

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**EDİRNE-HAMZABEYLİ-KALKANSÖĞÜT
ARASININ YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN
UYGULAMALI JEOMORFOLOJİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

TUNAHAN AYKUT

2501170045

TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. HÜSEYİN TUROĞLU

İSTANBUL- 2019.



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK LİSANS
TEZ ONAYI

ÖĞRENCİNİN;

Adı ve Soyadı : Tunahan AYKUT Numarası : 2501170045
Anabilim Dalı / Anasanat Dalı / Programı : Coğrafya Danışmanı : Prof. Dr. Hüseyin TUROĞLU
Tez Savunma Tarihi : 12.06.2019 Saati : 11:00
Tez Başlığı : "Edirne, Hamzabeyli, Kalkansöğüt Arasının Yapısal Özelliklerinin Uygulamalı Jeomorfoloji Üzerine Etkileri"

TEZ SAVUNMA SINAVI, İÜ Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin 36. Maddesi uyarınca yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin **KABULÜNE** OYBİRLİĞİ / ~~OYÇOKLUĞUYLA~~ karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATI (KABUL / RED / DÜZELTME)
1- Prof. Dr. Meral AVCI		Kabul
2- Prof. Dr. Hüseyin TUROĞLU		Kabul
3- Dr. Öğr. Üyesi Musa ULUDAĞ		Kabul

YEDEK JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATI (KABUL / RED / DÜZELTME)
1- Dr. Öğr. Üyesi Cihan BAYRAKDAR		
2- Dr. Öğr. Üyesi Mesut ŞİMŞEK		

ÖZ

EDİRNE-HAMZABEYLİ-KALKANSÖĞÜT ARASININ YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN UYGULAMALI JEOMORFOLOJİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Tunahan AYKUT

Bu tez çalışması, Trakya'nın Türkiye sınırları içerisinde kalan kısmının kuzeybatı ucunda yer alan yaklaşık 512 km² alan kaplayan ve kabaca Edirne-Hamzabeyli-Kalkansöğüt üçgeni arasında bulunan sahayı kapsamaktadır.

Çalışmanın ana amacı, çalışma sahası genelindeki yapısal özelliklerin uygulamalı jeomorfoloji üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Bu amaca ulaşabilmek için, öncelikle alanın yapısal özellikleri ortaya konmuştur. Bu yapısal özelliklerin, yerşekillerinin oluşum ve gelişimleri üzerindeki etkilerinin ortaya konulabilmesi için morfometrik analizler uygulanmış, saha ölçümleri yapılmıştır. Saha ölçümleri kapsamında tabakaların doğrultu, eğim açısı ve eğim yönü özellikleri Brunton Tipi Jeolog Pusulası kullanılarak ölçülmüş, kalınlık ölçümü için ise uygun nitelikteki şerit metre kullanılmıştır. Çalışmanın masa başı analizlerinin büyük bir bölümü Arcgis 10.2 programı vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir. Bunun yanında çalışma boyunca Global Mapper 18, RockWorks 16, CorelDraw X7, Geomatica 2015 ve GeoRose programları yardımcı programlar olarak kullanılmıştır. Böylece sahanın yapısal özellikleri belirlenmiş, haritalanmış ve fotoğraflandırılmıştır.

Sahanın belirlenen bu yapısal özelliklerinin uygulamalı jeomorfoloji özelliklerine etkileri su yönetimi, fiziksel planlama, doğal afet risk değerlendirmesi, yapı-yerleşim dağılışı ilişkisi, yapı-tarımsal faaliyet ilişkisi, yapı-ulaşım hatları ilişkisi gibi konular kapsamında değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, sahanın çeşitli kısımlarının hem litolojik hem tektonik olarak farklı yapısal özelliklere sahip olduğu, bu yapısal özelliklerin drenaj sistemlerinin kuruluşu ve gelişimi üzerinde oldukça etkili olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Aynı zamanda bu farklı yapısal özelliklerin uygulamalı jeomorfoloji özellikleri üzerinde yönlendirici ve kontrol edici bir rol oynadığı, değişen yapısal özelliklerle beraber uygulamalı jeomorfoloji özelliklerinin de değişime uğradığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Litolojik Yapı, Tektonik Yapı, Yapısal Jeomorfoloji, Morfometrik Analizler, Uygulamalı Jeomorfoloji.



ABSTRACT

THE EFFECTS OF STRUCTURAL FEATURES ON APPLIED GEOMORPHOLOGY BETWEEN EDİRNE-HAMZABEYLİ- KALKANSÖĞÜT

Tunahan AYKUT

This study includes northwestern part of the Thrace Peninsula in Turkey borders, which is covers about 512 km² and lies between the triangle of Edirne-Hamzabeyli-Kalkansöğüt.

The main aim of this study is to investigate the effects of structural features on applied geomorphology throughout study area. In order to achieve this goal, at first; structural features of the study area were analyzed. Then, in order to obtain the understanding of existing effects of structural features on formation and development of landforms, morphometric analysis and field measurements were performed. Field works includes; measurements of strike, dip direction and dip angle features of stratums with Brunton Type Geological Compass and measurements of thickness of stratums with suitable tape measure. For big portion of the office work related the study, Arcgis 10.2 was used. In addition; Global Mapper 18, RockWorks 16, CorelDraw X7, Geomatica 2015 and GeoRose programs have been used as secondary programs throughout the study. Thus, structural features of study area were defined, mapped and photographed.

At that point of the study, effects of the structural features on applied geomorphology, evaluated in various subjects like water management, physical planning, natural hazard risk evaluation, structure-settlement relationship, structure-agricultural activity relationship and structure-transportation lines relationship.

Consequently, it has been concluded that different parts of the study area have different structural features both lithologically and tectonically, and structural features have effected organization and development of drainage systems. Also it has been seen that different structural features have controlled and have orientated

features of applied geomorphology and with changing characteristics of structural features, applied geomorphology features have changed as well parallelly.

Keywords: Lithological Structure, Tectonic Structure, Structural Geomorphology, Morphometric Analysis, Applied Geomorphology.



ÖNSÖZ

“Edirne-Hamzabeyli-Kalkansöğüt Arasının Yapısal Özelliklerinin Uygulamalı Jeomorfoloji Üzerine Etkileri” başlıklı bu tez çalışması, oldukça yoğun geçen 9 aylık bir çalışma temposunun eseri olarak Mayıs 2019’da sonuca ulaştırılmıştır.

Çalışma genel olarak 4 bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde amaca uygun olarak çalışma sahasının yapısal özellikleri, detaylı olarak tanımlanmaya çalışılmıştır. İkinci bölümde genel jeomorfolojik özelliklerden bahsedilmiştir. Bu bölümüm ilk alt başlığında, modern jeomorfoloji çalışmalarının vazgeçilmez metodu olarak evrilmeye başlayan ve ilgili sahanın jeomorfolojik özellikleri hakkında oldukça detaylı sonuçlara ulaşılmasını sağlayan morfometrik analizler üzerinde durulmuştur. İkinci alt başlıkta ise sahanın yapısal jeomorfoloji, flüvyal jeomorfoloji ve alüvyal jeomorfoloji özellikleri tartışılmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümü, yapısal özellikler haricinde uygulamalı jeomorfoloji üzerinde etkili olan diğer fiziki coğrafya özelliklerini içermektedir. Bu kapsamda iklim özellikleri, hidrografik özellikler, toprak özellikleri, bitki örtüsü özellikleri ve arazi örtüsü ve arazi kullanımı özellikleri analiz edilmiştir. Dördüncü ve son kısım ise, çalışmanın ana amacını oluşturan yapısal özellikler-uygulamalı jeomorfoloji ilişkisi üzerine kurgulanmıştır. Bu amaçla, çalışma alanının farklı yapısal özelliklerine sahip kısımları ayrı başlıklar altında ele alınmış ve uygulamalı jeomorfolojinin inceleme alanına giren su yönetimi, fiziksel planlama, doğal afet risk değerlendirmesi gibi konular, mevzu bahis yapısal özelliklerle ilişkilendirilerek tartışılmıştır.

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde, başından sonuna kadar benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen kıymetli aileme ve sonsuz bilgisi ve yönlendirici görüşleriyle beni her zaman destekleyen, yürüdüğüm yolun karanlık köşelerini ışığıyla aydınlatan değerli danışman hocam Prof. Dr. Hüseyin Turoğlu’na teşekkür ederim.

Çalışmanın özellikle veri toplama sürecinde kıymetli zamanını ayırıp benden yardımını esirgemeyen Dr. Öğretim Üyesi Musa Uludağ’a ayrıca teşekkür ederim. Ek olarak, çıkmaza düştüğüm konularda değerli bilgilerini benimle paylaşmaktan

ekinmeyen Prof. Dr. Sedat Avcı'ya, Prof. Dr. Meral Avcı'ya ve Doç. Dr. Cengiz Yıldırım'a minnettarlığımı ifade etmeyi borç bilirim.

Tunahan Aykut

İstanbul, 2019.



ÖZ.....	iii
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
TABLO LİSTESİ	xxv
FOTOĞRAF LİSTESİ	xxvi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xxx
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

YAPISAL ÖZELLİKLER

1.1 Stratigrafi ve Litolojik Yapı	5
1.1.1 Paleozoik Formasyonları	6
1.1.2 Mesozoik Formasyonları	19
1.1.3 Senozoik Formasyonları	22
1.2 Sedimantolojik Özellikler	35
1.3 Tektonik Özellikler.....	42
1.3.1 Istranca Masifi	42
1.3.2 Trakya Sedimanter Havzası	46

İKİNCİ BÖLÜM

GENEL JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER

2.1 Morfometrik Analizler	52
2.1.1 Hipsometrik Eğri ve İntegral	53
2.1.2 Akarsu Uzunluk - Gradyan İndeksi (SL İndeksi)	58

2.1.3 Vadi Tabanı Genişliğinin Vadi Yüksekliğine Oranı (Vf İndeksi).....	62
2.1.4 Drenaj Havzası Asimetrisi (Af Oranı).....	68
2.1.5 Yüzey Engebeliliği (SR).....	71
2.1.6 Yüzey İndeksi (SI).....	73
2.1.7 Eğim Özellikleri.....	76
2.1.8 Bakı Özellikleri.....	78
2.1.9 Çizgisellik Analizi	82
2.2 Jeomorfolojik Özellikler	84
2.2.1 Yapısal Jeomorfoloji.....	84
2.2.1.1 Monoklinal Yapı.....	86
2.2.1.2 Istranca Masifi Kısımının Yapısal Jeomorfolojisi.....	124
2.2.2 Flüvyal Jeomorfoloji.....	137
2.2.3 Alüvyal Jeomorfoloji	151

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMALI JEOMORFOLOJİ ÜZERİNDE ETKİLİ OLAN DİĞER ETMENLER

3.1 İklim Özellikleri.....	156
3.1.1 Sıcaklık Özellikleri	157
3.1.2 Yağış Özellikleri.....	158
3.1.3 Thornthwaite İklim Sınıflandırması.....	158
3.1.4 Klimatik Regresyon Analizleri	161
3.1.5 UNEP Kuraklık İndeksi	173
3.1.6 İklim Analizleri Sonuçlarının İklim Değişikliği ile İlişkisi.....	175
3.2 Hidrografik Özellikler	179
3.2.1 Akarsular ve Akarsu Havzaları.....	179
3.2.2 Yeraltı suları ve Kaynaklar	215

3.3 Bitki Örtüsü Özellikleri	225
3.3.1 Kuru Orman Bölgesi.....	225
3.3.2 Antropojen Step Bölgesi.....	226
3.4 Toprak Özellikleri	228
3.4.1 Kireçsiz Kahverengi Topraklar.....	228
3.4.2 Alüvyal Topraklar.....	230
3.4.3 Grumusoller	230
3.4.4 Kahverengi Orman Toprakları.....	231
3.4.5 Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	231
3.4.6 Hidromorfik Topraklar	232
3.5 Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı Özellikleri	233

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMALI JEOMORFOLOJİ ÖZELLİKLERİ

4.1 Uygulamalı Jeomorfoloji ve Yapı İlişkisi	245
4.2 Monoklinal Yapılı Kısımın Uygulamalı Jeomorfolojisi	247
4.2.1 Monoklinal Yapılı Alanda Yerleşmelerin Dağılımı	247
4.2.2 Monoklinal Yapılı Alanda Ulaşım Hattının Dağılım Özellikleri.....	249
4.2.3 Monoklinal Yapılı Alanda Tarım Faaliyetleri	252
4.2.4 Monoklinal Yapılı Alanda Su Yönetimi.....	254
4.2.5 Monoklinal Yapılı Alanda Hidrografik Kökenli Doğal Afetler İçin Risk Değerlendirmesi.....	261
4.3 Istranca Masifi Kısımının Uygulamalı Jeomorfolojisi	279
4.3.1 Istranca Masifi Kısımında Su Yönetimi	279
4.3.2 Istranca Masifi Kısımında Hidrografik Kökenli Doğal Afetler İçin Risk Değerlendirmesi.....	284
4.4 Alüvyal Sahannın Uygulamalı Jeomorfolojisi	295

4.4.1 Alüvyal Sahada Su Yönetimi.....	295
4.4.2 Alüvyal Sahada Fiziksel Planlama	300
4.4.3 Alüvyal Saha Hidrografik Kökenli Doğal Afet Risk Değerlendirmesi ...	304
SONUÇ	316
KAYNAKÇA	329



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1: Çalışma Alanının Lokasyon Özellikleri	4
Şekil 1.2: Çalışma Alanının Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).	7
Şekil 1.3: Trakya Havzası Çökelleri Kalınlık Haritası (km) (MTA, 2006).	36
Şekil 1.4: Kırklareli Kireçtaşı'nın Depolanma Ortamlarının Paleocoğrafik Rekonstrüksiyonunu Gösteren Şematik Diyagram (Büyükutku ve Eseller (2009)'dan değiştirilerek).	37
Şekil 1.5: Trakya Sedimanter Havzası'nın geç Erken- erken Orta Miyosen Dönemi Paleocoğrafik Haritası (Sakinç vd. (1999)'dan değiştirilerek).	38
Şekil 1.6: Trakya Sedimanter Havzası'nın geç Orta- erken Geç Miyosen Dönemi Paleocoğrafik Haritası (Sakinç vd. 1999'dan değiştirilerek)	39
Şekil 1.7: Trakya Sedimanter Havzası'nın Geç Pliyosen Dönemi Paleocoğrafik Haritası (Sakinç vd. 1999'dan değiştirilerek).	40
Şekil 1.8: Çalışma Alanı'nın Jeoloji Haritası (Çağlayan ve Yurtseven, 1998 ve Perinçek, 1991'den Yararlanılarak Hazırlanmıştır).	41
Şekil 1.9: Türkiye ve Çevresi'nin Tektonik Birlikleri (Okay ve Tüysüz, 1999).....	43
Şekil 1.10: Batı Tetis Bölgesi'nin Paleoyapısal-Paleoçevresel Rekonstrüksiyonu. (Catto vd., 2017'den değiştirilerek).	45
Şekil 1.11: Istranca Masifi'nin Genelleştirilmiş Jeolojik Kesiti (Catto vd., 2017'den değiştirilerek)	46
Şekil 1.12: Trakya Fay Zonu'nun Geç Orta Miyosen Yapıları (Perinçek, 1991'den değiştirilerek).	48
Şekil 1.13: Kırklareli Fay Zonu Boyunca Migrasyonlu Sismik Kesit (Perinçek, 1991'den değiştirilerek).	49

Şekil 1.14: Kırklareli Fayı'nın Ergene Havzası'ndaki Tektonik Yapı Modeli (Selim, 2013'ten değiştirilerek).	50
Şekil 1.15: Trakya ve Marmara Denizi Doğu'su 1999-2006 Arası Yer Değiştirme Vektörleri (Deniz ve Özener, 2010).	51
Şekil 2.1: Ana Akarsu Havzaları'nın Hipsometrik Eğrileri	54
Şekil 2.2: Hipsometrik İntegral Değerleri	57
Şekil 2.3: SL İndeksi Değerleri	60
Şekil 2.4: Enine Kesitlerin Alındığı Lokasyonlar	63
Şekil 2.5: Çalışma Alanındaki Vadilerin 25 Farklı Kısımından Alınan Enine Kesitler	66
Şekil 2.6: Çalışma Alanındaki Ana Akarsu Havzalarının Ar Değerleri ve Olası Çarpılma Yönleri.....	70
Şekil 2.7: Yüzey Engebeliliği Değerleri.....	72
Şekil 2.8: Yüzey İndeksi Değerleri.....	74
Şekil 2.9: Eğim Değerleri	77
Şekil 2.10: Eğim Değerleri'nin Alansal Dağılım Özellikleri.....	78
Şekil 2.11: Bakı Elemanlarının Alansal Dağılım Özellikleri	80
Şekil 2.12: Bakı Özellikleri	81
Şekil 2.13: Çalışma Alanındaki Çizgisellikler	83
Şekil 2.14: Çalışma Alanındaki Çizgiselliklerin Gül Diyagramı	84
Şekil 2.15: Çalışma Alanının Jeomorfolojik Özellikleri İncelenirken Yapılan Bölümleme	85
Şekil 2.16: Monoklinal Yapılı Bir Alanın Karakteristik Jeomorfolojik Ünitelerini ve Akarsu Ağını Gösteren Blok Diyagram (Petit vd., 2018'den değiştirilerek).....	86
Şekil 2.17: a: Çeşitli Akarsu Tiplerini Gösteren Diyagram; b: Genel olarak homojen yatay tabakalarda görülen dandritik akarsu ağı; c: Bir yöne doğru eğimli yamaçlarda, genelde monoklinal yapıdan yatay yapıya geçişte görülen paralel drenaj ağı. d:	

Monoklinal yapılı bölgelerde görülen kafesli drenaj ağı (Twidale, 2004'ten değiştirilerek).	89
Şekil 2.18: Sinanköy Çevresindeki Tabakaların Doğrultu ve Eğim Değerleri.....	95
Şekil 2.19: Sinanköy Çevresindeki Tabakaların Doğrultu Değerlerini Gösteren Gül Diyagramı.....	95
Şekil 2.20: Sinanköy ve Çevresi'nin A-B Kesiti.	96
Şekil 2.21: Sinanköy Kuestası'nın Doğu Kısmının Şematik Şekli	99
Şekil 2.22: Sinanköy Kuestası'nın Batı Kısmının Şematik Şekli.....	100
Şekil 2.23: Sinanköy ve Çevresinin Yapısal Jeomorfoloji Birimleri	103
Şekil 2.24: Sinanköy ve Çevresinde Enine Profiller: 1: Obsekant Depresyon, 2: Subsekant Depresyon, 3: Resekant Depresyon, 4: Konsekant Depresyon.	107
Şekil 2.25: Hasanağa ve Çevresi'nin A-B Kesiti	109
Şekil 2.26: Hasanağa ve Çevresi'nin C-D Kesiti	110
Şekil 2.27: Hasanağa Çevresindeki Tabakaların Doğrultu ve Eğim Değerleri	111
Şekil 2.28: Hasanağa Çevresindeki Tabakaların Doğrultu Değerlerini Gösteren Gül Diyagramı.....	112
Şekil 2.29: Hasanağa ve Çevresinin Yapısal Jeomorfoloji Birimleri.....	113
Şekil 2.30: Hasanağa ve Çevresinde Enine Profiller: 17: Resekant Depresyon, 18: Obsekant Depresyon, 19: Subsekant Depresyon.	115
Şekil 2.31: Güneybatıya Eğimli Trakya Formasyonu Üzerindeki Konsekant Karakterdeki Uçbucak Dere ve Korucuköy Derelerinin Enine Profilleri	117
Şekil 2.32: Hasanağa-Sinanköy Arasının Yapısal Jeomorfoloji Birimleri.....	118
Şekil 2.33: Çalışma Alanındaki Monoklinal Yapılı Bölgenin.....	119
Şekil 2.34: Monoklinal Yapılı Bölgedeki Konsekant Akarsuların Gül Diyagramı.	120
Şekil 2.35: Monoklinal Yapılı Bölgedeki Subsekant Akarsuların Gül Diyagramı	121
Şekil 2.36: Monoklinal Yapılı Bölgedeki Obsekant Akarsuların Gül Diyagramı... ..	121
Şekil 2.37: Monoklinal Yapılı Bölgedeki Resekant Akarsuların Gül Diyagramı	122

Şekil 2.38: Monoklinal Yapılı Bölgedeki Tüm Akarsuların Gül Diyagramı	123
Şekil 2.39: Istranca Masifi Kısımının Eğim Özellikleri.....	127
Şekil 2.40: Istranca Masifi Kısımının Yüzey Engebeliliği Özellikleri.....	128
Şekil 2.41: Istranca Masifi Kısımının Akarsu Dizinleri	130
Şekil 2.42: Istranca Masifi Kısımında Akış Gösteren Akarsuların Doğrultularını Gösteren Gül Diyagramı	131
Şekil 2.43: Istranca Masifi Kısımının Çizgisellikleri ve Ana Fay Hatları.....	132
Şekil 2.44: Istranca Masifi Kısımındaki Çizgiselliklerin Doğrultularını Gösteren Gül Diyagramı.....	133
Şekil 2.45: Istranca Masifi Kısımındaki Fay Hatlarının Doğrultularını Gösteren Gül Diyagramı.....	133
Şekil 2.46: Demirköy – Doğanköy Arasındaki Bindirme Zonunun Jeolojik Birimleri	134
Şekil 2.47: Küçüköğünlü Çevresinin Jeolojik Birimleri	134
Şekil 2.48: Demirköy – Doğanköy Arasındaki Bindirme Zonunun Şematik Şekli.	135
Şekil 2.49: Küçüköğünlü ve Çevresi'nde Şeytandere Metagranitleri ile Çalidere Granatlı Şist Üyelerinin Dokanak Noktasının Şematik Şekli.....	136
Şekil 2.50: Alüvyal Yelpazelerin Google Earth Görüntüsü	144
Şekil 2.51: Alüvyal Yelpazelerin Bulunduğu Bölgenin Topoğrafya Haritası.....	144
Şekil 2.52 : Topoğrafik Profil Hatları.....	149
Şekil 2.53: F-F', G-G', H-H'; I-I', J-J', K-K' Hatlarının Süperimpoze Profili.....	150
Şekil 2.54: A-A', B-B', C-C', D-D', E-E' Hatlarının Süperimpoze Profili.....	150
Şekil 2.55: A-A', B-B', C-C', D-D', E-E' Hatlarının Mürtesem Profili ve Plato Yüzeyleri	151
Şekil 2.56: İlgili Sahanın Alüvyal Jeomorfoloji Birimleri	152
Şekil 2.57: Çalışma Alanının Ana Jeomorfolojik Birimleri	155
Şekil 3.1: Sıcaklık Grafiği	157

Şekil 3.2: Yağış Grafiği	158
Şekil 3.3: Yıllık Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği	161
Şekil 3.4: 1960-1989 Dönemi Yıllık Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği	163
Şekil 3.5: 1960-1989 Dönemi Yıllık Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği	164
Şekil 3.6: Yıllık Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği	165
Şekil 3.7: 1960-1989 Dönemi Yıllık Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği	166
Şekil 3.8: 1989-2017 Dönemi Yıllık Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği	166
Şekil 3.9: Yıllık Toplam Potansiyel Evapotranspirasyon Regresyon Analiz Grafiği	167
Şekil 3.10: Yıllık Toplam Su Eksiği Regresyon Analiz Grafiği	168
Şekil 3.11: Yıllık Toplam Su Fazlası Regresyon Analiz Grafiği	169
Şekil 3.12: Soğuk Dönem Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği.....	170
Şekil 3.13: Sıcak Dönem Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği.....	171
Şekil 3.14: Soğuk Dönem Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği.....	172
Şekil 3.15: Sıcak Dönem Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği	173
Şekil 3.16: 1970-2016 Dönemi Karadeniz Yıllık Ortalama Deniz Suyu Sıcaklık Değerlerinin Regresyon Analiz Grafiği (MGM, 2016).....	176
Şekil 3.17: 1970-2017 Dönemi Ege Denizi Yıllık Ortalama Deniz Suyu Sıcaklık Değerlerinin Regresyon Analiz Grafiği (MGM, 2016).....	177
Şekil 3.18: 1970-2017 Dönemi Ege Denizi Yıllık Ortalama Deniz Suyu Sıcaklık Değerlerinin Regresyon Analiz Grafiği (MGM, 2016).....	177
Şekil 3.19: Çalışma Sahasındaki Ana Akarsu Havzalarının Alansal Değerleri	181
Şekil 3.20: Çalışma Sahasındaki Ana Akarsu Havzalarının Yüzde Oranları.....	181
Şekil 3.21: Çalışma Alanının Ana Akarsu Havzaları ve Akarsu Dizinleri	182
Şekil 3.22: Akarsuların Boyuna Profilleri	184

Şekil 3.23: Verileri Kullanılan Akım Gözlem İstasyonları'nın Lokasyon Özellikleri	195
Şekil 3.24: Sinanköy Deresi 1987-2006 Yılları Arası Yıllık ve Mevsimlik Ortalama Akım Regresyon Analiz Grafiği	197
Şekil 3.25: Çömlek Dere 1987-2010 Yılları Arası Yıllık ve Mevsimlik Ortalama Akım Regresyon Analiz Grafiği	198
Şekil 3.26: Tunca Nehri 1961-2014 Yılları Arası Yıllık ve Mevsimlik Ortalama Akım Regresyon Analiz Grafiği	199
Şekil 3.27: Tunca Nehri 1985-2014 Yılları Arası Yıllık ve Mevsimlik Ortalama Akım Regresyon Analiz Grafiği	200
Şekil 3.28: 1987-2006 Yılları Arası Sinanköy Deresi Yıllık Ortalama Akım ve Yıllık Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği	203
Şekil 3.29: 1987-2006 Yılları Arası Sinanköy Deresi Yıllık Ortalama Akım ve Yıllık Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği.....	203
Şekil 3.30: 1987-2006 Yılları Arası Sinanköy Deresi Soğuk Dönem Ortalama Akım ve Soğuk Dönem Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği.....	204
Şekil 3.31: 1987-2006 Yılları Arası Sinanköy Deresi Soğuk Dönem Ortalama Akım ve Soğuk Dönem Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği.....	204
Şekil 3.32: 1987-2006 Yılları Arası Sinanköy Deresi Sıcak Dönem Ortalama Akım ve Sıcak Dönem Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği	206
Şekil 3.33: 1987-2006 Yılları Arası Sinanköy Deresi Sıcak Dönem Ortalama Akım ve Sıcak Dönem Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği	206
Şekil 3.34: 1987-2010 Yılları Arası Çömlek Dere Yıllık Ortalama Akım ve Yıllık Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği	208
Şekil 3.35: 1987-2010 Yılları Arası Çömlek Dere Yıllık Ortalama Akım ve Yıllık Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği.....	208
Şekil 3.36: 1987-2010 Yılları Arası Çömlek Dere Sıcak Dönem Ortalama Akım ve Sıcak Dönem Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği.....	209

Şekil 3.37: 1987-2010 Yılları Arası Çömlek Dere Sıcak Dönem Ortalama Akım ve Sıcak Dönem Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği	209
Şekil 3.38: 1987-2010 Yılları Arası Çömlek Dere Soğuk Dönem Ortalama Akım ve Soğuk Dönem Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği	210
Şekil 3.39: 1987-2010 Yılları Arası Çömlek Dere Soğuk Dönem Ortalama Akım ve Soğuk Dönem Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği.....	210
Şekil 3.40: 1961-2014 Yılları Arası Tunca Nehri Yıllık Ortalama Akım ve Yıllık Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği	212
Şekil 3.41: 1961-2014 Yılları Arası Tunca Nehri Yıllık Ortalama Akım ve Yıllık Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği.....	212
Şekil 3.42: 1961-2014 Yılları Arası Tunca Nehri Sıcak Dönem Ortalama Akım ve Sıcak Dönem Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği.....	213
Şekil 3.43: 1961-2014 Yılları Arası Tunca Nehri Sıcak Dönem Ortalama Akım ve Sıcak Dönem Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği	213
Şekil 3.44: 1961-2014 Yılları Arası Tunca Nehri Soğuk Dönem Ortalama Akım ve Soğuk Dönem Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği	214
Şekil 3.45: 1961-2014 Yılları Arası Tunca Nehri Soğuk Dönem Ortalama Akım ve Soğuk Dönem Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği.....	215
Şekil 3.46: Kaynakların Mekansal Dağılışı Özellikleri (DSİ,2016).....	217
Şekil 3.47: Kuyuların Mekansal Dağılışı Özellikleri (DSİ, 2016).	219
Şekil 3.48: 59609 Numaralı Lalapaşa Kuyusu Yıllık Ortalama Yeraltısı Seviyesi Değişim Grafiği (ÇŞİM, 2018).	220
Şekil 3.49: 59609 Numaralı Lalapaşa Kuyusu Soğuk Dönem (Ekim-Mart) Ortalama Yeraltısı Seviyesi Değişim Grafiği (ÇŞİM, 2018).	221
Şekil 3.50: 59609 Numaralı Lalapaşa Kuyusu Sıcak Dönem (Nisan-Eylül) Ortalama Yeraltısı Seviyesi Değişim Grafiği (ÇŞİM, 2018).	221
Şekil 3.51: Yeraltısı Özellikleri (DSİ, 2016'dan Yararlanılarak Hazırlanmıştır).	224

Şekil 3.52: Çalışma Alanının Genel Bitki Grupları (Dönmez 1969'dan değiştirilerek).	227
Şekil 3.53: Bitki Gruplarının Alansal Dağılışı	228
Şekil 3.54: Çalışma Sahasının Toprak Grupları.	229
Şekil 3.55: Toprak Gruplarının Alansal Dağılımı	231
Şekil 3.56: Toprak Gruplarının Yüzde Oranları	233
Şekil 3.57: 2018 Yılına Ait 10 Metre Yersel Çözünürlüklü Sentinel 2B Uydu Görüntüsü RGB Kombinasyonu.	235
Şekil 3.58: Çalışma Sahasının, CORINE Verilerine Göre 1990 Yılı Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı.....	237
Şekil 3.59: Çalışma Sahasının, CORINE Verilerine Göre 2000 Yılı Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı.....	239
Şekil 3.60: Çalışma Sahasının, CORINE Verilerine Göre 2012 Yılı Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı.....	240
Şekil 3.61: Çalışma Sahasının, Sentinel 2 Uydu Görüntüsünün Analizinden Elde Edilmiş 2018 Yılı Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı.	241
Şekil 3.62: Arazi Sınıflarının Yıllara Göre Alansal Değişim Trendi Grafiği.....	244
Şekil 4.1: Monoklinal Yapılı Alanda Yerleşmelerin Dağılışı Özellikleri	248
Şekil 4.2: Monoklinal Yapılı Alanda Ulaşım Hatlarının Dağılışı Özellikleri	250
Şekil 4.3: Monoklinal Yapılı Alandaki Ulaşım Hatlarının Doğrultularını Gösteren Gül Diyagramı.....	251
Şekil 4.4: Monoklinal Yapılı Alandaki Sürekli ve Mevsimlik Akarsular ve Sürekli Akarsulara Uzaklık Özellikleri	256
Şekil 4.5: Monoklinal Yapılı Alandaki Kuyu ve Kaynaklara Uzaklık Özellikleri.	258
Şekil 4.6: Monoklinal Yapılı Saha Seyelan Risk Haritası.....	264
Şekil 4.7: Monoklinal Yapılı Saha Seyelan Risk Sınıfları Alansal Dağılışı Özellikleri.....	265

Şekil 4.8: Monoklinal Yapılı Saha Seyelan Risk Sınıfları Yüzde Oranları.....	265
Şekil 4.9: Monoklinal Yapılı Saha Sel Risk Haritası.....	267
Şekil 4.10: Monoklinal Yapılı Saha Sel Risk Değerleri Alansal Dağılışı Özellikleri	268
Şekil 4.11: Monoklinal Yapılı Saha Sel Risk Değerleri Yüzde Oranları	268
Şekil 4.12: Monoklinal Yapılı Saha Taşkın Risk Değerleri Alansal Dağılışı Özellikleri.....	269
Şekil 4.13: Monoklinal Yapılı Saha Taşkın Risk Haritası.....	270
Şekil 4.14: Monoklinal Yapılı Saha Taşkın Risk Değerleri Yüzde Oranları	271
Şekil 4.15: Monoklinal Yapılı Saha Erozyon Risk Haritası.....	272
Şekil 4.16: Monoklinal Yapılı Saha Erozyon Risk Değerleri Alansal Dağılışı Özellikleri.....	273
Şekil 4.17: Monoklinal Yapılı Saha Erozyon Risk Değerleri Yüzde Oranları.....	273
Şekil 4.18: Monoklinal Yapılı Saha Kütle Hareketleri Risk Haritası.....	277
Şekil 4.19: Monoklinal Yapılı Saha Kütle Hareketleri Risk Değerleri Alansal Dağılışı Özellikleri.....	278
Şekil 4.20: Monoklinal Yapılı Saha Kütle Hareketleri Risk Değerleri Yüzde Oranları	278
Şekil 4.21: Istranca Masifi Kısmının Yerüstü ve Yeraltı Su Kaynaklarının Dağılışı Özellikleri.....	280
Şekil 4.22: Istranca Masifi Kısmında Kuyu ve Kaynaklara Uzaklık Özellikleri ...	281
Şekil 4.23: Istranca Masifi Kısmında Sürekli Akarsulara Uzaklık Özellikleri	283
Şekil 4.24: Istranca Masifi Kısmı Seyelan Risk Haritası	285
Şekil 4.25: Istranca Masifi Kısmı Seyelan Risk Değerleri Alansal Dağılışı Özellikleri	286
Şekil 4.26: Istranca Masifi Kısmı Seyelan Risk Değerleri Yüzde Oranları	286
Şekil 4.27: Istranca Masifi Kısmı Sel Risk Haritası.....	286

Şekil 4.28: Istranca Masifi Kısmı Sel Risk Değerleri Alansal Dağılış Özellikleri.	288
Şekil 4.29: Istranca Masifi Kısmı Sel Risk Değerleri Yüzde Oranları.....	288
Şekil 4.30: Istranca Masifi Kısmı Taşkın Risk Haritası	289
Şekil 4.31: Istranca Masifi Kısmı Taşkın Risk Değerleri Alansal Dağılış Özellikleri	290
Şekil 4.32: Istranca Masifi Kısmı Taşkın Risk Değerleri Yüzde Oranları.....	290
Şekil 4.33: Istranca Masifi Kısmı Erozyon Risk Haritası	291
Şekil 4.34: Istranca Masifi Kısmı Toprak Erozyon Dereceleri	292
Şekil 4.35: Istranca Masifi Kısmı Erozyon Risk Değerleri Alansal Dağılış Özellikleri	292
Şekil 4.36: Istranca Masifi Kısmı Erozyon Risk Değerleri Yüzde Oranları	293
Şekil 4.37: Istranca Masifi Kısmı Kütle Hareketleri Risk Haritası	294
Şekil 4.38 Istranca Masifi Kısmı Kütle Hareketleri Risk Değerleri Alansal Dağılış Özellikleri.....	294
Şekil 4.39: Istranca Masifi Kısmı Kütle Hareketleri Risk Değerleri Yüzde Oranları	295
Şekil 4.40: Sürekli Akarsulara Uzaklık Özellikleri.	297
Şekil 4.41: Kaynak ve Kuyulara Uzaklık Özellikleri	298
Şekil 4.42: Alüvyal Saha Arazi Kabiliyet Özellikleri (Kaynak: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü).	305
Şekil 4.43: Alüvyal Saha Seyelan Risk Haritası.....	305
Şekil 4.44: Alüvyal Saha Seyelan Risk Değerleri Alansal Dağılış Özellikleri	306
Şekil 4.45: Alüvyal Saha Seyelan Risk Değerleri Yüzde Oranları	306
Şekil 4.46: Alüvyal Saha Sel Risk Haritası	307
Şekil 4.47: Alüvyal Saha Sel Risk Değerleri Alansal Dağılış Özellikleri.....	308
Şekil 4.48: Alüvyal Saha Sel Risk Değerleri Yüzde Oranları.....	308
Şekil 4.49: Alüvyal Saha Taşkın Risk Değerleri Alansal Dağılış Özellikleri.....	309

Şekil 4.50: Alüvyal Saha Taşkın Risk Haritası	310
Şekil 4.51: Alüvyal Saha Taşkın Risk Değerleri Yüzde Oranları	311
Şekil 4.52: Alüvyal Saha Erozyon Risk Haritası.....	312
Şekil 4.53: Alüvyal Saha Erozyon Risk Değerleri Alansal Dağılış Özellikleri	313
Şekil 4.54: Alüvyal Saha Erozyon Risk Değerleri Yüzde Oranları	313
Şekil 4.55: Alüvyal Saha Kütle Hareketleri Risk Haritası	314
Şekil 4.56: Alüvyal Saha Kütle Hareketleri Risk Değerleri Alansal Dağılış Özellikleri.....	315
Şekil 4.57: Alüvyal Saha Kütle Hareketleri Risk Değerleri Yüzde Oranları.....	315

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Vf İndeks Değerleri	67
Tablo 2.2: Çalışma Alanındaki Ana Akarsu Havzalarının AF İndeksi Değerleri ve Kullanılan Parametreler	69
Tablo 2.3: Sinanköy ve Çevresindeki Tabakalardan Ölçüm Yapılan Noktaların UTM Koordinatları ve Ölçüm Değerleri	92
Tablo 2.4: Hasanağa ve Çevresindeki Tabakalardan Ölçüm Yapılan Noktaların Ölçüm Değerleri.....	109
Tablo 2.5: Mevzu Bahis Tabakalardan Ölçüm Yapılan Noktaların UTM Koordinatları ve Ölçüm Değerleri	116
Tablo 3.1: 1960-2017, 1960-1989 ve 1988-2017 Dönemleri Aylık Ortalama Sıcaklıklar ve Toplam Yağışlar.....	160
Tablo 3.2: 1960-1989 Dönemi Thornthwaite İklim Sınıflaması'na Ait Seçilmiş Su Bilançosu Parametreleri (PET= Potansiyel Evapotranspirasyon, BSAD= Birikmiş Suyun Aylık Değişimi, BS= Birikmiş Su, SN= Su Noksanı, SF= Su Fazlası).....	162
Tablo 3.3: 1988-2017 Dönemi Thornthwaite İklim Sınıflaması'na Ait Seçilmiş Su Bilançosu Parametreleri (PET= Potansiyel Evapotranspirasyon, BSAD= Birikmiş Suyun Aylık Değişimi, BS =Birikmiş Su, SN = Su Noksanı, SF= Su Fazlası).....	162
Tablo 3.4: UNEP Kuraklık İndeksi Sınıflaması (UNEP, 1992).....	174
Tablo 3.5: 1960-1989 ve 1988-2017 Dönemleri İçin Aylık UNEP Kuraklık İndeksi Değerleri.....	174
Tablo 3.6: Çalışma Alanı Dahilindeki Başlıca Akarsuların Ana Kanallarının Uzunluk Değerleri.....	180
Tablo 3.7: Havzaların Morfometrik Özellikleri Hesaplanırken Kullanılan Matematiksel İfadeler ve Açıklamalar	188
Tablo 3.8: Havzaların Morfometrik Özellikleri	190
Tablo 3.9: Çalışma Alanındaki Kaynakların Özellikleri (DSİ, 2016).	216

Tablo 3.10: Akiferlerin Başlıca Özellikleri (DSİ, 2016).....	223
Tablo 3.11: Çalışma Sahasının 1990, 2000, 2012 ve 2018 Yıllarına Ait Arazi Kullanımı Sınıfları ve Alansal Değerleri.....	243
Tablo 4.1: Çok Kriterli Karar Verme Yönteminde Kullanılan Parametrelerin Alt Sınıflarının Ağırlık Değerleri (Turoğlu ve Özdemir, 2005'ten Uyarlanarak).....	262
Tablo 4.2: Çok Kriterli Karar Verme Yönteminde Kullanılan Parametrelerin Ağırlık Değerleri (Turoğlu ve Özdemir, 2005'ten Uyarlanarak).....	263



FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa No

Foto 1.1: Hacıdanışment Yakınlarında Muhittinbaba Gnaysları.....	11
Foto 1.2: Muhittinbaba Gnayslarının Kıvrım Deformasyonları.....	11
Foto 1.3: Küçüköğünlü Güneybatısında Mostra Veren Çalidere Granatlı Şist Üyesi Birimleri	13
Foto 1.4: Lalapaşa Yakınlarında Şeytandere Metagraniti	17
Foto 1.5: Lalapaşa Yakınlarında Kayalık Tepeler Görünümündeki Şeytandere Metagraniti Birimleri	18
Foto 1.6: Sinanköy Yakınlarında Kırklareli Kireçtaşı Formasyonu Birimleri; Üstte Kireçtaşı Tabakası, Altta Killi Kireçtaşı Tabakası.....	26
Foto 1.7: Sinanköy Yakınlarında Kırklareli Kireçtaşı Formasyonu Dahilindeki Kumlu ve Çakıllı Kireçtaşı	27
Foto 1.8: Sinanköy Yakınlarında Kırklareli Kireçtaşı Formasyonu Dahilindeki Killi, Kumlu ve Çakıllı Kireçtaşı.	27
Foto 1.9: Edirne Kuzeyinde Çakıl Formasyonu Birimleri	30
Foto 1.10: Edirne Yakınlarında Çakıl Formasyonu Birimleri.....	31
Foto 1.11: Menekşesofular Yakınlarında Mostra Veren Trakaya Formasyonu Birimleri	33
Foto 1.12: Menekşesofular Yakınlarında Çapraz Tabakalı Trakya Formasyonu Birimleri	34
Foto 1.13: Menekşofular Yakınlarında Trakya Formasyonu Birimleri	34
Foto 2.1: Sinanköy Çevresindeki Kuesta Rölyefi (Bakış: Kuzeydoğu).....	92
Foto 2.2: Sinanköy Kuestası (Bakış: Kuzeydoğu)	93
Foto 2.3: Sinanköy Deresi'nin Konsekant Gedik Açtığı Kısım, Arka Kısımda Sinanköy'ün Üzerine Kurulduğu Kuesta (Bakış Batı).....	96

Foto 2.4: A ve B: Kırklareli Kireçtaşı Formasyonu Birimleri'nin 30° Civarı Eğimli Bazı Kısımları	97
Foto 2.5: Kuesta Cephesi'nin En Dik Kısmı. Üstte Nispeten Dirençli Saf Kiraçtaşları, Altta Nispeten Dirençsiz Killi-Kumlu Kireçtaşları.	98
Foto 2.6: Sinanköy Kuestası'nın Doğu Kısmının Görüntüsü (Bakış; Batı).	99
Foto 2.7: Sinanköy Kuestası'nın Batı Kısmının Görüntüsü (Bakış; Batı).	100
Foto 2.8: Sinanköy Yakınlarında İslambeyli Formasyonu'nun Alterasyonu Sonucu Oluşan Kil Oranı Yüksek Birimler	101
Foto 2.9: Sert Tabakaların Kalınlıklarının İyice Azalması Dolayısıyla Kuesta Rölyefi Karakterinin Kaybolduğu Doğu Sınırı (Bakış: Doğu)	101
Foto 2.10: Kuesta Sırtı'ndan Kuesta Cephesi'ne Doğru Bakış (Bakış: Kuzeybatı).	102
Foto 2.11: Güneybatıya Doğru Eğimli Kuesta Sırtı'nı Meydana Getiren Tabaka Sırtının Görünümü (Bakış: Doğu).	102
Foto 2.12: Asimetik Karakterli Subsekant Depresyon (Bakış: Doğu).	104
Foto 2.13: Trakya Formasyonu Üzerinde Açılmış Subsekant Depresyon (Bakış: Doğu).	105
Foto 2.14: Kuesta Cephesinin Yarılmasıyla Oluşmuş Bir Obsekant Depresyon (Bakış: Güney)	106
Foto 2.15: Geriye Aşındırma ile Kuesta Sırtına Doğru İlerlemiş Obsekant Depresyon (Bakış: Kuzeybatı)	106
Foto 2.16: Amfiteatr Şekli Tipik Obsekant Depresyon Başı	106
Foto 2.17: Hasanağa Kuestası (Bakış: Kuzeybatı)	108
Foto 2.18: Hasanağa Kuestası'nın Kuzeybatı Kısmında Yer Alan, Güneydoğuya Doğru Çarpılmış Kırklareli Kireçtaşı Tabakaları (Bakış: Kuzeybatı)	109
Foto 2.19: Hasanağa Kuestası'nda Çakıl Formasyonu Üzerinde Oluşmaya Yeni Başlamış Obsekant Depresyon (Bakış: Kuzeybatı).	112
Foto 2.20: Hasanağa Kuestası'nda Kırklareli Kireçtaşı Birimleri Üzerinde Obsekant Depresyon (Bakış: Güneydoğu).	114

Foto 2.21: Hasanağa Kuesta Sirtında Güneydoğuya Doğru Akan Kınalı Dere'nin Resekant Depresyonu (Bakış: Kuzeydoğu).	114
Foto 2.22: Güneybatıya Eğimli Trakya Formasyonu Üzerinde Morfolojik Görünüm (Bakış: Batı).	116
Foto 2.23: Korucuköy Deresi'nin Konsekant Depresyonu	117
Foto 2.24: Konsekant Depresyondaki Eğim Kırıklığı.	117
Foto 2.25: Eğim Kırıklığı Oluşturan Litoloji, Akarsu Kanalının Diğer Kısımlarındaki Gibi Çekicinin Saplanacağı Derecede Dirençsiz Trakya Formasyonu Birimlerinden Oluşmaktadır.	119
Foto 2.26: Demirköy – Doğanköy Arasındaki Bindirme Zonu (Bakış: Güneybatı)	135
Foto 2.27: Küçüköğünlü ve Çevresinde Şeytandere Metagranitleri ile Çalidere Grabatlı Şist Üyelerinin Dokanak Noktası (Bakış: Kuzey).	135
Foto 2.28: Korucuköy Deresi ve İçine Gömülmüş Bulunduğu Alüvyal Tabanı.....	140
Foto 2.29: Sinanköy Deresi ve Alüvyal Tabanlı Vadisi.....	140
Foto 2.30: Tunca Nehri ve Alüvyal Tabanlı Vadisi	141
Foto 2.31: Sinanköy Yakınlarında Sinanköy Deresi'nin Asimetrik Vadisi (Bakış: Kuzeybatı).	142
Foto 2.32: Hasanağa Yakınlarında Sinanköy Deresi'nin Asimetrik Vadisi (Bakış: Kuzeydoğu).	142
Foto 2.33: Sinanköy Deresi Vadi Tabanı Boyunca Uzanan Alüvyal Taraçalar.....	145
Foto 2.34: Taraçaların Alüvyal Birimleri.....	146
Foto 2.35: Korucuköy Deresi Vadi Tabanı Boyunca Uzanan Alüvyal Taraçalar...	147
Foto 2.36: Taraçaların Alüvyal Birimleri.....	147
Foto 2.37: Aynı Zamanda Sinanköy Kuestası'nın Sirtına Tekabül Eden 160-190 Metre Aralığındaki Plato Seviyesi.....	150

Foto 2.38: Tunca Nehri Taşkın Ovası ve Arka Planda Alüvyal Taraçalar (Bakış: Doğu)	154
Foto 4.1: Korucuköy Deresi'nin Konsekant Depresyonu'nda Tarım Alanları (Bakış: Batı).....	253
Foto 4.2: Sinanköy Kuestası Üzerinden Subsekant Depresyonda Yoğun Tarım Faaliyetleri (Bakış Kuzey).	253
Foto 4.3: Korucuköy Yakınlarında Trakya Formasyonu Üzerinde Oluşmaya Başlamış Gully Erozyonu	274
Foto 4.4: Hasanağa Yakınlarında Trakya Formasyonu Üzerinde Oluşmaya Başlamış Rill Erozyonu.....	275

KISALTMALAR LİSTESİ

°C: Santigrat Derece

AGİ: Akım Gözlem İstasyonu

ALOS: Advanced Land Observation Satellite

CIA: Chemical Index of Alteration

cm: santimetre

ÇŞİM: Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü

DSİ: Devlet Su İşleri

EİEİ: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü

EPA: United States Environmental Protection Agency

h: Yükseklik

HI: Hypsometric Integral

km: Kilometre

m: Metre

MGM: Meteoroloji Genel Müdürlüğü

MTA: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration

PET: Potansiyel Evapotranspirasyon

PIA: Plagioclase Index of Alteration

SI: Surface Index

SR: Surface Roughness

SYM: Sayısal Yükselti Modeli

UNEP: United Nations Environment Programme

UTM: Universal Transverse Mercator Coordinate System

GİRİŞ

Yeryüzündeki herhangi bir alanın yapısal özellikleri; jeomorfolojik perspektifte kayaçların fiziksel, kimyasal, strüktürel, tekstürel vb. özellikleri ile bu kayalardan oluşan yeryüzü bloklarının tektonik hareketler sonucu farklı gerilim hareketlerine maruz kalarak yer değiştirme, dönme, hacim değişikliğine uğrama, şekil-biçim değişikliğine uğrama gibi farklı deformasyonlara uğraması sonucu kazandığı özellikleri temsil etmektedir. Bu özellikler, o bölgedeki yerçekillerinin oluşum ve gelişimi üzerinde kontrol edici bir rol üstlenmektedir. Bu özelliklerin bir saha için araştırılması ve anlaşılmasının gerekliliği, uygulamalı jeomorfoloji kapsamında ele alınan sorunların en verimli ve etkili şekilde çözüme ulaştırılabilmesi için hayati bir önem taşımaktadır. Bu kapsamda öncelikle alanın yapısal özellikleri analiz edilip belirlenmeli, yapısal özelliklere ek olarak uygulamalı jeomorfoloji sorunlarının çözümü için gerekli olan diğer fiziki coğrafya etmenleri incelenmeli ve uygulamalı jeomorfoloji sorunlarına çözümler üretilmelidir. Bu çalışmada da genel olarak bu yaklaşım temel alınmıştır. Çalışmanın birinci bölümüne geçmeden önce, devam eden dizelerde bu çalışmanın amacı ve kapsamı, kullanılan materyal ve metodlar ile çalışma alanının lokasyon bilgilerine değinilecektir.

AMAÇ VE KAPSAM

Çalışma alanı, Trakya'nın Türkiye sınırları içerisinde kalan kısmının kuzeybatı ucunda yer almaktadır ve yapısal perspektifte değerlendirildiğinde, oldukça ilgi çekici özelliklere sahiptir. Çalışma sahasının kabaca kuzey ve kuzeydoğusunu kapsayan bölüm, Istranca Masifi'nin Türkiye içerisindeki batı uzantısının bir bölümünü teşkil etmektedir. Litolojik olarak metamorfik ve magmatik birimlerin bulunduğu alan, tektonik hareketlerden de oldukça etkilenmiştir. Çalışma sahasının geri kalan kısımları ise sübsidans karakterli Trakya Tersiyer Havzası'nın sınırları içerisine girmektedir. Burada litolojik ve tektonik yapı, Istranca Masifi'nden oldukça farklıdır. Litolojik olarak karasal, sığ denizel ve gölssel sedimanter birimlerle karakterize olan bu havza dahilinde, kabaca Lalapaşa ve Edirne arasında kalan bir alanda monoklinal yapı yaygın olarak gözlenmektedir. Çalışma sahasının güneybatı kısmında, Tunca Nehri'nin Türkiye sınırlarına giriş yaptığı noktadan Edirne

kuzeyine kadar olan bir kısımda ise alüvyal karakterde bir alan bulunmaktadır. Geçmişten günümüze jeomorfolojik perspektifte ayrıntılı olarak incelenmeyen bu bölgede yerçekimleri, büyük ölçüde yukarıda açıklanan litolojik ve tektonik yapıya bağlı gelişmiştir. Drenaj sistemi büyük ölçüde yapının özelliklerine uymuş, sahanın yapısal jeomorfoloji özellikleri aynı zamanda yamaç süreçlerinin gelişimini kontrol etmiş, etmeye devam etmektedir. Bu kapsamda; bu bölgenin yapısal jeomorfolojisinin ayrıntılı incelenmesi, özellikle literatürümüzdeki “Yapısal Jeomorfoloji” çalışmalarının eksikliği göz önüne alındığında önemli bir gereklilik olarak değerlendirilmiştir. Bu yapısal özelliklerin, bölgenin uygulamalı jeomorfoloji özellikleri üzerindeki etkisinin araştırılması, bu çalışmanın ana amacını oluşturmaktadır. Böylece uygulamalı jeomorfoloji perspektifinde; alanın mevcut doğal kaynakları, bu kaynakların taşıma kapasiteleri, jeomorfolojik özelliklerin insan yaşamına en uygun ve verimli biçimde nasıl kullanılacağı, mevcut uygulamalı jeomorfoloji sorunları gibi ana konuların tartışılması ve mevcut yapısal faktörlerin bu özelliklere etkisinin ortaya konması, ilişkilerin kurulması, analiz sonuçlarına göre önerilerin sunulması hedeflenmiştir. Bu kapsamda; bölgenin yapısal jeomorfoloji özelliklerinin ayrıntılı olarak ortaya konulması, mevcut su kaynaklarının bu özelliklerle ilişkisinin araştırılarak etkili ve verimli şekilde kullanılabilmesi için önerilerin öne sürülmesi, yapısal özelliklerin meydana gelen doğal afetlerle ilişkilerinin ve kontrol edici etkilerinin araştırılması, böylece doğal afetlerin yol açtığı problemlerin belirlenip; doğru ve etkili önlemlerin alınması, olası zararların azaltılması, mevcut doğal kaynakların en etkili şekilde kullanılabilmesi için önerilerin sunulması gibi hedefler bu çalışmanın genel kapsamını oluşturmaktadır.

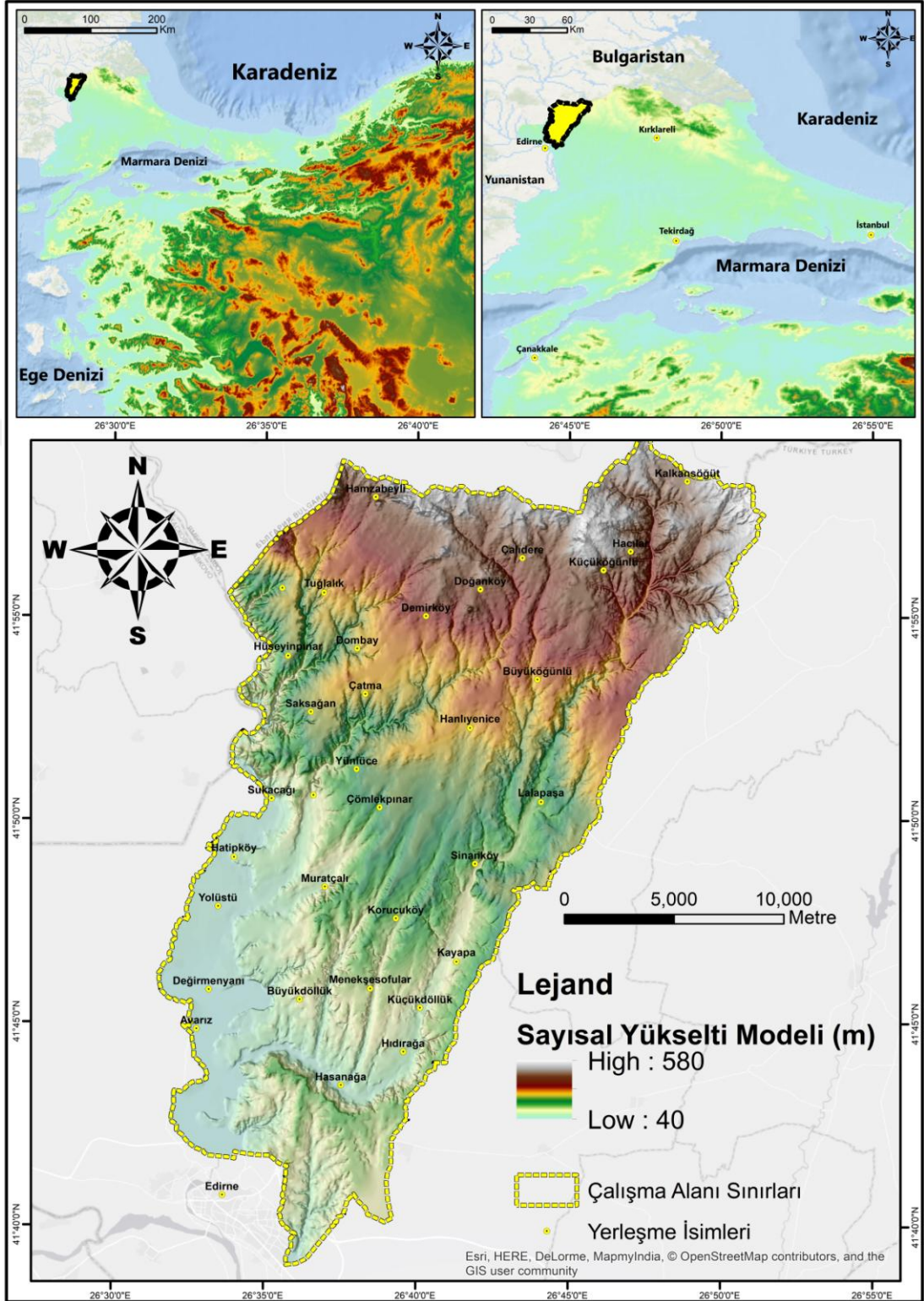
MATERYAL, METOD ve LOKASYON ÖZELLİKLERİ

Çalışma alanı, kabaca Doğu 26°32’ – 26°52’ ve Kuzey 41°39’ – 41°60’ koordinatları arasında yer almaktadır. Çalışma alanı sınırlarının belirlenmesinde, üç büyük akarsu havzası (Sinanköy Dere Havzası, Çömlek Dere Havzası, Kayalı Dere Havzası) ve daha küçük üç akarsu havzası (Kınalı Dere, Keçipınar Dere, Ayvalı Dere) esas alınmıştır. Yaklaşık 512 km² alan kaplamaktadır. Kabaca Edirne-Hamzabeyli-Kalkansöğüt üçgeni arasında yer alan saha, coğrafi anlamda Trakya’nın kuzeybatı ucunda yer alırken, jeolojik anlamda Istranca Masifi’nin batı bölümünün bir kısmını

ve Trakya Sedimanter Havzası'nın kuzeybatısının bir kısmını kapsamaktadır. Çalışma alanı sınırları, Edirne şehir merkezinin hemen kuzeydoğusundan başlayıp, kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda yaklaşık 41 km boyunca Bulgaristan sınırına kadar uzanmaktadır. En yüksek noktası 540 metre, en alçak noktası ise 40 metredir. Yükselti ve rölyef özellikleri, güneybatıdan kuzeydoğuya, Istrancalar'a doğru gittikçe artmaktadır (Şekil 1.1).

