



**GÖKPINAR ÇAYI HAVZASININ UYGULAMALI
JEOMORFOLOJİSİ**

Efe İZMİRLİ

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İsmail EGE

Uşak

Haziran, 2019

**GÖKPINAR ÇAYI HAVZASININ UYGULAMALI
JEOMORFOLOJİSİ**

Efe İZMİRLİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Coğrafya Ana Bilim Dalı Coğrafya Bölümü

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İsmail EGE

Uşak

Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Haziran; 2019



YÜKSEK LİSANS TEZ ÖZETİ

GÖKPINAR ÇAYI HAVZASININ UYGULAMALI JEOMORFOLOJİSİ

Efe İZMİRLİ

Coğrafya Anabilim Dalı

Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Haziran 2019

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İsmail EGE

Çalışmamızda “Gökpınar Çayı Havzasının Uygulamalı Jeomorfolojisi” konusu ele alınmıştır. Gökpınar Çayı, Büyük Menderes nehrinin önemli bir kolu olan Çürüksu Çayı'nın yan kolu niteliğindedir. Denizli ili sınırları içerisinde yer alan havzada, uygulamalı jeomorfolojik problemler yaşanmaktadır.

Çalışma sahası jeolojik olarak Menderes masifi ve Likya nap sisteminin dokanak noktasındadır. Aynı zamanda Batı Anadolu graben sisteminin bir parçası olan sahanın topografik görünümünün şekillenmesinde, tektonik hareketler ve flüviyal süreçler etkili olmuştur. Dağlık ve ovalık alan olmak üzere iki ana jeomorfolojik birimden oluşan çalışma sahası ortalama 903,8 m'lik bir yükseltiye sahiptir.

Jeomorfoloji-insan etkileşiminin geçmişten günümüze devam ettiği çalışma sahası sınırları içerisinde bilinçli/bilinçsiz yapılan uygulamalar, sonu can ve mal kayıplarına neden olacak/olan doğa olaylarının yaşanmasına sebep olmaktadır. Bu bakımdan uygulamalı jeomorfolojik problemlere etki eden faktörler tespit edilip, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) programları kullanılarak sayısal analizler eşliğinde incelenmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda sahada, depremsellik, kütle hareketleri, erozyon, sel ve taşkın, siltasyon gibi uygulamalı jeomorfolojik problemlerin meydana geldiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu problemlerin etkilerinin en aza indirilebilmesi için öneriler sunulmaya çalışılmış, oluşturulan duyarlılık haritaları ile halkın önceden bilinçlenmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Denizli, Gökpınar, Uygulamalı Jeomorfoloji, Erozyon, Depremsellik.*

ABSTRACT

APPLIED GEOMORPHOLOGY OF GÖKPINAR RIVER BASIN

Efe İZMİRLİ

Department of Geography

Institutes of Social Sciences Uşak University, June 2019

Advisor: Assistant Professor Dr. İsmail EGE

In this study “Applied Geomorphology of Gökpınar River Basin” has been researched. Gökpınar River is a side branch of Çürüksu River which is an important branch of the Büyük Menderes River. There are applied geomorphological problems in the basin within the boundaries of Denizli.

The study area is geologically located at the contact point of the Menderes massif and Lycian nappe system. At the same time in shaping the topographic view of the site, which is a part of the western Anatolian graben system, tectonic movements and fluvial processes have been effective. The study area, which consists of two main geomorphological units as mountainous area and plain, has an average elevation of 903.8 m.

Geomorphology-human interaction continues from the past to the present work within the boundaries of the conscious/unconscious applications, which leads to the loss of life and property causes the natural events/causes. In this respect, the factors affecting applied geomorphological problems were determined and examined with numerical analysis using geographic information systems (GIS) and remote sensing (UA) programs.

As a result of the studies carried out, it has been concluded that applied geomorphological problems such as seismicity, mass movements, erosion, floods and torrent, siltations have occurred. In order to minimize the effects of these problems, suggestions have been tried to be given, and the sensitivity maps are intended to raise publica wareness.

Key Words: *Denizli, Gökpınar, Applied Geomorphology, Erosion, Seismicity.*



UŞAK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
Tezli Yüksek Lisans Jüri ve Enstitü Onayı

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Coğrafya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı 164003014 No'lu öğrencisi Efe İzmirli'nin "Gökpınar Çayı Havzasının Uygulamalı Jeomorfolojisi" adlı tezi 24/06/2019 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Uşak Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca, Yüksek Lisans Tezi olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Jüri	Adı Soyadı	İmza
Danışman	: Dr. Öğr. Üyesi İsmail EGE	
Üye	: Prof. Dr. Hasan ÖZDEMİR	
Üye	: Doç. Dr. Selahattin POLAT	

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Mehmet KARAYAMAN

ÖNSÖZ

“Gökpınar Çayı Havzasının Uygulamalı Jeomorfolojisi” konulu çalışma, yüksek lisans tezi olarak ele alınmıştır. Çalışmada, sahanın jeomorfolojik özellikleri ve uygulamalı jeomorfolojik problemlere etki eden faktörler değerlendirilmiş, uygulamalı jeomorfolojik problemler ortaya koyulmuştur. Çalışma sonucunda ortaya koyulan problemlerin tespitinde, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama teknolojileri, sayısal analizler ve arazi çalışmalarından yararlanılmıştır.

Çalışmamızın birinci bölümünü giriş bölümü oluşturmaktadır. Bu bölümde çalışma sahasının sınırlarına, çalışmanın amacına, çalışmada kullanılan yöntemler ile konu ve saha ile ilgili önceden yapılmış akademik çalışmalara değinilmiştir. İkinci bölümde uygulamalı jeomorfolojik problemlere etki eden faktörler incelenmiş ve gerekli sayısal analizler yapılmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde arazi kullanım özelliklerine değinilmiş, temin edilen hazır veriler ve arazi gözlemleri birleştirilerek arazi kullanım haritası üretilmiştir. Dördüncü bölüm ise çalışmanın ana bölümüdür. Bu bölümde uygulamalı jeomorfolojik problemler incelenmiş, gerekli analizler yapıp haritalar üretilmiştir. Sonuç bölümünde çalışmanın genel değerlendirmesi yapılmış ve uygulamalı jeomorfolojik problemlere karşı öneriler sunulmuş, böylelikle çalışma sonlandırılmıştır.

Bu çalışmanın hazırlanmasında çalışmanın başından sonuna kadar beni destekleyen, bilgi ve fikirleri ile bana yön veren değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi İsmail EGE'ye teşekkür ederim.

Ortaöğretim eğitimi dönemimde coğrafya dersini bana sevdiren, böylelikle akademik düzeyde coğrafya eğitimi almam yönünde karar vermeme sağlayan Coğrafya Öğretmeni Esin YALÇINKAYA öğretmenime, lisans düzeyinde coğrafi bilgi ve becerilerimin gelişmesinde büyük emekleri olan OMÜ Coğrafya Bölümü öğretim üyelerine, lisansüstü düzeyinde ve tez çalışmamda çeşitli katkıları olan Dr. Öğr. Üyesi Selahattin POLAT'a, çalışma boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme ayrıca teşekkür ederim.

Efe İZMİRLİ

Uşak, 2019

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler:

Adı Soyadı: Efe İZMİRLİ

Doğum Yeri ve Tarihi: Uşak/ 17.08.1994

Lisans Öğretimi: Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Yüksek Lisans Öğretimi: Uşak Üniversitesi

Bilimsel Faaliyetler:

- Cernek Halkalama Kampı Katılım Belgesi (Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ornitoloji Araştırma Merkezi -2013) Samsun
- Akarsu Havzası Yönetiminin Coğrafi Kapsamı Bilimsel Eğitimi (Tübitak 2229) Bartın -2015

Sertifika Bilgileri:

- Environmental Systems Research Institute Certificate (ESRI, ARCGIS I AND II 2014)
- Toplumsal Cinsiyet Eşitliği Bağlamında Kadına Yönelik Şiddetin Önlenmesi ve Kadın Sağlığı İle İlgili Farkındalığın Arttırılması Projesi Katılım Sertifikası (OKA 2013-2014) SAMSUN

İş Deneyimi:

- Ege Eğitim Kurumları (01.08.2016- 01.06.2018)
- Artı Bir Özel Öğretim Kursu (01.08.2018-devam ediyor)

İletişim:

- e- posta: efeizmirli.64@gmail.com

İÇİNDEKİLER

YÜKSEK LİSANS TEZ ÖZETİ.....	III
ABSTRACT	IV
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI	V
ÖNSÖZ	VI
ÖZGEÇMİŞ	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
TABLO LİSTESİ.....	XI
ŞEKİL LİSTESİ.....	XII
HARİTA LİSTESİ	XIII
FOTOĞRAF LİSTESİ	XIV
KISALTMALAR DİZİNİ.....	XV
1.GİRİŞ	1
1.1. ÇALIŞMA SAHASININ YERİ VE SINIRLARI.....	1
1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI.....	2
1.3. KULLANILAN METOT VE MALZEME	2
1.4. LİTERATÜR TARAMASI.....	4
2. UYGULAMALI JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLERE ETKİ EDEN FAKTÖRLER	7
2.1. JEOLJİK ÖZELLİKLERİ	7
2.1.1. Paleozoyik.....	7
2.1.2. Mezozoik.....	8
2.1.3. Tersiyer	10
2.1.4. Kuvaterner	11
2.2. TEKTONİK ÖZELLİKLER	12
2.3. KLİMATİK ÖZELLİKLER.....	16
2.3.1. Sıcaklık	17
2.3.2. Yağış	18

2.3.3. Rüzgar	21
2.3.4. Nem.....	22
2.3.5. Yağış Etkinliği ve İklim Tipi	23
2.4. HİDROGRAFİK ÖZELLİKLER	25
2.4.1. Akarsular.....	25
2.4.2. Havzanın Sayısal Analizi.....	26
2.4.2.1. Havzanın Şekil Özelliği	26
2.4.2.2. Çatallanma Oranı	28
2.4.2.3. Akarsu Boyuna Profili	29
2.4.2.4. Drenaj Yoğunluğu.....	30
2.4.2.5. Akarsu Akım ve Rejim Özellikleri	31
2.4.3. Göller	33
2.5. TOPRAK ÖZELLİKLERİ	34
2.5.1. Kırmızımsı Akdeniz Toprakları.....	34
2.5.2. Kahverengi Orman Toprakları.....	34
2.5.3. Kireçsiz Kahverengi Orman Topraklar.....	35
2.5.4. Kolüvyal Topraklar.....	35
2.5.5. Alüvyal Topraklar.....	35
2.5.6. Rendzinalar	35
2.6. BİTKİ ÖRTÜSÜ ÖZELLİKLERİ.....	36
2.6.1. Orman Vejetasyonu	37
2.6.2. Maki Topluluğu	38
2.6.3. Alpin Bitkiler	39
2.6.4. Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI)	40
2.7. JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER	42
2.7.1. Çalışma Sahasının Jeomorfometrik Özellikleri	43
2.7.1.1. Hipsometrik Eğri ve Hipsometrik İntegral.....	44
2.7.1.2. Transvers Topografik Simetri (T) ve Asimetri Faktörü (AF)	46
2.7.1.3. Akarsu Uzunluk- Gradyan İndeksi (SL)	48
2.7.1.4. Vadi Tabanı Genişliği ve Vadi Yüksekliği Oranı (V_f)	49
2.7.2. Jeomorfolojik Birimler	50
2.7.2.1. Dağlık Alanlar	51

2.7.2.2. Az Eğimli Düzlükler	53
2.7.2.3. Vadi Tabanı Düzlükleri.....	53
2.7.2.4. Vadiler.....	54
2.7.2.5. Ovalık Alanlar	56
2.7.2.6. Mağaralar	56
2.7.2.7. Birikinti Koni ve Yelpazeleri	58
2.7.2.8. Kayşat Konileri	60
2.7.3. Eğim Özellikleri.....	60
2.7.4. Bakı Özellikleri.....	62
3. GÖKPINAR ÇAYI HAVZASININ ARAZİ KULLANIM ÖZELLİKLERİ	64
4. GÖKPINAR ÇAYI HAVZASININ UYGULAMALI JEOMORFOLOJİSİ.....	70
3.1. DEPREMSELLİK	70
3.2. KÜTLE HAREKETLERİ	73
3.3. SEL VE TAŞKIN	76
3.4. EROZYON.....	78
3.5. SİLTASYON.....	81
SONUÇ VE ÖNERİLER	83
KAYNAKÇA.....	87

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Denizli Yıllık Ortalama, Yüksek Ortalama ve Düşük Ortalama Sıcaklık Verileri	18
Tablo 2: Denizli’de Aylık Ortalama Yağış Değerleri	19
Tablo 3: Denizli’de Aylara Göre Ortalama Nispi Nem Değerleri	22
Tablo 4: Denizli, Thorntwaite Su Bilançosu.....	24
Tablo 5: Gökpınar Çayı ve Yan Kollarının Çatallanma Oranı	28
Tablo 6: Çalışma Sahasında Yükselti Basamaklarının Alansal Oranı	43
Tablo 7: Çalışma Sahasının Eğim Değerlerinin Kapladığı Alanlar	62
Tablo 8: Çalışma Sahasının Bakımın Alansal ve Oransal Dağılımı	62
Tablo 9: Kesikli Şehir Yapısı Sınırlarında Bulunan Mahallerin Nüfusu	65
Tablo 10: Heyelan Duyarlık Analizinde Kullanılan Parametrelerin Etki Değerler ...	73
Tablo 11: Taşkın Duyarlık Analizinde Kullanılan Parametrelerin Etki Değerleri	77
Tablo 12: Çalışma Sahasında Taşkın Duyarlık Alanları ve Oransal Dağılışı	78

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Denizli’de Aylık Ortalama Yağış ve Sıcaklık Grafiği.....	19
Şekil 2: Denizli’de Yağışın Mevsimlere Göre Dağılışı Grafiği.....	20
Şekil 3: Denizli’de Yıllık Ortalama Rüzgar Gücü Diyagramı.....	22
Şekil 4: Denizli, Thorntwaite Su Bilançosu Diyagramı.....	24
Şekil 5: Gökpınar Çayı Boyuna Profili	29
Şekil 6: Çalışma Sahasının Hipsometrik Eğrisi	45
Şekil 7: Gökpınar Çayı’nın SL Değerlerini Gösteren Profil.....	49
Şekil 8: Çalışma Sahasının V_f Değerleri.....	50
Şekil 9: Gökpınar Çayı Aşağı Çığırının Enine Vadi Kesiti	55
Şekil 10: Çalışma Sahasında Arazi Sınıflandırmasının Oransal Dağılımı.....	68
Şekil 11: Çalışma Sahasının Erozyon Duyarlılığının Oransal Dağılımı	80

HARİTA LİSTESİ

Harita 1: Çalışma Sahasının Yeri ve Sınırları	1
Harita 2: Çalışma Sahasının Jeoloji Haritası.....	12
Harita 3: Çalışma Sahasının Tektonik Haritası (Koçyiğit (2005); Topal (2012)'dan yararlanılarak çizilmiştir)	13
Harita 4: Pamukkale Fayı SMF Değeri ve Ölçüm Noktasını Gösteren Harita	15
Harita 5: Cankurtaran Fayı SMF Değeri ve Ölçüm Noktasını Gösteren Harita	15
Harita 6: Çalışma Sahasında Yağışın Dağılışı Haritası.....	21
Harita 7: Çalışma Sahasının Akarsu Ağı Haritası.....	26
Harita 8: Çalışma Sahasının Alt Havza Haritası	27
Harita 9: Gökpinar Çayı Çatallanma Evreleri Haritası	28
Harita 10: Çalışma Sahasının Drenaj Yoğunluğunu Gösteren Harita.....	31
Harita 11: Çalışma Sahası Toprak Dağılışı Haritası	36
Harita 12: Çalışma Sahasının NDVI Haritası	40
Harita 13: Çalışma Sahasının Yükselti Basamaklarını Gösteren Harita.....	44
Harita 14: Sahanın Transvers Topografik Simetri Faktörünü Gösteren Harita	47
Harita 15: Çalışma Sahasının Asimetri Faktörü	47
Harita 16: Çalışma Sahasının Eğim Haritası (Eğim Sınıflandırması Erol, (1993)'ten Yararlanılarak Yapılmıştır)	61
Harita 17: Çalışma Sahasının Bakı Yönlerini Gösteren Harita.....	63
Harita 18: Çalışma Sahasının CORİNE Arazi Sınıflandırması (2012).....	69
Harita 19: Türkiye Deprem Tehlike Haritası (AFAD, 2018).....	70
Harita 20: Çalışma Sahası ve Yakın Çevresinde Meydana Gelen Tarihsel Depremler	72
Harita 21: Çalışma Sahasında Deprem Yoğunluğunu Gösteren Harita.....	72
Harita 22: Çalışma Sahasının Heyelan Duyarlılığını ve Eski Heyelanlarını Gösteren Harita.....	75
Harita 23: Çalışma Sahasının Taşkın Duyarlılık Haritası	78
Harita 24: Çalışma Sahasında Erozyon Duyarlılığını Gösteren Harita.....	81

FOTOĞRAF LİSTESİ

Fotoğraf 1: Menderes Masifine Ait Şiştlar.....	7
Fotoğraf 2: Bediyurdu Tepe Mevkiinde Yüzeyleyen Serpantin Çakıllı Konglomeralar	9
Fotoğraf 3: Kolonkaya Formasyonuna Ait Erozyona Müsait Marn İstifi.....	11
Fotoğraf 4: Karaca Mağarası Yolu Üzerinde Görülen Fay Aynası (730 m).....	16
Fotoğraf 5: Eğim Kırığına Karşılık Gelen Yerin Alazık Tepeden Görünümü (GB-KD Bakış)	30
Fotoğraf 6: Teleferik Bölgesinden Gökpınar Baraj Gölü (GD-KB Bakış)	33
Fotoğraf 7: Alazık Tepe Yakınında Yayılış Gösteren Kızılçam Ormanı.....	38
Fotoğraf 8: Karaca Mağarası Yolu Üzerinde Görülen Maki Toplulukları	39
Fotoğraf 9: Gökpınar Baraj Gölü Doğusunda Bitki Örtüsünün Seyrek Olduğu Bölge (D-B Bakış).....	41
Fotoğraf 10: Çalışma Sahasının En Yüksek Noktası Olan Honaz Dağı (KB-GD Bakış)	42
Fotoğraf 11: Karakurt Mahallesi Yakınından Honaz Dağı, Çatal Tepe ve Ortaca Dağı'nın Görünümü (KB-GD Bakış)	51
Fotoğraf 12: Karakurt Mahallesi Yakınından Ortaca Dağı, Keçitaşı Tepesi, Çakıroluk Tepesi, Kocakır Tepesi ve Yukarıoluk Tepesinin Görünümü (KD-GB Bakış).....	52
Fotoğraf 13: Çukurköy Grabeni ve Güney Sınırına Bakış (KD-GB)	53
Fotoğraf 14: Gömük Menderes İçerisinde Oluşmuş Vadi Tabanı Düzlükleri	54
Fotoğraf 15: Zeytin Dere Boğazı	56
Fotoğraf 16: Karaca Mağarasının Giriş Kısmından Görünüm.....	57
Fotoğraf 17: Hamam Derenin Sol Sahil Yamacında Gelişen Bir Mağara.....	58
Fotoğraf 18: Değirmendere Vadisinin Grabene Ulaştığı Noktada Gelişen Birikinti Konisi	59
Fotoğraf 19: Çukurköy Grabeninde, Üzerinde Tarım Yapılan Birikinti Konisi	59
Fotoğraf 20: Honaz Dağı Batı Yamacında Gelişen Kayşat Konileri	60
Fotoğraf 21: Çalışma Sahasının Batısında Bulunan Kesikli Şehir Yapısından Görünüm	65
Fotoğraf 22: Ortaca Dağı Doğusunda Çıplak Kayalık Alan	67
Fotoğraf 23: Honaz Dağı Tüneli, Cankurtaran Mevkii.....	68
Fotoğraf 24: Gökpınar Baraj Gölü Yakınındaki Kolonkaya Formasyonu (DB Bakış)	82

KISALTMALAR DİZİNİ

°: Derece

' : Dakika

%: Yüzde

AFAD: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı

B: Batı

C: Santigrat

CBS: Coğrafi Bilgi Sistemleri

CORİNE: Coordination of Information on the Environment

D: Doğu

DAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu

DEM: Digital Elevation Model

G: Güney

GD: Güneydoğu

GPS: The Global Positioning System

K: Kuzey

KAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu

KB: Kuzeybatı

KD: Kuzeydoğu

m: Metre

max: Maksimum

min: Minimum

mm: Milimetre

MTA: Maden Tetkik Arama

NDVI: Normalized Difference Vegetation Index

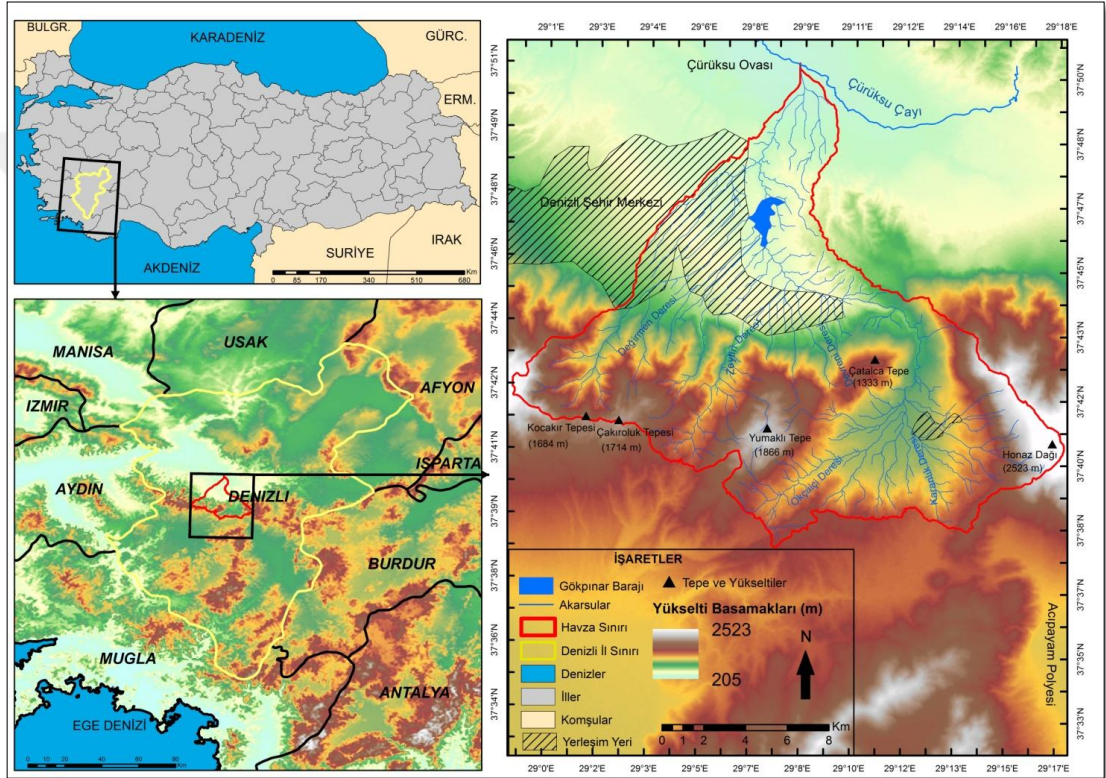
RUSLE: Revised Universal Soil Loss Equation

UA: Uzaktan Algılama

1.GİRİŞ

1.1. ÇALIŞMA SAHASININ YERİ VE SINIRLARI

Çalışma sahası Denizli ili idari sınırları içerisinde yer almaktadır. Gökpınar Çayı havzasının aşağı çığı Denizli şehir merkezinin doğusunda, yukarı çığı ise güneydoğusunda bulunmaktadır. Coğrafi koordinat sistemine göre 37°62'–37°87' K enlemleri ile 28°99'–29°37' D boylamları arasında bulunmaktadır. Araştırma sahası Çürüksu Çayı havzasının alt havzası niteliğindedir (Harita 1).



Harita 1: Çalışma Sahasının Yeri ve Sınırları

Gökpınar Çayı havzasının yüz ölçümü 263,06 km² olarak hesaplanmıştır. Havza sınırları içerisinde yükselti değeri 205 m-2523 m arasında değişiklik göstermekte, yükselti genel olarak KG yönlü gidildikçe artmaktadır. Kuzeyde 205 m olarak başlayan yükselti değeri, güneyde Kocakır Tepe'de 1684 m'ye, Çakıroluk Tepe'de 1714 m'ye, Yumaklı Tepe'de 1866 m'ye, güneydoğuda Honaz Dağı'nda ise 2523 m'ye kadar çıkmaktadır. Ayrıca GK yönlü yaklaşık 13 km'lik kuş uçuşu mesafe bulunmaktadır. Bu kısa mesafede meydana gelen yükselti değişiminin fazla olması sahanın dağlık ve engebeli olduğunu göstermektedir. Havzanın uç noktalarını

kuzeyde Çürüksu Çayı, batıda Tokluyatak Tepesi, doğuda Honaz Dağı, güneyde Sancak Tepesi oluşturmaktadır.

1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI

Gökpınar Çayı havzası bugüne kadar, gerek jeomorfoloji gerekse uygulamalı jeomorfoloji özelinde çalışılmamıştır. Bu bakımdan havza, jeomorfolojik problemler barındırmasına karşın bu problemler daha önce araştırılıp ortaya koyulmamıştır. Gökpınar Çayı havzasındaki bu eksiklik tarafımızca belirlenip bu eksikliğin giderilmesi, havzada meydana gelen ve gelebilecek olan uygulamalı jeomorfolojik problemlerin araştırılıp sebeplerinin coğrafi bakış açısıyla ortaya koyulması hedeflenmektedir.

Çalışma sahasında çalışma kapsamında tespit edilen uygulamalı jeomorfolojik problemler deprem, erozyon, kütle hareketleri, sel ve taşkın, siltasyon olayıdır. Problem olarak değerlendiren bu olaylar esasında birer doğa olayıdır. Ancak şiddetlerinin yüksek olması karşımıza problem olarak çıkmalarına sebep olmaktadır. Şiddetlerinin yüksek olmasında veya süreç içerisinde yükselmesinde mekana uygun yapılmayan ve mekanın taşıma kapasitesini aşan planlamaların önemli etkileri vardır. Doğru ve etkili bir mekansal planlama için sahanın jeomorfolojik özellikleri ve jeomorfolojiyi etkileyen süreçlerin tespit edilmesi, planlamanın bu özelliklere göre şekillenmesi gerekmektedir. Bu bakımdan uygulamalı jeomorfoloji çalışmaları oldukça önemlidir.

1.3. KULLANILAN METOT VE MALZEME

“Gökpınar Çayı Havzasının Uygulamalı Jeomorfolojisi” isimli yüksek lisans tez çalışmasının ilk aşamasında geniş bir literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması sonucu ulaşılan, havza sınırları içerisinde yapılan akademik çalışmalar ile konu ile ilgili yapılan akademik çalışmalara ayrı başlıklar açılarak değinilmiştir.

Literatür taramasının ardından çalışma sahasının sınırlarını belirleyebilmek amacıyla Harita Genel Komutanlığı'ndan 1/25000 ölçekli m22a3, m22a4, m22c1, m22c2, m22d1 ve m22d2 paftaları temin edilmiştir. Temin edilen bu paftalar Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama teknolojileri kullanılarak ArcMap 10.3 paket programı üzerinde yapılan sayısallaştırma işlemleri ve analizleri sonucunda DEM

verisine dönüştürülmüş ve yapılan analizler sonucunda Gökpinar Çayı'nın su toplama havzasının sınırları belirlenmiştir.

Çalışma sahasının sınırlarının belirlenmesinden sonra, havza sınırları içerisinde görülen jeolojik formasyonların tespiti yapılmıştır. Bu bağlamda, Maden Tetkik Arama Enstitüsü'nden gerekli altlık veriler temin edilmiştir. Temin edilen jeoloji verileri ışığında ArcMap 10.3 programı kullanılarak sayısallaştırma yapılmış ve havzanın jeoloji haritası üretilmiştir. Jeoloji haritası yapımında literatürde bulunan akademik çalışmalardan ve arazi gözlemlerinden de yararlanılmıştır.

Havzanın klimatolojik özelliklerini ortaya koymak amacıyla Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden gerekli iklimik gözlem verileri temin edilmiştir. Çalışma sahası sınırları içerisinde gözlem yapan meteoroloji istasyonu bulunmaması nedeniyle, çalışma sahasına en yakın istasyon özelliğinden olan Denizli Meteoroloji İstasyonu verileri kullanılmıştır. Denizli Meteoroloji İstasyonu verileri kullanılarak sahanın sıcaklık, yağış, nem ve rüzgar gibi iklim elemanlarını değerlendirmek amacıyla grafik ve tablolar üretilmiştir. Yine bu veriler kullanılarak çalışma sahasının Thorntwaite iklim sınıflandırmasına göre iklim tipi belirlenmiş ve su bilançosu tablosu üretilmiştir.

Çalışma sahasının hidrografik özelliklerini ortaya koyabilmek için öncelikle ArcMap 10.3 programı kullanılarak akarsu drenaj ağı belirlenmiştir. Akarsu drenaj ağı Strahler yöntemine göre belirlenmiştir. Akarsu drenaj ağının belirlenmesi ve Devlet Su İşleri Müdürlüğü'nden alınan Gökpinar regülatörüne ait akım gözlem verileri ile Gökpinar Çayı havzasının sayısal analizi yapılmıştır.

Havzanın toprak dağılışı haritası, Denizli İl Tarım Müdürlüğü'nden alınan toprak verileri ve arazi gözlemleri ile oluşturulmuştur. Landsat 8 OLI/TIRS uydusuna ait görüntüler, ArcMap 10.3 programı ile NDVI görüntüsüne dönüştürülmüş ve NDVI haritası üretilmiştir.

Çalışma sahasına düzenlenen arazi çalışmaları ile jeomorfolojik birimler tespit edilip yerinde gözlemler yapılmıştır. Arazi çalışmalarında jeolog çekici, GPS, lazer metre, fotoğraf makinesi ve asit kullanılmıştır. Yapılan arazi çalışmaları sonrasında ArcMap 10.3 programı kullanılarak morfometrik analizler yapılmıştır. Sahaya ait eğim ve baki haritaları üretilmiştir.

Çalışmamızın bu bölüme kadar olan kısmı uygulamalı jeomorfolojik problemlere sebep olan etkenlerin saha içerisindeki özellikleri ve dağılışıdır. Tüm bu bulgular sentezlenerek sahada gözlemlenen uygulamalı jeomorfolojik problemler tespit edilmiştir. Tespit edilen uygulamalı jeomorfolojik problemler ayrı ayrı başlıklar halinde coğrafi bir perspektif ile değerlendirilmiştir. Uygulamalı jeomorfolojik problemlerin ortaya koyulmasından sonra sahaya ait arazi kullanım haritası üretilip yorumlanmıştır. Arazi kullanım haritası CORINE arazi sınıflandırmasına göre üretilmiştir.

Çalışmanın son bölümünde ise uygulamalı jeomorfolojik problemlere karşı tarafımızca üretilen çözüm önerilerine değinilmiş, tüm bulgular, analizler ve öneriler tez haline getirilip çalışma sonlandırılmıştır.

1.4. LİTERATÜR TARAMASI

Uygulamalı jeomorfoloji çalışmaları geçmişten günümüze araştırmacılar tarafından sıklıkla çalışılan bir araştırma konusu olmuştur. Yapılan literatür taramaları sonucunda konu ile alakalı birçok çalışmaya rastlanılmıştır (Turoğlu vd., 1994; Cürebal vd., 1998; Soykan, 1999; Cürebal, 2003; Ekinci, 2004; Bayrakdar, 2006; Dölek, 2008; Uysal, 2015; Gündüz, 2016; Demirağ Turan, 2016; Hatipoğlu, 2017; Işık, 2017; Yılmaz, 2018). Bu çalışmalar salt uygulamalı jeomorfoloji çalışmalarıdır. Literatürde jeomorfolojik ve uygulamalı jeomorfolojik özelliklerinin birlikte incelendiği çalışmalar da mevcuttur (Özoğul, 1987; Özdemir, 1989; Tellioğlu, 2001; Özen, 2004; Siler, 2009; Avcı, 2014). Yukarıda bahsedilen çalışmaların dışında jeomorfolojik özelliklerden kaynaklanan afet boyutuna ulaşmış, tek bir doğa olayının incelenmesine yönelik çalışmalarda (kütle hareketleri, deprensellik, erozyon, siltasyon, sel, taşkın, çığ vb.) uygulamalı jeomorfoloji çalışması olarak kabul edilebilir.

Uygulamalı jeomorfoloji böylesine yaygın çalışılan bir konu olmasına rağmen çalışma sahası sınırları içerisinde ve yakın çevresinde çalışılmış bir konu değildir. Yapılan literatür taramalarında çalışma sahası ve yakın çevresinde daha çok jeoloji çalışmalarının yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalardan bazıları çalışma sahasının bir bölümünü de kapsamaktadır. Aşağıda sadece çalışma sahasını kapsayan araştırmalara değinilmiştir.

