekildedir: Karaafrin, Değirmen, Kara, Ferikpınar, Bozafrin, Altıbağ, Deliçay ve Derin

dereleri alt havzaları (**Grafik 28, Grafik 29, Grafik 30, Grafik 31, Grafik 32, Grafik 33, Grafik 34, Grafik 35, Grafik 36**).

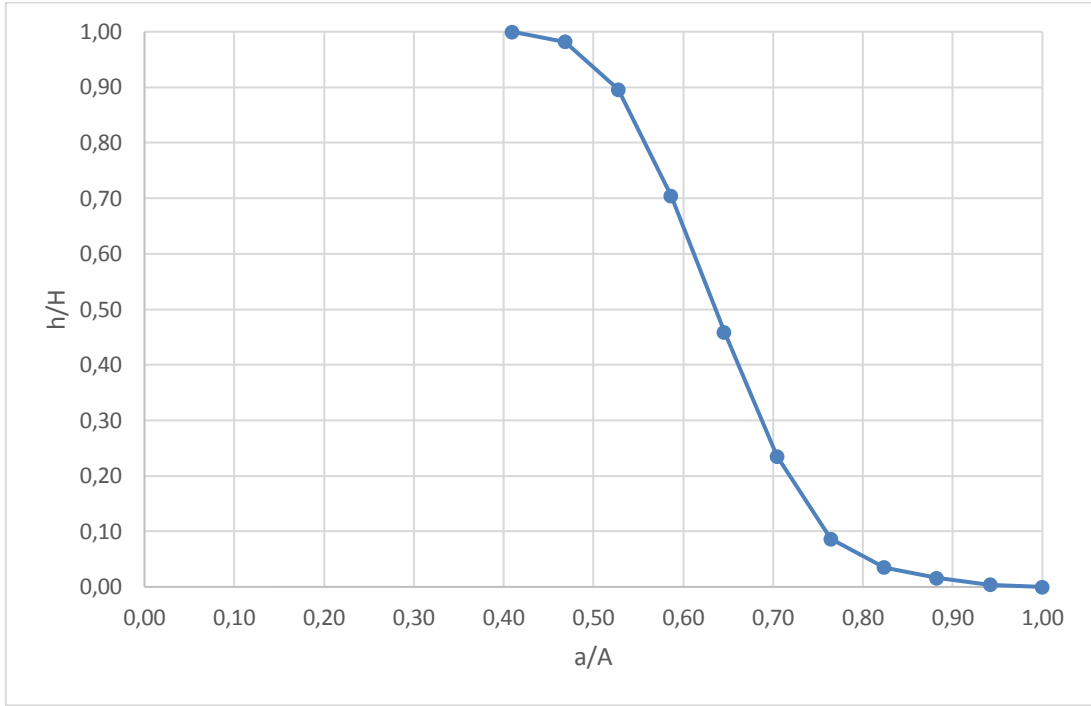
Sahada olgunluğa nispeten en fazla erişmiş bulunan Derin Dere Alt Havzası başta olmak üzere; Bozafrın, Değirmen ve Kara dereleri alt havzalarının ana yatakları ya da kollarının fay içerisinde aktığı yahut faylardan etkilendiği görülmektedir. Ferikpınar Deresi Alt Havzası'nın ise büyük bir kısmı bindirme zonuyla etkileşimdedir. Gençlik devresine en yakın alt havza olan Kınacık, yapısal hatlara uyarak faya yerleşmiş ve Eosen'in tortul kayaçlarında meydana gelen sonraki deformasyonlarla yükselen antiklinalin yamaçlarından doğan kollar almıştır.

ArcGIS "Elevation Relief Ratio (*SRR*)" aracı ile yükselti rölyef oranı, diğer bir deyişle *Hi* haritası ile 0-1 değer aralığı dağılımı havzada görülebilmektedir (**Harita 38**). Fazla aşınımına uğrayan yarıntılar ve az aşınımına uğrayan alanlar harita üzerinde daha anlaşılır olmaktadır.

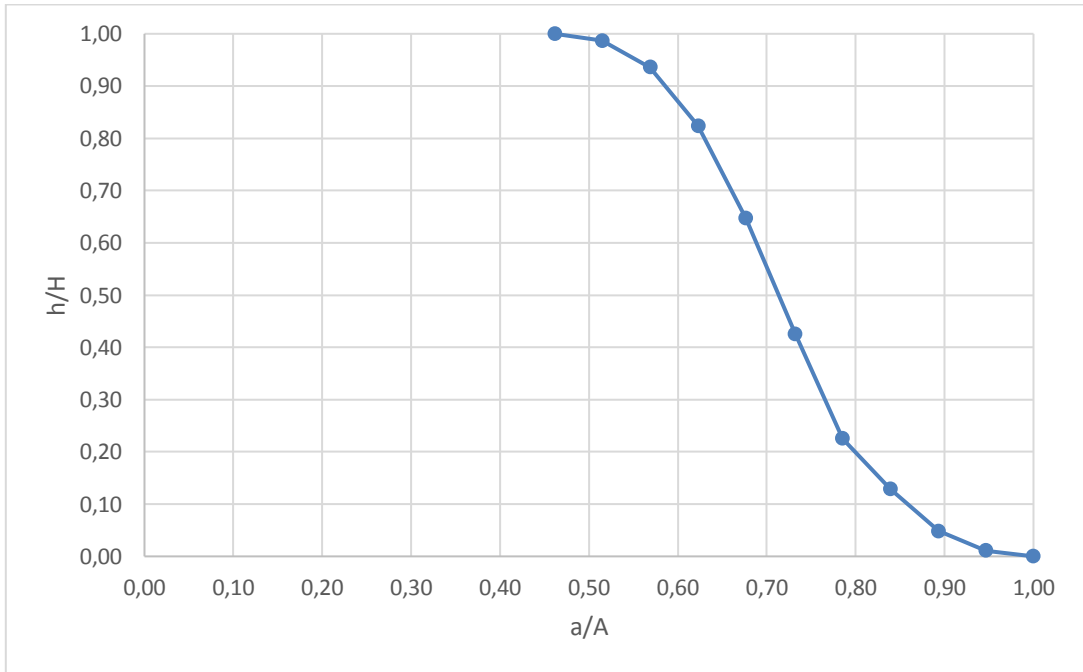
Grafik 28: Altıbağ Deresi Alt Havzası Hipsometrik Eğrisi (*Hc*)



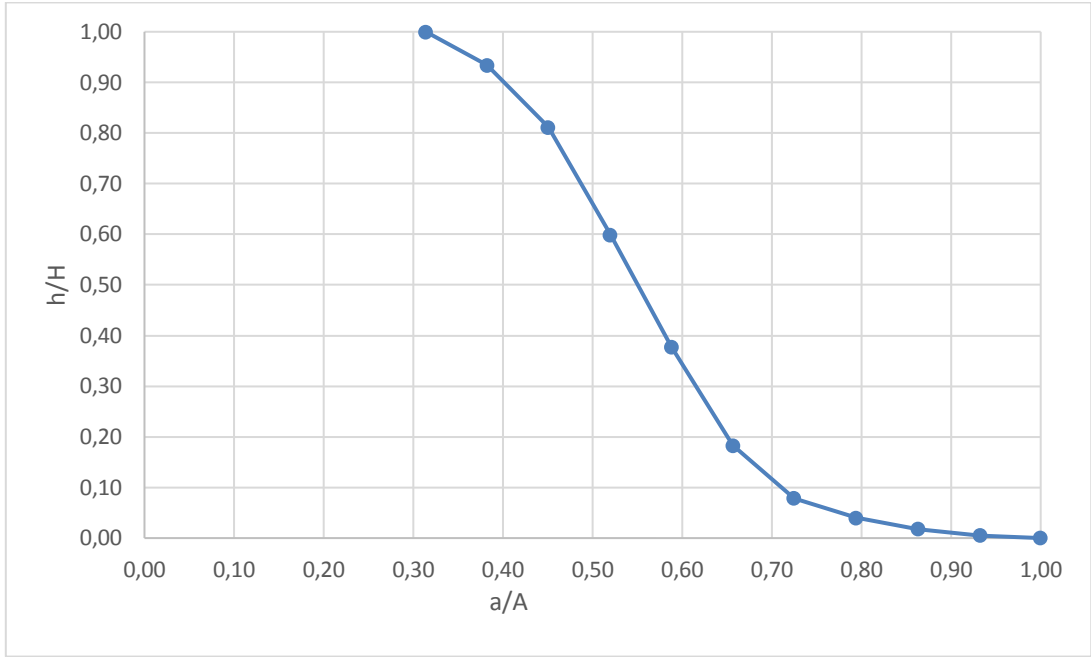
Grafik 29: Bozafrin Deresi Alt Havzası Hipsometrik Eğrisi (H_c)



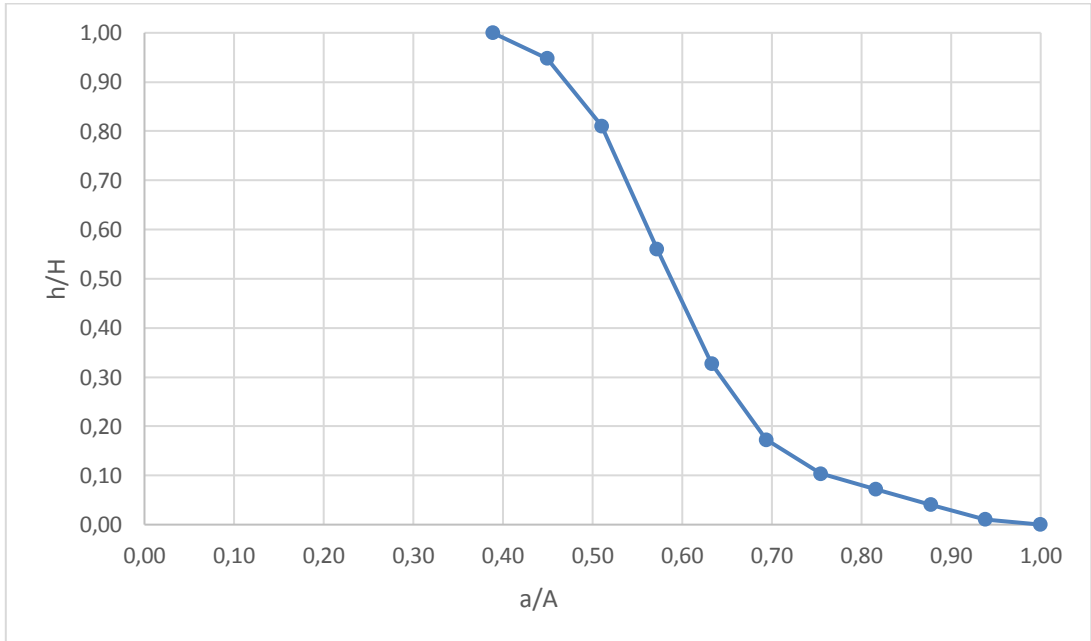
Grafik 30: Değirmen Dere Alt Havzası Hipsometrik Eğrisi (H_c)