Çalışmanın ana veri kaynaklarını çeşitli ölçeklerdeki (1/25.000 ve 1:100.000) topoğrafya ve jeoloji haritaları oluşturmaktadır. Bu veri kaynakları Arcgis 10.2 programı kullanarak Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında sayısallaştırılmış, böylece sayısal veri tabanı oluşturulmuştur. Buna ek olarak, Uzaktan Algılama teknolojilerinin olanaklarından da yararlanılmıştır. Bu kapsamda 10 metre yersel çözünürlüklü Sentinel 2 uydu görüntüleri Arcgis 10.2 programı ile birlikte kullanılmıştır. Bu veri kaynaklarının sayısallaştırılması ve analizlere tabi tutulması ile amaca yönelik altlık haritalar hazırlanmıştır. Sahanın iklim özelliklerinin belirlenmesinde Edirne Meteoroloji İstasyonu verileri, yeraltısuyu ve kaynakların belirlenmesinde Devlet Su İşleri'nden temin edilen Hidrojeoloji Raporu, akarsuların debi özelliklerinin belirlenmesinde çeşitli AGİ'lerden elde edilen akım yıllıkları kullanılmıştır. İklim elemanlarının, akım değerlerinin ve yeraltısuyu seviyesinin değişim trendi hakkında bilgi sahibi olmak ve böylece yağış-akış ilişkisini yorumlayabilmek amacıyla regresyon analizleri yapılmıştır. Arazi örtüsü ve kullanımı özelliklerinin belirlenmesinde; CORINE veritabanına ait 1990, 2000 ve 2012 yıllarına ait veriler kullanılmış, arazi örtüsü ve kullanımının güncel özellikleri ise Sentinel 2 uydu görüntüsünün Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında analizi ile elde edilmiştir. Sahanın jeomorfoloik özelliklerinin karakteristiklerinin belirlenmesinde temel olarak morfometrik analiz sonuçlarından yararlanılmıştır.

Çalışmanın hazırlanması esnasında önemli bir aşamayı arazi çalışmaları meydana getirmektedir. Saha çalışmaları kapsamında monoklinal yapılı alandaki tabakaların doğrultu, eğim açısı ve eğim yönü özellikleri Brunton Tipi Jeolog Pusulası kullanılarak ölçülmüştür. Tabakaların kalınlık değerlerinin ölçümünde ise uygun özellikteki şerit metre kullanılmıştır. Aynı zamanda saha çalışmaları boyunca lokasyon bilgileri için Garmin Etrex 10 El Tipi GPS kullanılmıştır.



Şekil 1.1: Çalışma Alanının Lokasyon Özellikleri

Jeomorfoloji birimlerini fotoğraflamak için ise Canon Eos 100D Dijital Fotoğraf Makinesi kullanılmıştır. Tüm bu analizler, arazi gözlemleri ile ilişkilendirilmiş ve böylece sahanın yapısal jeomorfoloji birimleri belirlenmiş, fotoğraflandırılmış ve haritalanmıştır. Yine yapısal jeomorfoloji birimlerinin genel karakterlerinin betimlenebilmesi amacıyla CorelDraw X7 programı kullanılarak şematik çizimler yapılmıştır. Tabakaların mevcut doğrultularının ve sahadaki drenaj ağının yapısal faktörlerle ilişkisini belirleyebilmek ve görselleştirebilmek amacıyla gül diyagramları hazırlanmıştır. Gül diyagramlarının hazırlanmasında, RockWorks 16 ve GeoRose programları kullanılmıştır. Uygulamalı Jeomorfoloji kapsamında yapılan hidrografik kökenli doğal afet risk değerlendirmesi için çok kriterli karar verme yöntemi kullanılmıştır. Çalışma boyunca kullanılan bu materyal ve metod çeşitleri, çalışmanın amacına uygun bir şekilde, tutarlı sonuçlara ulaştıracak bir düzende titizlikle seçilmiş ve çalışmanın mimarisi buna göre oluşturulmuştur. Böylece detaylı bir şekilde incelenen yapısal özelliklerin uygulamalı jeomorfoloji üzerindeki etkileri, efektif bir şekilde ortaya konmaya çalışılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

YAPISAL ÖZELLİKLER

“Edirne-Hamzabeyli-Kalkansöğüt Arasının Yapısal Özelliklerinin Uygulamalı Jeomorfoloji Üzerine Etkileri” başlıklı bu çalışmanın hedeflerine ulaşabilmesi doğrultusunda, öncelikle mevcut sahanın yapısal özellikleri incelenmiştir. Yapı, jeomorfolojik perspektifte litolojik yapı ve tektonik yapıdan meydana gelmektedir. Bu kapsamda, çalışmanın ilk bileşenini oluşturan bu bölümde çalışma sahası; stratigrafik ve litolojik özellikler, sedimantolojik özellikler ve tektonik özellikler olmak üzere üç ayrı başlıkla incelenmiştir.

1.1 Stratigrafi ve Litolojik Yapı

Çalışma alanı genel olarak, yapısal anlamda farklı özellikler sunan ve gömülü Kırklareli Fayı ile sınırlanmış iki farklı jeolojik birimden oluşmaktadır: Istranca Masifi ve Trakya Tersiyer Havzası. Istranca Masifi'nin Türkiye sınırları içerisindeki batı uzantısının en uç kısmını kapsayan ve güneye doğru Lalapaşa'ya kadar uzanan

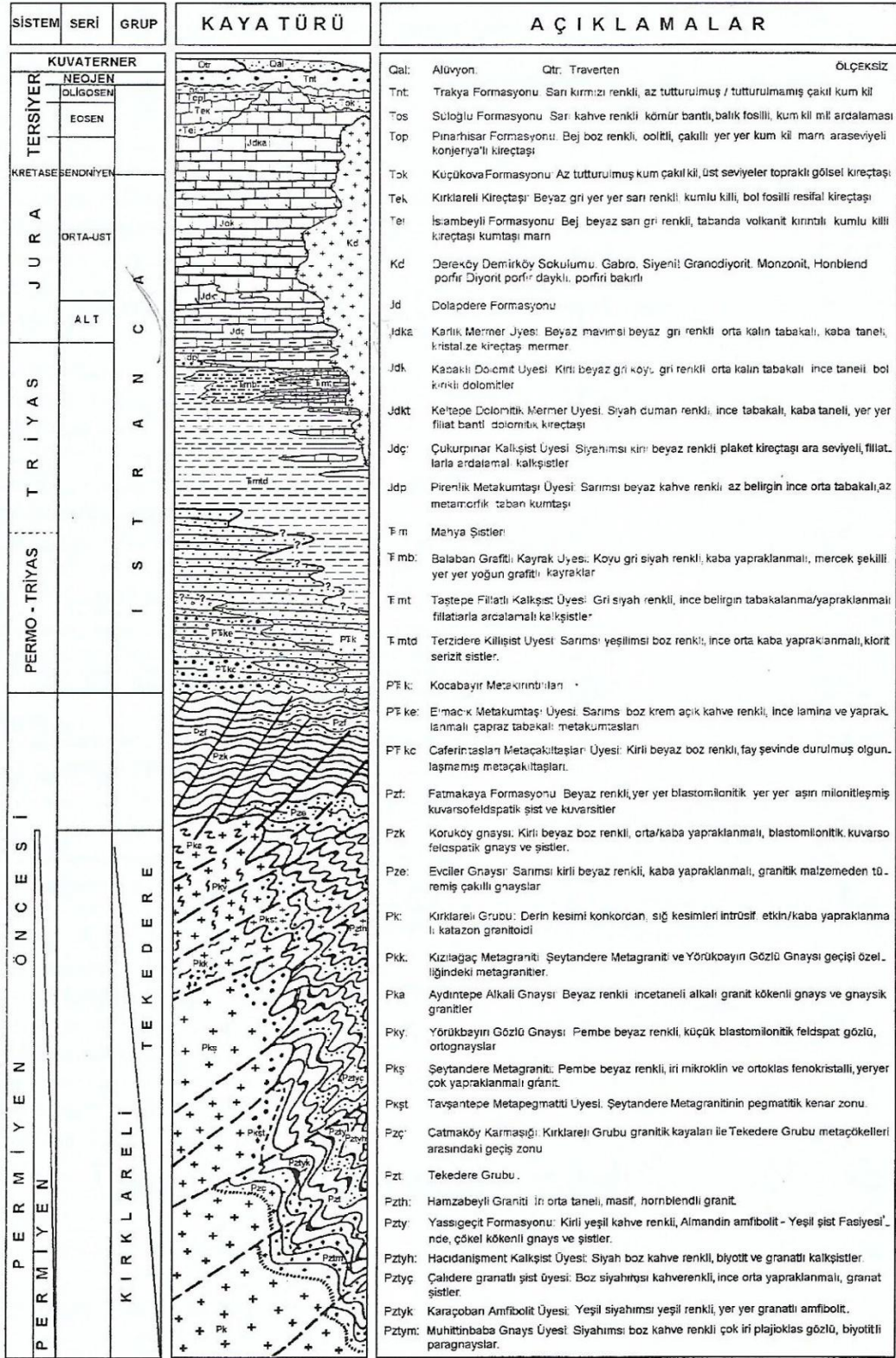
Istranca Masifi Paleozoik yaşı Tekedere Grubu ve Kırklareli Grubu ile Mesozoik yaşı Istranca Grubu kayalarından müteşekkildir. Güneye doğru Lalapaşa Civarı'ndaki Eosen birimleri ile birlikte Trakya Tersiyer Havzası'na geçilmektedir. Bu havza ise Senozoik yaşı sedimanter birimler ile karakterize olmaktadır. Bu bölümde, çalışma sahasının sınırları içerisindeki litolojik ve stratigrafik birimler hakkında derlenen bilgiler detaylıca anlatılacaktır.

1.1.1 Paleozoik Formasyonları

Paleozoik formasyonları; Hamzabeyli Graniti ve Yassıgeçit Formasyonu'ndan oluşan Tekedere Grubu ile Şeytandere Metagraniti'nden oluşan Kırklareli Grubu'nu kapsar. Bu birimler, içerdikleri farklı özellikler nedeniyle araştırmacılar tarafından çeşitli alt formasyonlara ve gruplara ayrılarak incelenmiştir.

1.1.1.1 Tekedere Grubu

Istranca Masifi'nin en temel ve en yaşı grubunu oluşturan Tekedere Grubu, çeşitli mineral parajenezlerindeki biyotitli şist, granatlı şist ve bunlarla geçişli kalkışist mercekleriyle kuvarsofeldspatik şistler, amfibolit, amfibollü şist, biyotitli gnays ve migmatitler ile bu kayaçları kesen alkali granitik kayaçlar ve aplit, pegmatitlerden oluşur. Bu grubun tipik örnekleri Tekedere Vadisi ile Tunca Nehri vadisinde gözlenmektedir. Tekedere Grubu kayaları, özelliklerine göre bazı formasyonlara ve üyelere ayrılmıştır. Bunlar; Hamzabeyli Graniti ile yeşilşist ve almandin-amfibolit fasiyeslerinde metamorfizmaya uğramış biyotit şist ve gnaysların egemen olduğu Yassıgeçit Formasyonu'dur. Yassıgeçit Formasyonu ise; Muhittinbaba Gnays Üyesi, Karaçoban Amfibolit Üyesi, Çalidere Granatlı Şist Üyesi ve Hacıdanışment Kalkışist Üyesi olarak dört farklı üyeye ayrılır (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).



Şekil 1.2: Çalışma Alanının Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

Şans (2018), Lalapaşa çevresinden topladığı ve “Tekedere Grubu kapsamındaki gnayslar” olarak tanımladığı kayaların; % 30-55 oranında kuvars, % 15-45 oranında potasyum feldspat, % 0-10 oranında muskovit, % 5-25 oranında plajiyoklas feldspat, % 5-15 oranında biyotit ve kloritleşmiş biyotit, % <5 oranında epidot, % <1 oranında ise sfen minerallerinden oluştukları sonucuna varmıştır. Tekedere Grubu üyesi Karaçoban Amfibolitleri’nden aldığı örnekleri ise serpantin olarak değerlendirmiş ve örneklerde % 65-75 oranında serpantin mineralleri, % 20-30 profillit ve % <5 oranında opak mineraller gözlemlemiştir. Yine bu grubun Çatmaköy Karmaşığı olarak tanımlanan üyesinden aldığı ve gnays, metagranit ve kuvars-feldspat şist olarak tanımladığı örneklerin mineralojik bileşimlerini; % 25-45 oranında kuvars, % 25-40 oranında potasyum feldspat, % 5-25 oranında plajiyoklas feldspat, % 5-15 oranında biyotit ve kloritleşmiş biyotit, % <5-10 oranında muskovit, % <5 oranında piroksen ve çok az miktarda epidot ve opak mineraller olarak tanımlanmıştır.

Buna ek olarak Şans (2018), yaptığı jeokimya çalışmaları içerisinde, Lalapaşa civarından Tekedere Grubu’na ait kayaların kimyasal ayrışma oranları hakkında bilgi sahibi olmak için, Kimyasal Alterasyon İndeksi (CIA) ve Plajiyoklas Alterasyon İndeksi (PIA) metodlarını kullanmıştır. Buna göre, Tekedere Grubu kayalarının CIA değerlerini 49-55 aralığında, PIA değerlerini ise 49-63 aralığında bulmuştur. Bu değerler, düşük kimyasal ayrışma değerlerini temsil etmektedir.

Çalışma Alanında Tekedere Grubu, Kocabayır Metakırıntılıları ile Dolapdere Formasyonu tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir. Hamzabeyli Graniti ise, Yassıgeçit Formasyonu içerisine sokulmuş bir karakter sunar. Bu bakımdan Hamzabeyli Graniti, Yassıgeçit Formasyonu’ndan genç olmalıdır (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

1.1.1.1.1 Yassıgeçit Formasyonu

Bu formasyon, genel olarak granatlı, metaaplit ve metaalkali granitli, amfibolit, biyotit şist, gnays ve granatlı şistler ile karakterize olmaktadır. Muhittinbaba Gnays Üyesi, Çalidere Granatlı Şist Üyesi, Karaçoban Amfibolit Üyesi ve Hacıdanışment Kalkışist Üyesi’ni kapsar. Yassıgeçit Formasyonu, sahip olduğu mineral içeriğine bağlı olarak kirli beyaz, boz, yeşilimsi kahve, koyu kahve, siyah gibi renklerle

karakterizedir. Biotit ve amfibol gibi minerallerin formasyon içerisinde oranları arttığı yerlerde renk de koyulaşır. Doku ve tane boyutu ile ilişkili olarak ince ve orta yapraklanma gelişmiştir. Levhamsı minerallerin çoğunlukta olduğu lepidoblastik dokulu kısımlarda kayaçlar yer yer şist görünümü kazanmış, mikroskop altında incelenen örnekleri sonucu; iri taneli biyotit porfiroblastlar, bazı göz ve çatlakları sonradan doldurmuş kuvars ve ince taneli matriks içinde serizit ve muskovit mineralleri ile temsil edildikleri öne sürülmüştür (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

1.1.1.1.1 Muhittinbaba Gnays Üyesi

İri, çok iri, biyotitli ve büyük plajiyoklas gözlü gnaysları temsil eder. Istrancaların batı bölümünün en yüksek tepesini meydana getiren Muhittinbaba Tepesi'nde en tipik örnekleri gözlenmektedir, ismi de buradan gelir. Bu gnayslar, Muhittinbaba Tepesi çevresinde biyotit şistler üzerine bindirmiştir. Bu lokasyonda, gnaysların üzerine piroksenli amfibollü şistlerle başlayan Tekedere Grubu'nun diğer üyeleri gelir. Üyenin aşınma rengi gri, taze yüzeyi gri-yeşilimsidir ve genellikle biyotitli, sert, masif, orta kalın yapraklanmalı, iri ve çok iri plajiyoklas gözlüdür. Gözler 3-4 mm'den 1 cm'ye varan büyüklüktedir. Yer yer ince-kalın aplit ve pegmatit damarları ve kuvars daykları ile kesilmiştir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

Muhittinbaba Gnaysları çalışma alanında; Şeytandere Metagraniti, Karaçoban Amfibolitleri, Kapaklı Dolomit Üyesi ve Çalidere Granatlı Şistleri ile dokanak halindedir.

Muhittinbaba Gnaysları, yaygın görüldükleri Muhittinbaba Tepesi çevresinde, alt düzeyinde bantlı gnayslar ile başlar, koyu renkli kısımlar biyotitlerden, açık renkli kısımlar ise kuvars ve feldspatlardan müteşekkildir. Birim içinde yer alan serizit mineralleri, kayaca parlak bir görünüm kazandırmıştır (Çılgın, 2010).

Çılgın (2010), Muhittinbaba Tepesi çevresindeki birimi incelemiş ve yukarı doğru Karaçoban Amfibolitleri ile ardalanmalı bir yapı sunduklarını belirtmiştir. Aynı zamanda bu istifin içerisinde, meta-ultramafik kayaç bloklarının bulunduğunu gözlemlemiştir. Taze yüzey renklerinin koyu yeşil-yeşil olduğunu, kenar kısımlarının

tektonik etkilerle yoğun deformasyona uğradığını, merkezine doğru daha masif bir yapı sergilediğini belirtmiştir.

Çılgın (2010), aynı zamanda bu birimleri petrografik olarak incelemiş ve gnaysların yapısal olarak alt seviyelerinde kuvars, biyotit, muskovit, potasyum feldspat, granat, zirkon ve apatit mineral parajenezi tespit etmiştir. Üst seviyelerde ise, ikincil klorit minerallerinin geliştiği ve belirgin bir yönlü dokunun bulunduğu bahsetmektedir.

Kuvars kristalleri öz şekilsizdir ve granoblastik doku görülmektedir, deformasyonun etkisiyle porfiroblastların iki tarafında da basınç gölgelerinde rekristalize uzamış kuvars kristalleri mevcuttur. Gnaysların üst seviyelerinde mikalarca zengin zonlar ile kesikli bantlar meydana getirmişlerdir. Biyotitler, yarı öz şekilli levhalar halindeyken, tek yönde gelişmiş muhteşem klivajlara sahiptirler. Muskovit mineralleri ile karışık olarak bulunmaktadır. Muskovitler, foliasyona uyumlu bir şekilde biyotitlerle birlikte dizilmişlerdir. Biyotitlere göre daha az miktardadırlar. Potasyum feldspat kristalleri ise yoğun ayrışmaya uğramışlardır ve ayrışma ürünü olarak yoğun serizitleşmeler tespit edilmiştir. Granatlar ise özşekilsizdir ve gelişigüzel dağılmıştır, yönlenme söz konusu değildir. Klorit mineralleri de özşekilsizdirler ve gnaysların yapısal üst seviyelerinde gözlenirler. Genel olarak biyotitlerin kenarlarında gelişmiş ikincil mineraller olarak karakterize olurlar. Apatitler feldspat ve kuvars kristalleri içinde iğnemsisi olarak bulunurlarken, Zirkonlar ise feldspatlarda kapantılar olarak özşekilli bir özellik gösterirler (Çılgın, 2010).

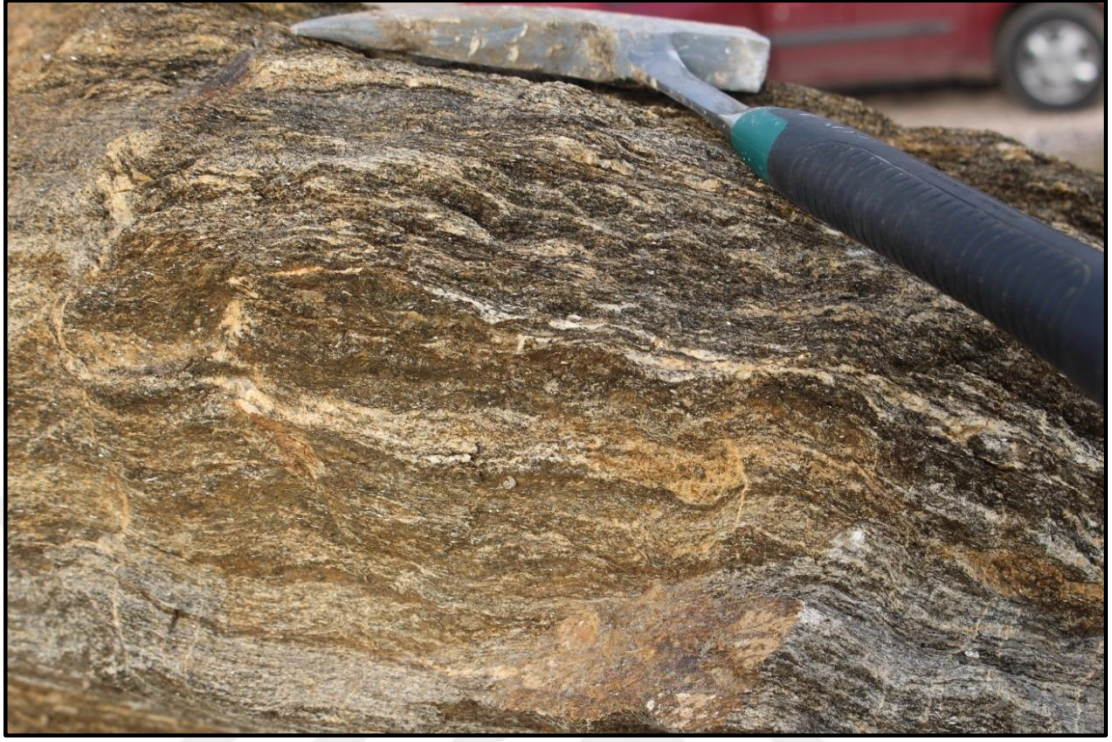


Foto 1.1: Hacıdağıment Yakınlarında Muhittinbaba Gnaysları



Foto 1.2: Muhittinbaba Gnayslarının Kıvrım Deformasyonları

1.1.1.1.2 Karaçoban Amfibolit Üyesi

Karaçoban Amfibolit Üyesi, siyah ve yeşil-koyu yeşil renkli amfibolitleri tanımlar. Çalışma alanında Hanlıyenice Köyü'nün kuzeyinde çok küçük bir alanda tipik örnekleri yüzeylenmektedir.

Bu birim, çoğunlukla aşınmıştır ve fazla mostra vermemektedir. Yassıgeçit Formasyonu içinde bazı kısımlarda granat da içeren irili ufaklı budinler ve 10-15 cm kalınlığında seviyeler şeklinde bulunur. Mikroskop ile incelendiğinde, genel olarak amfibol, biyotit ve oligoklastan oluşmuştur ve kuvars kristalleri oldukça incedir. Sfen, apatit ve zirkon ise oluşmuş ikincil mineralleri temsil eder. Bu birimin masif karakterdeki örnekleri, makaslama zonları boyunca yeşil-koyu yeşil bir renk gösterirler. Granoblastik ve nematoblastik dokuya sahip olan bu masif amfibolitlerin bazı kesimleri bazik volkanik kökenlidir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

Birim içindeki amfiboller, sarı-uçuk yeşilden mavimsi yeşile doğru değişen bir pleokroizma göstermektedir. Bu özellikleri ile aktinolit serisinin barroisit türünü temsil ederler. Tek yönde gelişmiş klivajları belirgindir, uzun eksenleri boyunca birbirine paralel dizilip yönlü doku kazanmışlardır. Kuvars kristalleri özşekilsiz olarak göze çarparken, rekristalize olanları amfibol mineralleri ile zengin seviyelerle ardalanmalı seviyeler şeklinde gözükürler. Granatlar özşekilsizdirler ve gelişigüzel dağılmışlardır (Çılgın, 2010).

1.1.1.1.3 Çalidere Granatlı Şist Üyesi

Çalidere Granatlı Şist Üyesi, Çağlayan ve Yurtseven (1998) tarafından Yassıgeçit Formasyonu'nun bol granatlı şistlerini kapsayan kısımlarını belirtmek için ayrılanmıştır. Çalışma sahasının kuzeyinde Çalidere Köyü ve Küçüköğünlü Köyü çevresinde geniş alanlarda yüzeylenmektedir.

Çalidere Granatlı Şist Üyesi, Çalidere ve Küçüköğünlü köylerinin güneyinde dereceli olarak Hacıdanışment Kalkışist Üyesine geçmektedir. Birimin ayrışma yüzeyi kahverengi-kızıl, taze yüzeyi ise duman-boz renklidir. Az belirgin orta-kaba yapraklanmalıdır. Alınan örnekler mikroskop altında incelendiğinde; özşekilsiz

kuvars, kısmen serizitleşmiş, kaolinleşmiş yarı özşekilli albit, biyotit ve muskovitten oluştuğu gözlenmektedir. Mikalar kayacın yaklaşık yüzde seksenini oluştururken, 1 mm ile 8 mm arasında değişen boyutlarda, rastgele dağılmış granatlar ile bu granatların ayrışma sonucu düşerek meydana getirdikleri boşluklar; şistlere çukurlu, bombeli bir görünüm kazandırmıştır. Bu kayalar porfiroblastik doku sergilerken, yapraklanmaya paralel dizilmiş granat porfiroblastlarında kataklastik etkiler tespit edilmiştir. Şistlerin içindeki granatların boyu, tektonik lokasyonlardan uzaklaştıkça giderek küçülür ve belirli bir mesafeden sonra kaybolur (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).



Foto 1.3: Küçüköğünlü Güneybatısında Mostra Veren Çalidere Granatlı Şist Üyesi Birimleri

Birimin alt dokanağında Yassıgeçit Formasyonu'na ait kuvarsitler bulunurken, bunların Çalidere Granatlı Şistleri ile uyumlu olduğu sahada yapılan tabaka-foliasyon ölçümlerine bağlı öne sürülmektedir (Çılgın, 2010). Birimin üstüne ise Muhittinbaba Gnaysları, doğu-batı doğrultulu bir tektonik hat boyunca bindirmiştir. Granatlı şistler içerisinde, karbonat oranının artmasıyla Çağlayan ve Yurtseven (1998) tarafından Hacıdanışment Kalkışist Üyesi olarak tanımlanan birime ait, önce beyaz renkli kalkışist bandlarına, daha sonra ise rengi griye çalan kalkışistlere rastlanmaktadır. Bu

bantların masifleşmesi ve kalınlaşmasıyla birlikte mermer bantları da göze çarpmaktadır (Çılgın, 2010).

Çılgın (2010), granatlı şistlerden aldığı örneklerin ince kesitlerinde yaptığı incelemeler sonucu kuvars, feldspat, muskovit, biyotit, granat, stavrolit ve grafit mineralleri tespit etmiş ve bunları petrografik olarak analiz etmiştir.

Kuvars bantları, muskovit seviyeleri ile ardalanmalı şekilde bulunurlar, özşekilsizdirler ve granat porfiroblastlarını sarmışlardır. Feldspatlar, kuvars ve muskovit matriksiyle çevrelenmiş küçük taneler halinde bulunurlarken, muskovit mineralleri yapraklanmaya paralel olarak dizilmişlerdir ve tek yönde gelişmiş mükemmel klivajlara sahiptirler. Biyotit mineralleri ise, kayaçtaki porfiroblastları saran matriks içinde gözlenirler ve tek yönde mükemmel dilinim göstermektedirler. Granat krsitalleri özşekilsizdirler, oldukça yuvarlaklaşmışlardır. Bazı kısımlarda bozularak klorite dönüşmüşlerdir. Stavrolit mineralleri, grafit kapanımları içerirler ve bu kapanımlar kıvrımlı bir yapıya sahiptir (Çılgın, 2010).

1.1.1.1.4 Hacıdanışment Kalkşist Üyesi

Hacıdanışment Kalkşist Üyesi, çalışma alanının kuzeydoğu sınırında Hacıdanışment Köyü civarında yüzeylenmektedir.

Yassıgeçit Formasyonu'nun içinde karbonat miktarının arttığı kısımlarda, kalkşist ve mermer seviyeleri ile karakterize olur. Sarı, gri, siyah gibi renkler alan bu birim, ince-orta tabakalanmalıdır. Bazı kısımlarda aşırı yapraklanma ve devrik izoklinal kıvrımlanma nedeniyle kıvrım kanatlarında ezilmeler ve kıvrım tepe noktalarında deformasyonlar gelişmiştir. Buna bağlı olarak düzensiz ve saçılmış şekilde bir görüntü sunarlar. Birimin ana minerallerini kalsit, kuvars, biyotit, muskovit ve granat meydana getirir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

Kalsit mineralleri, özşekilsiz bir özellik gösterir ve taneler birbirleriyle iç içe geçmiştir. Çok iyi dilinimlere sahiptirler ve mozaik bir doku gösterirler. Muskovit ve biyotit mineralleri yapraklanma düzlemine paralel bulunurlar. Kuvarslar ise yapraklanmanın belirgin olduğu zonlarda bulunur. Bu ana minerallere ek, ikincil

mineral olarak klorit minerali gözlenmiştir, bu mineral çok düşük pleokroizma gösterirken, yapraklanmaya paralel dizilmiş bir görüntü sunar (Çılgın, 2010).

1.1.1.1.2 Hamzabeyli Graniti

Çalışma alanında özellikle Hamzabeyli köyü civarında oldukça yaygın olan bu formasyon, adını da bu köyden alır. Yeşilimsi gri, koyu gri renkte, sert, masif, tektonik hatların haricinde herhangi bir yapraklanma göstermeyen, homojen; büyük miktarda biyotit, bazı kısımlarda hornblend içeren ince ve orta taneli granitleri tanımlar. Bu granitler KD-GB doğrultulu sıkışma ve kuzeye doğru itilmeler sonucu KB-GD uzanımlı bindirmelerden etkilenmiştir. Öyle ki, güney sınırında Yassıgeçit Formasyonu ile yaptığı dokanakta, bu bindirmelerin sebep olduğu şiddetli kataklazma sonucu bu granitler büyük oranda ezilmiş ve ilksel mineralojik bileşim ve dokusunu kaybetmişlerdir. Kataklazmadan etkilenen feldspatlar ile bazı koyu renkli minerallerden oluşan milonitik matris içinde tekrardan kristallenen kuvars ve bazı diğer mineraller orta kaba taneli çakıl olarak göze çarparlar. Kataklazmanın etkisinin daha az olduğu bölümlerde granitte yönlü bir doku meydana gelmiştir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

Çalışma alanında formasyon, genelde Kocabayır Metakırıntılıları tarafından uyumsuz olarak örtülürken, bazı kısımlarda üzerine Çukurpınar Kalkışist Üyesi gelir. Çukurpınar Kalkışist Üyesi'nin içinde bulunan fosillere göre yaşı Liyas olarak belirlenmiştir. Buna göre Hamzabeyli Graniti, Liyas'tan ve üzerine gelen Kocabayır Metakırıntılıları'ndan (Permo-Triyas) daha genç olmalıdır (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

1.1.1.1.3 Çatmaköy Karmaşığı

Çağlayan ve Yurtseven (1998), bu birimi Tekedere Grubu ile Kırklareli Grubu arasında bir geçiş birimi olarak tanımlamış, litolojik ve doku özellikleri ile ilgili her iki gruba da benzer özellikler gösterdiğini belirtmiştir. Ve bu birimin kayalarını biyotitli gnays ve şistlerin potasyum feldspatça zenginleşmesi ve granitleşmesi ile oluşmuş muskovitçe zengin olarak tanımlıyorlar.

Birimde potasyum feldspatlar, iri kristal ve porfiroblast şeklindedirler ve bu feldspatlar Kırklareli Grubuna doğru fazlalaşır, kayaç homojenleşir ve Şeytandere Metagraniti'ne geçilir. Taze yüzeyleri yeşil ve beyazdır ve metaaplit ile metapegmatit seviyeleri ile kesilmişlerdir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

1.1.1.2 Kırklareli Grubu

Çağlayan ve Yurtseven (1998), Istranca Masifi'nin batolit karakterindeki gnaysik granitlerini Kırklareli Grubu altında toplamıştır. Bu grup; Şeytandere Metagraniti, Yörükbayırı Gözlü Gnasyı, Aydın-tepe Alkali Gnasyı ve Kızılağaç Metagraniti olarak dört ayrı formasyona ayrılmıştır. Çalışma alanında sadece Şeytandere Metagraniti yayılış gösterdiğinden, Kırklareli Grubu'nun genel özelliklerine değinildikten sonra, sadece Şeytandere Metagraniti ayrıntılı olarak irdelenecektir.

Bu grup genel olarak iri pembe mikroklin kristallerinin egemen olduğu biyotit içeren, genelde şistozite kazanmış gnaysik granitleri tanımlar. Tekedere Grubu ile geçişli olan zonları, büyük mikroklin porfiroblast ve megakristalli granit ile karakterize olur ve çok kıvrımlı, ince taneli biyotit gnays ardalanması şeklindedir. Kırklareli Grubu kayalarının Tekedere Grubu ile güney dokanakları geçişli, kuzey dokanakları ise intrüziftir. Bu kayalar kuzeye doğru itildiklerinden dolayı, özellikle intrüzif özellikteki dokanıklarda dinamo metamorfizmanın kataklastik etkisi nedeniyle kataklastik dokular gelişmiştir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

Şans (2018), çalışma sahasında bu grup içerisinde yüzlek veren tek formasyon olan Şeytandere Metagraniti'ne ait örnekleri incelemiş ve % 35-45 oranında kuvars, % 20-45 oranında potasyum feldspat, % 5-25 oranında plajiyoklas feldspat, % <5-10 oranında biyotit, % <5-10 oranında muskovit, % <5 oranında klorit, % <5 oranında epidot, % <1 oranında sfen ve % <1 oranında opak minerallerden oluştukları sonucuna varmıştır. Bunun yanında, Lalapaşa civarındaki Kırklareli Grubu kayalarına uyguladığı PIA ve CIA indeksleri değerlerini ise sırasıyla; 51-55 ve 53-60 aralıklarında bulmuştur. Bu değerler de, Tekedere Grubu kayaları gibi Lalapaşa çevresindeki Kırklareli Grubu kayalarının düşük derecede kimyasal alterasyona uğradıklarını göstermektedir.

Çağlayan ve Yurtseven (1998)'in yaptığı arazi gözlemleri, Kırklareli Grubu birimlerinin Tekedere Grubu birimlerinden genç, üzerlerini örten örtü metamorfiteeri olan Triyas yaşlı rekristalize kireçtaşlarından yaşlı oldukları sonucuna ulaşmalarını sağlamıştır.

1.1.1.2.1 Şeytandere Metagraniti

Çalışma alanının kuzeyinde geniş yayılış alanlarına sahip bu formasyon, Çağlayan ve Yurtseven (1998) tarafından iri pembe mikroklin kristallerinin yaygın olduğu, porfiroblastik dokulu, biyotit içeren ve kataklazmanın etkisiyle minerallerin yer yer yönlenme kazandığı gnaysik granit şeklinde tanımlanmıştır.



Foto 1.4: Lalapaşa Yakınlarında Şeytandere Metagraniti

Kırklareli Grubu'nun en geniş yayılış alanına sahip formasyonudur ve gri, pembe taze yüzeyi özelliği gösterirken; açık gri, grimsi pembe renkli ayrışma yüzeyi rengine sahiptir. Ortoklas, albit, muskovit, biyotit, iri porfiroblastik ve yer yer 5 cm'ye ulaşan mikroklin megakristalli, kuvars, epidot, klorit, demir mineralli ve alkali feldspatların ayrılarak yer yer serizit ve muskovit haline geldiği bir mineral içeriğinden bahsedilebilir. Biyotitler, belirli bir düzlem boyunca dizilmiştir ve kayacın renginde

önemli rol oynar. Yukarıda betimlenmeye çalışılan bu gnaysik granitler, düşük dereceli metamorfizmaya uğramışlar ve geniş alanlarda tekdüze bir renk ve dokuda kayalık tepeleri ve arenalaşmış düzlükleri meydana getirirler (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).



Foto 1.5: Lalapaşa Yakınlarında Kayalık Tepeler Görünümündeki Şeytandere Metagraniti Birimleri

Birim içerisinde, kalınlığı birkaç santimetreden metreye kadar değişiklik gösteren aplitik damarlar da bulunmaktadır. Bu damarların taze yüzey renkleri beyaz ve krem rengidir ve bazı kısımları ayrışma nedeniyle kırmızı, kahverengi bir renge bürünmüştür (Çılgın, 2010).

İnce kesitte kataklastik dokunun net olarak görülebildiği bu granitler, yeniden kristallenmiş kuvars, muskovit ve biyotit içerikli bir matriks tarafından sarılan potasyum feldspat profiroblastları şeklinde karakterize olur. Aynı zamanda bu feldspatlarda kataklazma sonucu kırıklar gelişmiş, bu kırıklara kuvars damlacıkları enjekte olmuştur. Biyotitler ise kökensel olarak magmatik ve metamorfik biyotitler olarak ayrılırlar. Magmatik biyotitler genelde daha büyük kristallidir ve metamorfizma sonucu oluşmuş ikincil metamorfik biyotitler kayacın yönlü bir doku kazanmasında başrolü oynamıştır (Üşümezsoy, 1982).

Şeytandere Metagraniti, kuzey dokanaklarına doğru içeriğindeki biyotitlerin muskovite dönüşmesi ile Çağlayan ve Yurtseven (1998) tarafından Tavşandere Metapegmatit Üyesi olarak adlandırılan Şeytandere Metagraniti'nin bir alt grubuna geçer. Tavşandere Metapegmatit Üyesi, Şeytandere Metagranitinin çeperinde

gelişmiştir ve kataklastik etkilerle ondan farklılaşmıştır. Şeytandere Metgraniti ile Tavşandere Metapegmatit Üyesi arasındaki geçiş karakterini Üşümezsoy (1982); kataklastik dokunun etkisinin şiddetlenmesiyle ve granitik dokunun milonitik granitik dokuya değişimiyle birlikte kuvarsların yeniden kristallenerek granoblastik bir doku özelliği kazanmaları, potasyum feldspatların kataklastik etkilerle parçalanmaları ve muskovite dönüşmeleri, kataklastik dokunun içindeki kuvarsların kayaya kuvarsit görünümünü kazandıracak derecede fazlalaşmaları ve plajiyoklasların ayrışıp serizitleşmeleri süreçleriyle açıklar.

1.1.2 Mesozoik Formasyonları

Çalışma sahasındaki Mesozoik yaşlı birimler, Paleozoik yaşlı temel kayaların üzerinde uyumsuz şekilde bulunan ve genel olarak metamorfizmaya uğramış sedimanter örtü birimlerini tanımlayan Istranca Grubu'nu kapsamaktadır.

1.1.2.1 Istranca Grubu

Istranca Masifi'nin Paleozoik temel kayaları üzerine, örtü metamorfizmaları olarak Istranca Grubu Kayaları gelmektedir. Çağlayan ve Yurtseven (1998) bu grubu; Kocabayır Metakırıntılıları, Şermat Kuvarsiti, Çiftlik Kuvarsiti, Rampana Kuvarşisti, Mahya Şistleri, Dolapdere Formasyonu, Sivrililer Metagranitoidi, Kestanelik Metaçakıltaşı, Serves Metagrovağı, Nişantaşı Metakumtaşı, Kumluköy Metakumtaşı ve Mustafaiskelesi Metavolcano-tortulları olmak üzere 12 formasyona ayırmıştır. Çalışma sahasında çok sınırlı alanlarda görülen Istranca Grubu formasyonlarından sadece Kocabayır Metakırıntılıları ve Dolapdere Formasyonu yüzeylenmektedir, bu yüzden Istranca Grubu'nun genel özelliklerine kısaca değinildikten sonra yalnızca Kocabayır Metakırıntılıları ve Dolapdere Formasyonu hakkında detaylı bilgi verilecektir.

Istranca Grubu, Yıldız Dağları'nın batı kesminde karasal kökenli birimlerle başlayıp denizel karbonatlarla sona erer. Paleozoik yaşlı temel kayalar üzerine açılmal uyumsuzlukla gelmektedirler. Bu birime ait kalkıştillerin içinde bulunan fosillere göre yaşının Permo-Triyas-Jura olması gerektiği öne sürülmektedir. Grup, Yıldız Dağları'nın batı bölümünde Kocabayır Metakırıntılıları ile başlar ve bu formasyonun

üzerine Mahya Şistleri, Mahya Şistleri'nin görülmediği yerlerde ise Dolapdere Formasyonu açısız uyumsuzlukla gelmektedir. Yıldız Dağları'nın batı kesimlerinde Dolapdere Formasyonu grubun en üstteki formasyonunu teşkil eder (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

1.1.2.1.1 Kocabayır Metakırıntılıları

Yıldız Dağları'nın metamorfik örtü birimlerinin en alt birimini oluşturan bu formasyon, çalışma alanında sadece Hamzabeyli çevresinde yüzeylenmektedir.

Metaçakıltaşı, metakumtaşı ve kuvars ile feldspatça zengin şistlerden müteşekkildir. Yıldız Dağları'nın batı kesiminde, Tekedere ile Kırklareli Grupları'nın temsil ettiği metamorfik temel üzerine açısız diskordans ile gelmektedir. Bu birimin protolitleri, Istranca temelinin üzerinde havza oluşumunu denetleyen faylara paralel şekilde çökelmiştir. Bu çökeltiler, fay şevinde metaçakıltaşı paketleri ile başlamaktadır ve alüvyal yelpaze çökelleri karakteri yansıtır, faya yakın kısımlarda çekirdek kayalardan türemiş az küremsi ve az yuvarlak, orta-çok kaba taneli çakıltaşı, kumlu çakıltaşı, çakıllı kumtaşı özelliğindedirler. Bu çökellerin tane boyları, yatay ve düşey yönde giderek küçülerek çakıllı kumtaşı, çakıltaşı mercekli kumtaşı, killi kumtaşına geçtikten sonra metakumtaşı, kloritli metakumtaşı, metafeldspatik kumtaşı, metasilttaşı, metakıltaşı, metagrovak ve şistlere geçer. Bu birimlerin ayrışma yüzeyleri genel olarak kirlili beyaz renkliyen tanelerin kaba veya ince olmasına göre tabakalanmalar da ince, orta ve kalın arasında değişir. Katakalmazmaya uğrayan kısımlarında serizit ve muskovit taneleri belirli bir hat boyunca dizilip belirgin yapraklanmalar yaratmışlardır. Aynı şekilde deformasyona uğrayan kısımlarda, tanelerde görülen uzama ve sünme sonucu sürüklenme kıvrımları görülmektedir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

1.1.2.1.2 Dolapdere Formasyonu

Dolapdere Formasyonu, çalışma alanında Hamzabeyli çevresinde sınırlı alanlarda yüzlek verirken, aynı zamanda Türkiye-Bulgaristan sınırını da teşkil eden çalışma sahasının kuzeydoğu sınırı boyunca nispeten daha geniş alanlarda izlenebilmektedir.

Formasyon, Çağlayan ve Yurtseven (1998) tarafından Mahya Şistleri üzerine dereceli geçişli, Kocabayır Metakırıntılıları üzerine açısız uyumsuzlukla gelen metakarbonat istif olarak tanımlanmıştır ve Pirenlik Metakumtaşı Üyesi, Çukurpınar Kalkışist Üyesi, Keltepe Dolomitik Mermer Üyesi ve Kapaklı Dolomit Üyesi olarak dört alt sınıfa ayrılmıştır. Formasyon, çalışma alanında Hamzabeyli çevresinde Kocabayır Metakırıntılıları'nın üzerini örten Çukurpınar Kalkışist Üyesi ve Çukurpınar Kalkışist Üyesi'nin üzerine gelen Kapaklı Dolomit Üyesi ile karakterize olur ve Hamzabeyli Graniti ile dokanak halindedir. Yüzeyletiği çalışma sahasının kuzeydoğu sınırında ise, Hamzabeyli çevresindeki formasyondan farklı olarak sadece Kapaklı Dolomit Üyesi yayılış gösterir, Yassıgeçit Formasyonu ve Şeytandere Metagraniti birimleri ile dokanak halindedir.

Formasyonun alt seviyeleri ince-orta, üst seviyeleri orta-kalın tabakalıdır ve çok kırıklı bir yapı sunar. Istranca metamorfik örtü birimleri arasında fosil bulunduran tek formasyon olmasıyla ayrı bir öneme sahiptir. Formasyondan alınan örneklerde *Pentacrinus cf. Laevistus* POM. türü tanımlanmış, böylece birime Liyas (Erken Jura) yaşı verilmiştir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

Çukurpınar Kalkışist Üyesi, grinin farklı tonlarında renk özelliğine sahip, Dolapdere Formasyonu'nun alt seviyelerinde bulunan, kloritışist ve serizitışist ara seviyeli, fosilli kalkışistleri tanımlar. Pirenlik Kumtaşları ile birlikte bulunmadığı kısımlarda kumlu mermer ve kumlu kalkışistler ile başlar. Bu kumlu birimler, kuvars taneleri ve granit ile şist parçaları içerir. Çukurpınar Kalkışist Üyesi, tavan ilişkisi bakımından dereceli olarak Keltepe Dolomitik Üyesi'ne geçerken, bu üyenin bulunmadığı alanlarda direkt olarak Kapaklı Dolomit Üyesi'ne geçer (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

Kapaklı Dolomit Üyesi ise; koyu-açık gri renkli, orta-kalın tabakalı, rekristalize ve/veya hafif metamorfizmaya uğramış dolomitik kireçtaşı, kalsitli dolomit ve

dolomitleri kapsar. Genelde Çukurpınar Kalkışist Üyesi üzerine yanal ve düşey yönde dereceli geçişle oturur. Aşırı makaslama deformasyonu nedeniyle kırıklıdır. Bazı kısımları yol malzemesi ihtiyacını karşılamak için işletilmektedir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998). Kapaklı Dolomit Üyesi'nin rekristalize kireçtaşları, yeniden kristallenen kalsitlerden oluşur ve belirli kısımlarında kuvars ve muskovit görülür. Kalsit, rekristallenmesinin zayıf olduğu zonlarda granoblastik küçük kristal karakterindedir. Aralarında kuvars seviyeleri bulunur. Rekristallenmenin daha yoğunlaştığı zonlarda ise kuvars ve mikroklin görülmeye başlanır ve kayaç şistozite özelliği gösterir (Üşümezsoy, 1982).

1.1.3 Senozoik Formasyonları

Istranca Masifi'nin güney eteklerinden itibaren yüzeylenen Eosen birimleri ile başlayan ve günümüze kadar farklı fasiyes ortamlarında çökelmiş Trakya Tersiyer Havzası'nın sedimanter birimlerini kapsar.

1.1.3.1 İslambeyli Formasyonu

Keskin (1966, 1971) ile Çağlayan ve Yurtseven (1998) birimi İslambeyli Formasyonu olarak adlandırırken Keskin (1974) birimi Koyunbaba Formasyonu olarak adlandırmıştır. Araştırmacılara göre birim; çakıltaşı, kumtaşı, killi kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ardalanmaları ile kumtaşından meydana gelmektedir.

İslambeyli Formasyonu çalışma alanı sınırları içinde, Istrancaların metamorfik ve granitik temelinin üzerine transgresif olarak gelen ilk formasyondur. Tersiyer Trakya Havzası'nın her kısmında Kırklareli Kireçtaşı'nın altında görülür. Havzanın çukurlaşmış kısımlarında kalın, eşiklerde ise incedir veya hiç görülmez (Çağlayan ve Yurtseven, 1998). Çalışma alanında Sinanköy çevresinde kalınlığı 10 m civarı ölçülmüştür.

Birim, Trakya Havzası'nın oluşmasıyla ilgili olduğu öne sürülen fayların alçalan bloklarının üzerinde gelişen gel-git ortamında genelde tabanda az tutturulmuş, kötü boylanmalı, köşeli blok ve çakıl, çakılcık ve kaba kumdan oluşmuş karasal çökellerle başlar. Üzerine sarı, kirli beyaz, gri renkli, karbonat çimentolu, sert ve sıkı tutturulmuş kumtaşı, kiltası, killi kireçtaşı, kireçtaşı ve marn ardalanmaları gelir.

Lamellibrans, gastropod, ekinit, nmmlit gibi fosillere ev sahipliği yapan bu zonlar ince-orta katmanlıdır. Lalapaşa civarında yer yer beyaz renkli marn ara seviyeli tüfitler içermektedir (ağlayan ve Yurtseven, 1998). Formasyonda bulunan fosiller göz önüne alınarak yaşı genellikle Lütesyen-Alt Priaboniyen yaş aralığında tanımlanmıştır (ağlayan ve Yurtseven, 1998).

şans (2018), İslambeyli Formasyonu'nun Lalapaşa ve Sinanköy civarındaki mostralarını detaylıca incelemiştir. Ona göre formasyon, Lalapaşa ve Sinanköy civarında yaklaşık 60 metre kalınlığındadır ve alt kısımları yığışım karakterinde daha az tutturulmuştur, daha büyük tane boyludur ve daha koyu renklidir. Orta-st kısımlarında ise daha sert, daha düzgün tabakalı, daha ince tane boylu ve daha açık renklidir. Birim içerisinde kiltası, kumlu kiltası, killi kumtası, tf, kiretası, marn gibi birimler tespit etmiştir. Bu birimler genelde altta kil-silt boyutundaki malzemelerden müteşekkildir ve üst kısımlara doğru karbonatça zenginleşerek uyumlu bir şekilde Kırklareli Kiretası'na geçer. Killi, siltli, karbonatlı matriksin sardığı kuvars, feldspat, mika mineral parçaları ile bazı kaya parçaları içerir. Bu formasyondan alınan örneklere göre; birimin ana mineralini teşkil eden smektit, % 30-95 oranları arasında değişir. Smektit mineralinin yanında az miktarlarda mika, illit, kaolinit, klorit, kuvars, feldspat ve kalsit mineralleri de görülmektedir.

şans (2018), aynı zamanda Sinanköy çevresinden aldığı İslambeyli Formasyonu'na ait örnekleri incelemiş ve buradaki mostranın, formasyonun üst kesimlerine denk geldiğini, smektit içeriğinin % 50-85 değerleri arasında değişiklik gösterdiğini belirlemiştir.

Lalapaşa civarındaki Kırklareli ve Tekedere Grubu kayalarına CIA ve PIA indekslerini uygulayan şans (2018), bu indeksleri İslambeyli Formasyonu kayaları için de uygulamıştır. Buna göre; bu formasyonun alt seviye rneklerinin CIA değerleri 63-88 aralığında, PIA değerleri ise 67-93 değerleri arasında bulunurken, orta ve üst seviye CIA değerleri 54-97, PIA değerleri ise 55-98 aralığında bulunmuştur. Bu değerele göre yüksek kimyasal ayrışma değerleri gösteren İslambeyli Formasyonu, ilk malzemesinden yüksek oranda farklılaşarak çoğunlukla smektit ile temsil edilen killeşmeye maruz kalmıştır. Bu killeşme başlıca Istranca

Masifi kökenli feldspat minerallerinin kimyasal alterasyonları ile ilgilidir, öyle ki İslambeyli Formasyonu içerisindeki feldspat miktarı, Istranca Masifi litolojileri dahilindeki feldspat miktarından neredeyse % 50 oranından fazla bir azalma göstermiştir. Bunun yanında formasyon içindeki volkanik ürünlerin bazıları kimyasal ayrışmaya uğrayarak killeşmeye katkıda bulunmuştur (Şans, 2018).

1.1.3.2 Kırklareli Kireçtaşı

Kırklareli Kireçtaşı olarak ilk kez Keskin (1966) tarafından isimlendirilen bu birim, kilitaşı ve kumtaşı ara tabakalı ve bol fosilli kireçtaşlarını tanımlar. Kırklareli Kireçtaşı, İslambeyli Formasyonu'nun üzerine yanal ve düşey yönde dereceli olarak gelirken, bazı kısımlarda Istranca Metamorfitleri'nin üzerine açısız uyumsuzlukla gelmektedir. Birim, Trakya Havzası'nın kuzey şelfinde bazı kısımlarda açılı, bazı kısımlarda basit diskordant olarak Pınarhisar Formasyonu tarafından örtülür (Çağlayan ve Yurtseven, 1998). Kasar ve Eren (1986), resifal kompleks özelliği gösteren bu kireçtaşlarının üzerine, geçişli olarak Ceylan Formasyonu'nun geldiğini belirtmiştir.

Birim; beyaz ve grili-sarımsı beyaz renk özelliği gösterir ve bozuşma rengi gri tonlarındadır. Orta-kalın katmanlı, genelde hafif eğimli, yer yer erime boşlukludur. Alt kesimlerinde killi, kumludur ve mercan, nümmlit gibi fosiller içerir. Kırklareli Kireçtaşı içerisindeki resifler çoğunlukla yama resifleri, yer yer de set resifi karakterindedirler. Resif gerisinde de biyohermler gelişmiştir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

Kırklareli Kireçtaşı'nın kalınlığı konusunda farklı görüşler öne sürülmüştür. Keskin (1966) kalınlığın resif çekirdeğinde 150 m civarında olduğunu öne sürerken, Kasar ve Eren (1986), birimin yüzlekteki kalınlığının 100-400 m, şelfte açılan kuyularda gerçek kalınlığın 10-303 m arasında olduğunu öne sürmüşlerdir.

Farklı fasiyes koşullarında çökelmiş olan birimi, farklı kısımlarında farklı özelliklere sahip olduğundan, tek bir litoloji ile sınırlandırmak zordur. Fosil kapsamı ise, çökeltme ortamlarına bağlı olarak değişkendir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998). Keskin (1971), nümmlitlerin en çok resif gerisinde görüldüğünü savunurken, nümmlit dışı

foraminiferlerin ise aşağı yukarı eşit Şekilde dağılış gösterdiklerini ne sürer. Kasar ve Eren (1986) birimin yaşını Orta-st Eosen kabul etmişlerdir.

Yapılan çeşitli çalışmalarda; *Nummulites cf. chavannesi de la HARPE*, *Halkyardia minima*, *Nummulites sp.*, *Operculina sp.*, *Discocyclina sp.*, *Sterigerina sp.*, *Miliolidae*, *Ilariosmilina sp.*, *Spondylus aff. bifrons*, *Chapmanina gassinensis*, *Europertia magna*, *Asterigerina sp.*, *Spharogypsina sp.*, *Missisipina sp.*, vb. faunalar tanımlanmıştır. Tüm bu tanımlanan faunalara ve bunların yaşlandırılmasına göre, Kırklareli Kireçtaşı tabanı, özellikle resiflerin gelişim bölgeleri yer yer Lütesiyen, birimin orta ve üst seviyelerini oluşturan resifin gövdesi ise st Eosen olmalıdır (ağlayan ve Yurtseven, 1998).

Sinanköy'deki Kırklareli Kireçtaşı formasyonu örneklerini inceleyen Şans (2018), alt seviyelerin kumlu ve fosilli kireçtaşı olarak adlandırılabilceğini ne sürmüştür. Formasyonun alt seviyelerinden alınan numunelerin analizi sonrası; mikritik-sparitik kalsit imento içerisinde bolca kuvars, feldspat, muskovit, biyotit ve başta kuvarsit olmak üzere çok sayıda kayaç parçası ve nadir olarak da amfibol minerali gözlemlenmiştir. Bu mineral ve kayaç parçalarının oranı % 5-20 arasında değişirken kalsit imento oranı ise % 60-70'lere ulaşır. Feldspatlar genelde potasyum feldspattır ve daha az oranda plajiyoklas feldspatlar da mevcuttur. Muskovit ve biyotit ise az miktarda seyreder. Bolca fosil içeren bu alt seviyelerden, üst seviyelere doğru çıkıldıkça kalsit oranı % 90'ın üzerine çıkar ve diğer mineral ve kayaç parçalarının oranları minimuma iner. Formasyonun st seviyelerindeki birimlerin, böylece mikritik-sparitik fosilli kireçtaşları olarak adlandırılabilceğini belirtmiştir.



Foto 1.6: Sinanköy Yakınlarında Kırklareli Kireçtaşı Formasyonu Birimleri; Üstte Kireçtaşı Tabakası, Altta Killi Kireçtaşı Tabakası.



Foto 1.7: Sinanköy Yakınlarında Kırklareli Kireçtaşı Formasyonu Dahilindeki Kumlu ve Çakıllı Kireçtaşı



Foto 1.8: Sinanköy Yakınlarında Kırklareli Kireçtaşı Formasyonu Dahilindeki Killi, Kumlu ve Çakıllı Kireçtaşı.

1.1.3.3 Pınarhisar Formasyonu

Pınarhisar Formasyonu'nu, ilk kez Kemper (1961) isimlendirmiştir, burada çalışan araştırmacıların çoğu bu formasyonun; Trakya Havzası'nın kuzey kısmında Kırklareli Kireçtaşı üzerine bazı kısımlarda açısız bazı kısımlarda ise açılı uyumsuz geldiğini belirtmişlerdir. Özellikle havza merkezine doğru Kırklareli Kireçtaşı üzerine uyumlu gelirken, havzanın kuzey kenarında Kırklareli Kireçtaşı'nı uyumsuz üzerler. Bu, havzanın orta kısımlarına göre kenar kısımlarının tektonik açıdan daha aktif olmasına bağlanabilir. Tavan ilişkisi bakımından ise üzerine gelen Süloğlu Formasyonu ile uyumludur (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

Kumtaşı, çakıllı kumtaşı, konglomera, oolitli kireçtaşı, konjeriyalı kireçtaşı ve killi kireçtaşı araldanmasından oluşan bu formasyon gri-boz renklidir ve ince-orta tabakalıdır. Konglomera seviyeleri içerisinde bolca kuvars ve kireçtaşı çakılları bulunur. Bu konglomera seviyesinin üzerinde bej-beyaz renkli oolitli kireçtaşı seviyeleri bulunurken, bu seviyeyi fosil içeriği yüksek kireçtaşı tabakaları üzerler. Birimin üst kısımlarında ise mangan da içeren çakıltaşı, kumtaşı, oolitli ve konjeriyalı kireçtaşı zonları bulunur. Kalınlık konusunda, Pınarhisar çevresinde Kasar ve Eren (1986) tarafından 5-70 m ve Umut ve diğ., (1983) tarafından 80 m ölçülen değerler birbirleriyle tutarlıdır ve genel olarak kabul görmüşlerdir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

Şans (2018), bu birime ait örnekleri incelemiş ve litolojik farklılıklara göre geniş aralıklarda değişken değerler gösteren; % 10-95 oranında smektit, % <5-20 oranında illit-mika, % <5 oranında klorit-kaolinit, % <5-20 oranında zeolit, % <5-35 oranında kuvars, % <5-65 oranında feldspat, % 5-80 oranında ise kalsit mineralleri gözlemlemiştir. Bu formasyon birimlerinin CIA değerlerini 51-98 aralığında, PIA değerlerini ise 52-99 aralığında bulmuştur. Bu değerlere göre, Pınarhisar Formasyonu'nun yüksek derecede altere olduğu ve alterasyon değerlerinin formasyon içinde değişkenlik gösterdiği sonuçlarına varmıştır.