“Denizli'nin Güneyinde Menderes Masifi ve Likya Naplarının Jeolojisi” isimli makale, çalışma sahasının bir bölümünü kapsayan en temel çalışmaların başında gelmektedir. Okay (1989) bu makalesinde, Menderes masifi ve Likya naplarının bir bölümünün jeolojik özelliklerini ve gelişimini açıklamıştır. Özkul vd. (2002) *“Denizli Travertenlerinin Petrografik Özellikleri ve Depolanma Ortamları”* çalışmalarında, Denizli havzasındaki travertenleri incelemişler, bu çalışma Gökpınar havzasındaki travertenleri de kapsamaktadır. Topal (2003), *“Denizli Neojen İstifinin Stratigrafisi ve Tektonik Özellikleri”* konulu yüksek lisans tezinde, Denizli havzası içerisinde yer alan Karakova yükseliminin tektonik özelliklerini, eski depremlerin varlığı ve bu depremlerin etkilerini incelemiştir. Topal (2012), *“Denizli Havzasındaki Fayların Tektonik Jeomorfolojisi (Gb Türkiye)”* konulu doktora tezinde ise, Honaz, Pamukkale ve Babadağ faylarının tektonik jeomorfolojisini incelemiştir. Çalışma, Babadağ fayı ve bu faya ait segmentleri kapsadığı için çalışmamızda önemli bir kaynak olmuştur.

Kumsar vd. (2004), *“Denizli İl Merkezi Yerleşim Alanının Jeolojik, Jeoteknik Kent Bilgi Sistemi (Jeo-Kbs)”* isimli araştırma projelerinde, proje kapsamında üretilen verilere ilişkin jeolojik ve jeoteknik kent bilgi sistemi oluşturulmuştur. Proje, çalışma sahasının batısındaki yerleşim alanlarını kapsamaktadır. Koçyiğit (2005) ise, *“Denizli Graben-Horst System And The Eastern Limit Of Western Anatolian Continental Extension: Basin Fill, Structure, Deformational Mode, Throw Amount and Episodic Evolutionary History, SW Turkey”* isimli çalışmasında, Denizli horst-graben sistemindeki kıtasal genişlemeyi incelemiştir. Taşdelen vd. (2016)'i ise, *“Çukurköy (Denizli) Dolayının Sığ Yeraltı Suyu Hidrojeoloji İncelemesi”* konulu makalelerinde, bizimde çalışma sahasının önemli bir kısmını oluşturan Çukurköy grabeninin yeraltı hidrojeolojisini incelemiştir. Yapılan inceleme sonucunda çalışma sahasında bulunan yeraltı su miktarının kısa mesafelerde değiştiğini belirtmiştir.

Gökpınar Çayı havzası jeoloji çalışmalarının yanında farklı bilim dallarının da çalışma alanı olmuştur. Literatürde Gökpınar Çayı'nın kirlilik parametrelerinin araştırıldığı Turan (2004), Polat (2015) çalışmaları bulunmaktadır. Çalışma sahası sınırları içerisinde baraj gölünün varlığı mühendislik bilimleri açısından da sahayı araştırma alanı haline getirmiştir. Dikbaş (1996) ve Beyaz vd. (2007), Gökpınar Baraj Gölünün dolusavak yapısının ve göl haznesinde meydana gelen akıntıların

incelendiği çalışmalardır. Bitki rts ile ilgili çalışmalar ise, Gürcan ve Düşen (2015), Büyükoğlan (2010), Coşkun (2017) tarafından yapılmıştır. Çalışma sahasını kapsayan bir diğer çalışma ise, Güner Bacanlı ve Tuğrul (2016) tarafından yapılan ve baraj gölü yapımından sonra iklimde meydana gelen değişimlerin araştırıldığı çalışmadır.



2. UYGULAMALI JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLERE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

2.1. JEOLJİK ÖZELLİKLERİ

Çalışma sahasının jeolojik özellikleri, uygulamalı jeomorfolojik problemlerin ortaya çıkmasında önemli bir faktördür. Bu yüzden çalışma sahasının jeolojik özellikleri aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır. Çalışma sahasının jeolojik özellikleri açıklanırken daha önce yapılmış çalışmalar ve arazi gözlemlerinden elde edilen bilgilerden yararlanılmıştır. Çalışma sahasında dört ana jeolojik döneme ait araziler bulunmaktadır.

2.1.1. Paleozoyik

Menderes Masifi

Çalışma sahasının batısından, doğuda Honaz dağına kadar olan bölgede geniş bir alanda yüzeylemektedir. Menderes masifi Paleozoyik yaşlı Ortaköy formasyonu ile Mezozoyik yaşlı Zeybekölen ve Yılanlı formasyonundan oluşur (Harita 2).



Fotoğraf 1: Menderes Masifine Ait Şişitler

Ortaköy Formasyonu

Ortaköy formasyonu; düşük dereceli granat şist, iki mikalı şist, fillat ve serizit klorit şist, kloritoyidli kuvars-muskovitşist, kuvarsit, kuvars şist, kuvars-muskovit şist, mermer mercek ve bantlarından oluşur (Sun, 1990; Topal, 2012). Ortaköy formasyonuna ait birimleri çalışma sahasının batısında bulunan Paleozoyik yaşlı şist, kuvarsit ve kuvarsşistler temsil etmektedir

2.1.2. Mezozoik

Yılanlı Formasyonu

Yılanlı formasyonu; Menderes masifinin Mesozoyik neritik karbonat örtüsünü temsil eder (Okay, 1989). Çalışma sahasının doğu sınırını oluşturan Honaz Dağı'nın yamaçlarında mostra vermektedir.

Zeybekölen Formasyonu

Zeybekölen formasyonu; Okay (1989) tarafından tanımlanmıştır. Menderes masifinin en üst istifini oluşturmaktadır. Düşük dereceli metamorfizma geçirmiş, ince-orta tabakalı, gri, açık gri, bordo, sıkça çört yumru ve ardalımalı kireçtaşı, kalsitübidit, karbonatlı şeyl, dağılğan, ince taneli, açık yeşil şeylden oluşur (Okay, 1989). Çalışma sahasının doğu sınırını oluşturan Honaz Dağı'nın batı yamacında mostra vermektedir.

Likya Napları

Likya napları, Mesozoyik yaşlı Honaz şeyili, Sandak birimi, Honaz ofiyolitik melanjı ve Göbecik tepe biriminden oluşur (Topal, 2012). Likya naplarını çalışma sahasımızda Sandak birimi ve Honaz ofiyolitik melanjı temsil etmektedir.

Sandak Birimi

Likya naplarına ait Sandak birimi Erken Jura yaşlı Karaova ve Gereme formasyonları ile Jura-Kretase yaşlı Çatalca Tepe kireçtaşları yüzeyler (Okay 1989). Çatalca Tepe kireçtaşı çalışma sahasının orta kesiminde, Çatalca Tepe ve Ortaca Dağı'nda geniş bir alanda görülmektedir. 750 metre kalınlığı bulunan formasyon hafif derece de rekristalizasyon geçirmiştir (Okay, 1989).

Honaz Ofiyolitik Melanji

Honaz ofiyoliti Okay (1989) tarafından tanımlanmıştır. Serpantinleşmiş peridotitten oluşan bu birim özellikle Honaz Dağı'nın doğusunda geniş alanda görülmektedir. Bu birim çalışma sahasımızda ise Bediyurdu tepe mevkiinde açık bir şekilde gözlemlenmektedir (Foto 2). Serpantin çakıllı konglomeralar iyi yuvarlaklanmış ve yer yer kırmızı rengini almıştır.



Fotoğraf 2: Bediyurdu Mevkiinde Yüzeyleyen Serpantin Çakıllı Konglomeralar
Zeytinyayla Formasyonu

Menderes masifinin üstünde, Sandak biriminin altında yer alan Zeytinyayla formasyonu çalışma sahasında, Ortaca Dağı'nın batısında görülmektedir.(Okay, 1989). Yeşil, boz, kahverengi şeyl, silttaşı, kumtaşı ve seyrek kırmızı şeylden oluşan formasyonun çökeltme yaşı, Zeytin yayla mevkiinde bulunan fosillere göre Alt Mestrihtiyen olarak belirlenmiştir (Okay, 1989).

2.1.3. Tersiyer

Tersiyer yaşı jeolojik formasyonlar çalışma sahasında özellikle Cankurtaran grabeninin güneyi başta olmak üzere, Gökpınar baraj gölünün doğusu boyunca gözlemlenmektedir. Bayıralan, Kolonkaya ve Yatağan formasyonları çalışma sahasında görülen Tersiyer yaşı formasyonlardır.

Bayıralan Formasyonu

Bayıralan formasyonu farklı dönemlerde farklı araştırmacılar tarafından incelenmiş ve farklı isimler verilmiştir. Hakyemez (1989) Mortuma formasyonu, Sözbilir (1995) Sağdere formasyonu, Özler (1996) Çambaşı formasyonu ve Konak vd. (1990) ise Bayıralan formasyonu olarak tanımlamışlardır (Semiz, 2003).

Bayıralan Formasyonu, kırmızı, sarı, kahverengi, bej ve zeytin yeşili renkli, ufak çakıltaşı, çakıllı kumtaşı, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşmaktadır (Semiz, 2003). Formasyonun yaşı Konak vd. (1990) tarafından Oligosen olarak tayin edilmiştir. Bayıralan formasyonu Cankurtaran grabeni boyunca geniş bir alanda yüzeylenmektedir.

Yatağan Formasyonu

Çalışma sahasının güney sınırı boyunca dar bir alanda yüzeylenen Yatağan formasyonu, Bayıralan formasyonunun üzerine gelmektedir. beyaz, gözenekli, sert gölsel kireçtaşları, gri, grimsi yeşil karbonatlı silttaşı, kumtaşı, çamurtaşı, bazalt ve kömür seviyelerinden oluşur. Bu birime Becker-Platen (1970) tarafından, gölsel mollusk, ostrakod ve palinolojik tayinlere dayanılarak, Pliyosen yaşı verilmiştir (Okay, 1989).

Kolonkaya Formasyonu

İlk kez Kolankaya Tepe'de Şimşek (1984) tarafından tanımlanmıştır. İki üyeden oluşan formasyonun en altından Ahıllı marn üyesi, Ahıllı marn üyesinin üzerinde ise Mollaahmetler çakıltaşı üyesi bulunmaktadır. Ahıllı marn üyesinin alt seviyesi, yaklaşık 100 m kalınlığa sahip ince marn ve silttaşı ara seviyeli laminalı çamurtaşı; üst seviyesi ise 200 m kalınlıkta marn, kireçtaşı, kilttaşı ve kumtaşı ardalanması gelmektedir (Foto 3). Mollaahmetler çakıltaşı üyesinin alt seviyesi ise

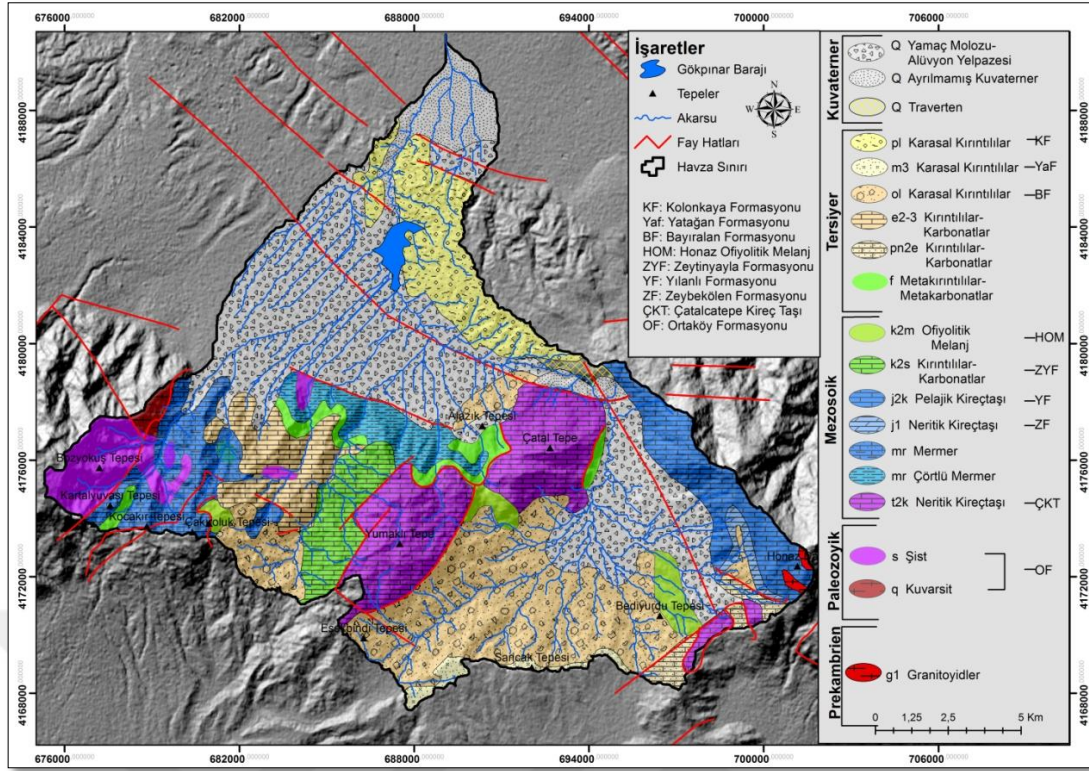
120 m kalınlığa sahip ince tabakalı, iyi boylanmış ve yuvarlaklaşmış kaba ve ince taneli kumtaşı ve konglomera; üst seviyesi ise yaklaşık 80 m kalınlığında konglomera, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşmaktadır (Topal, 2012).



Fotoğraf 3: Kolonkaya Formasyonuna Ait Erozyona Müsait Marn İstifi

2.1.4. Kuvaterner

Çalışma sahasının en genç birimlerini kuvaterner formasyonları oluşturmaktadır. Oldukça geniş bir alanda gözlemlenen kuvaterner formasyonları, akarsuların eğimin azaldığı yerde biriktirmesiyle oluşturduğu alüvyal depolar ile yamaç molozlarından oluşmaktadır.



Harita 2: Çalışma Sahasının Jeoloji Haritası

2.2. TEKTONİK ÖZELLİKLER

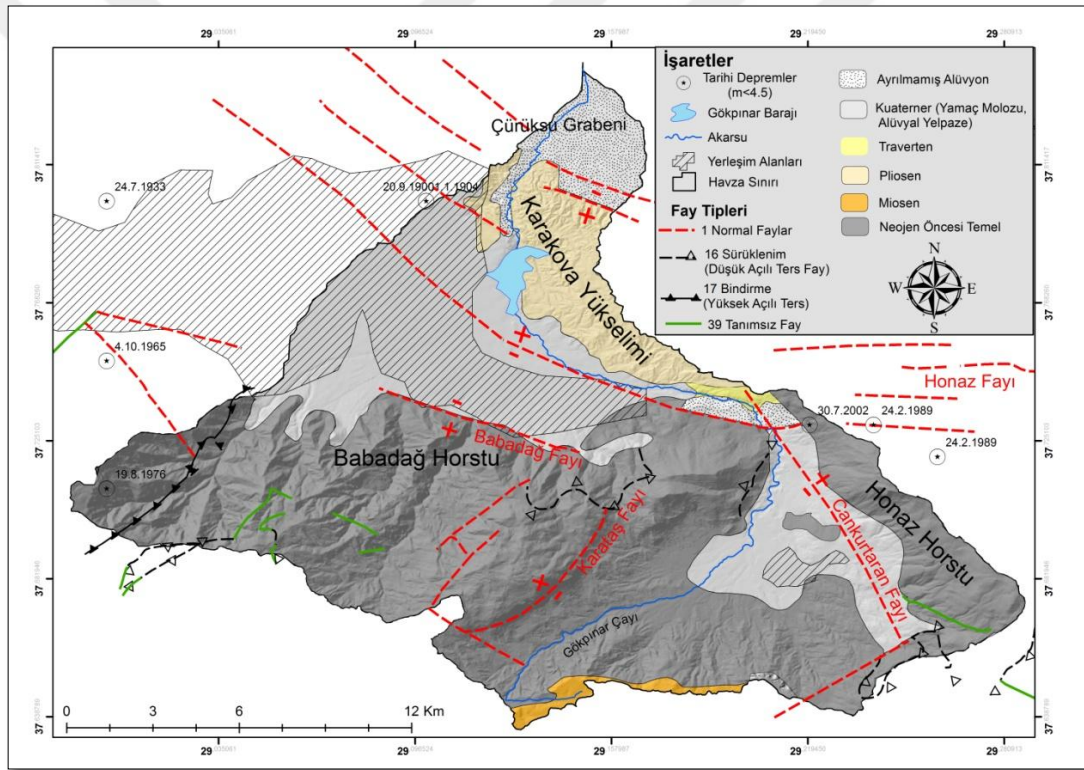
Çalışma sahamız, Batı Anadolu horst- graben sistemleri içerisinde yer alan Babadağ horstu ve Honaz dağı horstu arasındaki Çukurköy grabenini drene ederek Denizli grabenine ulaşan bir akarsuyun oluşturduğu havzadır.

Çalışma sahası literatürde Çürüksu Grabeni (Şimşek,1984) ve Denizli Havzası (Westaway, 1990; Çakır, 1999) olarak bilinmektedir. Çalışma sahasının bir bölümünü ise Çukurköy Grabeni oluşturmaktadır. Batı Anadolu sismik olarak oldukça aktif bir bölgedir ve hızla genişlemeye uğramaktadır. KG yönlü genişleme oranı yılda 30-40 mm civarındadır (Oral vd., 1995, Le Pichon vd., 1995).

Batı Anadolu'da meydana gelen horst-graben sisteminin oluşum mekanizması ve oluşumun başlama yaşı birçok araştırmacı tarafından tartışılmıştır. Dewey ve Şengör (1979) ve Şengör vd. (1985)'e göre, Orta Miyosende Güneydoğu Anadolu'da meydana gelen kıta-kıta çarpışması sonucu, Batı Anadolu'da "tektonik kaçma modeli" olarak isimlendirilen KG genişlemeli tektonik rejim meydana gelmiştir. Yay ardı açılma modeline göre ise Girit yayı boyunca Afrika levhası

kuzeye dalmış ve Ege Bölgesi'nde kabuksal gerilme yaşanmıştır (Le Pichon ve Angelier, 1979; Meulenkamp vd., 1988; Jackson vd., 1988). Dewey (1988) ve Seyitoğlu ve Scott (1991) ise Batı Anadolu horst-graben sisteminin oluşumunu “orojenik çökme modeli” olarak açıklamış, Seyitoğlu vd. (1992)'e göre KG genişlemeli tektonik rejiminin başlangıcı Şattiyen'e kadar inmektedir (Seyitoğlu ve Işık, 2015).

Babadağ horstu ve Honaz horstu, DB uzanış gösteren Babadağ fayı ve Honaz fayına ait segmentler tarafından Denizli grabeninden ayrılmaktadır (Harita 3). Bu fay segmentleri boyunca Babadağ horstu ve Honaz Dağı horstları yükselmiş, havzada KG yönlü yaklaşık 1600 m, KGD yönlü 2318 m yükselti farkı ortaya çıkmıştır.



Harita 3: Çalışma Sahasının Tektonik Haritası (Koçyiğit (2005); Topal (2012)'dan yararlanılarak çizilmiştir)

Çalışma sahasında Babadağ horstu ile Honaz Dağı horstu arasında KD-GB uzanış gösteren Çukurköy Grabeni bulunmaktadır. Bu graben Honaz Dağı horstundan KB-GD uzanış gösteren Kuaterner yaşlı Cankurtaran fayı ile ayrılmaktadır. Çalışma sahasının güneyinde formasyon sınırlarını ayıran birçok

yüzey kırıkları da gerek MTA tarafından hazırlanmış haritalarda gerekse arazi çalışmalarında gözlemlenmiştir.

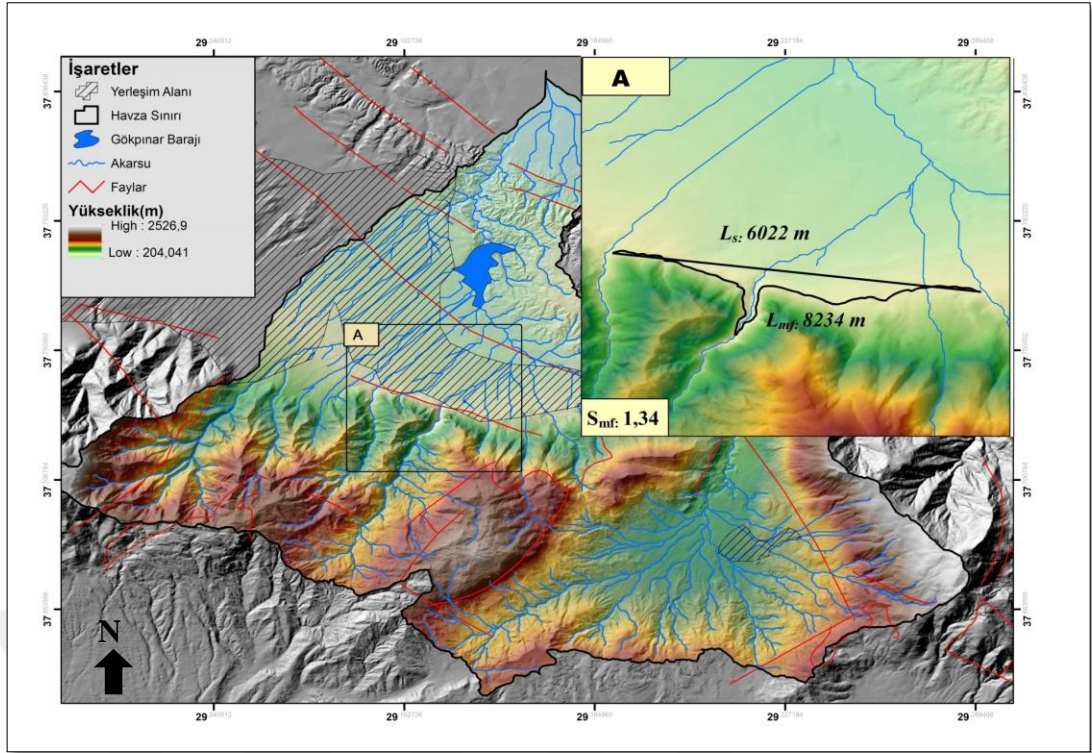
Dağ önünde bulunan bir fayın tektonik aktifliğini ölçmek için kullanılan dağ önü sinüs oranı, çalışma sahasında Babadağ ve Cankurtaran faylarının geçtiği bölgede uygulanmıştır. S_{mf} değerinin belirlenebilmesi için formül kullanılmaktadır. Buna göre;

$$S_{mf} = L_{mf} / L_s$$

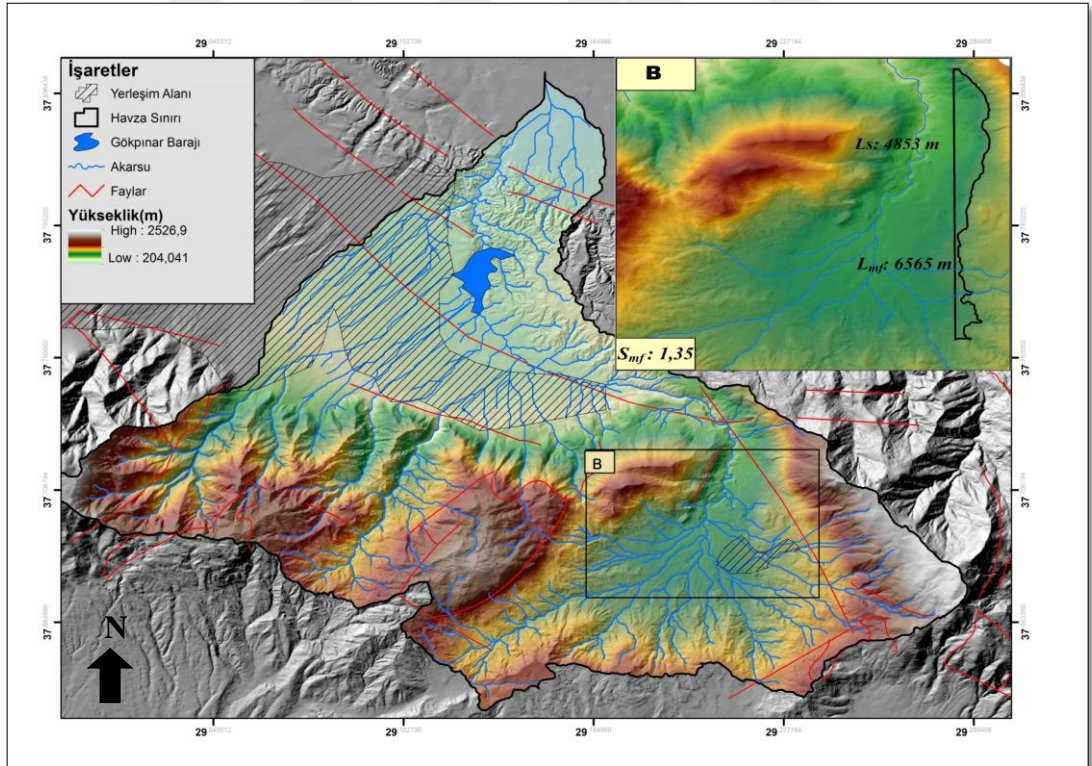
S_{mf} ; Dağönü sinüs oranı, L_{mf} ; dağönü boyunca meydana gelişen topografya değişimi sonucu oluşan çizgiselliğin uzunluğu, L_s ; dağönünün düz bir çizgi boyunca uzunluğudur (Bull, 2007; Keller ve Pinter, 2002; Pérez-Peña vd., 2010; Silva vd., 2003; Özkaymak, 2015).

S_{mf} değerinin 1,4' ten küçük olan ölçüm yerlerinde tektonik aktivitenin etkin olduğunu işaret etmektedir (Keller, 1986; Pérez-Peña vd., 2010; Silva vd., 2003; Özkaymak, 2015).

Babadağ fay segmenti (A) S_{mf} değeri 1,34, Cankurtaran fay segmenti (B) S_{mf} değeri 1,35 olarak ölçülmüştür (Harita 4, 5). Bu S_{mf} değerleri her iki fay segmentinin bulunduğu dağ önünde tektonik aktiviteyi işaret etmektedir.



Harita 4: Pamukkale Fayı SMF Değeri ve Ölçüm Noktasını Gösteren Harita



Harita 5: Cankurtaran Fayı SMF Değeri ve Ölçüm Noktasını Gösteren Harita



Fotoğraf 4: Karaca Mağarası Yolu Üzerinde Görülen Fay Aynası (730 m)

2.3. KLİMATİK ÖZELLİKLER

Bir bölgenin iklimik özellikleri uygulamalı jeomorfolojik özellikleri etkileyen en önemli unsurlardandır. Bölgenin sıcaklık, yağış, rüzgar ve nem özellikleri gerek jeomorfolojiyi gerekse bölgede yaşanan beşeri faaliyetleri doğrudan ve dolaylı olarak şekillendirmektedir. Bu sebeple uygulamalı jeomorfoloji çalışmalarında çalışma sahasının iklimik özellikleri mutlaka incelenmeli ve uygulamalı jeomorfolojik özellikleri ile bağıntıları ortaya koyulmalıdır.

Çalışma sahamızın iklimik özellikleri bazı jeomorfolojik, hidrografik ve iklimik kökenli doğal afetlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Erozyon, kütle hareketleri, siltasyon, sel ve taşkın gibi problemler, iklimik özelliklerin etkileri altında gelişen veya şiddetlerini arttırdığı problemlerdir. Çalışma sahamızın güncel görünümünü kazanmasında en etkili olan faktörlerden biri olan hidrografik yapı da, çalışma sahamızın öncelikle yağış özelliklerinin kontrolü altında etkili olmuştur.

Klimatik özelliklerin jeomorfolojik özellikleri etkilediği gibi jeomorfolojik özellikler de iklimik özelliklerini etkilemiştir. Özellikle bizim çalışma sahamız gibi

kısa mesafelerde yükseltinin ani değiştiği, dağlık alanların geniş yer kapladığı havzalarda bu durum söz konusudur. Yükselti faktörü klimatik özelliklerin şekillenmesinde etkili olan önemli bir faktördür. Yükselti arttıkça sıcaklığın azalması ve bununla birlikte genel olarak yağışın artması kısa mesafelerde iklimin karakterini değiştirmektedir.

Çalışma sahamız genel olarak Akdeniz ikliminin yayılma sahasında yer alır. Kıyıdan uzak olmasına rağmen Akdeniz ikliminin görölmesi bir graben sistemi içersinde yer alması ve Ege Bölgesi kıyılarında görülen nemli karakterli havanın graben boyunca iç kısımlara sokulması ile ilişkilidir. Ancak çalışma sahamızın güneyinde yükseltinin artmasına bağlı olarak Akdeniz ikliminin karakteri de değişmektedir. Yükseltinin arttığı bu kesimlerde kışlar daha soğuk geçmektedir.

Uygulamalı jeomorfoloji çalışmalarında kullanılacak meteorolojik verilerin, uzun yıllar boyunca kaydedilen veriler olması gerekmektedir. Bu durum çalışmanın güvenilirliği açısından önemlidir. Bu sebeple çalışmamızda 425 metre rakımda bulunan Denizli meteoroloji istasyonunun rasat verileri kullanılmıştır. Bu veriler 1956-2017 yıllarını kapsayan ortalama değerlerdir.

2.3.1. Sıcaklık

Çalışma sahasının 1956-2017 yılları arasında kaydedilen yıllık ortalama sıcaklığı 16,3 C° dir. Ortalama sıcaklıkların en düşük olduğu dönem kış mevsimidir. Bu dönemde en soğuk ayın Ocak ayı olduğu görölmektedir. Ocak ayının ortalama sıcaklığı 5,9 C° ile ölçölmüştür. En yüksek sıcaklıkların ölçöldüğü dönem ise yaz mevsimidir. Bu dönemde sıcaklıkların en yüksek olduğu ayın Temmuz ayı olduğu görölmektedir. Temmuz ayının sıcaklık ortalaması ise 27,6 C° olarak ölçölmüştür. Yıllık ortalama sıcaklık farkı ise 21,7 C° olarak hesaplanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1: Denizli Yıllık Ortalama, Yüksek Ortalama ve Düşük Ortalama Sıcaklık Verileri

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık(C°)
Ortalama Sıcaklık(°C)	5,9	7,1	10,2	14,7	19,8	24,7	27,6	27,0	22,5	16,8	11,4	7,6	16,3
Ortalama Yüksek Sıcaklık(°C)	10,4	12,2	15,9	20,7	26,2	31,2	34,4	34,3	29,9	23,7	17,3	12,1	22,4
Ortalama Düşük Sıcaklık(°C)	2,2	2,9	5,2	9,0	13,1	17,3	20,1	19,7	15,7	11,3	6,9	4,0	10,6

Kaynak: Denizli İl Meteoroloji İstasyonu

Denizli’de ölçülen en yüksek ortalama sıcaklık 34,4 C° ile Temmuz ayında, 10,4 C° ile Ocak ayında görülmektedir. Denizli’de ölçülen en düşük ortalama sıcaklık 20,1 C° ile Temmuz ayında, 2,2 C° ile Ocak ayında görülmektedir.

Çalışma sahasının jeomorfolojik özelliklerinden dolayı sıcaklık özelliklerinde kısa mesafelerde değişim yaşanmaktadır. Havzada KG uzanış gösteren vadilerin varlığı, sıcaklığın özellikle DB yönde sürekli olarak değiştiğini göstermektedir.

Sıcaklık genel olarak KG yönlü gidildikçe yükseltinin artmasına bağlı olarak azalmaktadır. Yükseltinin en yüksek değerlere çıktığı havzanın güneydoğu kesiminde sıcaklıklar en düşük değerlerine ulaşır. En yüksek sıcaklıkların ise havzanın KB kesiminde olduğu görülmektedir.

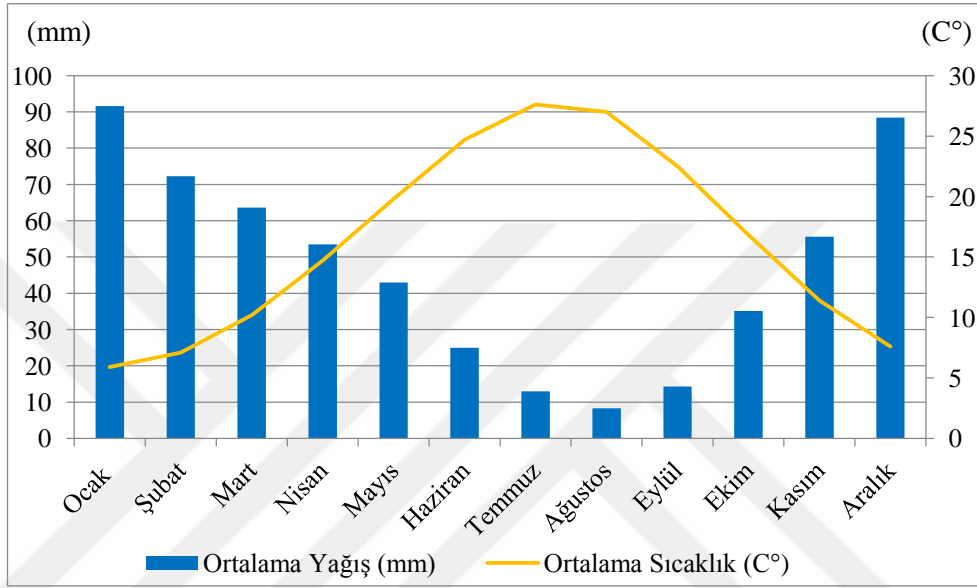
2.3.2. Yağış

Çalışma sahasının 1956-2017 yılları arasında ölçülen yıllık ortalama yağış miktarı 563,7 mm’dir (Tablo 2). En fazla yağış Ocak ayında düşmektedir. Ocak ayı aylık ortalama yağış miktarı 91,6 mm’dir. Bu yağış miktarı toplam yağışın %16,2’sini oluşturmaktadır. En az yağış Ağustos ayında düşmektedir. Ağustos ayı aylık ortalama yağış miktarı 8,3 mm’dir (Şekil 1). Bu yağış miktarı toplam yağışın %1,4 ünü oluşturmaktadır.