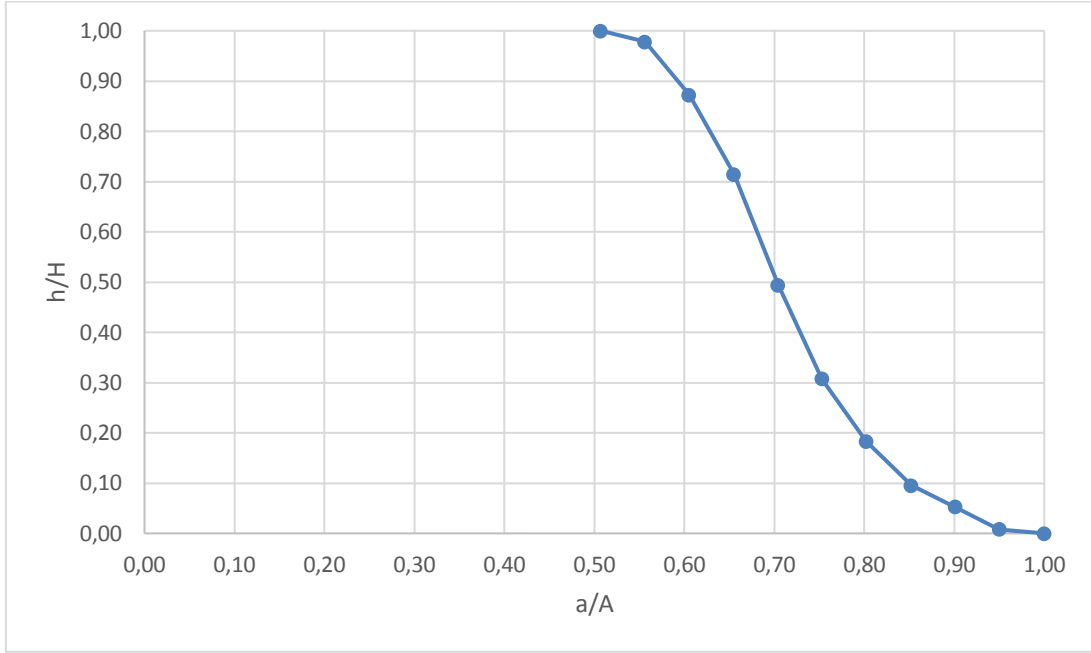
Grafik 31: Deliçay Deresi Alt Havzası Hipsometrik Eğrisi (H_c)



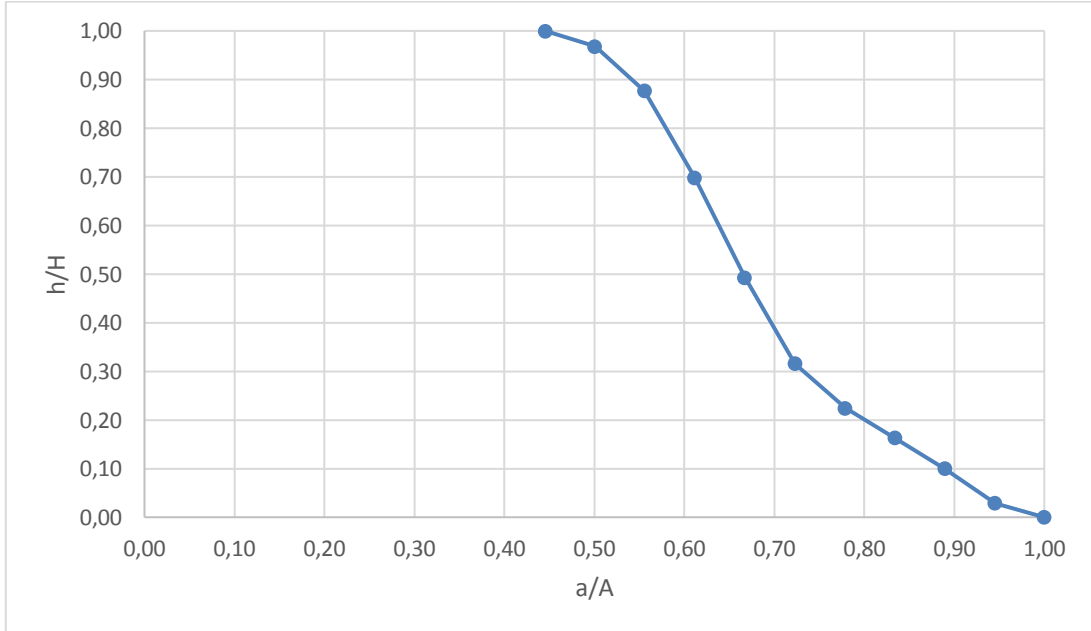
Grafik 32: Derin Dere Alt Havzası Hipsometrik Eğrisi (H_c)



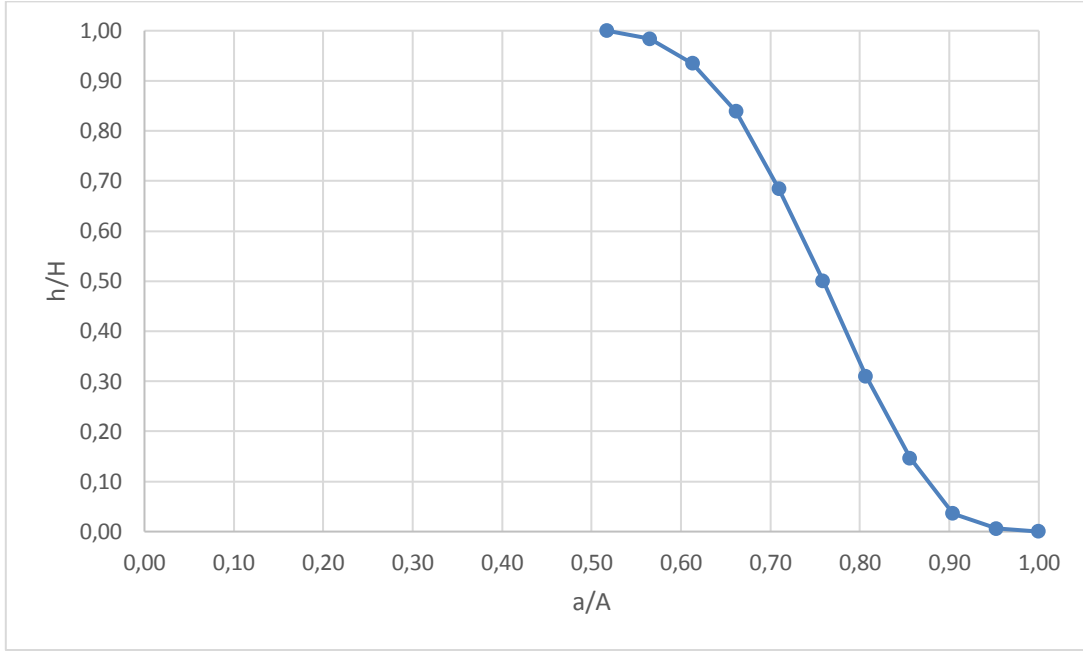
Grafik 33: Ferikpınar Deresi Alt Havzası Hipsometrik Eğrisi (H_c)



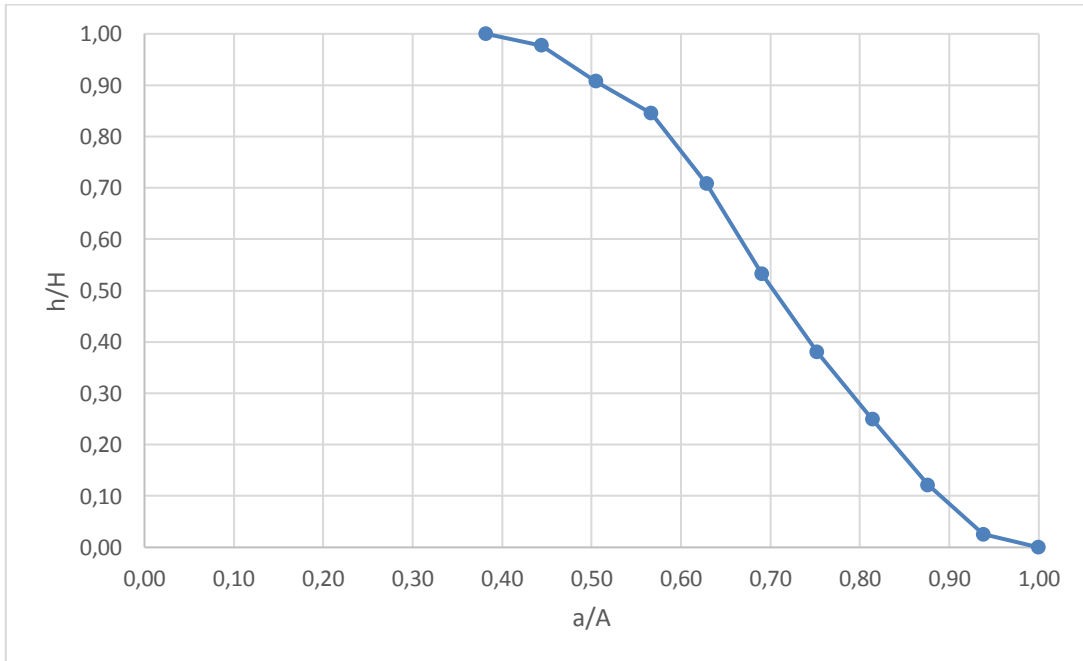
Grafik 34: Kara Dere Alt Havzası Hipsometrik Eğrisi (H_c)

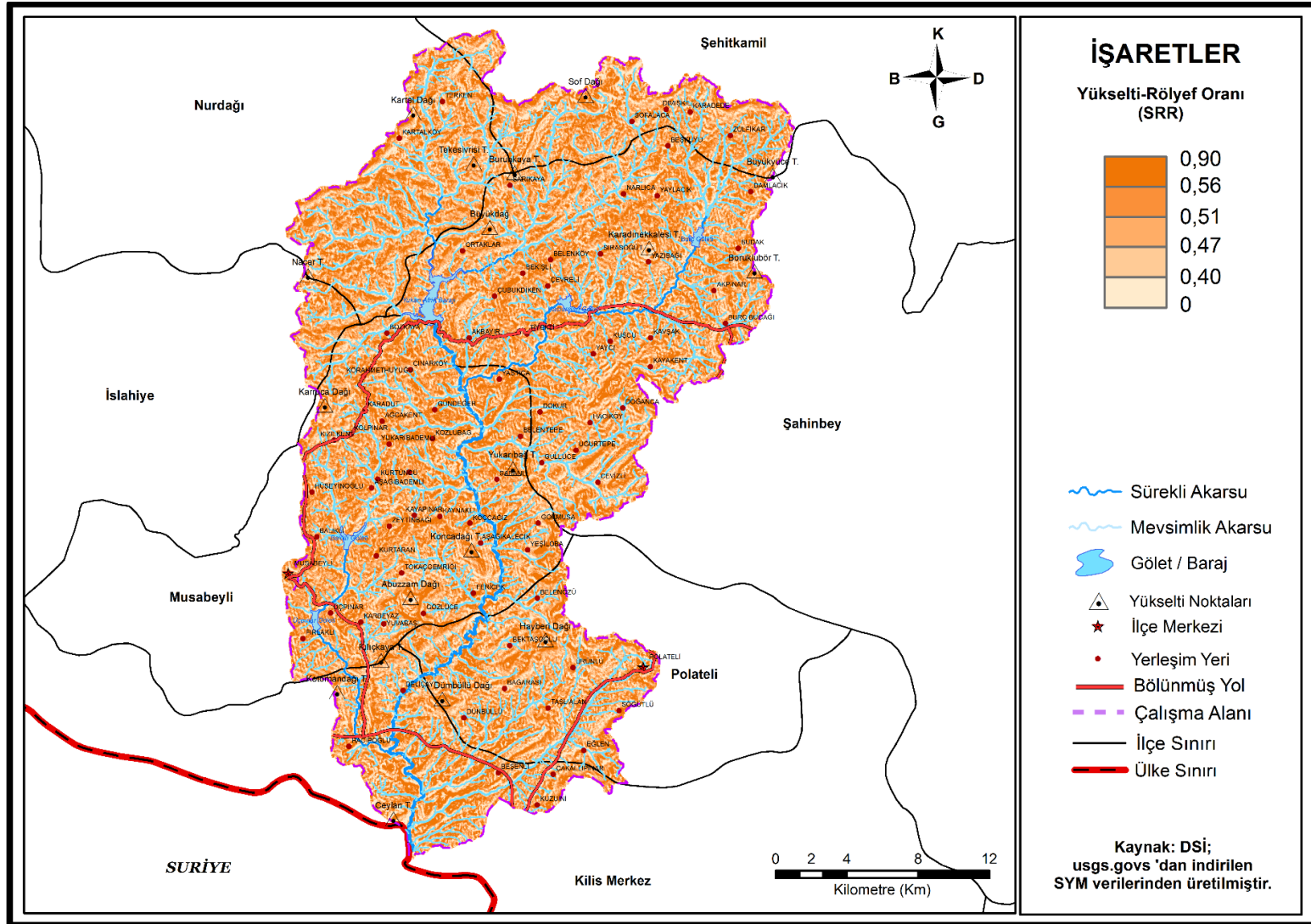


Grafik 35: Karaafirin Deresi Alt Havzası Hipsometrik Eğrisi (H_c)



Grafik 36: Kınacık Deresi Alt Havzası Hipsometrik Eğrisi (H_c)





Harita 39: Afrin Çayı Yukarı Havzası Yükselti-Rölyef Oranı Haritası

3.3.9. Gravelius Katsayısı (*Kg*)

Havzanın çevre uzunluğu ile havzayla aynı alana sahip dairenin çevre uzunluğuna oranlanmasıyla Gravelius katsayısı bulunur (Gravelius,1994) (14*). Havzanın sınırını teşkil eden su bölümü çizgisinin ne ölçüde kıvrımlı bir yapıda bulunduğunu ve rölyefin havza üzerindeki etkisine dair fikir edinmesini sağlayan bir indistir.