1.1.3.4 Süloğlu Formasyonu

Kiltaşı, silttaşı, kumtaşı, miltaşı, şeyl ve kil kırıntılarından oluşur. Miltaşı ve şeyller ince tabakalı iken, bazı seviyeler karbonatlıdır ve balık fosili içerir. Kumtaşları sıkı tutturulmuş, ince-orta katmanlı, orta-kaba taneli iken; kilttaşları ise masif bir görüntü sunar. Özellikle havzanın batı bölümündeki kısımlarında linyit bantları mevcuttur. Metamorfik temele yakın kısımlarında kömürlü ve manganlı seviyeler ile jips mevcudiyeti oldukça ilgi çekicidir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

Formasyon, altındaki Pınarhisar Formasyonu ile uyumludur. Yer yer Ergene Formasyonu, yer yer de Trakya Formasyonu tarafından diskordant olarak örtülen Süloğlu Formasyonu'nun kalınlığının, sondajlara dayalı olarak 50-350 m arasında olduğu düşünölmektedir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

Birime, 1988 yılında MTA tarafından yapılan kömür sondajlarında Oligosen yaşı verilmiştir. Ayrıca Kasar ve Eren (1986), Süloğlu Formasyonu'nun eşdeğeri olan birimleri Danişmen Formasyonu, Keskin (1974) ise Mezardere Şeyli olarak adlandırmıştır (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

1.1.3.5 Çakıl Formasyonu

Çağlayan ve Yurtseven (1998) tarafından, Trakya Havzası genelinde Danişmen Formasyonu üzerinde ve/veya içerisinde yer aldığı belirtilen Çakıl Formasyonu, çalışma sahası içerisinde Danişmen Formasyonu bulunmamasına rağmen geniş alanlarda özellikle Trakya Formasyonu, Ergene Formasyonu ve Kırklareli Kireçtaşı ile dokanaklı bir yayılışa sahiptir.

Formasyon, kanal dolgusu özellikli, kiltası-siltası mercekli çakıltaşlarından oluşur ve muhtemelen Istranca Masifi'nden taşınıp gelmiş magmatik ve metamorfik kökenli (kuvarsit, granit, gnays vb.) çakıllarından müteşekkildir. Çimento genelde karbonattır ve orta-kaba tabakalanmalıdır. Sarı tonlarında renk özelliğine sahip olan bu formasyon, bazı kısımlarda çapraz tabakalanma gösteren kumtaşı ve kiltası merceklidir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).



Foto 1.9: Edirne Kuzeyinde akıl Formasyonu Birimleri



Foto 1.10: Edirne Yakınlarında akıl Formasyonu Birimleri

Fosil içeriği bakımından çok fakir olan formasyonda, Umut ve diğ. (1984) kil ve kilitaşları içinde fosiller bulmuşlar ve bu fosillere göre birime Orta Oligosen (Suevium) yaşını vermişlerdir.

Kasar ve Eren (1986), çalışmalarına akıl Formasyonu eşdeğer birimlerini Osmancık Formasyonu'nun st kesimlerinin oluşturan Kanal Dolguları olarak tanımlamışlar, ancak ayırmamışlardır (ağlayan ve Yurtseven, 1998).

1.1.3.6 Ergene Formasyonu

Formasyon; akilitaşı mercekli kilitaşı ve kumtaşı birimleriyle karakterize olur ve orta-iyi boylanmalıdır. Tane boyu yukarıya doğru incelmektedir. Kumtaşları apraz katmanlıdır ve beyaz-sarı renktedir. Kilitaşları ise yeşil-kırmızı renklidir (ağlayan ve Yurtseven, 1998).

Havzanın merkezinde geniş sahalara yayılmış olarak göze çarpan bu formasyon, Ergene Nehri ve alt kollarının içinde aktığı birim olma özelliği taşır. Kendinden nceki tüm formasyonları uyumsuz olarak yüzeyler. Havzanın bazı kısımlarında Trakya Formasyonu tarafından diskordant olarak üzerlenir. MTA tarafından yapılan bazı kömür sondajlarında ve Umut ve diğ., (1983)'nin çalışmalarına göre kalınlığı havzanın merkezinde 350-400 m aralığında değişirken, havza kenarlarında ise 40-60 metrede kalır. Bu formasyon dahilinde omurgalı fosiller bulunsa da, yaş belirlemesi yapılmamıştır. Stratigrafik ilişkilere göre yaşı Orta-st Miyosen kabul edilmektedir (ağlayan ve Yurtseven, 1998).

1.1.3.7 Sinanlı Formasyonu

Trakya'da en iyi grldđđ yeri, Lüleburgaz civarındaki Sinanlı Köyü'dr ve adını buradan alır. Tipik yüzeylendiği yerde altındaki Ergene Formasyonu ve üstündeki Trakya Formasyonu ile yanal ve düşey yönde geçişlidir (Umut ve diğ., 1984).

Formasyon, genel olarak beyaz-gri renkli gölssel kireçtaşlarından müteşekkildir, arakatlı çamurlu kumtaşı ve kilitaşı da görülür. Altta akıllı, yumru lu zonlar ile başlayan formasyon yukarı doğru sarı-krem renkli masif killi kireçtaşlarına geçer. Formasyon çoğu yerde tabakalanmazdır. Bazı kısımları gerilmelerden dolayı

budene benzer bir görünüm kazanmıştır. Aratabaka karakterindeki kilitaşları genelde yeşil-sarı-kiremit renklerine sahipken, ince-orta tabakalıdır. Çamurlu kumtaşları ise sarı-kırmızı renklidir. Fosil içeriği bulunmayan formasyonun yaşı, göreceli olarak Üst Miyosen kabul edilir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

1.1.3.8 Trakya Formasyonu

Genel olarak konglomera, kumtaşı ve daha az miktarda kilitaş içeren birim; kırmızı-kahverengi renkli bazı kısımlarda çapraz tabakalıdır ve kötü boylanmıştır. Matriksi kil-mil boyutunda tanelerden oluşur ve genelde metagranit, şist, kuvarsit, gnays gibi temel kayalardan türemiş kuvars çakılı içerir. Kum boyutundaki taneleri de yine kuvars bileşimlidir. Bazı kesimlerinde bentonik killer görülen formasyonun tane boyu, Istranca birimlerine yaklaştıkça büyürken, uzaklaştıkça küçülür. Bazı kısımlarında silisleşmiş ağaçlara da rastlanır (Umut vd., 1984).



Foto 1.11: Menekşesofular Yakınlarında Mostra Veren Trakya Formasyonu Birimleri İsmi, Umut ve diğ., (1984)'nin verdiği formasyon, Trakya Havzası'nın kuzey kısmında geniş alanlarda yüzeyleir. Yıldız Dağları üzerinde de 2-10 m kalınlıklarda görülür. Kendisinden eski bütün formasyonları diskordant olarak üzerlemektedir.



Foto 1.12: Menekşesofular Yakınlarında Çapraz Tabakalı Trakya Formasyonu Birimleri



Foto 1.13: Menekşesofular Yakınlarında Trakya Formasyonu Birimleri

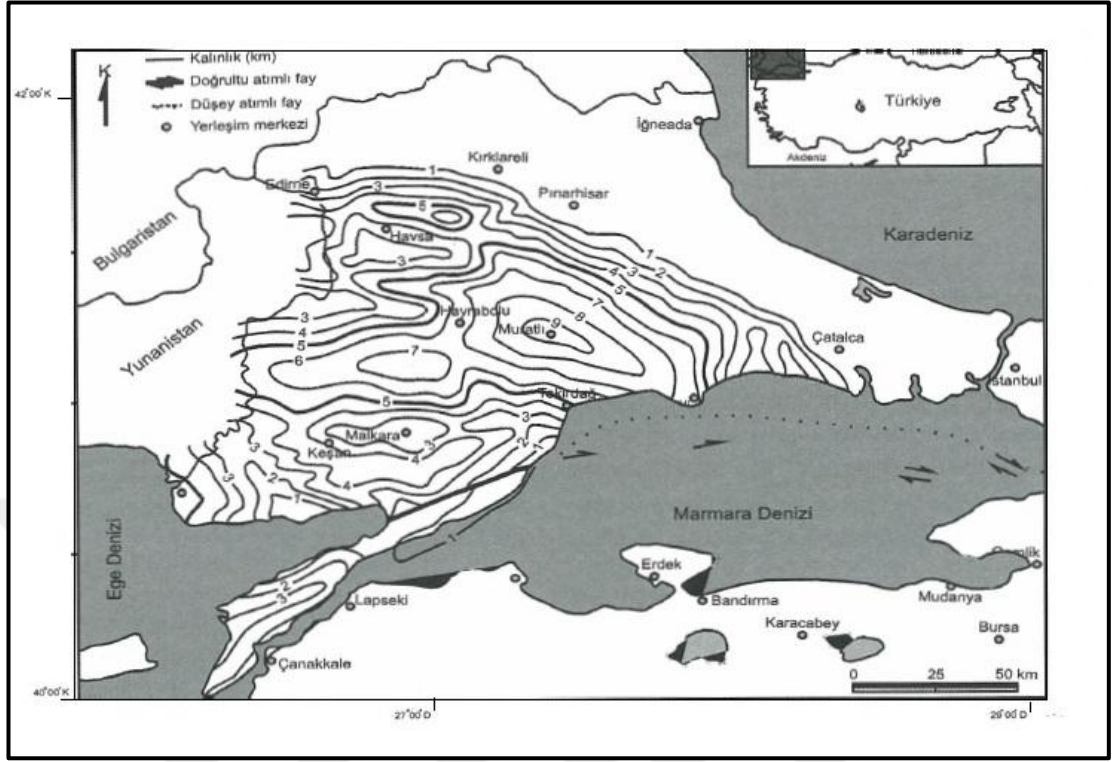
Fosil içeriği ile yaşlandırılması mümkün olmayan formasyona farklı araştırmacılar tarafından göreceli olarak Üst Miyosen-Pleistosen aralığında yaşlar verilse de, genel kabul gören yaşı Pliyosen'dir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

1.1.3.9 Kuaterner Alüvyonları ve Taraçaları

Kuaterner alüvyonları, çalışma alanında Tunca Nehri çevresinde geniş yayılış alanına sahiptir. Tunca Nehri dışında Sinanköy Deresi'nin yatağının, Lalapaşa'dan Tunca Nehri'ne karıştığı mansap noktasına kadar olan bölümünde dar bir şerit halinde uzanmaktadır. Bunun dışında diğer akarsuların çevresinde küçük ölçekli yüzlek halindedirler. Kuaterner taraçaları da aynı şekilde geniş ölçüde Tunca Nehri yatağında görülmektedir.

1.2 Sedimantolojik Özellikler

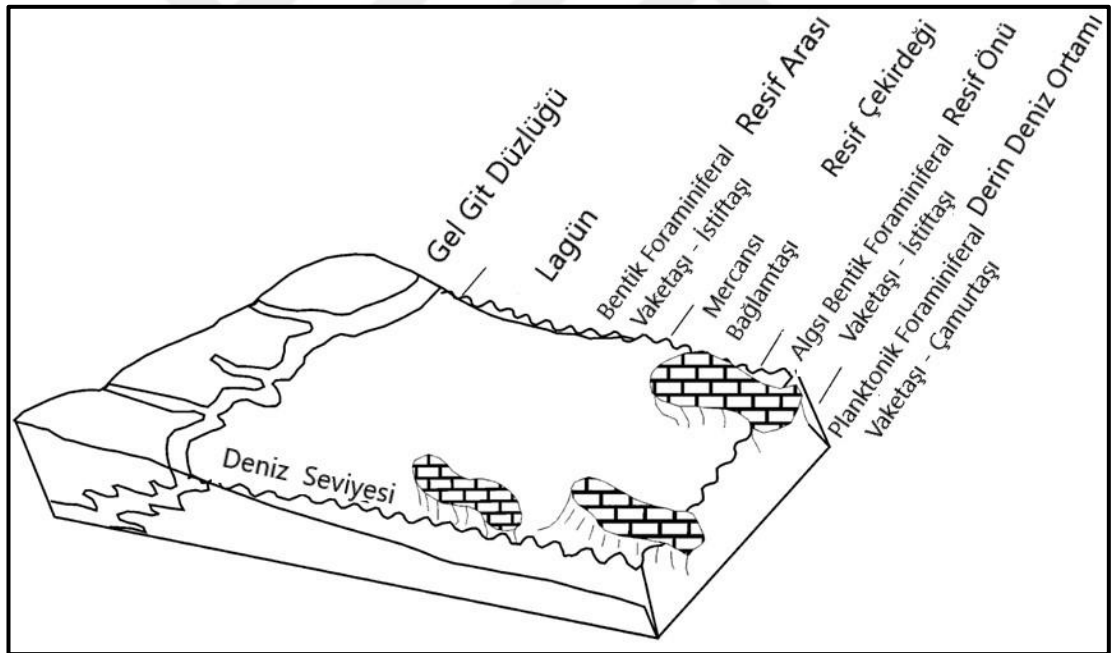
Çalışma sahasında, Tersiyer sonuna kadar Hersinyen ve Kimmeriyen Orojenezleri ile kuzey güney doğrultulu sıkışmaya uğrayan Istranca Masifi'nin güneyinde Trakya Sedimanter Havzası, Mezozoik sonu Senozoik başında açılmaya başlamış ve transgresyon ile birlikte ilk sedimanter ürünler Erken Eosen'de İslambeyli Formasyonu olarak depolanmaya başlamıştır (Keskin 1974, Doust ve Arıkan 1974, Turgut vd. 1983, Saner 1985, Perinçek, 2015). Birçok araştırmacı tarafından Trakya Tersiyer Havzası'nın kalınlık değerlerinin özellikle merkez kısımlarına doğru 9000 metreye ulaştığı öne sürülmektedir (Turgut vd. 1983, Görür vd. 1996, MTA 2006). Bu değer havza kenarlarına doğru gidildikçe azalmaktadır. Çalışma sahasına baktığımızda; Edirne yakınlarında 3 kilometreye kadar ulaşan kalınlık değerleri, kuzeye ve kuzeydoğuya doğru giderek azalmakta ve Istranca Masifi eteklerinde sıfıra ulaşmaktadır (Şekil 1.3).



Şekil 1.3: Trakya Havzası Çökelleri Kalınlık Haritası (km) (MTA, 2006).

İslambeyli Formasyonu, Istranca Masifi birimlerinin üzerine çökelen ilk formasyondur. İçeriğindeki kuvars kumları alüvyal yelpazede, geri kalan malzemeler ise litoral-sublitoral alanda çökelmiştir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998). Havzadaki bu transgresyon Erken Oligosen'e kadar şiddetini arttırarak devam etmiştir. Bu zaman aralığı boyunca çalışma alanında Eosen İslambeyli Formasyonu'na ek olarak; Eosen Kırklareli Kireçtaşı, Oligosen Pınarhisar Formasyonu ve Oligosen Süloğlu Formasyonları çökelmiştir. Orta Oligosen'den sonra ise regresyon dönemi şartları hakim olmaya başlamıştır (Keskin 1974, Ediger 1982, Turgut vd. 1983, Saner 1985, Perinçek 2015). Kırklareli Kireçtaşı, Eosen'de güney ve doğudan ilerleyen sıcak ve sık bir denizin ürünleri olarak çökelmiştir. Büyükutku ve Eseller (2009), Kırklareli Kireçtaşı'ndan 12 karot ve 40 kesit örneğini, sedimentolojik perspektifte analiz etmişlerdir. Genel olarak iyi tabakalanmış, masif görümlü, marn aratabakalı, kumlu ve killi, mikritik kireçtaşları olarak tanımladıkları bu formasyonun bol miktarda kırmızı alg, mercan, bryozoa, foraminifer, echinoderm ve yumuşakça fosilleri içerdiğini belirtmişlerdir. Yaptıkları analizler sonucu; düşük enerjili çevre koşullarını yansıtan resif arası mikrofasiyesi karakterindeki Bentik Foraminiferal Vaketaşı (Wackestone) – İstiftaşı (Packestone) Mikrofasiyesi, sparitik ve mikritik

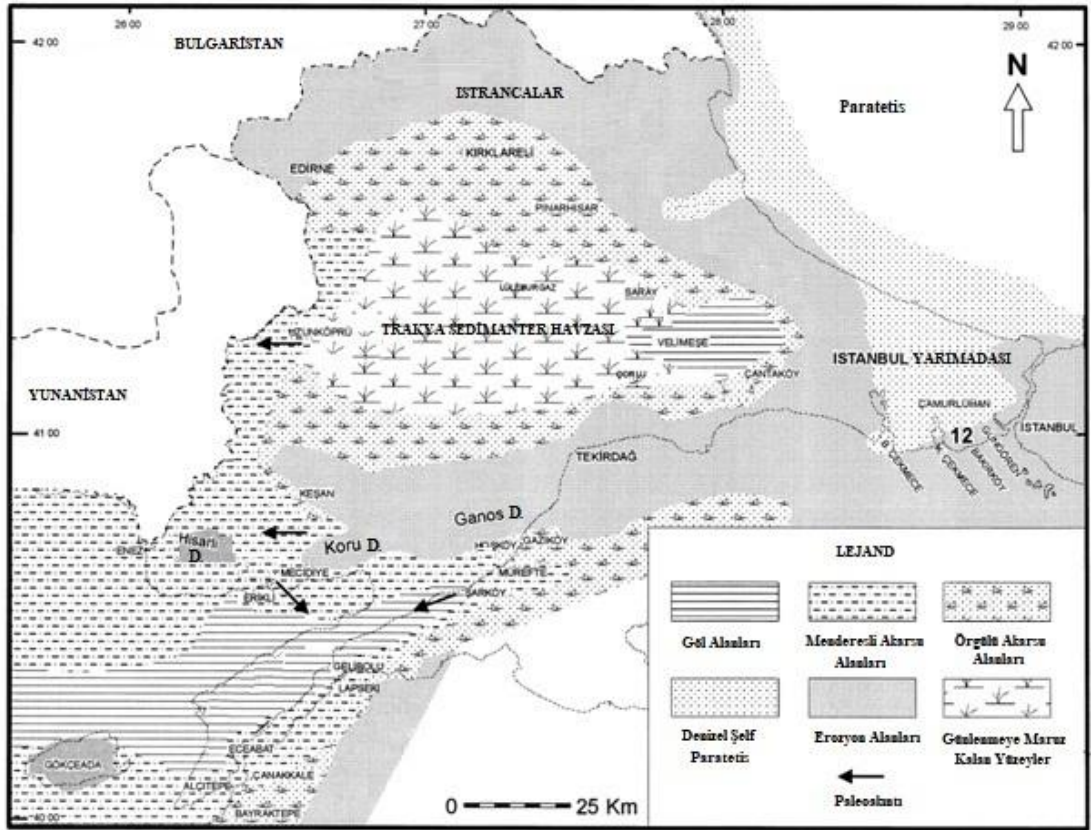
karbonat matriksi içinde 0.30 mm boyutlarında bentik foraminifer türleri içeren ve göreceli olarak orta enerjili bir ortamı temsil eden resif önü mikrofasiyesi karakterindeki Algsı Bentik Foraminiferal Vaketaşı (Wackestone) – İstiftaşı (Packestone) Mikrofasiyesi, genel olarak mercan, alg ve broyozoa türleri içeren ve orta-yüksek enerjili çevrede birikmiş resif çekirdeği karakterindeki Mercansı Bağlamtaşı (Boundstone) Mikrofasiyesi ve orta-çok ince kristalli mikritik kireçtaşı matriksi içinde Globigerinina ile Globorotalidae foraminiferleri ile domine edilen, derin deniz karakterli düşük enerjili ortam çökelleri olan Planktonik Foraminiferal Vaketaşı (Wackestone) – Çamurtaşı Mikrofasiyesi olmak üzere dört ana mikrofasiyes ayırmışlardır. Bu özelliklere göre, Kırklareli Kireçtaşı Formasyonu'nun resif arası, resif önü, resif çekirdeği ve derin deniz ortamı gibi ortamlarda çökeldiğini ve yama resifleri karakterinde havza geneline yayıldıklarını öne sürmüşlerdir.



Şekil 1.4: Kırklareli Kireçtaşı'nın Depolanma Ortamlarının Paleocoğrafik Rekonstrüksiyonunu Gösteren Şematik Diyagram (Büyüktoku ve Eseller (2009)'dan değiştirilerek).

Orta Oligosen itibariyle ise regresyon dönemi başlamış ve Pınarhisar Formasyonu birimleri, bu regresyonun ilk ürünleri olarak litoral, sublitoral ve lagüner ortamlarda tortullanmıştır. Öyle ki, alt seviyelerde rastlanan oolitle ve kumlu kalkerler litoral ortamı temsil ederken, çakıllı ve kumlu kalkerler ise sublitoral ortamı temsil eder. Üst seviyelerdeki konjeriyalı kalkerler ise lagüner ortamı temsil etmektedir. Böylece

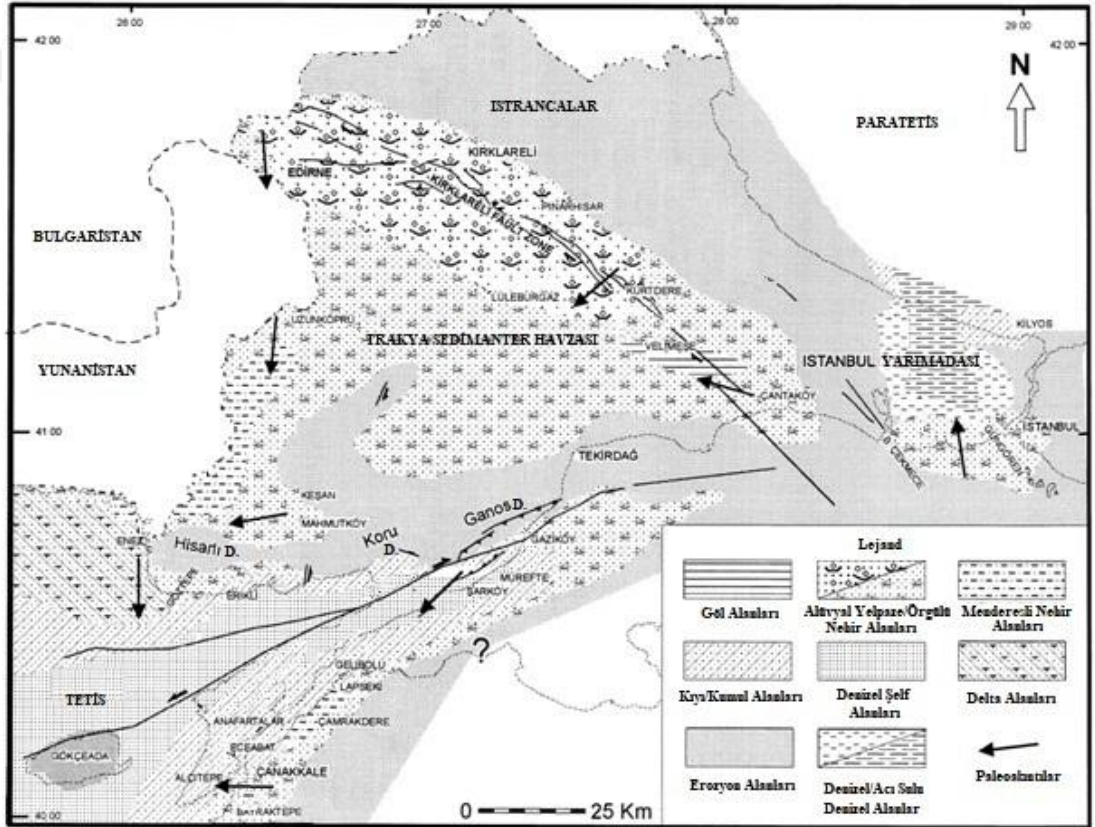
bu formasyonun regresif bir karakter taşıdığı söylenebilir. Birim içindeki balık dişi ve nümürlit gibi fosiller, formasyonun çökelim ortamının, sedimentasyon sırasında açık deniz ile bağlantılı olduğunu gösterir. Üst Oligosen'e ait Süloğlu Formasyonu çökelleri, gölsel ve/veya lagüner ortam karakteristiklerini taşımaktadır. Formasyon dahilindeki kumtaşı ve miltaşı gibi birimler, ortama zaman zaman kırıntılı malzemenin geldiğini, linyit bandları ise zaman zaman bataklık koşullarının hakim duruma geçtiğini niteler. Böylece sonuç olarak, Süloğlu Formasyonu'nun sedimentasyon ortamının kıyı gerisi bataklığı, lagün veya delta düzlüğü olması gerektiği savunulabilir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).



Şekil 1.5: Trakya Sedimanter Havzası'nın geç Erken- erken Orta Miyosen Dönemi Paleocoğrafik Haritası (Sakinç vd. , 1999'dan değiştirilerek).

Orta-Üst Oligosen dönemindeki; çapraz katmanlı, kırıntılı sediment birimler olarak tanımlanan Çakıl Formasyonu birimleri ise tamamen akarsu ortamı tortulları olarak önerilebilir. Sinanlı Formasyonu çökelleri ise gölsel ve akarsu karakterlerine bağlı olarak kapalı, yarı kapalı havza veya taşkın ovası gibi sığ göl ortamlarında tortullanmış olabileceği düşünülmektedir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

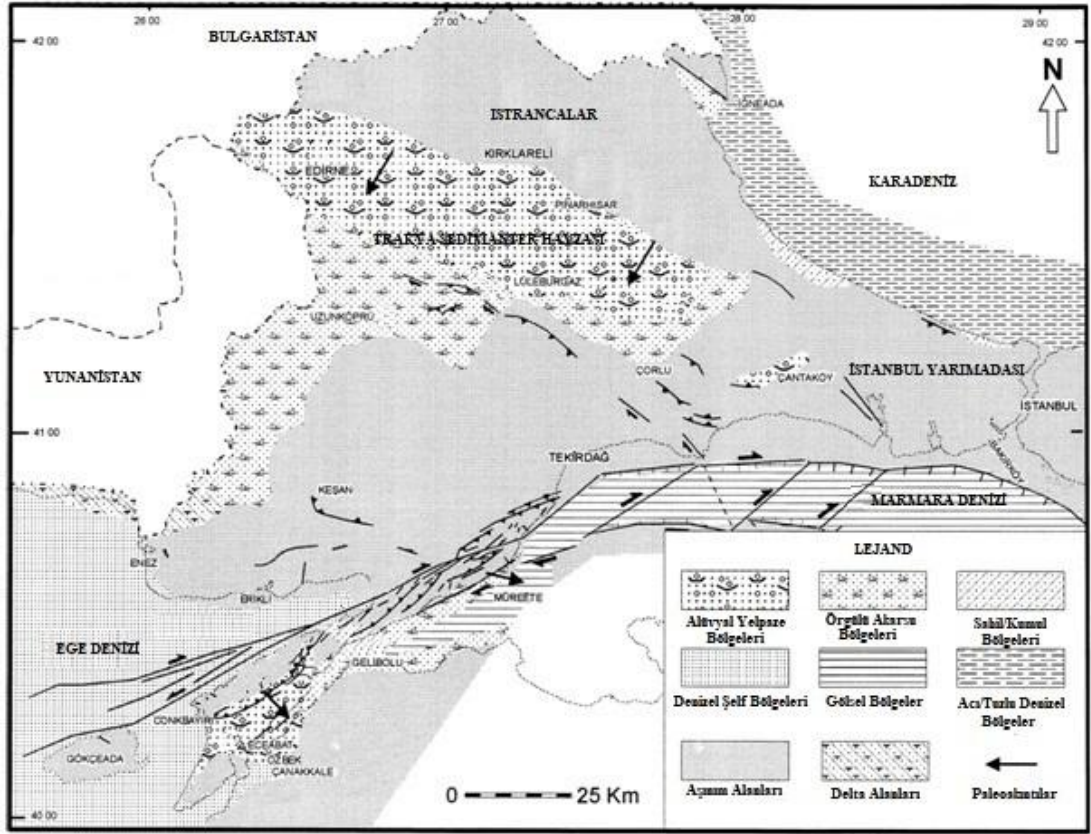
Alt Miyosen ile Orta Miyosen aralığında ise çalışma alanının büyük bir kısmı aşınım sahasına dönüşmüştür. Özellikle Istranca Masifi'nin ve Trakya Sedimanter Havzası'nın kenar kısımlarının yükselmesi ile birlikte, örgülü ve menderesli akarsu sistemleri meydana gelmiş ve Trakya Sedimanter Havzası'nın merkezine klastik malzeme üretmişlerdir (Şekil 1.5). Orta Miyosen ile Üst Miyosen aralığında, Istranca Masifi tekrar yükselmiş, çalışma sahasının bu bölümü aşınma sahası karakterini sürdürmüş, Trakya Sedimanter Havzası bölümünde ise örgülü nehir ve alüvyal yelpaze karakterinde tortullar çökelmeye başlamıştır (Sakinç vd., 1999) (Şekil 1.6).



Şekil 1.6: Trakya Sedimanter Havzası'nın geç Orta- erken Geç Miyosen Dönemi Paleocoğrafik Haritası (Sakinç vd. 1999'dan değiştirilerek)

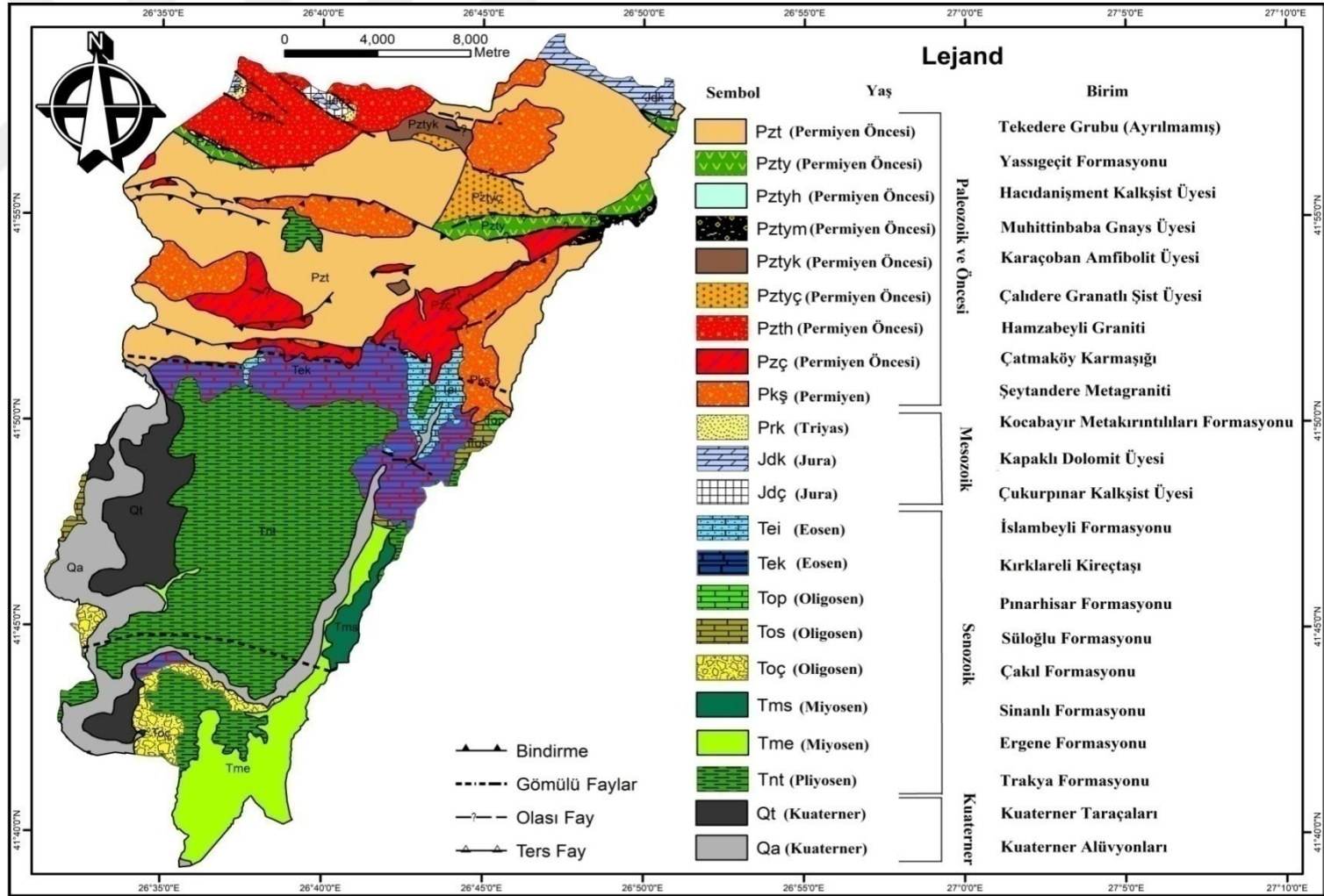
Öyle ki yaşlı, Çağlayan ve Yurtseven, (1998) tarafından Orta-Üst Miyosen olarak kabul edilen Ergene Formasyonu; tane boyunun yukarıya doğru incelen bir karakter taşıması, kanal çökellerini temsil eden konglomeraların ve kumtaşlarının tamamen çapraz katmanlı olması ve bu katmanlanmada akıntı yönünün ekseriyetle güneydoğu olması ile tek istikametli akıntılar tarafından meydana getirilmiş olmaları, çapraz katmanlı litolojiler arasında daha küçük ölçekli kil katmanlarının zaman zaman

durgun su ortamı koşullarını göstermesi gibi özellikleriyle bu ortam karakteristiklerini taşımaktadır. Pliyosen dönemine gelindiğinde, Istranca Masifi'nin aşınım sahası özelliği devam ederken, çalışma sahası sınırları içerisinde kalan Trakya Sedimanter Havzası parçasında, alüvyal yelpaze ortamında çökel birikimi devam etmiştir (Sakinç vd., 1999) (Şekil 1.7).



Şekil 1.7: Trakya Sedimanter Havzası'nın Geç Pliyosen Dönemi Paleocoğrafik Haritası (Sakinç vd. 1999'dan değiştirilerek).

Bu ortamın karakteristik çökellerini ise Trakya Formasyonu meydana getirmektedir. Trakya Formasyonu, tutturulmamış birimlerden müteşekkil matriks içindeki konglomeralar, moloz ve çamur akması süreçleri ile, kanallı konglomera ve kumtaşları ise seyelan suları ve akarsular tarafından biriktirilmiş gözükmektedir. Tüm bu süreçler, alüvyal yelpaze ortamının karakteristik süreçleridir.



Şekil 1.8: Çalışma Alanı'nın Jeoloji Haritası (Çağlayan ve Yurtseven, 1998 ve Perinçek, 1991'den Yararlanılarak Hazırlanmıştır).

Böylelikle, Trakya Formasyonu'nun, alüvyal yelpaze çökelleri olduğu savunulabilir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

1.3 Tektonik Özellikler

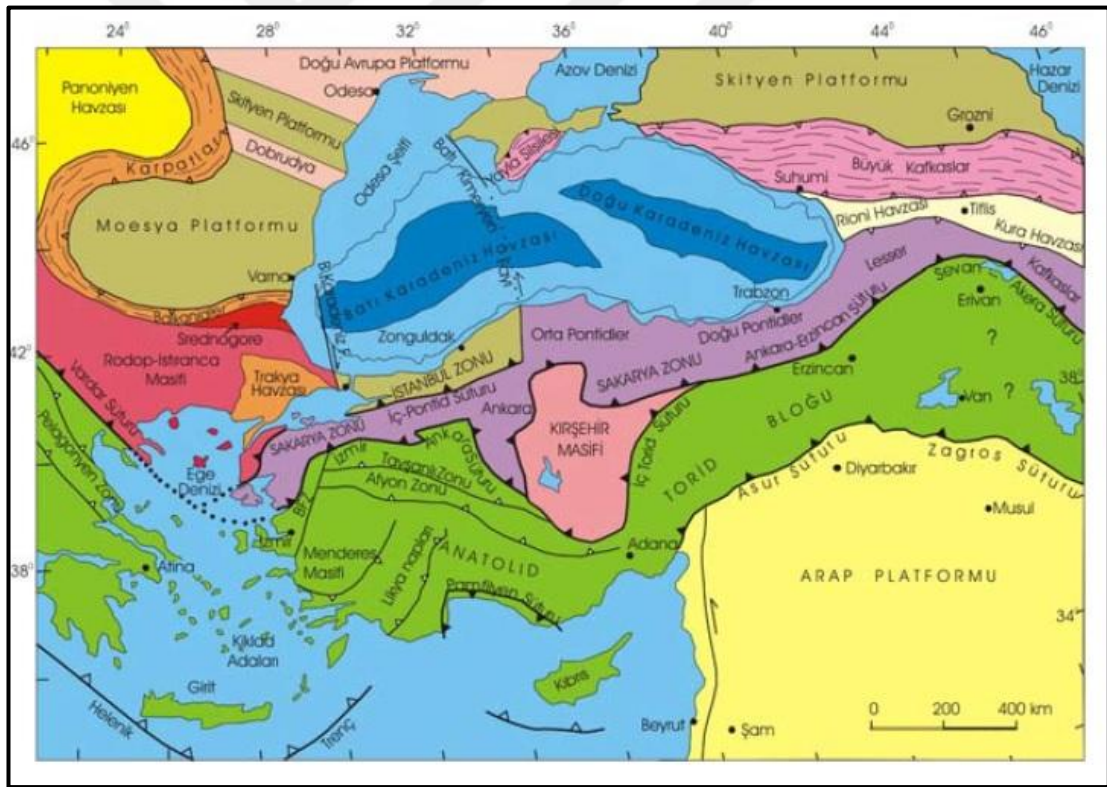
Çalışma alanında tektonik anlamda farklı özelliklere sahip iki ana alan ayırtlanabilmektedir. Bunlar, çalışma alanının kuzey kısmı boyunca kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanan Istranca Masifi ve bu masifin güney ve güneybatısındaki Trakya Sedimanter Havzası'dır. Bu iki genel alanın tektonizmadan etkilenme durumları ve deformasyonları birbirinden farklılaşmaktadır. Bu yüzden bu başlık altında bu iki birimin tektonik geçmişleriyle ilgili yapılmış çalışmalar, iki ayrı başlık altında ele alınarak derlenmiştir.

1.3.1 Istranca Masifi

Istranca Masifi genel olarak, Türkiye'nin kuzeybatı ucunda yer alır ve kuzeydoğudan karadeniz, güney ve güneybatıdan ise Trakya Sedimanter Havzası'nın çökelleri ile örtülmüştür.

Istranca Masifi, çok dönemli deforme olmuş ve derin şekilde aşınmış orojenik bir kuşaktır. İç yapısı Variscan (Hersinyen) ve Kimmeriyen Orojenez'lerinin etkisinden üst üste etkilenmiştir. Alp Orojenezinden ise, genel anlamda etkilenmediği savunulmaktadır (Catto vd., 2017). Kuzeyde Istranca Masifi, Doğu Srednogorie Genişlemeli Havzası'nın volkanik ve volkanoklastiklerinin üzerine bindirmelidir. Güneye doğru, Kalın Trakya havzasının kalın eosen-günümüz depoları uyumsuz olarak Istrancalar'ın metamorfiteğini örter. Kretase'de oluşmuş Batı Karadeniz Fayı (Okay vd., 1994) ise, masifin doğu sınırını teşkil eder (Catto vd., 2017). Istrancaların genel yapısı genel olarak magmatik olmayan, epikontinental havza ortamında çökelmiş Permien-Jura dönemine ait metasedimanter örtü ile üzerlenen ve Permien granitoidleri ile kesilmiş Paleozoik temel olarak yorumlanmıştır (Çağlayan ve Yurtsever 1998; Okay vd., 2001; Catto vd., 2017). Bu Paleozoik temelin prekambriyen dönemine ait olduğuna işaret eden çalışmalar da bulunmaktadır (Şahin vd., 2014; Natal'in vd., 2016).

Yaşlı tektonik geçmiş, kimmeriyen dönemi deformasyonun izleri nedeniyle detaylı olarak incelenemese de bazı çalışmalar, Geç Proterozoik-Erken Kambriyen döneminde masifi, Gondwana'nın kuzey kenarında konumlandıklarını (Yanev vd., 2006; Sunal vd., 2008; Şahin vd., 2014). Devoniyen'de Gondwana'dan ayrılan birkaç kıtasal blok, Avrasya'ya doğru kaydı (Stampfli ve Borel, 2002). Avrasya'nın güney kenarında bu blokların çarpışması ve birleşmeleri Orta-Geç Karbonifer'de meydana geldi ve Orta Avrupa Variscan Kuşağı'nın oluşmasına neden oldu. İstrancalar ise, bu kuşağın doğu uzantısı olarak kabul edildi (Okay vd., 2001; Catto vd., 2017). Permiyen'de, bu dalma-batma hareketleri ile ilişkili olarak magmatik yay karakterindeki bölgede Kırklareli Grubu plütonlarının oluşumu gerçekleşti (Okay vd., 2001; Sunal vd., 2006).



Şekil 1.9: Türkiye ve Çevresi'nin Tektonik Birlikleri (Okay ve Tüysüz, 1999'dan değiştirilerek).

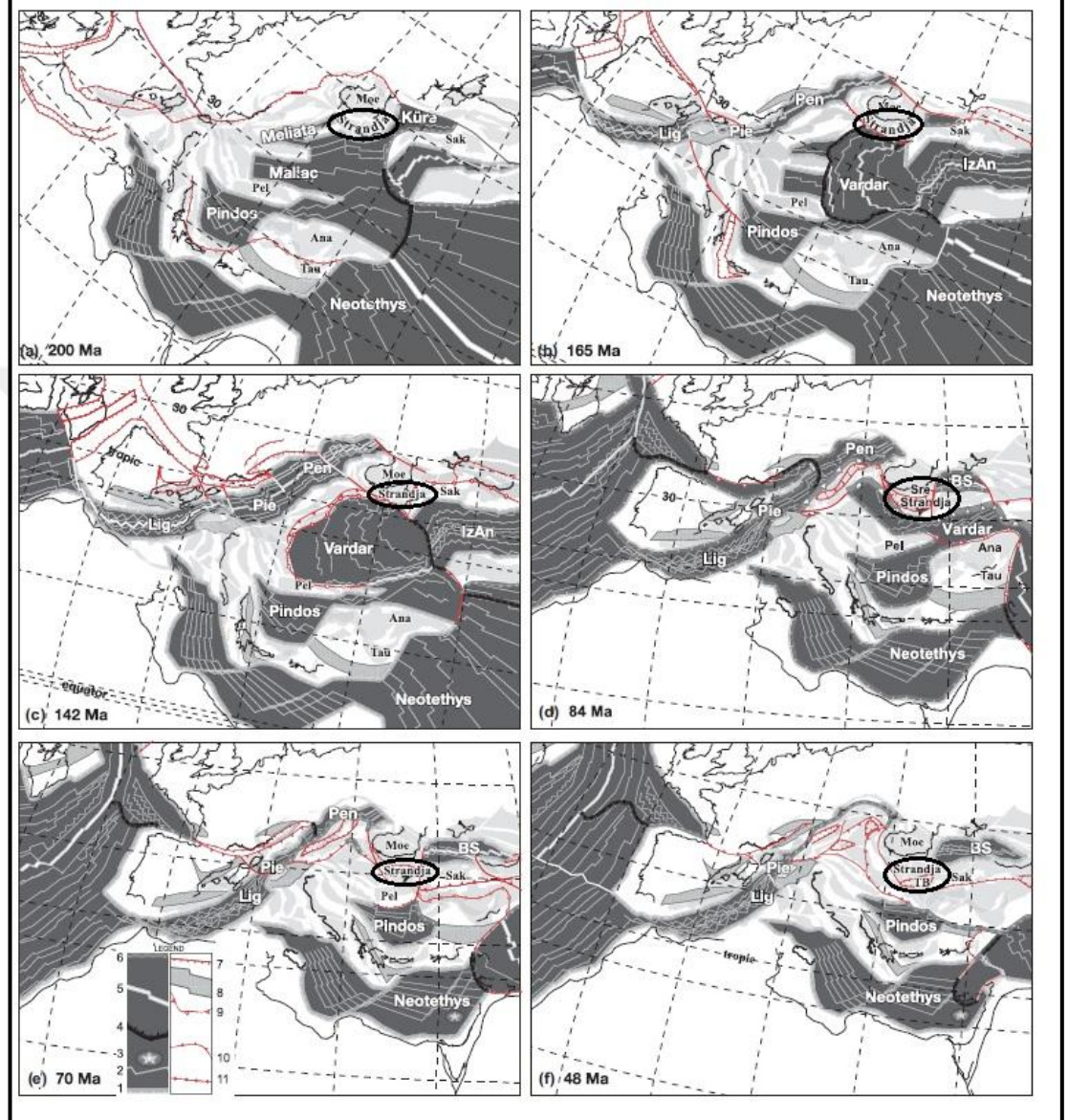
Bunu takiben, Geç Permian-Jura sedimanter birimleri ardalanmalı olarak Paleotetis'in kuzey kenarında variscan temel karmaşığı boyunca depolandı (Chatalov, 1990; Stampfli ve Hochard, 2009; Catto vd., 2017). Denizel sedimantasyon, Orta Jura (Bathonien)'ya kadar devam etti ve Geç Jura'da İzmir-

Ankara Okyanusu'nun güneyde devam eden açılımı ile Sakarya Zonu'nu kuzeye itmesi sonucunda kıta-kıta çarpışması ve kalın kabuklu (thick skinned) üst üste bindirme olayları ile birlikte sona erdi. Bunu takiben bölgesel metamorfizma, düşük amfibolit ve yeşilşist fasiyeslerinde etkili oldu. Bu metamorfizma derecesinin pik yaptığı sıcaklıklar güneyde 500, kuzeyde ise 400 santigrat dereceye kadar ulaştı (Okay vd., 2001). Napların kuzey yönlü olmaları ve Geç Jura-Erken Kretase yay gerisi magmatizmasının yokluğu, kıta-kıta çarpışmasını takip eden, Küre Okyanusal Kabuğu'nun Sakarya Kütlesi altına güneye doğru dalması olayına Rodop-Istranca kütlesinin de dahil olduğunu doğrulamaktadır (Catto vd., 2017). Üst Kretase döneminden itibaren ise bölge tümüyle karasallaşmıştır ve derin şekilde aşındırılmaya başlanmıştır ve Eosen'den itibaren Trakya Sedimanter Havzası birimleri çökelmeye başlamıştır (Çağlayan ve Yurtseven, 1998).

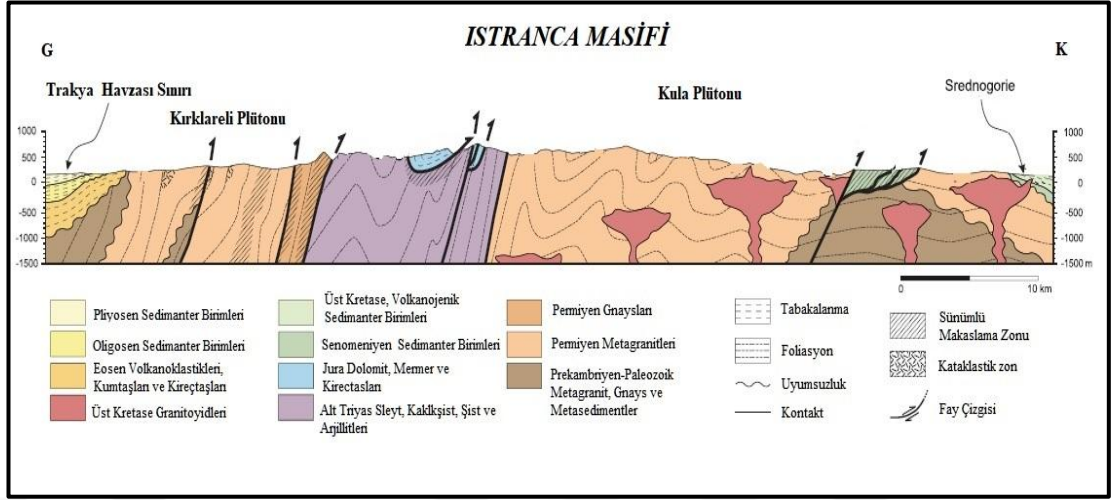
Tüm bu tektonik evreler, çalışma sahası sınırları içerisine giren Istranca Masifi'nin Türkiye sınırları içerisindeki kuzeybatı ucundaki formasyonların birbiri üzerine bindirmesine neden olmuştur. Öyle ki, Istranca Masifi'nin batı ve güneybatı kısmında metamorfik birimler kuzey ve kuzeydoğuya doğru bindirmiştir. Bu bindirmeler aynı zamanda fay düzlemleri boyunca kataklastik deformasyona ve masifin derin kısımlarında kıvrımlanmaya neden olmuştur. Bindirmeler, derin karakterde olmayıp sığdırlar ve ekaylı yapı görüntüsü sunmaktadırlar. Aynı zamanda allokton karakterli olmayıp, birimlerin kendi içerlerinde ötelenmeleriyle veya dokanak oluşturduğu formasyonların üzerine kısa mesafelerle bindirmeleriyle karakterize olmaktadır. Başka bir deyişle paraotokton karakterdedirler (Çağlayan ve Yurtseven, 1998). Çalışma alanı sınırları içerisinde bu bindirme fayları, özellikle Çömlekköy kuzeyi ve Çatma güneyi, Demirköy çevresi, Hanlıyenice güneybatısı ve Hacıdanişment güneybatısında yoğunlaşmıştır ve genel olarak Ayrılmamış Tekedere Grubu, Şeytandere Metagraniti ve Çatmaköy Karmaşığı birimlerinin birbiri üzerine bindirmelerini kapsamaktadır.

Bindirmelerin yanında, Istranca Masifi boyunca bazı normal faylar da görülmektedir. Bulgaristan sınırından başlayıp, Çatalca çevresine kadar kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu normal faylar, Paleozoyik temel deformasyonuna sebebiyet vermiştir (Çağlayan ve Yurtseven, 1998). Çalışma alanında bu faylar; Hamzabeyli çevresi ile Küçüköğünlü çevresi ve kuzeydoğusunda yoğunlaşmıştır. Bu faylar genel olarak

Hamzabeyli Graniti, Kocabayır Metakırıntılıları, Dolapdere Formasyonu, Şeytandere Metagraniti ve Ayrılmamış Tekedere Grubu birimlerini deforme etmiştir.



Şekil 1.10: Aynı zamanda Istranca Masifi'nin 200-48 Myö. Arası Konumunu Gösteren, Batı Tetis Bölgesi'nin Paleoyapısal-Paleoçevresel Rekonstrüksiyonu. Semboller: 1: Pasif Kenarlar; 2: Magmatik veya Sentetik Anomali; 3: Denizaltıdağı; 4: Okyanuslararası Dalma Batma; 5: Okyanus Ortası Sırtı; 6: Aktif Kenar; 7: Aktif Rift; 8: Pasif Rift; 9: Çarpışma Zonu; 10: Bindirme; 11: Sütür Zonu. Kullanılan Karakterler: Ana: Anatolidler; BS: Karadeniz; IzAn: İzmir-Ankara Okyanusu; Lig: Ligurya Okyanusu; Moe: Moesya; Pel: Pelagonya; Pen: Penninic; Pie: Piedmont; Sak: Sakarya; Sre: Srednegorie; Tau: Toros; TB: Trakya Havzası; Strandja: Istranca; Neotethys: Neotetis. Siyah Daireler, Istranca Masifi'nin lokasyonunu göstermektedir (Catto vd., 2017'den değiştirilerek).



Şekil 1.11: Istranca Masifi'nin Genelleştirilmiş Jeolojik Kesiti (Catto vd., 2017'den değiştirilerek)

1.3.2 Trakya Sedimanter Havzası

Trakya Sedimanter Havzası, Istranca Masifi'nden farklı olarak Eosen-Kuaterner dönemine ait sedimanter birimlere ev sahipliği yapmaktadır. Daha önce de bahsedildiği gibi bu birimlerin kalınlıkları havza merkezinde 9 km'ye kadar ulaşmaktadır. Havzanın tektonik evrimi ve oluşum mekanizması hakkında çeşitli görüşler öne sürülmüştür ve tartışmalar hala devam etmektedir. Bu görüşlerden ilki, havzanın Tersiyer'deki genişleme rejimiyle dağarası havza (intermontane basin) olarak oluşmaya başladığıdır (Keskin, 1974; Turgut ve Atalık, 1988; Yılmaz, 1988; Perinçek 1991; Turgut vd., 1991). Görür ve Okay, (1996) ise Trakya Sedimanter Havzası'nın yay önü (fore-arc) havza karakterinde olduğunu ve sıkışmalı tektonik rejim kontrolünde oluştuğunu savunmaktadırlar. Bu araştırmacılara göre; Geç Kretase-Paleosen'de İstanbul Zonu güneye ilerledi ve Sakarya Zonu ile çarpıştı. Bu kıtasal çarpışma o dönemde hala açık olan İntra-Pontid Okyanusu'nun doğu kısmının kapanmasına neden oldu. Okyanusun batı kısmı açık kaldı ve Eosen boyunca kuzeye doğru dalma-batma hareketi devam etti. Bu dalma-batma ile ilişkili sıkışma, Rodop-Pontid magmatik yayının oluşmasına neden oldu ve Istranca Zonu riftleşip genişlemeye başlayınca Trakya Havzası yay önü karakterinde açıldı. İntra-Pontid Okyanusu'nun kabuğu, Oligosen'e kadar yitirmeye devam etti ve tamamen kapandıktan sonra havzadaki tortullar deformasyona uğradı.

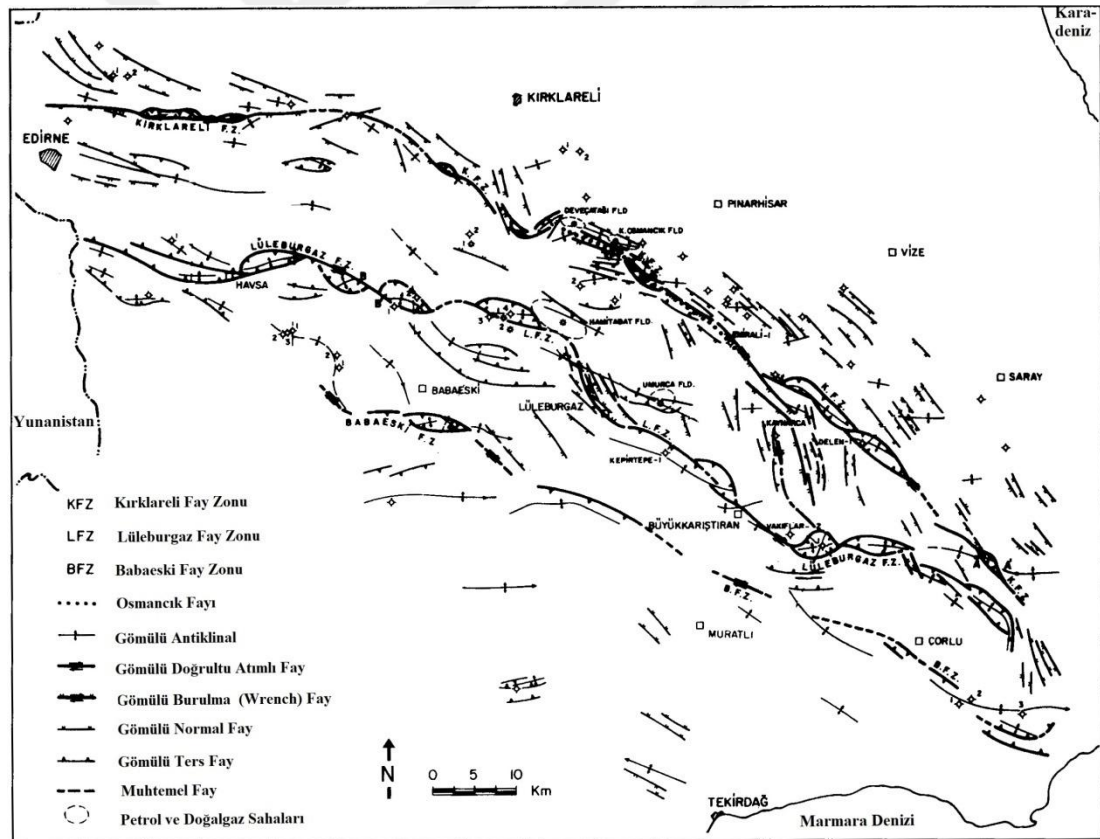
Trakya Sedimanter Havzası'nın oluşumunu, Batı Anadolu Genişlemeli Tektonik Rejimi ile de ilişkilendiren çalışmalar da bulunmaktadır. Burchfiel vd., (2008); Güney Bulgaristan, Makedonya, Doğu Arnavutluk, Kuzey Yunanistan ve Kuzeybatı Türkiye'yi içine alan bölgeyi Güney Balkanlar Senozoik Genişlemeli Sistemi olarak isimlendirmişlerdir. Bu bölgedeki genişleme rejimini, Paleojen'de ya da en azından Kretase'de Vardar Okyanusu'nun kapanımı ve bunu izleyen çarpışma sonrasındaki deformasyona atfetmektedirler. Batı Ege Genişlemeli Bölgesi ile bir bütün halinde olduğunu öne sürdükleri Güney Balkanlar Genişlemeli Sistemi'nin, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Geç Miyosen-Pliyosen'de oluşmasından sonra Batı Ege Genişlemeli Bölgesi'nden tektonik proses bakımından ayrıldığını öne sürmektedirler. Trakya Havzası'nın açılmasını da Geç Kretase-Erken Paleojen'de etkili olmuş bir genişleme rejimine bağlamaktadırlar.

Bunun yanında Kiliç vd. (2011), Trakya Havzası'nın Yunanistan ve Türkiye sınırları içerisindeki bölümlerinin, Orta-Geç Eosen'deki kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu genişleme tektonik rejimi kontrolünde gelişen sıyrılmaya faylı fay sistemi (supradetachment fault) etkisiyle açıldığını savunmaktadırlar.

Trakya Havzası'nın oluşumu hakkında birçok görüş öne sürülmüştür ve bunlardan başlıcalarına yukarıda kısaca değinilmiştir. Havzanın ev sahipliği yaptığı faylar da, havzanın tektonik evrimi kadar ilgi çekicidir. Bu kapsamda Trakya Havzası'nın genelinde özellikle Orta Miosen - Pliosen arası aktif olmuş ve havza birimlerinin tektonik deformasyonuna neden olmuş Trakya Fay Zonu büyük bir önem taşımaktadır.