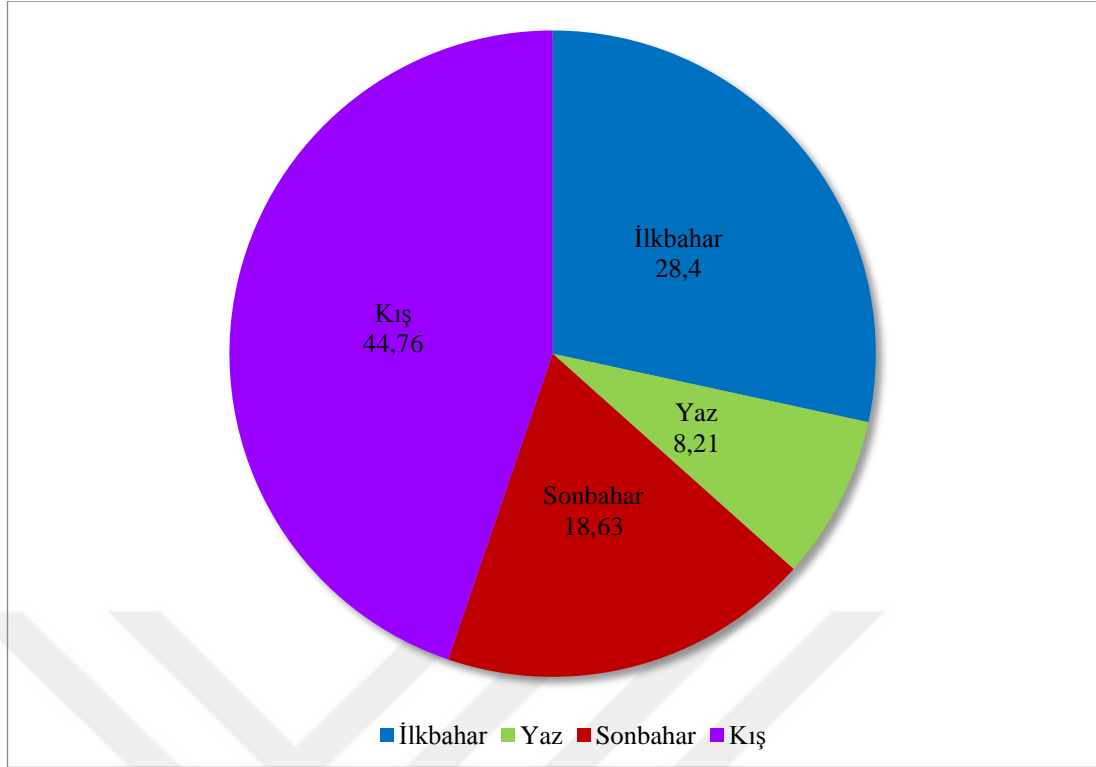
Tablo 2: Denizli’de Aylık Ortalama Yağış Değerleri

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık(mm)
Aylık Ort. Yağış(mm)	91,6	72,3	63,6	53,5	43,0	25,0	13,0	8,3	14,3	35,1	55,6	88,4	563,7

Kaynak: Denizli İl Meteoroloji İstasyonu

**Şekil 1:** Denizli’de Aylık Ortalama Yağış ve Sıcaklık Grafiği

Çalışma sahasında yağışın mevsimlere göre dağılımına bakıldığında en yağışlı dönemin kış mevsimi olduğu görülmektedir (Şekil 2). Yıllık toplam yağışın %44,76’sı bu mevsimde düşmüştür. En az yağış ise yaz mevsiminde düşmektedir. Bu dönemde meydana gelen yağışlar toplam yağışın sadece %8,21’ini karşılamaktadır. Bu durum Denizli meteoroloji istasyonunda düzensiz bir yağış rejiminin yaşandığını göstermektedir. Kış mevsiminde düşen yağışlar genelde cephesel karakterli yağışlardır.

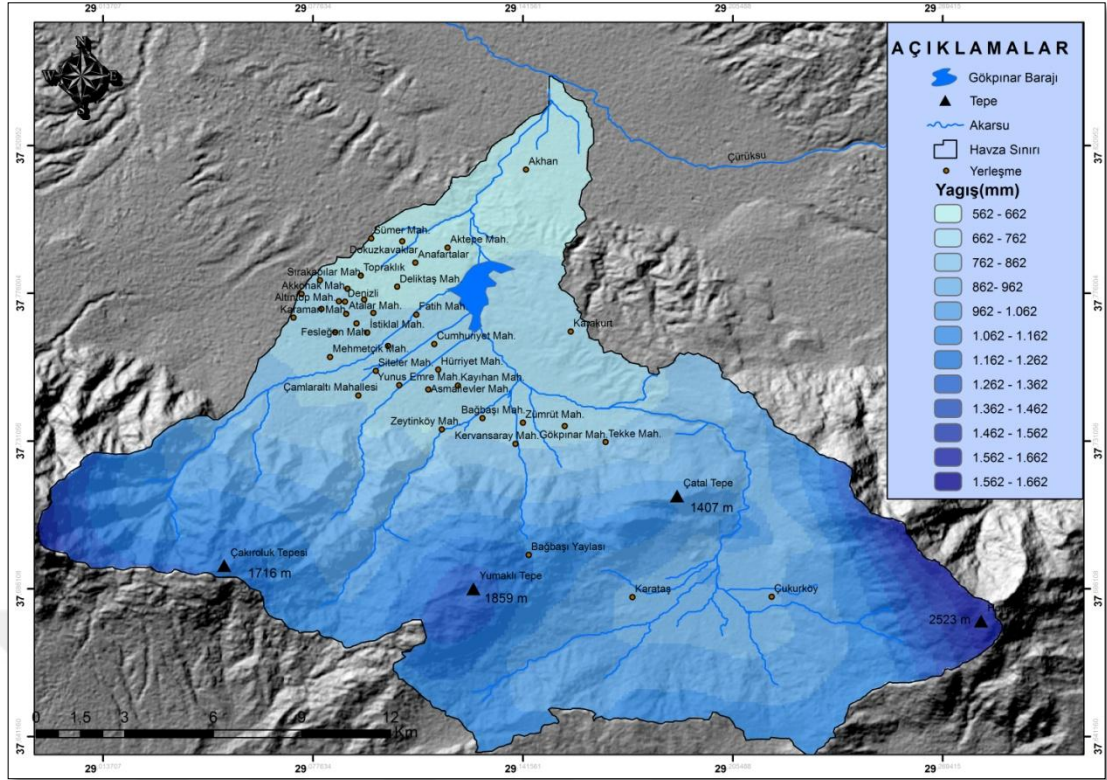


Şekil 2: Denizli’de Yağışın Mevsimlere Göre Dağılışı Grafiği

Ortalama sıcaklık değerleri ile yağış değerlerini değerlendirdiğimizde, yağışın büyük bir kısmının yağmur şeklinde olduğu görülmektedir. Ancak yükselti-sıcaklık ilişkisine bağlı olarak havzanın güney kesimindeki dağlık alanlarda yağış genellikle kar şeklinde yere düşmektedir.

Çalışma sahasında uzun dönemli rasat kayıtlarının yapıldığı tek istasyon Denizli meteoroloji istasyonudur. Bu rasat verilerinin kayıtları dikkate alınarak, havza genelinde meydana gelen yağış miktarlarını ortaya koyabilmek için Scheriber formülü kullanılmıştır. Bu formüle göre yükselti arttıkça her 100 metrede yağış miktarı ortalama 54 mm artmaktadır (Dönmez, 1990).

Çalışma sahasının yağışın dağılışı haritası incelendiğinde, havzanın güney kesimi boyunca yağış miktarında artış görülmektedir. Özellikle havzanın güneydoğu kesiminde yağış miktarının en yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir (Harita 6).

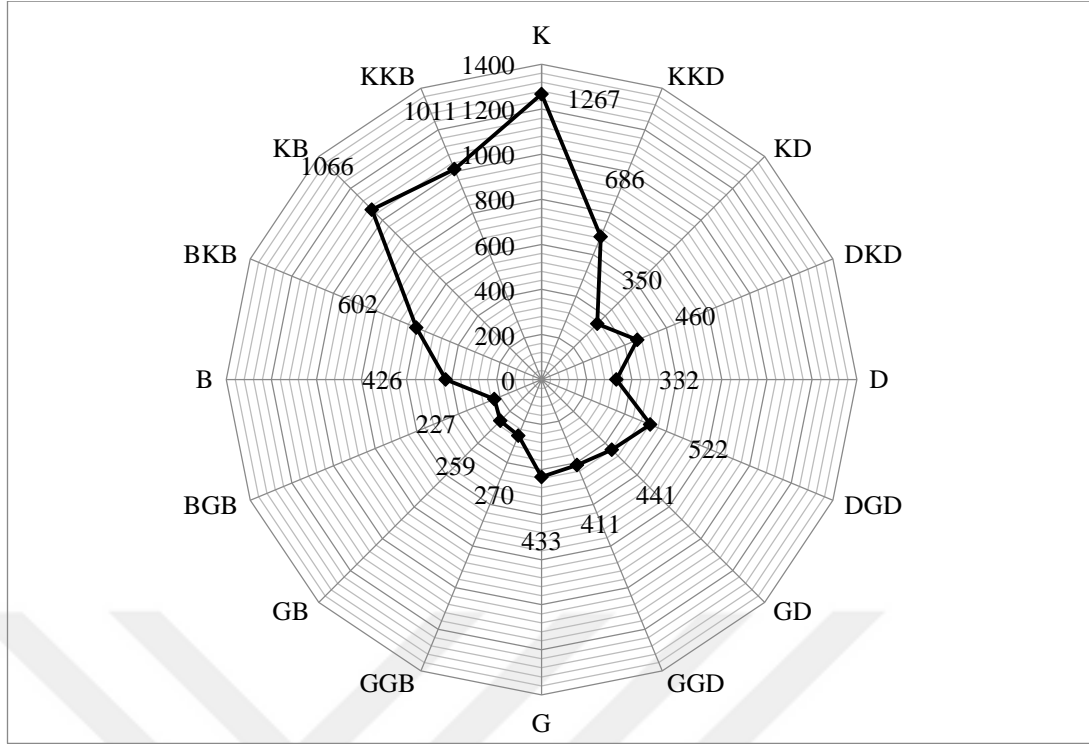


Harita 6: Çalışma Sahasında Yağışın Dağılışı Haritası

2.3.3. Rüzgar

Çalışma sahasının hakim rüzgar yönü kuzeydir. Bu durumun ortaya çıkmasında basınç merkezlerinin konumu ve yüzey şekilleri etkili olmuştur. Şehir merkezinin hemen güneyinde yükselen, yükseltisi 2308 metreyi bulan Karcı Dağları güney sektörlü rüzgarların esme sıklığını azalmıştır (Şekil 3). Ancak kış mevsiminde Akdeniz üzerinde oluşan derin gezici siklonlar güney sektörlü sert rüzgarların zaman zaman etkili olmasına sebep olmaktadır. Zira güney sektörlü rüzgarların esme sıklığı az olmasına rağmen en şiddetli rüzgar güney sektörlü olan lodostur.

Şehrin kuzeybatısı Büyük Menderes grabenine açılmaktadır. Bu durum kuzeybatı sektörlü rüzgarların esme sıklığını arttırmıştır. Kuzey ve kuzeybatı sektörlü rüzgarlar en çok yaz mevsiminde etkili olmaktadır (Denizli İlinde Doğa Turizmi Master Planı, 2013).



Şekil 3: Denizli’de Yıllık Ortalama Rüzgar Gücü Diyagramı

2.3.4. Nem

Çalışma sahasının ortalama nispi nemi %60’dır (Tablo 3). Nisbi nem miktarı Türkiye ortalamasının altındadır. Denizden uzak, yükseltisinin az ve çevresinin dağlar ile kapalı olması nem miktarının Türkiye ortalamasından az olmasına sebep olmuştur. Ancak güneyde bulunan yüksek dağlık alanlarda sıcaklık ortalamalarının düşmesine bağlı olarak nisbi nem daha yüksektir. Bu durum yağışın bu bölgelerde daha fazla olmasına sebep olmuştur.

Tablo 3: Denizli’de Aylara Göre Ortalama Nispi Nem Değerleri

	AYLAR												Ortalama
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Ortalama Nispi Nem (%)	75	70	66	65	55	48	45	49	55	61	70	78	60

Kaynak: Denizli İl Meteoroloji İstasyonu

En fazla nisbi nem kış mevsiminde Aralık ayında, en düşük nisbi nem Haziran ayında ölçülmektedir. Nisbi nemin mevsimlere göre değişiminin temel sebebi sıcaklıktır. Sıcaklığın yükselmesi nisbi nemi azaltmıştır. Bu durumda yaz mevsiminin daha kurak geçmesine sebep olmuştur.

2.3.5. Yağış Etkinliği ve İklim Tipi

Çalışma sahasının yağış etkinliği ve iklim tipini ortaya koymak için Thorntwaite iklim sınıflandırması kullanılmıştır. Bu sınıflandırmanın yapılması için ilk olarak Denizli meteoroloji istasyonunun 1956-2017 yılları arasındaki rasat verileri kullanılarak su bilançosu tablosu oluşturulmuştur (Tablo 4).

Thorntwaite iklim sınıflandırmasının temeli yağışla evapotranspirasyon ve sıcaklıkla evapotranspirasyon arasındaki ilişkilere dayanır. Thorntwaite'a göre yağışın evapotranspirasyondan fazla olduğu yerde su fazlalığı vardır. Dolayısıyla bu yerin iklimi nemlidir. Bunun aksine yağışın evapotranspirasyondan az olduğu yerde su noksanlığı vardır (Birsoy ve Ölgün, 1992).

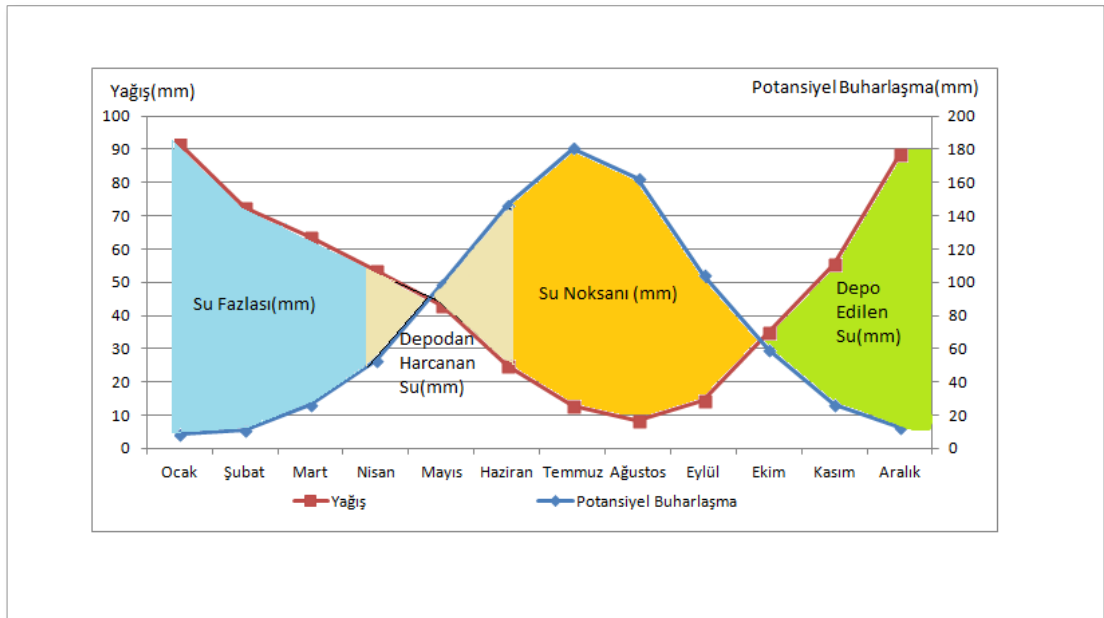
Thorntwaite formülüne göre çıkarılan su bilançosu tablosundaki verilere göre, çalışma sahası Ocak-Nisan ayları arasında su fazlası vermektedir. Bu dönemde yağış miktarı gerçek evapotranspirasyon miktarını karşılamaktadır. Ancak Nisan ayı ile birlikte yağış miktarının azalması, sıcaklık değerlerinin yükselmesine bağlı olarak evapotranspirasyonun artması sonucunda, yağış miktarı gerçek evapotranspirasyonu karşılayamamakta ve Haziran ayına kadar gerçekleşen evapotranspirasyon rezerv sudan kullanılmaktadır.

Haziran-Ekim ayları arasında ise yağış miktarında yaşanan azalmanın devam etmesi, rezerv suyun da tükenmesi sonucu su noksanlığı yaşanmaktadır. Ekim ayı ile birlikte sıcaklıkta yaşanan düşmeler ve yağışta meydana gelen artmalar sonucu yağış miktarı gerçek evapotranspirasyonu karşılamakta ve çalışma sahası su fazlası vermektedir. Çalışma sahasında 5 aylık bir dönemde su noksanlığı yaşanmaktadır (Şekil 4). Denizli meteoroloji istasyon verilerine göre çalışma sahasının iklim tipi C1 B'3 s2 B'3 olarak ifade edilen, yarı kurak az nemli, 3. derece Mezotermal, su noksanı yaz mevsiminde çok kuvvetli olan iklim tipidir.

Tablo 4: Denizli, Thorntwaite Su Bilançosu

Bilanço Elemanları	AYLAR												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Sıcaklık	5,9	7,1	10,2	14,7	19,8	24,7	27,6	27	22,5	16,8	11,4	7,6	16,3
Sıcaklık İndeksi	1,29	1,7	2,94	5,12	8,03	11,23	13,28	12,85	9,75	6,26	3,48	1,89	77,82
G. (Enlem Düzeltmesi)	0,86	0,84	1,03	1,1	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83	
PE	8,5	11,5	26,4	53,2	99,0	146,6	180,7	162,8	104,4	59,2	26,4	12,7	891,4
Gerçek PE	8,5	11,5	26,4	53,2	99	69	13	8,3	14,3	35,1	26,4	12,7	377,4
Yağış (mm)	91,6	72,3	63,6	53,5	43	25	13	8,3	14,3	35,1	55,6	88,4	563,7
Zemin Rezerv	100	100	100	100	44	0	0	0	0	0	29,2	100	
Zemin Rezerv Değişimi	0	0	0	0	66	44	0	0	0	0	29,2	75,7	
Su Fazlası	83,1	60,8	37,2	0,3	0	0	0	0	0	0	0	4,9	186,3
Su Eksiği	0	0	0	0	0	77,6	167,7	154,5	90,1	24,1	0	0	514
Akış	41,55	51,175	33,8	9,45	0	0	0	0	0	0	0	2,45	138,425
Nemlilik	9,8	5,3	1,4	0,0	-0,6	-0,8	-0,9	-0,9	-0,9	-0,4	1,1	5,9	19,0

Kaynak: Denizli İl Meteoroloji İstasyonu

**Şekil 4:** Denizli, Thorntwaite Su Bilançosu Diyagramı

2.4. HİDROGRAFİK ÖZELLİKLER

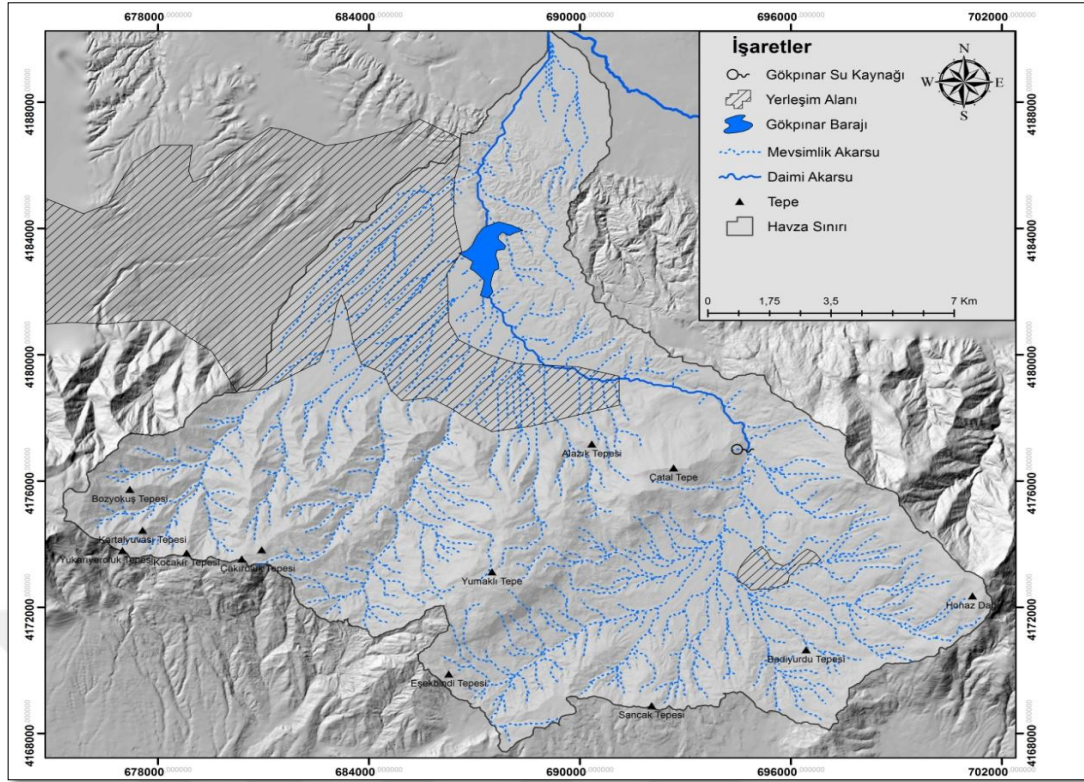
Çalışma sahasının hidrografik yapısını akarsular, göller, yer altı suyu ve kaynaklar oluşturmaktadır. Havzanın hidrografik yapının özelliklerini ortaya koymak için havza çalışmalarında kullanılan bazı sayısal analizler coğrafi bilgi sistemleri yardımı ile yapılmıştır.

2.4.1. Akarsular

Çalışma sahasının jeomorfolojik görünümünün kazanmasında flüvyal süreçler önemli derecede etkili olmuştur. Gökpınar Çayı ve kolları çalışma sahasının sularını drene eden tek akarsu ağı sistemidir (Harita 7).

İlk kaynağı havzanın güney sınırında bulunan Okçuiçi mevkiinden kaynağını alan Okçuiçi deresi oluşturmaktadır. Okçuiçi deresi, topografyaya uyumlu olarak havzanın kuzeyine doğru, Akpınar ve Karanlık dereleri başta olmak üzere birçok yan kolu bünyesine katarak akış gösterir. Akpınar ve Karanlık derelerinin Okçuiçi deresine katılması ile Gökpınar Çayı oluşur. Gökpınar Çayı havzanın kuzeydoğusunda bulunan dar boğaza gelmeden önce Gökpınar su kaynağı mevkiinde bulunan ve Gökpınar Çayı'nın en önemli su kaynağı olan Gökpınar su kaynağının sularını da bünyesine alır.

Gökpınar su kaynağının sularını alması ile debisi yükselen Gökpınar Çayı, Alıklı mevkiinde aniden batıya dönerek kuzeybatıya doğru akış gösterir. Burada Zeytin Dere ve Devreni Deresi başta olmak üzere güneydeki dağlık alanlardan kaynaklarını alan birçok dereyi bünyesine katarak Gökpınar baraj gölüne dökülür. Gökpınar baraj gölünden kontrollü bir şekilde bırakılan Gökpınar Çayı, Böcekhaneye Mevkii yakınlarında, Büyük Menderes Nehri'nin önemli bir kolu olan Çürüksu Çayı'na dökülür. Gökpınar Çayı'nın bu yolculuğu yaklaşık olarak 38 km sürmektedir. Kaynak ile ağız noktası arasındaki yükselti farkı ise 1040 metredir.



Harita 7: Çalışma Sahasının Akarsu Ağı Haritası

2.4.2. Havzanın Sayısal Analizi

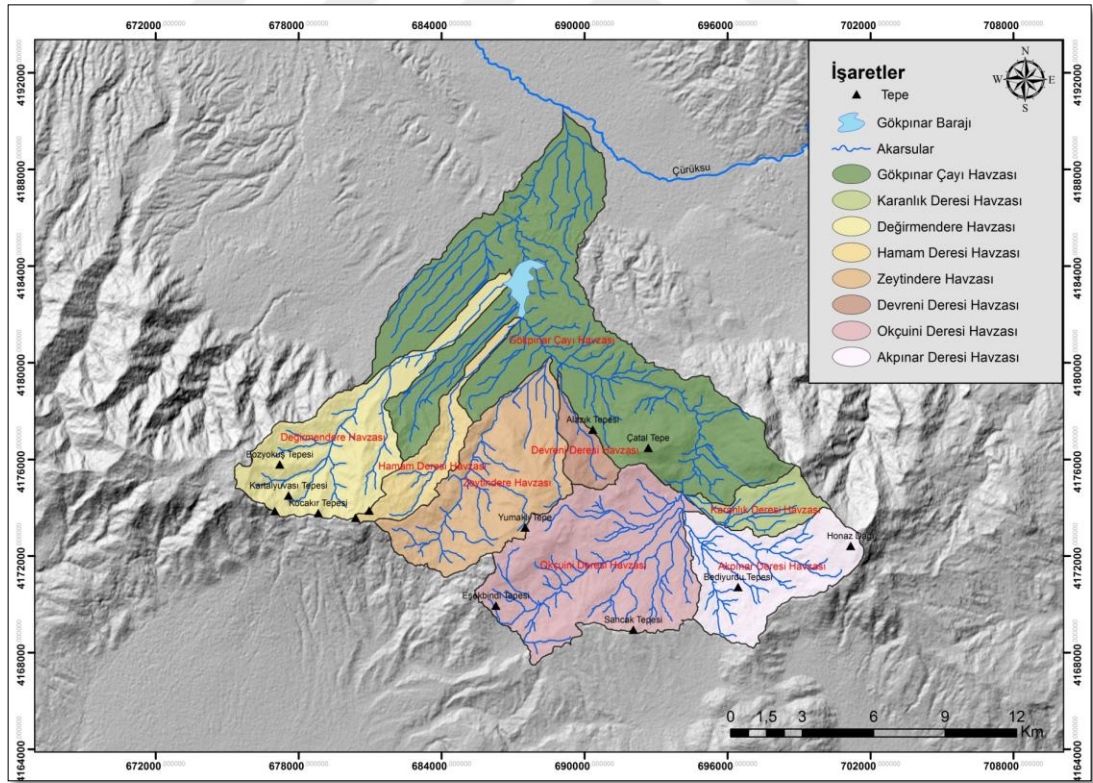
Havzanın sayısal analizi, uygulamalı jeomorfoloji çalışmalarında ortaya nicel veri koyulması açısından önemlidir. Havza şekil özelliği, çatallanma miktarı, akarsu boyuna profili ve drenaj yoğunluğu gibi sayısal analizler, havzanın jeomorfolojik gelişiminde etkili olan faktörleri ortaya koymada, bu etkiler ile meydana gelen ve gelebilecek olan afetlerin yorumlanmasında temel veri oluşturur. Bu bağlamda çalışmamızın bu bölümünde Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımı ile yukarıda belirtilen analizler uygulanmaya çalışılmıştır. Sayısal analiz yapımında ArcMap 10.3 paket programı kullanılmıştır.

2.4.2.1. Havzanın Şekil Özelliği

Topografyanın eğimi doğrultusunda ilksel vadilerini oluşturan akarsular, zemini oluşturan kayaların cinsi, tabakaların özellikleri, diğer yapısal özellikler ve zamanın etkisi ile ikincil, üçüncül nesil vadilerini oluşturur. Böylelikle bir akarsu ağının drenaj tipi şekillenmiş olur (aves.istanbul.edu.tr/ImageOfByte.aspx?Resim=8&SSNO=4&USER=44108).

Çalışma sahası 263 km² su toplama alanına sahiptir. Havzanın kuş uçuşu KG doğrultuda en uzak noktası 22,4 km, BD doğrultuda kuş uçuşu en uzak noktası ise 26,3 km'dir. Havza, 8 alt havzadan oluşur. Gökpınar Çayı havzasında morfometrik indisler uygulanırken havza asimetrilerinin belirlenmesi, tektonik aktivitenin yönünün ve fay segmentlerinin farklarının anlaşılabilmesi için alt havzalara ayrılmıştır. Bunlar belirlenirken akarsuların yıl içerisindeki akım miktarları dikkate alınmıştır. Akım miktarları fazla olan akarsuların havzaları ayrı bir alt havza olarak değerlendirilmiştir. Alt havzaların alanı değişkenlik göstermektedir. Gökpınar Çayı havzası 99 km² ile en büyük alana sahipken, Devreni Deresi havzası 5,4 km² ile en küçük alana sahiptir.

Gökpınar Çayı ve alt kollarının uzanış doğrultusuna göre havza, dantritik drenaj ağı özelliğindedir. Ancak havzayı kesen çok sayıda fayların varlığı drenaj tipini etkilemiştir. Fay kontrolüne bağlı olarak kancalı drenaj tipi de görülmektedir (Harita 8).



Harita 8: Çalışma Sahasının Alt Havza Haritası

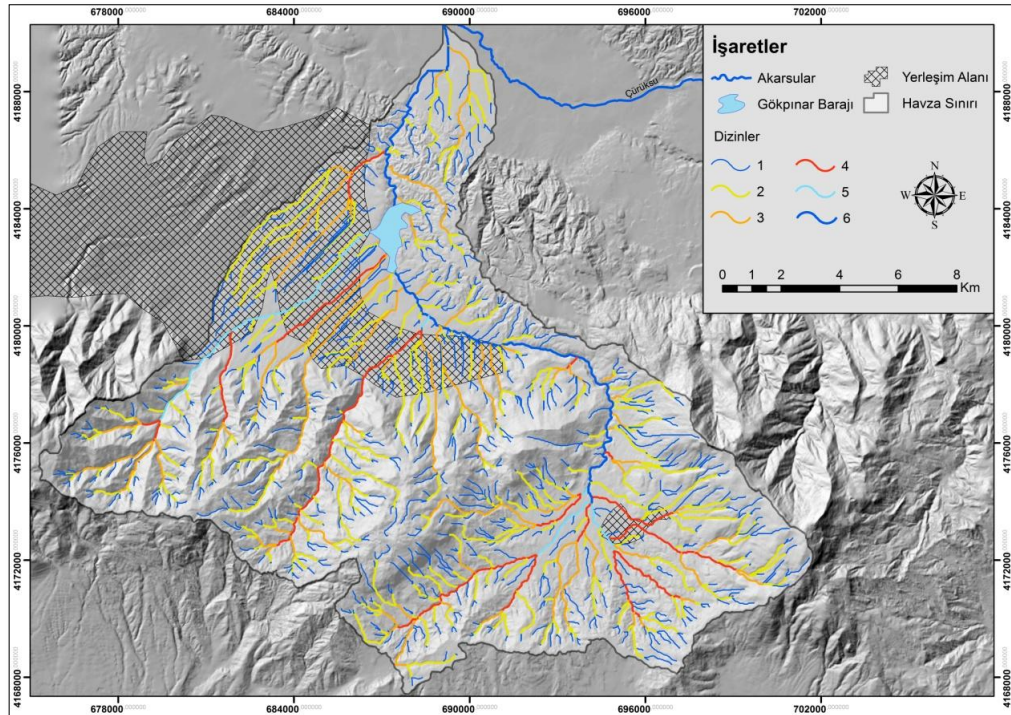
2.4.2.2. Çatallanma Oranı

Çalışma sahası, 1/25000 ölçekli topografya haritasına göre ArcMap 10.3 paket programı yardımı ile sayısallaştırılmış ve Strahler yöntemi kullanılarak Gökpnar Çayı ve kolları dizinlerine ayrılmıştır. Strahler yöntemine göre çalışma sahası 6 dizine ayrılmıştır. Bu durum havzanın orta büyüklükte bir drenaj havzası olduğunu göstermektedir (Harita 9).

Çatallanma miktarını gösteren tabloda 1. ve 2. dizin sayıları ile diğer dizinler arasındaki farkın yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 5). Bu durum yüksek kesimlerde kaynak sayılarının fazlalığına işaret etmektedir. Çatallanma oranlarının yüksek olması ise flüvyal aşınım süreçlerinin etkinliğini göstermektedir.