Sassolas-Serrayet, Cattin ve Ferry (2018), mekânsal ölçek ne olursa olsun, akarsu havzalarında Gravelius katsayısının 1.2 ile 2.1 arasında değişen geniş bir şekil yelpazesi sergilediğini belirtmişlerdir. Batista da Silva ve Carvalho (2006), bu indeks değeri 1'e eşit olduğunda, havzanın dairesel bir görünümde bulunduğunu ve değer büyüdükçe havza uzunlamasına bir şekle büründüğünü açıklamıştır. Araştırma havzası ve alt havzaları, Gravelius katsayısına göre dairesellikten uzaktır ve bu nedenle akımın toplanma süresi nispeten zaman alacak bir görünüm arz etmektedir.

Formül:

P: Havza çevre uzunluğu

A: Havza alanı (km²)

14*

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

Gravelius katsayısı (*Kg*) 1.84 olarak hesaplanan çalışma alanı; çevre uzunluğu aynı alana sahip dairenin neredeyse iki katı uzunluğundadır (**Tablo 13**). Havza su bölümü çizgisinin girintili çıkıntılı olması, havza yüzeyinin kısa mesafelerdeki değişikliği hakkında bilgi vermektedir. Diğer alt havzalarda *Kg* değeri; Kınacık Deresi için 1.96, Bozafrin Deresi için 1.69, Deliçay Deresi ve Derin Dere için 1.68, Değirmen Dere için 1.67, Kara Dere için 1.56, Altıbağ Deresi için 1.51, Karafrin Deresi için 1.39, ve Ferikpınar Deresi için 1.19 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 13: Gravelius Katsayısı (*Kg*)

Havzalar	<i>Kg</i>
Tüm Havza	1.84
Altıbağ Deresi	1.51
Bozafrin Deresi	1.69
Değirmen Dere	1.67
Delicay Deresi	1.68
Derin Dere	1.68
Ferikpınar Deresi	1.19
Kara Dere	1.56
Karaafrin Deresi	1.39
Kınacık Deresi	1.96

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın uygulamalı hidrografyası konulu bu tez çalışması kapsamında, havzanın yüzey suları temel coğrafi faktörler ışığında incelenmiştir. Bu amaçla öncelikle, bölgede uygulamalı hidrografyaya etki eden faktörler olarak jeolojik ve jeomorfolojik özellikler, iklim özellikleri, toprak örtüsü, bitki örtüsü ve arazi kullanımı ortaya konulmuştur. Daha sonra havzanın hidrografik özellikleri içerisinde havzanın su potansiyeli, Afrin Çayı ve yan kolları, baraj ve göller, kaynaklar ve havzanın drenaj ağı ele alınmıştır. Morfometrik analizler; çizgisel, alansal ve yüzeysel parametreler olarak 3 başlık altında incelenmiştir. Bu bulgular sahada gözlemlenmiş, 1/25 000'lik topografya haritaları incelenmiş, Google Earth'te karşılaştırmalar yapılmış ve bu karşılaştırmalar GIS ortamında teyit ve analiz edilmiştir. Buna göre elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

Tolun ve Pamir (1975) ile Kesici'ye (1994) göre, araştırma alanının temelini teşkil eden jeolojik birimler Üst Kretase sonuna denk gelmektedir. Özellikle havzanın güneyinde bu tabakaların üzerini örten ve Paleosen'de oluşmuş marnlı araziler aşınmadan dolayı yer yer yüzeylenirler. Güneyden Arap Levhası ve kuzeyden Anadolu Levhası'nın birbirlerine doğru olan hareketiyle platoluk sahanın yükselmesi sonucu, bu sahada ofiyolit karmaşığı geniş bir yer kaplamaktadır. Daha yaşlı formasyonlar ofiyolit karmaşığının altına dalarlar (Ketin, 1983). Sıkışmadan dolayı özellikle Bozafrin vadisi kısmında ofiyolit karmaşığı kalın bir tabaka oluşturmaktadır. Orta Miyosen'den sonra gerçekleşmiş tektonik faaliyetlerle havzanın sıkışmaya uğraması, faylanmalara ve kıvrımlara neden olmuştur. Bu tektonik hatlar genellikle güneybatı-kuzeydoğu ve doğu-batı doğrultuludur. Kıvrımlar sonucu havza güneyi gençleşmiş ve yükselmeye uğramıştır. Kuvaterner'e kadar devam eden bu tektonizma sonucu, havzanın batısında bulunan Karruca Dağı'ndan çıkan lav akıntıları havzayı kaplamıştır. Sonraki süre boyunca akarsuların vadilerini derine kazmasıyla bugünkü görünümünü almıştır. Bunun sonucunda havzada yarma vadiler ve kaymış gömük menderesler oluşmuştur. Havzada ofiyolit karmaşığı ve marnlı formasyonların daha fazla yüzeylenmesi nedeniyle, yapı geçirimsiz veya az geçirimli bir litolojik karakteristiğe sahiptir. Ofiyolit karmaşığı, Karakum'un (2020) çalışmasında belirtildiği gibi, tamamen geçirimsiz değildir. Kireçtaşı formasyonlarının çalışma alanında fazla yüzeylenmemesi, geçirimli yüzeyleri sınırlı kılmaktadır. Bu nedenle havzada akarsu besleniminin temelini yağışlar oluşturur. Bazaltlar tepelerin üst kısımlarındaki dar alanlarda yüzeylendiğinden, bölgede pek fazla

akifer yer almamaktadır. Havza güneyinde Beşenli (Başpınar) Kaynağı vardır. Buradaki boşalimler Kınacık Deresi'ni ve havzasını besler.

Havzanın karakteristik iklimini; yaz ayları sıcak ve kurak, kış ayları ılık ve nemli olan Akdeniz iklimi teşkil etmektedir. Aynı zamanda denizelliğin etkisinden uzak olması ile havzada karasallık daha fazla etkili olur. Yeryüzü şekillerinin de tesiriyle, yıl içerisinde farklı termik-dinamik koşullar iklim elemanlarına da yansıyor, bölgeyi sıcak-kurak ve serin-nemli olarak iki devreye ayırır. Bu sebeple Afrin Çayı'nın Yukarı Havzası akarsuları, yağışların en fazla olduğu aralık, ocak, şubat aylarında daha fazla beslenirken, bunu bahar ayları takip etmektedir. Bilhassa mart ayı yağışlarının da akarsuları önemli ölçüde beslediği görülür. İklim sınıflandırılmasına göre; havzanın kış mevsiminde su fazlasının orta derecede ve yaz buharlaşma oranının %53.7 dolayında olması, akarsuyun akımında kış ve bahar aylarında artışı, yaz aylarında ise düşüşü ortaya çıkarır. Yağışın az oluşu, havzadaki akarsu drenajına da etki etmektedir. Buna önlem amaçlı barajların yapılması ile suyun en uygun şekilde yıl boyu kullanımına olanak sağlanmıştır.

Afrin Çayı'nın başlangıç noktası olarak, kaynağını kuzeyinde bulunan Kartal Dağları'ndan almaktadır. Afrin Çayı'nın debisi en düşük ay ağustos-eylül ayları iken, en yüksek debisine şubat-mart aylarında ulaşılır. Yıllık ortalama akım değeri 2.88 m³/sn'dir. Yaz boyunca buharlaşmanın yüksek olması ve yağış azlığı nedeniyle, eylül ayında Afrin Çayı'nda akım minimum değer olan 0.09'a düşmüştür. Yağışlarla yüzey akışına geçen suyun en yoğun olduğu şubat ayı 7.11 m³/sn ile en fazla akım değerinin yaşandığı dönemdir (DSİ, 2018).

Havzanın akarsu beslenimi büyük oranla yağışlarla olduğundan, tarımsal sulama amaçlı göletler yapılmıştır. Bölgede doğal göl bulunmamaktadır. Bozafrin Deresi üzerine Zülfikar Göleti, Burç Çamlık Göleti, Hacıarslan Göleti; Deliçay Deresi üzerine Balıklı Göleti ve Üçpınar Göleti inşa edilmiştir. İçme suyu ihtiyacını karşılamak amacıyla, Değirmen Dere ve Kara Dere'nin birleşim bölgesine Yukarı Afrin Barajı yapılmıştır.

Afrin Çayı Yukarı Havzası'nda, genel olarak kuzey-güney doğrultulu akış yönü izlenmektedir. Akarsu ve kolları, genel olarak bir ağacı ve dallarını andıran bir şekilde dendritik drenaj ağı oluşturmuştur. Genellikle yükseltisi fazla ve üzerinde bazalt kütleleri bulunan dağ ve tepe üzerlerinde ışınal (radyal) drenaj ağı görülür. Bunlardan

başlıcaları; Karruca Dağı, Abuzzam Dağı, Koncadağ Tepesi ve Dümbüllü Dağı'dır. Havza kuzeyinde Kara Dere Alt Havzası'nda yükseltiler arasında fay hatları ile paralel bir yol izleyen akarsular kılçıklı drenaj ağı özelliği gösterirler.

Havzadaki su toplama alanları, önemli yan kolları göze alınarak 9 alt havzaya ayrılmıştır. Bunlar; Altınbağ Dersi Alt Havzası, Bozafrin Deresi Alt Havzası, Değirmen Dere Alt Havzası, Deliçay Deresi Alt Havzası, Derin Dere Alt Havzası, Ferikpınar Deresi Alt Havzası, Kara Dere Alt Havzası, Karaafrin Deresi Alt Havzası ve Kınacık Deresi Alt Havzası'dır. Havza bütün olarak 824.73 km² alana sahiptir.

Havzanın en alçak noktası, 355 m ile güneyde Türkiye sınırından çıktığı noktadır. En yüksek noktası ise 1486 m ile havzanın kuzey sınırını oluşturan Sof Dağı'dır. Havzanın ortalama yükseltisi 920 m ve yükselti amplitüdü 1131 m'dir. Havzada en yaygın olan yükselti aralığı 801-950 m arası olup, bu kesimler 220.42 km² ile genellikle platoluk alanlara denk gelen yüzeylerdir. Havza alanının genelini %10-20 eğimli olan araziler oluşturur. Bu yüksek eğim durumu; havzada yüzeysel akışın fazla olmasına, derine aşınmanın artmasına, erozyonun şiddetlenmesine, yer yer V şeklinde ve antedant vadilerin ortaya çıkmasına yol açmıştır. Yüksek eğimler, havzanın özellikle kuzey-kuzeybatı bölümü ve bindirme zonundan sonra güney kısmındaki yarılmış olan bazalt kütlerinin olduğu bölgelere tekabül etmektedir. Bakı (A) açısından değerlendirildiğinde ise; havzada en geniş alanı 130 km² (%15.74) ile güneybatı yönünün kapladığı belirlenmiştir. Arazinin yüksek bölgeleri, Topografik Pozisyon İndeksi (TPI) değerlerinin yüksek ve eğimin fazla olduğu alanlardır. Yüzey/Alan Oran İndisi (SAR) değerlerinin yüksekliği, bu alanların parçalanmış olduğunu ve engebenin fazlalığını gösterir. Kayaç türü olarak kuzey kesimlerde aşınımı zor olan ofiyolit karmaşığının bulunması, yükseltinin ve eğimin fazla olması, yüzeysel akışın fazla olmasıyla burada toprak oluşumuna etki ederek yıkanma sonucu Kireçsiz kahverengi orman topraklarının yayılmasına olanak vermiştir.