Trakya Fay Zonu, seksenlerden itibaren Trakya Havzası'ndaki petrol ve doğalgaz aramaları için yoğunlaştırılan çalışmalar ile birlikte keşfedilmiş ve özellikle sismik kesitler ile tanımlanmıştır. Fay zonu; Pliosen'den önce, muhtemelen Geç Orta Miyosen döneminde meydana gelmiş ve aktifliğini Pliosen'de kaybetmiş sağ yanal atımlı bir fay zonudur. Bu fay zonu, Orta-Geç Miyosen'de oluşan Kuzey Anadolu Fay Hattı'nın batıya yayılan bir uzantısıdır ve genel olarak at kuyruğu (horsetail) deseni taşır. Bu fay zonu; çizgisel ve eksiksiz segmentlerle, sıkışan (restraining) ve serbestleşen (releasing) bölümlerle ve çiçek yapılarıyla karakterize olmaktadır. Bu

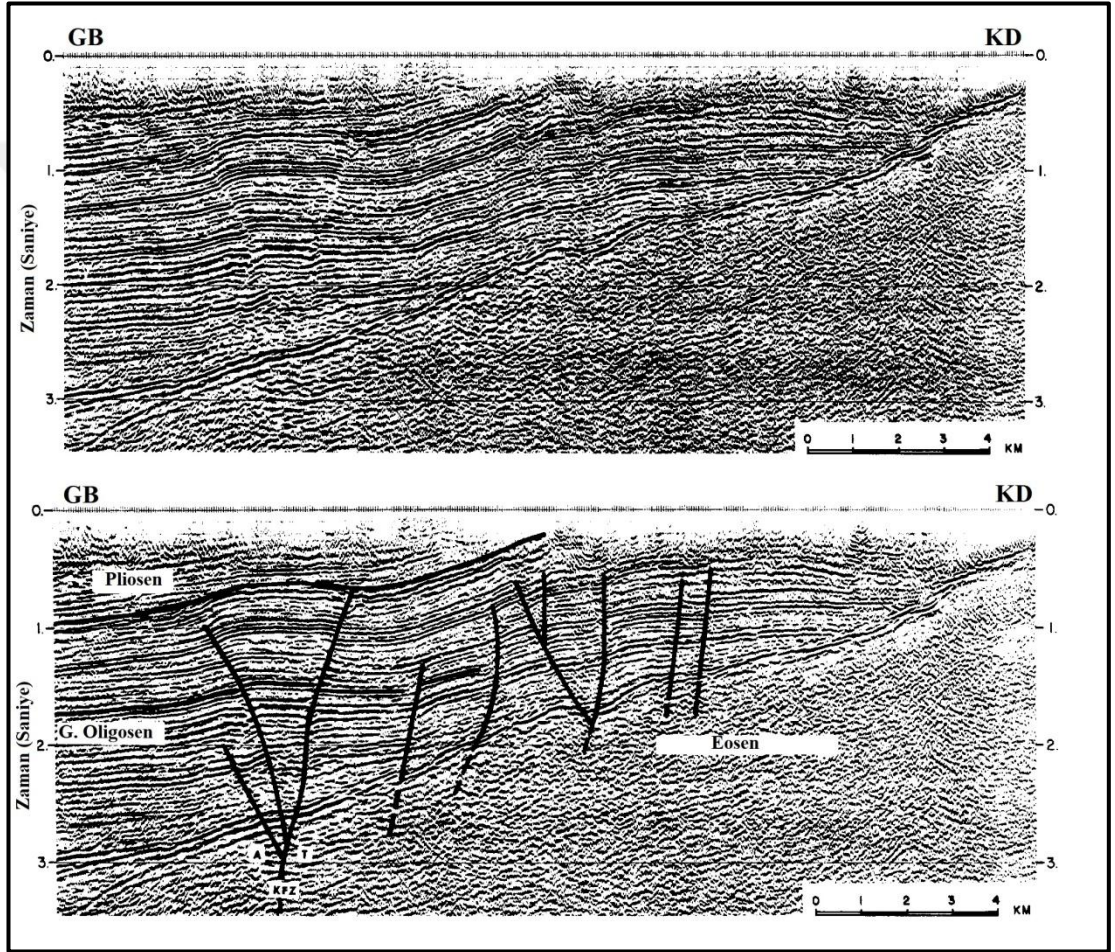
büklümlere bağlı olarak farklı kesimlerde en echelon kıvrımları, normal faylara bağlı çöküntü alanları gibi tektonik zonlar meydana gelmiştir. Tüm bu karakteristikleriyle Kuzey Anadolu Fay Zonu ile benzerlikler göstermektedir. Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun evrimi devam ettikçe, gerilme ve deformasyon fay zonunun orta kısmında karşılaşmaya başlanmış ve Trakya Fay Zonu inaktif hale gelmiştir. Bu fay zonu, kuzeyden güneye birbirine yarı paralel şekilde üç zona ayrılır: Kırklareli Fay Zonu, Lüleburgaz Fay Zonu ve Babaeski Fay Zonu (Perinçek, 1991) (Şekil 1.12). Bu çalışmada söz konusu olan araştırma sahasının sınırları içerisinde, bu tektonik birimlerden yalnızca Gömülü Kırklareli Fayı'na bağlı unsurlar girmektedir. Bu yüzden, Trakya Fay Zonu altında sadece Kırklareli Fay Zonu'nun detaylarına değinilecektir.



Şekil 1.12: Trakya Fay Zonu'nun Geç Orta Miyosen Yapıları (Perinçek, 1991'den değiştirilerek).

Kırklareli Fay Zonu'nun Türkiye sınırları içerisindeki unsurları; Perinçek, (1991) tarafından haritalanmıştır. Araştırma sahasının sınırları içerisine giren ve Kırklareli Fayı'nın batı uzantısı olarak nitelenen faylar, doğrultu atım bileşeni olmayan tipik

normal faylar olarak tanımlanmıştır. Çalışma alanın sınırlarını terk ettikten sonra bu fay zonu, Trakya Havzası'nın doğusuna doğru pozitif çiçek yapısı kazanmaktadır ve Marmara Denizi'nin tabanında Lüleburgaz ve Babaeski Fayları ile birleşmektedir (Perinçek, 1991). Kırklareli Fayı, aynı zamanda Istranca Masifi ve Trakya Sedimanter Havzası arasındaki morfolojik sınırı teşkil etmekte ve Istranca Masifi'nin tabanını kontrol etmektedir (Selim, 2013).

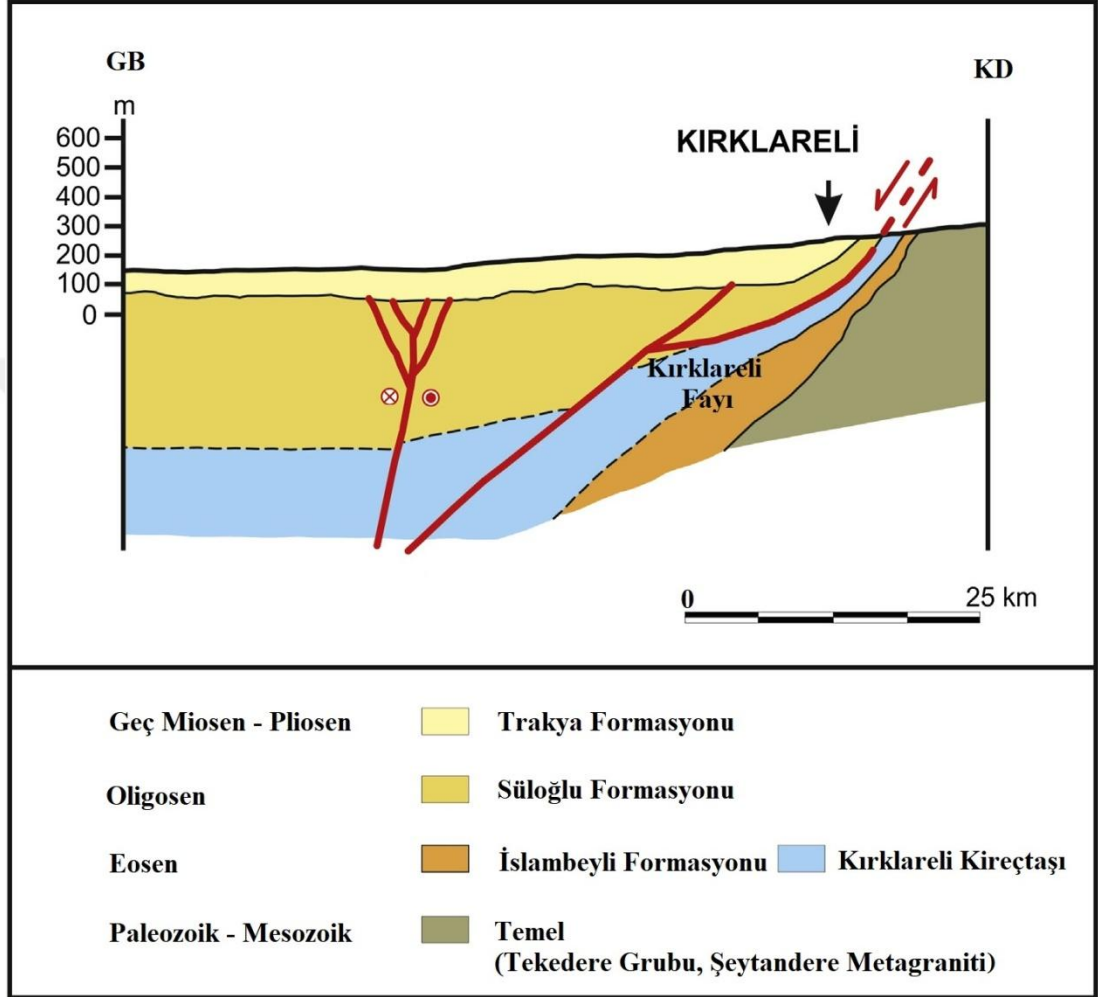


Şekil 1.13: Kırklareli Fay Zonu Boyunca Migrasyonlu Sismik Kesit (Üstteki) ve Perinçek (1991) tarafından yorumlanmış şekli (Alttaki), KFZ = Kırklareli Fay Zonu.

T = Gözlemciye Doğru Yer Değiştirme, A = Gözlemciden Uzağa Doğru Yer Değiştirme (Perinçek, 1991'den değiştirilerek).

Selim (2013), Kırklareli Belediyesi ve Devlet Su işleri'nin yaptıkları sondaj verilerini derleyerek, fayın normal fay karakterinde olduğunu ve güneye doğru 64°'lik eğim değerine sahip olduğunu belirtmiştir. Buna ek olarak fay zonuna, yıllık 0.1 mm. yer değiştirme hızı atfetmiştir. Aynı zamanda, Burchfiel vd. (2008)'in görüşlerini destekleyerek Kuzeybatı Trakya'da Orta Miosen'den itibaren genişlemeli

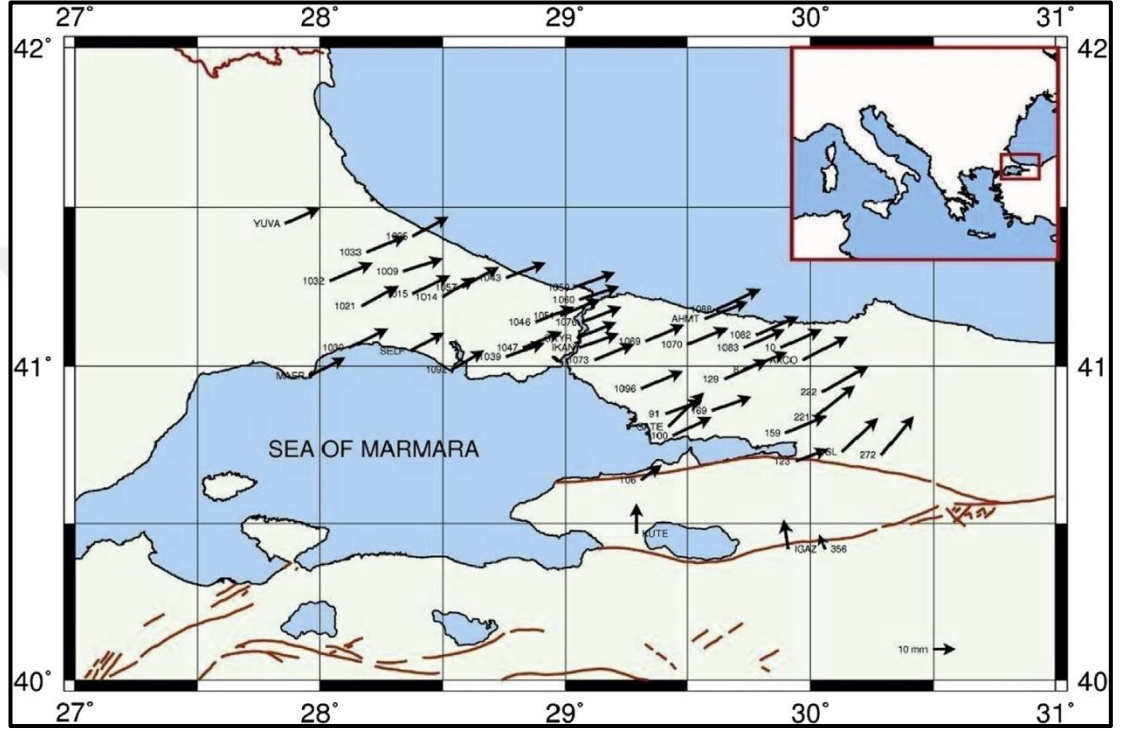
tektonik rejiminin hakim olduğunu ve Kırklareli Fayı'nın bu genişlemeli rejim sonucu oluştuğunu savunmaktadır.



Şekil 1.14: Kırklareli Fayı'nın Ergene Havzası'ndaki Tektonik Yapı Modeli (Selim, 2013'ten değiştirilerek).

Trakya Havzası'ndaki tektonik rejim ile ilgili bazı çalışmalar büyük önem taşımaktadır. Deniz ve Özener (2010); Kırklareli, Tekirdağ, Bursa, Bilecik ve Adapazarı'nı kapsayan bir alanda 1999-2006 arası gps ölçümleri yapmış ve kara parçalarının hangi yöne doğru hareket ettikleri ve deformasyonun hangi bölgelerde yoğunlaştığı ile ilgili bazı sonuçlara ulaşmışlardır. Buna göre; bu bölgelerde kuzey ve doğu yönlerine 6.5 cm ile 22.8 cm arasında ciddi hareketler ölçülmüş (Şekil 1.15). Böylece; Trakya'nın kuzeydoğuya kaçma eğiliminde olduğu sonucuna ulaşmışlar ve kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu genişleme rejimi görüşünü desteklemişlerdir.

Dimitriadis vd. (1998) ise, Rodop Masifi ve çevresindeki Tersiyer birimlerini kullanarak yaptıkları paleomanyetik çalışmalar sonucu bölgenin Oligosen’de 12°, Miosen ve sonrasında ise daha da fazla saat yönünde dönüş yaptığını savunmuşlardır. Bunu da Ege Genişlemeli Tektonik Bölgesi ile ilişkilendirmişlerdir.



Şekil 1.15: Trakya ve Marmara Denizi Doğu’su 1999-2006 Arası Yer Değiştirme Vektörleri (Deniz ve Özener, 2010).

Kaymakçı vd., (2007), Trakya Havzası’ndaki bazaltik lavları Ar40 ve Ar39 radyometrik tarihlendirme ve paleomanyetizma yöntemleri ile analiz etmişler ve bölgenin tektonik gelişimi konusunda bazı sonuçlara ulaşmışlar. Trakya’da ölçüm yapılan yerlerin, çok yüksek saat yönünde dönme hareketi (33-73 derece) gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu kapsamda Geç Miyosen’den günümüze Tekirdağ ile Ganos Fayı arasındaki alanın ortalama 60 derece, bu zon dışında kalan yakın alanların ise ortalama 30 derece civarında saat yönünde dönme hareketi gösterdiğini belirtmişlerdir.

Trakya Sedimanter Havzası’nın nasıl oluştuğu hakkındaki tartışmalar sürse de, Ardos (1995)’in de belirttiği gibi özellikle Trakya Sedimanter Havzası ile Istranca Masifi sınırını meydana getiren kenar fayları, çalışma alanında mevcut bulunan

monoklinal yapılı tabakaların oluşmasında başlıca rolü oynamışlardır. Öyle ki, Tersier'den beri havzada görülen sübsidansa bağlı olarak merkezi çöktükçe kenar kısımları kırılmış, bu kırılma sonucu buradaki tabakalar havza merkezine doğru çarpılmışlardır. Bu durum Trakya Sedimanter Havzası'nın güney sınırında da söz konusu olmakla birlikte, fayların meydana geldikten sonra sübsidans olayını hızlandırıcı etki yapmış oldukları da savunulabilir.

İKİNCİ BÖLÜM

GENEL JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER

Bu ana bölümde, çalışma sahasının genel jeomorfolojik özellikleri incelenmiştir. Bu kapsamda; bu bölüm Morfometrik Analizler ve Jeomorfolojik Özellikler olmak üzere iki ana bölüme ayrılmıştır. Morfometrik analizler, bölgenin yapısal özelliklerinin jeomorfolojik gelişim üzerindeki etkilerini ortaya koymada oldukça etkilidir. Bu kapsamda bu bölümün ilk başlığını morfometrik analizler meydana getirmektedir. Mevzu bahis analizler; Hipsometrik Eğri ve İntegral, SL İndeksi, Vf İndeksi, Yüzey Engelibelliği, Yüzey İndeksi, Drenaj Havzası Asimetrisi, Eğim Özellikleri, Bakı Özellikleri ve Çizgisellik Analizi olmak üzere dokuz alt bölümü içermektedir. Bu bölümün ikinci ana başlığı olan jeomorfolojik özellikler ise yapısal jeomorfoloji, flüvyal jeomorfoloji ve alüvyal jeomorfoloji alt başlıklarından oluşmaktadır. Çalışmanın amacı doğrultusunda yapısal jeomorfoloji bölümünün özellikle monoklinal yapı bölümü oldukça ayrıntılı incelenmiş olup, flüvyal ve alüvyal jeomorfoloji bölümlerinde nispeten daha genel özelliklerden bahsedilmiştir.

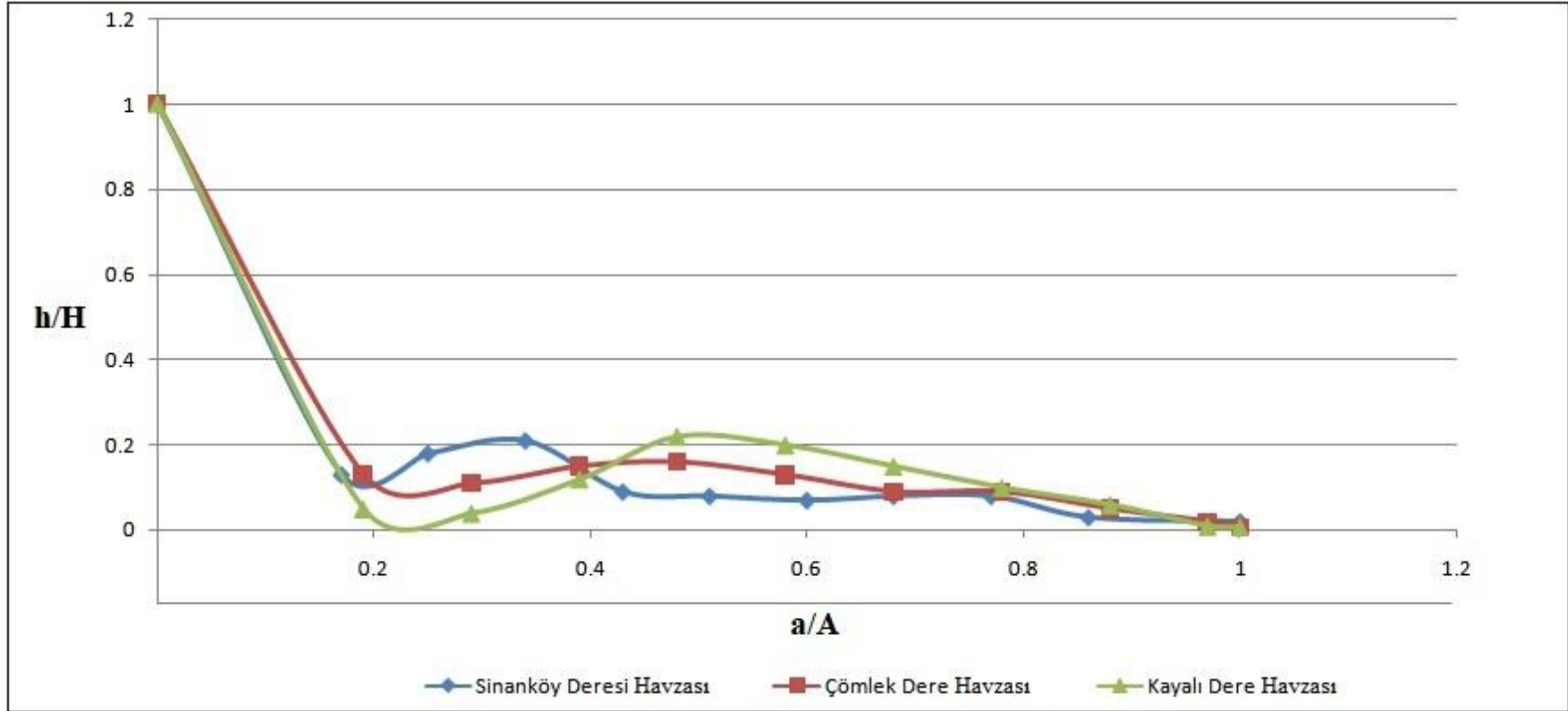
2.1 Morfometrik Analizler

Belirli bir arazi parçasının şekil özelliklerinin analitik yöntemlerle analiz edilmesi, morfometri kavramıyla temsil edilmektedir. Bu analizler, bir alandaki (örneğin bir akarsu havzası) farklı yerçekillerinin karşılaştırılması ve karakteristiklerinin belirlenmesi açısından jeomorfologlara avantaj sağlamaktadır. Morfometrik indisler, bu kapsamda jeomorfologlar tarafından yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu indisler, özellikle tektonik bazlı çalışmalarda daha kullanışlıdır çünkü geniş alanların hızlı bir

şekilde analiz edilebilmesini sağlar ve bu analizlerin yapılabilmesi için gerekli verilere nispeten kolay ulaşılabilmektedir (topoğrafya haritaları, hava fotoğrafları vb.) (Keller ve Pinter, 2002). Bu perspektifte mevcut çalışmada, araştırma sahasının morfometrik karakteristikleri, özellikle jeomorfoloji perspektifinde sonuçlar elde etmek amacıyla analiz edilmiştir. Bunun için; çalışma alanının eğim ve bakı özellikleri analiz edilmiş, buna ek olarak Hipsometrik Eğri, Hipsometrik İntegral, Akarsu Uzunluk-Gradyan İndeksi (SL İndeksi), Vadi Tabanı Genişliğinin Vadi Yüksekliğine Oranı (Vf İndeksi), Drenaj Havzası Asimetrisi (AF), Yüzey Engebeliliği (SR), Yüzey İndeksi (SI) ve Çizgisellik Analizi olmak üzere dokuz farklı morfometrik indis kullanılmış ve çalışma alanının jeomorfolojik özellikleri ile ilişkilendirilerek yorumlanmıştır.

2.1.1 Hipsometrik Eğri ve İntegral

Hipsometrik analizler, bir alandaki kara parçasının alansal dağılış miktarının yüksekliğe göre incelenmesini tanımlar (Strahler, 1952). Hipsometrik eğri, bir arazi parçasının maksimum yüksekliğe oranlanan çeşitli yükselti aralıklarında sahip olduğu değerlerin ve toplam alana oranlanan alansal değerlerinin, eğri oluşturacak şekilde birlikte gösterildiği bir grafikdir. Jeomorfoloji çalışmalarında özellikle akarsu havzalarının topoğrafik evrimleri hakkında bilgi sahibi olmak için yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada Hipsometrik Eğri değerleri, çalışma alanındaki üç büyük havza sınırları baz alınarak hesaplanmıştır. Hipsometrik eğri analizlerinin havza bazlı uygulandığında daha sağlıklı sonuçlar verdiği düşünülmektedir. Hipsometrik İntegral değerleri ise spesifik olarak bu üç havza için hesaplanmış ve bunun yanında çalışma alanının tümünü kapsayacak şekilde dağılış haritası elde edilmiştir. Böylece hipsometrik integral değerlerinin çalışma alanının jeomorfolojik özellikleri ile ilişkisinin daha efektif tartışılabileceği düşünülmektedir.



Şekil 2.1: Çalışma Alanı Ana Akarsu Havzaları'nın Hipsometrik Eğrileri

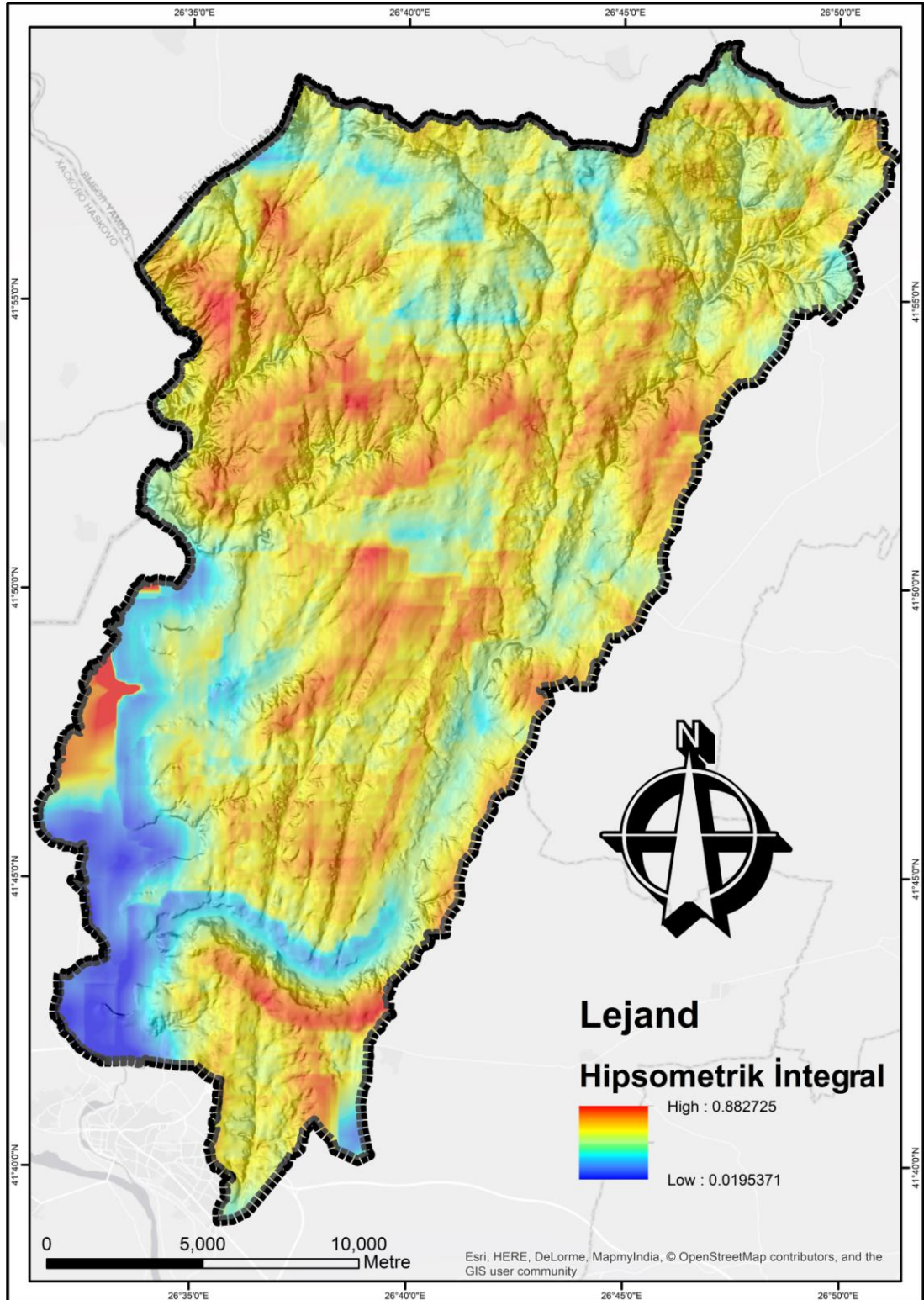
Bu kapsamda; çalışma alanındaki üç büyük havzanın hipsometrik eğrileri çıkarılmış, bu eğriler çıkarılırken rölatif yüksekliğin (h/H) rölatif alanla (a/A) birlikte grafiğe dökülmesi yöntemi kullanılmıştır. Eğrilerin genel karakterleri incelendiğinde, üç havzanın eğrisinin de içbükey karakter taşıdığı görülmektedir. Bu da havzaların olgunluk-yaşlılık safhası geçişinde olduğu anlamı taşımaktadır. Burada asıl önemli olan ve hemen dikkati çeken özellik, eğrilerin bazı kısımlarında anomalilerin olmasıdır. Çalışma alanının ana akarsu havzasını meydana getiren ve monoklinal yapı şekillerine ev sahipliği yapan Sinanköy Dere Havzası'nın 150-200 metre seviyelerinde hipsometrik eğrinin düşüş trendini bozarak yükseldiği göze çarpmaktadır. Bu, genel olarak Sinanköy civarında tektonik ve litolojik olarak farklı özelliklere sahip kuesta rölyefiyle, ve bu rölyefin topoğrafyada eğim değerleri birden yükselen yamaçları niteleyen kuesta cepheleriyle ve plato yüzeyi karakteri taşıyan kuesta sırtı gibi topoğrafik elemanlarla açıklanabilir. Çömlek Dere ve Kayalı Dere Havzaları'nın 250-300 metre seviyelerinde görülen benzer hipsometrik eğri anomalileri de yine havzaların o kısımlarında yapısal etmenlerin kontrol edici rollerinin güçlü olduğunu göstermektedir. Bu karakter, Vf indeksi ve S1 indeksi değerlerinde de oldukça açık bir şekilde görülmektedir. Bu olgu, hipsometrik integral değerlerinin dağılışı özelliklerine de açık bir şekilde yansımıştır.

Hipsometrik İntegral, referans alınan düz bir alan üzerinde kalan kara kütlelerinin hacminin dağılımı hakkında bilgi verir (Strahler, 1952). Bu integral, bir alan için aşağıda verilen Denklem (1) ile hesaplanabilmektedir (Pike ve Wilson, 1971).

$$HI = \frac{h_{ortalama} - h_{minimum}}{h_{maximum} - h_{minimum}} \quad (1)$$

1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarının cbs ortamında sayısallaştırılması ile elde edilen 10 metrelik sayısal yükselti modeli kullanılarak; Sinanköy Deresi Havzası, Kayalı Dere Havzası ve Çömlek Dere Havzası'nın hipsometrik integral değerleri hesaplanmıştır. Buna göre; Sinanköy Deresi Havzası'nın hipsometrik integral değeri 0.35, Çömlek Dere Havzası'nın hipsometrik integral değeri 0.40, Kayalı Dere Havzası'nın hipsometrik integral değeri ise 0.48 bulunmuştur. Bu değerler, çalışma sahasındaki akarsuların olgunluk safhasında olduğunu kanıtlamaktadır. Sinanköy

Dere Havzası'nın, diğer havzalara göre akarsular tarafından daha çok aşındırılmış olduğu ve Kayalı Dere Havzası ile Çömlek Dere Havzası'na göre yaşlılık safhasına daha fazla yakın olduğu savunulabilir. Buna ek olarak, çalışma alanının doğu kesiminin yaşlılık safhasına daha yakın olduğu, batı kesmine gidildikçe ise integral değerlerinin artması ile gençlik safhasına daha yaklaşıldığı sonuçlarına varılabilmektedir. Çalışma alanının en batı kesminde yer alan Kayalı Dere Havzası'nın hipsometrik integral değeri bunu kanıtlamaktadır. Çalışma alanındaki üç büyük havzanın spesifik hipsometrik integral değerlerinin yanında, tüm alan için hipsometrik integral değerleri de harita üzerinde gösterilmiştir (Şekil 2.2). Bu hesaplamalara göre çalışma alanındaki hipsometrik integral değerleri 0.01 ile 0.88 arasında değişmektedir. Bu kapsamda; monoklinal yapıları bölgelerde özellikle subsekant akarsuların gömülme oranlarının yüksek olduğu subsekant depresyonlarda hipsometrik integral değerlerinin düşük seviyelerde seyrettiği gözle çarpılmaktadır. Buna ek olarak kuesta cephelerinde özellikle obsekant akarsuların açtığı obsekant depresyonlarda ortalama-yüksek seviyelerde gözlenen hipsometrik integral değerleri, aynı zamanda kuesta cephelerinin yamaç süreçleri ile geriletildiği bir dinamik süreçler dizisine işaret etmektedir.



Şekil 2.2: Çalışma Alanı'nın Hipsometrik İntegral Değerleri

Bunun yanında, Tunca Nehri'nin akış yönüne göre sol yamacında gözlenen ani hipsometrik integral değeri değişimleri, burada aktif bir tektonik etkinin sürdüğü düşüncesini akla getirmektedir. Bu kısımdaki kuaterner taraçaları bu düşüncüyü desteklemektedir. Öyle ki, çalışmanın ilerleyen sayfalarında detaylıca değinilen yüzey indeksi ve yüzey engebелiliği analizleri sonuçları da bu hususta dikkat çekici çıkarımların yapılmasına olanak verici karakterdedir. Aynı zamanda Gömülü Kırklareli Fayı'nın etkisi ve litolojik çeşitlilik de göz önüne alınırsa, Istranca Masifi ile Trakya Sedimanter Havzası sınırında Lalapaşa, Hanlıyenice güneyi, Yünlüce, Çömlekköy, Sukacağı doğrultulu bir hat boyunca birden yükselen hipsometrik integral değerleri de dikkat çekilmeye değerdir. Bunun yanında, kuesta sırtlarının özellikle resekant depresyonlar tarafından şiddetli yarılmamış kısımları, akarsu vadileri arasındaki nispeten az yarılmış tepelik alanlar ve Istranca Masifi'nin Paleozoik metamorfik ve magmatik temel kayalarının tektonik deformasyonlardan nispeten az etkilenmiş kısımlarında hipsometrik integral değerlerinin yüksek çıktığı gözlenmektedir. Sonuç olarak, havza bazında incelendiğinde olgunluk-yaşlılık geçişinde olduğu savunulabilen ve akarsular tarafından şekillendirilen topoğrafyanın, kısa mesafelerde değişiklik gösterebilen yapısal özelliklerinden dolayı fihsakika çok daha karmaşık bir görünüm arz ettiği çıkarımı yapılabilir. Öyle ki, havza bazında topoğrafya genelinin durağan durum dengesinde olması beklenirken, daha büyük ölçekte kuesta cepheleri gibi dinamik denge durumu arz eden topoğrafik birimler, yapısal jeomorfoloji perspektifinde büyük önem taşımaktadır.

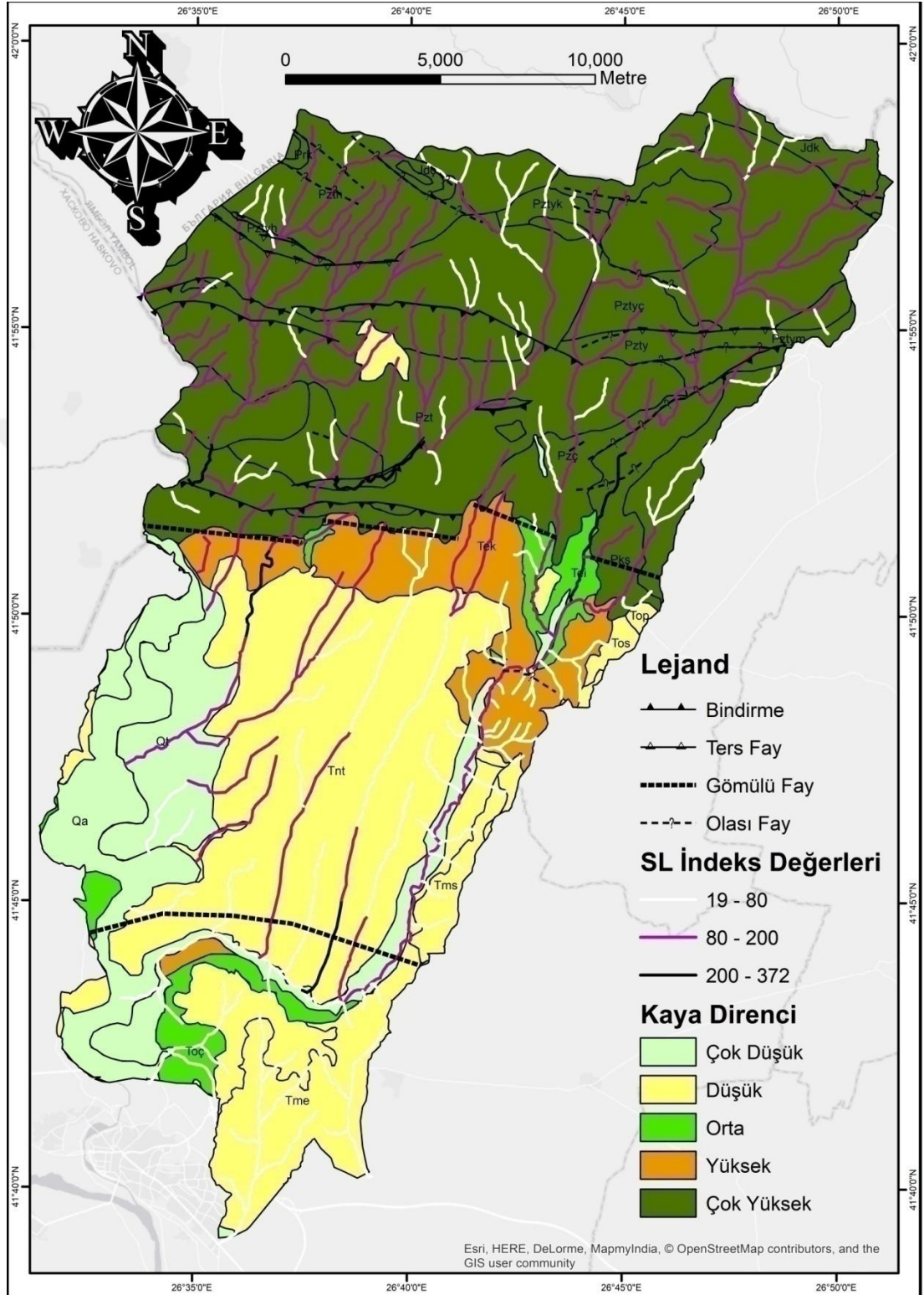
2.1.2 Akarsu Uzunluk - Gradyan İndeksi (SL İndeksi)

Bu indeks, akarsu kanalının istenilen bir bölümü için denklem (2) ile hesaplanabilmektedir (Keller ve Pinter, 2002).

$$SL = \left(\frac{\Delta H}{\Delta L} \right) \cdot L \quad (2)$$

Bu denklemde SL; akarsu uzunluk-gradyan indeksini tanımlarken, $\Delta H / \Delta L$ kanal eğimini, L ise hesaplanmak istenen kanal parçasından kaynak kısmındaki en yüksek noktaya kadar olan mesafeyi tanımlar. SL indeksi, akarsu akım gücüyle ilişkilidir. Bir akarsu kanalının belirli bir kısmında mevcut olan toplam akarsu gücü önemli bir

unsurdur çünkü bu unsur akarsunun yatağını aşındırma ve sediman taşıyabilme kabiliyetiyle doğrudan ilişkilidir. Bu kapsamda SL İndeksi, kanal eğimindeki değişikliklere çok duyarlıdır ve bu duyarlılık, akarsu kanalı ile tektonik aktivite, kaya direnci ve topoğrafya unsurları arasındaki ilişkinin değerlendirilebilmesini sağlar. Genel olarak şeyl, silttaşı, kiltası gibi nispeten dirençsiz kayaların bulunduğu alanlarda SL İndeksi değerleri düşük seyrederken, bu değerler metamorfik ve magmatik birimler gibi nispeten daha dirençli kayaların yayılış gösterdiği alanlarda büyük oranda yükselir. Arazi evrimi süresince, akarsu yatakları litolojik özelliklere çok hızlı uyduğundan, SL İndeksi'nin önemi daha da artmaktadır. Böylece belirli bir litolojik birim üzerinde beklenmeyen derecede yüksek SL İndeksi değerleri, tektonik aktiviteyi belirlemek için kullanılabilir. Bunun yanında beklenmeyecek derecede düşük SL İndeksi değerleri de tektonik aktiviteye işaret edebilir. Örneğin, bir alandaki metamorfik birimlerin makaslama etkisiyle yoğun deformasyonu sonucu, buradaki tektonik çizgiselliğe yerleşen akarsu bu birimleri daha kolay aşındıracak ve yatak eğimi de beklenenden daha düşük olacaktır (Keller ve Pinter, 2002). Bu kapsamda, çalışma alanınının genelini kapsayacak şekilde SL İndeksi değerleri hesaplanmış olup, haritalanmıştır. İndeks değerlerinin anlamını pekiştirebilmek için aynı zamanda sahadaki litolojik birimlerin güçleri ve dirençlilikleri de göz önüne alınmıştır. Bu dirençlilik sınıflaması yapılırken; Yıldırım (2014), Alipoor (2011) ve El Hamdouni (2008)'in çalışmalarında kullanılan değerler temel alınmıştır. Buradaki değerler; litolojik birimleri oluşturan unsurların çeşitlilikleri, kayaların homojenlik oranları, mevcut doğal çimento maddesi gibi özelliklerin kayaların sertlikleri ve dış etmenlere karşı dayanıklılıkları ile ilişkilendirilmesine dayanmaktadır. Buna göre; çalışma sahasındaki gnays, amfibolit, metagranit, şist gibi metamorfik birimler ve granitoidlerden müteşekkil Istranca Masifi birimlerinin dirençleri çok yüksek; resifal kireçtaşı ve dolomit türleri yüksek; kumlu-killi çakıltaşı birimleriyle karakterize olan Çakıl Formasyonu ile kumlu-killi kireçtaşı, marn, tuf ardalanmasını niteleyen İslambeyli Formasyonu orta; çakıl, kum, kil, silt, kumtaşı, gölsel kireçtaşı, kiltası, çamurtaşı gibi birimleri içeren Ergene Formasyonu, Trakya Formasyonu, Sinanlı Formasyonu ve Süloğlu Formasyonu düşük; Kuaterner Alüvyonları ise çok düşük olarak sınıflanmıştır. Çalışma alanındaki SL değerleri 20 ile 372 arasında değişmektedir.



Şekil 2.3: SL İndeksi Değerleri

Bulunan deęerler aktif tektonik çalıřmalarında genel olarak dūřuk olarak kabul edilebilir. Özellikle dūřuk dirençli litolojiler üzerinde bu deęerlerin oldukça dūřtuęu gözlenmektedir. Istranca Masifi'nin yūksel dirençli litolojilerinin üzerinde genel olarak orta deęerde seyrederken, tektonik deformasyonun ve kataklazma etkisinin yūkseldięi bazı bindirme alanlarında deęerlerin yūkseldięi grūlmektedir. Yine, zellikle Trakya Havzası kısmında Pliyosen birimleri içerisinde genelde dūřuk olan deęerlerin, birden pik yaptığı alanlara rastlanmaktadır. Bu alanların, aynı zamanda fayların grūldūęu alanlar olması bizde, tektonizmanın bu kısımlarda hala aktif olabileceęi dūřūncesini dūřūndūrmektedir. Buna ek olarak, monoklinal yapılı kısımlarda özellikle subsekant depresyonların orta-yūksel indeks deęerlerine sahip olması, tektonizmaya ve litolojik farklılıęın etkisine iřaret etmektedir.

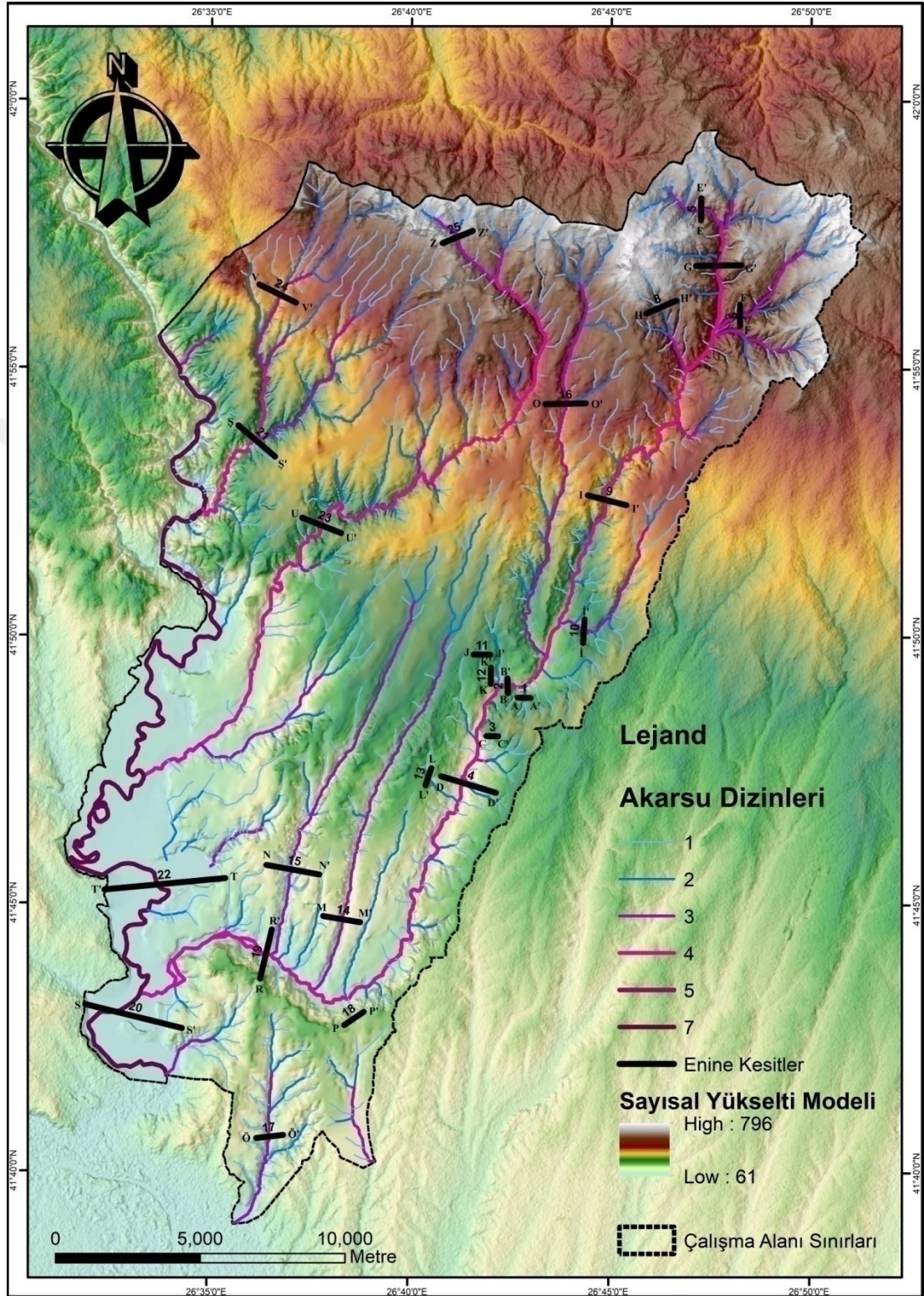
2.1.3 Vadi Tabanı Genişliğinin Vadi Yüksekliğine Oranı (Vf İndeksi)

Vadi Tabanı Genişliğinin Vadi Yüksekliğine Oranı İndeksi, tektoniğin yamaç üzerindeki etkileri konusunda fikir edinmek amacıyla kullanılmaktadır (Bull, 1977). Vadi tabanı genişlikleri; kayaların dirençliliklerinin azalması, havza alanının artması ve yükselme (uplift) oranlarının düşmesiyle birlikte artarken, vadi yükseklikleri ise yükselmenin kesilmesinden sonra geçen zaman içinde azalır (Bull, 1978). Bu indeks, özellikle Kuaterner taban seviyesi değişikliklerine de duyarlıdır çünkü vadi tabanının daralması akarsuların derine kazma faaliyetleri nedeniyle çok hızlı bir şekilde gelişir (Bull, 1978). Vadi tabanı genişlikleri; havza büyüklüğü, kaya türünün ayrışma ve aşınmaya dayanıklılığı, tektonik nedenlerle yükselme gibi etmenlerle genişleyip daralabilmektedir. Yüksek Vf değerleri genel olarak; düşük tektonik aktiviteye ve kolay erozyona uğrayabilen litolojik yapıya işaret ederken, düşük Vf değerleri ise yüksek tektonik aktiviteye ve aşınmaya karşı dirençli litolojik yapıya işaret eder (Bull, 2007). Böylece; akarsu vadi yamaçlarının işlenme farklılıkları, bölgenin yapısal özellikleri ve dolayısıyla jeomorfolojisi ile ilişkilendirilebilmektedir. Tüm bu özellikler, jeomorfoloji çalışmalarında bu indeksin önemini ciddi derecede arttırmaktadır. Bull, (1977)'ye göre indeks, Denklem (3) ile hesaplanabilmektedir.

$$Vf = \frac{2Vfw}{(Eld - Esc) + (Erd - Esc)} \quad (3)$$

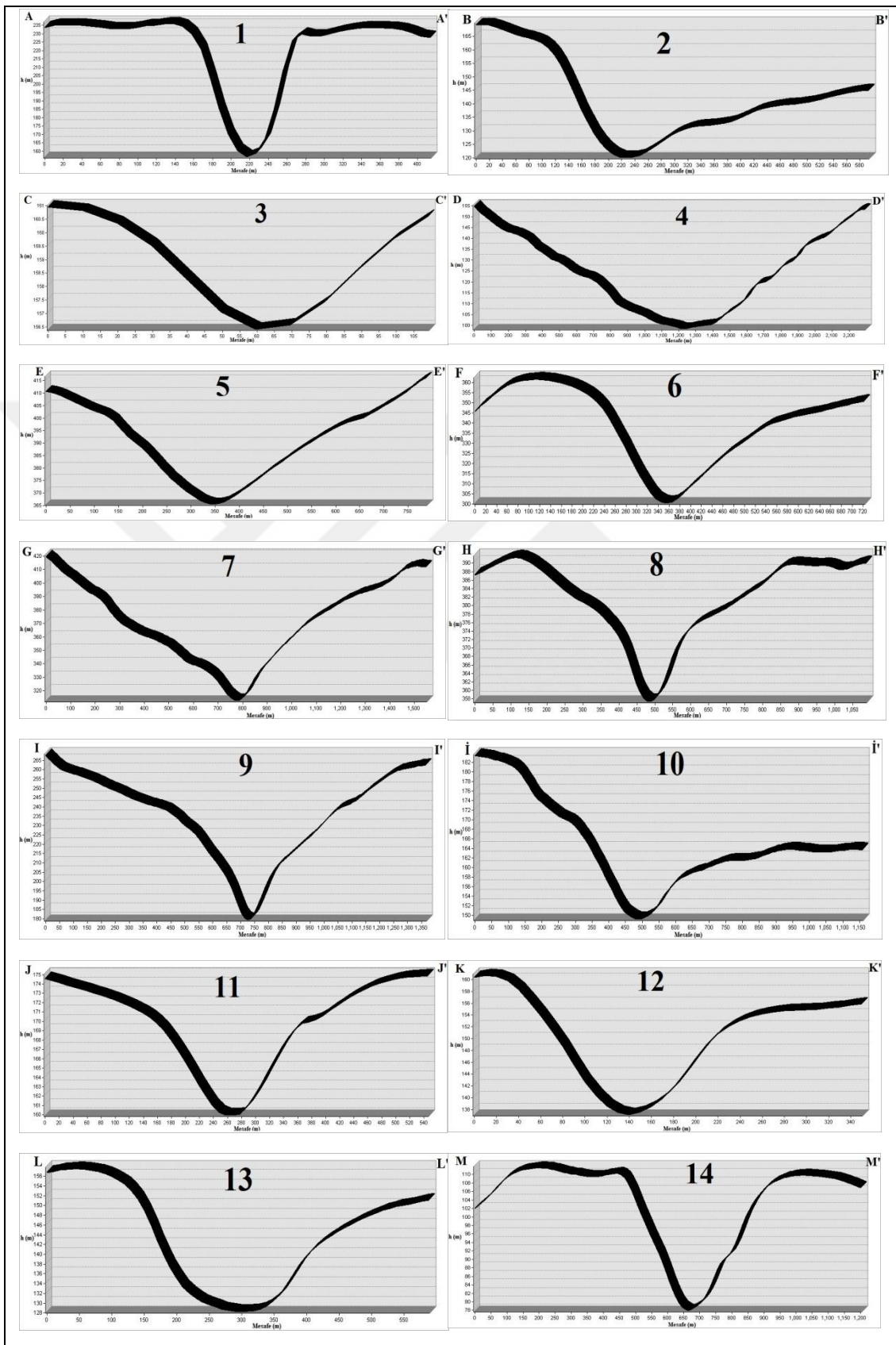
Bu denklemde Vf; vadi tabanı genişliği–vadi yüksekliği oranını ifade ederken, Vfw; vadi tabanı genişliğini, Eld; sol yamacın yüksekliğini, Erd; sağ yamacın yüksekliğini, Esc ise vadi tabanının yüksekliğini ifade eder.

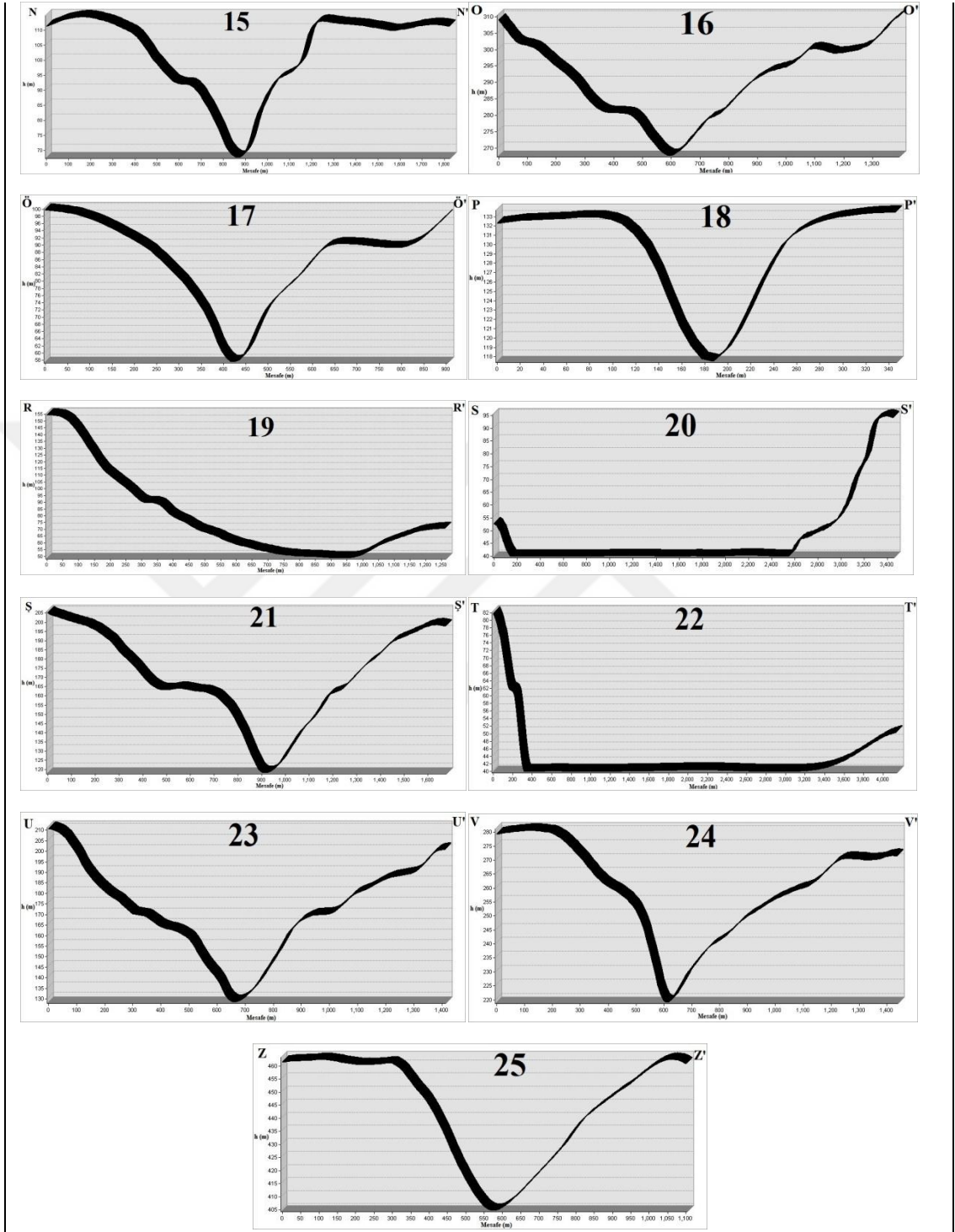
Çalışma sahasının tektonik evrimi ve hem litolojik hem tektonik farklı yapısal özellikleri dikkate alındığında, Vf indeksi değerlerinin önemi ve anlamı daha da artmaktadır. Bu kapsamda, akarsu vadilerinden toplam 25 adet enine kesit alınmış ve bu kesitlere Vf indeksi uygulanmıştır. Enine kesitleri alınan vadilerin konumları şekil 2.4' te, enine kesitler şekil 2.5 'te, Vf değerleri ise tablo 2.1'de verilmiştir.



Şekil 2.4: Enine Kesitlerin Alındığı Lokasyonlar

Çalışma alanındaki akarsu vadilerinden ölçülen Vf indeksi değerleri, 0.41 ile 96.8 arasında değişmektedir. Aslında değerlerin bu kadar geniş bir aralığa yayılmış olmalarından çalışma sahasındaki yapısal unsurların oldukça çeşitli özelliklere sahip oldukları çıkarımı yapılabilir. Değerlere göz atıldığında, düşük Vf değerlerinin genel olarak çalışma sahasının Istranca Masifi'ni kapsayan alanında yoğunlaştığı görülmektedir (Tablo 2.1; Kesit 5, 6, 7, 8, 9, 24, 25, 26). Bunda litolojik kontrolün önemi büyüktür. Tekedere Grubu ve Istranca Grubu olarak sınıflanan ve metamorfik-magmatik kayaların yayılış gösterdiği bu alanda vadiler genelde dik yamaçlı dar tabanlı bir yapı sergilemektedir. Gnays, şist, amfibolit, granit gibi birimlerin nispeten sert ve masif karakterli olmaları, ayrışma ve aşınma süreçlerine karşı dayanım eşiklerinin yüksek olması gibi özellikleri dolayısıyla vadi yamaçları çok hızlı işlenememekte ve çok çabuk yatıklaştırılmamaktadır. Ayrıca bu alanda etkili olmuş/olmaya devam eden sıkışmalı ve genişlemeli tektonik rejimlerin etkisiyle gelişen tektonik deformasyonlar, bu akarsuları zaman zaman etkilemiş, taban seviyelerinde değişikliklere neden olmuş ve akarsu vadi tabanlarının genişletilme süreçlerini kesintiye uğratmıştır. Istranca Masifi dışında, Trakya Sedimanter Havzası sınırları içerisinde özellikle monoklinal yapıli sahalarda obsekant ve resekant akarsuların açtığı vadilerde Vf değerleri düşük seviyede seyretmektedir (Tablo 2.1; Kesit 1, 3, 17, 18). Sinanköy çevresindeki obsekant ve resekant akarsuların vadileri, genel olarak Kırklareli Kireçtaşı birimlerinin üzerinde açılmıştır. Çalışmanın ilk bölümünde stratigrafik ve litolojik özelliklerde de bahsedildiği üzere bu birim çevresindeki İslambeyli Formasyonu, Süloğlu Formasyonu ve Trakya Formasyonu gibi birimlere göre daha sert ve dayanıklı özelliklere sahiptir. Çatlak yoğunluğu ve geçirimsizliği büyük bölümünde yüksektir ve bu da bu birimler üzerine düşen suyun, yüzeyde çok zaman geçiremeden yeraltına infiltrasyonuna neden olmakta, yani vadi tabanların genişletilmesinde ve yamaçların yatıklaştırılmasında olumsuz bir rol oynamaktadır. Aynı zamanda bu formasyon, özellikle Kırklareli Fayı'nın etkisiyle şiddetli tektonik deformasyona uğramış ve vadi yamaçlarını yatıklaştırma süreci sekteye uğramıştır. Yine Edirne kuzeyi, Hasanağa çevresindeki monoklinal yapıli alanda da Çakıl Formasyonu üzerinde açılmış obsekant ve resekant karakterli akarsuların vadileri de düşük Vf değerleriyle karakterize olmaktadır.