Tablo 5: Gökpnar Çayı ve Yan Kollarının Çatallanma Oranı

Dizin	Çatallanma Miktarı	Uzunluk(km)	Çatallanma Oranı
1	508	438,2	2,5
2	202	257,9	2,76
3	72	119,1	3,78
4	18	50,7	3
5	5	17,1	2,5
6	1	26,1	

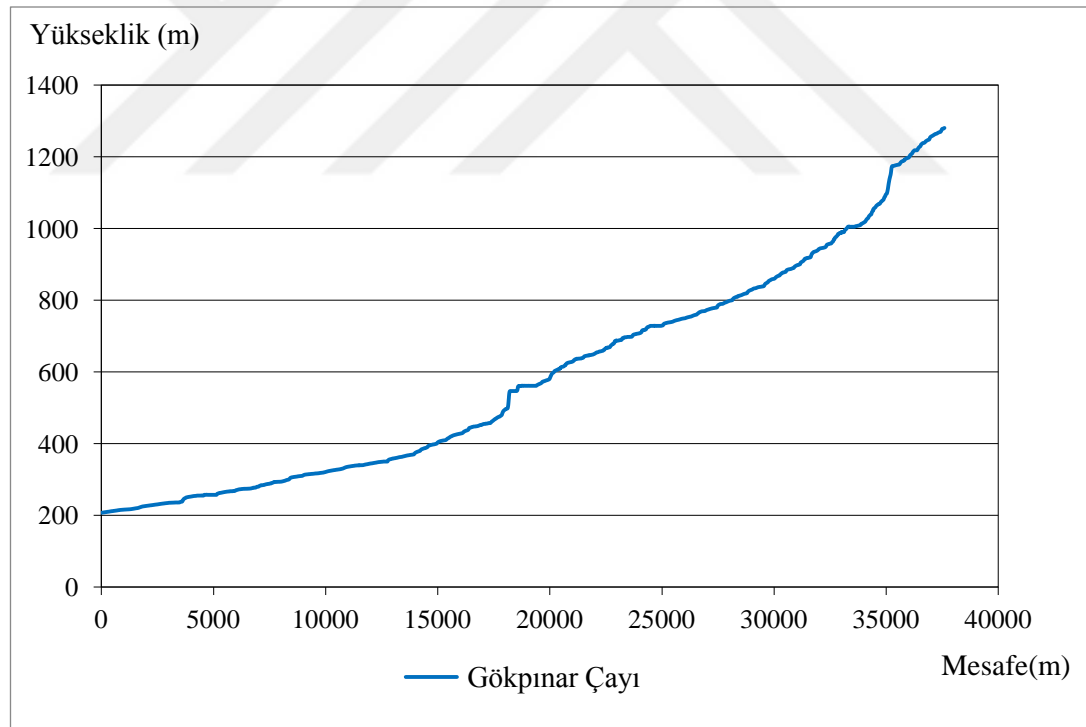


Harita 9: Gökpnar Çayı Çatallanma Evreleri Haritası

2.4.2.3. Akarsu Boyuna Profili

Bir akarsuyun boyuna profili, o akarsuyun geriye aşındırma, genel de ise havzanın flüvyal şekillenmesini karakterize eder. Bu sebeple boyuna profilin ilksel topografyadan ne kadar uzaklaştığı, ne kadar konkavlaştığı veya profildeki eğim kırıklıkları, o akarsuyun flüvyal gelişimi hakkında önemli ipuçları vermektedir (Akyol, 1947; Strahler, 1964; Durry, 1964; Erinç, 1982; Atalay, 1986; Bayrakdar, 2006).

Gökpınar Çayı'nın mansab ve mamba kısımları arasındaki boyuna profiline göre, akarsuyun 1000-1200 metre yükseklikteki segmenti ile 400-600 metre yüksekliğindeki segmentlerinde akarsu yatağında eğim kırıkları oluşmuştur (Şekil 5). Havzanın jeoloji haritasında görülen KB-GD doğrultulu fay segmentleri ile eğim kırıklarına karşılık gelen yükselti değerlerinin çakışması, akarsuyun flüvyal gelişiminde tektonik aktivitenin etkili olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 5: Gökpınar Çayı Boyuna Profili



Fotoğraf 5: Eğim Kırığına Karşılık Gelen Yerin Alazık Tepeden Görünümü (GB-KD Bakış)

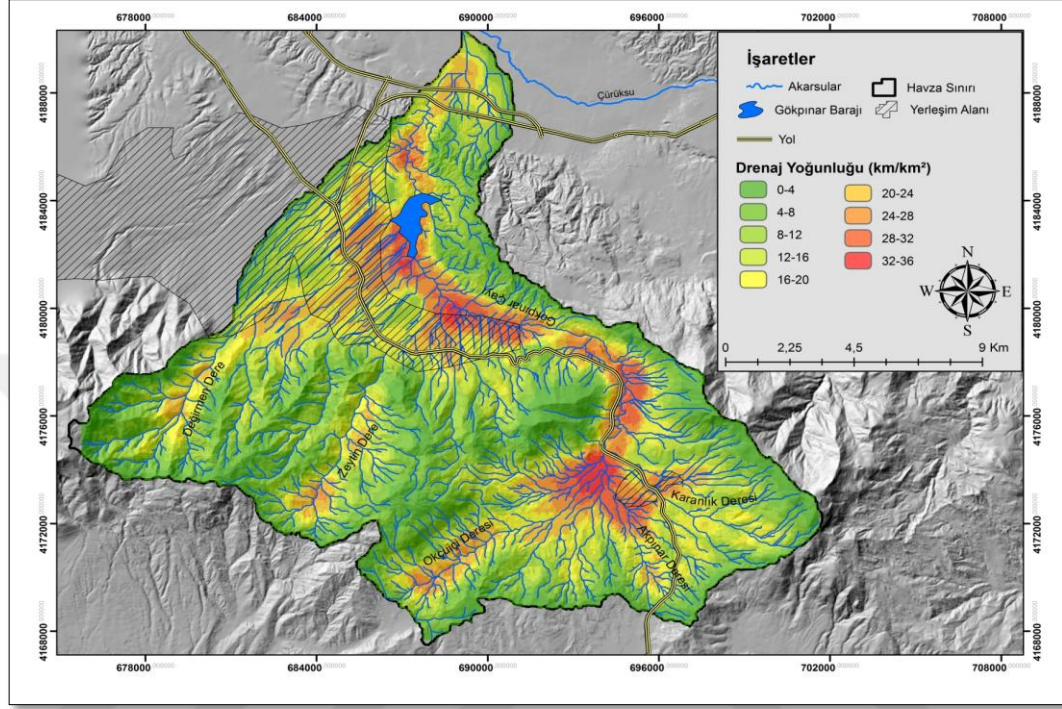
2.4.2.4. Drenaj Yoğunluğu

Drenaj yoğunluğu hesaplaması Horton tarafından üretilmiştir. Önemli bir parametre olduğu için havza çalışmalarında sıklıkla kullanılır (Özdemir, 2011). Drenaj yoğunluğu hesaplaması formül kullanılarak hesaplanır. Drenaj yoğunluğu hesaplaması toplam akarsu uzunluğu ile toplam havza alanının bölünmesi sonucu elde edilir. Sonuç olarak havzada km^2 'ye düşen akarsu uzunluğu bulunur.

Drenaj yoğunluğu hesaplamalarında değer genellikle 0,5-2,5 km/km^2 çıkmaktadır (Özhan, 2004). Drenaj yoğunluğu değerinin 1,75'ten büyük olması halinde yüksek, 2,5'ten büyük olması halinde çok yüksek olarak tanımlanmaktadır (Reddy vd, 2004, Avcı, 2014).

Çalışma sahasının 1/25000'lik topografya haritasına göre, akarsu üretebilecek tüm vadilerin dahil edildiği hesaplamada toplam 781,3 km uzunluğuna sahip akarsu uzunluğu bulunmaktadır. Havzanın toplam alanı ise 263 km^2 'dir. Bu değerlere göre çalışma sahasının drenaj yoğunluğu 2,96 olarak hesaplanmıştır. Bu değer çalışma sahasının yüksek drenaj yoğunluğuna sahip olduğunu göstermektedir. Bu durumun

ortaya çıkmasındaki en önemli faktör, havzanın güney kesimleri boyunca yükselti ve engebenin fazla olmasıdır. Engebenin fazla olduğu alanlarda yüzeye düşen sular kısa hızlı bir şekilde yüzeysel akışa geçmekte, bu durum drenaj yoğunluğunu arttırmaktadır (Harita 10).



Harita 10: Çalışma Sahasının Drenaj Yoğunluğunu Gösteren Harita

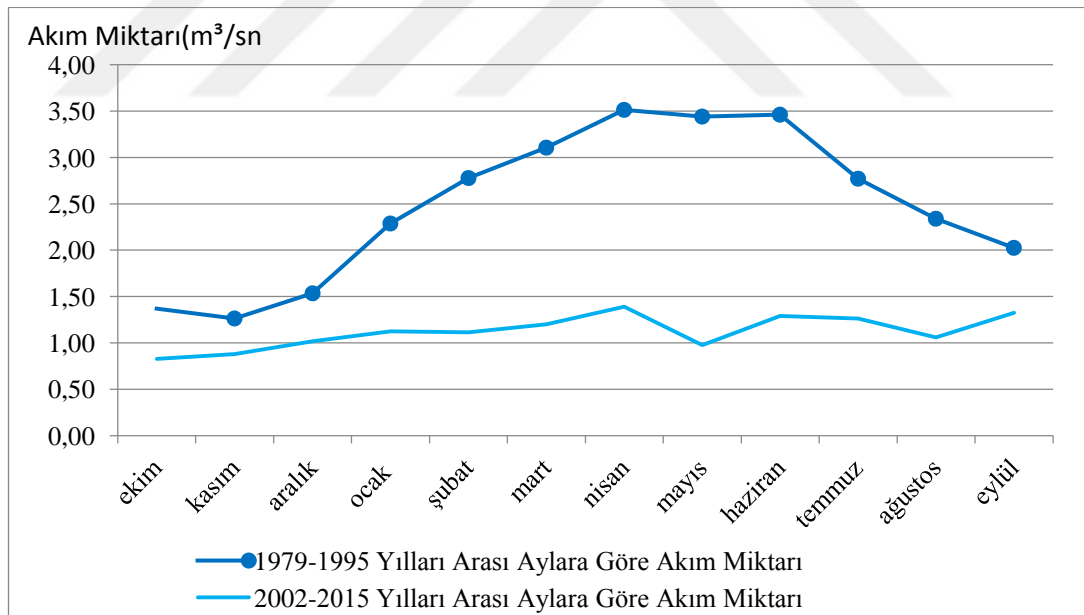
2.4.2.5. Akarsu Akım ve Rejim Özellikleri

Gökpinar Çayı'nın aylara göre akım düzenine ait veriler, Devlet Su İşleri'ne ait 007-008 numaralı Akhan akım gözlem istasyonundan elde edilmiştir. Bu akım gözlem istasyonu 1979 yılından itibaren ölçüm yapmaktadır. Akhan akım gözlem istasyonu, Gökpinar Çayı'nın Gökpinar barajına ulaştıktan sonra ölçüm yapmaktadır. Baraj gölü yapımından sonra, baraj suları kontrollü bir şekilde bırakıldığı için, akım düzeni incelenirken baraj gölünün yapına başladığı 1995 yılı ve öncesi ile baraj yapımının bittiği 2002 yılı ve sonrası olarak iki farklı grafik oluşturulmuştur.

Gökpinar Çayı'nın 1979-1995 yılları arası aylık ortalama akım değerlerine göre akarsu, yıl içerisinde en fazla akımını Nisan-Mayıs-Haziran aylarında gerçekleştirmektedir. Bu durum havzanın iklim özellikleri ile ilişkilendirilmektedir. İlkbahar yağışları ile çevredeki yüksek dağlık alanlardaki kar erimeleri belirtilen

aylarda akım miktarının yükselmesine sebep olmuştur. Yaz mevsiminde yüksek sıcaklıktan dolayı buharlaşmanın şiddetli olması, kış yağışlarının henüz başlamaması yaz mevsimi boyunca akım değerlerinin sürekli azalmasına, nihayet Eylül-Ekim aylarında en düşük seviyelerin ölçülmesine sebep olmuştur (Şekil 8). 1979-1995 yılları arasında ise Gökpınar Çayı'nın yıllık ortalama debisi 2,491 m³/sn olarak ölçülmüştür.

Gökpınar Çayı'nın 2002-2015 yılları arası aylara göre ortalama akım miktarı grafiğine göre, akım miktarının en fazla Nisan ayında gerçekleşmektedir. En düşük akım ise Ekim-Kasım aylarında gerçekleşmektedir (Şekil 8). İklimsel etkiler bu dönemde de akım miktarı üzerinde etkili olmuştur. 2002-2015 yılları arasında toplam ortalama akım miktarı ise 1,683 m³/sn olarak ölçülmüştür. Bu değer, baraj yapımından önce ölçülen değerden daha düşüktür. Baraj yapımı sonrası suların baraj haznesinde tutulup buharlaşma alanının arttırması ve baraj sularının sulamada kullanılması akarsu debisinin azalmasında öncelikli etkenlerin olduğu düşünülmektedir.



Şekil 8: Gökpınar Çayı'nın 1979-1995 ve 2002-2015 Yılları Arası Aylara Göre Akım Miktarı (Devlet Su İşleri)

Baraj yapımı sonrasında dikkat çeken bir diğer nokta ise akarsuyun rejim özelliğinde yaşanan değişimdir. Baraj yapımı öncesi iklim ile doğrudan bağlantılı

olan akarsu rejimi, düzensiz rejim özelliği gösterirken baraj yapımı sonrası rejim nispeten daha düzenli olmuştur.

2.4.3. Göller

Çalışma sahamız sınırları içersinde bulunan tek göl, yapay set gölü olan Gökpınar Baraj Gölüdür. Sulama ve içme-kullanma suyu temin etmek amacı ile 1995 yılında yapımına başlanan Gökpınar Baraj Gölü, 2002 yılında yapımı bitmiş ve kullanıma açılmıştır. Kil çekirdekli toprak dolgu tipi şeklinde inşa edilen barajın gövde hacmi 1,36 hm³ tür. Talvegden yüksekliği 43 metre olan baraj normal su kotunda 27,72 hm³ lük hacme ulaşmaktadır. Normal su kotunda göl alanı ise 1,95 km²'dir. Gökpınar Baraj Gölü yapımı ile yaklaşık olarak 5824 ha tarım alanı sulama imkanına ulaşmıştır (Devlet Su İşleri 21. Bölge Müdürlüğü).



Fotoğraf 6: Teleferek Bölgesinden Gökpınar Baraj Gölü (GD-KB Bakış)

2.5. TOPRAK ÖZELLİKLERİ

Toprak, kayaçların iklim, ana kaya özelliği, yüzey şekilleri, canlılar ve zaman kontrolü altında ufalanması ile oluşur. Toprağın oluşumunda birçok coğrafi faktörün etkili olması, aynı zamanda toprağın birçok coğrafi olayın gelişimini etkilemesi sebebiyle toprak, uygulamalı jeomorfoloji çalışmalarında değinilen önemli bir konu olmuştur.

Toprak erozyonu sonucu tarım topraklarının kaybolması, siltasyon, bitki örtüsünün cılızlaşması gibi problemlerden ortaya çıkmakta, özellikle gevşek yapılı topraklarda erozyon miktarı artmaktadır (Cürebal, 2003). Bu bakımdan, uygulamalı jeomorfoloji çalışmalarında toprak özelliklerini ortaya koymak, yukarıda bahsedilen problemlerin önlenmesi ve etkisinin azaltılmasını sağlamaktadır.

2.5.1. Kırmızımsı Akdeniz Toprakları

Kırmızımsı Akdeniz Toprakları iyi drenajlı düz veya düze yakın gnayslar, Mezosoyik yaşlı kireç taşları ve kısmen de neojen depoları üzerinde görülmektedir (Atalay vd., 1990). Çalışma sahasında bu topraklar özellikle Mezosoyik yaşlı kireçtaşları üzerinde görülmektedir. Havzanın yaklaşık olarak %42,6'sını kapsayan bu topraklar batıda Bozyokuş Tepesi mevkiinden, doğuda Honaz Dağı batı yamaçlarına kadar uzanan geniş bir alanda görülmektedir.

2.5.2. Kahverengi Orman Toprakları

Kahverengi orman toprakları çalışma sahasında, Çukurköy grabeninde bulunan Oligosen yaşlı Bayıralan formasyonu ve Ortaca Dağı batısında Zeytin Dere vadisine karşılık gelen Zeytinyayla formasyonunda kesintisiz bir şekilde geniş alanda görülür (Harita 11). Kahverengi orman toprakları çalışma sahasında toplamda 57,3 km²'lik bir alan kaplamaktadır. Bu alan toplam alanın %21,7'sine karşılık gelmektedir. Zeytindere vadisi boyunca yoğun bitki örtüsü altında gelişen kahverengi orman toprakları, Çukurköy grabeninde ise yer yer seyrek bitki örtüsü ve tarım alanlarının altında gelişmiştir.

2.5.3. Kireçsiz Kahverengi Orman Topraklar

Bu gruptaki toprakla çalışma sahasında Bediyurdu tepesi mevkiinin doğusunda, Honaz ofiyolitik melanjinin görüldüğü sahalarda oluşmaktadır. Bitki örtüsü bakımından fakir sahalara karşılık gelen bu sahalarda yıkanma yüksek olduğu için kireç miktarı azalmıştır.

2.5.4. Kolüvyal Topraklar

Kolüvyal topraklar, dik ve dike yakın yamaçlardan eğim, kütle hareketleri gibi sebeplerle kopan malzemelerin eğimin azalmaya başladığı sahalarda birikmesi ile oluşan genç oluşumlu topraklardır. Çalışma sahasının morfolojik özelliklerinden dolayı geniş alanlarda görülmektedir.

Denizli şehir merkezinin doğu sınırını oluşturan mahallelerde, Honaz dağının batı yamaçları ile Çatalca Tepenin doğu yamaçları boyunca akış gösteren Gökpınar Çayı vadi yamacında ve Akhan mevkiinde görülen kolüvyal topraklar çalışma sahasının yaklaşık %17,4'ünü kapsamaktadır.

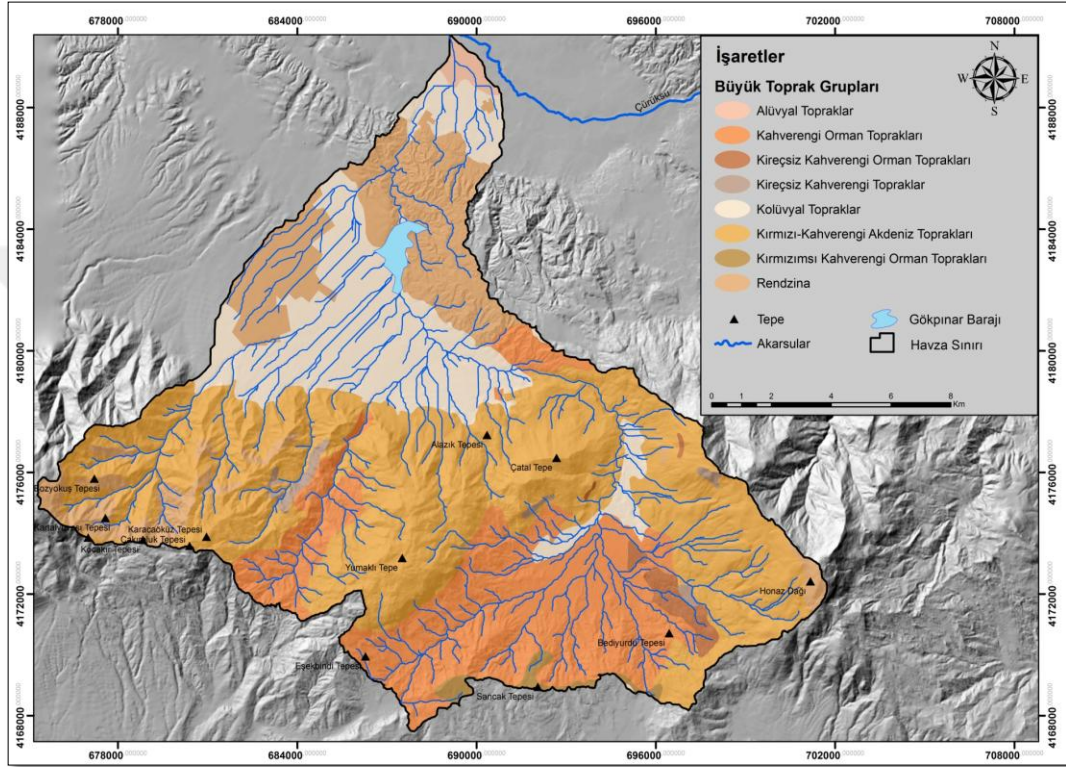
2.5.5. Alüvyal Topraklar

Akarsuların fiziksel ayrışma ile bünyesine kattığı sedimanların, eğimin azaldığı yerde biriktirmesi sonucu oluşan alüvyal topraklar, mineral bakımından zengin topraklardır. Çalışma sahasının %0,66'lık alanını kapsayan alüvyal topraklar, Gökpınar Çayı'nın aşağı çıkışında, Çürüksu Çayı ile birleştiği sahada görülmektedir. Erozyona karşı duyarsız olan alüvyal topraklar, tarım toprağı olarak kullanılmaktadır.

2.5.6. Rendzinalar

Bu topraklar, neojen killi-kireçli depolar veya marnlar üzerinde yaygın durumdadır. Kızılçam ve maki örtüsü altında bulunan bu araziler üzerinde kilin, bazları ve katyonları tutmasından dolayı toprak dahilinde taşınmaları son derece zorlaşmaktadır, bu yüzden genellikle A/C horizonlu olup organik madde birikmesinden ve organo-mineral kil kompleksinden dolayı koyu renklidir (Atalay vd., 1990).

Çalışma sahasının %15'ini kapsayan topraklar özellikle Gökpınar Baraj Gölünün doğusunda, Kolonkaya formasyonu üzerinde gelişmişlerdir. Erozyona karşı nispeten duyarlı olan bu topraklar üzerinde bitki örtüsü seyrekdir. Bu yüzden sellenme sonucu bu topraklar üzerinde kırgıbayır oluşumu gerçekleşmiştir. Erozyona uğrayan toprakların baraj gölüne yakın olması siltasyon olayını arttırmakta ve hızlandırmaktadır.



Harita 11: Çalışma Sahası Toprak Dağılım Haritası

2.6. BİTKİ ÖRTÜSÜ ÖZELLİKLERİ

Çalışma sahasının da içerisinde bulunduğu Batı Anadolu, Akdeniz, Avrupa-Sibirya, İran-Turan bölgelerinin kesişim sahasındadır (Davis, 1965; Büyükoğlan, 2010). Orman İl Müdürlüğü'nden temin edilen amenajman haritaları ve arazi gözlemlerimize göre sahasının yaygın bitki topluluğunun Kızılçam olduğu açıkça görülmektedir. Çalışma sahasında yaygın tür Kızılçam olsa da, iklim, yer şekilleri, bakı, toprak özellikleri ve antropojenik faktörlere bağlı olarak bitki örtüsü değişmektedir.

Çalışma sahasında bitki örtüsü, havzanın batı ve güney sınırı boyunca uzanan dağlık alanların kuzey yamaçları ile Gökpınar Çayı'nın kollarını oluşturan belli başlı

derelerin vadileri boyunca yoğundur. Havza'nın batı kesimi boyunca gelişen yoğun yerleşim alanları, kuzey kesimi ve Cankurtaran grabeni boyunca görülen tarım alanları, bitki örtüsünün kesintiye uğramasına sebep olmaktadır.

2.6.1. Orman Vejetasyonu

Çalışma sahasının orman vejetasyonu kuru ormanlar oluşturmaktadır. Kuru ormanlar içerisinde kızılçam (*Pinus brutia*), karaçam (*Pinus nigra*) ve ardıç (*Juniperus*) ormanları bu vejetasyonun hakim türleridir. Yaklaşık olarak 500-600 metreden başlayan kızılçam ormanları 1200 metre yüksekliğe kadar görülmektedir (Fotoğraf 7). Havzada tahribatın az olduğu Honaz Dağı'nın batı yamacı ve Zeytin Dere, Değirmen Dere, Devreni Dere ve Hamam Deresi vadileri boyunca geniş yayılım gösteren kızılçam ormanları, Çatal Tepe, Yayla Tepe, Yumaklı Tepelerinin kuzey yamacı boyunca meydana gelen tahribat nedeniyle maki toplulukları ile parçalı bir görünüm kazanmıştır. Kızılçam ormanlarının yanı sıra saçlı meşe (*Quercus cerris*), mazi meşesi (*Quercus infectoria*) ve palamut meşe (*Quercus ithaburensis*) sinden oluşan meşe ormanları da yer almaktadır

Yükseltinin artmasına bağlı olarak ortalama sıcaklıkların düşmesi kızılçamın yetişmesine imkan vermez. Böylelikle, don olaylarına dayanıklı karaçam ormanları görülmeye başlanır. 1000-1200 metre yükseltilerde görülmeye başlanan karaçam, yüksek zirvelere kadar devam ederler (Coşkun, 2017). Karaçam ormanlarının görüldüğü yerler özellikle Değirmen Dere vadisinin yukarı çığı ile havzanın güney doğusundaki yüksek kesimlerdir.

Karaçam ormanlarına göre dar alanlarda, parçalar halinde görülen, kuraklığa ve dona dayanıklı ardıç topluluklarının hakim türü boylu ardıç (*Juniperus excelsa*)'dır. Kokulu ardıç (*Juniperus foetidissima*), hemen her yerde boylu ardıç ile birlikte bulunur ve ardıç topluluklarının ikinci derece önemli ağacını oluşturur. “*Bekat; ardıcın, karaçam ve sedirin tahribiyle sahaya hakim olmuş antropojen karakterli bir tür olduğunu savunur*” (Coşkun, 2017). Çatal Tepe boyunca geniş alanlarda görülen ardıç, Honaz Dağı'nın batı yamacında, karaçam ormanlarının hemen üzerinde de yayılış göstermektedir.



Fotoğraf 7: Alazık Tepe Yakınında Yayılış Gösteren Kızılcım Ormanı

2.6.2. Maki Topluluğu

Çalışma sahasında Değirmen Dere vadisi ile havzanın güneyindeki dağlık alanların kuzeye bakan yamaçlarında yayılış gösteren maki toplulukları, kızılçam ormanlarının tahrip edilmesi ile ortaya çıkmıştır (Fotoğraf 8). Alçak kesimlerde yayılış gösteren kızılçam ormanlarının 300-400 metre yükseklikten sonra kesintiye uğraması, bu yükseltiden sonra başta kermes meşesi (*Quercus coccifera*) olmak üzere erguvan (*Cercis siliquastrum*), menengiç (*Pistacia terebinthus*), akçakesme (*Phillyrea latifolia*), katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus*), laden (*Cistus salviifolius*) ve sandaldır (*Arbutus andrachne*). Maki türlerinin topluluklar oluşturması, 1000 metre yükseltiden sonra ise tekrar kızılçam ormanlarının yayılış göstermeye başlaması, bu durumun en güzel kanıtını oluşturmaktadır. Çalışma sahasında 400 metre yükselti seviyelerinde başlayan maki toplulukları 1000 metre yüksekliğe kadar çıkabilmektedir.



Fotoğraf 8: Karaca Mağarası Yolu Üzerinde Görülen Maki Toplulukları

Yükseltinin artmasına bağlı olarak tür zenginliği azalmaktadır. Kesmes meşesi (*Quercus coccifera*), menengiç (*Pistacia terebinthus*), zakkum (*Nerium oleander*), katırtırnağı (*Spartium junceum*), laden (*Cistus salviifolius*), tesbih ağacı (*Styrax officinalis*) ve yabani zeytin (*Olea oleaster*)’den oluşan yoğun maki topluluğu, yükseldikçe türce azalır. 500 metrenin üzerindeki seviyelerde delice, 900 metrenin üzerindeki seviyelerde ise kermez meşesi, adaçayı yapraklı laden ve tespih dışındaki türler ortadan kalkar. Maki elemanları içerisinde hakim türü kermes meşeleri meydana getirir (Coşkun, 2017).

2.6.3. Alpin Bitkiler

Çalışma sahasında alpin bitkiler orman üst sınırının bittiği 2000 metre yükseklikten itibaren başlamaktadır. Bu bölümde iklimin sertleşmesi, zirvelerin şiddetli rüzgarlara açık olması ve toprak örtüsünün seyrekleşmesi ağaç oluşumunu engellemektedir. Bu sebeple çalışma sahasının alpin bitkileri doğuda Honaz Dağı’nın batı yamaçlarına karşılık gelen sahalarda yayılış göstermektedir.

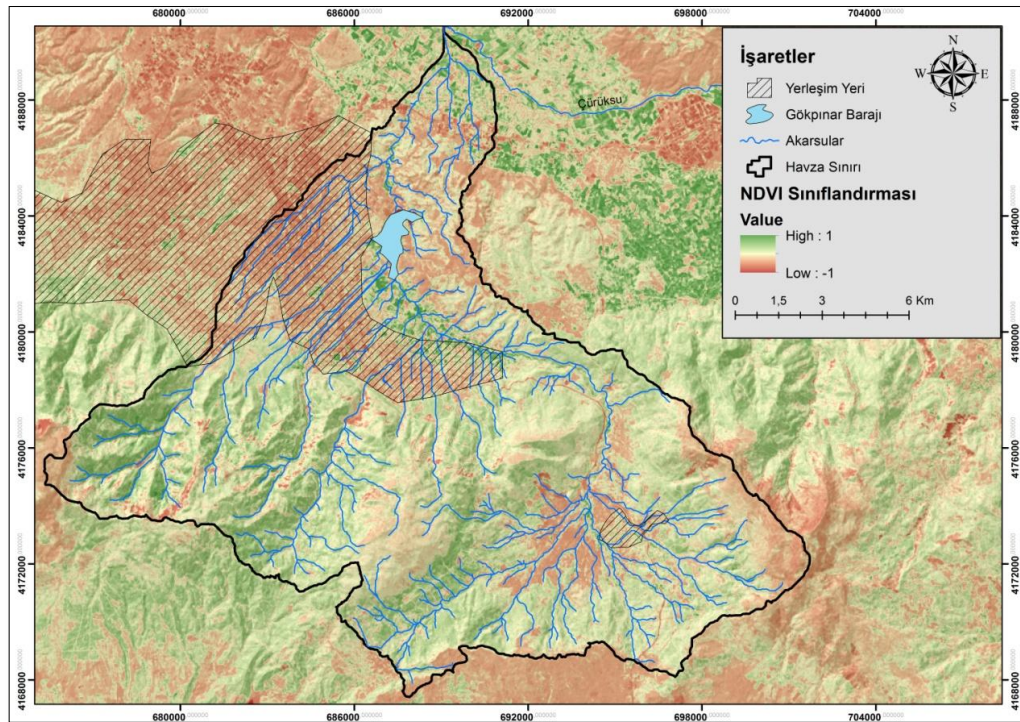
2.6.4. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Bitki örtüsünün varlığı erozyon, sel ve taşkın gibi doğal afetlerin şiddetlerini azaltıcı etki yapmaktadır. Bu bakımdan bitki örtüsünden yoksun alanlar ile bitki örtüsünün bulunduğu alanları ortaya koyabilmek amacıyla çalışma sahasının Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) haritası üretilmiştir. NDVI, kırmızı ve yakın kızılötesi bant görüntüleri kullanılarak üretilir (Kandemir, 2010). İndeks formülü;

$$\text{NDVI} = \frac{\text{Yakın Kızılötesi} - \text{Kırmızı Band}}{\text{Yakın Kızılötesi} + \text{Kırmızı Band}}$$

şeklinde. Bu formül -1 ile 1 arasında değişen NDVI değerlerini üretir ki, negatif değerler su, kar, bulut ve bitkiden yoksun nemli alanları ifade eder diğer taraftan pozitif değerler de bitki örtüsünün varlığını gösterir (Karabulut, 2006). Çalışma sahasının NDVI haritası, Landsat 8 OLI/ TIRS uydusuna ait 10.04.2018 tarihli uydu görüntüsü kullanılarak üretilmiştir.

Havzanın güneyindeki dağlık sahaların kuzeye bakan yamaçları ve vadi yamaçları bitki kapallık değerlerinin en yüksek olduğu sahalara karşılık gelmektedir (Harita 12).



Harita 12: Çalışma Sahasının NDVI Haritası



Fotoğraf 9: Gökpınar Baraj Gölü Doğusunda Bitki Örtüsünün Seyrek Olduğu Bölge (D-B Bakış)

Orman örtüsünün sık olması NDVI değerinin yüksek çıkmasına sebep olmuştur. NDVI değerlerinin yüksek olduğu yerler çalışma sahasında dar bir alana karşılık gelmektedir.

NDVI değerlerinin düşük olduğu sahalar; doğuda Honaz Dağı ve Ortaca Dağı yüksek kesimleri, vadi tabanları, eğimin yüksek olduğu sarp araziler, ova üzerindeki tarım alanları, maden sahaları ve yerleşme sahalarının geliştiği sahalardır (Fotoğraf 9).

NDVI değerinin düşük olduğu bu sahalar orman örtüsü bakımından fakirdir. Özellikle beşeri tahribatın sürekli olarak devam etmesi sahada, NDVI değerinin düşük olduğu sahaların genişlemesine sebep olacağı düşünülmektedir. Bu durum erozyon miktarının artmasına, erozyon sonucu incelen toprak örtüsü üzerinde yapılacak ağaçlandırma çalışmalarının başarısızlıkla sonuçlanmasına neden olacaktır.

2.7. JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER

Jeomorfolojik veriler, uygulamalı jeomorfoloji çalışmalarında kullanılan temel verileri oluşturmaktadır (Hatipoğlu, 2017). Bu bakımdan çalışmamızın bu bölümünde çalışma sahasının jeomorfolojik özellikleri ve jeomorfometrik analizlerine yer verilmiştir. Çalışma sahasının jeomorfolojik özellikleri hakkında bilgi sahibi olmak, meydana gelen veya gelebilecek problemlerin tanımlanması, sebeplerinin ortaya koyulması veya ortaya çıkabilecek problemlere karşı önlem alınabilmesi açısından önemlidir.

Çalışma sahasının jeomorfolojik özelliklerinin ortaya koyulabilmesi için ilk olarak jeomorfometrik analizler yapılmıştır. Bu analizler, temin edilen 1/25000 ölçekli topografya haritalarından üretilen DEM verilerinin Coğrafi Bilgi Sistemi teknolojileri kullanılarak yapılmıştır. Topografya haritalarından üretilen veriler, çalışma sahasının jeomorfolojik birimlerinin tespit edilmesinde kullanılmış, sahaya yapılan arazi çalışmaları ile birimler, yerinde gözlemlenmiş ve başlıca özellikleri ortaya koyulmuştur.