Araştırmada çok sayıda uygulanan morfometrik analizden çıkan sonuçlar aşağıda verilmiştir:

- ✓ Afrin Çayı ve kollarını meydana getiren akarsular, genel olarak kuzey-güney doğrultulu akış gösterdiğinden, havza uzunlamasına bir şekil kazanmıştır. Çizgisel parametreler arasında bulunan havza uzunluğuna (*Lb*) bakıldığında; tüm havza için bu değer 45.71 km olduğu görülmüştür. En uzun alt havza Bozafrin

Deresi Alt Havzası (21.83 km), en kısa alt havza ise Ferikpınar Deresi Alt Havzası (5.68 km) olarak belirlenmiştir.

- ✓ Maksimum genişlik (W) tüm havza için 27.51 km bulunmuştur. En fazla maksimum havza genişliğine sahip olan alt havza 11.4 km ile Değirmen Dere'ye, en az maksimum havza genişliğine sahip olan alt havza ise 5 km ile Altıbağ ve Ferikpınar derelerine aittir.
- ✓ Ana akarsu uzunluğu (L_m) tüm havza için 65.87 km'dir. En yüksek değerin olduğu alt havza 31.24 km ile Bozafrin Deresi, en düşük değerin olduğu alt havza 6.57 km ile Ferikpınar Deresi'dir. Litolojik ve tektonik özelliklerin kontrolünde, akarsuyun kaymış gömük menderesler çizmesinden ötürü havza uzunluğu ile ana akarsu uzunluğu arasında bir fark meydana gelmiştir.
- ✓ Ortalama akarsu uzunluğu (L_{um}) değeri bütün havza için 0.84 olarak belirlenmiştir. En yüksek değere sahip olan alt havzalar 0.85 ile Altıbağ ve Bozafrin derelerine ait iken, en düşük değer 0.71 ile Ferikpınar Deresi Alt Havzası'ndadır.
- ✓ Strahler Yöntemi'ni temel alarak hesaplanan çatallanma oranı (R_b) toplam 6 (Altı) dizin meydana getirmiştir. Çok sayıda yüzey akışına geçen suyun, havzada küçük kollar oluşturduğu görülür. Tüm havza için toplam kol derece sayısı 1662, toplam uzunluk 1400.54 km'dir. Bütün havzalardaki 1. dizinlerin sayısı 1286, uzunluğu 748.35 km; 2. dizinlerin sayısı 294 ve uzunluğu 332.65 km; 3. dizinlerin sayısı 61 ve uzunluğu 151.81 km, 4. dizinlerin sayısı 16 ve uzunluğu 69.62 km; 5. dizin sayısı 4 ve uzunluğu 51.8 km; 6. dizin sayısı 1 ve uzunluğu 46.31 km olarak hesaplanmıştır. Çatallanma oranı (R_b) tüm havza için 4.20'dir. En yüksek değer 4.63 ile Kınacık Deresi Alt Havzası'nda, en düşük değer 3.56 ile Değirmen Dere Alt Havzası'ndadır. Sahanın en büyük alt havzası olan Bozafrin Deresi'nin ortalama çatallanma oranı 4.14 çıkmış; en küçük alt havzası olan Ferikpınar Deresi'nin ortalama çatallanma oranı 3.57 ile en düşük ikinci sırayı almıştır.
- ✓ Akarsu uzunluk oranı (R_l) değerleri incelendiğinde; dairesel havzalardan uzun havzalara doğru bir sıralamanın olduğu tespit edilmiştir. Suların drenaj süresi en kısa ve akarsu uzunluk oranı en az olan alt havza 1.81 değeri ile Derin Dere Alt Havzası, akarsu uzunluk oranı en fazla olan alt havza 7.26 değeri ile Ferikpınar

Deresi Alt Havzası'dır. Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın tamamında akarsu uzunluk oranı 1.82 olarak hesaplanmıştır.

- ✓ Yatak eğim oranı (Rm) tüm havza için 0.017 bulunmuştur. En yüksek değer Ferikpınar Deresi'nde (0.072), en düşük değer Bozafrin Deresi'nde (0.027) görülmektedir. Bu değerler, havzanın engebeli ve az geçirimli bir arazi olduğunu gözler önüne serer.
- ✓ Yatak kıvrımlılık oranı (Rsi) tüm havza için 1.44 olmuştur. Karaafrin Deresi Alt Havzası, 1.14 ile en düşük değeri gösterir. Kıvrımlılık oranı arttıkça, akarsuların mendereslenme özellikleri de artmaktadır. Afrin Çayı ana vadi uzunluğu (65.87 km) ile kuş uçuşu ana vadi uzunluğu (45.71 km) arasındaki farkın fazla olması, yatak kıvrımlılığı oranını arttırmıştır. Havzada yatak kıvrımlılık oranının (1.44) yüksek olmasında, bindirme zonunun etkisiyle gerçekleşen gençleşmedir. Antecedant yarma vadilerin mevcudiyeti ve dirençsiz kayaçların bulunduğu kesimlerde ortaya çıkan kaymış gömük menderesler de bunun delillerini meydana getirir.
- ✓ Alansal parametreler arasındaki Alan (A) ölçüsü tüm havza için 824.73 km²'dir. 168.64 km² alan ile Bozafrin Deresi Alt Havzası en büyük, 20.77 km² alan ile Ferikpınar Deresi Alt Havzası en küçük alana sahiptir.
- ✓ Tüm havzanın çevresi (P) 186.84 km olarak ölçülmüştür. 77.83 km çevre uzunluğu ile Bozafrin Deresi Alt Havzası en büyük, 19.19 km çevre uzunluğu ile Ferikpınar Deresi Alt Havzası en küçük çevreli alt havzayı teşkil etmektedir.
- ✓ Dairesellik oranı (Rc) tüm havza için 0.30'dur. En yüksek değer 0.71 ile Ferikpınar Deresi Alt Havzası'nın, en düşük değer ise 0.26 ile Kınacık Deresi Alt Havzası'nındır. Değeri yüksek olanlar dairesele daha yakın, homojen yapılı ve taşkın riski daha fazla, değeri düşük olanlar ise dairesellikten uzak, heterojen yapılı ve taşkın riski daha az olan havzalardır.
- ✓ Havza uzunluk oranı (Re), bütün havza için 0.71 olmuştur. En yüksek değer 0.94 ile Karaafrin Deresi Alt Havzası'na, en düşük değer 0.49 ile Kınacık Deresi Alt Havzası'na aittir. Yüksek değerler, taşkın duyarlılığının da yüksek olduğunu göstermektedir.
- ✓ Drenaj yoğunluğu (Dd), tüm havza için 1.70 olarak belirlenmiştir. Bu durumda, tüm havzada 1 km²'ye 1.7 km akarsu düşecektir. En yüksek değere sahip olan alt havza 1.82 ile Bozafrin Deresi Alt Havzası, en düşük değere sahip olan alt

havzalar ise 1.59 ile Değirmen Dere ve Karaafrin Deresi alt havzalarıdır. Değer arttıkça sızma azalmakta, değer azaldıkça ise sızma artmaktadır.

- ✓ Akarsu sıklığı (F_s), tüm havza için 2.02 değerindedir. En fazla 2.41 ile Ferikpınar Deresi Alt Havzası'nda, en az ise 1.90 ile Değirmen Dere Alt Havzası'nda ölçülmüştür. Daha düşük değerler taşkın riskini azaltır.
- ✓ İnfiltrasyon sayısı (IN) bütün havza için 3.43 değerindedir. 3.03 ile Değirmen Dere Alt Havzası'nda en düşük (geçirimsizlik en yüksek), 4.10 ile Ferikpınar Deresi Alt Havzası'nda en yüksek (geçirimsizlik en düşük) değere ulaşmıştır. Eğimin fazla olması, litolojik olarak geçirimsiz ve az geçirimli kayaların yaygın olması, ofiyolitlerin havzada geniş yer kaplaması vb. infiltrasyonu düşüren başlıca nedenler arasındadır. Havzada yağışların azlığı nedeniyle bitki örtüsü de zayıftır. Özellikle ormanlık alanların az olması, orman alanlarında ağaç açıklıklarının fazla olması, orman yangınları, yanlış hayvan otlatmaları ile ormanların tahrip edilmesi gibi beşerî faaliyetler de infiltrasyonu olumsuz etkilemiştir. Yüksek infiltrasyon sayısı sızmayı azaltır.
- ✓ İnfiltrasyon koşullarını ve kayaç geçirimsizliğini yansıtan tekstür oranı (Rt), eğimle doğru orantılı olarak değişir. Sızma ile ise ters orantılı olan tekstür oranı, çalışma alanındaki alt havzalar içinde en fazla Bozafrin Deresi Alt Havzası'nda (3.57), en az ise Derin Dere Alt Havzası'nda (1.43) görülmektedir. İndis değeri azaldıkça havza dairesellikten uzaklaşır. Derin Dere Alt Havzası'nın uzunlamasına biçimi bunu kanıtlar. Bu değer bütün havza için 6.88 çıkmıştır.
- ✓ Yüzeysel parametreler arasında, havza rölyefi (Bh) tüm havza için 1131 m'dir. Alt havzalar içerisinde en büyük havza rölyefi değeri Deliçay Deresi Alt Havzası'nda (863 m), en küçük havza rölyefi değeri Ferikpınar Deresi Alt Havzası'nda (473 m) çıkmıştır.
- ✓ Tüm havzanın rölyef oranı değeri (Rr) 0.040'tır. Kınacık Deresi Alt Havzası 0.028 ile ilk sırayı alırken, Ferikpınar Deresi Alt Havzası 0.012 ile en düşük değerde kalmıştır. Eğim değerleri ile rölyef oranı birbirine paralel olarak gelişir. Düşük değerler eğim azlığına, yüksek değerler eğim fazlalığına işaret eder ve eğim azaldıkça aşındırma da azalır.
- ✓ Hipsometrik integral (Hi) değerleri, havzaların jeomorfolojik gelişimlerinin hangi safhada olduğunu bir göstergesidir. 0.40 değeri ile Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın gelişimin genel olarak olgunluk aşamasında olduğu, ancak sonraki

neotektonik hareketlerden etkilenecek gençleşmeye uğradığı belirlenmiştir. Genç havzalarda derine aşındırma ve eğim kuvvetli, daha yaşlı havzalarda biriktirme ön plândadır. Olgunluk aşamasında ise her iki etki de mevcuttur. Sahadaki en genç alt havzanın 0.52 değeri ile Kınacık Deresi'ne, en yaşlı havzanın ise 0.35 değeri ile Deliçay Deresi ve Derin Dere'ye ait olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanındaki bindirme zonu üzerindeki bölgesel yükselimleri kesen antedant yarma vadilerle gömük menderesler, tektonik hareketler sonucu ortaya çıkan gençleşmeyi göstermektedir. Alt havzaların ana akarsu yatakları ya da kolları faylarla, bindirme zonlarıyla ve antiklinallerle kontak halindedir.

- ✓ Gravelius katsayısı (Kg) 1 değerinden büyük olan havzalar dairesellikten uzak, 1 değerinden küçük olan havzalar ise daireselliğe nispeten daha yakındır. Çalışma alanındaki bütün alt havzaların Kg değeri 1'in üzerinde çıkmıştır. Afrin Çayı Yukarı Havzası için bu katsayının değeri 1.84'tür. Uzunlamasına havza özelliği gösteren havzada taşkın riski düşüktür. En düşük Kg 1.19 ile Ferikpınar Deresi Alt Havzası'nda, en yüksek Kg değeri ise 1.96 ile Kınacık Deresi Alt Havzası'ndadır.