Şekil 2.5: Çalışma Alanındaki Vadilerin 25 Farklı Kısmından Alınan Enine Kesitler

Enine Kesitler	Vf İndeks Değerleri
1	0.55
2	6.93
3	1.81
4	6.12
5	0.7
6	0.76
7	0.57
8	1.25
9	0.41
10	2.28
11	1.63
12	2.75
13	3.7
14	1.71
15	1.14
16	1.02
17	1.11
18	1.05
19	5.21
20	68.57
21	0.8
22	96.8
23	1.06
24	0.49
25	1.09

Tablo 2.1: Vf İndeks Değerleri

Buna ek olarak, nispeten düşük dayanımlı çakıl, çamurtaşı, kil gibi birimlerden müteşekkil Trakya Formasyonu üzerinde akan akarsuların bazı kısımlarında da Vf değerleri düşük-ortalama çıkmıştır (Tablo 2.1; Kesit 14, 15). Vf değerlerinin yüksek olduğu alanların başında bekleneceği üzere Tunca Nehri çevresi gelmektedir. Çalışma alanının en büyük akarsuyunu meydana getiren Tunca Nehri, özellikle aşağı çığırında, taşkın ovası boyunca geçmişten günümüze yer değiştirerek yatağını oldukça genişletmiş, menderesli bir karakterde akmaktadır ve kanalı oldukça yüksek Vf değerlerine sahiptir (Tablo 2.1; Kesit 20, 22). Tunca Nehri dışında, monoklinal yapıli bölgelerde subsekant karakterli akarsu vadilerinde değerler orta-yüksek

bandında hesaplanmıştır (Tablo 2.1; Kesit 2, 10, 19). Buna ek olarak özellikle tektonik deformasyondan hiç etkilenmemiş veya çok az etkilenmiş, dayanıksız litolojiler üzerinde akan bazı konsekant akarsu vadilerinde de değerler orta-yüksek karakterlidir (Tablo 2.1; Kesit 4).

2.1.4 Drenaj Havzası Asimetrisi

Akarsu ağlarının geometrileri nicel ve nitel olmak üzere çeşitli yollarla ifade edilebilir. Eğer drenaj aktif tektonik etkiler altında gelişirse, bu etkilerin açıkça görüldüğü ayırt edici geometrik dokulara sahip olurlar. Drenaj havzası asimetrisi indeksi de akarsu havzalarının tektonik kökenli tiltlenmelerini ortaya çıkartabilmek amacıyla geliştirilmiştir (Keller ve Pinter, 2002). Bu kapsamda bu indeks Denklem (4) ile hesaplanabilmektedir.

$$(AF) = 100 \left(\frac{Ar}{At} \right) \quad (4)$$

Bu denklemde AF drenaj havzası asimetrisini temsil ederken, Ar; ana akarsu kanalının akış yönüne göre sağ tarafında kalan havza alanını (km²), At ise; havzanın toplam alanını (km²) ifade eder.

Tektonik perspektifte sabit koşullarda gelişen çoğu akarsu ağı için AF değeri genelde 50'ye eşit olurken, özellikle ana akarsu kanalının akış doğrultusuna dik gerçekleşen tiltlenmenin ortaya çıkarılmasında çok duyarlı olan AF, böyle bir durumda 50'den büyük oranda az veya çok çıkmaktadır (Keller ve Pinter, 2002).

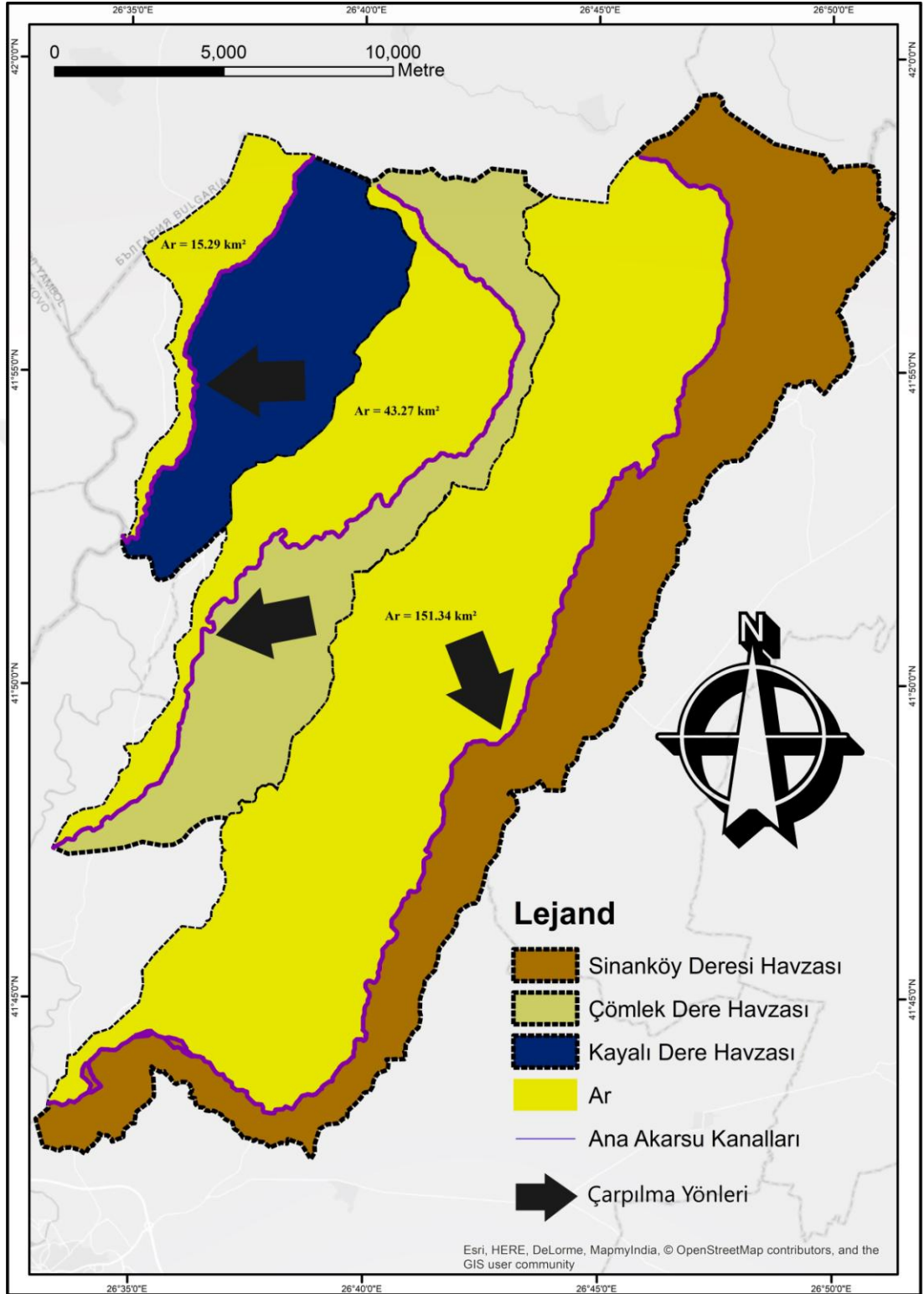
Drenaj havzası asimetrisi, çalışma alanındaki üç ana akarsu havzasına uygulanmış ve çıkan sonuçlar tablo 2.2 ile şekil 2.6'da verilmiştir. Buna göre; Sinanköy Dere Havzası'nın AF değeri 61.01 bulunmuştur ve bu değer, akış yönüne göre sol tarafa tiltlenmenin varlığını göstermektedir. Çömlek Dere Havzası ile Kayalı Dere Havzası'nın AF değerleri ise sırasıyla 44.26 ve 26.02 bulunmuştur. Böylece bu iki havzanın Sinanköy Dere Havzası'nın aksine akış yönlerine göre sağ tarafa tiltlenme gösterdikleri bulunmuştur.

Havza İsimleri	Ar (km²)	At (km²)	AF	Tiltlenme Yönleri
Sinanköy Dere Havzası	151.34	248.05	61.01	Akış Yönüne Göre Sol
Çömlek Dere Havzası	43.27	97.32	44.46	Akış Yönüne Göre Sağ
Kayalı Dere Havzası	15.29	58.75	26.02	Akış Yönüne Göre Sağ

Tablo 2.2: Çalışma Alanındaki Ana Akarsu Havzalarının AF İndeksi Değerleri ve Kullanılan Parametreler

Ayrıca Kayalı Dere'nin tiltlenme oranı Çömlek Dere'ye göre oldukça yüksek çıkmıştır. Böylece çalışma alanının batısına gidildikçe akarsu havzalarının tiltlenme oranlarının da arttığı savunulabilir.





Şekil 2.6: Çalışma Alanındaki Ana Akarsu Havzalarının Ar Değerleri ve Olası Çarpılma Yönleri

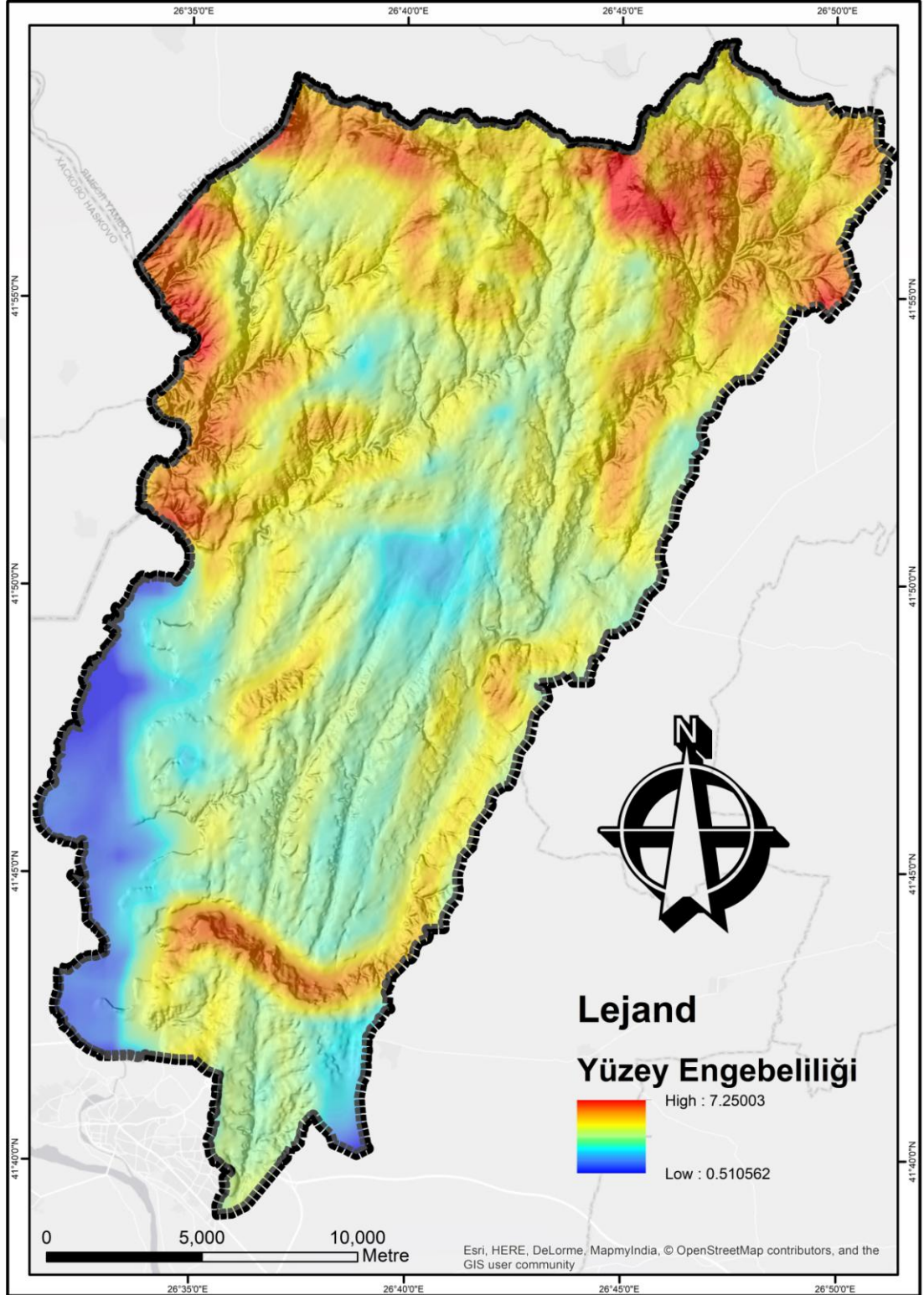
2.1.5 Yüzey Engebeliği

Yüzey Engebeliği, iki boyutlu düz bir yüzeyin belirli bir yükseltiye ve dolayısıyla eğime sahip üç boyutlu bir yüzeye oranını ifade eder. Yüzey Engebeliği'ni ölçmek için farklı yaklaşımlar mevcuttur. Bu çalışmada Andreani vd., (2014) tarafından kullanılan yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemle göre Denklem (5) ile yüzey engebeliği bulunabilir.

$$SR = \frac{TS}{FS} \quad (5)$$

Burada SR yüzey engebeliğini ifade ederken, TS analiz edilen topoğrafik yüzeyi ve FS düz ve yatay yüzeyleri ifade eder. Elde edilen değerlerden 1'e yakın değerler düz ve düze yakın alanlara karşılık gelirken, değer yükseldikçe yüzey düzlüğünü kaybeder ve akarsu aşındırma ve gömülme oranları arttıkça engebelik oranı da yükselir (Andreani vd., 2014).

Çalışma alanının yüzey engebeliği değerleri, 0.51 ile 7.25 arasında değişmektedir. Engebelik değerleri, özellikle monoklinal yapıları alanların kuesta cephelerinde maksimuma ulaşmaktadır. Bu kapsamda İslambeyli Formasyonu ile Kırklareli Kireçtaşı'nın mostra verdiği Sinanköy çevresinde ve Çakıl Formasyonu, Kırklareli Kireçtaşı ve Trakya Formasyonu'nun mostra verdiği Edirne kuzeyinde Hasanağa çevresinde yüzey engebeliği değerleri yapısal farklılaşmaya bağlı olarak birden artmaktadır. Bunun yanında, Istranca Masifi'nin özellikle metamorfik ve granitik temelini faylarla kesildiği alanlarda yüzey engebeliği değerleri pik yapmaktadır. Buna örnek olarak normal fayların yoğunlaştığı, nispeten dirençli litolojilerin bulunduğu; Şeytandere Metagraniti, Hamzabeyli Graniti ve Tekedere Grubu metamorfiklerinin yayılış gösterdiği Küçüköğünlü ve Hamzabeyli çevresi ile yine çok çeşitli metamorfik ve magmatik temel kayalarından müteşekkil ve bindirmelerin yoğun olarak görüldüğü Sukacağı, Hüseyinpinar, Uzunbayır çevresi verilebilir (Şekil 2.7). Yüzey engebeliği değerlerinin çok düşük değerlere ulaştığı alanların ise kolay aşınabilir dirençsiz kayaların bulunduğu alanlar ile nispeten tektonik deformasyondan az etkilenmiş alanlar olduğu savunulabilir.



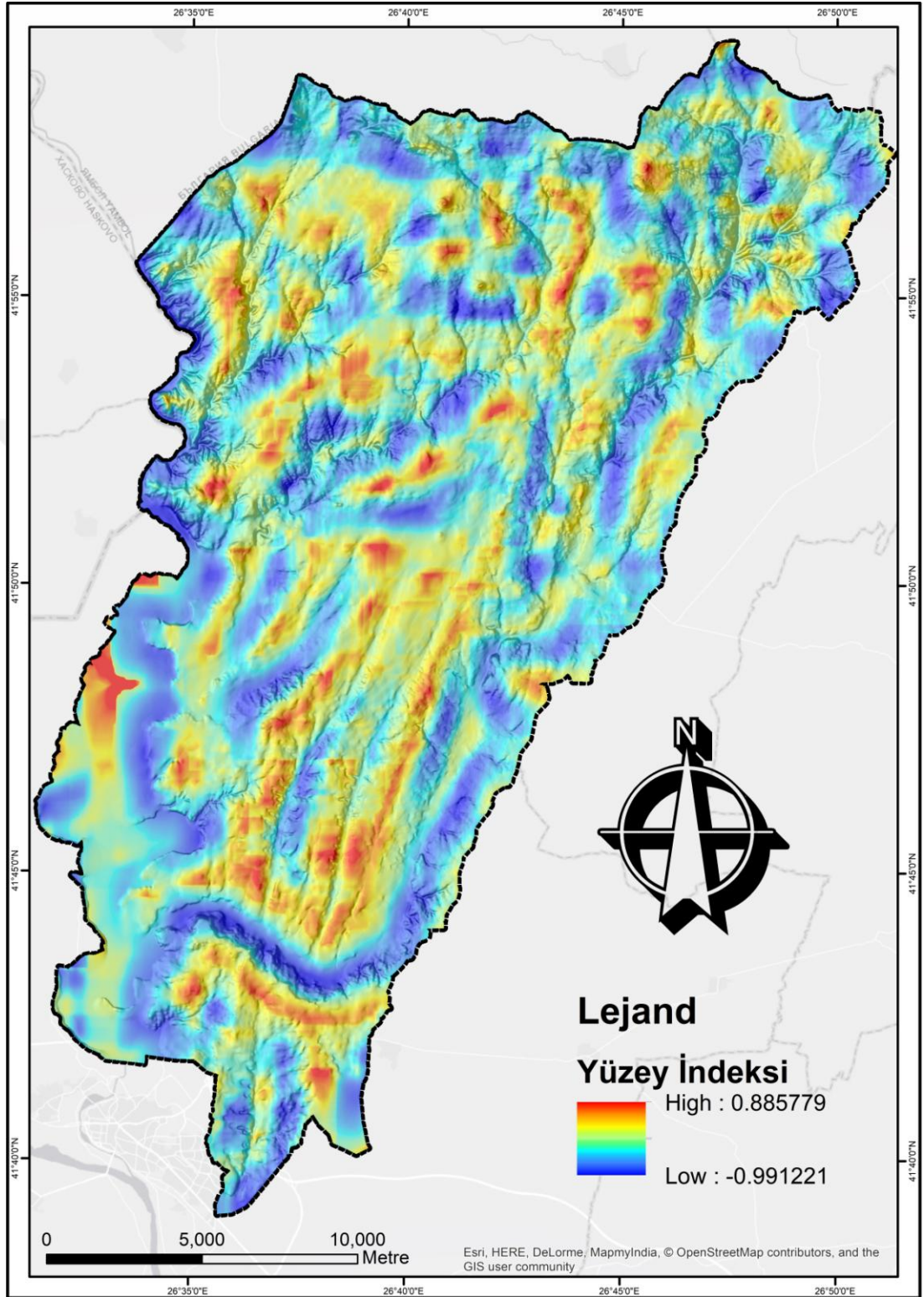
Bu alanlar Trakya Formasyonu, Ergene Formasyonu, Sinanlı Formasyonu, Kuaterner Alüvyonları gibi nispeten dirençsiz litolojik birimlerin yayılış gösterdiği alanlar olmaları bakımından önemlidir. Bu kapsamda konsekant akarsuların yaygın olduğu Çömlekpınar, Büyükdöllük, Korucu çevresi ile Tunca Nehri'nin içinde aktığı Sukacağı ile Edirne arasındaki taşkın ovası yüzey engebелiliği değerlerin minimum değerler ile karakterize olduğu ilksel alanlar olarak örnek gösterilebilir. Bunun yanında, Tunca Nehri'nin akış yönüne göre sol yamacında Hatıpköy ile Edirne arasında yayılış gösteren kuaterner taraçaları ile taşkın ovası geçişinde engebелilik değerlerinin birden değişmesi, gözden kaçırılmayacak derecede önem taşımaktadır.

2.1.6 Yüzey İndeksi

Yüzey indeksi, Andreani vd., (2014) tarafından ortaya konmuştur ve esas olarak hipsometrik integral, yüzey engebелiliği ve yükseklik faktörlerini temel alır. Bu morfometrik indis ile taban seviyesi değişiklikleri, litolojik farklılıklar, tektonik hareketler gibi etkilere tepki olarak yatağını derinleştiren akarsuların gömülme dereceleri hakkında fikir sahibi olunabilmektedir. Aynı zamanda inceleme alanındaki arazilerin denge durumları hakkında bize bilgi verir. Andreani vd., (2014)' e göre bir alanın yüzey indeksi Denklem (6) ile hesaplanabilmektedir.

$$SI = \left(\frac{HI - HI_{min}}{HI_{max} - HI_{min}} \right) \times \left(\frac{h - h_{min}}{h_{max} - h_{min}} \right) - \left(\frac{SR - SR_{min}}{SR_{max} - SR_{min}} \right) \quad (6)$$

Burada SI yüzey indeksini temsil ederken HI, h ve SR sırasıyla hipsometrik integral, yükseklik ve yüzey engebелiliğini ifade eder. Pozitif SI değerleri genel olarak gömülmenin düşük olduğu alanları ifade ederken, negatif SI değerleri gömülmenin yüksek olduğu ve yüksek SR değerlerinin görüldüğü bölgeleri yansıtır Yüzey indeksinin yorumlanması, hipsometrik integral ile yüzey engebелiliği değerleri ile birlikte değerlendirildiğinde daha anlamlı hale gelmektedir. Öyle ki, pozitif yüzey indeksi değerlerinin görüldüğü alanlar aynı zamanda yüksek hipsometrik integral değerleri ve düşük yüzey engebелiliği değerleri ile karakterize olurken, negatif yüzey indeksi değerlerinin görüldüğü alanlar, düşük hipsometrik integral değerleri ve yüksek yüzey engebелiliği değerleri ile karakterize olur (Andreani vd., 2014).



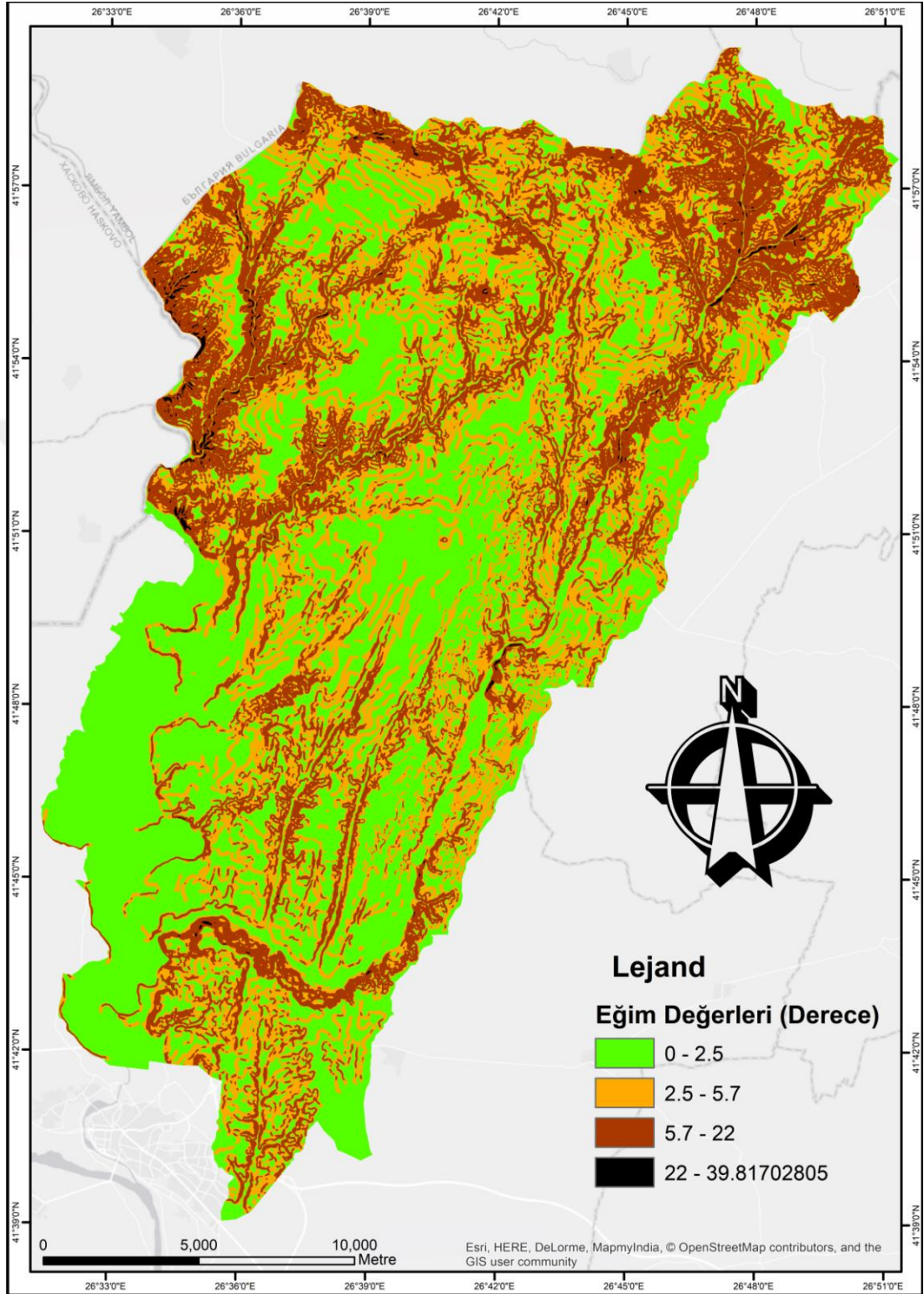
Şekil 2.8: Çalışma Alanı'nın Yüzey İndeksi Değerleri

Çalışma alanının yüzey indeksi değerleri, -0.99 ile 0.88 arasında değişmektedir. Yüzey indeksinin negatif olduğu alanların başında, aynı zamanda yüksek yüzey engebeliliği değerlerinin de görüldüğü monoklinal yapıları alanlar gelmektedir. Sinanköy Deresi'nin gömülme değerlerinin yüksek olduğu subsekant depresyonlar ile Sinanköy Deresi'nin doğal eğim yönünün tersine akan alt kolları olan obsekant akarsuların açtığı obsekant depresyonlarda, yüzey indeksi değerleri çok düşüktür. Yine kuesta sırtı üzerindeki resekant depresyonlarda, özellikle litolojik geçişin söz konusu olduğu kısımlarda yüzey indeksi değerleri negatiftir. Bu kapsamda özellikle Sinanköy çevresinde ve Hasanağa çevresinde görülen monoklinal rölyef, gömülmenin en yüksek olduğu kısımların başında gelmektedir. Bunun yanında, Istranca Masifi üzerinde, temel faylarla kesildiği ve tektonik deformasyonun söz konusu olduğu alanlarda, özellikle akarsuların "V" şekilli dar ve derin tabanlı, dik yamaçlı akarsu vadileri kazdığı kısımlarda yüzey indeksi değerleri negatiftir. Aslında Istranca Masifi'nin metamorfik ve magmatik birimleri üzerinde akan akarsuların gömülme oranlarının nispeten yüksek olması normal karşılanabilir, bununla birlikte tektonik hareketlerin, bu gömülme oranlarını artırıcı rol oynadığı savunulabilir. Bu kapsamda; özellikle Orta Miyosen-Pliyosen zaman aralığında aktif olan, Istranca Masifi ile Trakya Sedimanter Havzası'nı sınırlayan ve günümüzde gömülü karakterde bulunan Kırklareli Fayı'nın; Lalapaşa, Sinanköy, Yünlüce, Sukacağı doğrultulu bir hatta yüzey indeksi değerlerinin birden azalmasında rol oynadığı görülmektedir. Yine Büyüköğünlü ve Menekşesofular çevresinde yüzey indeksi değerlerinin birden azalması, Kırklareli Fayı'nın bir kolunun bu kısımdan geçmesine bağlanabilir. Öyle ki, bu alanda ani litolojik değişimlerden de söz edilememektedir. Hasanağa çevresindeki düşük yüzey indeksi değerleri daha çok dayanımı farklı litolojik birimlere bağlanabilirken; Hamzabeyli günyebatısındaki, Çatmaköy yakınlarındaki, Demirköy civarındaki ve Lalapaşa kuzeybatısındaki ani düşüşler, bindirmelere bağlı deformasyonlara yorulabilir. Bunun yanında Küçüköğünlü çevresinde ve Hamzabeyli çevresindeki ani düşüşler normal faylarla ve ani litolojik değişimlerle ilişkilidir. Tunca Nehri'nin akış yönüne göre sol yamacında birden düşen yüzey indeksi değerleri ise, taraçaları yaratan gömülmeye neden olan tektonik deformasyonun varlığına işaret etmektedir. Kuesta sırtlarının nispeten daha az aşındırılmış kısımları, Tunca Nehri'nin düz taşkın ovası, tektonik deformasyondan

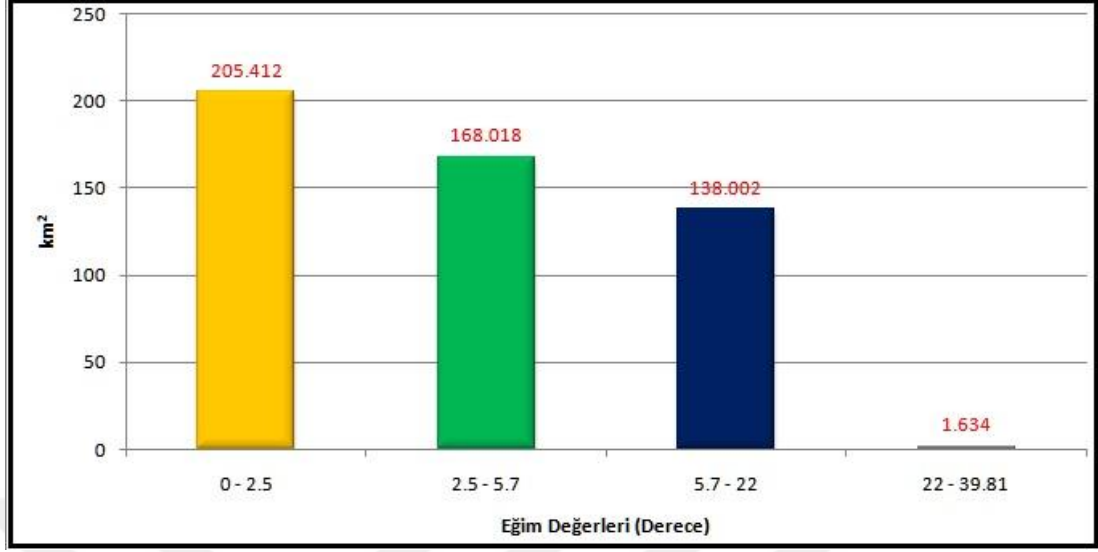
çok az etkilenmiş ve dirençsiz litolojiye sahip alanlar, nispeten daha düz alanlarda akan konsekant akarsuların vadilerinin arasında bulunan nispeten daha az engebeli tepelik alanlar, tektonik hareketler sonucu nispeten alçakta kalmış ve birikim alanları haline gelmiş sahalar ise yüzey indeksi değerlerinin pozitif olduğu alanlar olarak örneklenebilir.

2.1.7 Eğim Özellikleri

Eğim değerlerinin ölçülmesi, yamaç karakteristiklerinin belirlenmesi ve bunun haritalarda çizilmesi, düz ve düze yakın yüzeyler ile dik yüzeylerin belirlenmesi ve eğim farklılaşmalarının tespit edilmesi amacıyla yapılır (Erol, 1993). Böylece bir alanda yapılacak eğim analizleri ile topoğrafyanın geçmişten günümüze geçirdiği yapısal ve bununla ilişki jeomorfolojik evrim hakkında bilgi sahibi olunabilir. Ayrıca farklı yapısal unsurların bulunduğu bölgelerde gelişen farklı eğim dereceleri bize, farklılaşan jeomorfolojik unsurları ve akarsuların farklılaşan faaliyetleri ile yataklarına gömülme oranları hakkında fikir sahibi olma imkanı da sağlar. Bu kapsamda, çalışma alanının tümüne eğim analizi uygulanmış ve çıkan sonuçlar haritalanmıştır. Buna göre çalışma alanındaki eğim değerleri 0 ile 39 derece arasında değişmektedir. Eğim değerlerinin sınıflaması; Erol (1993) tarafından önerilen, farklı karakterdeki yüzeylerin ve buna bağlı farklılaşan jeomorfolojik birimlerin ayırımına olanak sağlayan metod benimsenerek yapılmıştır. Erol (1993) tarafından öne sürülen ve morfolojiyle eğim değerlerinin arasındaki ilişkiyi gösteren sınıfa göre; 2.5 dereceye kadar olan yerler düzlük ve dalgalı düzlük alanlara karşılık gelirken, 2.5-5.7 derece eğime sahip alanlar az eğimli yamaçlara, 5.7-22 derece arasında eğime sahip alanlar dik yamaçlara ve 22 derece üstü eğime sahip alanlar çok dik yamaçlara karşılık gelmektedir. Çalışma alanında, 0 - 2.5 eğim değerine sahip düzlük ve dalgalı düzlük alanlar yaklaşık 205 km² alan kaplarken, 2.5 - 5.7 eğim değerine sahip az eğimli yamaçlar yaklaşık 168 km², 5.7 - 22 eğim değerinde sahip dik yamaçlı alanlar yaklaşık 138 km², 22 ve üstü eğim değerine sahip çok dik yamaçlar ise yaklaşık 1.60 km² alan kaplamaktadır.



Şekil 2.9: Çalışma Alanı'nın Eğim Değerleri



Şekil 2.10: Çalışma Alanı'nın Eğim Değerleri'nin Alansal Dağılım Özellikleri

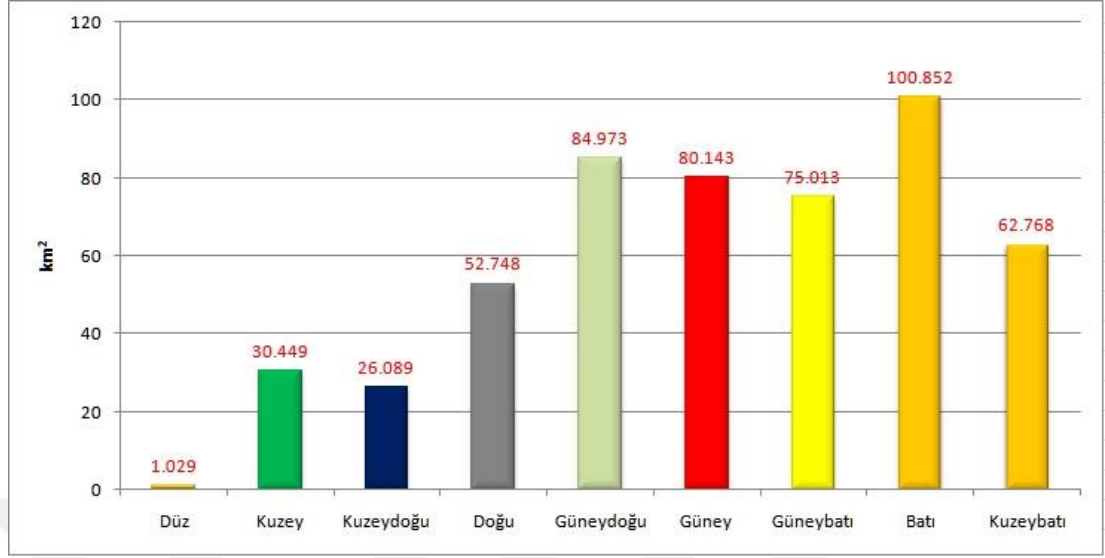
Trakya Sedimanter Havzası'nın güneybatıya hafif eğimli dalgalı düzlükleri en az eğim değerine sahip sınıfa atfedilebilirken, bu düzlüklerin içinde akan ve tektonizma ile litolojik farklılıktan nispeten daha az etkilenmiş vadilerin yamaçları ile Istranca Masifi üzerinde, vadilerin derin yardığı kısımlar ile bu vadilerin arasındaki plato yüzeyi geçişlerinin az eğimli yamaçlar grubuna dahil olduğunu söyleyebiliriz. Dik yamaçlı yüzeylerin ise genel olarak; kuesta cephelerinden ve tektonizmadan orta düzeyde etkilenmiş, nispeten dirençli litolojiler üzerinde akan akarsu vadilerinin yamaçlarından müteşekkil olduğu savunulabilir.

2.1.8 Bakı Özellikleri

Bir yüzeyin konumsal yöneliminin açı cinsinden ifadesine bakı adı verilir (Turoğlu 2016). Bakı, jeomorfoloji çalışmalarında büyük önem arz eden bir unsurdur. Bakı analizi sonucu dört ana yön, dört ara yön ve düz alanlar olmak üzere 9 ana sınıf belirlenir. Çalışılan alanın kıvrımlı, faylı, monoklinal, domlu vb. yapıda olması, bu yapıya bağlı gelişen topoğrafyanın bakı özelliklerini oldukça etkilemektedir. Bu yapılar üzerinde gelişen çeşitli drenaj sistemlerinin de bakıyla etkileşimleri önem taşır. Örneğin; paralel drenaj sisteminin havzasında bakı elemanlarının alansal dağılımları incelendiğinde, belirli yönlere bakan alanların çok daha fazla alan kapladıkları göze çarpar. Buna karşın dandritik drenaj sistemine sahip havzaların bakı elemanlarının alansal dağılım miktarları birbirine yakınlık gösterir. Buna ek olarak, bir arazinin yarıma oranları ve engebelilik değerleri de bakı özelliklerini

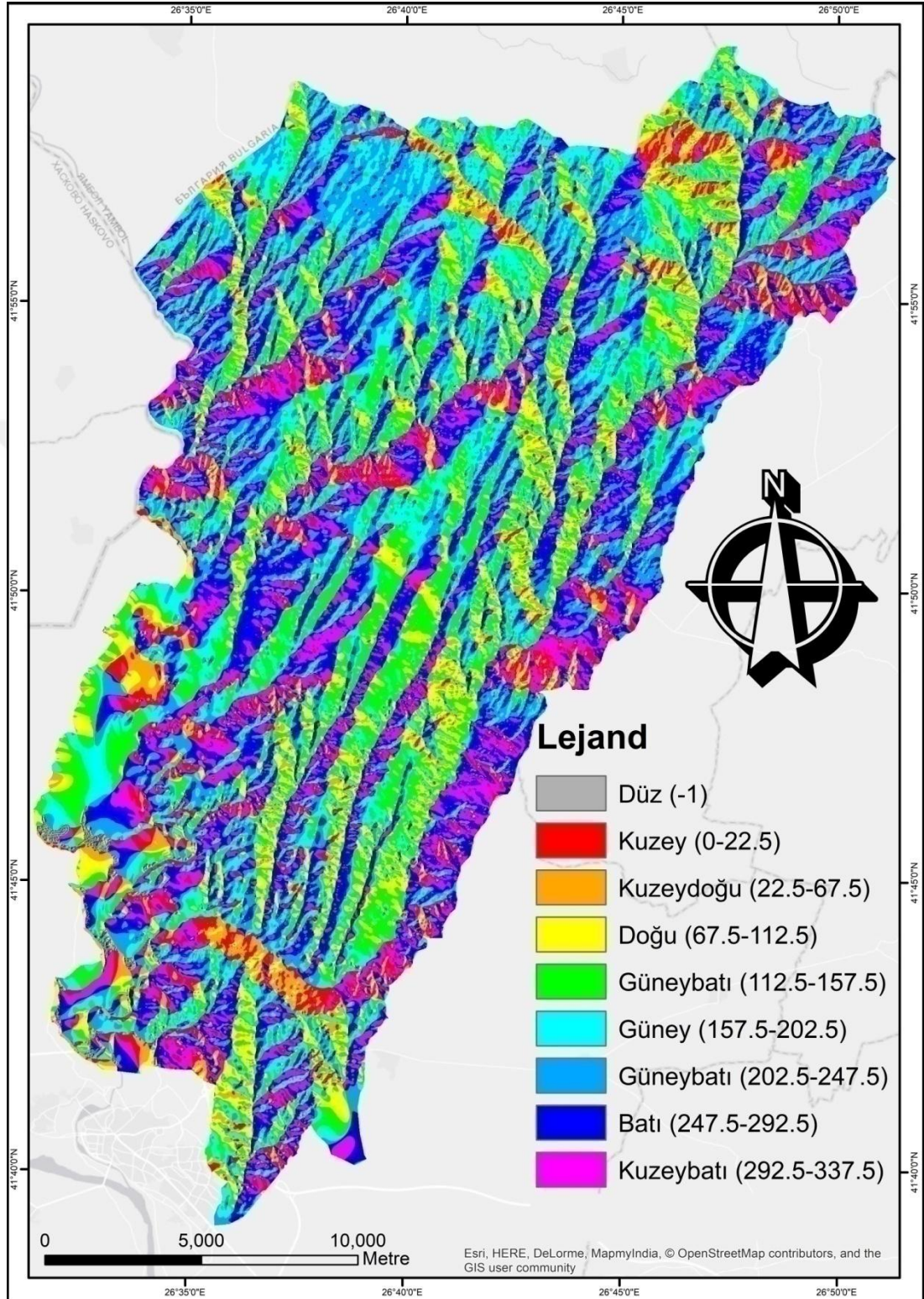
etkiler (Turoğlu, 2016b). Böylece jeomorfoloji çalışmalarında bakı unsurunun büyük önem taşıdığı savunulabilir. Bunun yanında bakı, toprak nemini belirleyen unsurlardan da biridir. Özellikle lkemizde, kuzeye bakan yamaçların güneşlenme süreleri daha kısadır ve güneşlenme şiddetleri daha düşüktür. Buna karşın, güneye bakan yamaçlar daha uzun süre güneş alırken, güneş ışınlarının şiddeti de daha yüksektir. Yine kuzey yamaçlar daha şiddetli, daha uzun süren, daha yüksek frekanslı ve daha çeşitli yağışlara maruz kalırken, güney yamaçlarda bunun tam tersi bir durum görülmektedir. Böylece kuzeye bakan yamaçların infiltrasyon kapasiteleri de daha düşük bir karakter sergilemektedir. Böylece, alışma alanındaki kuzeye bakan yamaçların oranı ne kadar yüksek ise, infiltrasyon ile su kaybı o oranda düşmektedir ve yüzeysel akışa geçen su miktarı artmaktadır. Yine güney yamaçlarda evapotranspirasyon oranı, kuzey yamaçlara göre daha fazladır. Bu, farklı bakı özelliklerine sahip yamaçlardaki bitki türlerini, yüzeysel akış miktarlarını ve dolayısıyla da aşınma ve ayrışma olaylarını da etkiler ve kütle hareketlerini kontrol edici rol oynar (Turoğlu ve zdemir, 2005). Bu bakımdan bakı özellikleri, uygulamalı jeomorfoloji çalışmalarında da büyük önem taşımaktadır.

Bu kapsamda, çalışma alanının bakı özellikleri dokuz sınıf teşkil etmek suretiyle coğrafı bilgi sistemleri ortamında analiz edilmiştir. Elde edilen çıktı haritası şekil 2.12’de, alansal dağılım özellikleri ise şekil 2.11’de verilmiştir.



Şekil 2.11: Bakı Elemanlarının Alansal Dağılım Özellikleri

Buna göre, çalışma alanında bakı elemanlarından en fazla alan kaplayan sınıfların; batı, güneydoğu, güney, güneybatı ve kuzeybatı olduğu görülmektedir. Kuzey, kuzeydoğu ve batı sınıfları ise nispeten daha az alanlar kaplamaktadır. Düz alanlar ise en az alan kaplayan sınıf olarak göze çarpmaktadır. Bu değerler, genel olarak havzanın yapısal özellikleriyle ilişkilidir. Çalışma alanının genel yapısı itibarıyla yamaçlar genellikle güney, güneybatı ve güneydoğu yönlü bakı sınıflarıyla karakterize olmaktadır. Ancak monoklinal yapılu bölgelerde, özellikle kuesta cepheleri kuzey ve kuzeydoğuya bakarak çalışma alanının genel karakterinden farklılaşmaktadırlar.

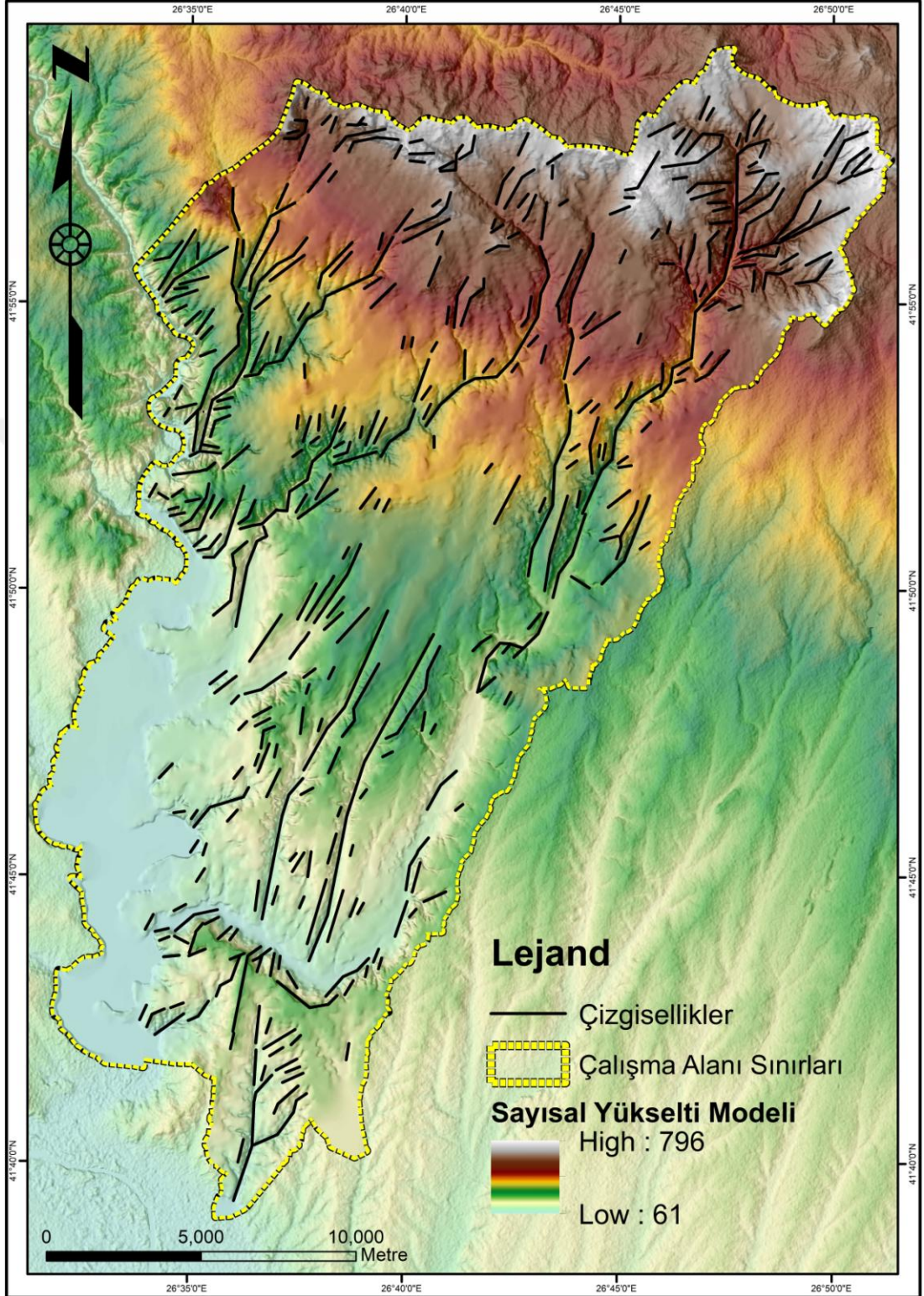


Şekil 2.12: Bakı Özellikleri Haritası

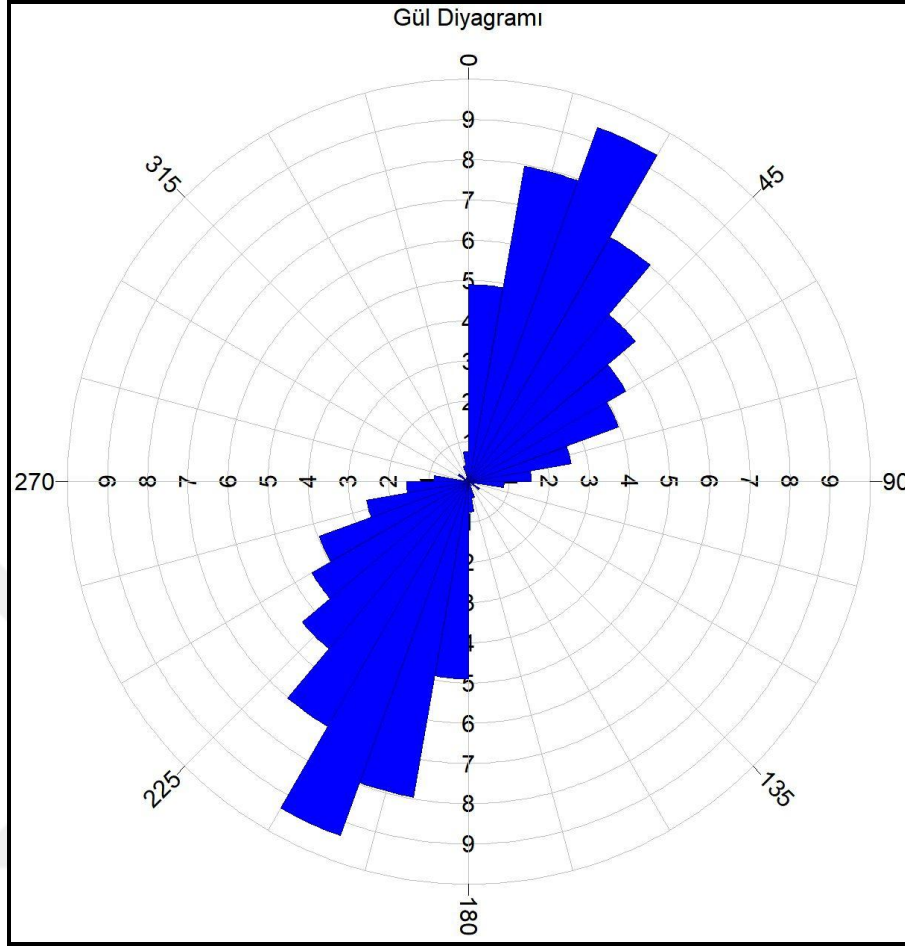
2.1.9 Çizgisellik Analizi

Çizgisellik analizi, yapısal jeomorfoloji çalışmalarında büyük öneme sahiptir ve yeryüzündeki mevcut prosesin yorumlanmasında yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu kapsamda, Geomatica 2015 programı kullanılarak çalışma alanının çizgisellikleri çıkartılmıştır. Çizgiselliklerin çıkartılması için 10 metre yersel çözünürlüğe sahip sayısal yükselti modelinden üretilen kabartma haritası kullanılmıştır. Aynı zamanda çizgiselliklerinin yönelimleri, gül diyagramı vasıtasıyla gösterilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, çizgiselliklerin genel yöneliminin doğal eğim yönü olan kuzeydoğu-güneybatı olduğu görülmektedir. Çalışma sahasında çizgiselliklerin karakterize olmasında akarsular başlıca rolü oynamışlardır. Özellikle tektonik deformasyonun yoğun olduğu ve dirençli litolojilerin görüldüğü Istranca Masifi kısmında akarsuların doğal eğim yönünde açtıkları “V” şekilli vadiler, çizgisellik yaratmışlardır. Buna ek olarak çizgiselliklerin yoğunlaştığı diğer bir alan da monoklinal yapılı sahadır. Özellikle konsekant ve resekant akarsuların doğal eğim yönünde açtıkları vadiler yine kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu çizgisellikler yaratmış, subsekant akarsular açtıkları depresyonlarla ve kuesta cephelerini şekillendirmeleriyle istisna oluşturarak doğu-batı doğrultulu çizgiselliklere neden olmuşlardır. Obsekant akarsuların ise çizgiselliklerin genel yönelim doğrultusundan farklı olarak kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu çizgisellikler yarattıkları göze çarpmaktadır. Çalışma sahasının alüvyal saha kısmında ise çizgisellikler yok denecek kadar azdır, ki bu normal karşılanacak bir durumdur. Sonuç olarak, çalışma sahasındaki çizgiselliklerin tektonik deformasyondan ve litolojik farklılıktan oldukça çok etkilendiği ve bu yapısal farklılıklara uyan akarsuların çizgiselliklerin genel karakterini belirlediği savunulabilir.



Şekil 2.13: Çalışma Alanındaki Çizgisellikler



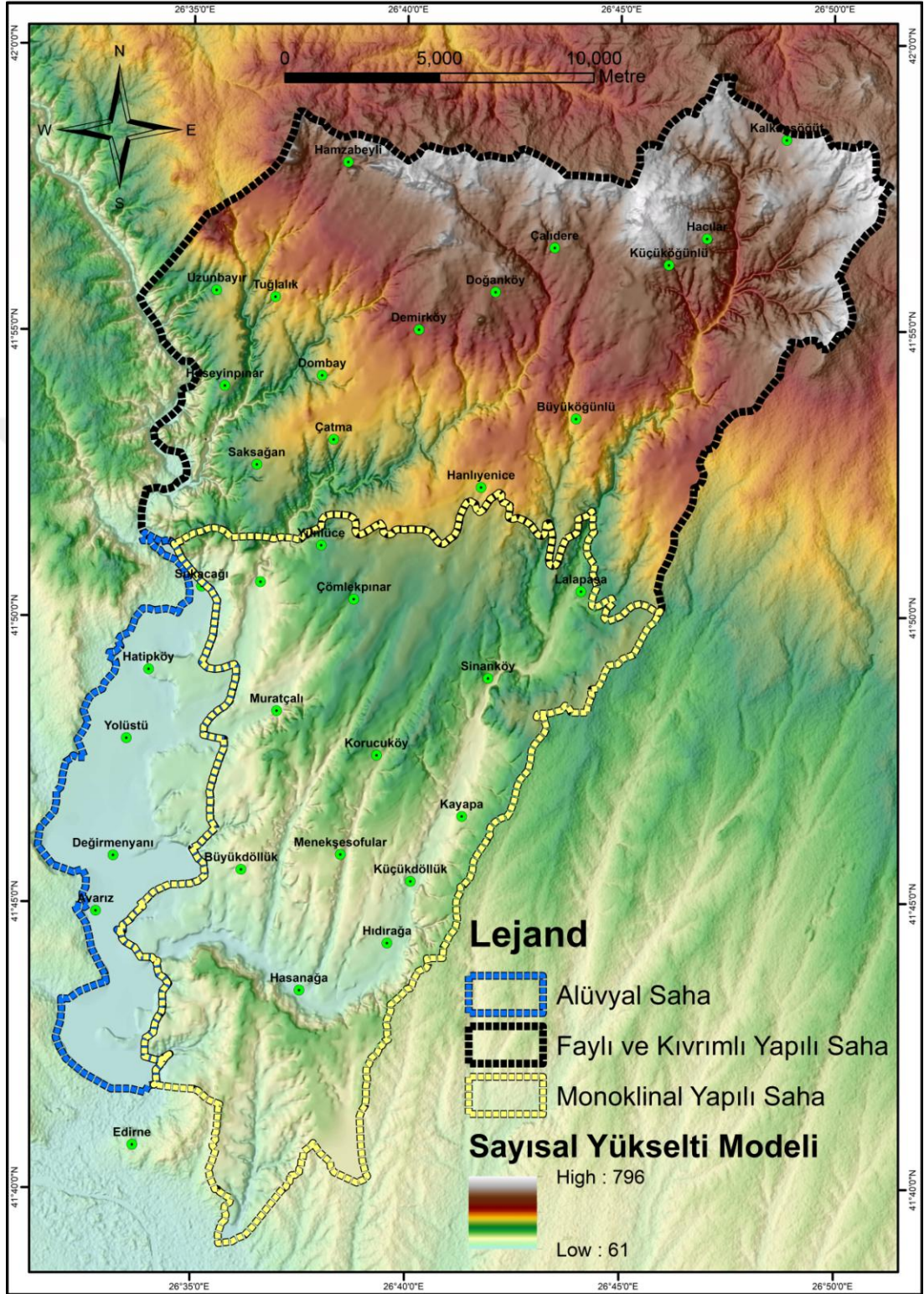
Şekil 2.14: Çalışma Alanındaki Çizgiselliklerin Gül Diyagramı

2.2 Jeomorfolojik Özellikler

Bu başlık altında; daha önce de değinildiği gibi yapısal jeomorfoloji, flüvyal jeomorfoloji ve alüvyal jeomorfoloji özellikleri irdelenmiştir.

2.2.1 Yapısal Jeomorfoloji

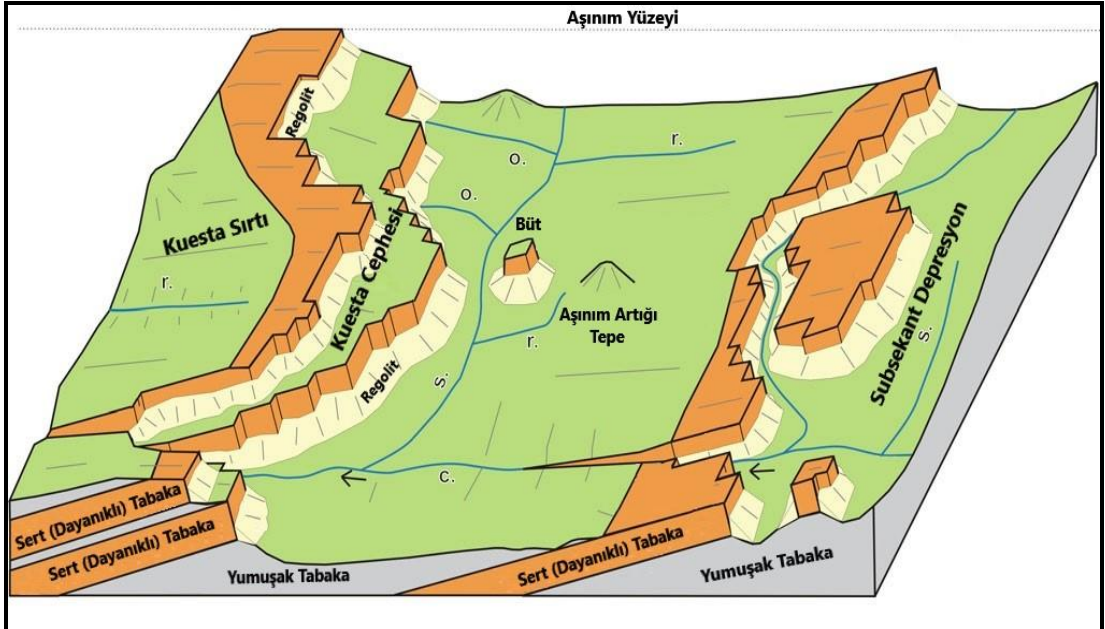
Yapısal jeomorfoloji bölümü; monoklinal yapı kısmı ve faylı ve kıvrımlı yapıdan müteşekkil Istranca Masifi kısmı olmak üzere iki bölümden meydana gelmektedir. Monoklinal Yapı kısmı; “Sinanköy ve Çevresi”, “Hasanağa ve Çevresi”, “Hasanağa ile Sinanköy Arası” ve “Akarsu gelişimi” olmak üzere dört alt grupta incelenmiştir. Monoklinal yapı kısmı, faylı ve kıvrımlı yapı özelliklerine sahip “Istranca Masifi Kısmı” ve “Alüvyal Karakterli Kısım”ın sınırları ve mekansal özellikleri şekil 2.15’te verilmiştir.