Fotoğraf 10: Çalışma Sahasının En Yüksek Noktası Olan Honaz Dağı (KB-GD Bakış)

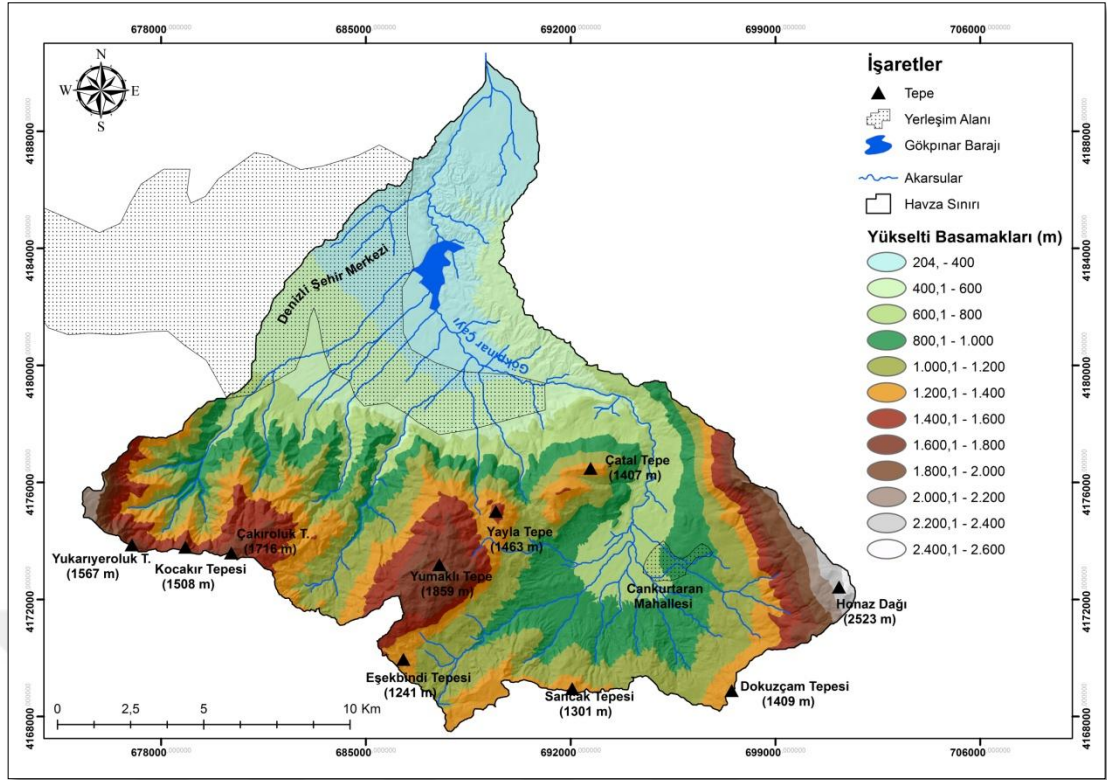
2.7.1. Çalışma Sahasının Jeomorfometrik Özellikleri

Çalışma sahası 263,06 km²'lik alana sahiptir. Havzanın batı kesiminde kuzeyden güneye gidildikçe kısa mesafede yükselti hızla artarken doğusunda Cankurtaran grabeni mevkiinde kısa mesafede yükselti değişimi yavaştır. Havzanın en alçak noktası kuzeyde Gökpınar Çayı'nın aşağı çığırına karşılık gelirken, en yüksek nokta doğuda Honaz Dağı kütesinin 2523 metre yüksekliğindeki tepesidir. Havzanın güney sınırında ise Yukarıyeroluk, Kocakır, Çakıroluk, Eşekbindi, Sancak Dokuzçam isimleri ile bilinen, yükselteleri 1241 m ile 1716 m arasında değişen, havzanın su bölümü çizgisinin geçtiği tepeler bulunmaktadır. Yerleşme, 400-600 metre yüksekliğe sahip, genel olarak ova alanlarına karşılık gelen yükselti kademelerinde gelişmiştir (Harita 13).

Çalışma sahasının yükselti basamakları 200 metre aralıklarla ayrılmış ve toplam alan içerisinde kapladıkları alanlar hesaplanmıştır (Tablo 6). Buna göre sahada, 1001-1200 metre yükseltiye sahip alanların alanı 46 km² olarak hesaplanmıştır. Bu değer toplam havza alanının % 17, 48'e karşılık gelmektedir. En dar alan ise havzanın %0,09'luk kısmına karşılık gelen 2401-2523 metre yüksekliğe sahip alanlardır. Havzanın ortalama yükseltisi ise 903,8 metredir.

Tablo 6: Çalışma Sahasında Yükselti Basamaklarının Alansal Oranı

Yükseklik	Alan (km ²)	Toplam Alana Oranı(%)	Yükseklik	Alan (km ²)	Toplam Alana Oranı(%)
204-400	41,4	15,73	1401-1600	16,0	6,07
401-600	37,7	14,32	1601-1800	10,6	4,05
601-800	30,4	11,54	1801-2000	4,6	1,74
801-1000	44,0	16,72	2001-2200	2,6	0,98
1001-1200	46,0	17,48	2201-2400	1,1	0,41
1201-1400	28,6	10,87	2401-2523	0,2	0,09



Harita 13: Çalışma Sahasının Yükselti Basamaklarını Gösteren Harita

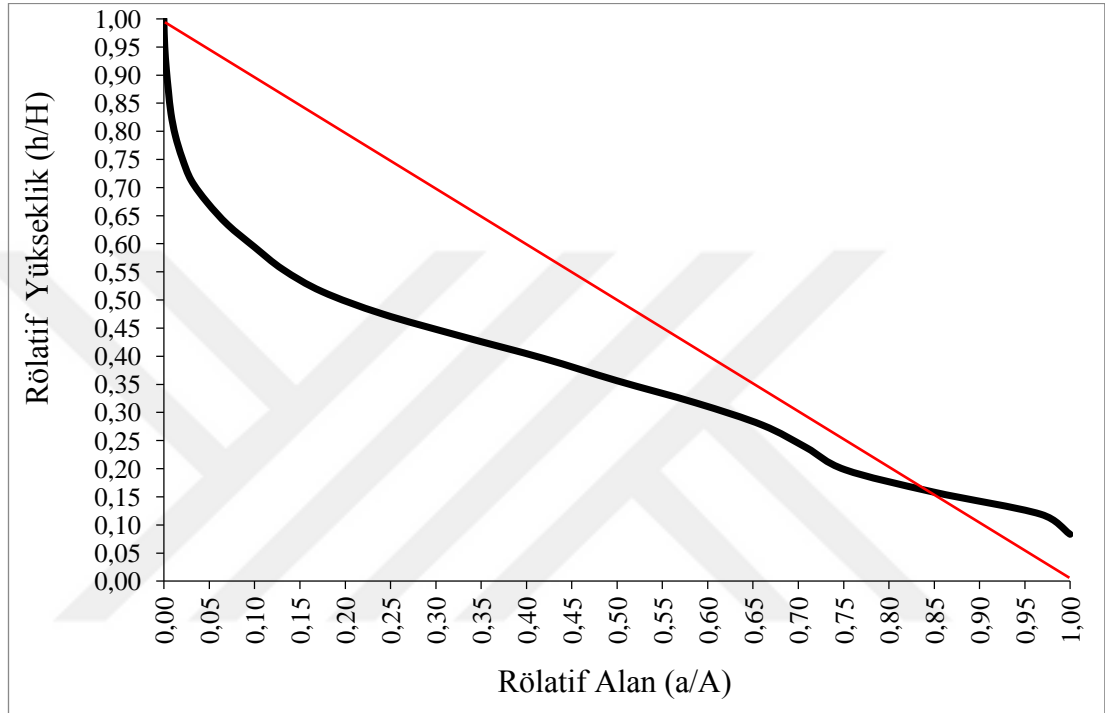
2.7.1.1. Hipsometrik Eğri ve Hipsometrik İntegral

Drenaj alanının evriminde güncel tektonizmaya duyarlılığını gösteren önemli bir parametre olan hipsometrik eğri, son dönemlerde jeomorfoloji çalışmalarında araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılmıştır (Ciccacci vd., 1992; Cürebal ve Erginal, 2007; Yıldırım, 2014; Avcı ve Günek, 2015; Özkaymak, 2015; Özsayın, 2016; Sağlam Selçuk ve Düzgün, 2017; Ege vd., 2019). Çalışma sahamızda aktif tektonizmanın etkin olması dolayısıyla sahasının hipsometrik eğri ve hipsometrik integral değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar, sahasının DEM verileri kullanılarak ArcMap ortamında yapılmıştır.

Strahler (1952)'e göre, hipsometrik eğrilerin dış bükey bir görünüme sahip olması genç bir topografyaya işaret ederken “S” görümlü eğriler olgunluk, iç bükey eğriler ise topografyanın yaşlılık safhasında olduğunu göstermektedir.

Çalışma sahamızın hipsometrik eğrisi genel olarak iç bükey bir görünüme sahipken, grafiğin tabanında “S” görümlü olduğu görülmektedir (Şekil 6). Bu durum, sahanın belli bir aşınım evresi geçirdikten sonra tekrar gençleşmeye

uğradığını göstermektedir. Kazancı vd. (2011)'e göre, Pleistosen zamanda Gökpınar Çayı'nın taban seviyesini oluşturan Sarayköy Gölü, Holosen başlarında kapılmış ve Büyük Menderes Nehrine bağlanmıştır. Dolayısıyla Gökpınar Çayı'nın bu olay sonucunda dış drenaja bağlanması, yukarıda bahsedilen gençleşmeye sebep olabileceği düşünülmektedir. Hipsometrik eğride, 500-600 m yükseltiye karşılık gelen bölümde meydana gelen ani değişim fay kırığına karşılık gelmektedir.



Şekil 6: Çalışma Sahasının Hipsometrik Eğrisi

Hipsometrik integral, hipsometrik eğrinin altında kalan kesimi ifade eder (Avcı, 2014). Strahler (1952)'e göre, hipsometrik integral (HI) değeri “0” ile “1” arasında bir değer alır. “0” değerine yakınlık topografyanın yaşlılık evresini gösterirken “1” değerine yakınlık gençlik evresini gösterir. HI değeri hesaplanırken havzanın ortalama, maksimum ve minimum yükseklik değerleri kullanılır. Buna göre;

$$H_i = \frac{H - H_{\min}}{H_{\max} - H_{\min}}$$

H_i : Hipsometrik İntegral

H : Havzanın Ortalama Yükseltisi

H_{\min} : Havzanın Minimum Yüksekliği

H_{\max} : Havzanın Maksimum Yüksekliği

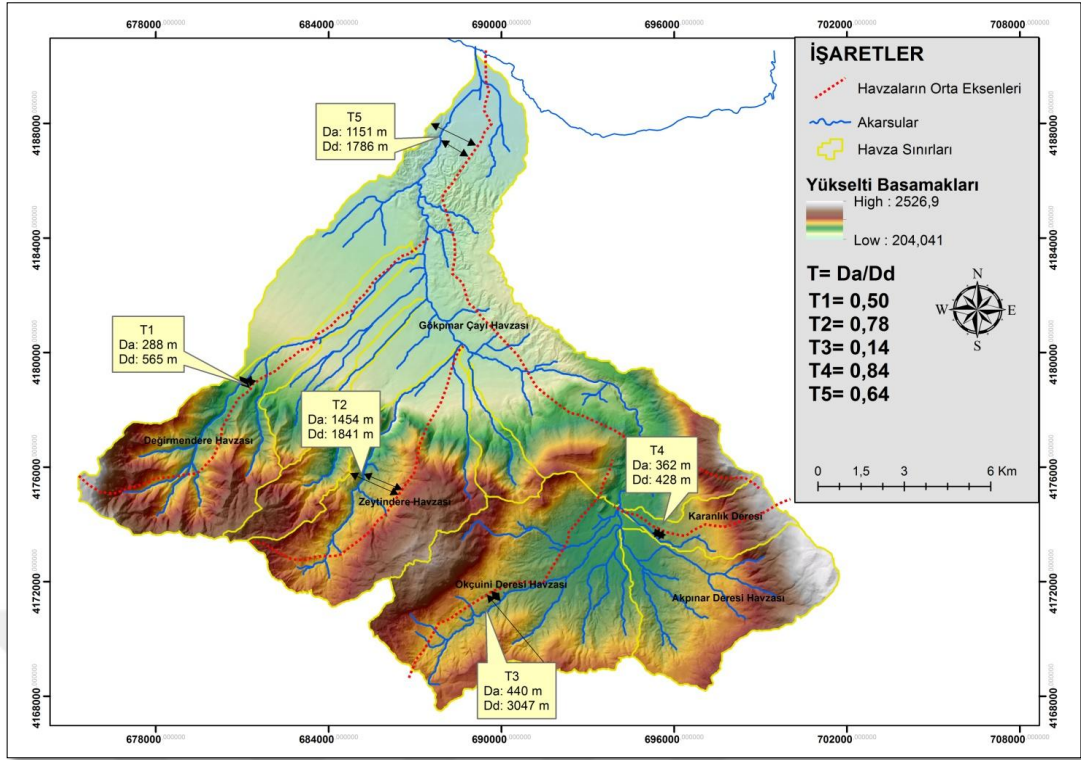
Yapılan hesaplama göre, havzanın hipsometrik integral değeri 0,30'dur. Bu değer havzanın olgunluk aşamasından yaşlılık aşamasına geçmekte olduğunu göstermektedir.

2.7.1.2. Transvers Topografik Simetri (T) ve Asimetri Faktörü (AF)

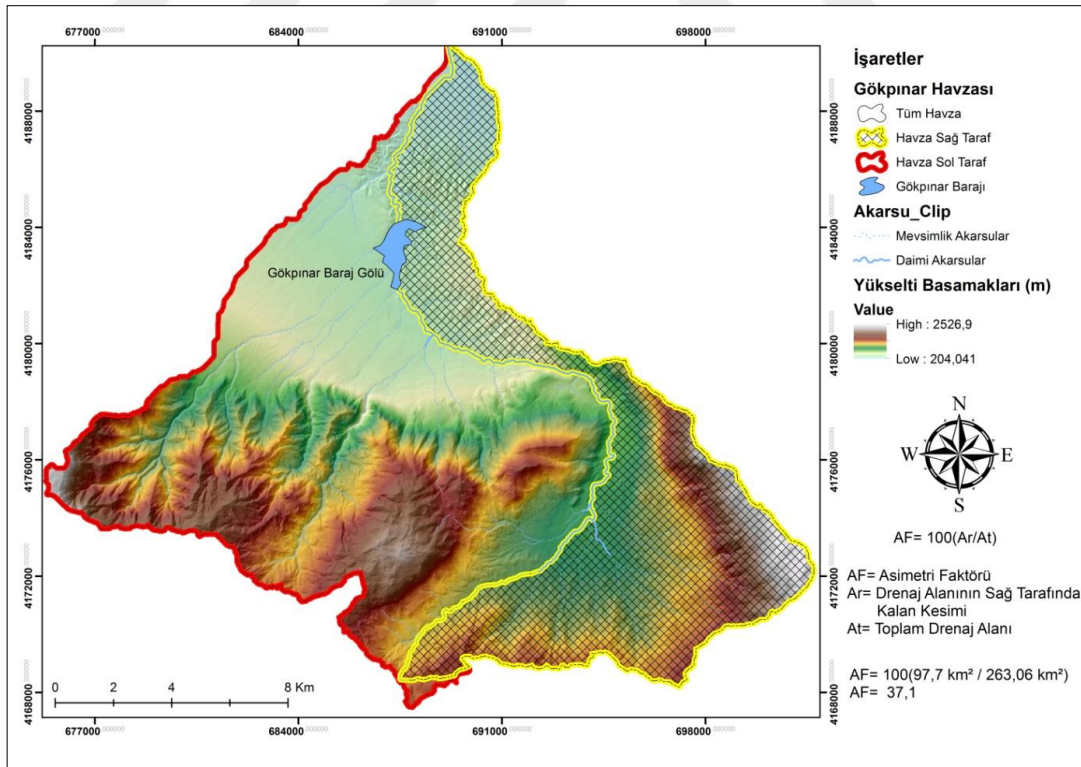
Transvers topografik simetri, mükemmel asimetric veya göreceli eğimli bir havzayı yansıtmaktadır (Topal, 2012). Akarsuyun talveg kısmından havza orta eksenine olan uzaklığın, havza orta ekseninden su bölümü çizgisine olan uzaklığa oranı transvers topografik simetri faktörüdür. "0" ile "1" arasında bir değer alan topografik simetri faktöründe, "0" değerine yakınlık asimetric vadi gelişimini tanımlarken "1" değerine yakınlık simetric bir vadi gelişimini tanımlamaktadır (Cox, 1994).

Topografik simetri faktörü 5 alt havza içerisinde belirli alanlardan alınan kesitler ile hesaplanmıştır. Bu ölçümler sonucunda sahada, tektonizma kaynaklı tiltlenmenin yönü değişiklik göstermektedir. T1 ve T2 havzalarında akarsu, mansaba doğru bakış yönüne göre sola doğru tiltlenmenin etkisi ile orta eksenin soluna kaymıştır. T3, T4 ve T5 noktalarında ise bu durum tersi yönde gelişim göstermiştir. Bu noktalarda tiltlenme mansaba bakış yönüne göre sağa doğru gerçekleşmiş, bu durum akarsuların, havza orta eksenine göre sağa doğru kaymasına sebep olmuştur (Harita 14).

Drenaj ağının tektonizmaya bağlı olarak gelişip gelişmediği hakkında bilgi veren, havzanın simetric görünümünü ortaya koyan bir diğer indis asimetri faktörüdür (AF) (Sağlam Selçuk ve Düzgün, 2017). Asimetri faktörü havzada tektonizmaya bağlı eğimlenmeyi göstermektedir (Keller ve Pinter, 2002). Simetric bir havzada AF değeri "50" değerine yakın çıkarken, değerin "50" den uzaklaşması, havzanın asimetric bir özelliğe sahip olduğunu göstermektedir. Gökpınar Çayı havzasının mansaba bakış yönüne göre sağ tarafta kalan kesimi 97,7 km²'dir. Toplam havza alanı ise 263,06 km²'dir. Buna göre havzanın AF değeri 37,1 olarak hesaplanmaktadır. Bu durum transvers topografik simetri faktöründe olduğu gibi havzadaki eğimlenmeyi göstermektedir (Harita 15).



Harita 14: Sahanın Transvers Topografik Simetri Faktörünü Gösteren Harita



Harita 15: Çalışma Sahasının Asimetri Faktörü

2.7.1.3. Akarsu Uzunluk- Gradyan İndeksi (SL)

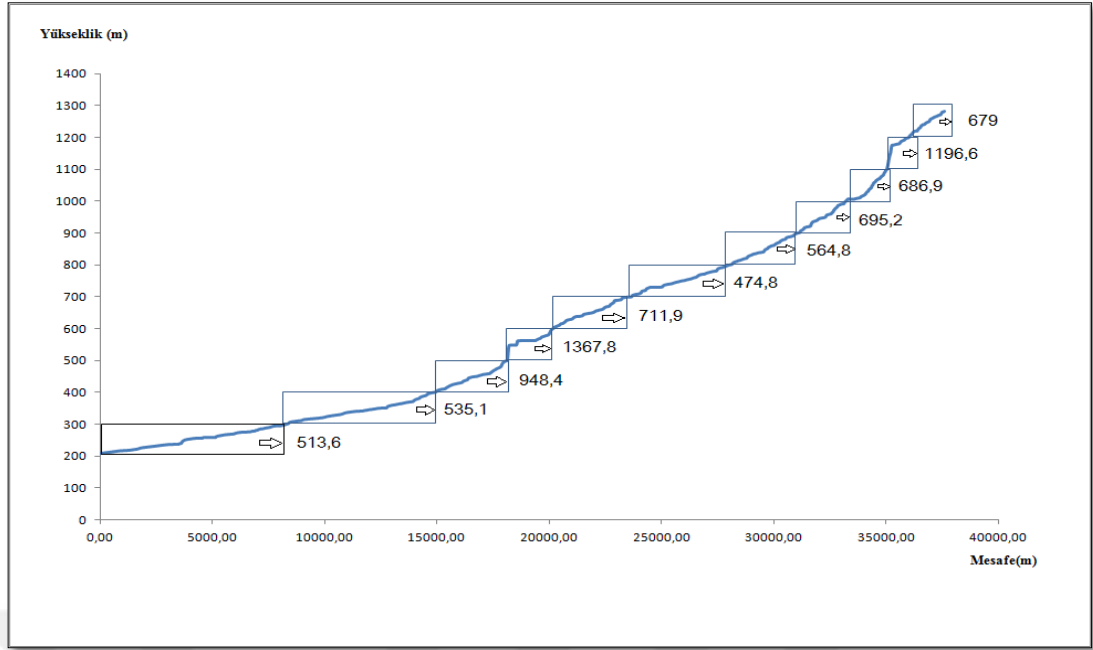
Vadi kanalı boyunca olası tektonik aktivite, kaya direnci ve topoğrafya arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesi amacıyla akarsu uzunluk gradyan indeksi (SL) kullanılmaktadır (Hack, 1973; Erginal ve Cürebal, 2007). Akarsu gradyan uzunluk indeksi formül yardımı ile hesaplanmaktadır. Buna göre;

$$SL = (\Delta H / \Delta L) * L$$

SL; Akarsu uzunluk gradyan indeksi, ΔH ; Akarsu kolunun yükseklik değişimi, ΔL ; Akarsu segmentinin uzunluğu, L; İndeks hesaplama noktası ile akarsuyun kaynak noktası arasındaki mesafe (m)'yi ifade etmektedir.

Genel olarak, nehirlerin sert kayaları aştığı yerlerde yüksek SL indeks değerleri bulunmakta ve bunlar oldukça yüksek tektonik aktiviteyi yansıtmaktadır. Düşük SL indeks değerleri ise oldukça düşük tektonik aktiviteye işaret eder ve daha az dirençli, yumuşak kaya tiplerini gösterir (Hack, 1973; Keller ve Pinter 2002; Topal, 2012).

Çalışma sahasının SL değeri sadece ana akarsu için hesaplanmıştır. Gökpınar Çayı'nın mansab kısmı ile memba kısmı 100 metrelik segmentlere ayrılmış, her 100 metrelik akarsu segmentinde SL değerleri hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalara göre Gökpınar çayı vadi profili boyunca 500-600 metre yükseltilerde SL değerinin pik yaptığı görülmüştür (Şekil 7). Bu durum daha öncede belirtildiği gibi bu yükselti değerlerinde var olan fayın, SL değerine yansımaları olduğu düşünülmektedir.



Şekil 7: Gökpınar Çayı'nın SL Değerlerini Gösteren Profil

2.7.1.4. Vadi Tabanı Genişliği ve Vadi Yüksekliği Oranı (V_f)

Tektonik aktivitenin vadi yamaç profili üzerinde etkisini gösterebilmek için kullanılan bir diğer indeks, vadi taban genişliği ve vadi yüksekliği indeksi (V_f)'dir (Bull, 2007; Keller, 1986; Erginal ve Cürebal, 2007). Vadi tabanı genişliği ve vadi yüksekliği oranı formül yardımı ile hesaplanmaktadır. Buna göre;

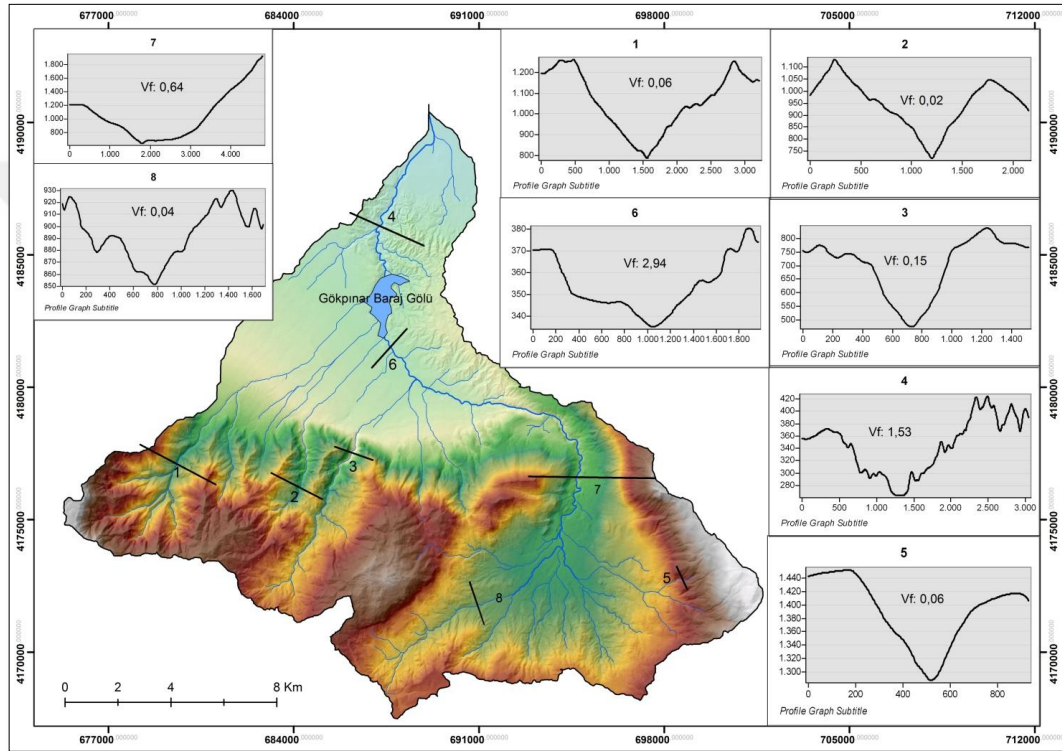
$$V_f = 2V_{fw} / ((Eld - Esc) + (Erd - Esc))$$

formülü kullanılmaktadır. Formülde; V_{fw} ; Vadi tabanı genişliği, Eld; Sol vadi kesimi yüksekliği, Erd; Sağ vadi kesimi yüksekliği, Esc; Vadi tabanı yükseltisini ifade etmektedir (Keller ve Pinter, 2002). Silva vd. (2003)'e göre, genç fay ile oluşmuş V şekilli vadilerde V_f değeri "1" değerinden küçük çıkarken U şekilli vadilerde ise V_f değeri "1" değerinden yüksek çıkmaktadır.

Çalışma sahasında aktif tektoniğin V_f üzerinde etkisini incelemek amacı ile 5 vadiden profil alınmıştır. Bu işlem ArcMap programı yardımı ile sahanın DEM verisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Profili alınan vadiler, sahada var olan faylara yakın olarak seçilmiştir. Buna göre belirlenen 1, 2, 3 ve 5 numaralı vadi profillerinde V_f değeri "0" değerine yakın çıkmıştır (Şekil 8). Bu durum aktif tektoniğin bir eseri

olduğu düşünülmektedir. Tektonik yükselme ile akarsuların akış hızı yükselmiş ve vadilerini derinde yarmışlardır.

4 numaralı vadi profilinde ise V_f değeri 1,53 olarak ölçülmüştür. Bu durum profili alınan vadinin bulunduğu yerin eğim ve litolojik özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira profilin alındığı bölgede eğim değerlerinin düşük olması, aşınmaya dirençsiz Kolonkaya formasyonu üzerinde yer alması bu görüşümüzü destekler niteliktedir.



Şekil 8: Çalışma Sahasının V_f Değerleri

2.7.2. Jeomorfolojik Birimler

Çalışma sahasının jeomorfolojik birimlerinin oluşmasında tektonik aktivite, flüviyal süreçler ve litolojik özellikler etkili olmuştur. Sahanın başlıca jeomorfolojik birimleri dağlık alanlar, ovalık alanlar, taraçalar, vadiler, birikinti konileri, karstik şekiller aşlıkları altında incelenmiştir. Jeomorfolojik birimler incelenirken sahanın topografya haritaları ve arazi gözlemlerinden yararlanılmıştır.

2.7.2.1. Dağlık Alanlar

Çalışma sahası Büyük Menderes horst- graben sisteminin bir parçasıdır. Bu bakımdan sahanın dağlık alanları doğrultu atımlı faylar boyunca yükselmiş horst alanlarına karşılık gelmektedir. Havzanın güneyi genel olarak dağlık alanlardan oluşmaktadır (Fotoğraf 11).



Fotoğraf 11: Karakurt Mahallesi Yakınından Honaz Dağı, Çatal Tepe ve Ortaca Dağı'nın Görünümü (KB-GD Bakış)

Havzanın doğusunda Ege coğrafi bölgesinin en yüksek noktasını oluşturan Honaz Dağı'nın batı yamaçları bulunmaktadır. Havzanın da en yüksek noktasını oluşturan bu bölgede yükselti 2523 m'ye kadar çıkmaktadır. Okay (1989)'a göre Geç Miyosen-Pliyosen döneminde KB-GB uzanımlı Cankurtaran fayı boyunca yükselen Honaz Dağı bu dönemde aşınmaya başlamıştır. Bu aşınma günümüzde de devam etmektedir. Aşınma sonucunda havzanın bu bölümünde eğim değerleri yükselmiş, derince yarılmış "V" profilli vadiler gelişmiştir.

Honaz Dağı ile aynı dönemde tektonik yükselmeye uğrayan Ortaca Dağı, Çukurköy grabeninin batısında yükselir. En yüksek noktası Yumaklı Tepe mevkiinde olan dağın yükseltisi 1859 m'dir. Genel olarak Jura-Kretase yaşlı kireç taşlarından oluşan Ortaca Dağı'nın doğu yamaçlarında bulunan fay diklikleri eğim değerlerinin yükselmesine sebep olmuştur. Zira bu bölümde arazi oldukça sarp kayalıklardan oluşmaktadır.

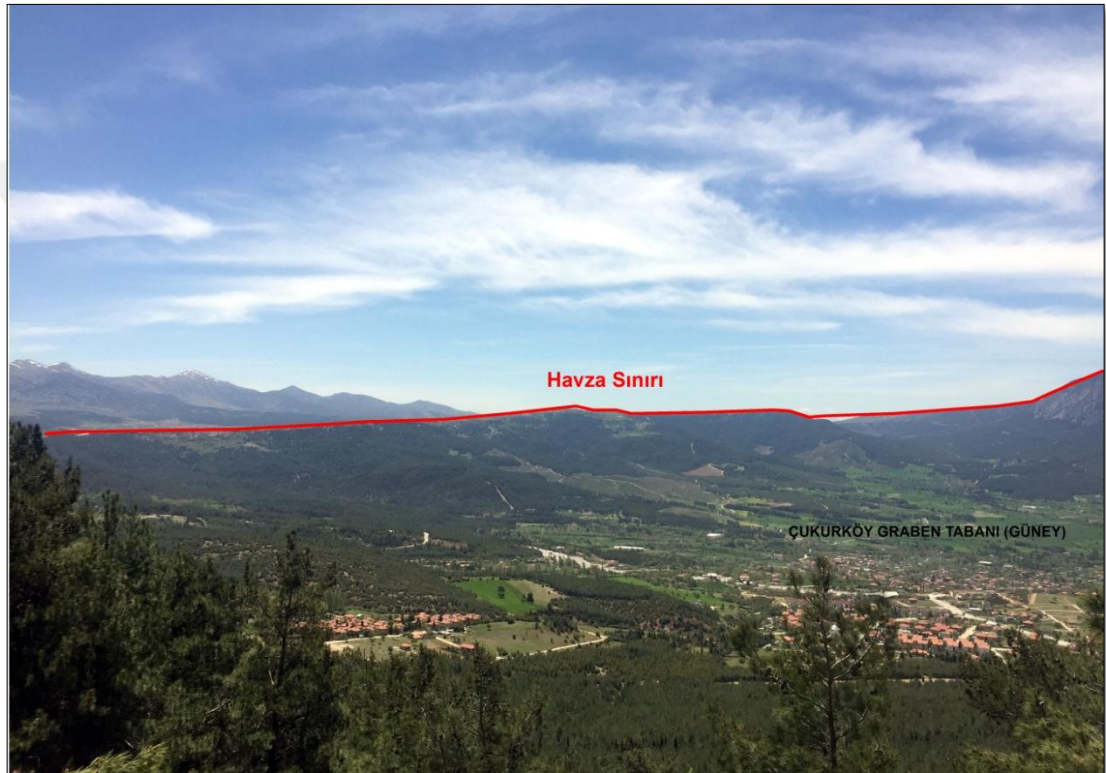
Ortaca Dağı'nın batı sınırını Zeytin Dere vadisi oluşturmaktadır. Zeytin Dere vadisinin batısında ise Çakıroluk Tepe (1716 m), Kocakır Tepe (1058 m) ve Yukarıyeroluk Tepe (1567 m) bulunmaktadır. Bu tepeler GK yönde akış gösteren dereler tarafından parçalanmıştır (Foto 12).



Fotoğraf 12: Karakurt Mahallesi Yakınından Ortaca Dağı, Keçitaşı Tepesi, Çakıroluk Tepesi, Kocakır Tepesi ve Yukarıyeroluk Tepesinin Görünümü (KD-GB Bakış)

2.7.2.2. Az Eğimli Düzlükler

Çukurköy graben tabanı çalışma sahasının az eğimi düzlük sahası olarak incelenmiştir. KD-GB uzanışlı bir graben olan Çukurköy grabeninin boyu 7,1 km, eni 3,4 km'dir. KD-GB doğru genişleyen grabeninin en dar noktası ise 0,65 km'dir. 600-1000 metre aralığında değişen grabende KD-GB doğrultuda tatlı bir yükselti artışı vardır. Graben tabanı Okçuçi ve Akpınar deresi ile bu derelerin yan kolları tarafından parçalanmıştır.