Morfometrik çalışmalarda Strahler Yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır. Örneğin; Coşkun ve Öztürk (2022), Strahler Yöntemi'ni dikkate alarak Ermenek Çayı Havzası ve Gökçay Havzası'nın morfometrik özelliklerini karşılaştırmıştır. Çalışmada, çatallanma oranı (Rb) Ermenek Havzası için 4.46 ve Gökçay Havzası için 4.50 olarak hesaplanmıştır. Afrin Çayı Yukarı Havzası için ise çatallanma oranı 4.20'dir. Bu sonuçlar Afrin Çayı jeolojik yapısının infiltrasyona daha az elverişli olduğunu göstermektedir. Sızma azaldıkça sahada yüzeysel akış artar. Aynı araştırmada jeomorfolojik gelişimin hangi safhada bulunduğu belirlenmesine yönelik bir parametre olan Hipsometrik integral (Hi) değerleri Ermenek Çayı Havzası için 0.49, Gökçay Havzası için 0.50 olarak hesaplanmıştır. Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın Hipsometrik eğri değeri ise 0.40'tır. Bu sonuçlara göre, üç havza da olgunluk safhasında görülmektedir. Fakat Afrin Çayı Yukarı Havzası'nda tektonik hareketler nedeniyle bölgesel gençleşmeler ortaya çıkmış ve aşınım süreçlerinin diğer havzalara oranla artmasını sağlamıştır.

Filyos Çayı'nın kollarından biri olan Soğanlı Çayı Havzası Gülbetekin (2022) tarafından çalışılmış olup, Afrin Çayı Yukarı Havzası'na kıyasla daha büyük alan

kapladığı görülmüştür. Soğanlı Çayı Havzası'nın alanı 5139 km², Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın alanı ise 824.73 km² olarak hesaplanmış olup, diğer havza 6.23 kat daha büyüktür. Soğanlı Çayı Havzası, iklim açısından daha yağışlı, litolojik açıdan genellikle geçirimli zeminler içermektedir. Soğanlı Çayı alt havzalarından olan Eskipazar Çayı Alt Havzası (660.11 km²) ve Çerkeş Çayı Alt Havzası (1011.58 km²), alan olarak Afrin Çayı Yukarı Havzası'na en yakın alt havzalardır. Geriye kalan yaklaşık 120 alt havzanın alanları 300 km²'den daha küçüktür. Bir havzanın uzun ya da dairesel şekle ne kadar benzediğini gösteren dairesellik oranları açısından Afrin Çayı Yukarı Havzası (0.30) ve Soğanlı Çayı Havzası (0.257) karşılaştırılmıştır. İki havzanın değerleri ve görünümleri benzerlik göstermekte olup, iki havza da dairesellikten uzaktır. Dairesellikten uzak olan havzalarda taşkınların gerçekleşmesi gecikmeli olmakta ya da çok önemli bir risk taşımamaktadır.

Godif ve Manjunatha'nın (2022), Etiyopya Tigray'daki Geba Nehri Havzası'na ilişkin yaptıkları morfometrik analizlere göre; ele aldıkları SW-1 (960 km²) ve SW-2 (730 km²) alt havzalarının alan ölçülerinin, Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın alan ölçüsüne (824.73 km²) yakın olduğu görülmüştür. Kurak bir arazide yer alan Geba Nehri'nin alt havzalarından olan bu iki havzanın bazı parametreleri çalışma alanı ile karşılaştırıldığında; çatalanma oranı (*Rb*) değerlerinin düşük (SW-1 için 5.71, SW-2 için 5.03, Afrin Çayı Yukarı Havzası için 4.20) olduğu, Afrin Çayı Yukarı Havzası'nda 1.70 olan drenaj yoğunluğu (*Dd*) değerinin ise SW-1 (1.36) ve SW-2 (1.28) havzalarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni; Geba Nehri Havzası'nda yükselti değerlerinin fazlalığına rağmen, Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın daha geçirimsiz bir litolojiye sahip olmasıdır. SW-1 Alt Havzası için minimum yükselti 1778 m ve maksimum yükselti 3300 m, SW-2 Alt Havzası için minimum yükselti 1770 m ve maksimum yükselti 3100 m; Afrin Çayı Yukarı Havzası için minimum yükselti 355 m ve maksimum yükselti 1486 m'dir. Bu durum, havzalardaki eğimi arttırmakta ve yüzeysel akışı kolaylaştırmaktadır. Diğer önemli bir etmen olan yıllık toplam yağış miktarları da, Geba Nehri Havzası'nda bölgesel olarak değişmektedir (Doğuda 400 mm, batıda 950 mm), Afrin Çayı Yukarı Havzası'nda ise genel olarak yağış miktarı bölgesel olarak farklılık göstermemektedir (492.4 mm).

Çalışma alanını teşkil eden Afrin Çayı, Kilis ilinin kuzeyinden doğar. Bölgedeki nüfus, özellikle savaş mağduriyetiyle başlayan Suriyeliler'in göçünden büyük ölçüde etkilenmiştir. Karademir (2020) tarafından yapılan araştırmaya göre, Kilis'te nüfusunun

%85'i kadar Suriyeli mülteci bulunmaktadır. Nüfus artışıyla birlikte, tatlı suya olan talep ve ihtiyaç da artmıştır.

Afrin Çayı Yukarı Havzası'ndaki vadiler, iklimin kurak-yarıkurak olması nedeniyle yılın büyük kısmında yağıştan yoksundur; çoğu vadi yıl içerisinde uzun bir süre boyunca kuru kalır. Bu yağışsız dönemde akarsulardan yararlanılamamaktadır. Yağışın az olması nedeniyle, arazi kullanımında tarım ve hayvancılık güçleşmekte ve ürün çeşidi azalmaktadır. Tarımsal faaliyetler, platoluk ve düzlük alanlarda en fazla akarsuya yakın sulak kesimlerde toplanmıştır.

Bitki örtüsünün zayıf olması, ormanların azlığı ve nüfusun hızla artması nedeniyle yeraltı sularının kullanımı da yüksek seviyelere ulaşmıştır. Çevreye bakıldığında, kuyu sayısının eskiye nazaran çoğaldığı görülmüştür.

Kurak ve yarıkurak iklim özelliklerinin bir başka olumsuz etkisi, toprak oluşum süreçlerinin gecikmesidir. Toprak örtüsünün horizonlaşması zayıf olduğu için, arazi kullanımında da çeşitli sorunları beraberinde getirir. Havzanın nispeten az eğimli ve düz kesimlerinde yer yer yeraltı suyu azlığı, tuzluluk, alkalilik, taşlılık ve eğimin fazla olduğu yamaçlarda ise kütle hareketleri gibi önemli sorunlar yaşanmaktadır.

Kilis'te zeytinyağı fabrikaları ve organize sanayi bulunmaktadır. Afrin Çayı Yukarı Havzası'nda büyük potansiyel su kirleticileri bulunmamakla birlikte, havzaların aşağı bölümlerinde ve köylerin çevresinde insan kaynaklı su kirliliği yer yer ortaya çıkmaktadır. Kaynak noktalarını meydana getiren 1. ve 2. dizinler en temiz suya sahip vadileri teşkil ederken, 3. ve 4. dizinlerde yer yer akarsu kirliliği izlenebilir.

Gerek doğal gerekse morfometrik özellikler birlikte değerlendirildiğinde; Afrin Çayı Yukarı Havzası'nın aşağı kesimlerde taşkın potansiyeli nispeten daha fazla olup, en riskli akarsu alt havzalarının Karaafirin ve Ferikpınar derelerine ait olduğu söylenebilir. Bilindiği gibi, fazla risk içeren havzalarda daha fazla önlem alınması gerekmektedir.

Akarsu havzalarının hidrometrik ve morfometrik özelliklerinin tespit edilerek CBS tabanlı analizleri sayesinde, yaşam için oksijenden sonra en önemli ihtiyaç olan tatlı suyun doğru değerlendirilmesi, yönetilebilmesi ve korunabilmesi için gerekli havza yönetim plânları gerçekleştirilebilir.

Öneriler

Araştırmanın sonuçlarına dayanılarak, çözüm yollarına yönelik aşağıdaki öneriler getirilebilir:

- ✓ Kurak-yarıkurak bir havza olan çalışma alanında, yetersiz olan yağışlardan olabildiğince fazla yararlanılabilmesi için yapılan barajlar ve göletlerin yüzeyinde buharlaşma ile su kaybını önlemek amacıyla tedbirler alınmalıdır. Yeraltı barajı, buharlaşmadan koruma amaçlı kullanılan yöntemlerden biridir (Apaydın, Demirci Aktaş, & Kaya, 2009).
- ✓ Yarıkurak iklim nedeni ile fiziksel parçalanmanın fazla olduğu havzada, heyelandan ziyade kaya düşmesi meydana gelmektedir (AFAD, 2021). Kaya düşmesi riski olan ve genellikle bazalt kütlelerinin yakınlarında bulunan yerleşim yerleri için imar plânlamasının dikkatle yapılması ve izinsiz yapıların önlenmesi için denetimlerin arttırılması gereklidir. Havzada, özellikle dere yataklarının doldurulması veya islâh edilmesi sonucu heyelanlar ortaya çıkmaktadır. Genel olarak Kınacık Deresi Alt Havzası, litolojik yapısı uygun olduğundan heyelan riski altındadır. Jeolojik etütler dikkate alınmalı, ihmâl edilmemelidir.
- ✓ Afrin Çayı Yukarı Havzası genellikle az geçirimli yapısı ve yer yer fazla eğim nedeniyle, yağışlı dönemlerde ani pikler ile sel ve taşkınlar gerçekleşmekte (Özdemir, 2011; AFAD, 2021) olduğundan, yerleşim yerlerine ve alt yapılara daha çok zarar veren taşkınlar için önlemler alınmalıdır. İmar plânlaması yapılırken kurak dönemlere aldanılmamalı ve doğru plânlama yapılmalıdır.
- ✓ Havzada çıplak alanları ağaçlandırma çalışmaları arttırılmalıdır. Bu durum, erozyonun önlenmesi ve buharlaşma ile suyun kaybedilmemesi açısından önemlidir. Yapılan ağaçlandırma çalışmalarının meyvesini vermesi için ve mevcut orman alanlarının tahribini önlemek amacıyla aşırı hayvan otlatmaları için önlem alınmalı, hayvancılıkla uğraşan kişiler bilinçlendirilmelidir.
- ✓ Bölgenin tarımsal çeşitliliğinin yanı sıra; tarihi coğrafya konusunda değerlendirmelere ve yatırımlara ihtiyaç vardır. Ayrıca biyoçeşitliliğin tespiti ve korunup geliştirilmesi önem arz etmektedir.
- ✓ Afrin Çayı'na endüstriyel atık karışmamaktadır. Su kalitesi A3 olarak değerlendirilmiştir (TOB, 2019). Zeytinyağı sıkım atıkları su kaynaklarına büyük zararlar vermektedir (Tunç & Ünlü, 2015). Bu atıkların Afrin Çayı'a

dökülmemesi için önlemler alınmalı, bu faaliyete başlayacak firmalar yetkililer tarafından çok sıkı denetlenmelidir.

KAYNAKÇA

- Abdullah Al-Hayani, A. (2022). *Morphometric analysis of the basins between Atshan and Al-Mishraq in Nineveh (Iraq)* (Unpublished master's thesis). Karabük University Institute of Graduate Programs, Karabük.
- AFAD. (2021). *İRAP il afet azaltma plânı*. Kilis: T.C. Kilis Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü.
- Ahmed Ahmed, T. S. (2022). *Morphometric analysis of the Al-Auqood, Al-Shakrea, and Al-Samtheai stream basins in Iraq using geomatics technology* (Unpublished master's thesis). Karabük University Institute of Graduate Programs, Karabük.
- Al-Neama, S. N., Yang, S., & Yahya, B. M. (2022). Evaluation of surface run-off potential of basins in Nineveh Governorate, Iraq based on morphometric analysis, using RS and GIS. *Materials Today: Proceedings*, 60(3), 1753-1768.
- Altıparmak, S., & Türkoğlu, N. (2018). Yakacık Çayı Havzası'nın (Hatay) morfometrik analizi. *DTFC Dergisi*, 58, 353-374.
- Ambraseys, N. N., & White, D. (1997). The seismicity of the Eastern Mediterranean Region 550-1 BC: A re-appraisal. *Journal of Earthquake Engineering*, 1(4), 603-632.
- Apaydın, A., Demirci Aktaş, S., & Kaya, S. (2009). Yeraltında su depolama: Yeraltı barajları. *Mavi Gezegen*, 42-51.
- Arslantaş Dik, Ş. (2021). *Ulus Çayı Havzası'nın uygulamalı hidroğrafyası* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük.
- Atalay, İ. (2011). *Toprak oluşumu, sınıflandırılması ve coğrafyası*. İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Atalay, İ. (2018). *Uygulamalı hidroğrafya*. İzmir: META Basım Matbaacılık.
- Babu, K. J., Sreekumar, S., & Aslam, A. (2016). Implication of drainage basin parameters of a tropical river basin of South India. *Applied Water Science*, 6, 67-75.
- Bağdatlı, M., & Öztürk, B. (2014). Havza morfolojik özelliklerinin belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin (CBS) etkin rolü. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18(1), 11-19.
- Batista da Silva, L. D., & Carvalho, D. F. (2006). *Apostila de Hidrologia*. UFRRJ.