Şekil 2.15: Çalışma Alanının Jeomorfolojik Özellikleri İncelenirken Yapılan Bölümleme

3.2.1.1 Monoklinal Yapı

Monoklinal yapı; aşınmaya karşı dirençleri bakımından farklı özelliklere sahip tabakaların ardalanmalı olarak bulunduğu ve tektonizmanın etkisiyle bir tarafa doğru eğim kazanmış bulunan yapıyı tanımlamaktadır. Bu yapının karakteristik yüzey şekli kuestalar meydana getirir. Kuestalar genel olarak üç ayrı kısımdan oluşur: Kuesta cepheleri, kuesta sırtları ve subsekant depresyonlar. Monoklinal yapı alanlarda jeomorfolojik evrim başlayıp devam ettikçe, nispeten daha yumuşak tabakalar hızla aşınıp tesviye edilirler. Bunun sonucunda aşınma süreci daha yavaş olan sert tabakalar topoğrafyada yükselti ve diklikler olarak kalır. Bu diklikler, kuesta cephesi olarak adlandırılır. Kuesta cephesinin önünde, yumuşak tabakanın aşındırılıp alçaltılmasını sağlayan subsekant akarsuların depresyonları bulunur. Bu depresyonların bir yamacı nispeten dirençli tabakalardan, diğer yamacı ise nispeten dirençsiz tabakalardan oluştuğu için asimetrik bir karakter sunar. Kuesta sırtları ise, kuesta cephesinin gerisinde yer alır ve tabakaların eğimi yönünde eğimlidir ki zaten en üstteki sert tabakanın yüzeyine karşılık gelir. Bu yüzey genellikle dik yamaçlı dar ve derin resekant depresyonlarla yarılmıştır (Yalçınlar, 1958; Hoşgören, 2011).



Şekil 2.16 : Monoklinal Yapılı Bir Alanın Karakteristik Jeomorfolojik Ünitelerini ve Akarsu Ağını Gösteren Blok Diyagram (o: Obsekant Akarsu, r: Reseant akarsu, s: Subsekant Akarsu, c: Konsekant Akarsu) (Petit vd., 2018'den değiştirilerek).

Monoklinal yapı jeomorfolojisi konusunda özellikle ABD, Fransa ve Almanya başta olmak üzere 19. Yüzyılın sonlarından itibaren birçok araştırma yapılmıştır. Bu açıdan yabancı literatür tatmin edicidir. Bu çalışmalara birçok örnek verilebilir (Davis, 1889; Dicken, 1935; Schimithenner, 1956; Schumm ve Chorley, 1966; Louis ve Fischer, 1979; Cole ve Mayer, 1982; Ogbukagu, 1984; Howard ve Kochel, 1988; Schimdt, 1989; Tulaczyk, 1992; Young ve Wrey, 2000; Schmidt ve Meitz, 2000; Barlow, 2002; Cojan vd., 2007; Peterek ve Schroder, 2010; Darie ve Ionita, 2013; Devos vd., 2013; Rausch vd, 2014; Ionita vd., 2014; Mutzenberg vd., 2015; Tirla vd., 2016; Paul vd., 2017; Petit vd., 2018). Türkiye’de bu konuda yapılan çalışmalar ise yok denecek kadar azdır ve verilebilecek örnekler bir elin parmaklarını geçmemektedir (Yalçınlar, 1958; Kurter, 1967). Bu kapsamda monoklinal yapı jeomorfolojisi, ülkemizin jeomorfoloji literatüründe büyük bir eksiklik olarak karşımıza çıkmaktadır.

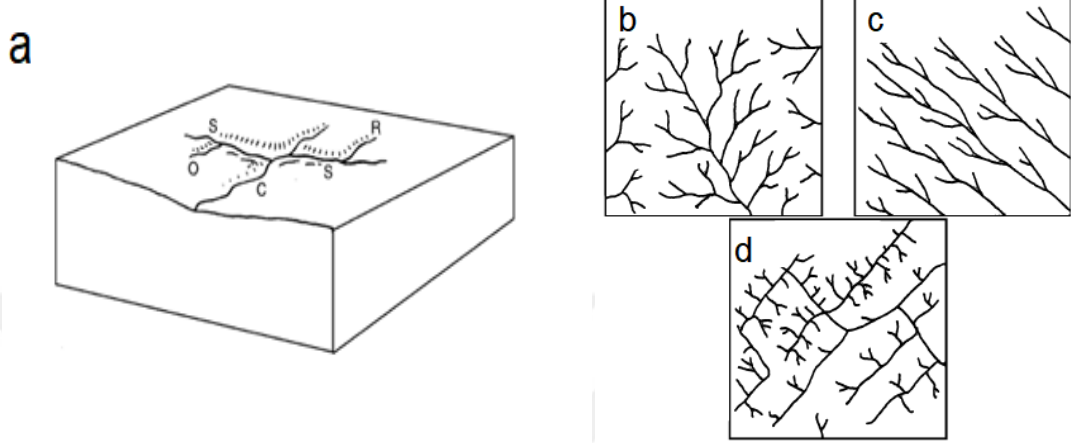
Monoklinal yapının bir bölgede görülmesi esas olarak üç ana unsura bağlıdır. Bunlar; litolojik yapı, tektonik yapı ve şekillendirici etmen vazifesi gören akarsu süreçleri olarak tanımlanabilir. Öyle ki, litolojik yapıyı temsil eden tabakaların, birbiri üzerinde yer almaları ve farklı dirençlilik özelliklerine sahip olmaları gerekir. Monoklinal yapı şekillerinin gelişmesi için aynı zamanda bu tabakaların belirli bir eğime sahip olmaları, yani belirli bir açıyla arzın iç kısmına doğru dalış yapmaları gerekir. Bu yapısal özelliklerin söz konusu olduğu sahalarda akarsu faaliyetlerinin gelişmesi ve giderek yapıya uymaları ile yapısal özellikler yüzeylenir ve farklı özellikteki konsekant, subsekant, resekant ve obsekant akarsular ve depresyonları meydana gelir.

Akarsular, genel olarak doğal eğim yönünde akarlar ve yataklarını kazdıkça mevcut yapıya uyarlar (Twidale, 2004). Bununla birlikte akarsular, yamaçla ilişkilerine göre çeşitli isimlerle adlandırılmışlardır. Doğal eğim yönünde akan akarsulara konsekant, yapısal zayıflık zonlarına yerleşen ve konsekant akarsulara dik açılarla birleşen akarsulara subsekant akarsular denir. Doğal eğim yönünün tersine doğru akan ve subsekant akarsulara dik açılarla birleşen akarsulara obsekant, doğal eğim yönünde akan ancak eğimli ve sert tabakanın üzerinde oluşması bakımından konsekantlardan ayrılan akarsulara resekant akarsular denir (Twidale, 2004). Subsekant, obsekant ve

resekant akarsular genellikle monoklinal yapılı bölgelerde görülürlerken, yatay yapılı bölgelerde ve monoklinal yapıdan yatay yapıya geçişin söz konusu olduğu alanlarda ise genelde birbirine paralel şekilde akan konsekant akarsular yaygındır. Monoklinal yapılı bir sahada öncelikle doğal eğim yönünde akan akarsular oluşmaya başlar. Zaman geçtikçe konsekant akarsulara dik açılarla birleşen ve kuesta cephesini paralel kat eden alt kollar subsekant akarsular meydana gelirler ve yapıya uyarak daha dirençsiz tabakaları daha hızlı sürede aşındırarak kuesta rölyefinin ana şeklini kazanmasını sağlarlar. Subsekant akarsular sabit değildir, kuesta cephesinin de gerilemesi ile birlikte zamanla doğal eğim yönünde kayarlar. Bu olaya homoklinal kayma denir. Konsekant akarsular, özellikle bazı kısımlarda sert tabakaları da yarıp, konsekant gedikleri meydana getirebilirler. Bölgedeki jeomorfolojik evrim devam ettikçe kaynaklarını kuesta cephesinden alan, doğal eğim yönünün tersine doğru akan ve subsekant akarsulara dik açılarla birleşen obsekant akarsular oluşmaya başlar. Bu akarsuların açtıkları vadiler aynı zamanda dik yamaçlı, dar tabanlı ve derin genç depresyon karakterindedirler. Obsekant depresyon olarak tanımlanan bu depresyonlar aynı zamanda kuesta cephesinin aşınmasında ve gerilemesinde büyük rol oynarlar. Subsekant akarsulara dik açılarla birleşen ve doğal eğim yönünde akan akarsulara ise resekant akarsular denmektedir. Bu akarsular kaynaklarını kuesta sırtlarından alırlar ve sert tabaka yüzeyinin parçalanmasında rol oynayarak obsekant depresyonlar gibi dar yamaçlı dar ve derin tabanlı resekant depresyonları meydana getirirler. Böylece monoklinal yapılı alandaki drenaj şebekesi olgunlaştığında, alanda kafesli bir drenaj ağı meydana gelmiştir ve yüzeysel su dolaşımı ağı, genel hatlarıyla yapıya bağlı karakterize olmuştur. Aşınım süreci devam ettikçe, kuestalar gittikçe yükseltilerinden kaybetmeye başlarlar ve alan platolaşma veya aşınım yüzeyi haline gelme eğilimi kazanır. Eğer alandaki stratigrafik koşullar da uygunsa, sahada meydana gelecek olası bir gençleşme ile akarsuların aşındırma güçleri yükselebilir ve daha alt seviyelerdeki tabakalara gömülme suretiyle kuesta rölyefinin gençleşmesine neden olabilir.

Subsekant depresyonlar, monoklinal yapılı sahanın her tarafında asimetric özellik göstermezler ve her zaman kuestalarla çevrilmiş bir karakter taşımazlar. Bunda en önemli sebep, asimetricinin oluşmasına ve kuestaların gelişmesine neden olan litolojik

şartların her noktada aynı özellikte olmamasıdır. Sert tabakaların yeteri kadar sert ve kalın, yumuşak tabakaların ise aşınmaya karşı kafi derecede dirençsiz olması gerekmektedir (Yalçınlar, 1958).



Şekil 2.17: a: Çeşitli Akarsu Tiplerini Gösteren Diyagram: S-Subsekant, O-Obsekant, R-Resekant C- Konsekant. b: Genel olarak homojen yatay tabakalarda görülen dandritik akarsu ağı. c: Bir yöne doğru eğimli yamaçlarda, genelde monoklinal yapıdan yatay yapıya geçişte görülen paralel drenaj ağı. d: Monoklinal yapıli bölgelerde görülen kafesli drenaj ağı (Twidale, 2004'ten değiştirilerek).

Monoklinal yapıli bölgelerde yeraltısuyu, genellikle kuesta rölyefini meydana getiren tabakaların eğimleri doğrultusunda akış gösterir. Eğimlerin dereceleri ne kadar yükselirse, yeraltısuyunun yeraltına infiltrasyon hızı ve tabaka içindeki hareket hızı da o oranda artar. Aynı zamanda, yeraltısuyu hareketlerinin yarattığı ayrışma ve aşınma süreçlerinin, kuestaların gerilemesinde önemli rol oynadığını savunan birçok çalışma mevcuttur (Örneğin: Schimithenner, 1956; Howard ve Kochel, 1988; Louis ve Fischer, 1979). Yeraltısuyunun hareketinde, kuestayı meydana getiren tabakaların litolojik yapıları da büyük önem taşır. Örneğin, sert tabakanın kireçtaşından müteşekkil olduğu kuestalarda bu tabaka akifer özelliği taşır ve yeraltısuyu hareketi, karbonasyon ile çözünme olayına oldukça duyarlı olan kalker tabakalarında karstik boşlukların oluşmasına neden olur. Bu gibi durumlarda tabaka içlerinde ve kuesta sırtlarında mağara, lapy, dolin gibi karstik şekiller oluşabilir. Öyle ki bazı durumlarda, kireçtaşının kendisinden daha dirençsiz kayalarla ardalanmalı olarak bulunduğu ve buna rağmen daha hızlı ayrışıp aşınarak dirençsiz kaya rolüne büründüğü monoklinal yapıli alanlar bulunmaktadır. Bunun en güzel örneklerinden birini; Dickens, (1935) Kentucky Kuestası adlı makalesinde örneklemiştir. Öyle ki,

bu kuestanın tabakaları kireçtaşı ve kumtaşından müteşekkildir ve bekleneceğin tam tersine kireçtaşı kumtaşından daha hızlı aşınmıştır. Tabii ki bunun gerçekleşmesinde lokal iklim özelliklerinin ve bu özelliklerin kayaların aşınmasıyla ilişkisinin büyük önemi vardır.

Çalışma alanında monoklinal yapı genel anlamda Edirne kuzeyi ile Istranca Masifi arasında kalan Eosen, Oligosen, Miosen ve Pliosen birimlerinin yayılış gösterdiği, kabaca Hasanağa, Büyükdöllük, Yünlüce ve Lalapaşa dörtgeni arasındaki sahada görülmektedir (Şekil 2.15). Bu alandaki Trakya Formasyonu, Kırklareli Kireçtaşı, İslambeyli Formasyonu, Çakıl Formasyonu, Ergene Formasyonu ve Sinanlı Formasyonu birimleri 5-40 derece arası değişen eğimlerle güneybatıya doğru eğimlidirler. Jeomorfolojik anlamda monoklinal yapının karakteristik yüzey şekli olan kuestalar, sahanın iki ayrı kısmında görülmektedir: Sinanköy ve Hasanağa çevreleri. Sinanköy ve çevresindeki Kırklareli Kireçtaşı ve İslambeyli Formasyonu birimleri içerisine gömülen Sinanköy Deresi ve tabiileri, çok tipik bir kuesta rölyefi meydana getirmişlerdir. Bu alanda kuesta rölyefinin çok tipik subsekant, resekant, obsekant ve konsekant depresyonları, konsekant gedikler, kuesta cepheleri ve kuesta sırtları meydana gelmiştir. Hasanağa çevresinde meydana gelmiş bulunan kuesta rölyefi Sinanköy çevresindeki kuesta rölyefinden farklı karakterler taşımaktadır. Kırklareli Kireçtaşı, Çakıl Formasyonu, Trakya Formasyonu ve Ergene Formasyonu araldanmasının görüldüğü bu bölgede bu formasyonların litolojik özellikleri ve buna bağlı direnç farklılıkları ve dağılış özellikleri, Sinanköy çevresindeki karakterden farklı olduğu için buradaki kuesta daha geniş alan kaplasada, kuestayı meydana getiren tabakaların eğim açıları ve kaya dirençleri nispeten birbirine daha yakın olduğu için kuesta rölyefi bakımından çok tipik bir özellik göstermemektedir. Hasanağa ve Sinanköy Kuesta'ları arasında kalan alanda ise litolojik direnç farklılığı oluşturacak araldanmalı tabakalar bulunmadığından, kuesta rölyefi meydana gelmemiştir. Burada konsekant akarsular, yataklarına gömülmüş bir karakterde doğal eğim yönünde genel olarak hafif eğimli Trakya Formasyonu üzerinde, yamaçları omuzlar oluşturarak akmaktadır. Buradaki jeomorfolojik görünüm genel olarak derin konsekant vadiler bu vadiler arasındaki daha az aşınmış sırtlar şeklindedir. Tüm bu anlatılanların ışığında, çalışma sahasındaki monoklinal yapıyı alanın birbirinden

farklı özelliklere sahip kısımlarını tanımlayacak şekilde; Sinanköy ve Çevresi, Hasanağa ve Çevresi ve Sinanköy-Hasanağa Arasındaki Alan ayrı başlıklar altında incelenmiştir.

2.2.1.1.1 Sinanköy ve Çevresi

Sinanköy ve çevresindeki Kırklareli Formasyonu birimleri ile İslambeyli Formasyonu birimlerinin doğrultu, eğim yönü ve eğim açıları Brunton tipi jeolog pusulası kullanılarak ölçülmüştür. Yapılan ölçümler, bu birimlerin genel olarak 5-30 derece arasında güneybatıya doğru eğimli bir karakter gösterdiklerine işaret etmiştir. Tabakaların üzerinde ölçüm yapılan noktaların UTM koordinatları ve ölçümü yapılmış olan özellikleri tablo 2.3'te verilmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda tabakaların düzensiz ve ondülasyonlu oldukları, tektonik deformasyondan çeşitli kısımlarda farklı derecede etkilendikleri gözlenmektedir. Öyle ki, bazı kısımlarda yataya yakın bir yapıda bulunan (eğim açısı 5°) tabakalar, bazı kısımlarda ise 30°'ye varan eğim açılarıyla ilksel konumlarını oldukça kaybetmiş durumdadırlar. Tabakaların eğim yönleri ise genelde güneybatı olmak üzere, özellikle kuesta rölyefinin doğu sınırlarında güneydoğudur. Doğrultu değerleri; 0° kuzey olmak üzere tabaka doğrultusunun kuzey ile yaptığı açı temel alınarak ele alınmıştır. Buna göre tabaka doğrultularının 80° ile 120° arasında değiştiği görülmektedir. Aynı zamanda doğrultu değerlerinin gül diyagramında da görüldüğü üzere, tabakaların hakim doğrultu değerlerinin kuzeybatı-güneydoğu olduğu, bazı tabakaların ise kuzeydoğu-güneybatı doğrultusu ile karakterize oldukları söylenebilir.

Bu alanda litolojik birimler de dirençlilik özellikleri açısından oldukça farklılık göstermektedir. Bu çalışmanın birinci bölümünde stratigrafik ve litolojik yapı başlığı altında da değinildiği gibi, İslambeyli Formasyonu Kırklareli Kireçtaşı'na göre çok daha dirençsizdir. Öyle ki, Şans (2018) bu formasyonlara ait örneklerle uyguladığı Kimyasal Alterasyon İndeksi ve Plajiyoklas Alterasyon İndeksi sonuçlarından da görüldüğü üzere İslambeyli Formasyonu, Kırklareli Kireçtaşı Formasyonu'na göre oldukça fazla kimyasal ayrışmaya uğramıştır. Aynı zamanda İslambeyli Formasyonu, bu ayrışma neticesinde ilk malzemesinden yüksek oranda farklılaşarak çoğunlukla smektitleşmiştir ve bu ürünler arazide gözlenebilmektedir (Foto 2.8).

Koordinatlar		Doğrultu (°)	Eğim Yönü	Eğim Açısı (°)
x	y			
0475162	4629679	120	GB	10
0475579	4629424	85	GD	5
0476441	4629187	85	GD	6
0476452	4629154	80	GD	5
0476430	4629058	90	G	10
0476415	4629636	90	G	12
0475952	4629055	100	GB	10
0475955	4629308	95	GB	10
0475889	4628941	110	GB	10
0476410	4629280	85	GD	11
0475103	4628904	100	GB	30
0475310	4629151	105	GB	11
0474920	4628058	115	GB	30
0475882	4628711	110	GB	25
0475907	4628941	110	GB	11
0475767	4629089	110	GB	10
0475905	4629166	110	GB	12

Tablo 2.3: Sinanköy ve Çevresindeki Tabakalardan Ölçüm Yapılan Noktaların UTM Koordinatları ve Ölçüm Değerleri



Foto 2.1: Sinanköy Çevresindeki Kuesta Rölyefi (Bakış: Kuzeydoğu)

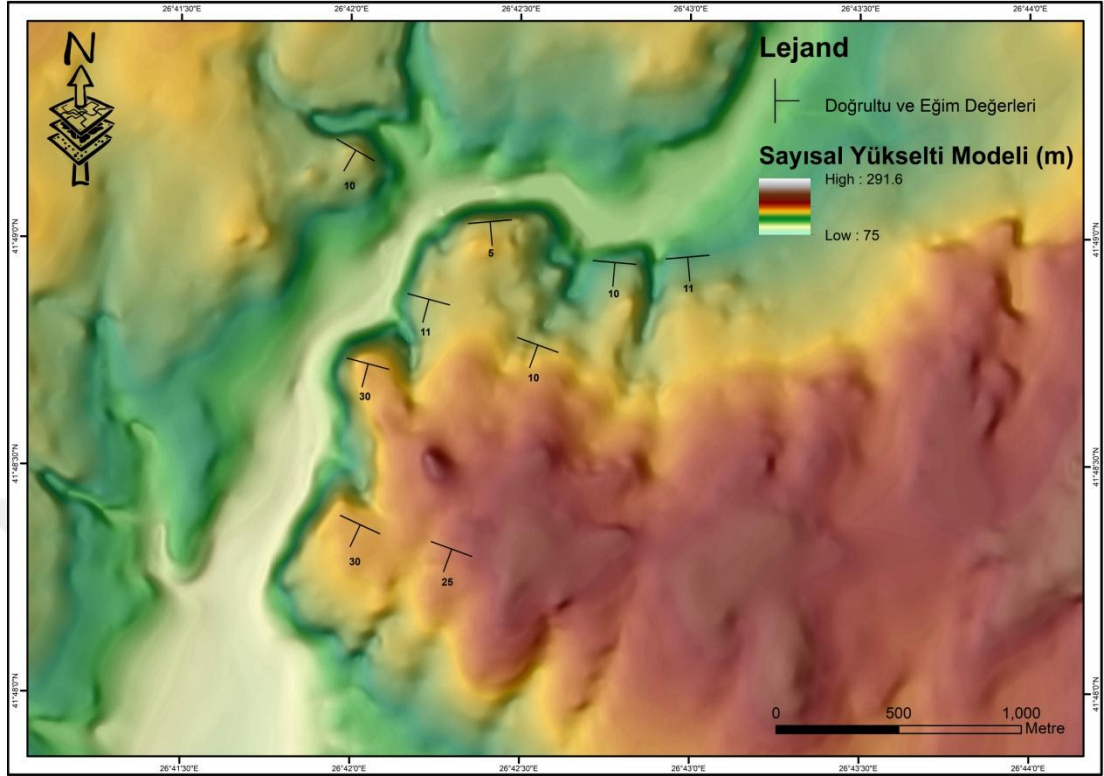


Foto 2.2: Sinanköy Kuestası (Bakış: Kuzeydoğu)

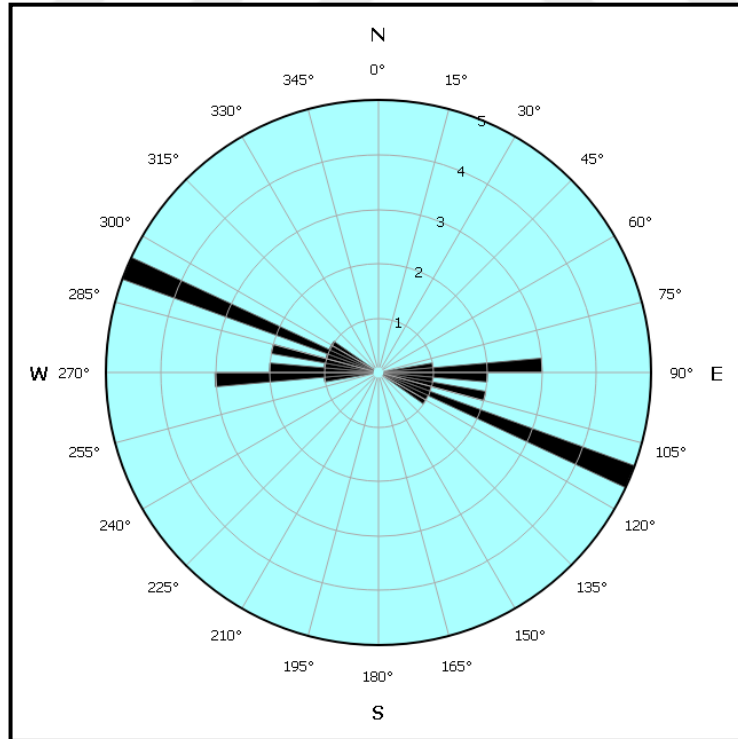
Böylece Sinanköy deresi ve tabiiileri, bölgede nispeten dirençsiz İslambeyli Formasyonu'nu içine gömülerek bu birimleri daha çabuk aşındırmış, Kırklareli Kireçtaşı birimlerinin daha yüksekte kalmasına neden olmuştur. Böylece subsekant depresyonun İslambeyli Formasyonu içinde açıldığı, kuesta cephesinin ve sırtının Kırklareli Kireçtaşı birimlerinden oluştuğu bir kuesta rölyefi meydana gelmiştir (Foto 2.1 ve 2.2). Kırklareli Kireçtaşı Formasyonu içerisinde de direnç bakımından farklı tabakalar ardanmalı olarak bulunmaktadır. Buradaki ardanmada nispeten sert ve dayanıklı kısımları saf ve greli kireçtaşı tabakaları meydana getirirken, nispeten daha yumuşak ve dirençsiz tabakalar ise marn ve kumlu-killi-çakıllı kireçtaşı tabakalarından müteşekkildir. Bu ardanmalı tabakaların tipik kuesta meydana getiren başlıcalarının kalınlıkları, arazide şerit metre kullanılarak ölçülmüştür. Ölçümler yapılırken alttan üste doğru 9 tabaka esas alınmıştır. Bu 9 tabakanın üst seviyelerinde ardanmalar devam etmektedir fakat hem dirençli tabakaların kalınlıkları gittikçe azaldığından, hem de tabakaların ondülasyonlu karakteri dolayısıyla topoğrafyada sürekli şekilde gözlenememelerinden dolayı bu tabakaların kalınlıkları şerit metre ile ölçülememiştir. Bu kapsamda İslambeyli Formasyonu ile dokanak halinde olan en alttaki kireçtaşı tabakasının kalınlığı 1-35 metre arası, bu tabakanın üstünde bulunan marn tabakası üzerindeki regolit örtüsü ile birlikte 3-20 metre arası, bir üstteki kireçtaşı tabakası 1-3 metre arası, onun üzerindeki marn tabakası 8-10 metre arası, bir üstteki kireçtaşı tabakası 0.5-2 metre arası, bir üstteki marn tabakası 3-5 metre arası, onun üzerindeki kireçtaşı tabakası 0.25-2 metre arası, bir üstteki marn tabakası 2-5 metre arası ve üstündeki kireçtaşı

tabakası 0.25-2 metre arası olarak ölçülmüştür. Bu tabakaların kalınlık değerleri, daha önce de belirtildiği gibi yanal olarak değişmektedir ve kısa mesafelerde farklılıklar taşımaktadır. Doğrultu ve eğim değerlerinin de kısa mesafelerde değişiklik gösterdiği göz önüne alınırsa, kuesta rölyefinin görünümünün de kısa mesafelerde değişiklikler göstermesi normaldir.

Sinanköy Kuestası'nın Cephesi, kabaca 2 km'lik bir alanda uzanım göstermektedir. Sinanköy'ün hemen kuzeyinde, konsekant gedğin batısında kalan kuestayı oluşturan tabakaların en altta olanı yaklaşık 10 metre kalınlığında İslambeyli Formasyonu birimlerinden oluşurken, bu birimin üstünde konokordant olarak yaklaşık 3 metre kalınlığında Kırklareli Kireçtaşı birimlerinin saf kireçtaşları yer almaktadır. Bu birimlerin üzerinde ise yine Kırklareli Kireçtaşı Formasyonu'na ait yaklaşık 15 metre kalınlığında daha dirençsiz marn birimleri bulunurken, bu marn birimlerinin arasında daha ince saf kireçtaşı tabakaları mevcuttur. En üstte ise daha dirençli ve yaklaşık 2.5 metre kalınlığında kireçtaşı birimleri yer almaktadır. Sinanköy Deresi'nin bir alt kolu burada daha dirençsiz İslambeyli Formasyonu birimlerine gömülerek tabanı yaklaşık 20 metre genişliğinde subsekant bir depresyon yaratmıştır. Böylece bu kısımda yaklaşık 30 metrelik bir dikliğe sahip kuesta cephesi meydana gelmiştir. Kuesta cephesinin arkasındaki kuesta sırtı ise yaklaşık 1.5 km boyunca güneybatıya doğru ortalama 10° eğimle devam etmektedir ve Sinanköy'ün bir kısmı, bu sırtın üzerine yayılmıştır.



Şekil 2.18: Sinanköy Çevresindeki Tabakaların Doğrultu ve Eğim Değerleri

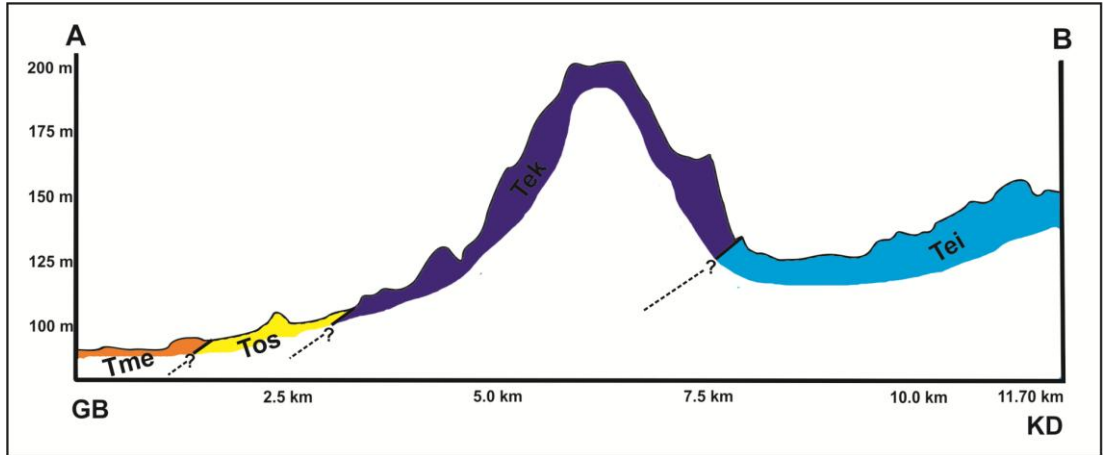


Şekil 2.19: Sinanköy Çevresindeki Tabakaların Doğrultu Değerlerini Gösteren Gül Diyagramı

Bu lokasyonun doğusuna doğru ise tabakaların yanal devamlılığı, Sinanköy Deresi'nin subsekant karakterinde doğu-batı doğrultulu akarken tekrar konsekant karakteri kazanarak tabakaları yarması ve bir konsekant gedik meydana getirmesi ile kesilmiştir. Bu konsekant gediğin taban genişliği en geniş kısmında yaklaşık 300 metre değerlerine, yamaçların dikliği ise en dik kısmında 50 metre değerlerine yaklaşmaktadır.



Foto 2.3: Sinanköy Deresi'nin Konsekant Gedik Açtığı Kısım, Arka Kısımda Sinanköy'ün Üzerine Kurulduğu Kuesta (Bakış Batı).



Şekil 2.20: Sinanköy ve Çevresi'nin A-B Kesiti (Kesitin Alındığı Hat Şekil 2.23'te verilmiştir).



Foto 2.4: A ve B: Kırklareli Kireçtaşı Formasyonu Birimleri'nin 30° Civarı Eğimli Bazı Kısımları

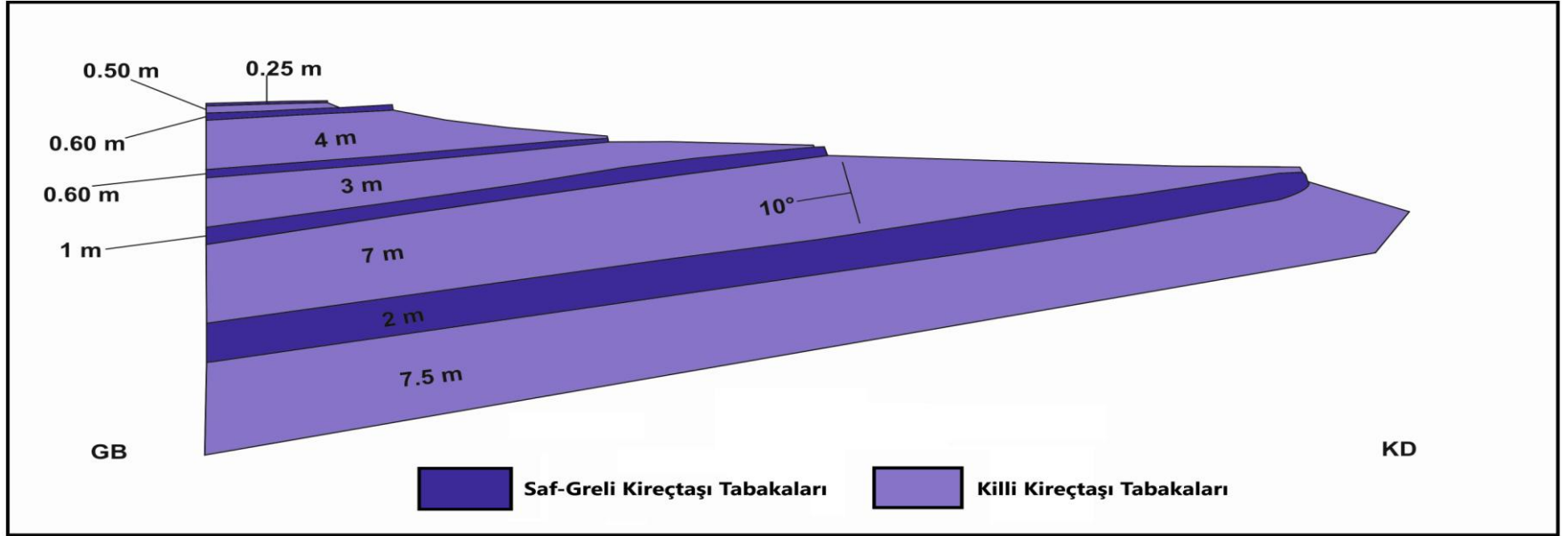
Konsekant gediğın doğusuna doğru, tabakalar kuesta oluşturacak şekilde uzanmaya devam etmektedirler. Bu kısımdaki kuesta cephesinin uzanışı, doğuya doğru yaklaşık 1.5 km kadar devam etmektedir. Burada, sert tabakaları meydana getiren saf kireçtaşı ve greli kireçtaşı tabakalarının kalınlıkları, doğuya gittikçe azalmaktadır. Konsekant gediğın hemen doğusunda, saf kireçtaşı tabakasının kalınlığı yer yer 30 metreye kadar ulaşmaktadır. Başka bir deyişle, buradaki kuesta cephesi, bazı kısımlarda 30 metre civarındadır ve dik yamaçlar oluşturur. Bazı kısımlarda ise saf kireçtaşlarının kalınlıkları azalırken, bu kireçtaşlarının altındaki regolit örtüsü ve daha dirençsiz killi-kumlu ve killi kireçtaşı tabakalarının kalınlığı 5-10 metre civarında gözlenmektedir ve genelde eğim değerleri daha düşük daha meyilli yamaçları oluşturmaktadırlar. Doğuya doğru gidildikçe ise sert tabakaların kalınlığı azalmakta, Kırklareli Kireçtaşı Formasyonu içerisindeki nispeten daha yumuşak killi ve kumlu kireçtaşı tabakalarının kalınlığı artmakta, bunun sonucunda kuesta cephesinin obsekant akarsularla yarıma oranı artmakta ve kuesta kütleli görünümünü kaybetmektedir. Bu tabakaların ve kuestaların genel özellikleri şekil 2.21 ve 2.22’de ve foto 2.6 ve 2.7’de görülmektedir.



Foto 2.5: Kuesta Cephesi’nin En Dik Kısmı. Üstte Nispeten Dirençli Saf Kireçtaşları, Altta Nispeten Dirençsiz Killi-Kumlu Kireçtaşları.



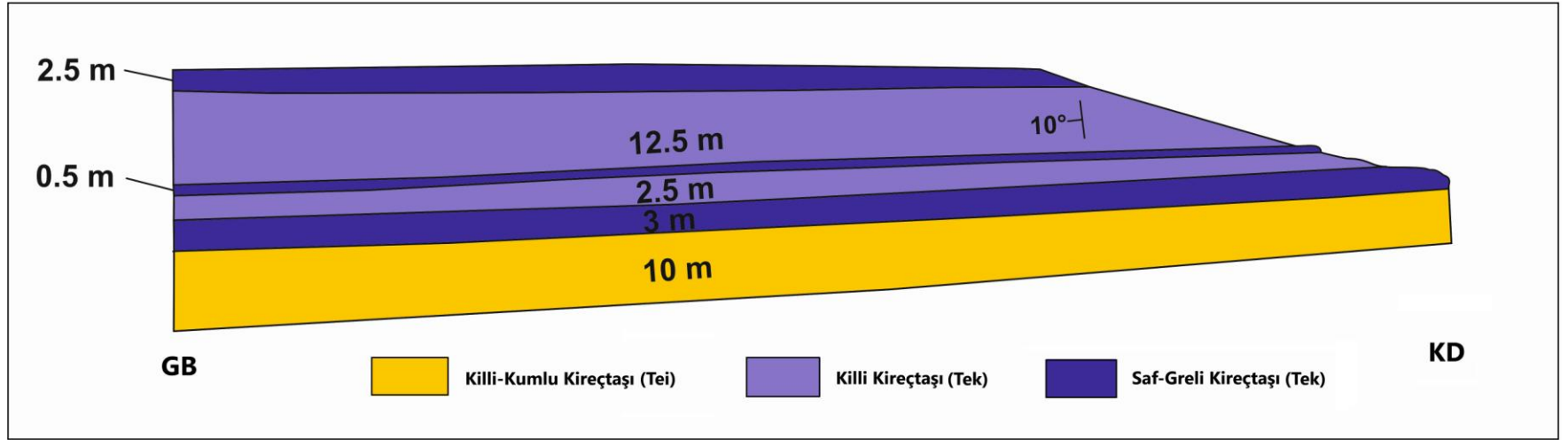
Foto 2.6: Sinanköy Kuestası'nın Doğu Kısmının Görüntüsü (Bakış; Batı).



Şekil 2.21: Sinanköy Kuestası'nın Doğu Kısmının Şematik Şekli (m = Metre, Eğim Değeri Tüm Tabakaların Ortalama Değerini Yansıtmaktadır).



Foto 2.7: Sinanköy Kuestası'nın Batı Kısmının Görüntüsü (Bakış; Batı).



Şekil 2.22: Sinanköy Kuestası'nın Batı Kısmının Şematik Şekli (m = Metre, Eğim Değeri Tüm Tabakaların Ortalama Değerini Yansıtmaktadır).



Foto 2.8: Sinanköy Yakınlarında İslambeyli Formasyonu'nun Alterasyonu Sonucu Oluşan Kil Oranı Yüksek Birimler



Foto 2.9: Sert Tabakaların Kalınlıklarının İyice Azalması Dolayısıyla Kuesta Rölyefi Karakterinin Kaybolduğu Doğu Sınırı (Bakış: Doğu)

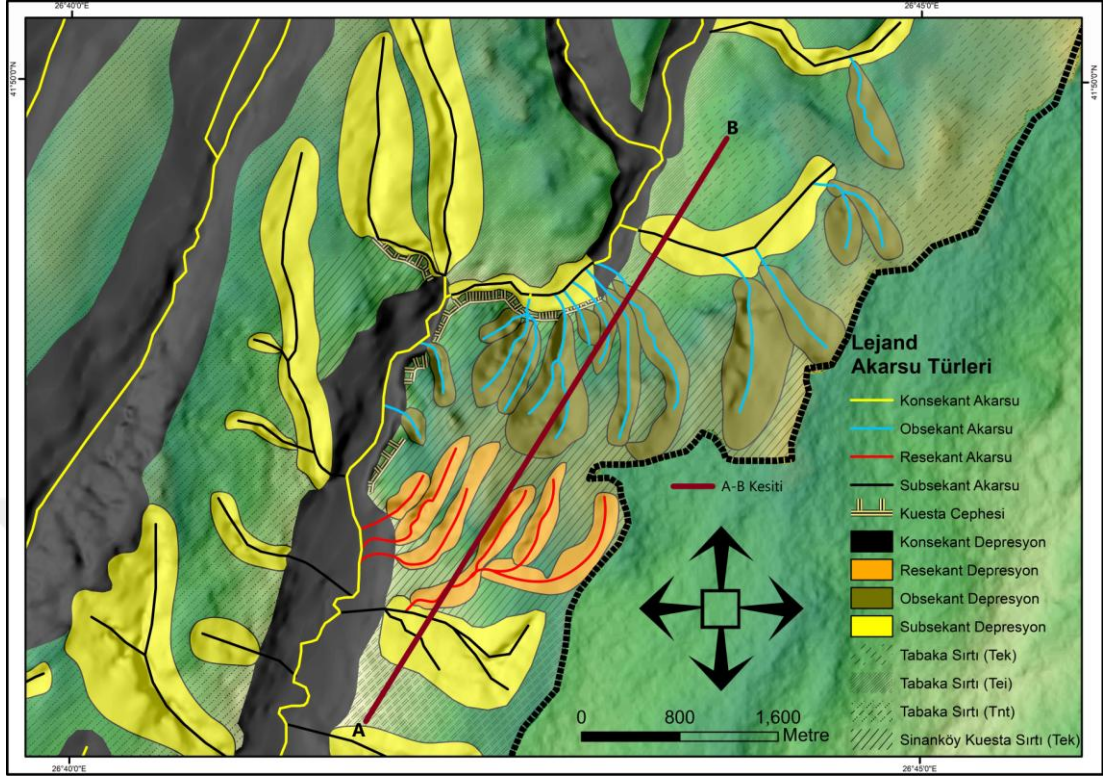


Foto 2.10: Kuesta Sırtı'ndan Kuesta Cephesi'ne Doğru Bakış (Bakış: Kuzeybatı)



Foto 2.11: Güneybatıya Doğru Eğimli Kuesta Sırtı'nı Meydana Getiren Tabaka Sırtının Görünümü (Bakış: Doğu).

Kuesta cephesinin arkasında devam eden ve en üstteki sert kireçtaşı tabakasının da yüzeyine karşılık gelen kuesta sırtı, yaklaşık 2 km boyunca güneybatıya doğru eğimli bir karakterde uzanmaktadır. Sırtın üzerinde yer yer kısa boylu otsu bitki toplulukları, yer yer çalılıklar görülmektedir. Ancak çoğu kısmında kireçtaşlarının üzeri çıplaktır ve hakim topoğrafik görünüm yeknesaktır.



Şekil 2.23: Sinanköy ve Çevresinin Yapısal Jeomorfoloji Birimleri

Sinanköy ve çevresinde, subsekant depresyonlar genel olarak doğu-batı doğrultuluyken, bazı kısımlarda ise kuzeybatı-güneydoğu ve kuzeydoğu-güneybatı doğrultululardır. Bunun nedeni sahanın yapısal jeomorfoloji evriminin hemen başlarında olmasıdır. Sahadaki en önemli subsekant depresyon, Sinanköy Deresi'nin Sinanköy'ün hemen doğusunda oluşturduğu subsekant depresyondur. Bu depresyonun açılmasıyla birlikte Sinanköy Kuestası'nın oluşumu ve şekillenmesi de başlamıştır. Daha önce de bahsedildiği gibi Sinanköy Deresi Sinanköy'ün kabaca 1 km doğusunda yapısal kontrol unsurlarına bağlı olarak doğal eğim yönü olan kuzeydoğu-güneybatı doğrultusundan saparak doğu-batı doğrultusu kazanmış ve akış yönüne göre sol yamacını kuesta cephesinin teşkil ettiği tipik bir asimetric subsekant vadi kazmıştır. Depresyonun akış yönüne göre sağ yamacı ise nispeten dirençsiz İslambeyli Formasyonu'ndan müteşekkil olduğu için sol yamacı kadar dik değildir (Foto 2.12). Bu depresyonun genişliği 200-250 metre arası değişirken, aynı zamanda kuesta cephesine karşılık gelen akış yönüne göre sol yamacının yüksekliği 160 metrelere, sağ yamacının yüksekliği ise 130 metrelere ulaşmaktadır.



Foto 2.12: Asimetrik Karakterli Subsekant Depresyon (Bakış: Doğu).

Sinanköy ve çevresindeki diğer subsekant depresyonlar ise Sinanköy Deresi'nin alt kollarının depresyonları olarak göze çarpmaktadırlar. Bu depresyonlar, özellikle Kırklareli Kireçtaşı tabakalarının ortadan kalkmaya başladığı, Sinanköy'ün hemen güneyi ve güneybatısında Trakya Formasyonu, Ergene Formasyonu ve Sinanlı Formasyonu üzerinde çoğalmaya başlamaktadırlar. Bu depresyonlar tipik asimetrik karakter göstermez, çünkü açıldıkları bu kısımlarda tabakaların eğim açıları çok yüksek değildir ve iki yamaçlarında litolojik direnç yaratacak farklı karakterde litolojiler bulunmamaktadır. Daha çok dik yamaçlı, dar tabanlı genç vadiler kazdıkları görülmektedir (Foto 2.13). Bu depresyonlar Sinanköy Deresi'nin konsekant karakteri taşıdığı kısımlara dik açılar yaparak birleşmektedirler. Taban genişlikleri 1-5 metre arasında değişirken, yamaç diklikleri 10-15 metre civarındadır.



Foto 2.13: Trakya Formasyonu Üzerinde Açılmış Subsekant Depresyon (Bakış: Doğu).

Sinanköy ve çevresindeki konsekant depresyonların başlıcalarını Sinanköy Deresi meydana getirmiştir. Bu depresyonlar, doğal eğim yönünde akan konsekant akarsular tarafından açılmıştır ve kuzeydoğu-güneybatı doğrultuludur. Bu depresyonların genişlikleri en geniş kısımlarında 1 km'ye ulaşırken, özellikle konsekant gediğin açıldığı kısımda 150 metreye kadar inmektedir.

Sinanköy ve çevresindeki obsekant depresyonlar, Sinanköy Kuestası'nın ana kısmında kuesta cephesini yaracak şekilde doğu-batı eksenini boyunca kuzeydoğu-güneybatı ve kuzeybatı-güneydoğu doğrultularında dizilmişlerdir. Tabakaların doğrultularının değişmesi ile birlikte obsekant depresyonların da doğrultuları değişmektedir. Burada obsekant akarsular, Kırklareli Kireçtaşı birimlerinden meydana gelen kuesta cephesinin aralarına yerleşerek çok genç "V" şekilli depresyonları meydana getirmişlerdir. Bu depresyonların tabanları geniş değildir ve genelde 1-2 metre aralığındadır. Yamaç diklikleri ise 15-20 metre seviyesindedir. Aynı zamanda bu depresyonların oluşmasına neden olan süreçlerin, kuesta cephesini henüz çok geriletemediği göze çarpmaktadır. Öyle ki, çalışma alanında herhangi bir büt veya aşınım artışı tepeye rastlanmamıştır.



Foto 2.14: Kuesta Cephesinin Yarılmasıyla Oluşmuş Bir Obsekant Depresyon
(Bakış: Güney)

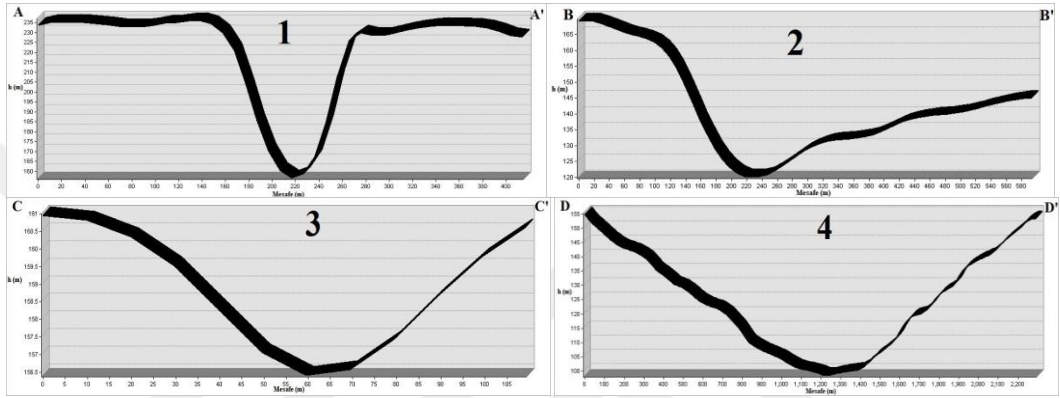


Foto 2.15: Geriye Aşındırma ile Kuesta Sirtına Doğru İlerlemiş Obsekant Depresyon
(Bakış: Kuzeybatı)



Foto 2.16: Amfiteatr Şekli Tipik Obsekant Depresyon Başı

Sinanköy ve çevresindeki resekant depresyonlar da obsekant depresyonlar gibi dar tabanlı, dik yamaçlı nispeten küçük vadi özelliğindedirler. Obsekant depresyonlardan tek farkları, kuesta cephesi yerine kuesta sırtında meydana gelmiş olmalarıdır. Doğal eğim yönünde akış gösteren resekant akarsularca açıldıkları için doğrultuları kuzeydoğu-güneybatıdır. Tabanları 1-2 metre genişliğinde iken yamaç diklikleri 5-6 metre seviyesindedir. Obsekant akarsulara göre daha az yarılmışlardır.



Şekil 2.24: Sinanköy ve Çevresinde Enine Profiller: 1: Obsekant Depresyon, 2: Subsekant Depresyon, 3: Resekant Depresyon, 4: Konsekant Depresyon (Enine Profiller Vf İndeksi Bölümünde Daha Önce Verilmiştir, Lokasyon Bilgileri Şekil 2.4'te mevcuttur).

2.2.1.1.2 Hasanağa ve Çevresi

Hasanağa ve çevresindeki kuesta rölyefi, genel olarak Trakya Formasyonu, Çakıl Formasyonu, Kırklareli Kireçtaşı ve Ergene Formasyonu birimlerinin yayılış gösterdiği sahada meydana gelmiştir. Burada stratigrafik açıdan en altta Eosen Kırklareli Kireçtaşı birimleri bulunmaktadır ve bu birimin üzerinde Oligosen Çakıl Formasyonu vardır. Bu birimlerin üzerinde Miosen Ergene Formasyonu bulunurken, Pliosen Trakya Formasyonu ile birlikte Kuaterner birimleri en üstte bulunmaktadır. Buradaki tabakaların doğrultu, eğim yönü ve eğim açıları Brunton Tipi Jeolog Pusulası kullanılarak ölçülmüştür. Yapılan ölçümler, bu birimlerin genel olarak 5-30 derece arasında güneybatı ve güneydoğuya doğru eğimli bir karakter gösterdiklerine işaret etmiştir. Tabakaların üzerinde ölçüm yapılan noktaların UTM koordinatları ve ölçümü yapılmış olan özellikleri tablo 2.4'te verilmiştir. Burada kuestanın oluşumuna neden olan asıl etmen, Trakya Formasyonu ile Çakıl Formasyonu birimleri arasındaki direnç farkıdır. Öyle ki, Sinanköy Deresi bu kısımda nispeten

daha dirençsiz Trakya Formasyonu birimlerini çabucak aşındırmış, Çakıl Formasyonu ve Kırklareli Kireçtaşları ise nispeten daha az aşınarak topoğrafyada daha yüksek kısımlar olarak kalmışlardır. Bu yüksek kısımlar aynı zamanda kuesta cephesini tanımlamaktadır. Hasanağa Kuestası'nın cephesi, kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda yaklaşık 6 km uzanmaktadır. Kuesta Cephesi'nin diklik oluşturan sert kısımları en kuzeybatı kenarında Kırklareli Kireçtaşı birimlerinden müteşekkilen, geri kalan kısmı Çakıl Formasyonu'ndan müteşekkildir. Bu dikliğin yüksekliği, yer yer 100 metreye ulaşmaktadır. Aynı zamanda Kırklareli Kireçtaşı'nın olduğu kuzeybatı kısmından güneydoğuya doğru, kuesta cephesinin yükseltisi de azalmaktadır. Bunda, Kırklareli Kireçtaşı'nın Çakıl Formasyonu'na göre daha dayanıklı olmasının rolü büyüktür. Buna ek olarak Kırklareli Kireçtaşı tabakalarının eğim açıları, bazı kısımlarda 30° civarına ulaşırken, kuesta meydana getiren diğer formasyonlar olan Çakıl Formasyonu, Trakya Formasyonu ve Ergene Formasyonu birimlerinin eğim açıları 5-10° civarında ölçülmüştür. Tabakaların eğim yönleri ise genelde güneybatı olup, kuestanın özellikle kuzeybatı ve güneydoğu sınırlarında güneydoğuya doğru dönmektedir.



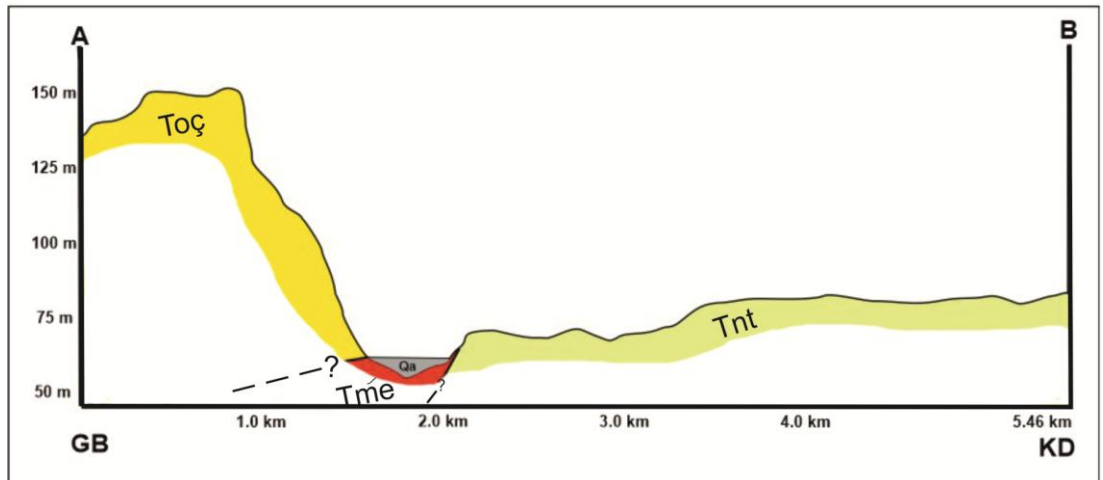
Foto 2.17: Hasanağa Kuestası (Bakış: Kuzeybatı)



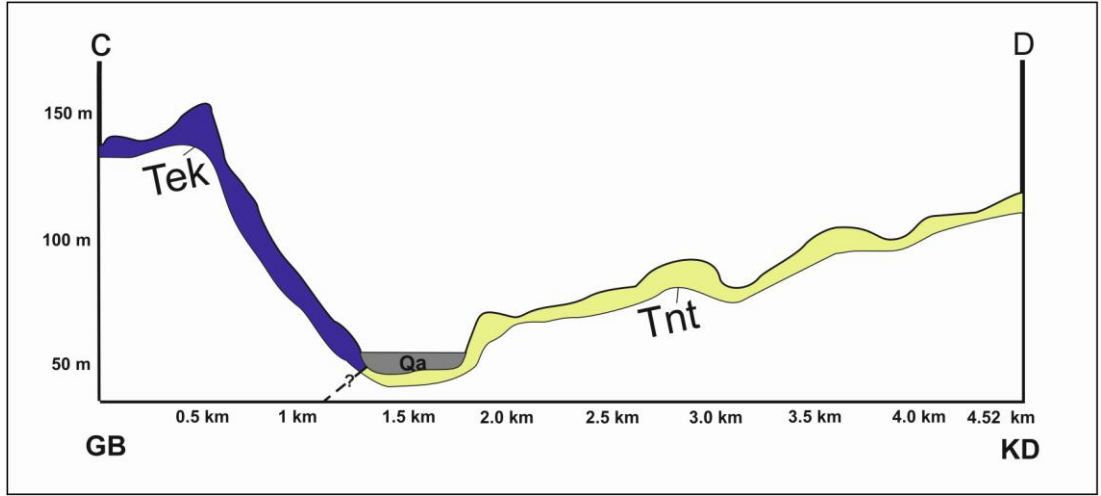
Foto 2.18: Hasanağa Kuestası'nın Kuzeybatı Kısımında Yer Alan, Güneydoğuya Doğru Çarpılmış Kırklareli Kireçtaşı Tabakaları (Bakış: Kuzeybatı)

Koordinatlar		Doğrultu (°)	Eğim Yönü	Eğim Açısı (°)
x	y			
0464368	4613302	95	GB	4
0469486	4617986	75	GD	5
0468533	4618512	105	GB	9
0465193	4620145	80	GD	14
0465485	4620297	75	GD	18
0467516	4618926	105	GB	5
0467998	4618665	110	GB	5
0466612	4617777	115	GB	6
0468806	4617906	105	GB	4
0465596	4620412	80	GD	30

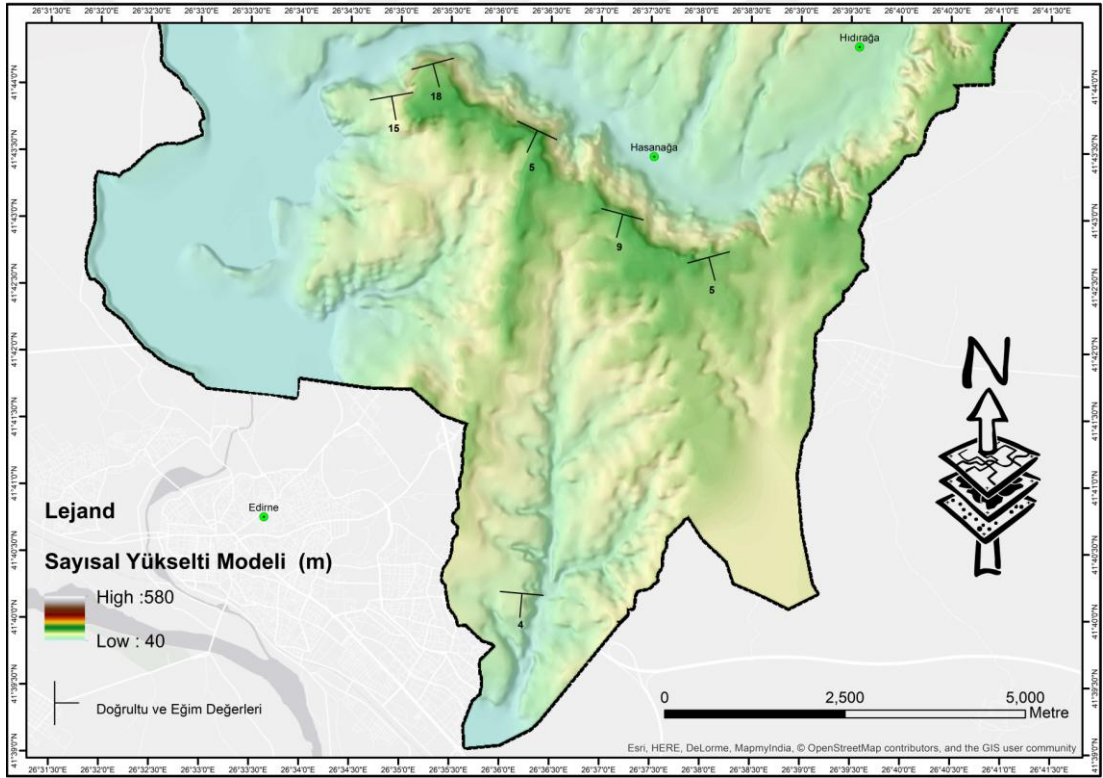
Tablo 2.4: Hasanağa ve Çevresindeki Tabakalardan Ölçüm Yapılan Noktaların Ölçüm Değerleri



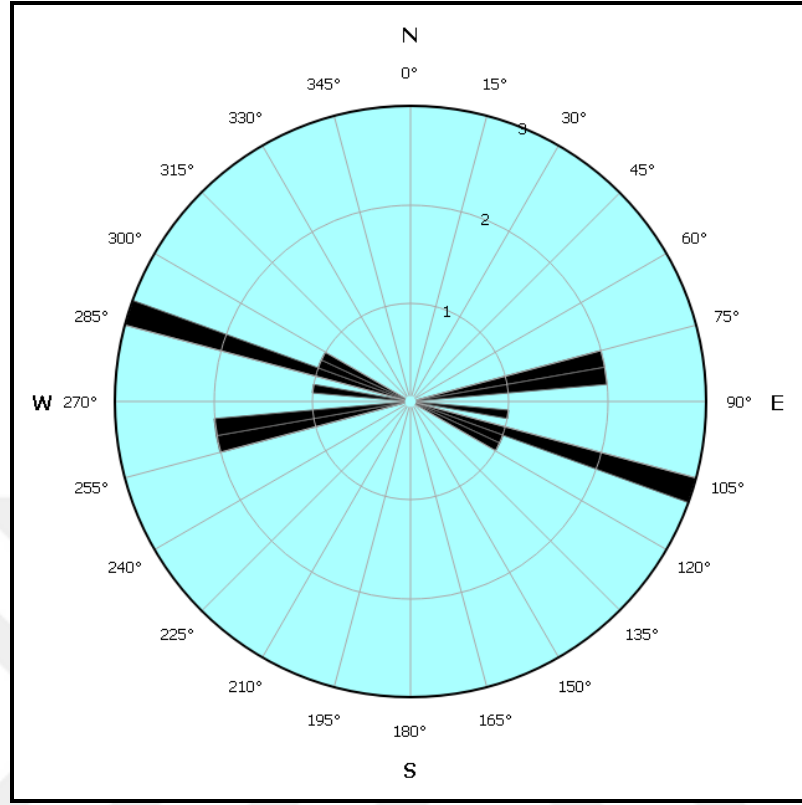
Şekil 2.25: Hasanağa ve Çevresi'nin A-B Kesiti (Kesitin Alındığı Hat Şekil 2.29'da verilmiştir).