Fotoğraf 13: Çukurköy Grabeni ve Güney Sınırına Bakış (KD-GB)

2.7.2.3. Vadi Tabanı Düzlükleri

Çalışma sahasında eğim değerlerinin az olduğu sahalarda içerisinde vadi tabanı düzlükleri de yer almaktadır. Vadi tabanı düzlükleri Çukurköy grabeni aşağı kesimi, Gökpınar Çayı'nın Gökpınar Baraj Gölüne dökülmeden önceki kesimi ve Gökpınar Çayı'nın Gökpınar barajından çıktığı Çürüksu Çayı'na doğru kat ederken ki kesiminde görülmektedir. Gökpınar Çayı bu alanlarda eğim değerlerine bağlı olarak menderes şeklinde akış göstermektedir. Nitekim vadi tabanı düzlükleri de genel

olarak mendereslerin iç bükümlerinde meydana gelmiştir (Foto 14). Alüvyal depolar olan vadi tabanı düzlükleri genel olarak tarımsal alan olarak kullanılmaktadır.



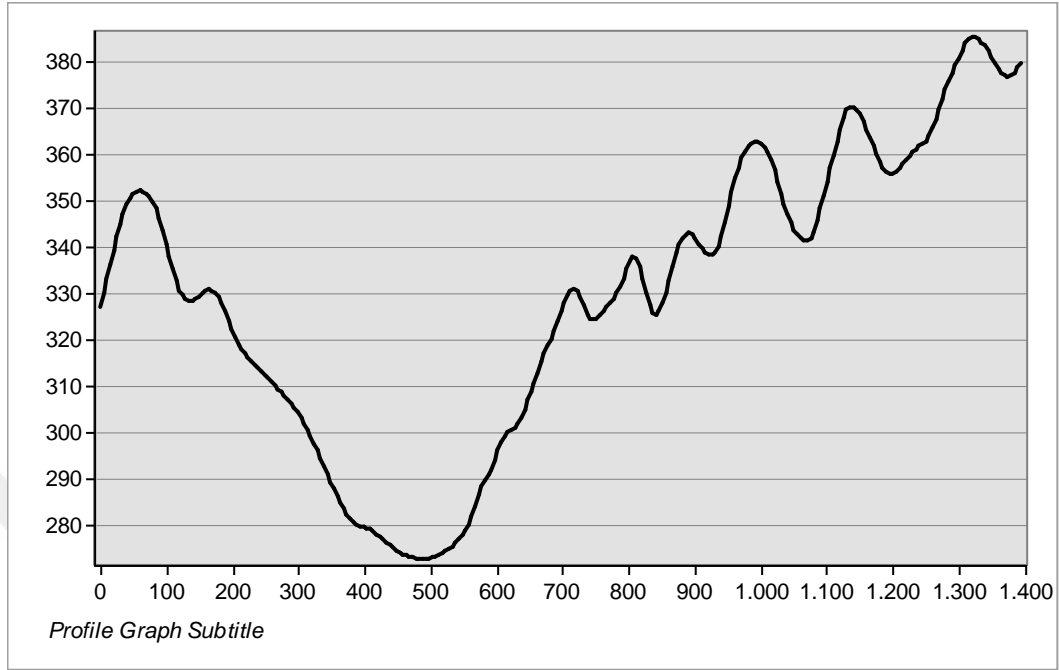
Fotoğraf 14: Gömük Menderes İçerisinde Oluşmuş Vadi Tabanı Düzlükleri

2.7.2.4. Vadiler

Vadiler çalışma sahasının önemli flüviyal aşınım şekillerini oluşturmaktadır. Özellikle havzanın yüksek dağlık alanlarında vadi yoğunluğu oldukça yüksektir. Sahada görülen vadi şekilleri eğim, litolojik ve yapısal özelliklere göre değişiklik göstermektedir.

Sahanın güneyindeki yüksek dağlık alanlarda genç oluşumlu “V” profilli çentik vadiler yaygındır. Çalışma sahasında kuzeye doğru yükselti değerlerinin azalması, bu bölümde vadilerin geniş tabanlı vadi görünümü kazanmasına ve akarsularda menderes oluşumuna sebep olmuştur. Gökpınar Çayı vadisinin aşağı çığırından alınan enine vadi kesitinde akarsuyun bu bölümde geniş tabanlı bir vadi içerisinde akış gösterdiği görülmektedir (Şekil 9). Bununla birlikte Gökpınar Çayı,

Çukurköy grabeninin orta kesiminden itibaren eğimin az olduğu alanlarda menderes vadi içerisinde akış göstermektedir.



Şekil 9: Gökpınar Çayı Aşağı Çığırının Enine Vadi Kesiti

Çalışma sahasında Zeytin Dere vadisinin Denizli grabenine açıldığı noktada boğaz vadi bulunmaktadır. Boğazın yarılma derecesi 360 metredir. Graben sınırında içeriye doğru yaklaşık olarak 2,1 km uzunluğa sahip olan boğazın tavan açıklığı 700 metre, taban açıklığı ise 25 m olarak ölçülmüştür. Boğaz içerisine taş ocağının açılması doğal görünümünde bozulmalara sebep olmuştur (Fotoğraf 15).



Fotoğraf 15: Zeytin Dere Boğazı

2.7.2.5. Ovalık Alanlar

Çalışma sahasında ovalık alanlara havzanın kuzeyinde rastlanılmaktadır. Bu bölüm esasında graben alanıdır. Çürüksu grabeninin bir parçasını oluşturan bu ovalık alanın güney sınırını Karakova yükselimi oluşturur. Gökpınar Çayı ve yan kollarının taşıdığı malzemeler tarafından oluşan ova yaklaşık olarak 8,6 km²'lik bir alana sahiptir ve bu değer ile çalışma sahasının %3,26'sını kaplamaktadır. Havzanın bu bölümünde Gökpınar Çayı'nın akış hızı iyice azalmış ve tipik bir menderesli vadi içerisinde akış göstermektedir. Ova, günümüzde tarım alanı olarak kullanılmaktadır.

2.7.2.6. Mağaralar

Karstik sahalar başta olmak üzere litolojinin kum taşı, granit, trakit, andezit, bazalt olduğu sahalarda gelişen yer altı boşluklarına mağara denilmektedir (Hoşgören, 1992). Arazi gözlemleri sırasında da çalışma sahasında büyüklükleri birbirinden farklı çok sayıda mağaraya rastlanılmıştır.

Mağaraları oluşturan en önemli unsurun yer altı suları olduğu bilinse de, çalışma sahasındaki mağaraların açığa çıkmasında tektonizma da etkili olmuştur.

Tektonik etkiye bağlı olarak horst alanlarındaki yükselme ve graben alanlarındaki alçalma, yer altı suyu seviyesini düşürmüş, daha önceden su ile dolu halde bulunan yer altı boşluklarındaki su boşalmış, dolayısıyla mağaralar oluşmuştur. Bu bakımdan, sahadaki mağaraların dağılışı ile tektonik hatlar arasında paralellik söz konusudur. Zira Erinç (2000)'te çalışmasında, tektonik hatlar ile mağara planlarının uzanışının birbirine uygun olduğunu belirtmiştir.

Çalışma alanı sınırları içerisinde bulunan en önemli mağara Karaca mağarasıdır. Konglomera içerisinde gelişen Karaca mağarası, Çatalca Tepe'nin kuzeye bakan yamaçlarında oluşmuştur (Foto 16). Lazermetre yardımı ile yapılan ölçümlerde mağara ağız; 10.7 m, mağara yüksekliği; 6.5 m ve mağara derinliği; 15 m olarak ölçülmüştür. Mağaranın iç kısmında genişlik 9 m'ye düşmektedir. Mağara içerisinde karstik birikim şekilleri fazla gelişmemiştir. Tavan kısmında 5 cm boyunda sarkıtlar dikkat çekmektedir.

Zeytin Dere vadisinin yukarı çığırı mağaraların geliştiği diğer önemli alanı oluşturmaktadır. Bu bölümde derince yarılmış vadi yamaçları boyunca büyüklükleri birbirinden farklı çok sayıda mağara görülmektedir. Bu bölümdeki mağaralar da tektonik hatlara paralel oluşmuşlardır (Foto 17).



Fotoğraf 16: Karaca Mağarasının Giriş Kısmından Görünüm

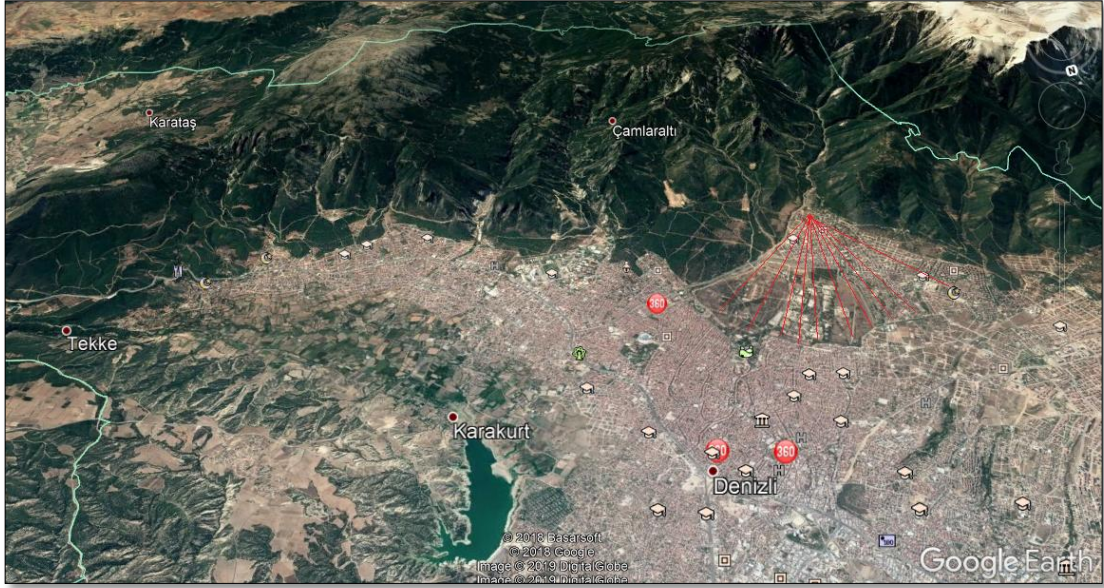


Fotoğraf 17: Hamam Derenin Sol Sahil Yamacında Gelişen Bir Mağara

2.7.2.7. Birikinti Koni ve Yel pazeleri

Akarsuların, dik eğimli yamaçlardan inerken eğimin aniden azaldığı sahalarda taşıdıkları malzemeleri biriktirmesi ile birikinti konileri oluşur (Erinç, 2000). Birikinti konileri çalışma sahasının dikkat çekici jeomorfolojik şekillerini oluşturur.

Çalışma sahasının horst-graben sistemi oluşu, tektonik yükselmeye bağlı olarak ani yükselti değişimi ve eğim kırıklarının varlığı birikinti koni ve yel pazelerinin oluşumunu kolaylaştırmıştır. Zira Babadağ horstunun yüksek kesimlerinde hızla akışa geçen Gökpınar Çayı'nın yan kolları, graben kenarına gelir gelmez akış gücünün düşmesine bağlı olarak çok sayıda birikinti konisi oluşturmuşlardır (Fotoğraf 18). Çalışma sahasındaki birikinti konileri genellikle yerleşim alanı olarak değerlendirilmektedir. Özellikle Denizli şehir merkezinin doğu kesimi birikinti konilerinin üzerine kurulmuştur.



Fotoğraf 18: Değirmendere Vadisinin Grabene Ulaştığı Noktada Gelişen Birikinti Konisi

Çalışma sahasının bir diğer graben sahası olan Çukurköy graben kenarında da çevredeki yüksek alanlardan gelen derelerin oluşturduğu birikinti konileri gelişmiştir. Bu bölgedeki birikinti konileri ise genellikle tarımsal faaliyetlerde kullanılmaktadırlar.



Fotoğraf 19: Çukurköy Grabeninde, Üzerinde Tarım Yapılan Birikinti Konisi

2.7.2.8. Kayşat Konileri

Düşey atımlı fayların etkisiyle oluşan fay dikliklerinin ortaya çıkardığı yamaçlar fiziksel ayrışma sonucu ortaya çıkan malzemeler ile doldurulması sonucunda kayşat konileri oluşur (Ege, 2014). Çalışma sahasında kayaç özellikleri, iklim özellikleri ve tektonizma özelliklerine bağlı olarak kayşat konileri gelişmiştir. Özellikle Honaz Dağı'nın batı yamaçlarında pelajik kireç taşları üzerinde çok sayıda, büyüklükleri birbirinden farklı kayşat konisi gelişmiştir. Bu kayşat konileri bazı alanlarda dağ yollarını kapatacak kadar gelişmişlerdir.

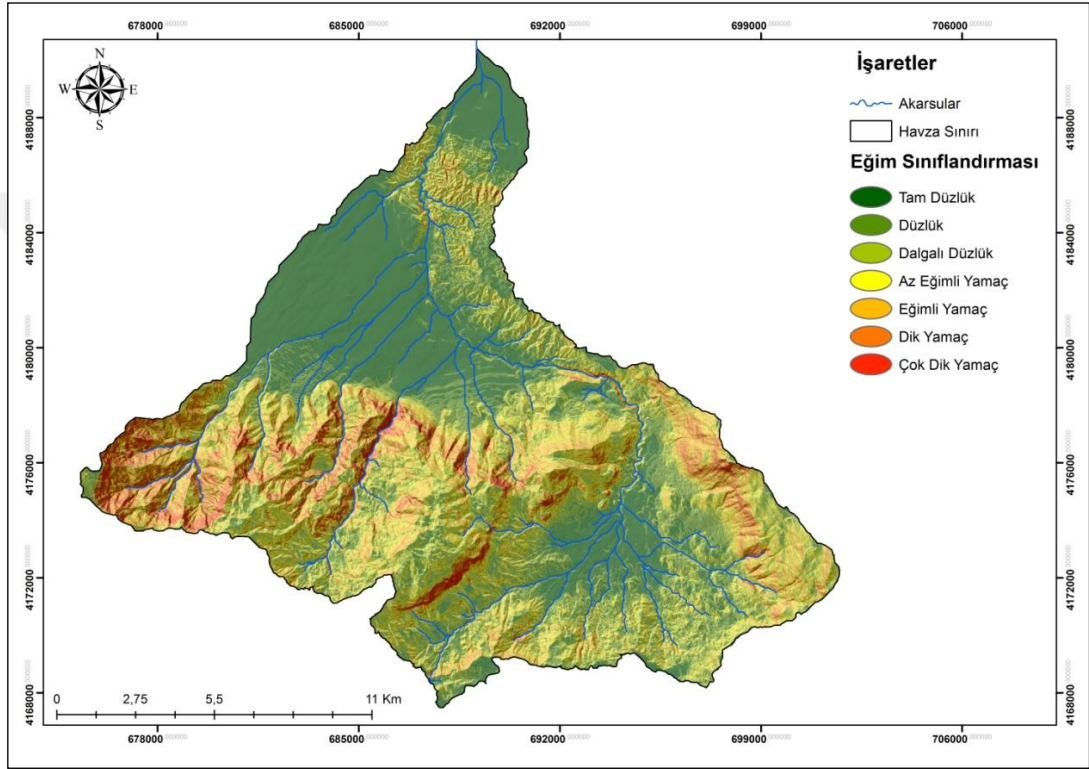


Fotoğraf 20: Honaz Dağı Batı Yamacında Gelişen Kayşat Konileri

2.7.3. Eğim Özellikleri

Çalışma alanının DEM haritası ArcMap 10.3 programı yardımı ile Topo to Raster yöntemi ile 10 m çözünürlüğe sahip olarak üretilmiştir. Üretilen DEM verisinden Spatial Analysis Tool içerisindeki Surface analizi kullanılarak eğim haritası üretilmiştir. Üretilen eğim haritası Erol (1993)'a göre yeniden sınıflandırılmıştır. Buna göre 7 sınıf belirlenmiş, belirlenen eğim değerlerinin kapladığı alanların toplam alan içerisindeki oranları hesaplanmıştır.

Çalışma sahasının eğim sınıflandırmalarının kapladıkları alanlara bakıldığında dik yamaçların 90,43 km² ile en fazla alana sahip oldukları görülmektedir. %20 ile %40 eğim değerleri arasında değişiklik gösteren bu alanlar çalışma sahasında dağlık alanların yamaçları ile vadi yamaçları boyunca görülmektedir (Harita 16). Çok dik yamaçlar ise genellikle fay dikliklerine karşılık gelmektedir. Çok dik yamaçlar ile dik yamaçlar toplam alanın %39,30'unu kaplamaktadır.



Harita 16: Çalışma Sahasının Eğim Haritası (Eğim Sınıflandırması Erol, (1993)'ten Yararlanılarak Yapılmıştır)

Sahada eğimin %0-%5 arasında olduğu Tam düzlük, düzlük ve dalgalı düzlükler ise toplamda 63,51 km²'lik alan kaplamaktadır. Buralar ovalık alan, vadi tabanı düzlükleri, graben tabanları ve birikinti konilerine karşılık gelmektedir. Bu alanların toplam alana oranı ise %24,14 olarak hesaplanmıştır (Tablo 7).

Tablo 7: Çalışma Sahasının Eğim Değerlerinin Kapladığı Alanlar

Eğim Değerleri(%)	Eğim Sınıflandırması	Kapladığı Alan(km ²)	Toplam Alana Oranı (%)
0-1	Tam Düzlük	4,91	1,87
1-2	Düzlük	16,67	6,34
2-5	Dalgalı Düzlük	41,93	15,94
5-10	Az Eğimli Yamaç	34,72	13,20
10-20	Eğimli Yamaç	61,44	23,36
20- 40	Dik Yamaç	90,43	34,38
40 <	Çok Dik Yamaç	12,95	4,92

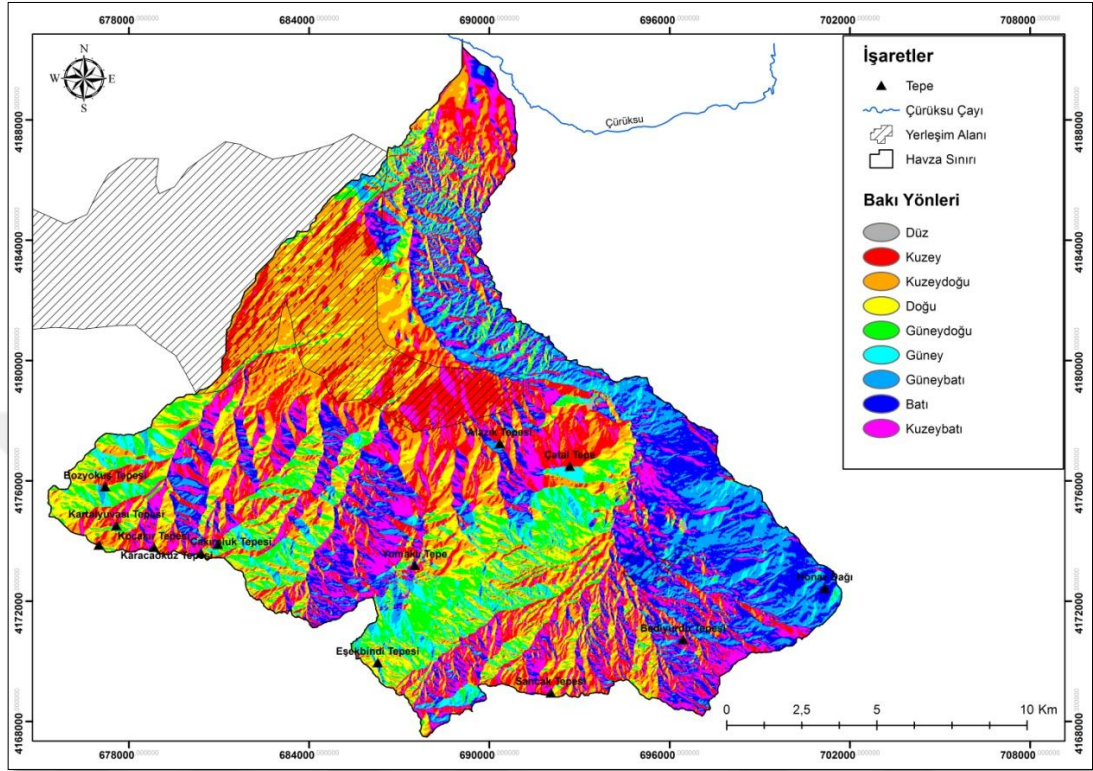
2.7.4. Bakı Özellikleri

Çalışma sahasının güneyi horst, kuzeyi graben tabanıdır. Bu bakımdan kuzeye bakan alanlar bakı sınıflandırması içerisinde en fazla alana sahiptir. Nitekim kuzeye bakan alanlar toplam alanın %17,19'unu, kuzeydoğuya bakan alanlar ise toplam alanın %17,77'sini oluşturmaktadır. Güneydeki horst alanlarının tektonizmaya bağlı olarak parçalanması, düşey atımlı normal faylar boyunca subsidansa uğrayarak graben alanı oluşması dolayısıyla batı ve doğuya bakan alanlarında kapladıkları alanları etkilemiştir. Çalışma sahasında batıya bakan alanlar toplam alanın %14,4'ünü, doğuya bakan alanlar ise 11,91'ini oluşturmaktadır. En az alan ise düz alanlar oluşturmaktadır. Düz alanların toplam alana oranı %0,14'tür (Tablo 8).

Tablo 8: Çalışma Sahasının Bakının Alansal ve Oransal Dağılımı

Bakı Yönü	Kapladığı Alan (km ²)	Toplam Alana Oranı (%)	Bakı Yönü	Kapladığı Alan (km ²)	Toplam Alana Oranı (%)
Düz	0,37	0,14	Güney	15,61	5,94
Kuzey	45,22	17,19	Güneybatı	24,52	9,32
Kuzeydoğu	46,75	17,77	Batı	37,87	14,4
Doğu	31,33	11,91	Kuzeybatı	37,79	14,37
Güneydoğu	23,58	8,97	TOPLAM	263,04	100

Çalışma sahasında engebeli alanlarda bakı yönü kısa mesafelerde değişirken düz bir topografya sahip alanlarda bakı yönünde ani değişimler yaşanmamaktadır (Harita 17).



Harita 17: Çalışma Sahasının Bakı Yönlerini Gösteren Harita

3. GÖKPINAR ÇAYI HAVZASININ ARAZİ KULLANIM ÖZELLİKLERİ

Çalışma sahasının arazi kullanım özellikleri incelenirken CORİNE arazi kullanım verileri kullanılmıştır. Avrupa Çevre Ajansı'nın oluşturduğu arazi örtüsü sınıflandırmalarına göre uydu görüntüleri destekli el yorumlama metodu ile hazırlanan CORİNE arazi kullanım verileri Türkiye'de ilk olarak 2001 yılında hazırlanmıştır. İlk olarak TÜİK tarafından hazırlanan arazi kullanım verileri daha sonraları Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından hazırlanmış, 2008 yılından itibaren ise Tarım ve Orman Bakanlığı'nın sorumluluğuna verilmiştir. 2018 yılı itibariyle, ilgili bakanlığın Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı Coğrafi Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğü bünyesinde harita, orman, ziraat mühendisi ve inşaat teknikeri gibi farklı meslek gruplarından oluşan bir ekip oluşturulmuştur (Karakaş Özür ve Ataol, 2018).

Bu çalışmada kullanılan CORİNE arazi kullanım verileri 2012 yılına ait verilerdir. CORİNE arazi kullanım verileri ArcMap 10.3 Coğrafi Bilgi Sistemleri programı kullanılarak harita üretilmiş, yapılan arazi çalışmaları ve uydu görüntüleri yardımı ile çalışma sahasındaki rekreasyon alanları, ulaşım güzergahı inşaat alanları ve maden çıkarım bölgeleri belirlenmiş, arazi kullanım haritasına eklenmiştir.

Çalışma sahasında kesikli şehir yapısı 26 km²'lik bir alan kaplamaktadır. Çalışma sahasının batısında buluna bu alan, Denizli ilinin doğusunda bulunan mahallerden oluşmaktadır (Foto 21). Bu mahallerinin toplam nüfusu TÜİK (2018)'e göre 286.959'tir. Bu rakam Denizli ili toplam nüfusunun %27,88'ine, havza sınırları içerisinde yaşayan toplam nüfusun ise %98,75'ine karşılık gelmektedir. Havza sınırı içerisinde toplam nüfus TÜİK (2018)'e göre 290.194'tür (Tablo 9).



Fotoğraf 21: Çalışma Sahasının Batısında Bulunan Kesikli Şehir Yapısından Görünüm

Tablo 9: Kesikli Şehir Yapısı Sınırlarında Bulunan Mahallerin Nüfusu

Mahalleler	Nüfus (2018)	Mahalleler	Nüfus (2018)
Mehmetçik Mah.	17.669	Kuşpınar Mah.	10.121
Kınıklı Mah.	17.080	İstiklal Mah.	9.308
Zeytinköy Mah.	16.390	Cumhuriyet Mah.	8.744
Fatih Mah.	16.014	Atalar Mah.	7.915
Topraklık Mah.	15.794	Kervansaray Mah.	7.732
İncilipınar Mah.	15.568	15 Mayıs Mah.	7.231
Karşıyaka Mah.	14.264	Siteler Mah.	7.070
Bağbaşı Mah.	13.766	Zümrüt Mah.	6.943
Dokuzkavaklar Mah.	13.463	Karakurt Mah.	943
Aktepe Mah.	12.673	Yunusemre Mah.	6.715
Deliktaş Mah.	11.950	Akhan Mah.	5.772
Pelitlibağ Mah.	11.707	Kayıhan Mah.	5.206
Hacıkaplanlar Mah.	10.941	Asmalievler Mah.	4.859
Fesleğen Mah.	10.775	Hürriyet Mah.	4.207
Anafartalar Mah.	10.322	Gökpınar Mah.	3.122
TOPLAM NÜFUS			286.595

Kaynak: TÜİK (2018)

Çalışma sahasında en fazla alan kaplayan arazi kullanım sınıflarından birisi iğne yapraklı orman alanlarıdır. İğne yapraklı orman alanları özellikle Honaz Dağı batı yamacından Eşekbendi Tepesine kadar, 500-1200 metre yükselti aralığında bir kuşak oluşturur. Bunun yanından Zeytin Dere vadisinde ve Çatal Tepe'nin kuzeye bakan yamaçlarını kaplamaktadır. İğne yapraklı orman alanı 72,29 km²'lik alan ile toplam alanın %27,47'sini kaplamaktadır. Çalışma sahasında yayılış gösteren bütün ormanlık alanlar (iğne yapraklı, geniş yapraklı, karışık orman) birlikte değerlendirildiğinde ise kapladıkları alan 100,6 km²'lik alan kaplamaktadır. Bu değer ise toplam alanın %38,24'üne karşılık gelmektedir.

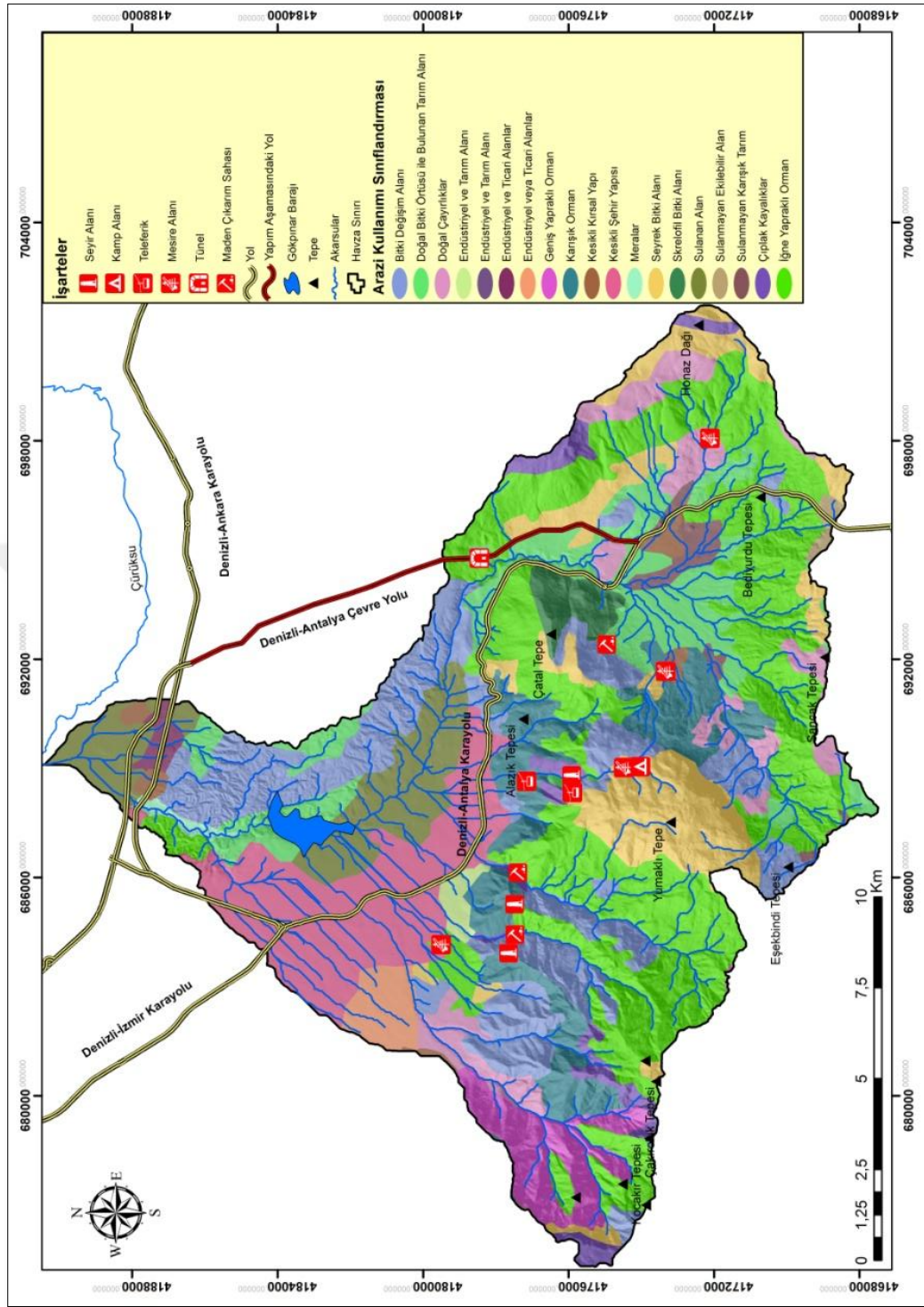
Tarımsal faaliyetler çalışma sahasında özellikle Gökpınar Çayı ana kolu boyunca gelişmiştir. Eğim değerlerinin azaldığı alanlarda gelişen tarımsal faaliyetler, Çürüksu grabeni boyunca geniş alanlarda başlar, Gökpınar Çayı boyunca yer yer parçalanarak Çürüksu ovasına kadar devam etmektedir. Gökpınar barajı çevresi ve Çürüksu ovasında sulama imkanlarına bağlı olarak sulu tarım yapılmaktadır. Bu sebeple bahsedilen alanlarda birçok sulama kanalı inşa edilmiştir. Tarım alanları çalışma sahasında 44,65 km²'lik bir alan kaplamaktadır. Bu alan toplam alanın %16,75'ine karşılık gelmektedir (Şekil 10). Çürüksu ovasının doğusunda 1,4 km²'lik alanda endüstriyel ve ticari alanlar dikkat çekmektedir. Bu alan Çürüksu ovasının parçası olmasına rağmen sanayi tesisleri tarafından işgal edilmiştir. Bu bakımdan yanlış arazi kullanımına örnek teşkil etmektedir. Bu bölgedeki sanayi tesislerinin sayılarının artması, tarımsal üretim açısından önemli olan bu bölgeyi tehdit etmektedir.

Çalışma sahasında dikkat çeken bir başka arazi kullanım durumu ise çıplak ve seyrek bitki alanlarının alansal dağılışıdır (Foto 22). Toplamda 29,08 km²'lik alan kaplayan çıplak ve seyrek bitki alanları genellikle Ortaca Dağı'nın yüksek kesimleri, fay diklikleri, derince yarılmış vadi yamaçları ve orman üst sınırının yükseklerinde görülmektedir. Bu sahalar aynı zamanda erozyonal süreçlerin hızlı yaşandığı, bitki örtüsünün gelişim gösteremediği alanlara karşılık gelmektedir.



Fotoğraf 22: Ortaca Dağı Doğusunda Çıplak Kayalık Alan

Çalışma sahası ulaşım güzergahı açısından önemli bir kavşak noktasıdır (Harita 18). Denizli'nin İzmir, Ankara, Antalya ve Muğla gibi şehirlere kara yolu bağlantısının bulunması, bu şehirler arası seyahat yapacak insanların bu güzergahı kullanmalarına sebep olmaktadır. Zamanla artan nüfusa bağlı olarak da özellikle Üçgen mevki olarak bilinen İzmir-Antalya-Ankara yol ayrımında trafik sorunu yaratmaktadır. Bu bakımdan alternatif güzergah arayışına gidilmiş, Denizli-Antalya Çevre Yolu projesi geliştirilmiş, bu proje kapsamında yol yapım çalışmaları, Honaz Dağı kuzeybatısında tünel yapılmıştır (Foto 23). Çalışma sahasının güneyinin dağlık olması yol yapım çalışmalarını güçleştirmiş ve maliyetlerini yükseltmiştir. 15 Mart 2019 tarihinde tünel yapım çalışmaları sırasında meydana gelen toprak kayması sebebiyle de 1 tünel işçisi yaşamını yitirmiştir.