- Bekaroğlu, E. (2013). Jeomorfolojide temel araştırma yöntemleri. (*Coğrafya araştırma yöntemleri* içinde, Editörler: Y. Arı, & İ. Kaya s. 343-367). Balıkesir: Coğrafyacılar Derneği Yayınları.
- Biswas, S., Sudhakar, S., & Desai, V. (1999, September). Prioritisation of subwatersheds based on morphometric analysis of drainage basin: A remote sensing and GIS approach. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 27, 155-166.
- Cambazoğlu, S., Eker, A. M., Koçkar, M. K., & Akgün, H. (2013). Kilis ve civarı için sismik kaynak modeli oluşturulması ve şahinbey ilçesi için örnek bir sismik tehlike analizi. 2. *Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı (25-27 Eylül 2013)* (s. 1-11). Hatay: Mustafa Kemal niversitesi.
- ED. (2021). *Kilis ili 2020 yılı evre durum raporu*. Kilis: T.C. Kilis Valiliği evre, şehircilik ve İklım Değişikliği İl Müdürlüğü.
- elik, D. (2022). *Devrez ayı Havzası'nın uygulamalı hidrografyası* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük.
- Coşkun, B. (2004). Arabian–Anatolian plate movements and related trends in Southeast Turkey's oilfields. *Energy Sources*, 26, 987–1003.
- Coşkun, M., & ztrk, A. (2022). Havza nceliklendirmesi bakımından Ermenek ayı Havzası ve Gökçay Havzası'nın karşılaştırmalı morfometrik analizi. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 23(1), 1-10.
- DSİ. (2015). *Gaziantep ve Kilis ovaları hidrojeolojik etüt raporu*. 20. Bölge Müdürlüğü, Kahramanmaraş: AYÇA Jeoloji Sondaj Mühendislik Madencilik İnş. San. Tic. Ltd. şti.
- DSİ. (2018). *19-06 nolu AGİ istatistik verileri*. 20. Bölge Müdürlüğü, Kahramanmaraş
- Ege, İ. (2022). *İğneada longoz ormanlarını besleyen derelerin uygulamalı hidrografyası ve sürdürülebilirliği* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük.
- Elbaşı, E., & zdemir, H. (2018). Marmara Denizi akarsu havzalarının morfometrik analizi. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi*, 36, 63-83.
- Ergene, A. (1963). *Urfa, Gaziantep ve Hatay illerinin önemli toprak gruplarının bazı fiziki, kimyevi ve mineralojik özellikleri ve profil inkişafları üzerinde araştırmalar*. Atatürk Üniv.Yayınları, No: 32. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.
- Erinç, S. (2001). *Jeomorfoloji I*. İstanbul: Der Yayınları.
- Erol, A., & İlhan, ř. (2011). Aksu havzası envanteri. *SD Orman Fakültesi Dergisi*, 12, 77-83.

- Farhan, Y., Anbar, A., Enaba, O., & Al-Shaikh, N. (2015). Quantitative analysis of geomorphometric parameters of Wadi Kerak, Jordan, using Remote Sensing and GIS. *Journal of Water Resource and Protection*, 7, 456-475. doi:10.4236/jwarp.2015.76037.
- Farhan, Y., Mousa, R., Dagarah, A., & Shtaya, D. (2016). Regional hypsometric analysis of the Jordan Rift Drainage Basins (Jordan) using Geographic Information System. *Open Journal of Geology*, 6, 1312-1343.
- Godif, G., & Manjunatha, B. R. (2022). Prioritizing sub-watersheds for soil and water conservation via morphometric analysis and the weighted sum approach: A case study of the Geba River Basin in Tigray, Ethiopia. *Heliyon*, 8(12), e12261.
- Gossage, D. W. (1956). *Compiled progress report on the geology of part of petroleum district IV. SE Turkey*. Ankara: Petrol Dairesi Başkanlığı Teknik Arşivi.
- Goudie, A. (2004). *Encyclopedia of geomorphology* (Volume 1). London: Routledge Ltd.
- Gücek, S., Afacan, K. B., & Zorluer, İ. (2023). 6 Şubat 2023 depremleri sonrası zemin büyütmesi ve sıvılaşma gerçeği: Antakya, Gölbaşı, Türkoğlu örnekleri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(035601), 740-752. doi:10.35414/akufemubid.1298648
- Gülbetekin, K. (2022). Soğanlı Çayı Havzası'nın uygulamalı hidroğrafyası (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük.
- Gündoğdu, K. (2003). Sayısal yükseklik modellerinin arazi boy kesitlerinin çıkarılmasında kullanımı. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1), 149-157.
- Güreşçi, N. G., Seyrek, K., & Sargin, A. (2012). *Coğrafi Bilgi Sistemleri ile hidroloji uygulamaları*. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Teknoloji Dairesi Başkanlığı CBS Şube Müdürlüğü.
- Güvenç, T. (1973). *Gaziantep-Kilis bölgesi stratigrafisi*. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Jeoloji Etüdüleri Dairesi Rapor Arşivi, No: 304.
- Hack, J. (1957). Studies of longitudinal stream profiles in Virginia and Maryland. *Geological Survey*, 294-B, 45-97.
- Hızal, A., 1984. *Havza fotoğrafları yorumlamasının havza amenajmanı (Ova Deresi Havzası, Kocaeli) çalışmalarında uygulanma olanaklarının araştırılması*. İstanbul: İ.Ü. Yayın No: 3144, O.F. Yayın No: 341.

- Horton, R. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins; Hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geological Society of America Bulletin*, 56, 275-370.
- Hoşgören, M. (2012). *Hidrografyanın ana çizgileri 1*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Jasmin, I., & Mallikarjuna, P. (2013). Morphometric analysis of Araniar River Basin using Remote Sensing and Geographical Information System in the assessment of groundwater potential. *Arabian Journal of Geosciences*, 6(10), 3683-3692.
- Kalelioğlu, E. (1968a). Gaziantep Yöresi'nin fiziki coğrafyası. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi (DTCF)*, 3-4, 140-204.
- Kalelioğlu, E. (1968b). Gaziantep Platosu ve çevresinin iklimi. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi (DTCF)*, 3-4, 297-303.
- Karabacak, V. (2007). *Ölü Deniz Fay Zonu kuzey kesiminin Kuvaterner aktivitesi*. (Yayınlanmamış doktora tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Karademir, D. (2020). *Kilis ilinin beşeri ve ekonomik coğrafyası* (Yayınlanmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Karakum, E. S. (2020). *Alamansuyu Deresi Havzası'nın (Orta Kelkit Havzası) hidrografyası* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Karataş, A. (2017). *Karasu Çayı Havzası'nın hidrografik plânlaması*. İstanbul: Anka Matbaa.
- Kesici, Ö. (1994). *Kilis Yöresi'nin coğrafyası*. Kilis: Kültür Yayınları.
- Ketin, İ. (1983). *Türkiye jeolojisine genel bir bakış*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Vakfı Yayınları No: 32.
- Koçyiğit, A. (2013). New field and seismic data about the intraplate strike-slip deformation in Van region, East Anatolian Plateau, E Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, 62, 586-605.
- Makhamreh, Z., Al-Hawary, M., & Odeh, S. (2020). Assessment of morphometric characteristics of Wadi Al-Shumar catchment in Jordan. *Open Journal of Geology*, 10(2), 155-170.
- Mani, A., Kumari, M., & Badola, R. (2022). Morphometric analysis of Suswa River Basin using geospatial techniques. *Engineering Proceedings*, 27(1), 65.
- Miall, A. D. (1985). Architectural-elements analysis: A new method of Facies Analysis applied to fluvial deposits. *Earth Science Reviews*, 22, 261-308.

- Miller, J., Ritter, D., & Kochel, R. (1990). Morphometric assessment of lithologic control on drainage basin evolution in the Crawford Upland. *American Journal of Science*, 290, 569-599.
- Miller, V. (1953). *A quantitative geomorphic study of drainage basin characteristics in the Clinch Mountain Area*. New York: Department of Geology Columbia University.
- MTA. (2010). *1:100 000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları, Antakya O38 paftası* (İkinci baskı). Ankara: Jeoloji Etüdüleri Dairesi, No: 143.
- MTA. (2022). *1:100 000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları serisi, Antakya O37 paftası*. Ankara: Jeoloji Etüdüleri Dairesi, No: 289.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı. (2019). *Kilis tabiat turizmi master plâni, 2016-2019*. Doğa Koruma ve Millî Parklar Genel Müdürlüğü, III. Bölge Müdürlüğü.
- Özdemir, H. (2011). Havza morfometrisi ve taşkınlar. *Fiziki Coğrafya Araştırmaları: Sistematik ve Bölgesel* içinde, (Cilt 5, s. 507-526). İstanbul: Türk Coğrafya Kurumu Yayınları.
- Özşahin, E., Eroğlu, İ., & Özdeş, M. (2020). Yerşekilleri ve AKAÖ (Arazi kullanımı/arazi örtüsü) arasındaki ilişkinin incelenmesi: Hisarlıdağ ve yakın çevresi örneği (Enez/Edirne). (*Coğrafi perspektifle dağ ve dağlık alanlar sürdürülebilirlik-yönetim-örnek alan incelemeleri* içinde, Editörler: S. Birinci, Ç. K. Kaymaz, & Y. Kızıllan, s. 3-100). İstanbul: Kriter Yayınevi.
- Öztekin, S. Y. (2021). *Devrek Çayı Havzası'nın vejetasyonu ve hidrografyası*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük.
- Patton, P. C. (1988). Drainage Basin Morphometry Floods. V. Baker, R. Kochel, & P. Patton içinde, *Flood Geomorphology* (s. 51-56). Wiley, New York.
- Patton, P., & Baker, V. (1976). Morphometry and floods in small drainage basins subject to diverse hydrogeomorphic controls. *Water Resources Research*, 12(5), 941-952.
- Peksü, M. (1969). *Proposed rock unit nomenclature, Petroleum District V and VI, SE Turkey*. TPAO Arama Grubu, Arşiv No: 5158.
- Peltier, L. C. (1950). The geofraphic cycle in periglacial regions as it is related to climatic geomorphology. *Annals of Association of American Geographers*, 40, 214-236.
- Pike, R. (2000). *Geomorphometry-diversity in quantitative surfaces analysis*. *Progress in Physical Geography*, 24(1), 1-20.