Şekil 2.26: Hasanağa ve Çevresi'nin C-D Kesiti (Kesitin Alındığı Hat Şekil 2.29'da verilmiştir).



Şekil 2.27: Hasanağa Çevresindeki Tabakaların Doğrultu ve Eğim Değerleri



Şekil 2.28: Hasanağa Çevresindeki Tabakaların Doğrultu Değerlerini Gösteren Gül Diyagramı

Hem eğim yönlerinin hem de eğim açılarının diğer litolojik birimlere göre daha fazla değişkenlik gösterdiği Kırklareli Kireçtaşı'nın tektonik deformasyondan daha şiddetli bir biçimde etkilendiği savunulabilir.

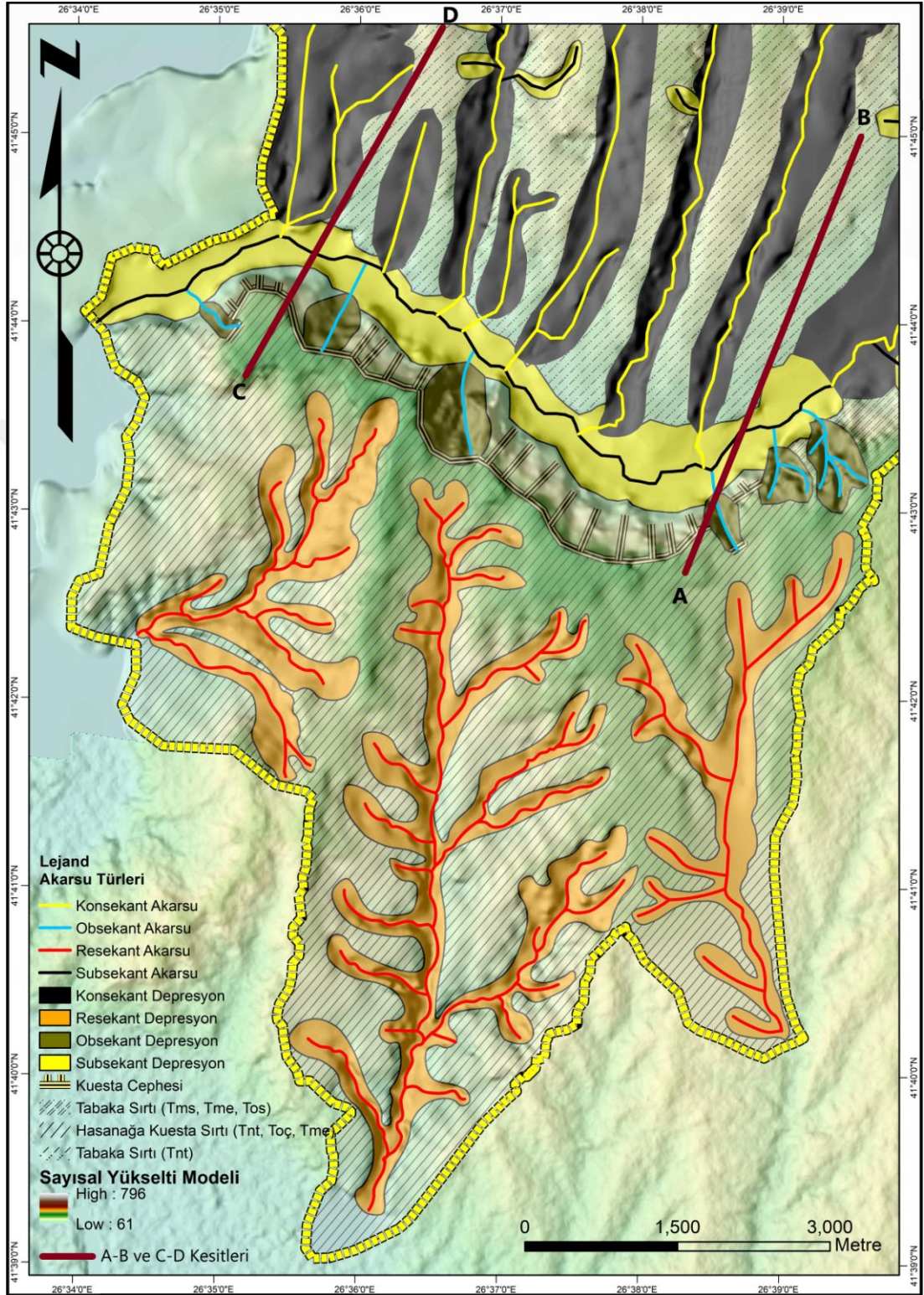
Hasanağa ve çevresinde büyük bir subsekant depresyon mevcuttur. Sinanköy Deresi, Sinanköy'ün güneybatısında tekrar konsekant hale geçtikten sonra yaklaşık 12 km boyunca doğal eğim yönü olan güneybatıya doğru akışını sürdürmüştür. Hasanağa'nın doğusunda nispeten dirençli Çakıl Formasyonu birimleri ile karşılaştığında ise tekrardan kuzeybatı-güneydoğu doğrultusuna dönmüştür. Böylece burada akış yönüne göre sol yamacının Hasanağa Kuestası Cephesi'nden müteşekkil olduğu asimetrik bir subsekant depresyon meydana getirmiştir. Bu depresyon yaklaşık 6.5 km uzunluğundadır ve Çakıl Formasyonu ile Kırklareli Kireçtaşı birimlerinin yapısal etkisinin kaybolduğu Edirne kuzeybatısına kadar uzanmaktadır. Buradan sonra Sinanköy Deresi, tekrar doğal eğim yönü olan güneybatıya dönerek

Tunca Nehri'ne karışmaktadır. Bu subsekant depresyonun taban genişliği genelde 300 metre civarındadır ve bazı kısımlarda 500 metreye ulaşmaktadır.

Hasanağa Kuestası'nı yaran obsekant depresyonlar Sinanköy Kuestası'na göre çok daha küçük ve miktar olarak çok daha azdır. Bu, kuestanın büyük bir kısmını meydana getiren Çakıl Formasyonu ve Trakya Formasyonu gibi formasyonların Sinanköy Kuestası'nı meydana getiren Kırklareli Kireçtaşı birimlerine göre oldukça dirençsiz olmalarından kaynaklanmaktadır. Bu dirençsiz formasyonlar üzerinde oluşan obsekant depresyonların yamaçları çok dikleşmeden denge durumlarını kaybetmektedirler. Buradaki bu depresyonlar daha çok gully türü erozyon depresyonlarının biraz büyümüş halini anımsatmaktadır. Bunda litolojik özelliklerin rolü büyüktür. Aynı zamanda Hasanağa Kuestası'nın kuzeybatı kısmındaki Kırklareli Kireçtaşları'nın üzerinde açılmış olan obsekant depresyonlar da bu kuesta üzerindeki diğer obsekant depresyonlara göre daha dik yamaçlı ve daha dar tabanlıdır. Bu da litolojik farklılığın vadi oluşumundaki rolünün önemini çok güzel bir şekilde nitelemektedir.



Foto 2.19: Hasanağa Kuestası'nda Çakıl Formasyonu Üzerinde Oluşmaya Yeni Başlamış Obsekant Depresyon (Bakış: Kuzeybatı).



Şekil 2.29: Hasanağa ve Çevresinin Yapısal Jeomorfoloji Birimleri

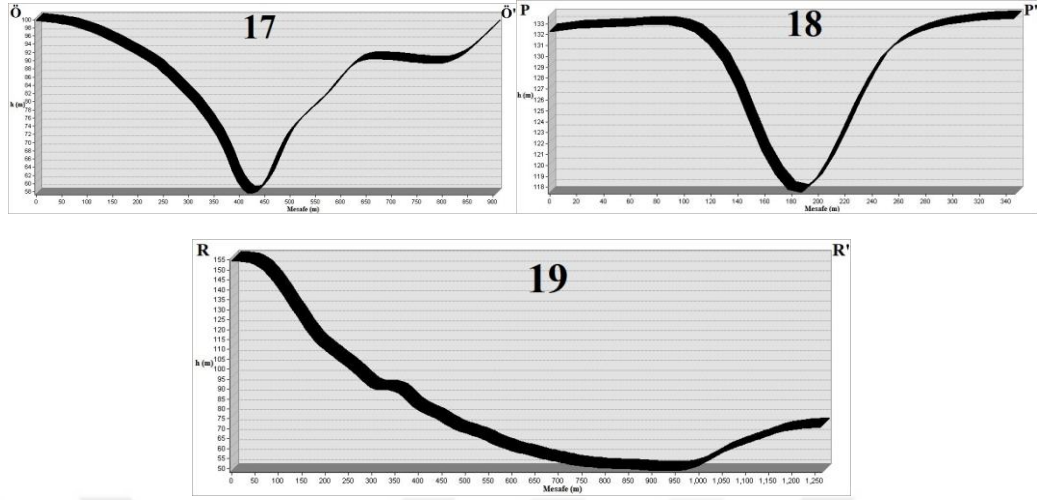


Foto 2.20: Hasanağa Kuestası'nda Kırklareli Kireçtaşı Birimleri Üzerinde Obsekant Depresyon (Bakış: Güneydoğu).

Konsekant depresyonlar bu bölgenin kuzey ve kuzeydoğusunda toplanmıştır ve Sinanköy Deresi'nin subsekant karakteri taşımadığı kısımları ve subsekant karakteri taşıdığı kısımda ona katılan Korucuköy Dere gibi alt kollarının depresyonlarını nitelemektedir. Resekant depresyonlar ise kuesta sırtında oldukça geniş alanlar kaplamaktadır. Resekant karakterindeki Kınalı Dere, Ayvalı Dere ve Keçipınar Dere, Trakya ve Ergene Formasyonu üzerinde bu depresyonları açmışlardır. Sinanköy çevresindeki Kırklareli Kireçtaşı birimleri üzerinde açılmış resekant depresyonlara göre daha geniş tabanlı ve daha az eğimli yamaçlara sahiptirler. Tabakaların doğrultularına ve eğim yönlerine göre resekant depresyonlarda kuzeybatı-güneydoğu ve kuzeydoğu-güneybatı doğrultuları kazanmışlardır. Taban genişlikleri en geniş kısımlarında 50 metreye kadar çıkmaktadır.



Foto 2.21: Hasanağa Kuesta Sırtında Güneydoğuya Doğru Akan Kınalı Dere'nin Resekant Depresyonu (Bakış: Kuzeydoğu).



Şekil 2.30: Hasanağa ve Çevresinde Enine Profiller: 17: Resekant Depresyon, 18: Obsekant Depresyon, 19: Subsekant Depresyon (Enine Profiller Vf İndeksi Bölümünde Daha Önce de Verilmiştir, Lokasyon Bilgileri Şekil 2.4'te mevcuttur).

2.2.1.1.3 Sinanköy ve Hasanağa Arasındaki Alan

Monoklinal yapılı alanın en kuzeyinde, kabaca Lalapaşa batısı ile Çömlekköy arasındaki alanda Kırklareli Kireçtaşı birimleri yayılış göstermektedir. Bu alandaki tabakalar da Sinanköy çevresindeki gibi genel olarak güneybatıya doğru eğimli olmalarına rağmen, buradaki akarsuların genelde küçük ve enerjileri düşük olmalarından dolayı alttaki yapıya tam anlamıyla gömülememişler, aşındırıcı etkileri güçlü olamamıştır. Bu yüzden, bu kısımda litolojik ve tektonik şartlar uygun gözükse de aşındırıcı etmenler yetersiz kaldığı için tam anlamıyla bir kuesta rölyefi oluşamamıştır. Buna rağmen Lalapaşa ve Çömlekköy yakınlarında bazı kısımlarda kuesta rölyefinin temelleri atılmış olsa da bu rölyefin olgunlaşması için belirli bir zamanın geçmesi gerekecektir.

Bu alanın güney ve güneybatısına doğru, Kırklareli Kireçtaşları giderek gözden kaybolurken Trakya Formasyonu birimleri görülmeye başlanmaktadır. Bu birimler, Sinanköy ve Hasanağa arasında kabaca 40 km²'lik bir alanda yayılış göstermektedirler. Bu formasyonlar üzerinde Brunton Tipi Jeolog Pusulasıyla yapılan ölçümler Tablo 2.5'te verilmiştir. Buna göre bu tabakalar; kuzeybatı-güneydoğu doğrultuludurlar ve güneybatıya doğru 5-10° eğimlidirler. Korucuköy yakınlarında yapılan ölçümler 3-8° arası güneybatı yönlü eğim özelliklerini,

Menekşesofular yakınlarında yapılan ölçümler güneybatı yönlü 5-6° eğim özelliklerini ve Büyükdöllük kuzeydoğusunda yapılan ölçümler güneybatı yönlü 6-7° eğim özelliklerini göstermiştir.

Koordinatlar		Doğrultu (°)	Eğim Yönü	Eğim Açısı (°)
x	y			
0470292	4622246	100	GB	5
0472320	4627411	110	GB	3
0472634	4627272	105	GB	8
0468780	4625089	105	GB	6

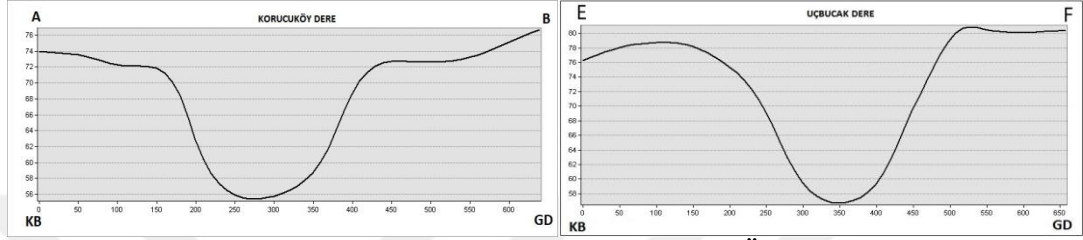
Tablo 2.5: Mevzu Bahis Tabakalardan Ölçüm Yapılan Noktaların UTM Koordinatları ve Ölçüm Değerleri.



Foto 2.22: Güneybatıya Eğimli Trakya Formasyonu Üzerinde Morfolojik Görünüm (Bakış: Batı).

Güneybatıya eğimli bu sahadaki topoğrafik görüntü, konsekant akarsularca derin yarımş depresyonlar ve bu depresyonlar arasında yamaçları tatlı meyillerle karakterize olan sırtlar şeklindedir. Buradaki konsekant akarsulardan başlıcalarını Korucuköy Deresi ile Uçbucak Dere meydana getirmektedir. Sahadaki gençleşmenin devam ettiği, bir başka deyişle konsekant akarsuların vadilerinin yarmaya devam ettiği düşünülmektedir. Bu düşünce, arazi çalışmalarında yapılan gözlemlerle de uyuşmaktadır. Topoğrafik profillerden (Şekil 2.31) de görülebileceği gibi bu akarsu vadilerinin yamaç diklikleri 20-25 metre seviyelerindedir. Buna ek olarak bu akarsuların yataklarında çok miktarda eğim kırıklıkları (knickpoint) bulunmaktadır. Bu eğim kırıklıklarının arazide müşahede edilme şansı bulunanlarının 30-40 cm civarında oldukları görülürken, akarsuların alüvyal depoları ile Trakya Formasyonu birimlerinin direnç farklılığı oluşturarak bu eğim kırıklıklarını oluşturduğu

düşünülmektedir. Aynı zamanda bu konsekant akarsuların yataklarına gömüldükleri, çeşitli taraça seviyelerinden anlaşılmalıdır. Bu etmenler, bölgede yapısal özelliklerin rolünü ve bu özellikler sonucu meydana gelen deformasyonların önemini göstermektedir. Sahada konsekant depresyonlar oldukça yaygın bulunruken, çok küçük boyutlarda subsekant depresyonların da oluşmaya başladığı gözlenmektedir.



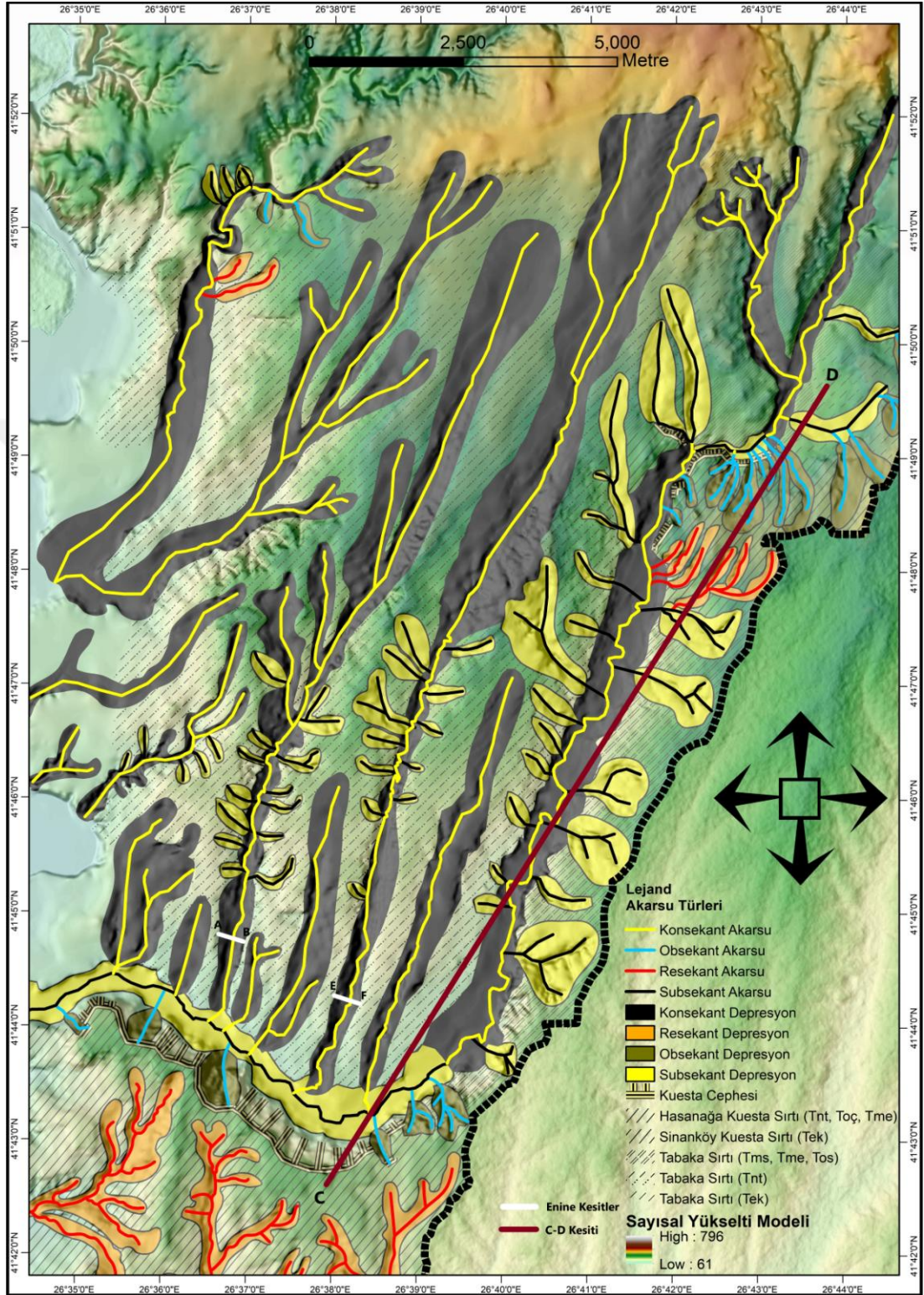
Şekil 2.31: Güneybatıya Eğimli Trakya Formasyonu Üzerindeki Konsekant Karakterdeki Uçbucak Dere ve Korucuköy Derelerinin Enine Profilleri (Enine Profillerin Alındığı Lokasyonlar Şekil 2.32’de verilmiştir.).



Foto 2.23: Korucuköy Deresi'nin Konsekant Depresyonu



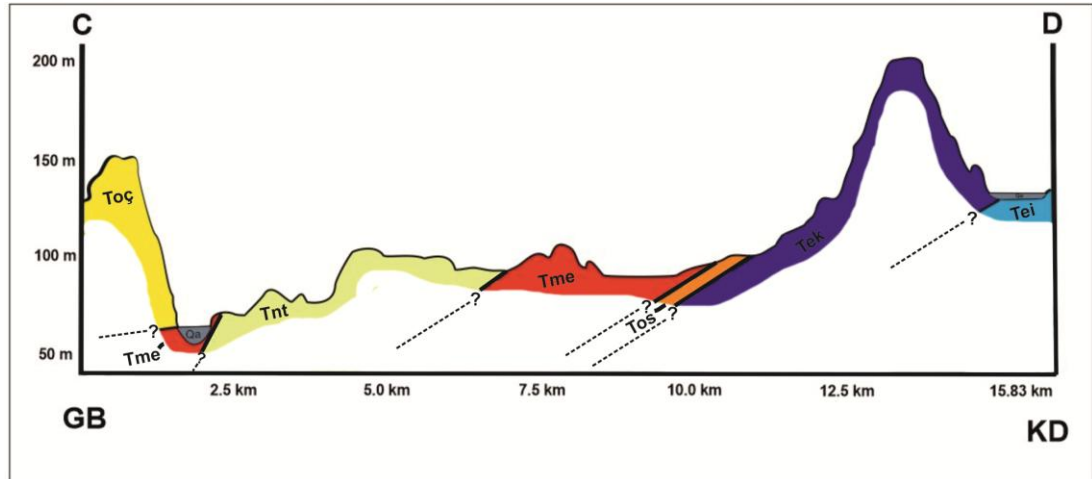
Foto: 2.24 Konsekant Depresyondaki Eğim Kırıklığı.



Şekil 2.32: Hasanağa-Sinanköy Arasının Yapısal Jeomorfoloji Birimleri



Foto 2.25: Eğim Kırıklığı Oluşturan Litoloji, Akarsu Kanalındaki Diğer Kısımlarındaki Gibi Çekicinin Saplanacağı Derecede Dirençsiz Trakya Formasyonu Birimlerinden Oluşmaktadır.

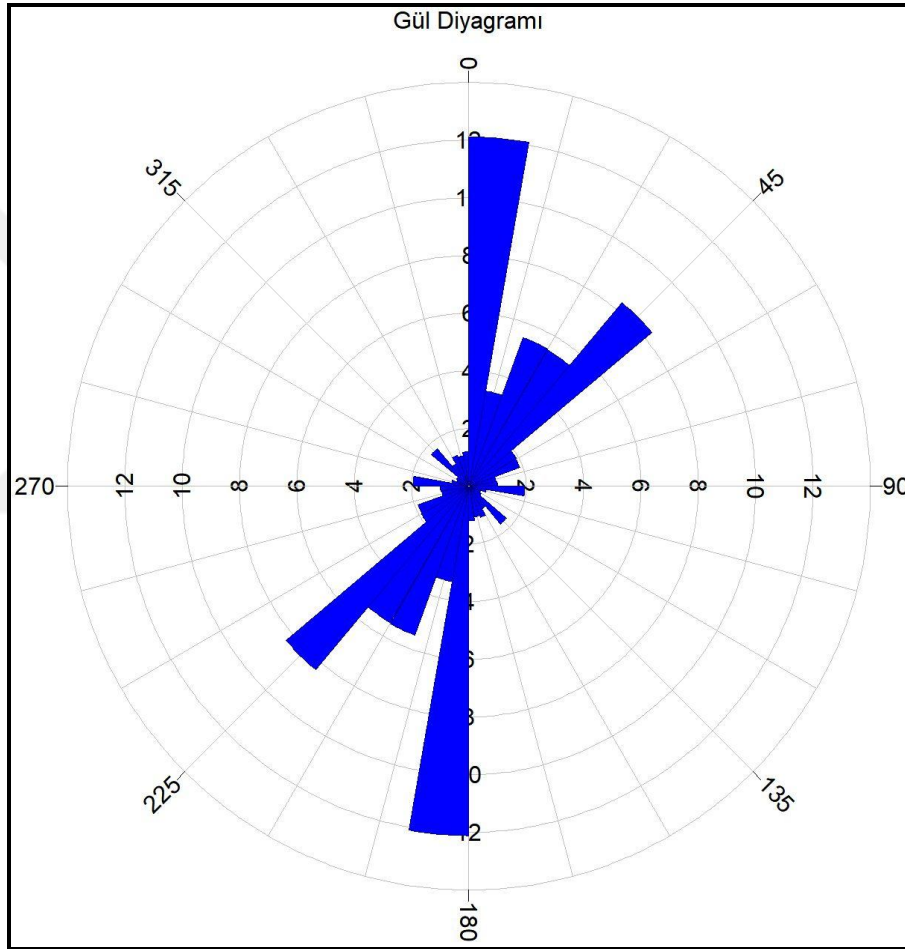


Şekil 2.33: Çalışma Alanındaki Monoklinal Yapılı Bölgenin C-D Kesiti (Kesitin Alındığı Hat Şekil 2.32’de verilmiştir).

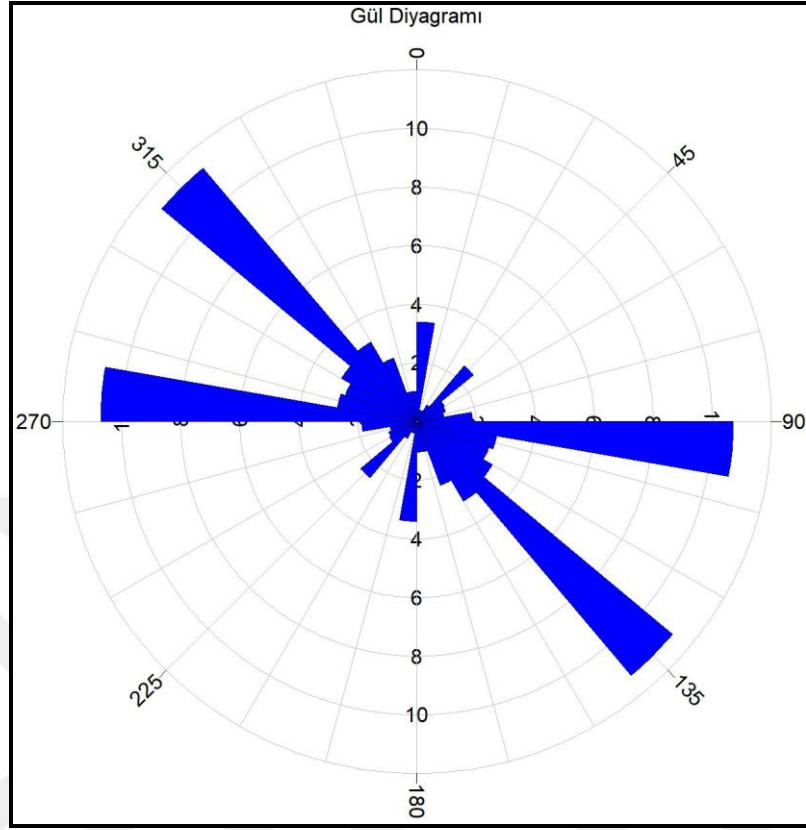
2.2.1.1.3 Akarsu Gelişimi

Çalışma sahasının monoklinal yapılı kısmında akarsular, tamamen yapısal faktörlerin kontrolü altında gelişmiştir. Yapısal faktörlerin bu etkisini niteleyebilmek için, monoklinal yapılı bölgedeki akarsuların yönelimlerini gösteren gül diyagramları hazırlanmıştır (Şekil 2.34, 2.35, 2.36, 2.37 ve 2.38). Buna göre; Önce doğal eğim

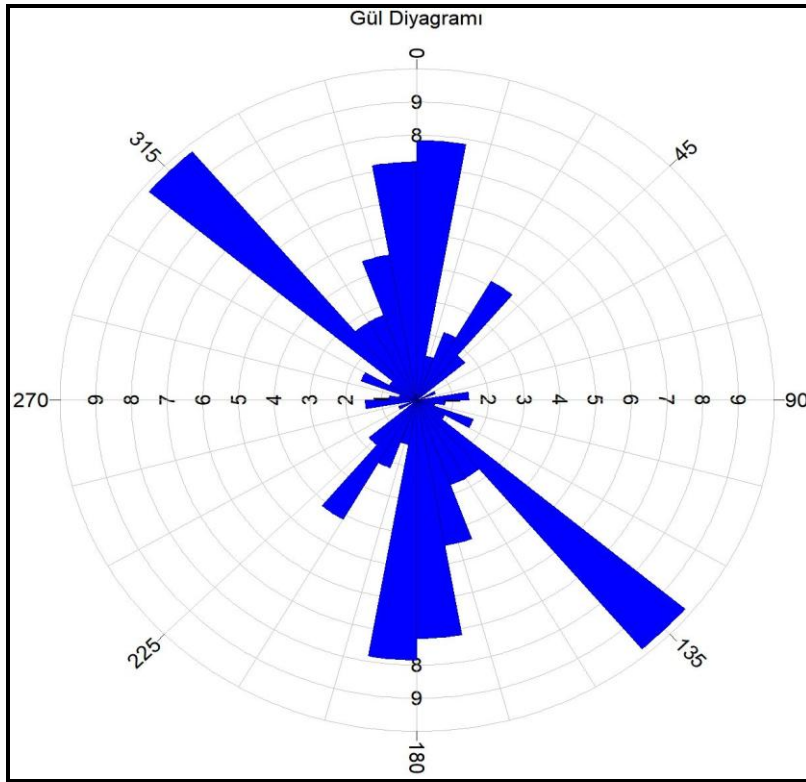
doğrultusu olan kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda konsekant akarsular meydana gelmişlerdir. Bu akarsular aynı zamanda sahanın en büyük akarsularını meydana getirmektedirler. Üzerinde aktıkları litolojiden daha dirençli bir litolojiyle karşılaştıkları kısımlarda doğrultu değiştirip subsekant karakter kazanmışlardır. Bu subsekant karakterli akarsuların en başta gelen örnekleri Sinanköy ve Hasanağa yakınlarındakilerdir.



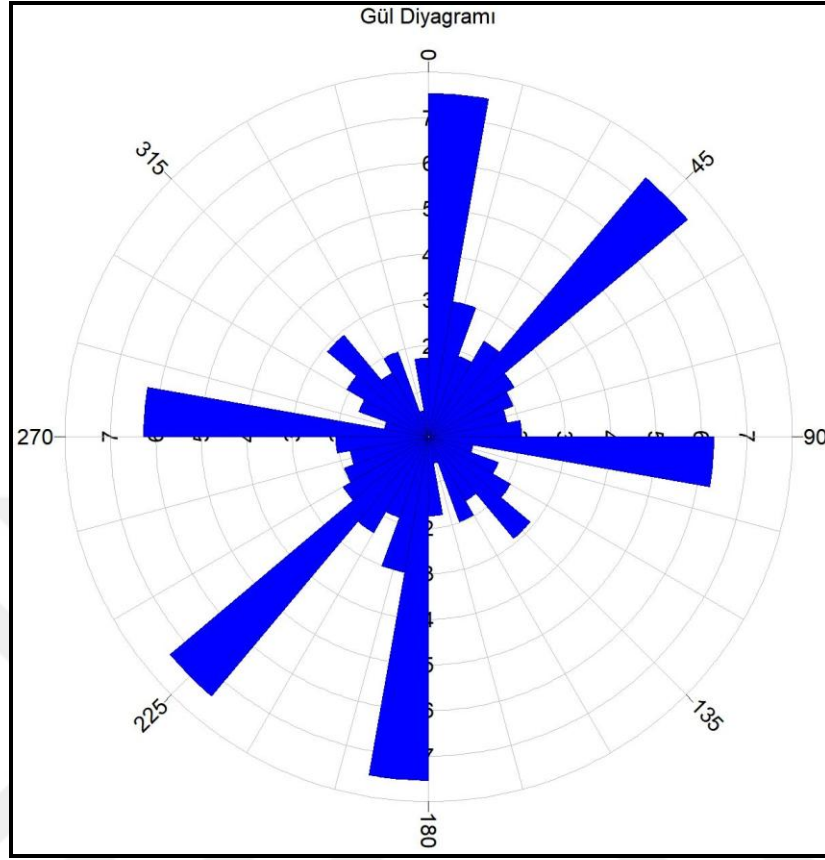
Şekil 2.34: Monoklinal Yapılı Bölgedeki Konsekant Akarsuların Gül Diyagramı



Şekil 2.35: Monoklinal Yapılı Bölgedeki Subsekant Akarsuların Gül Diyagramı



Şekil 2.36: Monoklinal Yapılı Bölgedeki Obsekant Akarsuların Gül Diyagramı

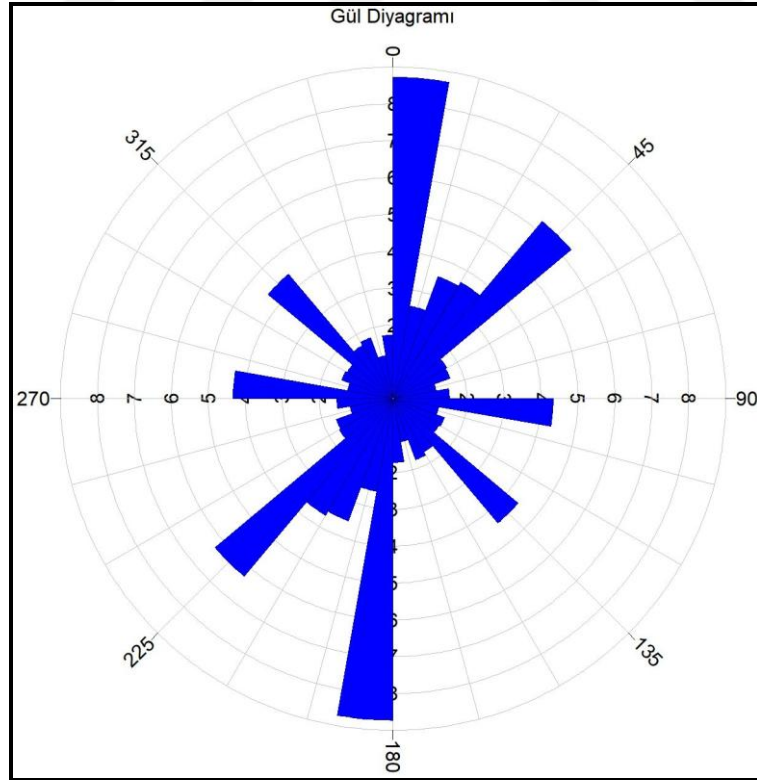


Şekil 2.37: Monoklinal Yapılı Bölgedeki Resekant Akarsuların Gül Diyagramı

Bunun yanında, Hasanağa ile Sinanköy arasındaki hafif eğimli arazide de konsekant akarsuların çok küçük kolları olarak göze çarpmaktadırlar. Subsekant akarsular gül diyagramına göre genel olarak kuzeybatı-güneydoğu ve doğu-batı doğrultuludurlar. Kuesta cephelerinin doğrultu özellikleri de düşünüldüğünde bu manidardır. Obsekant akarsuların genel olarak doğal eğim yönünün tersine aktığı ve subsekant akarsulara dik açılarla birleştiği daha önceki kısımlarda açıklanmıştı. Bu obsekant akarsuların en tipikleri Hasanağa ve Sinanköy Kuestaları'nın cephelerinde görülmektedir. Bölgedeki subsekant akarsuların bir alt dizinleri olarak oluşmuşlardır ve henüz gençtirler. Sinanköy Kuestası'nda meydana gelen obsekant depresyonlar, yataklarını kuesta sırtına doğru daha fazla kazmışlardır. Gül diyagramına göre obsekant akarsuların genel doğrultuları kuzeybatı-güneydoğudur ki bu, doğal eğim yönüne diktir. Resekant akarsular genel olarak Sinanköy ve Hasanağa Kuestaları'nın sırtlarında yayılmışlardır. Monoklinal yapılı bölgenin tamamıyla karşılaştırılınca bu sahalarda çok dardır. Yapılan analizlere göre akış doğrultuları bekleneceği üzere doğal eğim yönündedir. Sinanköy Kuestası üzerindeki resekant akarsular daha tipikken,

Hasanağa Kuestası üzerindeki resekant akarsular nispeten kolay aşınabilir birimler üzerinde akış gösterdiğinden alt kolları daha fazla gelişmiştir. Gül diyagramındaki çeşitlilik de bununla ilişkilidir.

Drenaj ağı farklılıklarına değinilecek olursa; özellikle Sinanköy ve Hasanağa çevrelerinde subsekant, obsekant ve resekant akarsuların varlığı ve birbirlerine dik açılarla birleşmeleri, bu kısımlarda kafesli bir drenaj ağının oluşmasına zemin hazırlamıştır. Sinanköy ve Hasanağa arasındaki alanda, hafif eğimli tabaka sırtları olarak da nitelendirilebilecek topoğrafya üzerinde konsekant akarsular hafif eğimli sırtlarla ayrılmış şekilde birbirlerine paralel olarak akmaktadırlar. Burada subsekantların çok sınırlı alanlarda görülmeleri ve obsekantlar ile resekantların gelişmemiş olması dolayısıyla paralel bir drenaj ağı meydana gelmiştir. Drenaj ağı dokusunun bu kadar kısa mesafelerde değişiklik göstermesi, yapısal özelliklerin drenaj sistemlerinin oluşum ve gelişimlerinde ne kadar büyük bir rolü olduğunu nitelemektedir.



Şekil 2.38: Monoklinal Yapılı Bölgedeki Tüm Akarsuların Gül Diyagramı

Sonuç olarak çalışma sahasındaki monoklinal yapılı bölgedeki akarsular, tamamen yapısal faktörlerin etkisi altında gelişmiş, bu faktörlerin kontrolü altında yapısal şekillerin yüzeylemesini sağlamışlardır. Konsekant ve resekant akarsular doğal eğim yönünde akış gösterirken, subsekant ve obsekant akarsular yapısal etkilere bağlı olarak doğal eğim yönünden sapmışlardır. Şekil 2.38’de verilen monoklinal yapılı alandaki tüm akarsuların gül diyagramında bu karakter çok net bir şekilde gözlenmektedir.

2.2.1.2 Istranca Masifi Kısımının Yapısal Jeomorfoloji Özellikleri

Çalışma sahasında, Trakya Sedimanter Havzası ile Istranca Masifini birbirinden ayıran kenar fayları ve Gömülü Kırklareli Fayı’nı bir kenara bırakırsak, faylı ve kıvrımlı yapı genel olarak Istranca Masifi kısmında görülmektedir. Istranca Masifi Paleozoik’ten günümüze birçok kez farklı tektonik kuvvetlerin etkisinde kalmış ve çok kez metamorfizma geçirmiştir. Bu etkilerin sonucunda çok çeşitli ve karmaşık deformasyonlara maruz kalmıştır. Bu deformasyonlar sonucu bölgede kıvrımlanmalar, bindirme fayları, ters faylar ve normal faylar meydana gelmiştir.

Istranca Masifi, daha önce de söz edildiği üzere Variscan ve Kimmeriyen orojenezlerinden etkilenmiştir. Sahada görülen kıvrım deformasyonları, bu orojenez süreçleri ile ilgilidir. Geç Jura-Kretase dönemini kapsayan Kimmeriyen orojenezine ait deformasyonların oluşumunun üzerinden minimum 65 milyon yıl geçmiştir. Bu süre içerisinde meydana gelen kıvrımların büyük kısmının aşınmış olduğu göze çarpmaktadır. Öyle ki, çalışma sahasındaki kıvrımlı yapıya ait jeomorfolojik birimler büyük ölçüde gözlenmemektedir. Flüvyal süreçlerin etkisi altında bu saha günümüze kadar oldukça derin bir biçimde aşındırılmış ve platolaştırılmıştır.

Sahadaki bindirme fayları genel olarak masifin batı kısmında; Çatmaköy, Demirköy, Doğan köy ve Büyüköğünlü çevresinde görülmektedir. Bu bindirme fayları büyük ölçüde Şeytandere Metagraniti (Pkş) birimlerinin Tekedere Grubu birimleri üzerine bindirmeleriyle karakterize olmaktadır. Bazı kısımlarda ise Tekedere Grubu (Pzt) birimleri kendi içinde birbiri üzerine bindirmişlerdir. Bu bindirmeler genel olarak paraotokton karakterli olup, derin değildirler ve sık karakter taşımaktadırlar. Bölgedeki normal faylar, daha çok Hamzabeyli, Küçüköğünlü ve Kalkansöğüt

çevresinde yoğunlaşmıştır. Buradaki normal faylar, Küçüköğünlü çevresinde Çalidere Granatlı Şistleri'nin (Pztyç) oluşturduğu tavan bloğunu alçaltmış, Şeytandere Metagranitleri'nden (Pkş) oluşan taban bloğunu yükseltmiştir. Kalkansöğüt çevresindeki normal fayların faaliyeti, Kapaklı Dolomit Üyesi (Jdk) birimlerinin Tekedere Grubu (Pzt) birimlerinin üzerine yükselmesine neden olmuştur. Kalkansöğüt çevresinde de yine Hamzabeyli Graniti (Pzth), Kapaklı Dolomit Üyesi (Jdk) ve Çukurpınar Kalkışist Üyeleri'nin (Jdç) sınırları faylıdır.

Tüm bu fayların faaliyeti sonucu topoğrafyada meydana gelen değişiklikler ve tektonik jeomorfoloji birimleri bugün topoğrafyada çok net bir şekilde görülememektedir. Bunun başlıca nedenleri olarak; bu birimlerin oluşumlarının üzerinden oldukça büyük bir zaman geçmiş olması, buna bağlı olarak birimlerin karakteristik özelliklerinin ve topoğrafyadaki izlerinin yoğun aşınma ve ayrışma faaliyetleri ile hızla silinme eğilimi göstermiş olmaları örnek gösterilebilir. Bunda, özellikle geçmişten günümüzde bölgedeki tektonik etkinliğin oldukça yavaşlamış olması ve bölgenin nemli iklim karakteri de düşünüldüğünde aşınma ve ayrışma faaliyetlerinin hızlı oluşu büyük rol oynamıştır.

Bu tez çalışmasında hedef saha genel anlamıyla monoklinal yapılı saha olarak düşünülmüştür. Monoklinal yapıyı kateden akarsuların havzalarının Istrancalar'ın bir kısmına kadar uzanması nedeniyle Istrancalar'ın söz konusu kısmı çalışma sahası içine dahil edilmiştir. Öyle ki, tez çalışmasının metod kapsamının ana hattını oluşturan morfometrik analizlerden bazıları, havza bazlı uygulandığında daha tutarlı sonuçlar vermektedir. Bu yüzden Istranca Masifi kısmının yapısal jeomorfoloji özellikleri, monoklinal yapılı kısımdaki gibi çok detaylı bir şekilde çalışılmamıştır. Bu kapsamda; çalışma sahasının Istranca Masifi kısmının tektonik ve litolojik yapısal özellikleri, genel olarak morfometrik analiz sonuçları ve sahada yapılan gözlemler ışığında değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bunun için sahanın çeşitli kısımlarından profiller alınmış, tektonik jeomorfoloji birimlerini betimlemek amacıyla çizimler yapılmış, akarsuların yapısal faktörlerle ilişkisi değerlendirilmiştir.

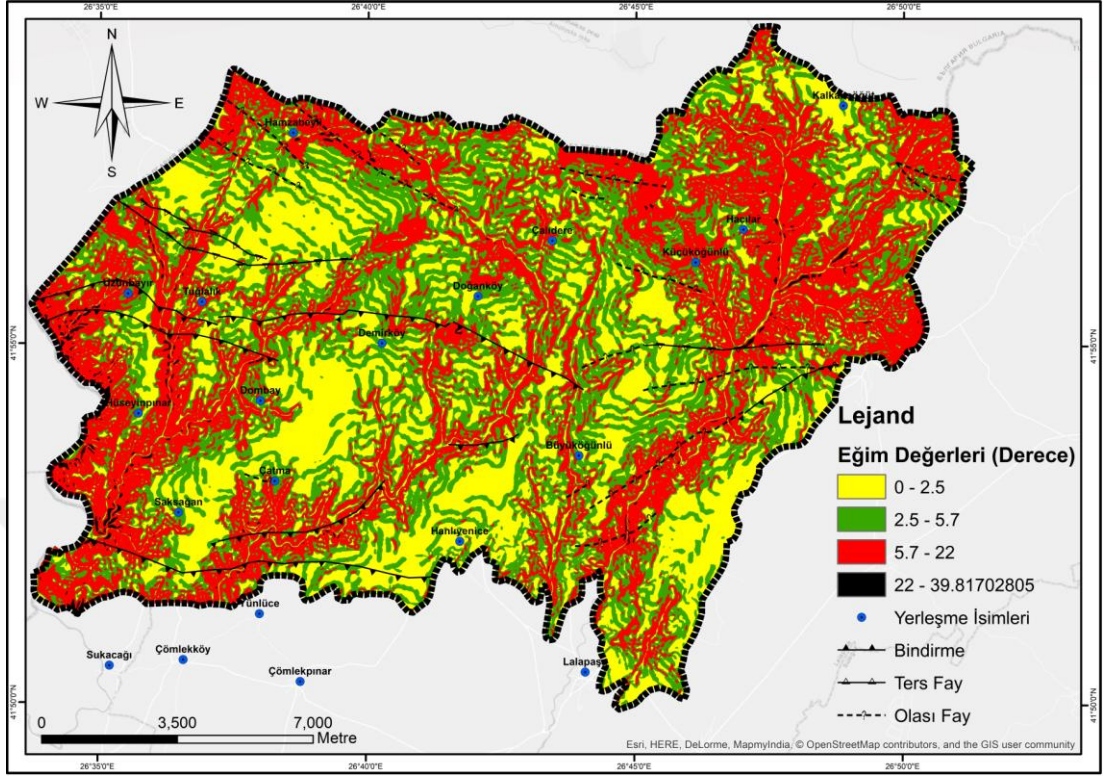
Çalışma alanının Istranca Masifi kısmı, Trakya Sedimanter Kısmı'na oranla litolojik açıdan çok daha dirençli kayalardan meydana gelmektedir. Direnç özelliği

bakımından öne çıkan en önemli litolojik birim Şeytandere Metagraniti'dir. Demirköy, Hacılar, Doğanköy, Küçüköğünlü ve Lalapaşa civarlarında yüzlekler veren metamorfizma geçirmiş bu batolitik birimler, çalışma alanında eğim değerlerinin ve dolayısıyla engebeliliğin en yüksek olduğu kısımları meydana getirmektedirler. Aşınımına karşı gösterdikleri bu direnç, metagranitlerin büyük ölçüde aşınıdırılıp platolaştırılmış masifin bugünkü topoğrafik görünümünde tepelik kısımlar olarak karakterize olmalarını sağlamıştır. Bu tepelere örnek olarak özellikle Demirköy ve Doğanköy arasındaki alanda bulunan Donköyçökesi Tepe (419 m.), Mandıra Tepe (323 m.), Çıplakçöke Tepe (331 m.), Taşlıhöyük Tepe (426 m.) ve Küçüköğünlü kuzeybatısındaki Yayla Tepe (555 m.) verilebilir. Çalışmanın litolojik özellikler bölümünde daha önce de belirtildiği gibi Şans (2018), çalışma alanından topladığı örneklerin kimyasal alterasyon oranlarını, Kimyasal Alterasyon İndeksi (CIA) ve Plajiyoklas Alterasyon İndeksi (PIA) kullanarak analiz etmiştir. Buna göre söz konusu Şeytandere Metagraniti birimlerinin CIA değerleri 51-55, PIA değerleri 53-60 olarak hesaplanmıştır. Buna göre Şeytandere Metagranitlerinin kimyasal alterasyon oranı oldukça düşüktür.

Öyle ki Kurter (1978) ve Kurter (1982), Istranca Masifi'nin yapısal özelliklerinin jeomorfolojik özelliklere etkisini oldukça detaylı incelemiş ve masif genelinde özellikle tane boyları küçük olarak karakterize olan gnays ve metagranit gibi kayaçların, topoğrafyada tepelik olarak kalmış bulunan Muhittinbaba Tepesi gibi engebelilik ve eğim oranları nispeten yüksek jeomorfolojik birimleri meydana getirdiğini; bunun yanında nispeten daha dirençsiz olarak nitelendirdiği şistik birimlerin ise daha çok aşınarak plato yüzeyleri ve düzleştirilmiş kısımlar olarak karakterize olduklarını öne sürmüştür. Aynı zamanda akarsuların masifin tektonik özelliklerinden çok litolojik özelliklerine göre karakterize olduklarını savunmuştur.

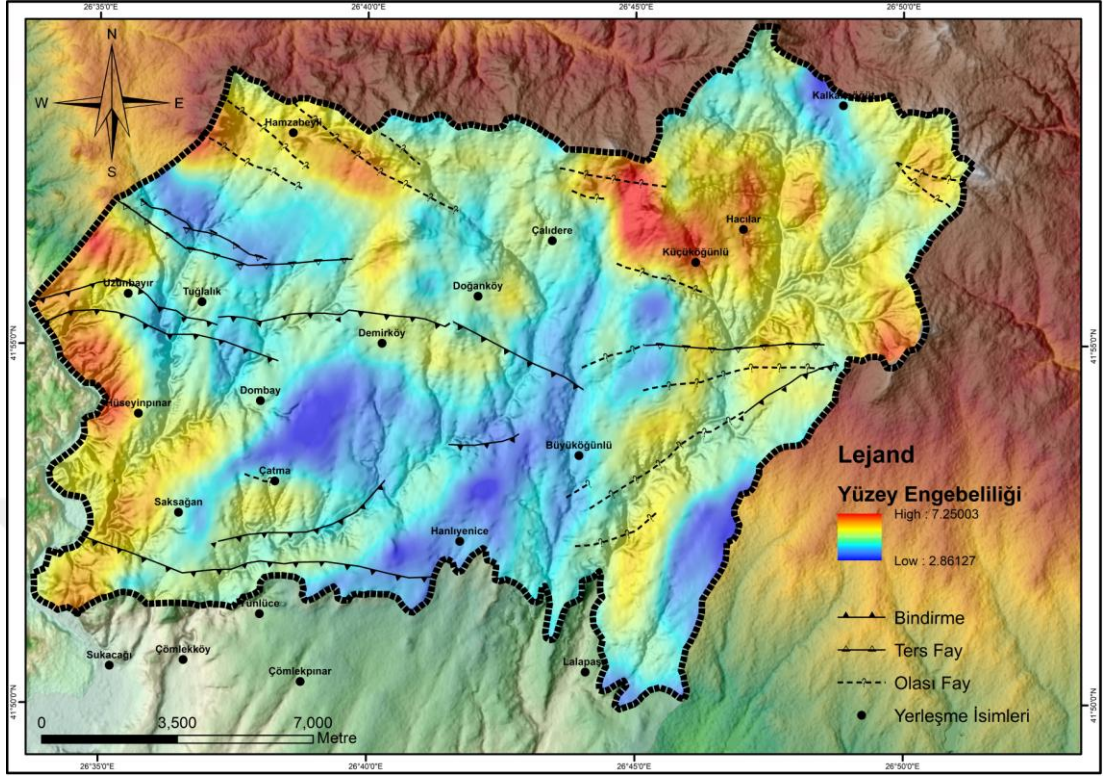
Söz konusu alanda Şeytandere Metagranitleri'nin yanında Tekedere Grubu'nun özellikle Muhittinbaba Gnays Üyesi'nden müteşekkil kısımları da aşınımına karşı fark yaratacak derecede dayanıklılık göstermiştir. Masif dahilinde nispeten en az dayanıklılığa sahip birimlerin ise Çalidere Granatlı Şistleri ve Tekedere Grubu'nun şistik birimleri olduğu göze çarpmaktadır. Öyle ki, Çalidere Granatlı Şistleri'nin yayılış gösterdiği Küçüköğünlü güneybatısı ve Büyüköğünlü kuzeydoğusu, nispeten

düzleşmiş alanlar olarak göze çarpmaktadır. Istrancaları oluşturan kayaların farklılaşan bu litolojik özellikleri, akarsularca derin şekilde aşındırılmış bu kütle üzerinde hangi kısımların hızlıca tesviye edilip düzleştirileceğini, hangi kısımların aşınımına daha direnç göstererek topoğrafyada engebeler yaratıp, eğimleri yüksek tepelik kısımları meydana getireceğini belirleyen en önemli faktörlerden biri olmuştur. Şekil 2.39'da da açık bir şekilde görüldüğü üzere, eğim değerlerinin en yüksek olduğu kısımlar genel olarak Küçüköğünlü, Hacılar, Demirköy, Doğanköy, Hamzabeyli, Lalapaşa kuzeydoğusu, Hüseyinpinar, Tuğlalık ve Uzunbayır çevreleridir. Bu kısımlarda eğim değerlerinin yüksek olmasında büyük ölçüde litolojik özellikler rol oynamıştır. Öyle ki bu alanlar, genel olarak Şeytandere Metagraniti ve Muhittinbaba Gnaysları'nın yayılış gösterdiği alanlara karşılık gelmektedir. Bu birimlerin üzerinde kurulmuş olan akarsuların vadi yamaçlarının eğim değerleri 30-35 dereceye ulaşmaktadır. Bilindiği üzere akarsuların vadilerinin tabanlarını genişletip, yamaçlarını geriletme hızları, mevcut litolojiyle son derece ilişkilidir. Vadi yamaçlarının geriletilmesinde yamaçlarda görülen sel yarınmalarının oluşum hızları ve miktarları, seyelan sularının aşındırıcı etkilerinin derecesi, kütle hareketlerinin etkinlik dereceleri, akarsuların yana aşındırmayla yamacı alttan oyma hızı gibi yamaç süreçleri rol oynamaktadır. Bu süreçlerin etkililik durumları ve hızları, yamaçların litolojik karakteristiklerinden son derece etkilenmektedir. Yamaçları oluşturan litolojinin dayanıklılığı arttıkça, yukarıda bahsedilen yamaç süreçleri ile yamaç gerilemesinin hızı azalmaktadır. Böylece bu alanlarda dik yamaçlı, dar tabanlı çentik vadiler oluşmaktadır. Çalışma alanında da bu durum açık bir şekilde gözlenmektedir. Öyle ki, Morfometrik Analizler bölümünün Vf İndeksi başlığı altında verilmiş olan enine kesitlerden 5, 6, 7, 7,8, 21 ve 24 numaralı kesitler, sözü edilen bu dirençli litolojiler üzerinde kazılmış vadileri betimlemektedir ve Vf değerleri bekleneceği üzere çok düşük değerler göstermektedir.



Şekil 2.39: Istranca Masifi Kısımının Eğim Özellikleri

Söz konusu sahanın yüzey engebellenliği değerlerine bakıldığında (Şekil 2.40), değerlerin en yüksek olduğu kısımların yine dirençli kaya birimlerinin yayılış alanlarıyla paralellik gösterdiği göze çarpmaktadır. Göze çarpan bir başka husus da, faylarla karakterize olan tektonik deformasyonun yoğunlaştığı alanlarda engebellenlik değerlerinin artış göstermesidir. Örneğin, Küçüköğünlü çevresinde normal fay sonucu nispeten litolojik bakımdan dirençli olan Şeytandere Metagraniti birimlerinden oluşan taban bloğu yükselmiş, nispeten dirençsiz olan Çalidere Granatlı Şist birimlerinden oluşan tavan bloğu ise alçalmıştır. Fayla sınırlanan bu iki blok arasındaki engebellenlik ve eğim değerleri oldukça farklı özellikler göstermektedir. Bu özellikler, bu kısımdaki bugünkü topoğrafik görünümü de etkilemiştir. Metagranitler üzerinde engebellenlik değeri 7 civarındayken, şistlerin üzerinde bu değer 3'lere kadar düşmüştür. Yine eğim değerleri metagranitler üzerinde 22 dereceye kadar çıkmaktayken, şistler üzerinde 0.05 dereceye kadar düşmektedir. Bu durum; hem litolojik hem tektonik yapının morfoloji üzerindeki etkisinin önemini nitelemektedir.