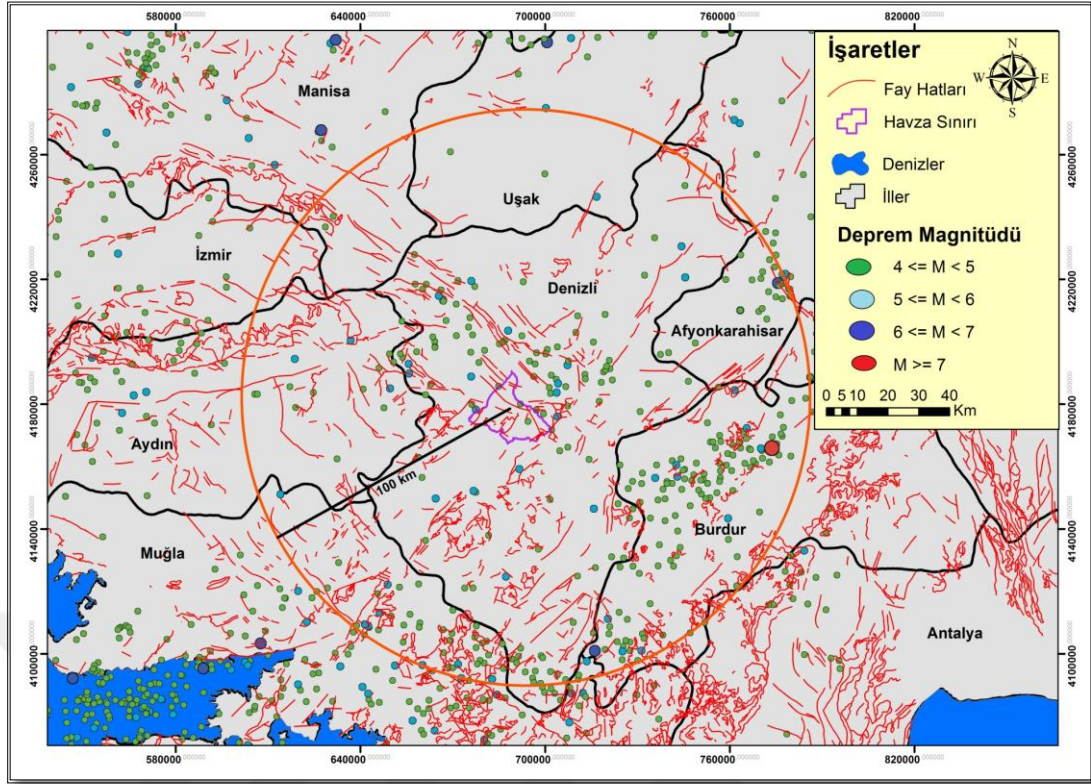
Harita 18: Çalışma Sahasının CORINE Arazi Sınıflandırması (2012)

Günümüz teknolojisi ile bir bölgede meydana gelebilecek depremin zamanı ve büyüklüğünün önceden bilinme şansı yoktur. Ancak bölgede bulunan fay hatları üzerinde meydana gelen tarihsel depremler incelenerek beşeri unsurlar depreme hazır hale getirilebilir.

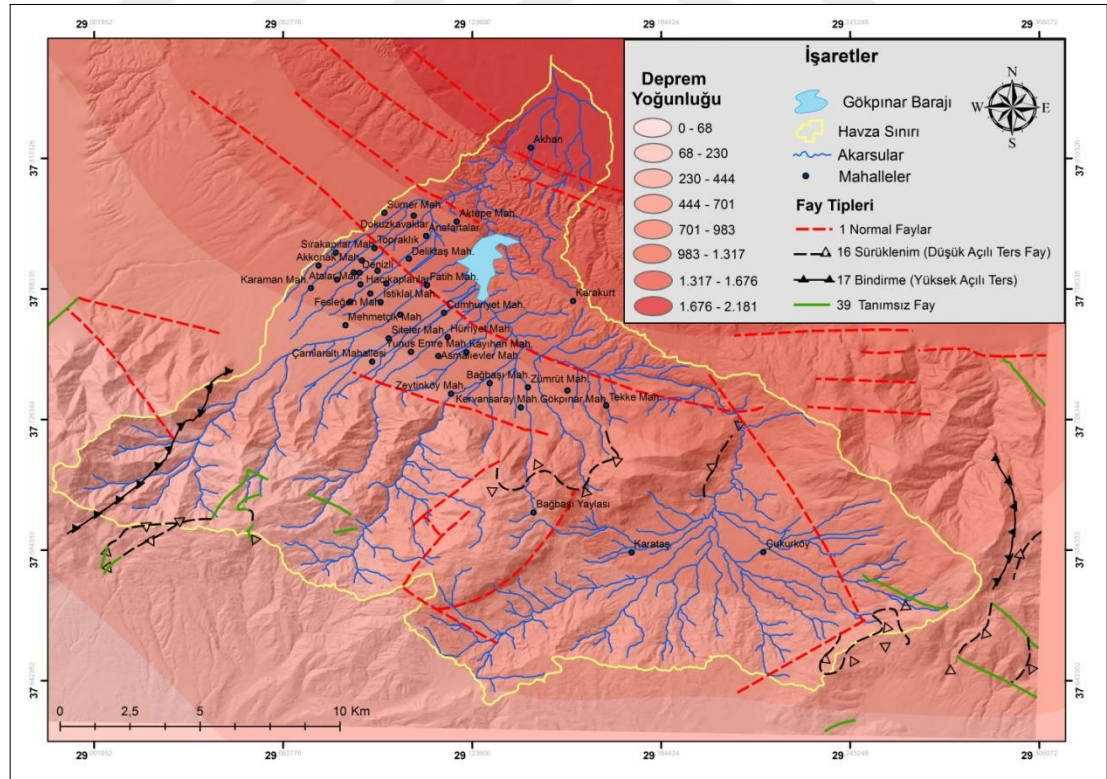
Bir depremin tahripkar etki alanı genellikle 100 km²'lik yarıçapa sahip bir alan olarak ele alınmaktadır. Bu çalışmada havzanın depremselliği incelenirken havzayı etkileyebilecek bir depremin 100 km²'lik yarıçap içinde meydana geleceği kabul edilmiş ve bu bölge inceleme bölgesi olarak seçilmiştir (Turan, 2016).

Çalışma sahasının 100 km²'lik yarıçapa sahip alanı ele aldığımızda magnitüdü 4.0 ile 7.0 arasında değişen çok sayıda depremin meydana gelmiştir. Bu depremlerden en önemlileri 1995 yılında 6.4 büyüklüğünde meydana gelen Dinar depremi ile 1914 yılında Burdur-Fethiye fay zonunda 7.0 büyüklüğünde meydana gelen Burdur depremidir. Havzanın yakın çevresinde ise Babadağ fayı, Pamukkale fayı, Honaz fayı ve Cankurtaran fayı ile bu faylara bağlı gelişen tali faylar üzerinde, magnitüdü 4.0 ile 6.0 arasında değişen depremler meydana gelmiştir (Harita 20).

Yukarıda bahsedilen tarihsel bilgiler ışığında, çalışma sahasının ve yakın çevresinin tektonik olarak son derece aktif olduğu anlaşılmaktadır. Bu sebeple ileride yaşanabilecek bir depremin şiddetini azaltabilecek çalışmaların önceden yapılması ve planlanması gerekmektedir. Bu bağlamda, depremin şiddetini artıracak gevşek dolgu sahalarında yerleşimin gelişmemesi veya kontrollü gelişmesi, deprem master planının hazırlanması, önceden yapılmış binaların gözden geçirilmesi, yeni yapılacak binaların deprem bina yönetmeliğine göre inşa edilmesi, halkın bir an önce depreme karşı bilinçlendirilmesi gibi çalışmalar yapılmalıdır.



Harita 20: Çalışma Sahası ve Yakın Çevresinde Meydana Gelen Tarihsel Depremler



Harita 21: Çalışma Sahasında Deprem Yoğunluğunu Gösteren Harita

3.2. KÜTLE HAREKETLERİ

Yamaçlardan aşağı kesimlere doğru yer çekiminin etkisi ile meydana gelen yer değiştirme hareketlerine kütle hareketleri denilmektedir (Erinç, 2000). Çalışma sahasında kütle hareketleri sınıflandırması içerisinde yer alan heyelanlar, uygulamalı jeomorfolojik problem olarak dikkat çekmektedir.

Heyelanların oluşmasında doğal faktörlerin yanında beşeri faktörlerde etkili olmaktadır. Özellikle yol, tünel, bina, köprü vs. inşaat çalışmaları sırasında yamaç dengesinin bozulması heyelanı tetikleyen en önemli beşeri etkiler olarak ön plana çıkmaktadır. Çalışma sahasında MTA'dan elde edilen veriler ve arazi çalışmalarında elde edilen gözlemler ile eski heyelan ve potansiyel heyelan sahalarına rastlanılmıştır.

Çalışma sahasının jeoloji, eğim, bakı, yağış, profil yamaç eğriselliği, plan yamaç eğriselliği, ve NDVI özelliklerinin etki değerlerine göre ArcMap ortamında ağırlıklı bindirme yöntemi kullanılarak heyelan duyarlılık haritası hazırlanmıştır. Heyelan duyarlılık haritasında kullanılan parametrelerin etki değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 10).

Tablo 10: Heyelan Duyarlılık Analizinde Kullanılan Parametrelerin Etki Değerler

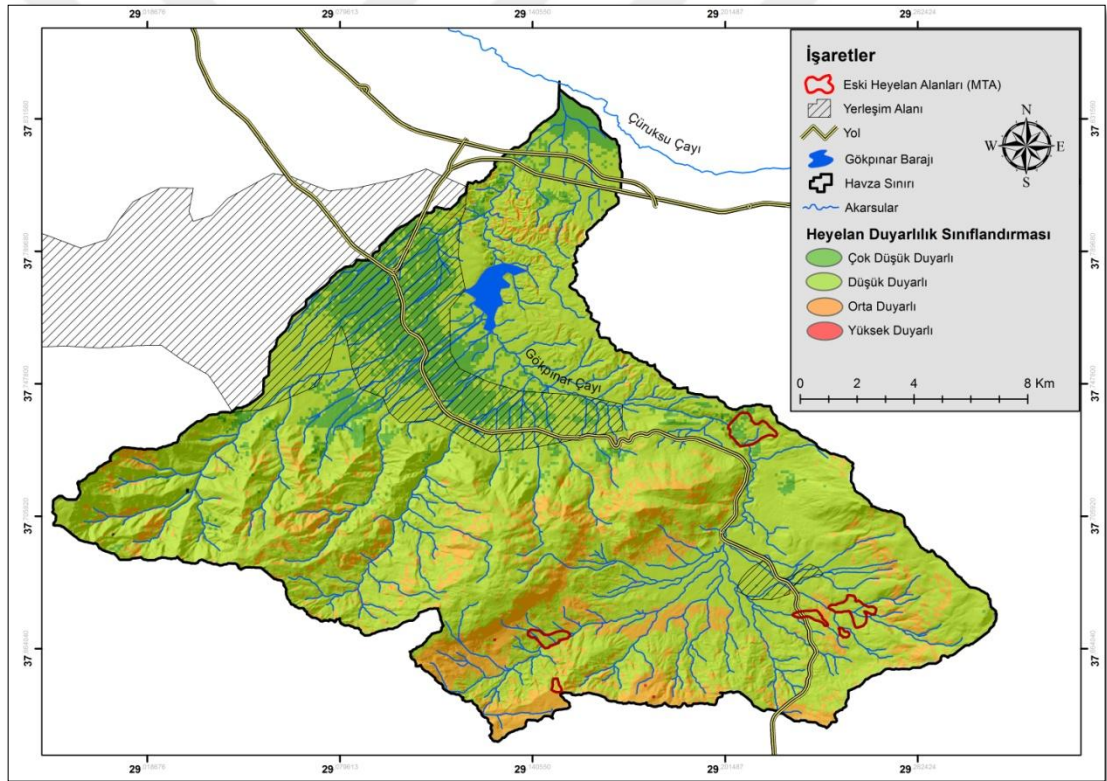
Parametreler	Alt Birimler	Heyelan Etki Değerleri	Genel Etki Değerleri
Profil Yamaç Eğriselliği	İçbükey	3	10
	Dışbükey	4	
	Düz	1	
Plan Yamaç Eğriselliği	İçbükey	3	10
	Dışbükey	4	
	Düz	1	
Eğim(Derece)	0-30	1	20
	31<	4	

Baki	Düz	0	15		
	K,KB,KD	3			
	B	2			
	Diğer	1			
Yağış(mm)	500-900	1	15		
	901-1300	2			
	1301<	4			
Jeoloji	Granitoidler	1	20		
	Alüvyon	1			
	Ortaköy Formasyonu	1			
	Çatalçatepe Formasyonu	2			
	Zeybekölen Formasyonu	1			
	Yılanlı Formasyonu	2			
	Zeytinyayla Formasyonu	3			
	Honaz Ofiyolitik Melanjı	4			
	Bayıralan Formasyonu	4			
	Yatağan Formasyonu	3			
	Kolonkaya Formasyonu	4			
	NDVI	>0		1	10
		<0		4	

Heyelan duyarlılık haritasında heyelan duyarlılığının çok yüksek olduğu yerler oldukça az bir alanda sınırlanmıştır. Ancak heyelanın orta ve yüksek derecede duyarlı olduğu yerler dikkat çekmektedir. Özellikle Çukurköy grabeni çevresindeki yamaçlar olduğu görülmektedir. Bu sahalar genellikle çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşı

ardalanmasından ve serpantinleşmiş konglomeralardan oluşmaktadır. Orta derecede riskli heyelan bölgesi sahanın %12,7'sini kaplamaktadır.

Risk haritasında dikkat çeken bir başka husus, heyelan duyarlılığının orta derecede olduğu yerler özellikle ulaşım ağının yakınında yer almaktadır (Harita 22). Özellikle Bediyurdu mevkiinde, ulaşım güzergahının heyelan bölgesine inşa edildiği görülmektedir. Yapılan arazi gözlemlerinde de bu bölgede ki hakim litolojinin serpantinleşmiş konglomeralardan oluştuğu görülmüştür. MTA'dan alınan verilere göre de bu bölge eski bir heyelan sahasıdır. Çalışma sahasında heyelan bölgelerinin yerleşim yerlerine uzak olması sevindiricidir ancak ulaşım güzergahına ve tarım alanlarına yakın olması olası bir heyelan sonucunda problemlerin yaşanmasına sebep olabilmektedir.



Harita 22: Çalışma Sahasının Heyelan Duyarlılığını ve Eski Heyelanlarını Gösteren Harita

3.3. SEL VE TAŞKIN

Sel, ani ve aşırı yağışlara veya hızlı kar erimelerine bağlı olarak havzanın yukarı kesimlerinde, eğim değerlerinin yüksek olduğu yerlerde meydana gelen, özellikle şiddetli bir erozyona neden olan hidro-jeomorfolojik bir olaydır. Taşkın ise havzanın aşağı kesimlerini etkileyen, az eğimli, düz veya alçak bir alanda, sel olgusuna göre daha uzun süreli, gelen suyun göllenmesi ve taşınan gerecin biriktirilmesi aşamasını ifade etmektedir (Şahin ve Sipahioğlu, 2002).

Sahanın yükselti kademeleri, yağış, bakı, eğim, akarsuya yakınlık, NDVI ve arazi kullanımı özelliklerinin etki değerlerine göre ArcMap ortamında ağırlıklı bindirme yöntemi kullanılarak taşkın duyarlılık haritası hazırlanmıştır. Taşkın duyarlılık haritasında kullanılan parametrelerin etki değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 11).

Çalışma sahası sel ve taşkın riskinin olduğu bir bölgede yer almaktadır. Özellikle Cankurtaran Mahallesi ve Denizli şehir merkezinin doğu bölümünü oluşturan mahalleler sel ve taşkın duyarlılığının orta derece duyarlı olduğu yerlerdir. Sel ve taşkın duyarlılığının orta derece olduğu alanlar 75,02 km²'lik bir alan kaplamaktadır. Bu alan toplam alanın 28,78'ine karşılık gelmektedir. Sel ve taşkına orta derece duyarlı alanlar ile yerleşim alanlarının paralellik göstermesi dikkat çekmektedir (Harita 23).

Çalışma sahasında ilkbahar mevsiminde yağışlar ile birlikte eriyen kar suları akarsuların debisini arttırmaktadır. Bu durum ilkbahar mevsiminde sel ve taşkın riskinin yüksek olmasına sebep olmaktadır. Ayrıca sahasının jeomorfolojik özellikleri de sel ve taşkına müsait olmasına sebep olmuştur. Özellikle yükseltinin aniden artması, dağlık alanlarda yüzeysel akışa geçen suların hızlı bir şekilde toplanmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple akarsuların kavuşak noktalarına karşılık gelen noktalar su baskınları riskinin yüksek olduğu noktalardır. Bu sahalar aynı zamanda eğimin aniden azaldığı noktalar olduğu için hızla akışa geçen suların hızlıca toplanıp aniden hızının azaldığı yerlere karşılık gelmektedir.

Doğal unsurların yanında beşeri unsurlarda sahada sel ve taşkın riskini arttırmaktadır. Denizli şehir merkezinde yerleşmenin doğuya doğru büyümesi bu bölgelerde hızlı nüfus artışına bağlı olarak alt yapı yetersizliği ortaya çıkarmaktadır.

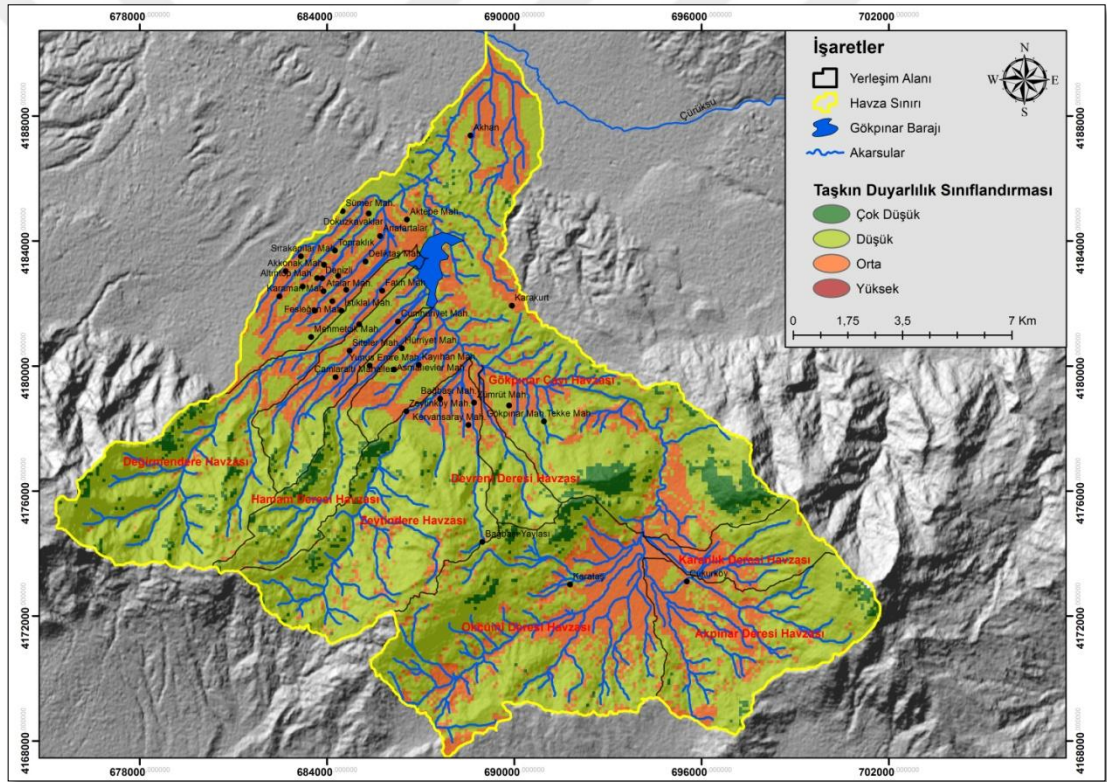
Çalışma sahasının hidrografya haritalarında görüldüğü üzere, sahanın batısında bulunan dere yatakları büyük ölçüde yerleşim birimlerinin etkisi altında kalmıştır. Bu durum özellikle ilkbahar mevsiminde ani sağanak yağışlara bağlı olarak burada bulunan yerleşim yerlerinde su baskınlarına sebep olmaktadır. Zira 27 Mayıs 2018 tarihinde ani sağanak yağışlar sonrası bölgede çok sayıda ev ve iş yerini su basmış, köprülülük kavşaklarda biriken sular ulaşımı olumsuz etkilemiştir.

Tablo 11: Taşkın Duyarlık Analizinde Kullanılan Parametrelerin Etki Değerleri

Parametreler	Alt Birimler	Taşkın Etki Değerleri	Genel Etki Değerleri
Yükselti Kademeleri (m)	200-500	4	15
	500-1000	3	
	1000-1750	2	
	1750-2526	1	
Yağış (mm)	563-731	1	20
	731-1011	2	
	1011-1431	3	
	1431-1662	4	
Bakı	Düz ve Düze Yakın	4	10
	K, KD, KB	3	
	Diğer	1	
Eğim (%)	0-5	4	20
	6-10	3	
	11-20	2	
	20 <	1	
Akarsuya Yakınlık (m)	0-150	4	15
	150 <	1	
NDVI	< 0	4	10
	0 <	1	
Arazi Kullanımı	Tarım	4	10
	Diğer	2	

Tablo 12: Çalışma Sahasında Taşkın Duyarlık Alanları ve Oransal Dağılışı

Taşkın Duyarlık Sınıflandırması	Kapladığı Alan (km ²)	Oransal Dağılışı (%)
Çok Düşük	10,08	3,86
Düşük	176,04	67,36
Orta	75,02	28,78
Yüksek	0,01	0,002

**Harita 23:** Çalışma Sahasının Taşkın Duyarlık Haritası

3.4. EROZYON

Erozyon, toprak materyallerinin rüzgâr, su veya yerçekimi kuvvetleri tarafından aşağı havza alanlarına taşınan ve biriken doğal bir çevresel süreçtir (Haan, 1994, Boardman, 2013, Günek, 2018). Süreç olarak uzun bir zaman zarfında gerçekleşen erozyon olayı, insanlar tarafından bilinmemekte ya da dikkate

alınmamaktadır. Bu sebeple, mekan üzerinde meydana getirilen değişiklikler erozyon hızını ve miktarını artırmaktadır.

Günümüzde, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte erozyon risk ve miktarını belirleyebilmek için birçok kantitatif yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden bazıları CORİNE, İCONA, LEAM, PESERA, USLE ve RUSLE'dir. Bu çalışmamızda RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) yöntemi kullanılmıştır. RUSLE yöntemi son dönemlerde ülkemizde birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır (Renard vd., 1991; Cürebal ve Ekinci 2006; Ekinci, 2005; Tağıl, 2007; İmamoğlu, vd., 2017; Ege, 2019).

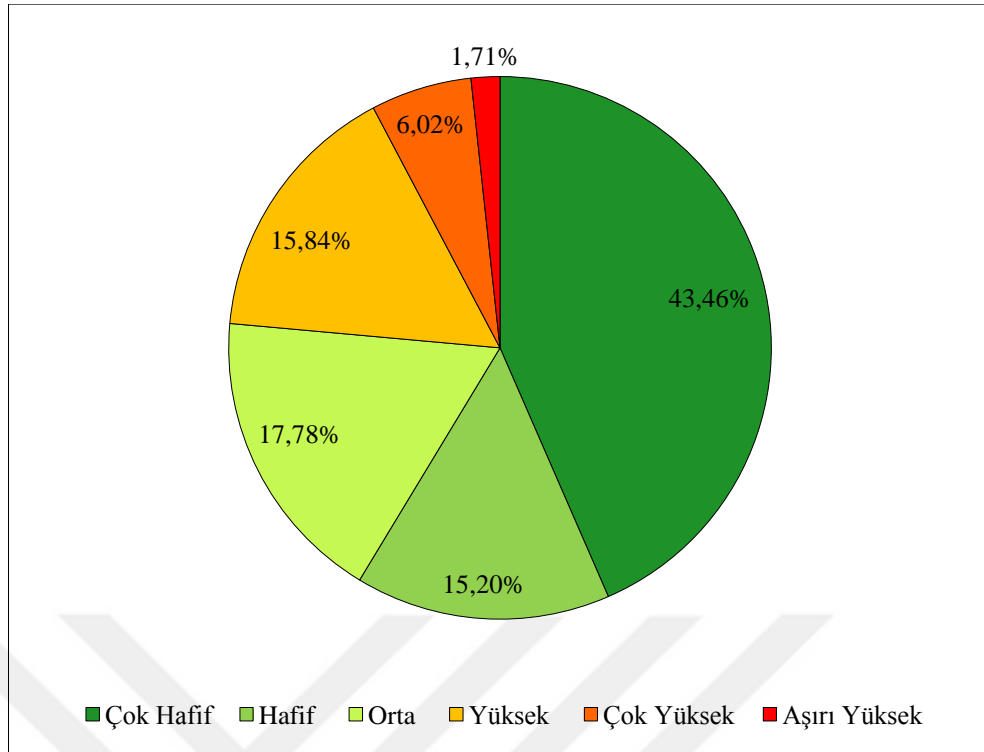
RUSLE yöntemi su erozyonu ile toprak kaybı potansiyelinin iklim, toprak, topografya, arazi kullanım ve bitki örtüsünün ölçülebilir ve hesaplanabilir parametrelerinde niceliksel olarak (ton ha⁻¹ yıl⁻¹) değerlendirmektedir (Ege, 2019). 5 parametrenin değerlendirilmesi ile oluşturulan RUSLE yöntemi;

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

formülü ile hesaplanmaktadır. Bu formüle göre A; Yeniden Düzenlenmiş Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (RUSLE), R; Yağış Erozyon Faktörü, K; Toprak Erozyon Faktörü, LS; Yamaç Uzunluk ve Eğim Faktörü, C; Zemin Örtüsü Faktörü ve P; Erozyon Önleyici Diğer Faktörleri ifade etmektedir.

Yapılan analize göre çalışma sahasında yıllık toprak kaybı Bergsma vd., (1996) erozyon duyarlık sınıflandırma sistemine göre çok hafif, hafif, orta, yüksek, çok yüksek, aşırı yüksek olarak 6 sınıfta incelenmiştir. Erozyonun şiddeti çalışma sahasının lokal özelliklerine göre çeşitlilik arz etmektedir (Şekil 11).

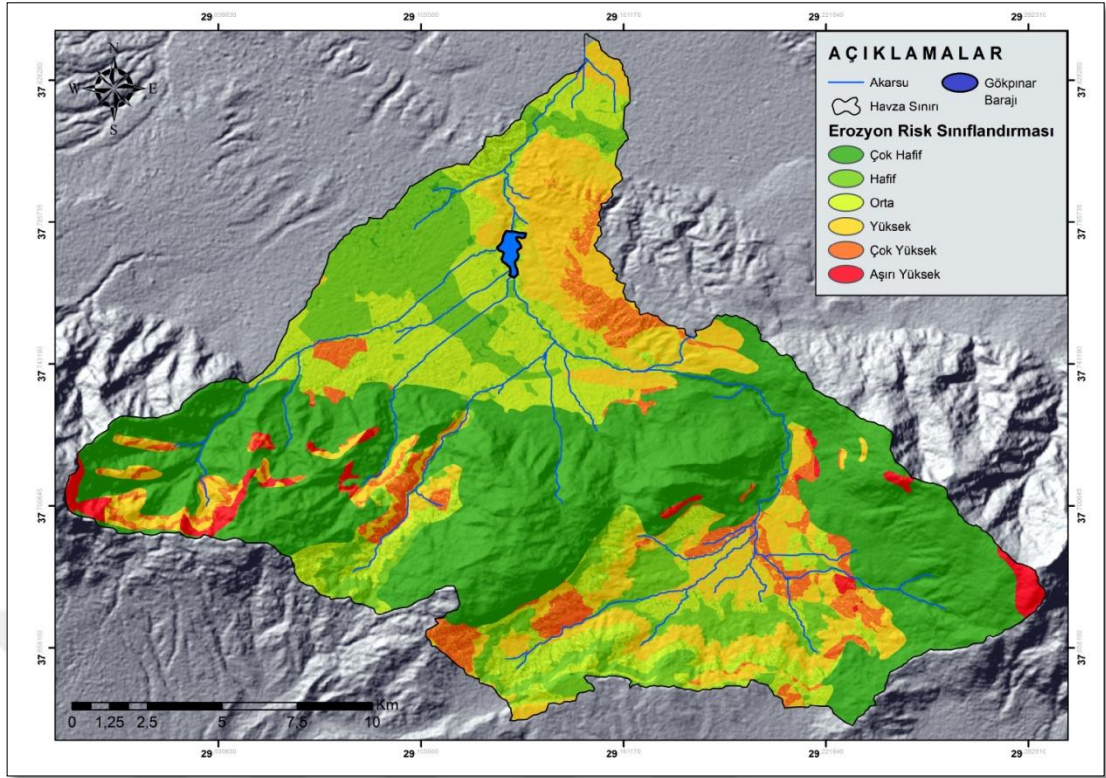
Çalışma sahasında gerçekleşen erozyonun %23,57'lik kısmını yüksek, çok yüksek ve aşırı yüksek şiddetinde meydana gelmektedir. Bu değer çalışma sahasının yaklaşık ¼'üne karşılık gelmektedir. Aşırı yüksek erozyon çalışma sahasının genellikle çıplak kayalık, eğim değerlerinin yüksek olduğu, bitki örtüsünün zayıf ve litolojinin granitoyid olduğu alanlarda gerçekleşmektedir.



Şekil 11: Çalışma Sahasının Erozyon Duyarlılığının Oransal Dağılımı

Yüksek derecede erozyona maruz kalan sahalarda genellikle tarım alanlarına, bitki örtüsünün zayıf olduğu sahalara karşılık gelmektedir. Özellikle Gökpınar Baraj Gölünün doğusu boyunca litolojinin ve bitki örtüsünün azlığı oluk erozyonu oluşumuna neden olmuştur. Baraj gölüne çok yakın bir sahada gerçekleşen bu şiddetli erozyon barajın erken dolmasına ve baraj ömrünün kısılmasına sebep olmaktadır (Harita 24).

Çalışma sahasında erozyon şiddetinin çok hafif olduğu sahalarda ise çalışma sahasının yaklaşık %43,46'lık kısmına karşılık gelmektedir. Özellikle bitki örtüsü bakımından orman sahalara karşılık gelen alanlarda erozyonun çok hafif şiddette gözlenmesi, çalışma sahasında erozyonu etkileyen öncelikli faktörün bitki örtüsünün olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, çalışma sahasında herhangi bir sebeple toprağın çıplak kalması erozyon miktarını arttıracaktır.



Harita 24: Çalışma Sahasında Erozyon Duyarlılığını Gösteren Harita

3.5. SİLTASYON

Barajlar, enerji üretimi, sulama, içme suyu ve taşkın önlemek gibi görevleri olan, insanlar tarafından inşa edilen su yapılarıdır. İnsanlara önemli hizmetleri bulunan bu su yapılarının yer seçiminde yapılan hatalı tercihler ömürlerini kısaltmakta, uzun vadede maddi kayıp getirmektedirler. Çünkü barajlar hizmetlerinin yanında ayrıca önemli sedimantasyon alanlarıdır. Sedimantasyonun hızlı olması barajı kısa sürede doldurmakta, baraj asıl işleyini yerine getirememektedir. Ülkemizde ince malzeme taşınımı yıllık ortalama 600 ton/km^2 olduğu belirtilmektedir (Atalay, 1989). Bu sebeple ülkemizde baraj yeri seçiminde özellikle hassasiyet gösterilmelidir.

Gökpinar Çayı'nın, RUSLE yöntemine göre yapılan analiz sonucunda %15,84'ü yüksek, %6,02'si çok yüksek, %1,71'i aşırı yüksek derecede erozyon sahasıdır. Erozyon sonucu taşınan toprağın büyük bir kısmı akarsular aracılığı ile Gökpinar Baraj Gölüne taşınmakta, bu durum siltasyonu hızlandırmaktadır. Gökpinar Çayı'nın baraja döküldüğü yerde siltasyon havuzunun bulunmaması da ayrıca siltasyon hızını arttırmaktadır.

Havzada siltasyon ile ilgili dikkat çeken bir diğer nokta baraj yeri seçimidir. Erozyon risk haritasında Gökpınar barajının doğusu ve batısı orta derece erozyon riskinin olduğu sahalar olarak görülmektedir. Zira buralar aşınmaya dirençsiz olan, kumtaşı, marn, çamur taşı gibi litolojiye sahip Kolonkaya formasyonuna karşılık gelmektedir. Baraj gölünün böyle bir sahaya inşa edilmesi siltasyon hızını arttırmaktadır. Sahaya ait topografya haritalarında Kolonkaya formasyonunda meydana gelen sellenmeler sonucu oluşan arızalı topografya açık bir şekilde görülmektedir. Burada aşınan malzeme hızlı bir şekilde Gökpınar Barajına karışmaktadır. Bu sahada meydana gelen erozyonu önlemek amacıyla ağaçlandırma çalışmaları yapılırsa da, güncel olarak bitki kapallılık değerleri hala düşüktür.



Fotoğraf 24: Gökpınar Baraj Gölü Yakınındaki Kolonkaya Formasyonu (DB Bakış)

SONUÇ VE ÖNERİLER

“Gökpınar Çayı Havzasının Uygulamalı Jeomorfolojisi” isimli yüksek lisans tezinde, Büyük Menderes Nehri'nin önemli bir yan kolu olan Gökpınar Çayı'nın su toplama havzası sınırları içerisinde jeomorfoloji-insan etkileşiminden kaynaklı problemler araştırılmıştır. Bu bağlamda, sahada meydana gelen uygulamalı jeomorfolojik problemlerin ortaya çıkmasında etkili olan, jeolojik özellikler, iklim özellikleri, hidrografik yapı, toprak ve bitki örtüsü özellikleri, jeomorfolojik ve jeomorfometrik özellikler ile arazi kullanım özellikleri incelenmiştir.