- Pike, R. J., & Wilson, S. E. (1971). Elevation-relief ratio, hypsometric integral and geomorphic area-altitude analysis. *The Geological Society of America Bulletin*, 82(4), 1079-1084.
- Polat, N. (2019). *Araç Çayı Havzası'nın uygulamalı hidrografyası* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Karabük.
- Rai, P. K., Mohan, K., Mishra, S., Ahmad, A., & Mishra, V. N. (2017). A GIS-based approach in drainage morphometric analysis of Kanhar River Basin. *Applied Water Science*, 7, 217-232.
- Rich, P. M., Dubayah, R. O., Hetrick, W. A., & Saving, S. C. (1994). Using viewshed models to calculate intercepted solar radiation: Applications in ecology. *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing Technical*, 524-529.
- Rich, P. M., Hughes, G. S., & Barnes, F. J. (1993). Using GIS to reconstruct canopy architecture and model ecological processes in pinyon-juniper woodlands. *Proceedings of the Thirteenth Annual Environmental Systems Research Institute (ESRI) User Conference*, 2, 435-445.
- Ritter, D. F., Kochel, R. C., & Miller, J. R. (2002). *Process geomorphology* (3rd edition). Dubuque, IA: Brown Publishers.
- Rowberry, M. D. (2008). Constraining the altitudinal range of sub-horizontal denudation surfaces In Wales, U.K., using the elevation-relief ratio. *Revista Geografica Academica*, 2(2), 26-40.
- Roy, S. K., Chowdhury, A., Talukdar, S., Billah, M., Banik, A. C., & Mallick, J. (2022). Comparisons of watershed delineation of river network representation and morphometric analysis in Karnaphuli River Basin, Chittagong, Bangladesh: A study with Different Digital Elevation Model (DEM). *Research Square*. Doi: 10.21203/rs.3.rs-1243899/v1.
- Saha, S., Das, J., & Manda, T. (2022). Investigation of the watershed hydro-morphologic characteristics through the morphometric analysis: A study on Rayeng Basin in Darjeeling Himalaya. *Environmental Challenges*, 7, 100463.
- Şaroğlu, F., & Yılmaz, Y. (1986). Doğu Anadolu'da neotektonik dönemdeki jeolojik evrim ve havza modelleri. *MTA Dergisi*, 107, 73-94.
- Sassolas-Serrayet, T., Cattin, R., & Ferry, M. (2018). The shape of watersheds. *Nature Communications*, 9(1), 1-8.
- Schumm, S. A. (1956). The evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth, Amboi, New Jersey. *The Geological Society of America Bulletin*, 67(5), 597-646.

- Şengör, A. C. M, (1980). *Türkiye'nin neotektoniğinin esasları*. Ankara: Türkiye Jeoloji Kurultayı Konferanslar Serisi Yayınları, No: 2.
- Şengör, A. C. M., & Yılmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Şengör, A. C. M., & Yılmaz, Y. (1983). *Türkiye'de Tetis'in evrimi, Levha tektoniği açısından bir yaklaşım*. Ankara: Türkiye Jeoloji Kurumu, İ.T.Ü. Yer Bilimleri Özel Dizisi, No:1.
- Shekar, P. R., & Mathew, A. (2022). Evaluation of morphometric and hypsometric analysis of the Bagh River Basin using Remote Sensing and Geographic Information System techniques. *Energy Nexus*, 7, 100104.
- Shreve, R. (1967). Infinite Topologically Random Channel Networks. *The Journal of Geology*, 75, 178-186.
- Smith, K. G. (1950). Standards for grading textures of erosional topography. *American Journal of Science*, 248(9), 655-668.
- Stchepinsky, V. (1943). Géologie de la régoïn de Maraş-Gaziantep. *M.T.A.*, 7 é. ann. Fasc. 1-29.
- Strahler, A. N. (1952a). Dynamic basis of geomorphology. *Bulletin of the Geological Society of America*, 63(9), 923-938.
- Strahler, A. N. (1952b). Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. *The Geological Society of America*, 63(11), 1117-1142.
- Strahler, A. N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *American Geophysical Union Transactions*, 38(6), 913-920.
- Strahler, A. N. (1964). Quantitative geomorphology of drainage basin and channel networks. (In *Handbook of applied hydrology*, Ed: V. Chow, pp. 439-476). New York: McGraw Hill.
- Tağıl, Ş., & Jenness, J. (2008). GIS-based automated landform classification and topographic, landcover and geologic attributes of landforms around the Yazoren Polje, Turkey. *Journal of Applied Sciences* 8(6), 910-921.
- Tanyol, Ç., Yakar, H., & Ediger, V. Ş. (1997). *Güneydoğu Anadolu Bölgesi otokton istifinin biyostratigrafi atlası*. TPAO Eğitim Yayınları, No: 30.
- Tarım ve Orman Bakanlığı (2022). *Kilis tarımsal yatırım rehberi*. Ankara.
- Tatar, O., Piper, J., Gürsoy, H., Heimann, A., & Koçbulut, F. (2004). Neotectonic deformation in the transition zone between the Dead Sea Transform and the East

- Anatolian Fault Zone, Southern Turkey: A palaeomagnetic study of the Karasu Rift Volcanism. *Tectonophysics*, 385(1-4), 17-43.
- Terlemez, H., Şentürk, K., Ateş, Ş., Sümengen, M., & Oral, A. (1992). *Gaziantep dolayının ve Pazarcık-Sakçagöz-Kilis-Elbeyli-Oğuzeli arasının jeolojisi*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Raporu, No: 9526, Ankara.
- TOB, T. (2019). İçme suyu temin edilen suların kalitesi ve arıtılması hakkında yönetmelik. *Resmî Gazete* (30823), Madde 6.
- Tolun, N., & Pamir, H. (1975). Türkiye jeoloji haritası, Hatay paftası açıklaması. MTA, Ankara.
- Topuz, M. (2014). *Silifke-Erdemli arasındaki derelerin jeomorfometrik analizi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Topuz, M., & Karabulut, M. (2016). Limonlu ve Alata havzalarının (Mersin-Erdemli) jeomorfometrik analizi. *International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 11(2), 1231-1250.
- Tsujimoto, T. (1999). Fluvial processes in streams with vegetation. *Journal of Hydraulic Research*, 37(6), 789-803.
- Tülücü, K. (2002). *Su kaynaklarının plânlanması* (2. baskı). Adana: Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi.
- Tunç, M. S., & Ünlü, A. (2015). Zeytinyağı üretim atıksularının özellikleri, çevresel etkileri ve arıtım teknolojileri. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(2), 44-74.
- Ulu, Ü., Genç, Ş., Giray, S., Metin, Y., Çörekçioğlu, E., Örçen, S., Ercan, T., Yaşar, T., & Karabıyıkoglu, M. (1991). Belveren-Araban-Yavuzeli-Nizip-Birecik alanının jeolojisi. Senozoyik yaşlı volkanik kayaların petrolojisi ve bölgesel yayılımı. MTA Enstitüsü Derleme Rapor No: 9226, Ankara.
- Uludağ, M. & Fıçıcı, M. (2018). Saray ilçesinde (Tekirdağ) toprak erozyonunun Rusle yöntemiyle değerlendirilmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 70, 29-36.
- USGS. (2022). *Drainage area*. National Water Information System: Web Interface: <https://waterdata.usgs.gov/wa/nwis/current?type=basinda> (Access date: 17.07.2023).
- Utlı, M., & Özdemir, H. (2018). Havza morfometrik özelliklerinin taşkın üretmedeki rolü: Biga Çayı Havzası örneği. *Coğrafya Dergisi*, 36, 49-62.
- Verstappen, H. T. (1983). *Applied geomorphology* (Geomorphological Surveys for Environmental Development). New York: Elsevier.

- Wilson, H. H., & Krummenacher, R. (1957). *Geology and oil prospects of Gaziantep region, SE Turkey*. Ankara: Petrol Dairesi Başkanlığı Teknik Arşivi.
- Yazıcı, Ö. (2019). İklim bilgisi (Klimatoloji) (5. bölüm). *Genel Fiziki Coğrafya* içinde, Editörler: İ. Dölek, & H. Akengin, s. 139 - 188). Ankara: Pegem Akademi.
- Yazıcı, Ö. (2022). Jeomorfometrinin kullanıldığı lisansüstü tezlerin incelenmesi (Bölüm 19). (*Sosyal ve Beşeri Bilimlerde Araştırma ve Değerlendirmeler-I* içinde, Editörler: Z. Özomay & U. İnan, s. 361-380). Ankara: Gece Kitaplığı.
- Yılmaz, E., & Duran, O. (1997). *Güneydoğu Anadolu Bölgesi otokton ve allokton birimler stratigrafi adlama sözlüğü "Lexicon"*. Ankara: TPAO Araştırma Merkezi Grubu Başkanlığı, Yayın No: 31.
- Yılmaz, Y. (1993). New evidence and model on the evolution of the southeast Anatolian orogen. *Geological Society of America Bulletin*, 105, 251-271.
- Yılmaz, Y., & Yiğitbaş, E. (1990). SE Anadolu'nun farklı ofiyolitik–metamorfik birlikleri ve bunların jeolojik evrimdeki rolü. *Jeoloji Bildirileri (16-20 Nisan 1990)* (s. 128-140). Türkiye 8. Petrol Kongresi.
- Yılmaz, Y., Şaroğlu, F., & Güner, Y. (1987). Initiation of neomagmatism in the Eastern Anatolia. *Tectonophysics*, 134, 177-199.
- Yoldemir, O. (1987). *Suvarlı-Haydarlı-Narlı ve Gaziantep arasında kalan alanın jeolojisi, yapısal durumu ve petrol olanakları*. Ankara: TPAO Rapor No: 2257.
- Youssef, F. B., & Doumit, J. A. (2023). Morphometric analysis of hillslope evolution in the Kadisha River Basin based on archived aerial photographs. *Geosystems and Geoenvironment*, 2, 100132.

HARİTALAR LİSTESİ

Harita 1: Afrin Çayı Yukarı Havzası Lokasyon Haritası.....	31
Harita 2: Afrin Çayı Yukarı Havzası Hidrojeoloji Haritası	32
Harita 3: Havzanın Morfografya Haritası	51
Harita 4: Havzanın Yüzey Pozisyon Haritası.....	52
Harita 5: Havzanın Büyük Toprak Grupları Haritası.....	78
Harita 6: Havzanın Erozyon Risk Derecesi Haritası	79
Harita 7: Havzanın Orman Zonu Haritası	86
Harita 8: Havzanın Ağaç Örtüsü Yoğunluğu (%) Haritası	87
Harita 9: Havzanın Ağaç Türleri Haritası	90
Harita 10: Havzanın Arazi Kullanımı Haritası.....	93
Harita 11: Afrin Çayı Yukarı Havzası Alt Havzalar Haritası	101
Harita 12: Afrin Çayı Yukarı Havzası Drenaj Ağı Haritası	102
Harita 13: Altıbağ Deresi Alt Havzası Drenaj Ağı Haritası.....	104
Harita 14: Bozafrin Deresi Alt Havzası Drenaj Ağı Haritası.....	105
Harita 15: Değirmen Deresi Alt Havzası Drenaj Ağı Haritası.....	106
Harita 16: Deliçay Deresi Alt Havzası Drenaj Ağı Haritası	107
Harita 17: Derin Dere Alt Havzası Drenaj Ağı Haritası	108
Harita 18: Ferikpınar Deresi Alt Havzası Drenaj Ağı Haritası	109
Harita 19: Kara Dere Alt Havzası Drenaj Ağı Haritası	110
Harita 20: Karaafrin Deresi Alt Havzası Drenaj Ağı Haritası	111
Harita 21: Kınacık Deresi Alt Havzası Drenaj Ağı Haritası	112
Harita 22: Havzanın Strahler Yöntemi'ne Göre Çatallanma Haritası	120
Harita 23: Havzanın Shreve Yöntemi'ne Göre Çatallanma Haritası.....	121
Harita 24: Altıbağ Deresi Alt Havzası Strahler Çatallanma Yöntemi Haritası.....	126

Harita 25: Bozafrin Deresi Alt Havzası Strahler Çatallanma Yöntemi Haritası.....	127
Harita 26: Değirmen Dere Alt Havzası Strahler Çatallanma Yöntemi Haritası.....	128
Harita 27: Deliçay Deresi Alt Havzası Strahler Çatallanma Yöntemi Haritası	129
Harita 28: Derin Dere Alt Havzası Strahler Çatallanma Yöntemi Haritası	131
Harita 29: Ferikpınar Deresi Alt Havzası Strahler Çatallanma Yöntemi Haritası	132
Harita 30: Kara Dere Alt Havzası Strahler Çatallanma Yöntemi Haritası	133
Harita 31: Karaafrin Deresi Alt Havzası Strahler Çatallanma Yöntemi Haritası.....	134
Harita 32: Kınacık Deresi Alt Havzası Strahler Çatallanma Yöntemi Haritası	135
Harita 33: Afrin Çayı Yukarı Havzası Yükselti Basamakları	150
Harita 34: Havzanın Eğim (%) Haritası	155
Harita 35: Havzanın Bakı Yönleri Haritası	158
Harita 36: Havzanın Alansal Güneş Işınımı (<i>ASR</i>) Haritası	160
Harita 37: Havzanın Topografik Pozisyon İndeksi (<i>TPI</i>) Haritası	162
Harita 38: Havzanın Yüzey Alan Oranı (<i>SAR</i>) Haritası.....	164
Harita 39: Afrin Çayı Yukarı Havzası Yükselti-Rölyef Oranı Haritası.....	175