Gökpınar Çayı havzası, jeolojik olarak Menderes masifinin güney sınırında, nap sistemlerinin meydana geldiği, Neojen ve Kuvaterner yaşlı dolgu sahalarının bulunduğu bir bölgede yer almaktadır. Aynı zamanda Batı Anadolu horst-graben sisteminin de bir parçası olması, sahada çok sayıda fay sistemlerinin gelişmesine sebep olmuştur. Bu faylar genel olarak düşey atımlı normal faylardır. Tektonizma, havzanın güncel görünümünün kazanmasında en etkili olan faktörlerdendir. Özellikle geç Miyosen-Pliyosen döneminde meydana gelen tektonik yükselme, Pleistosen döneminde meydana gelen ve iklim değişikliklerine bağlı gelişen taban seviyesi değişimi havzanın gençleşmesine sebep olmuştur. Bu bakımdan havza polisiklik bir havza karakterindedir.

Çalışma sahasında en fazla yağışın kış mevsiminde genel olarak yağmur, dağlık kesimlerde ise kar olarak düşmektedir. Havzanın Akdeniz iklimi ile Karasal iklim arasında geçiş iklimi bölgesinde bulunması ilkbahar yağışlarını görece arttırmıştır. Bu durum ilkbahar mevsiminde yağışlara ek olarak kar erimelerinin yaşanmasını, dolayısıyla ilkbahar mevsiminde sel ve taşkın riskinin daha yüksek olmasına sebep olmaktadır.

Çalışma sahasının hidrografik yapısını oluşturan başlıca unsurlar akarsular ve Gökpınar Baraj Gölüdür. Bu bölümde bu iki unsur incelenmiş, konu ile ilgili bağlantılı olarak gerekli olan sayısal analizler yapılmıştır. Havzanın çatallanma oranında 1. ve 2. dizin sayılarının çok yüksek çıkması dar ve derin vadi sayılarının yüksekliğine, suyun hızlı bir şekilde yüzeysel akışa geçtiğini göstermektedir. Bu durum drenaj yoğunluğuna da yansımıştır. 2,96 olan drenaj yoğunluğu “yüksek drenaj yoğunluğu” sınıfında yer almaktadır. Bu durum ani sağanak yağışlarda suyun hızlı bir şekilde toplanıp, sel ve taşkın riskini arttıracakı düşünülmektedir. Drenaj

yoğunluğunun yüksek çıkmasındaki en önemli faktör, havzanın güney kesimleri boyunca yükselti ve engebenin fazla olmasıdır. Engebenin fazla olduğu alanlarda yüzeye düşen sular kısa hızlı bir şekilde yüzeysel akışa geçmekte, bu durum drenaj yoğunluğunu arttırmaktadır

Havzada drenaj ağı yerleşimini kontrol eden en önemli faktör tektonizmadır. Bu durum akarsu boyuna profiline 400-600 m yükseltilerine eğim kırıklığı olarak yansımıştır. Ayrıca dantritik drenaj ağının hakim olduğu havzada yer yer kancalı drenaj sisteminin gelişmesi bu durumu desteklemektedir. Tektonizmanın havzada etkinliğini ortaya koymak için sayısal analizler yapılmıştır. Çalışma sahasının hipsometrik eğrisi genel olarak iç bükey görüntü çizerken, eğri tabanında “S” görünüm çizmesi arazideki gençleşmeyi işaret etmektedir. Bununla birlikte fay önlerine karşılık gelen “Vf” değerleri ve topografik simetride meydana gelen sağa ve sola tiltlenmelerin yine tektonizmanın eseri olduğu düşünülmektedir.

Çalışma sahasın uygulamalı jeomorfolojik problemlerin meydana geldiği bir akarsu toplama havzasıdır. Bu problemler tarafımızca depressellik, erozyon, kütle hareketleri, sel ve taşkın, siltasyon olarak belirlenmiştir. Bu problemlere çözüm üretebilmek ve/ veya şiddetlerini azaltmak için doğa temelli ile mekan planlaması yapılmalıdır. Sahanın doğal ortam şartlarının dahil edilmediği, dikkate alınmadığı hiçbir planlama yapılmamalıdır. Bu bakımdan çalışmanın ikinci bölümünde, doğal ortam şartları detaylıca incelenmiştir. Mekana uygun planlamaların yapılması, insanların mekana uygun yaşayış tarzını benimsemesi, doğa olaylarını engellemese de, bu doğa olaylarının afete dönüşmesini engelleyecektir. Bu duruma katkı sağlamak amacıyla ortaya çıkan problemlere karşı tarafımızca çözüm önerileri sunulmuştur.

Deprem, çalışma sahasında afete dönüşen doğa olayları arasında dikkat çekmektedir. Şu an ki teknoloji ile bu doğa olayını engelleme şansımız bulunmamaktadır. Bu yüzden deprem ile yaşamayı öğrenmeliyiz. Bu bakımdan yerleşme yeri seçimi oldukça önemlidir. Fay hatlarına yakın, alüvyal ve kolüvyal gibi gevşek dokulu malzemelerin olduğu alanlarda yerleşme gelişimi sınırlı olması gerekmektedir. Çünkü olası bir depremde ilk etkilenecek yerler bu sahalardır. Havza içerisinde yaşayan nüfus, tarihsel dönemde kayıt edilen depremlerin en fazla meydana geldiği alanlarda yoğunlaşmıştır. Bu nüfusun depreme karşı hazır hale

getirilmesi, bölgenin detaylı zemin etütlerinin yapılması, deprem öncesi/ anı/ sonrası yapılması gerekenler hakkında bilgilendirme toplantılarının yapılması, deprem riskinin yüksek olduğu alanlarda prefabrik yapılaşmanın teşvik edilmesi, halkın bina seçiminde yola, okula, iş yerine yakınlık gibi faktörlerin yanında depreme dayanıklılık gibi faktörler de dikkate alınması, sonuç olarak deprem konusunda en kötü senaryoya hazırlık yapılması gerekmektedir.

Çalışma sahasında Bediyurdu mevkii, Honaz tüneli mevkii ve Okçuiçi deresi havzasında geçmiş dönemlerde heyelan meydana gelmiştir. Bu çalışma kapsamında ağırlıklı bindirme yöntemi ile hazırlanmış heyelan risk haritasında da orta derece heyelan bölgeleri toplam alanın %13,1'ini kaplamaktadır. Geçmiş yıllarda meydana gelen heyelan alanları ile duyarlılık haritasındaki heyelan alanlarında paralellik bulunmaktadır. Orta derece riskli heyelan bölgeleri özellikle ulaşım güzergahlarını tehdit etmektedir. Bu bakımdan heyelanı tetikleyecek ulaşım yolu inşası çalışmaları başta olmak üzere, her türlü mühendislik projelerinde heyelan riski dikkate alınmalıdır. Yeni inşa edilecek ulaşım güzergahları riskli alanlardan olabildiğince uzak yapılmalıdır.

Çalışma sahasının yağış, jeomorfolojik ve yanlış arazi kullanım özelliklerinde dolayı sel ve taşkın riskinin bulunduğu alanlar vardır. Sel ve taşkın riskinin azalması için dere yatakları ıslah edilmiş ve özellikle eğimin azaldığı alanlarda akarsu kurutma kanalları inşa edilmiştir. Ancak son yıllarda özellikle ilkbahar mevsiminde ani sağanak yağışlarından sonra meydana gelen sel ve taşkın olayları yapılan çalışmaların yetersiz olduğunu göstermektedir. Özellikle çalışma sahasının batısındaki yoğun yerleşim alanlarında alt yapı yetersizliği sebebiyle sel ve taşkın olayı yaşanmaktadır. Ayrıca yoğun betonlaşma suyun infiltrasyonunu engellemekte, dere yataklarını yerleşme açılması, yanlış dere ıslahı çalışmaları sel ve yapılan çalışmalara rağmen sel ve taşkın riskinin güncel olarak devam etmesine sebep olmaktadır.

Çalışma sahasının bir diğer önemli problemi erozyondur. Erozyon, toprağın üst kısmının dış kuvvetler tarafından zamanla süpürülmesi olarak tanımlanabilir. Uzun bir süreç içerisinde meydana geldiği için insanlar tarafından çok fazla dikkat çekmemektedir. Erozyon sonucu toprak örtüsünün incilmesi/yok olması sonucunda problemler yaşanmaya başlar ve bu aşamada insanların dikkatini çekmeye başlar.

Ancak toprak oluşumu kısa sürede meydana gelmediği için kaybolan toprağın kısa sürede yerine gelme şansı yoktur. Bu bakımdan erozyon, mutlak suretle önceden tedbir alınması gereken bir problemdir.

Çalışma sahasında meydana gelen erozyon miktarını azaltmak amacıyla, bitki kapallılık değerleri korunmalıdır. Yerleşme, tarım alanı elde etme gibi beşeri faaliyetler için yapılan orman tahribatı önlenmelidir. Hali hazırda devam eden ağaçlandırma çalışmaları hız kazanmalıdır. Ulaşım güzergahı yapmak için açılan yol yarmalarında meydana gelen erozyonu engellemek için toprak taşınımını engelleyici teraslar inşa edilmeli, bu bölgelerde ağaçlandırma yapılmalıdır. Erozyon ile ilgili uzun dönemli projeksiyonlar üretilip halkın bu konuya dikkatinin çekilmesi sağlanmalıdır.

Havzada yanlış arazi kullanım özellikleri de mevcuttur. Özellikle Çürüksu Ovası'nın sadece tarımsal faaliyetler için ayrılması gerekirken sanayi faaliyetlerinin geliştiği görülmektedir. Bunun yanı sıra Çukurköy grabeninde meralar tahrip edilerek tarım alanlarına dönüştürülmekte, ormalık alanlar çeşitli sebeplerle tahrip edilmekte, güneydeki dağlık alanlar rekreasyon faaliyetleri ve/veya taş ocağı işletmeleri sebebiyle traşlanmaktadır. Bu dağlık bölgeler bazı doğa sporlarının (trekking, hiking, dağ bisikleti, kaya tırmanışı vs.) açısından oldukça elverişlidir. Bu bakımdan Denizli ilinde aktif olan ve doğa sporu ile ilgilenen kurum, kuruluş, dernek ve kulüplere destekler verilerek bölgede doğa temelli turizm faaliyetleri gerçekleştirilerek bu şekilde ekonomiye katkı sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

Akyol, İ. H. (1947). Türkiye'de Akarsu Sistemleri ve Rejimleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, Sayı: 9-10, s. 1-37, Ankara.

Atalay, İ. (1986). *Uygulamalı Hidroğrafya*, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, No:38, İzmir.

..... (1989). Türkiye'deki Kır Yerleşmelerinin Arazi Degredasyonu Üzerine Etkileri. *Coğrafi Araştırmalar Dergisi*. Cilt: 1, Sayı: 1, Ankara.

Atalay, İ., Sezer, İ. L., Temuçin, E., Işık, Ş. ve Mutluer, M. (1990). Ege Bölgesi'nde Toprak Oluşumunu Etkileyen Faktörler. *Ege Coğrafya Dergisi*. Sayı: 5, s. 32-43. İzmir.

Avcı, V. (2014). *Karlıova Havzası ve Çevresinin (Bingöl) Genel ve Uygulamalı Jeomorfolojisi*, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Elazığ.

Avcı, V. ve Günek, H. (2015). Uludere Havzası'nın (Bingöl) Jeomorfolojik Özelliklerinin Belirlenmesinde Morfometrik Analizlerin Kullanımı. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Sayı: 21, s. 745-770.

Becker-Platen, J. D. (1970). Lithostratigraphische Untersuchungen in Kanozoikum Sudwest-Anatoliens (Kanozoikumund Braunkohler Der Türkei, 2): *Beih. Geol. Jb.*, 97, 2445, Hannover.

Bekat, L. (1992). Denizli, Acıpayam Bozdağ'ın Flora ve Vejetasyonu. Ege Üniversitesi Araştırma Fonu, Proje No: 1988/013, s.79, İzmir

Bergsma, E., Charman, P., Gibbons, F., Hurni, H., Moldenhauer, W.C. ve Panichapong, S. (1996). Terminology for Soil Erosion and Conservation. *International Society of Soil Science, Grafisch Service Centrom*, Wageningen

Beyaz, T., Ünlü, N. ve Akgün, M. (2007). Gökpınar Barajı (Denizli) Dolusavak Ve Eşik Yapısı Temel Zemininde Yapılan Jeoteknik Çalışmalar, *Selçuk Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt: 23, Sayı: 3, s. 121-132. Konya.

Bayrakdar, C. (2006). *Fırtına Deresi Havzasının Uygulamalı Jeomorfoloji Etüdü*, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Boardman, J. (2013). Soil Erosion in Britain: *Updating the Record. Agriculture, Volume: 3*, p. 418-442.

Bull, W. B. (1977). Tectonic Geomorphology Of The Mojave Desert, California. U.S. Geological Survey Contract Report 14-0-001-G-394. *Office of Earthquakes, Volcanoes, ve Engineering, Menlo Park, California*, 188.

..... (2007). Tectonic Geomorphology of Mountains: A New Approach to Paleoseismology. *Wiley-Blackwell*, 328, Oxford.

Birsoy, Y. ve Ölgün, M. K. (1992). Thornthwaite İklim Sınıflandırması ve Su Bilançosunun Belirlenmesinde Bilgisayar Kullanımı. *Ege Coğrafya Dergisi, Sayı: 6*, s. 153- 179, İzmir.

Büyükoğlan, F. (2010). Honaz Dağı ve Çevresinin Bitki Örtüsü. *Kastamonu Eğitim Dergisi, Cilt: 18, Sayı: 2*, s. 631-652, Kastamonu.

Ciccacci, S., D'Alessandro, L., Fredi, P. ve Palmieri, E.L. (1992). Relations Between Morphometric Characteristics and Denudational Processes in Some Drainage Basins of Italy. *Zeitschrift fur Geomorphologie, Volume: 36*, p. 53-67.

Coşkun, S. (2017). Büyük Menderes Nehri İle Yukarı Dalaman Çayı Arasındaki Sahada Bitki Örtüsünün Coğrafi Dağılışı, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, Cilt: 10, Sayı: 49*, s. 180- 193. Samsun.

Cox, R. T. (1994). Analysis Of Drainage Basin Symmetry As A Rapid Technique To İdentify Areas Of Possible Quaternary Tilt-Block Tectonics: An Example From The Mississippi Embayment. *Geological Society of America Bulletin, Volume: 106 (5)*, p. 571-581.

Cürebal, İ. (2003). *Madra Çayı Havzasının Uygulamalı Jeomorfoloji Etüdü*, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.

Cürebal, İ. ve Ekinci, D. (2006). Kızılkeçili Deresi Havzası'nda CBS Tabanlı Rusle (3D) Yöntemiyle Erozyon Analizi, *Türk Coğrafya Dergisi, Sayfa: 47*, s.115-130, İstanbul.

Cürebal, İ. ve Erginal, A. E. (2007). Mıhlı Çayı Havzası'nın Jeomorfolojik Özelliklerinin Jeomorfik İndislerle Analizi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, Sayı: 19*, s. 126-135.

Cürebal, İ., Kızılçaoğlu, A. ve Soykan, A. (1998). Belkıs Tombolosu'nun Jeomorfolojik ve Uygulamalı Jeomorfolojik Özellikleri. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 1(1):1-23*.

Davis, P. H, (1995). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Volume: 1*, Edinburg.

Dikbaş, F. (1996). *Göl ve Haznelerdeki Akıntuların Düzensiz Sonlu Farklar Metoduyla Matematik Modellemesi ve Gökpınar Baraj Gölü İçin Bir Uygulama*, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.

Çakır, Z. (1999). Along-Strike Discontinuity of Active Normal Faults And Its Influence on Quaternarytravertine Deposition: Examples From Western Turkey. *Turkish Journal of Earth Science, Volume: 8*, p. 67-80.

Demirağ Turan, İ. (2016). *Çorum Çayı Havzası'nın Uygulamalı Jeomorfolojisi*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Samsun

Dewey J.F ve Şengör A. M. C. (1979). Aegean And Surrounding Regions: Complex Multiple And Continuum Tectonics İn A Convergent Zone. *GSA Bulliten, Volume: 90*, p. 84–92, New York.

Dewey, J.F. (1988). Extensional Collapse of Orogens. *Tectonics, 7*, 1123-1139.

Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü V. Bölge Müdürlüğü (2013). *Denizli İli Doğa Turizm ve Master Planı*. Erişim tarihi: <http://bolge5.ormansu.gov.tr/5bolge/Files/resimliHaber/MasterPlan/DenizliDTMP.pdf>

Dölek, İ. (2008). *Bolaman Çayı Havzasının (Ordu) Uygulamalı Jeomorfoloji Etüdü*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul

Dönmez, Y. (1990) *Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları*, İ.Ü. Edebiyat Fakültesi Yayını. 3248, İstanbul.

Dury, G. H. (1964). Principles of Underfit Streams, Geological Survey Professional, Paper: 452-A, United States Government Printing Office, Washington, U.S.A.

Ege, İ. (2014). Antakya-Kahramanmaraş Grabeninde Aktif Tektoniğe Ait Jeomorfolojik Gözlemler. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. Cilt:11, Sayı:26*, s.71-88, Hatay.

..... (2019). Kula (Kula/Manisa) Peribacaları'nın Jeomorfolojik Özellikleri Ve Oluşumlarında Erozyon Etkisinin RUSLE Yöntemi İle Belirlenmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies, No: 74*, s. 455- 479, Elazığ.

Ege, İ., Polat, S. ve İzmirli, E. (2019). Özdemirci (Çivril–Denizli) Havzası'nın Morfotektonik Özelliklerinin CBS İle Belirlenmesi, *MKÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (Baskıda)*

Ekinci, D. (2004). *Gülüç Çayı Havzası'nın Uygulamalı Jeomorfoloji Özellikleri*, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.

Ekinci, D. (2005). CBS Tabanlı Uyarlanmış RUSLE Yöntemi İle Kozlu Deresi Havzası'nda Erozyon Analizi, *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Coğrafya Dergisi, Sayı: 13*, s: 109- 119, İstanbul.

Erinç, S. (1982). *Jeomorfoloji I*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, 3.Baskı, No: 2931.

..... (2000). *Jeomorfoloji I- II*, DER Yayınları, İstanbul.

Erol, O. (1993). Ayrıntılı Jeomorfoloji Haritaları Çizim Yöntemi. *İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitü Bülteni, 10*, 19- 38.

Gündüz, S. (2016). *Tuzla Gölü Havzası'nın (Kayseri) Uygulamalı Jeomorfolojisi*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun.

Günek, H. (2018). CBS ve Uzaktan Algılama ile RUSLE Toprak Erozyon Modeli: Bir Örnek Uluova ve Çevresi. TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, Ankara.

Güner Bacanlı, Ü. ve Tuğrul, A. T. (2016). Baraj Göllerinin İklimsel Etkisi ve Vali Recep Yazıcıoğlu Gökpınar Baraj Gölü Örneği. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Sayı: 22 (3)*, s. 154-159, Denizli.

Gürcan, B. ve Düşen, O. (2015). Denizli Şehir Florası. *Biological Diversity and Conservation, Sayı: 8*, s. 92-113.

Haan, C. T., Barfield, B. J. ve Hayes, J. C. (1994). Design Hydrology, and Sedimentology for Small Catchments, *Academic Press*, San Diego, CA, USA.

Hack, J.T. (1973). Stream-Profile Analysis and Stream-Gradient Index, U.S. *Geological Survey Journal of Research. 1*, 421- 429.

Hakyemez, Y. H. (1989). Kale-Kurbalık (GB Denizli) Bölgesindeki Senozoyik Yaşlı Çökel Kayaların Jeolojisi Ve Stratigrafisi, *Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi, Sayı: 109*, s. 9 – 21, Ankara

Hatipoğlu, İ. K. (2016). *Melet Irmağı Orta ve Aşağı Çığırının Uygulamalı Jeomorfolojisi (Ordu)*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Üniversitesi, Doktora Tezi, Samsun.

Hoşgören, M. Y. (1992). *Hidroğrafya'nın Ana Çizgileri I*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları, No: 2619, Coğrafya Enstitüsü Yayınları, 3. Baskı, No: 111.

Işık, F. (2017). *Karaçam Deresi Havzasının (Trabzon) Uygulamalı Jeomorfolojisi*. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Samsun.

İmamoğlu, A., Bahadır, M. ve DENGİZ, O. (2017). Alaca Havzasında Uygulanan Rusle Erozyon Modelinde, C Faktörünün (Arazi Örtüsü /Arazi Kullanımı) Zamansal Değişimi Ve Toprak Kaybına Etkisi, *The Journal of Academic Social Science Studies (JASSS)*, Number: 61, p. 321-336.

Jackson, J.A. ve McKenzie, D. (1988). The Relationship Between Plate Motions and Seismic Moment Tensors and Rates of Active Deformation in the Mediterranean and Middle East. *Geophysical Journal*, 93, 45-73.

Kandemir, E. (2010). *Uzaktan Algılama Tekniğinde NDVI Değerleri İle Doğal Bitki Örtüsü Tür Dağılımı Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar*. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

Karakaş Özür, N. ve Ataoğlu, M. (2018). Türkiye’de Corine Verilerinin Kullanılmasına Dair Değerlendirme, *ÇKÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt: 9, Sayı: 2, s. 110-130.

Karabulut, M. (2006). NOAA Avhrr Verilerini Kullanarak Türkiye’de Bitki Örtüsünün İzlenmesi ve İncelenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*. (4), 29 – 42.

Kazancı, N., Gürbüz, A. ve Boyraz, S. (2011). Büyük Menderes Nehri’ nin Jeolojisi ve Evrimi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, Cilt: 54, Sayı: 1-2, s. 25-56, Ankara.

Keller, E. A. (1986). *Investigation Of Active Tectonics: Use Of Surficial Earth Processes*. Active Tectonics National Academy Press, Washington D.C.

Keller, E. A. ve Pinter, N. (2002). *Active tectonics. Earthquakes, Uplift, and Landscape*. 2nd ed. New Jersey, USA, Prentice Hall.

Konak, N., Akdeniz, N. ve Öztürk, N. M. (1990). *Geology of the South of Menderes Massif*. Guide Book for the Field Excursion Along Western Anatolia, Turkey, 42-53.

Koçyiğit, A. (2005). The Denizli Graben-Horst System and the Eastern Limit Of Western Anatolian Continental Extension: Basin-Fill, Structure, Deformational Mode, Throw Amount And Episodic Evolutionary History, SW Turkey. *Geodinamica Acta*, Volume: 18, (3/4), p.167-208.

Kumsar, H., Çelik, S. B. ve Kaya, M. (2004). “Denizli İl Merkezi Yerleşim Alanının Jeolojik, Jeoteknik Kent Bilgi Sistemi (Jeo-Kbs)” *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Sayı: Özel Sayı, Cilt: 10, s. 25-31*. Denizli.

Kutoğlu, S. (2010). *Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nin Jeomorfolojik Ve Uygulamalı Jeomorfolojik Etüdü*. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.

Le Pichon, X., ve Angelier, J. (1979). The Hellenic Arc and Trench Systems: A Key to the Neotectonic Evolution of the Eastern Mediterranean Area. *Tectonophysics, 60, 1-42*.

Le Pichon, X., Chamot, C., Lallemand, S., Noomen, R. ve Veis, G. (1995). Geodetic Determination of The Kinematic of Central Greece With Respect to Europa: Implications For Eastern Mediterranean Tectonics. *Journal of Geophysical Research Atmospheres, Volume: 100, s. 12675- 12690, USA*.

Meulenkamp, J.E., Wortel, M.J.R., van Wamel, W.A., Spakman, W, ve Hoogerduyn Strating, E. (1988). On The Hellenic Subduction Zone and the Geodynamic Evolution of Crete Since the Late Middle Miocene. *Tectonophysics, Volume: 146, p. 203-215*.

Okay, A. (1989). Denizli'nin Güneyinde Menderes Masifi ve Likya Naplarının Jeolojisi. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi, Sayı:109, s. 45-58, Ankara*.

Oral M.B., Reilinger R.E., Toksöz M.N., Kong R.W., Barka A.A. ve Kınık I. (1995). Global Positioning System Offers Evidence Of Plate Motions İn Eastern Mediterranean, Transactions, *American Geophysical Union, Volume: 76, s. 9-11, USA*.

Özdemir, H. (2011). *Havza Morfometrisi ve Taşkınlar. İkinci, D. (Ed.), Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistemik ve Bölgesel (ss. 507-526)*. Türk Coğrafya Kurumu Yayınları. İstanbul.

Özdemir, M. A. (1989). *Kovancılar Ovası Ve Yakın Çevresinin Genel Ve Uygulamalı Jeomorfolojisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.

Özen, T. (2004). *Mürvetler Deresi Havzası'nın (Balıkesir) Jeomorfolojisi ve Uygulamalı Jeomorfolojisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.

Özhan, S., (2004). *Havza Amenajmanı*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul Üniversitesi Rektörlük Yayın No:4510, Orman Fakültesi Yayın No:481, İstanbul, 975-404-739-1.

Özkaymak, Ç. (2015). Tectonic Analysis Of The Honaz Fault (Western Anatolia) Using Geomorphic Indices and The Regional Implications. *Geodinamica Acta*, 27:2-3, 110-129.

Özkul, M., Varol, B. ve Alçiçek, M. C. (2002). Denizli Travertenlerinin Petrografik Özellikleri ve Depolanma Ortamları, *Maden Tetkik Arama Dergisi*, Sayı: 125, s. 13-29. Ankara.

Özler, H. M., (1996), *Büyük Menderes Havzası Yukarı Çürüksu Kesiminin Hidrojeoloji İncelemesi*, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.

Özoğul, A. (1987). *Balıkesir Ovasının Ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojisi İle Uygulamalı Jeomorfolojisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.

Özsayın, E. (2016). Relative Tectonic Activity Assessment of the Çameli Basin, Western Anatolia, Using Geomorphic Indices, *Geodinamica Acta*.

Özür Karakaş, N. ve Ataol, M. (2018). Türkiye’de CORİNE Verilerinin Kullanılmasına Dair Değerlendirme, *ÇKÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt: 9, Sayı: 2, s.110-130. Çankırı.

Pérez-Peña, J. V., Azor, A., Azañón, J. M. ve Keller E. A. (2010). Active Tectonics In The Sierra Nevada (Betic Cordillera, SE Spain): Insights From Geomorphic Indexes ve Drainage Pattern Analysis. *Geomorphology*, Page: 119, p. 74-87.

Polat, S. (2015). *Adıgüzel ve Vali Recep Yazıcıoğlu Barajları ile Gökpınar Çayı’nda Bulunan Sazan Balığının (cyprinus carpio) Dokularında Bazı Biyomarkör Düzeylerinin Araştırılması*, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.

Reddy, G.P.O., Maji, A. K. ve Gajbhiye, K.S. (2004). Drainage Morphometry and its Influence on Landform Characteristics in Basaltic Terrain, Central India- A Remote Sensing And GIS Approach. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Volume: 6, p. 1- 16.

Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, Glenn, A. ve PORTER, P. Porter (1991). Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE), *Journal Soil Water Conservation* 46: 30-33

Sağlam Selçuk, A. ve Düzgün, M., (2016). Başkale Fay Zonu'nun Tektonik Jeomorfolojisi. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi, Sayı: 155*, s. 33-47.

Semiz, B. (2003). *Denizli Volkanitlerinin Jeolojik, Petrografik ve Petrokimyasal Olarak İncelenmesi*, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.

Seyitoğlu, G. ve Scott, B.C. (1991). Late Cenozoic Crustal Extension and Basin Formation in West Turkey. *Geological Magazine*, 128, 155-166

Seyitoğlu, G., Scott, B.C. ve Rundle, C.C. (1992). Timing of Cenozoic Extensional Tectonics in West Turkey. *Journal of the Geological Society London*, 149, 533- 38.

Seyitoğlu, G. ve Işık, V., (2015). Batı Anadolu'da Geç Senozoyik Genişleme Tektoniği: Menderes Çekirdek Kompleksinin Yüzeylemesi ve İlişkili Havza Oluşumu. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi. 151*, 49-109.

Siler, M. (2009). *Büyük Çay Havzası'nın (Elazığ Batısı) genel ve uygulamalı jeomorfolojisi*. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi Elazığ.

Silva, P.G., Goy, J.L., Zazo, C. ve Bardaji, T. (2003). Fault-Generated Mountain Fronts in Southeast Spain: Geomorphologic Assessment Of Tectonic And Seismic Activity. *Geomorphology, Page: 50, p. 203–225*.

Soykan, A. (1999). Gömeç Ovası ve Yakın Çevresinin Uygulamalı Jeomorfolojisi. *Türk Coğrafya Dergisi, 34*, 445-466.

Sözbilir, H. (1995). Stratigraphy And Provenance of the Paleocene-Eocene Alakaya Basin in the Denizli Province, Southwestern Turkey, *IESCA, 1*, 309-329.

Strahler, A.N. (1952). Hypsometric (Area-Altitude) Analysis of Erosional Topography. *Bulletin of The Geological Society Of America*, 63, 1117-1142.

..... (1964). *Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks*. In: Chow VT (ed) *Handbook Of Applied Hydrology*. New York, p. 4-40–4-74.

Sun, S. (1990). Denizli-Uşak Arasının Jeolojisi ve Linyit Olanakları. M.T.A. Raporu, No: 9985. (yayınlanmamış).

Şahin, C. ve Sipahioğlu, Ş. (2002). *Doğal Afetler ve Türkiye*. Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, s. 478. Ankara.

Şengör, A.M.C. (1982). Ege'nin Neotektonik Evrimini Yöneten Etkenler. Batı Anadolu'nun Genç Tektoniği ve Volkanizması Paneli, *Türkiye Jeoloji Kurultayı*, s. 59-71, Ankara.

Şengör, A.M.C., Görür, N. ve Şaroğlu, F. (1985). *Strike-Slip Deformation, Basin Formation And Sedimentation: Strike-Slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey as a Case Study*. Biddle, K.T. and Christie-Blick, N. (Ed.). *Strike-slip Faulting and Basin Formation*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogist. Special Publication 37, 277-264.

Şimşek, Ş. (1984). Denizli-Kızıldere-Tekkehamam-Tosunlar-Buldan-Yenice Alanının Jeolojisi ve Jeotermal Enerji Olanaklar, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No: 7846, s. 85, Ankara (yayımlanmamış).

Tağıl, Ş. (2007). Tuzla Çayı Havzasında (Biga Yarımadası) CBS-Tabanlı RUSLE Modeli Kullanarak Arazi Degradasyonu Risk Değerlendirmesi, *Ekoloji*, 17, 65, 11-20

Taşdelen, S., Güngör, M. ve Aydın, A. (2016). Çukurköy (Denizli) Dolayının Sığ Yeraltı Suyu Hidrojeoloji İncelemesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilim Dergisi*, Sayı: 22 (3), s. 206-212, Denizli.

Tellioglu, S. (2001). *Manyas Gölü ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojisi ve Uygulamalı Jeomorfolojisi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul

Topal, S. (2003). *Denizli Neojen İstifinin Stratigrafisi ve Tektonik Özellikleri*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

.....(2012). *Denizli Havzasındaki Fayların Tektonik Jeomorfolojisi*. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Denizli.

Turan, F. (2007). *Gökpınar Çayı ve Çürüksu Kirlilik Parametre ve Yüklerinin Mevsimlere Göre Saptanması ve İrdelenmesi*, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.

Turoğlu, H. (2000). Durukent Çınar Sitesi (İstanbul) Yerleşim Alanının Uygulamalı Jeomorfolojisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, Sayı: 35, s. 139-154.

Turoğlu, H., Güneysu, C., Ertek, T. A. ve Mater, B. (1994). Tabiat Parkı Çalışmalarında Bir Uygulamalı Jeomorfoloji Örneği: Ballıkayalar Vadisi (Gebze Kocaeli). *Türk Coğrafya Dergisi*, Sayı: 29, s. 315-346

Türkiye İstatistik Kurumu (2019). Türkiye 2018 Yılı Nüfus Verileri.

Uysal, A. (2015). *Kılıçözü Çayı Aşağı Havzasının (Kırşehir) Uygulamalı Jeomorfolojisi*. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi Elazığ.

Westaway, R. (1990). Block Rotation of Western Turkey: 1 Observational Evidence Journal. *Geophysics Research*. 95, 19857-19884.

Yıldırım, C. (2014). Relative Tectonic Activity Assessment of the Tuz Gölü Fault Zone; Central Anatolia, Turkey. *Tectonophysics, Volume: 630*, p. 183–192.

Yılmaz, E. (2018). *Edremit Çayı Havzasının (Balıkesir) Uygulamalı Jeomorfolojisi*, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir.

Yılmaz, Y. (2000). Ege Bölgesi'nin Aktif Tektoniği. *Batı Anadolu Depremselliği Sempozyumu*, s. 93- 107, İzmir.

İnternette Alınan Kaynaklar:

aves.istanbul.edu.tr/ImageOfByte.aspx?Resim=8&SSNO=7&USER=44108

kaynağından 15.12.2018 tarihinde erişilmiştir.

aves.istanbul.edu.tr/ImageOfByte.aspx?Resim=8&SSNO=4&USER=44108

kaynağından 15.12.2018 tarihinde erişilmiştir.

[-https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/Thorntwaite.pdf](https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/Thorntwaite.pdf)

kaynağından 01.03.2019 tarihinde erişilmiştir.