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: İklim Sınıflandırmaları	72
Tablo 2: Beşenli (Başpınar) Kaynağı Yıllık Ortalama Boşalım Değerleri.....	98
Tablo 3: Havza Uzunluğu (Lb), Havza Maksimum Genişliği (W) ve Ana Akarsu Uzunluğu (Lm)	116
Tablo 4: Ortalama Akarsu Uzunluğu (Lum)	117
Tablo 5: Strahler Yöntemi'ne Göre Kol Derece Sayıları (Nu) ve Uzunlukları (km) .	123
Tablo 6: Strahler Yöntemi'ne Göre Çatallanma Oran ve Ortalamaları.....	125
Tablo 7: Strahler Yöntemi'ne Göre Uzunluk Oranları (Rl).....	137
Tablo 8: Yatak Eğim Oranı (Rm) ve Yatak Kıvrımlılığı Oranı (Rsi)	140
Tablo 9: Havza Alanı (A), Havza Çevresi (P), Dairesellik Oranı (Rc), Havza Uzunluk Oranı (Re).....	144
Tablo 10: Vadi Yoğunluğu (Dd), Akarsu Sıklığı (Fs), İnfiltrasyon Sayısı (IN), Tekstür Oranı (Rt)	146
Tablo 11: Havzanın Yükselti Basamaklarının Yüzdeler Oranı	152
Tablo 12: Havza Maksimum Yüksekliği ($Hmax$), Havza Minimum Yüksekliği ($Hmin$), Havza Rölyefi (Bh), Rölyef Oranı (Rr) ve Hipsometrik İntegral (Hi)	166
Tablo 13: Gravelius Katsayısı (Kg).....	177

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1:** Havzanın Litolojisi, Geçirimsizlik Özelliği, Stratigrafisi ve A-B Kesiti (DSİ, 2015)37
- Şekil 2:** Akarsu Kol Derecelendirme Örneği (Güreşçi, Seyrek, & Sargın, 2012)..... 118

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1: Kilis Ortalama Yağış ve Sıcaklık Grafiği.....	57
Grafik 2: Kilis Ortalama Güneşlenme Süresi (s) Grafiği.....	57
Grafik 3: Kilis Ortalama ($\text{cal}\div\text{cm}^2$) ve Toplam ($\text{kWsaat}\div\text{m}^2$) Güneş Radyasyon Oranları	58
Grafik 4: Kilis Ortalama, En Yüksek Ortalama, En Düşük Ortalama Sıcaklık Grafiği	59
Grafik 5: Kilis En Yüksek ve En Düşük Sıcaklık Grafiği.....	59
Grafik 6: Kilis Ortalama Sıcaklık ve Ortalama İşba Sıcaklığı Grafiği	60
Grafik 7: Mutlak Nem.....	61
Grafik 8: Bulutlu ve Bulutsuz Günler Grafiği.....	62
Grafik 9: Bulutluluk Miktarı Grafiği	63
Grafik 10: Aylık Yağış Grafiği.....	64
Grafik 11: Kilis Ortalama Yağışlı Gün Sayısı.....	65
Grafik 12: Kilis Bulutluluk Miktarı (8 Okta) Grafiği	65
Grafik 13: Kilis Nispi Nem Grafiği	66
Grafik 14: Havzanın Basınç Grafiği	67
Grafik 15: Kilis İstasyonu Rüzgâr Gülü.....	68
Grafik 16: Musabeyli İstasyonu Rüzgâr Gülü.....	68
Grafik 17: Polateli İstasyonu Rüzgâr Gülü	69
Grafik 18: Şehitkamil (Sof Dağı) İstasyonu Rüzgâr Gülü	69
Grafik 19: Rüzgârlı Günler.....	70
Grafik 20: AGİ Yıllık Ortalama Akım m^3/sn Grafiği.....	94
Grafik 21: AGİ Aylık Ortalama Akım m^3/sn Grafiği	95
Grafik 22: Vadi yoğunluğu (Dd), Akarsu sıklığı (Fs) ve Infiltrasyon sayısı (IN) İlişkisi	147

Grafik 23: Havzanın Yükselti Basamaklarının Alansal Dağılımı (km ²) ve Yüzdelik Oranı	151
Grafik 24: Havzanın Eğim Gruplarının Alansal Dağılımı (km ²) ve Tekabül Ettikleri Yüzdelik Oran	154
Grafik 25: Bakı Yönlerinin Alansal Dağılımı (km ²) ve Yüzdelik Oranı	157
Grafik 26: Afrin Çayı Yukarı Havzası Hipsometrik Eğrisi (<i>Hc</i>).....	168
Grafik 27: Alt Havzaların Hipsometrik Eğrisi (<i>Hc</i>)	169
Grafik 28: Altıbağ Deresi Alt Havzası Hipsometrik Eğrisi (<i>Hc</i>)	170
Grafik 29: Bozafrin Deresi Alt Havzası Hipsometrik Eğrisi (<i>Hc</i>)	171
Grafik 30: Değirmen Dere Alt Havzası Hipsometrik Eğrisi (<i>Hc</i>)	171
Grafik 31: Deliçay Deresi Alt Havzası Hipsometrik Eğrisi (<i>Hc</i>)	172
Grafik 32: Derin Dere Alt Havzası Hipsometrik Eğrisi (<i>Hc</i>).....	172
Grafik 33: Ferikpınar Deresi Alt Havzası Hipsometrik Eğrisi (<i>Hc</i>)	173
Grafik 34: Kara Dere Alt Havzası Hipsometrik Eğrisi (<i>Hc</i>)	173
Grafik 35: Karaafrin Deresi Alt Havzası Hipsometrik Eğrisi (<i>Hc</i>)	174
Grafik 36: Kınacık Deresi Alt Havzası Hipsometrik Eğrisi (<i>Hc</i>).....	174

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

- Fotoğraf 1:** Belenözü Köyü yakınındaki gömük menderesler (Kaynak: Google Earth)41
- Fotoğraf 2:** Deliçay Deresi Alt Havzası'nda Karruca Dağı güney bakı tarafından görünüm ve önde zeytin yetiştirme alanları43
- Fotoğraf 3:** Asimetrik görünümlü Abbuzam Dağı'nın dikçe dağ eteklerinde oluşmuş birikinti koni ve yelpazelerine kuzeybatıdan güneydoğuya bakış. Deliçay Deresi üzerinde inşa edilen Balıklı Göleti ve ön kesimde zeytinlikler görülmektedir.44
- Fotoğraf 4:** Kara Dere'nin doğduğu Sof Dağı ve çevresinin güney bakı yönündeki zayıf vejetasyon ve aşınım yüzeyleri, ön kesimde Antep fıstığı ağaçları.....45
- Fotoğraf 5:** Değirmen Deresi Alt Havzası'nda, bindirme ile yükselen Sarıkaya Dağı'nın güney ucunu oluşturan kumtaşı, çakıltası ve marnlı zirvesiyle Burunkaya Tepesi'nin (1336 m) güney yönden görünümü46
- Fotoğraf 6:** 1165 m yükseltide bulunan ve ofiyolit serisinden meydana gelen Tekesivrisi Tepesi'ne güneydoğu yönünden bakış.....47
- Fotoğraf 7:** Bozafrin Deresi Alt Havzası'nda 1083 m rakımlı seyrek meşelerle kaplı Karadınnekkalesi Tepesi'nin güney bakı yönünden görünümü47
- Fotoğraf 8:** Çubukdiken Köyü güneyindeki Akbayır, Tiyekli ve Hacıarslan köyleri çevresinde oluşmuş yüksek ve alçak plato alanları48
- Fotoğraf 9:** Hayberi Dağı'nın kuzeybatısında Afrin Çayı'nın farklı derinliklerde parçaladığı plato alanlarından bir görünüm49
- Fotoğraf 10:** 864 m yükseklikteki Koncadağı Tepesi'nin doğu tarafındaki Afrin Çayı ve tarım yapılan ovalık alanlar50
- Fotoğraf 11:** Hayberi Dağı'nın güney ve doğu bakı yönü üzerindeki plato alanları zayıf bitki örtüsüyle kaplı olup, az eğimli ve düze yakın kesimlerde tarımsal amaçlı kullanılmaktadır.....53
- Fotoğraf 12:** Değirmen Dere Alt Havzası Kartalköy yakınında, kireçsiz kahverengi orman toprakları üzerinde seyrek çam ve meşelere rastlanan 1000-1100 m yükseltili sahaya batı yönünden bakış54
- Fotoğraf 13:** Afrin Çayı'nın vadi tabanını genişlettiği Kilis-Hatay Karayolu-Musabeyli yol çatı doğusunda bulunan Afrin Köprüsü yakınlarından görünüm55

- Fotoğraf 14:** Kilis-İslâhiye Yolu Musabeyli yol ayrımında dike yakın eğime sahip Kırmızımsı kahverengi toprak kesiti üzerinde meydana gelen parmak erozyonu 74
- Fotoğraf 15:** Kireçsiz kahverengi orman toprakları üzerinde ot, çalı ve ağaçlar; bunların gerisinde plato yüzeyinin silüeti..... 75
- Fotoğraf 16:** Hayberî Dağı'nın batısında yayılmış bazaltik topraklardan görünüm 76
- Fotoğraf 17:** Kartalköy ile Burunkaya Tepesi arasında, Değirmen Dere Alt Havzası'nda seyrek vejetasyonlu badlands topoğrafyası..... 77
- Fotoğraf 18:** Değirmen Dere Alt Havzası'nda Terken Köyü civarında gözlenen kolüvyal topraklar ve solda aşınım ile ortaya çıkan yeşil renkli serpantin serisi 81
- Fotoğraf 19:** Sofalaca Köyü civarı Kireçsiz kahverengi orman toprağı ve yamaç eteklerini kaplayan Kolüvyal toprak üzerindeki tarım alanı, bindirme zonu içerisinde sıkışarak yükselen Üst Kretase'ye ait sert ve dayanıklı killi kireçtaşlarında blok halinde parçalanma..... 82
- Fotoğraf 20:** Kartalköy yakınında tarımsal amaçla sürülmüş kolüvyal toprak ve geride yenilenebilir enerji üretimi için kurulan bir rüzgâr türbini 83
- Fotoğraf 21:** Değirmen Deresi Alt Havzası'ndaki Burunkaya Tepesi'nin eteklerinde yer alan Kolüvyal topraklar ve zeytin ağaçları 84
- Fotoğraf 22:** Yukarı Afrin Çayı'nın batı kesiminde yer alan Karaafirin Deresi Alt Havzası'nın 900-1100 m rakımlı çam ve meşe türlerinin yayıldığı ormanlık alan, çalışma alanındaki en yoğun vejetasyonlu ortamı meydana getirir 88
- Fotoğraf 23:** 1100 m civarında bir yükseltide kurulmuş olan Sarıkaya Köyü'nden güneybatıdaki Kireçsiz kahverengi orman topraklarıyla kaplı tepelere bakış 89
- Fotoğraf 24:** Bindirme zonu oluşturan dik yamaçlı kayalık Burunkaya Tepesi'nin eğimli doğu yamacındaki makilerden ve bahçelerden bir görünüm..... 91
- Fotoğraf 25:** Musabeyli Merkez'in güneyinde, Pliyosen bazaltlarının yaygın olduğu çevrede Deliçay Deresi ve kollarının suladığı tarım arazileri 92
- Fotoğraf 26:** Yukarı Afrin Barajı'ndan bir görünüm (Kaynak: DSİ arşivi) 96
- Fotoğraf 27:** Kireçsiz kahverengi orman toprakları üzerinde kurulmuş olan Yukarı Afrin Barajı'ndan bir görünüm..... 97

ÖZGEÇMİŞ

Mustafa Sait HAFIZOĞLU Karabük Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nden mezun oldu. Karabük Üniversitesi'nde Coğrafya lisansüstü eğitimine başladı.