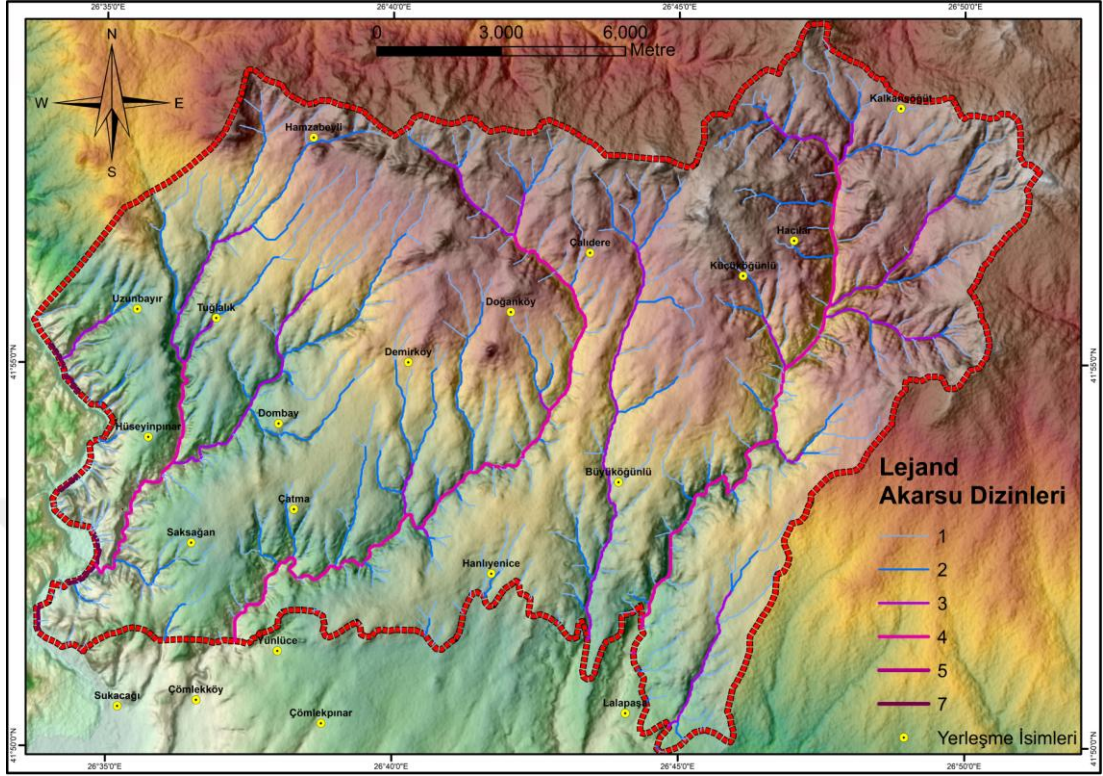
Şekil 2.40: Istanca Masifi Kısımının Yüze Engbeliliği Özellikleri

Istanca Masifi'ni etkilemiş olan faylar, daha önce de değinildiği gibi paleotektonik yapıları meydana getirmektedirler ve günümüzde aktif değildirler. Bu yüzden topoğrafyada aktif normal fayların meydana getirdiği fay dikliği, façeta, tavan bloğu üzerinde meydana gelmiş alüvyal yelpazeler gibi jeomorfolojik birimler saptanamamıştır. Bu birimler, oluşumlarından itibaren maruz kaldıkları ayrışma ve aşınma süreçlerinin ve fayların uzun zaman önce aktifliğini kaybetmesinin etkisiyle topoğrafyadan büyük ölçüde silinmiştir. Ayrıca, bindirme faylarının bölgenin topoğrafik görünümüne etkisi, aktif olma periyotlarının yanında etkiledikleri blokların paraotokton karakterli olmaları ve çok uzak mesafelere taşınmamış olmaları nedeniyle de sınırlı olmuştur. Bu yüzden bindirme sahalarında görülen klip, tektonik pencere vb. jeomorfolojik birimler de saptanamamıştır. Bu açıdan bölgenin bugünkü jeomorfolojik görünümüne etkileri sınırlı olmuştur, öyle ki bu bloklar bugün derin bir şekilde aşındırılmıştır. Bu açıdan yüzeysel drenaj ağı bu kısımda, homojen ve yatay yapılarda yaygın olarak görülen dandiritik karakter taşımaktadır. Lakin bölgede doğal eğim yönünden sapmaya neden olacak topoğrafik engeller kısıtlıdır. Yine de bu faylar, nispeten dirençli Şeytandere Metgraniti (Pkş) gibi

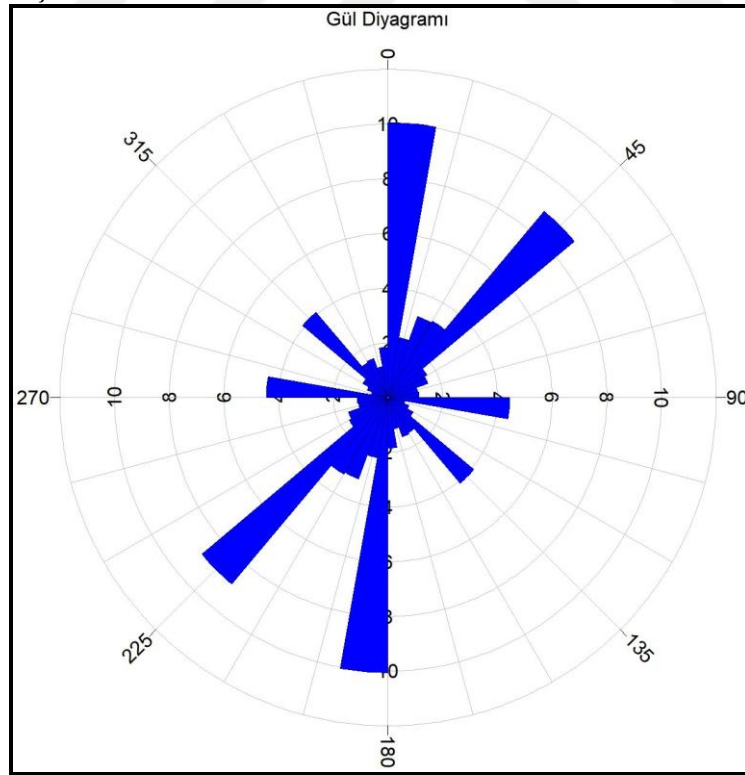
blokların daha da yükselmesine neden olarak yükselti, eğim, engebelik gibi jeomorfolojik unsurlara etkide bulunmuştur.

Istranca Masifi bölümünün yukarıda ana hatlarıyla değinilen yapısal özelliklerinin, akarsuların bugünkü özelliklerine etkisi değerlendirildiğinde, bu etkinin minimum olduğu göze çarpmaktadır. Paleotektonik dönemde bu yapısal özelliklerin akarsuların gelişimine ve drenaj ağlarının kurulma karakteristiklerine etkide bulunmuş oldukları muhakkaktır. Sahada akış gösteren akarsuların neredeyse tümünün, konsekant karakterde, bugünkü doğal eğim doğrultusu olan kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda akış gösterdikleri yapılan analiz sonuçlarından çok açık bir şekilde anlaşılmaktadır (Şekil 2.41). Bu karakter, sahanın bu kısmında akış gösteren akarsuların doğrultularını gösteren gül diyagramından da görülebilir (Şekil 2.42). Bu karakter, genel hatlarıyla yapısal faktörlerin drenaj sistemi üzerindeki etkilerinin günümüze kadar gittikçe zayıflamış olduğu izlenimini bırakmaktadır.

Istranca Masifi kısmında; 10 metre yersel çözünürlüklü sayısal yükselti modelinden üretilen kabartma haritası kullanılarak çizgisellik analizi yapılmıştır. Analiz sonucu elde edilen çizgisellikler, fay hatlarıyla aynı haritada gösterilmiştir (Şekil 2.43). Aynı zamanda çizgiselliklerin ve fay hatlarının gül diyagramları hazırlanmıştır (Şekil 2.44 ve 2.45). Çizgisellik analizi sonuçlarına göre alandaki çizgiselliklerin genel yönelim doğrultusunun kuzeydoğu-güneybatı olduğu görülmüştür. Bu yönelim, akarsuların doğrultularıyla paralellik gösterirken, bölgedeki fay hatlarıyla paralellik göstermemektedir. Öyle ki, fay hatları genel olarak kuzeybatı-güneydoğu ve doğu-batı doğrultuludur. Bu, yakın geçmişte ve günümüzde fay hatlarının akarsu gelişimi ve drenaj kurulumunu etkileme oranının oldukça düşük olduğunu nitelemektedir. Çizgiselliklerin mekansal dağılışına ve jeomorfolojik birimlerle ilişkisine bakıldığında, akarsu vadileriyle paralellik gösterdikleri görülmektedir. Doğal eğim yönünde akan konsekant akarsular, dirençli litolojiler üzerinde derin bir şekilde gömülerek çizgisellik yaratan dik yamaçlı dar tabanlı çentik vadiler meydana getirmişlerdir. Alanın plato özelliği de dikkate alınırca vadilerin bu şekilde karakterize olmasında litolojik yapının etkisinin çok büyük olduğu anlaşılmaktadır.

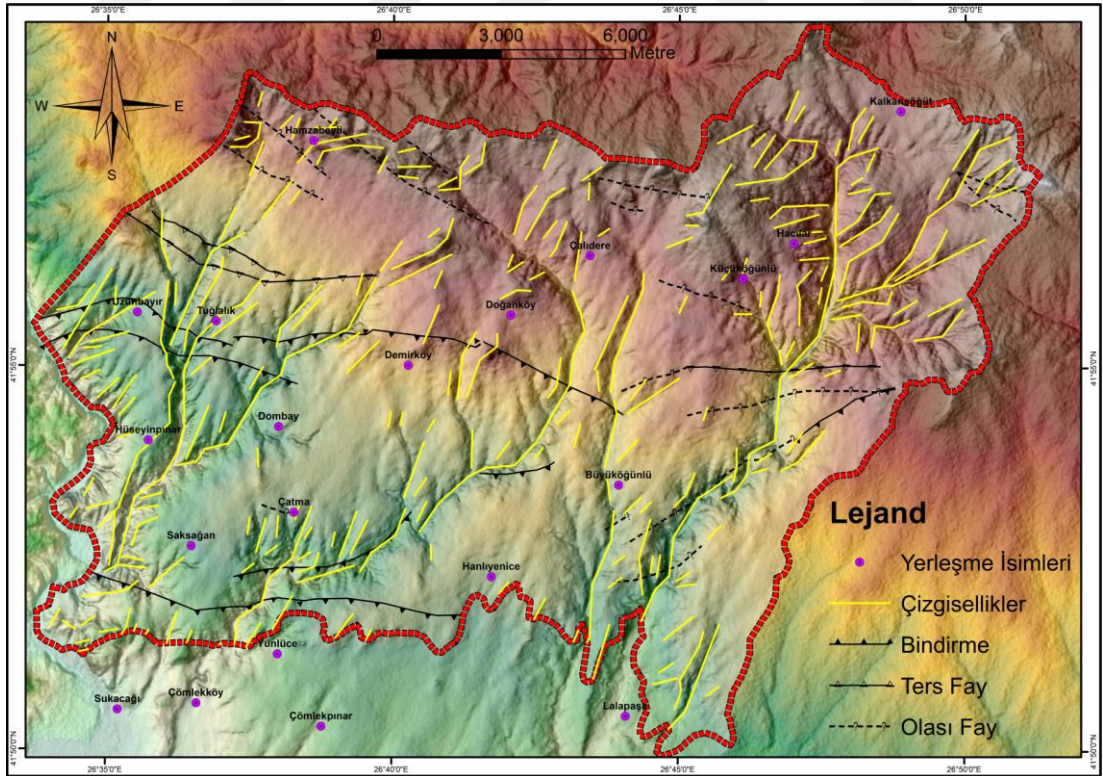


Şekil 2.41: Istranca Masifi Kısmının Akarsu Dizinleri

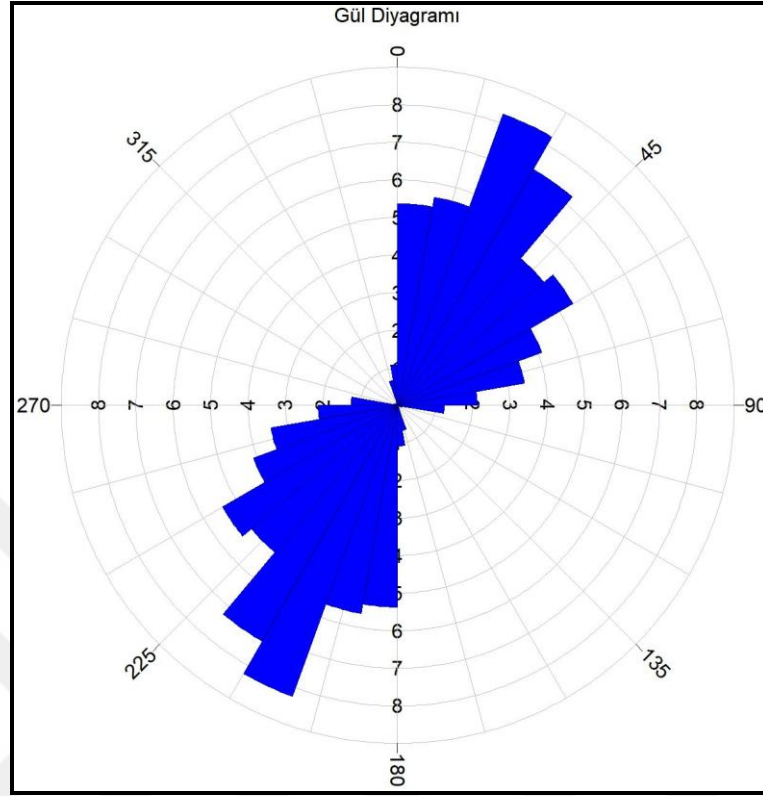


Şekil 2.42: Istranca Masifi Kısmında Akış Gösteren Akarsuların Doğrultularını Gösteren Gül Diyagramı

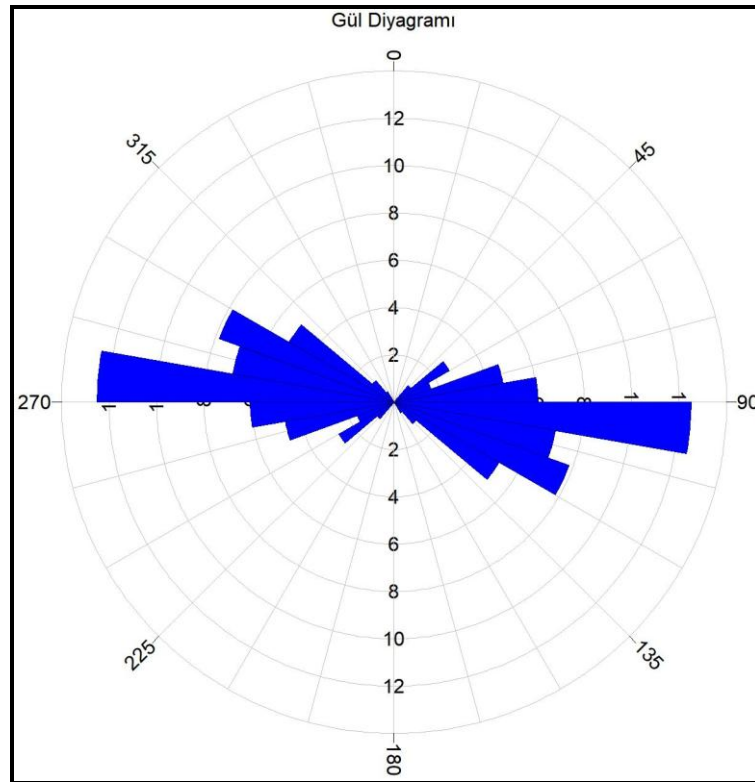
Sahadaki mevcut fayların, nispeten dirençli litolojik birimleri yükselterek, bugün topoğrafyada tepe olarak kalan kısımların eğimlerini, yükseltilerini ve engebелiliklerini etkilediklerinden daha önce söz edilmişti. Buna en güzel örneklerden biri, Demirköy ile Doğanköy arasındaki bindirme alanıdır. Çağlayan Yurtseven, (1998)'e göre buradaki Şeytandere Metagranitleri (Pkş), kuzeydoğuya doğru itilerek Ayrılmamış Tekedere Grubu (Pzt) birimleri üzerine bindirmiştir. Bindirme sahasının arazideki görüntüsü, bindirme ile Şeytandere Metagranitleri'nin yükseltisinin arttığını, bu birimlerin bindirme yüzeyi boyunca güneybatıya doğru hafifçe eğimlendiğini ve bindirme cephesinin topoğrafyadaki engebелiliği arttırdığını göstermektedir (Foto 2.26). Tekedere Grubu birimlerine bindiren tavan bloğunu oluşturan Şeytandere Metagranitleri, bölgenin topoğrafyasında tepelik kısımlar oluşturacak şekilde evrimleşmiştir. Öyle ki, burada lokal sahanın en yüksek tepelerinden biri olan Donköyçökesi Tepe bulunmaktadır. Bu alanın büyük ölçekli jeoloji haritası şekil 2.46'da, bindirme alanında yapılan gözlemlere göre çizilen şematik şekil ise şekil 2.48'de verilmiştir.



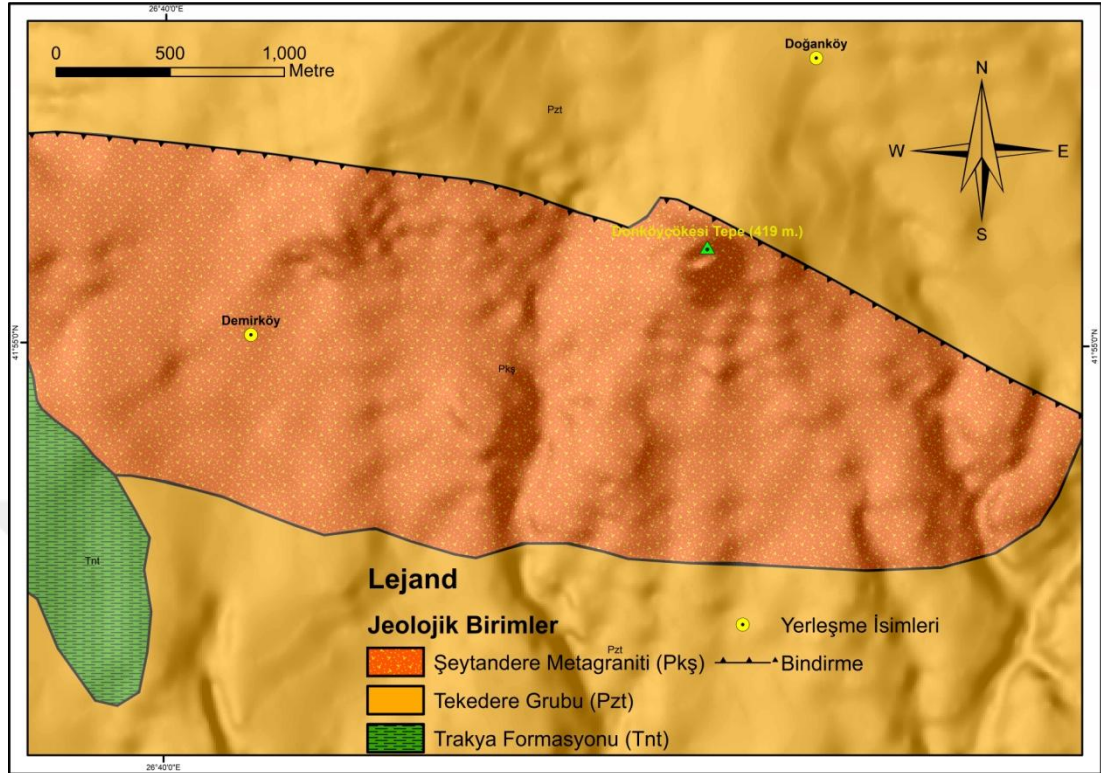
Şekil 2.43: Istranca Masifi Kısımının Çizgisellikleri ve Ana Fay Hatları



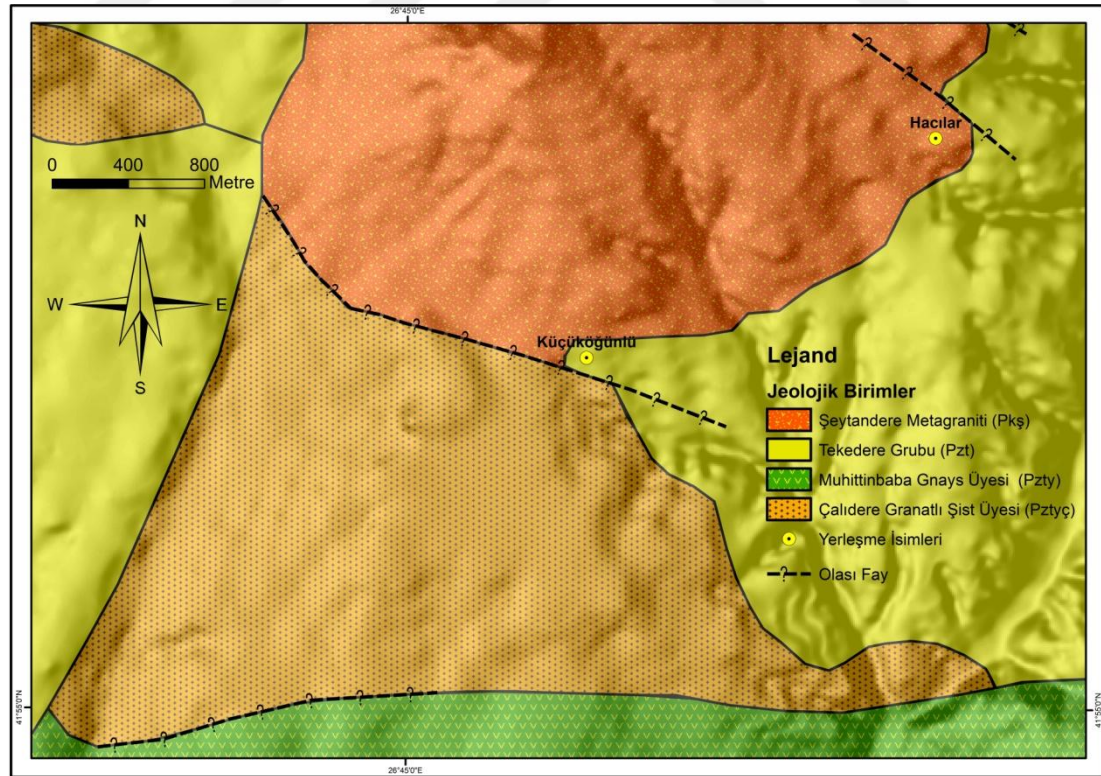
Şekil 2.44: Istranca Masifi Kısımındaki Çizgiselliklerin Doğrultularını Gösteren Gül Diyagramı



Şekil 2.45: Istranca Masifi Kısımındaki Fay Hatlarının Doğrultularını Gösteren Gül Diyagramı



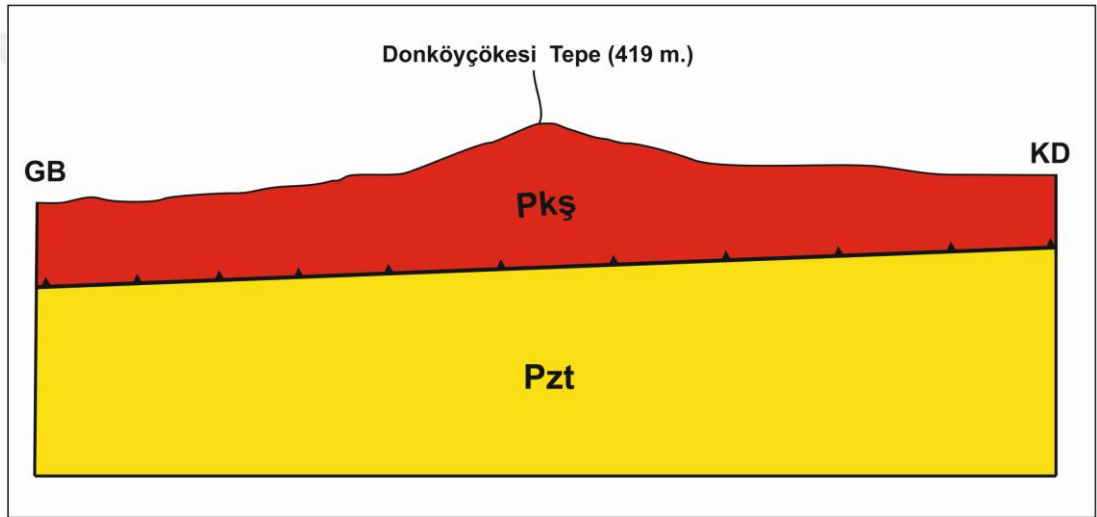
Şekil 2.46: Demirköy – Doğanköy Arasındaki Bindirme Zonunun Jeolojik Birimleri



Şekil 2.47: Küçüköğünlü Çevresinin Jeolojik Birimleri



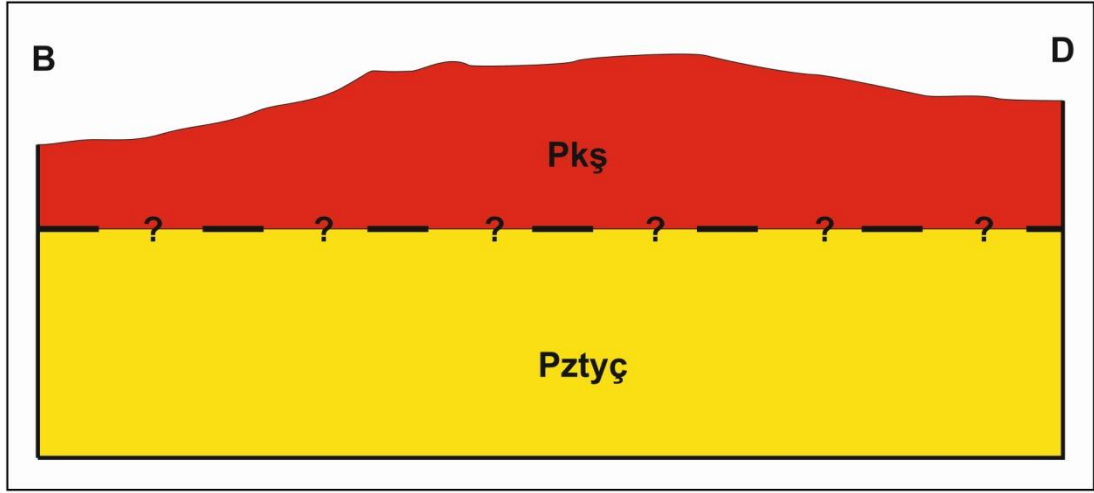
Foto 2.26: Demirköy – Doğanköy Arasındaki Bindirme Zonu (Bakış: Güneybatı)



şekil 2.48: Demirköy – Doğanköy Arasındaki Bindirme Zonunun şematik şekli



Foto 2.27: K çük g nl  ve çevresinde şeytandere Metagranitleri ile  alıdere Granatlı şist  yelerinin Dokanak Noktası (Bakış: Kuzey).



Şekil 2.49: Küçüköğünlü ve Çevresinde Şeytandere Metagranitleri ile Çalidere Granatlı Şist Üyelerinin Dokanak Noktasının Şematik Şekli (Bakış: Kuzey)

Yine, fayların topoğrafik etkisinin bir diğer güzel bir örneği Küçüköğünlü çevresinde mevcuttur. Çağlayan ve Yurtseven (1998), bu alandaki Çalidere Granatlı Şist Üyesi (Pztyç) ile Şeytandere Metagranitleri (Pkş) birimleri arasında olası bir fay olabileceğini belirtmişlerdir. Buna göre bu bölgede, Şeytandere Metagranitlerinden müteşekkil taban bloğunun normal bir fayla Çalidere Granatlı Şist birimlerinden müteşekkil tavan bloğunun üzerine yükselmiş olduğu muhtemeldir (Foto 2.27). Ancak bugün topoğrafyada bu iki birim arasında görülen yükselti farkı, fayın hareketi ile oluşan fay dikliği ile değil, iki bloğun aşınma karşı farklı direnç özelliklerine sahip birimlerden meydana gelmesi ile açıklanabilmektedir. Öyle ki bu birimleri deformasyona uğratan fayın izleri, büyük oranda silinmiş durumdadır. Bu bölgedeki jeolojik birimlerin dağılışı haritası şekil 2.47’de, birimlerin dokanak oluşturduğu faylı kısmının şematik şekli ise şekil 2.49’da verilmiştir.

Sonuç olarak, çalışma sahasının Istranca Masifi’ni kapsayan kısmının yapısal jeomorfoloji özellikleri, morfometrik analizlere ve arazi gözlemlerine dayandırılarak genel hatlarıyla açıklanmaya çalışılmıştır. Buna göre; akarsuların bugün için faylardan ve faylara bağlı deformasyonlardan minimum derecede etkilendiği; litolojik kontrol etmenlerine bağlı olarak akış doğrultusunda çizgisellikler yaratan çentik vadiler kazdıkları; litolojik yapının, masifin genelindeki jeomorfolojik birimlerin eğim, engebelilik, yükselti gibi özelliklerini oldukça güçlü bir şekilde

etkilediği, bindirmelerin ve normal fayların ise bu konuda yer yer etki yaptığı savunulabilir.

2.1.2 Flüvyal Jeomorfoloji

Çalışma sahasında birincil şekillendirici etmen akarsudur. Akarsular, çalışma sahası boyunca membalarından mansaplarına akışlarını sürdürürken, yapısal özellikleri farklı kısımları kat etmektedirler. Litolojik bakımdan dirençleri ve geçirimsizlikleri farklı kayalarla etkileşime girmektedirler. Örneğin Sinanköy Deresi, kaynaklarını aldığı Istranca Masifi'nin metamorfik ve magmatik temel kayaları üzerinde akmaya başlamış, güneybatıya doğru yaklaşık 12 km mesafe katettikten sonra Trakya Sedimanter Havzası'nın ilk birimleri olan İslambeyli Formasyonu birimlerine ulaşmıştır. Güneybatıya doğru Kırklareli Kireçtaşı, Ergene Formasyonu, Çakıl Formasyonu, Trakya Formasyonu gibi birbirinden farklılıklar taşıyan litolojik birimleri kat etmiştir. Litolojinin yanında; kıvrımlı, faylı, monoklinal yapılı gibi çeşitli tektonik yapılı alanları da kat etmiştir. Yapısal farklılığın yanında, bu kadar geniş bir sahada iklim, bitki örtüsü, eğim gibi farklılaşan fiziki coğrafya etmenlerine de bağlı olarak flüvyal süreçlerin etkisi de farklılaşmıştır. Bu kapsamda bölgede, flüvyal jeomorfolojinin tipik şekilleri meydana gelmiştir. Çalışmanın bu bölümünde, genel olarak akarsuların şekillendirici etkisi altındaki bölgedeki flüvyal jeomorfoloji özellikleri, çalışma alanının tamamı için yapılan morfometrik analizler ve arazi çalışmalarında edinilen gözlemlere dayanarak genel özellikleriyle açıklanmaya çalışılmıştır.

2.1.2.1. Vadiler

Çalışma sahasında, özellikle yapısal olarak farklılaşan kısımlarda flüvyal süreçlere ve yamaç süreçlerine bağlı farklı türde vadiler meydana gelmiştir. Bu vadiler Çentik Vadiler, Asimetrik Vadiler ve Tabanlı Vadiler olarak sınıflandırılmış, her sınıf bir alt başlıkta incelenmiştir.

2.1.2.1.1 Çentik Vadiler

Çalışma sahasındaki çentik vadiler, daha çok Istranca Masifi kısmında yayılış göstermektedir. Bu alandaki gnays, metagranit, şist, mermer gibi dirençli kayalar üzerinde akışlarını gösteren akarsuların derine aşındırma faaliyetleri, yamaçlarının geriletilmesine neden olan yana aşındırma süreçlerinden daha hızlıdır. Aynı zamanda dirençli litolojilerden oluşan yamaçların sel yarınları, seyelan, kütle hareketleri, erozyon gibi yamaç süreçleri ile geriletilmesi nispeten yavaştır. Istranca Masifi'nin temel kayalarının dışında, Kırklareli Kireçtaşı'nın yayılış gösterdiği bazı alanlarda da çentik vadiler gelişmiştir. Bu tür vadilerin en tipik olanlarına; Küçüköğünlü-Hacılar çevresi, Uzunbayır-Tuğlalık-Hüseyinpınar çevresi ve Yünlüce-Çatma-Çömlekköy çevresi örnek verilebilir. Örneğin Çömlek Dere'nin, Yünlüce'nin kuzeybatısında Kırklareli Kireçtaşı birimleri üzerinde açtığı vadisi, çentik vadilere en güzel örneklerden biridir. Bu vadinin enine kesitine "Morfometrik Analizler" bölümündeki "Vf İndeksi" başlığı altında 23 numaralı kesitten ulaşılabilir. Bu kesite göre çentik vadinin bu kısımdaki taban genişliği 15 metre civarındayken, yamaç diklikleri 70 metreye kadar çıkmaktadır. Yamaçlarının eğim değerlerinin 26 dereceye kadar çıktığı da de şekil 2.9'daki eğim haritasından görülebilmektedir. Tabi Çömlek Dere'nin bu kısmında bu özelliklere sahip bir çentik vadinin meydana gelmesinde kireçtaşı birimlerinin dirençli ve geçirimli karakterinin yanında, tektonik hareketlerinde etkisine değinilmelidir. Öyle ki, bu kısım Istranca Masifi ile Trakya Sedimanter Havzası'nı birbirinden ayıran Gömülü Kırklareli Fayı'nın yarattığı çizgiselliğe çok yakındır ve Trakya Havzası'ndaki sübsidans olaylarına bağlı olarak bu akarsuyun taban seviyesi Tersier ve Kuaterner boyunca değişikliğe uğramıştır.

Çentik vadilere güzel bir örnek daha Istranca Masifi birimleri üzerinde Sinanköy Deresi'nin yukarı çığırında Hacılar'ın doğusundaki çentik vadi olarak verilebilir. Buradaki vadilere ait enine kesitlere "Morfometrik Analizler" bölümündeki "Vf İndeksi" başlığı altında 6, 7 ve 8 numaralı kesitten ulaşılabilir. Paleozoik Tekedere Grubu metamorfik birimleri üzerinde oluşmuş bu vadi türünün taban genişliği enine kesitlere göre 15-20 metre arası değişirken, yamaç diklikleri 100 metreye kadar

çıkılmaktadır. Eğim değerlerinin yer yer 30 dereceyi geçtiği yine şekil 2.9'daki eğim haritasından görülebilmektedir.

Son olarak çalışma alanının monoklinal yapıları kısmındaki obsekant ve resekant akarsuların da çentik vadiler kazmış oldukları dikkat çekmektedir (Foto 2.14, 2.15 ve 2.20.). Yine bu vadilerin de taban genişlikleri yamaç yüksekliklerine göre oldukça dar iken, yamaçların eğim değerleri yüksektir. Sinanköy çevresindeki obsekant ve resekant akarsu vadileri ve Hasanağa çevresindeki obsekant akarsu vadileri bu karakteri taşıırken, Hasanağa çevresindeki resekant akarsuların vadileri litolojiye bağlı olarak tabanlı vadi karakteri taşımaktadır. Çentik vadi karakteri taşıyan obsekant ve resekant akarsu vadilerinin enine kesitlerine "Morfometrik Analizler" bölümündeki "Vf İndeksi" başlığı altında 1, 3, 18 numaralı kesitlerden ulaşılabilir.

Ayrıca çentik vadilerin açıldığı kısımların; SL İndeksi değerlerinin artışa geçtiği, Vf indeksi değerlerinin düştüğü, Yüzey Engebeliliği değerlerinin yükseldiği ve Yüzey İndeksi değerlerinin azaldığı kısımlara rastlaması oldukça manidar olmakla beraber, yapısal özelliklerin çentik vadi oluşumundaki rolünü nitelemektedir.

2.1.2.1.2 Tabanlı Vadiler

Çalışma alanında doğal eğim doğrultusunda kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda akan obsekant akarsular, Trakya Sedimanter Havzası sınırlarına girdikten sonra, özellikle Trakya Formasyonu, Ergene Formasyonu ve Sinanlı Formasyonu birimlerinin yayılış alanında, vadilerinin karakterini değiştirip tabanlı vadiler meydana gelmesine neden olmuşlardır. Bu vadi türünün meydana gelmesinde, esas olarak akarsuların derine aşındırma faaliyetlerinin azalması, yana aşındırma faaliyetlerinin ise artması rol oynamıştır. Bununla beraber, vadi yamaçlarının yatıklaştırılması ve hızla geriletilmesi sürecinde seyelan, kütle hareketleri, sel yarıntılarının etkisi gibi süreçler de önemli rol oynamaktadır. Aynı zamanda bu formasyonların kil gibi geçirimsiz malzeme oranı yüksek olduğu için, yukarıda sözü edilen süreçlerin yamaçları aşındırarak geriletmesi daha da hızlanmaktadır. Böylece yamaçlar giderek aşındırılıp geriletirken, ortaya çıkan enkaz döküntüsünün bir kısmı vadi tabanında biriktirilerek vadi tabanı giderek genişlemektedir. Çalışma sahasındaki Sinanköy Deresi, Korucuköy Deresi, Uçbucak Deresi ve Tunca Nehri,

sözü edilen formasyonların bulunduğu kısımlarda bu tarz vadilere sahiptir. Bu akarsuların büyüklükleriyle orantılı olarak vadilerinin tabanlarının genişlikleri de artmaktadır. Sinanköy Deresi'nin alüvyal tabanı kabaca 300 metre genişliğine ulaşırken, bir alt kolu olan Korucuköy Deresi'nin alüvyal tabanı ise kabaca 100 metre genişliğindedir. Çalışma sahasındaki en büyük akarsu olan Tunca Nehri'nin alüvyal tabanı ise en geniş kısmında kabaca 4 km'ye ulaşmaktadır.



Foto 2.28: Korucuköy Deresi ve İçine Gömülmüş Bulunduğu Alüvyal Tabanı



Foto 2.29: Sinanköy Deresi ve Alüvyal Tabanlı Vadisi



Foto 2.30: Tunca Nehri ve Alüvyal Tabanlı Vadisi

2.1.2.1.3 Asimetrik Vadiler

Çalışma sahasındaki vadilerden bazıları asimetrik karakter taşımaktadır. Bu asimetri genel olarak yapısal özelliklerle ilgilidir. Öyle ki, bu vadiler çalışma sahasının monoklinal yapıları kısımlarında bulunmaktadır. Sinanköy Deresi, monoklinal yapı bölümünde de anlatıldığı üzere Sinanköy'ün doğusuna geldiğinde konsekant karakterini kaybedip subsekant karakter kazanmaktadır. Böylece bu kısımdaki vadisi de subsekant depresyon olarak kazılmıştır. Buradaki tabakaların güneybatıya doğru eğimli olması dolayısıyla Sinanköy Deresi bu kısımda güneybatıya doğru homoklinal kayma ile Kırklareli Kireçtaşı birimlerinden müteşekkil, akış yönüne göre sol yamacını daha fazla dikleştirmiştir. Akış yönüne göre sağ yamacı ise diğer yamacına göre daha basıktır. Bunda, direnç özellikleri ve geçirimsizlik özellikleri bakımından farklı olan litolojiler de rol oynamıştır. Öyle ki akış yönüne göre sol yamacı nispeten daha dirençli ve geçirimsiz kireçtaşı birimlerinden müteşekkil iken, sağ yamacı nispeten daha dirençsiz ve daha geçirimsiz İslambeyli Formasyonu birimlerinden oluşmaktadır. Bu vadiye ait enine kesite, "Morfometrik Analizler" bölümündeki "Vf İndeksi" başlığı altında 2 numaralı kesitten ulaşılabilir. Bu kesite göre Sinanköy Deresi'nin bu kısımdaki asimetrik vadisinin akış yönüne göre sol yamacının dikliği 30 metreye ulaşırken, sağ yamacının dikliği 15 metre seviyesindedir. Ayrıca sol yamacındaki eğim değerleri 30 dereceye ulaşırken, sağ yamacındaki eğim değerleri 10 derece seviyesindedir (Şekil 2.9). Sinanköy doğusundaki asimetrik vadiye ek olarak, Sinanköy Deresi'nin Hasanağa yakınlarında tekrardan subsekant karakter kazandığı kısımda da asimetrik bir vadi meydana gelmiştir. Bu vadinin oluşmasında

yine homoklinal kayma ve iki yamacı meydana getiren litolojik birimlerin farklı direnç ve geçirimsizlik özellikleri rol oynamıştır. Burada Sinanköy Deresi'nin akış yönüne göre sol yamacı, nispeten dirençli ve geçirimli Çakıl Formasyonu ve Kırklareli Kireçtaşı birimlerinden müteşekkilen, sağ yamacı ise nispeten dirençsiz ve daha geçirimsiz Trakya Formasyonu birimlerinden oluşmaktadır.



Foto 2.31: Sinanköy Yakınlarında Sinanköy Deresi'nin Asimetrik Vadisi (Bakış: Kuzeybatı).



Foto 2.32: Hasanağa Yakınlarında Sinanköy Deresi'nin Asimetrik Vadisi (Bakış: Kuzeydoğu).

Sinanköy Deresi'nin bu kısmındaki vadinin enine profiline “Morfometrik Analizler” bölümündeki “Vf İndeksi” başlığı altında 19 numaralı profilden ulaşılabilir. Bu profile göre akarsuyun akış yönüne göre sol yamacının dikliği 100 metreye ulaşırken, sağ yamacının dikliği 25 metre seviyelerinde seyretmektedir. Ayrıca sol yamacının eğim değerleri 10-25 derece arasında değişirken, sağ yamacının eğim değerleri ise 1-10 derece arasında değişmektedir (Şekil 2.9).

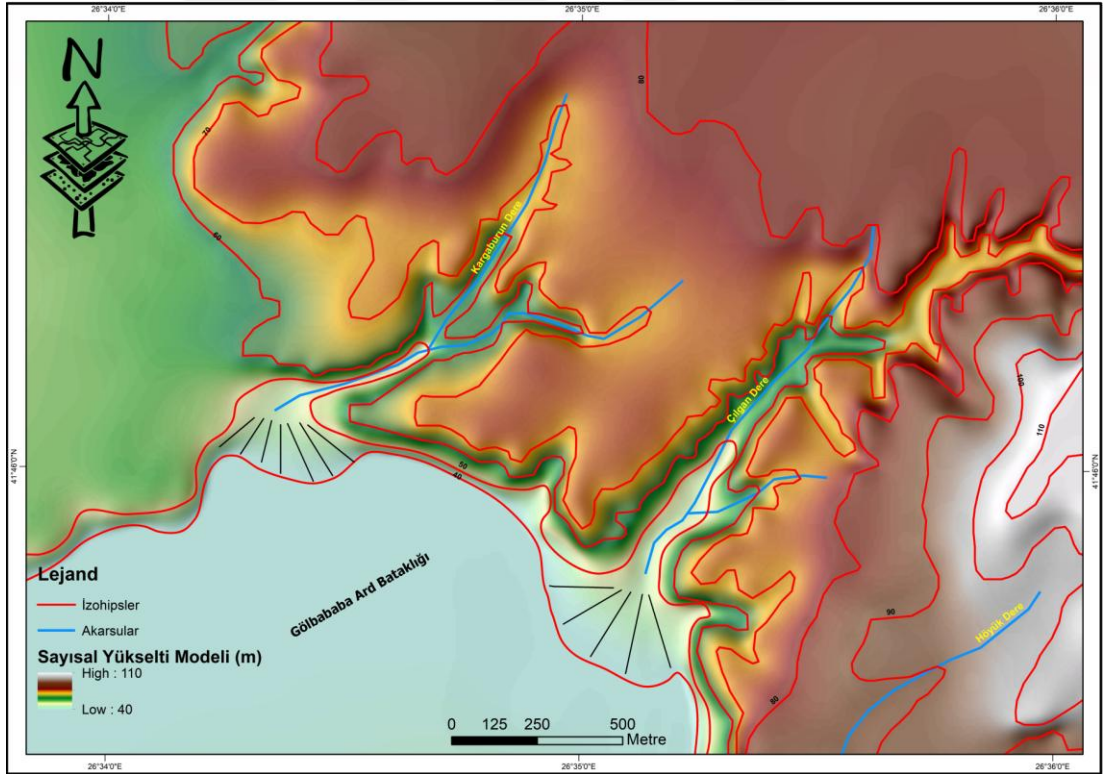
2.1.2.2 Alüvyal Yelpazeler

Çalışma alanında alüvyal yelpazelere, sınırlı bir alanda rastlanmaktadır. Büyükdöllük batısında, Tunca Nehri'nin taşkın ovasının ard bataklık kısmına katılan Çılğan Dere ve Kargaburun Dere, Tunca Nehri'nin taşkın ovasının düzlüğünde birer tane alüvyal yelpaze meydana getirmişlerdir. Çılğan Dere, mansap ile memba kısımlarının arasındaki yaklaşık 3 km'lik mesafeyi katederken 70 metre yükseltiden 40 metre yükseltiye kadar inmektedir.

Kargaburun Dere ise, mansap ile memba kısımları arasındaki yaklaşık 1.5 km'lik mesafeyi katederken 75 metre yükseltinde 45 metre yükseltiye kadar inmektedir. Şekil 2.9'daki eğim haritasında görüldüğü üzere özellikle vadi yamaçlarının eğim değerlerinin yüksekliği ve bu akarsuların genç vadiler kazmış olmaları, aşındırma güçlerinin fazla olduğunu göstermektedir. Enerjisi yüksek olan bu akarsuların kolay aşınabilen Trakya Formasyonu birimlerini bünyesine aldıktan sonra eğim değerleri çok düşük olan Tunca Nehri'nin taşkın ovasına girdiklerinde enerjileri birden düşmüş ve bünyelerindeki sedimanları burada biriktirip, alüvyal yelpazeleri meydana getirmişlerdir. Cbs ortamında Kargaburun Dere'nin meydana getirdiği alüvyal yelpazenin alanı 115 m², Çılğan Dere'nin meydana getirdiği alüvyal yelpazenin alanı ise 220 m² olarak ölçülmüştür.



Şekil 2.50: Alüyal Yelpazelerin Google Earth Görüntüsü (Görüntü Tarihi: 17 Haziran 2017).



Şekil 2.51: Alüyal Yelpazelerin Bulunduğu Bölgenin Topoğrafya Haritası

2.1.2.3 Taraçalar

Çalışma sahasında yapılan arazi çalışmalarında, farklı kısımlarda benzer özelliklere sahip alüvyal taraçalar müşahede edilmiştir. Sinanköy çevresinde, Sinanköy

Deresi'nin tabanı boyunca bir seviye alüvyal taraça hattı oldukça karakteristik bir şekilde uzanmaktadır. Bu taraça seviyesinin kalınlığı şerit metre kullanılarak ölçülmüştür ve 160 cm kalınlığa sahiptir. Buna göre, Sinanköy Deresi Kuaterner boyunca kendi taşıyıp biriktirdiği alüvyonlara gömülerek en az bir kere gençleşmiştir. Taraçaları teşkil eden alüvyonların özelliklerine göz atıldığında (Foto 2.34), çökelen birimlerin tane boylarının zamanla değiştiği göze çarpmaktadır. Bu, kuaterner boyunca Sinanköy Deresi'nin zaman zaman enerjisinin arttığını, zaman zaman enerjisinin çok düştüğünü hatta yatağında geçici durgun su ortamlarının bulunmuş olduğunu göstermektedir.

Mevzu bahis taraçaların benzerlerine Sinanköy Deresi'nin alt kolları niteliğindeki konsekant akarsularda da rastlanmıştır. Korucuköy Dere'nin vadi tabanı boyunca Sinanköy Deresi'ndeki gibi bir seviye alüvyal taraçalar izlenmektedir (Foto 2.35). Bu taraçalar üzerinde şerit metre ile yapılan ölçümler neticesinde taraçaların kalınlığı 158 cm olarak ölçülmüştür. Bu özellikleriyle bu seviye taraçalar çalışma sahasının bütününde birbiriyle tutarlı bir karakter sergilemektedirler. Çalışma sahasında Tunca Nehri'nin akış yönüne göre sol yamacında da taraçalar bulunmaktadır. Bu taraçalar çalışmanın alüvyal jeomorfoloji kısmında inceleneceğinden burada ayrıntılı olarak ele alınmamıştır.

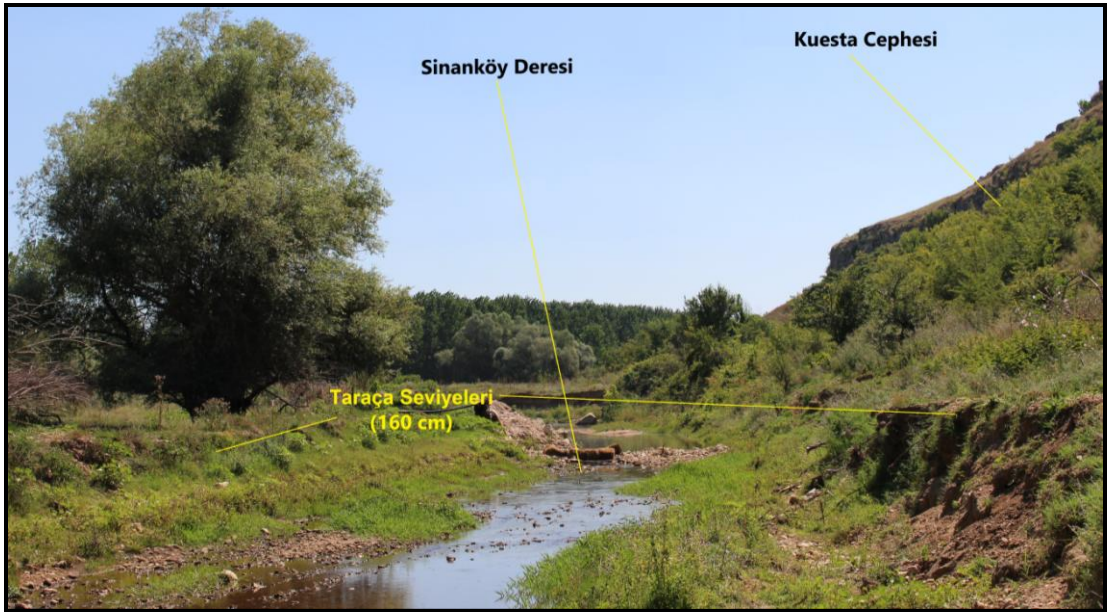


Foto 2.33: Sinanköy Deresi Vadi Tabanı Boyunca Uzanan Alüvyal Taraçalar



Foto 2.34: Taraçaların Alüvyal Birimleri

Trakya Sedimanter Havzası sınırları içindeki akarsuların vadi tabanlarında görülen ve Kuaterner alüvyonlarından müteşekkil bu taraça seviyelerinin, havzanın merkezine doğru akan alt kollar için yerel taban seviyesi görevi gören havzanın merkezindeki ana akarsu dizininin mevcut sübsidans hareketine bağlı yükselti seviyesinin alçalmasına bağlı meydana gelmiş oldukları düşünülmektedir. Öyle ki; havzanın merkezi alçalmaya devam ettikçe, havzanın merkezine doğru akan bu konsekant akarsuların taban seviyesi de düşmüş, akarsuların enerjileri artmış ve yataklarına daha fazla gömülerek taraçaları meydana getirmiş olmalıdırlar. Bu taraçaların Kuaterner yaşlı olması aynı zamanda sübsidans hareketinin yakın geçmişte ve günümüzde de devam ettiğinin göstergesidir.

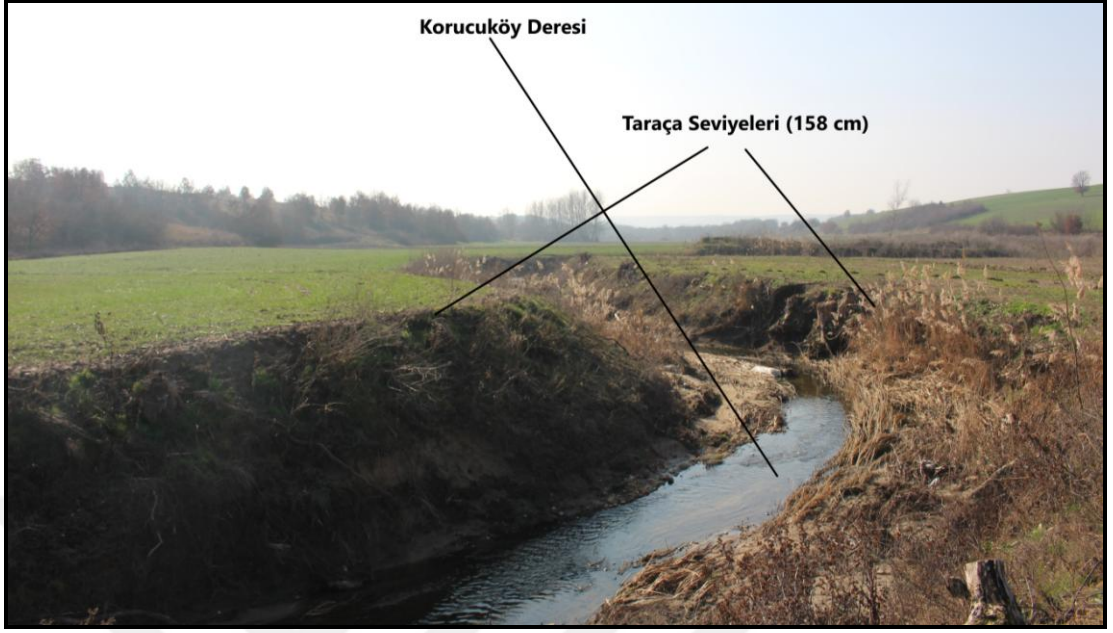


Foto 2.35: Korucuköy Deresi Vadi Tabanı Boyunca Uzanan Alüvyal Taraçalar

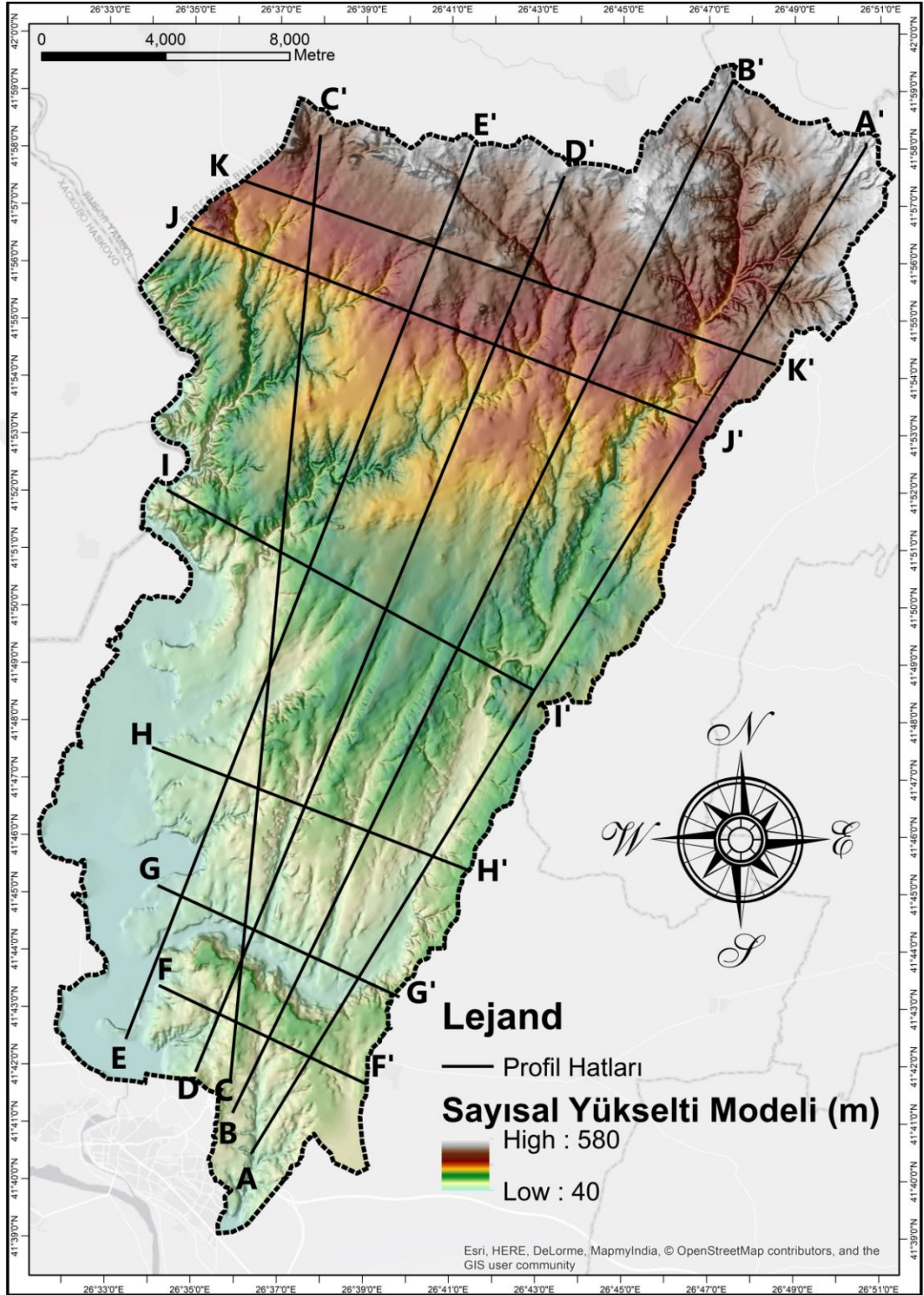


Foto 2.36: Taraçaların Alüvyal Birimleri

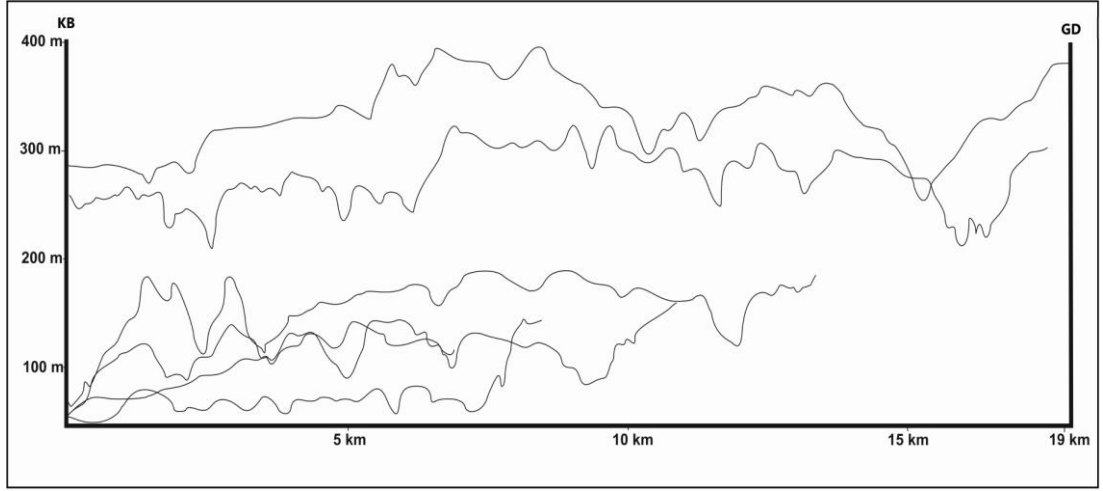
2.1.2.4 Plato Yüzeyleri

Plato yüzeylerinin belirlenmesi için, çalışma alanı boyunca toplam 11 farklı hattan topoğrafik profiller çıkartılmıştır (Şekil 2.52). Bu hatlar boyunca alanın topoğrafik özelliklerini betimleyen süperimpoze ve mürtesem profiller hazırlanmıştır (Şekil 2.53, 2.54, 2.55). Bu profillerin analizleri sonucu, çalışma alanında 55-190 metreler

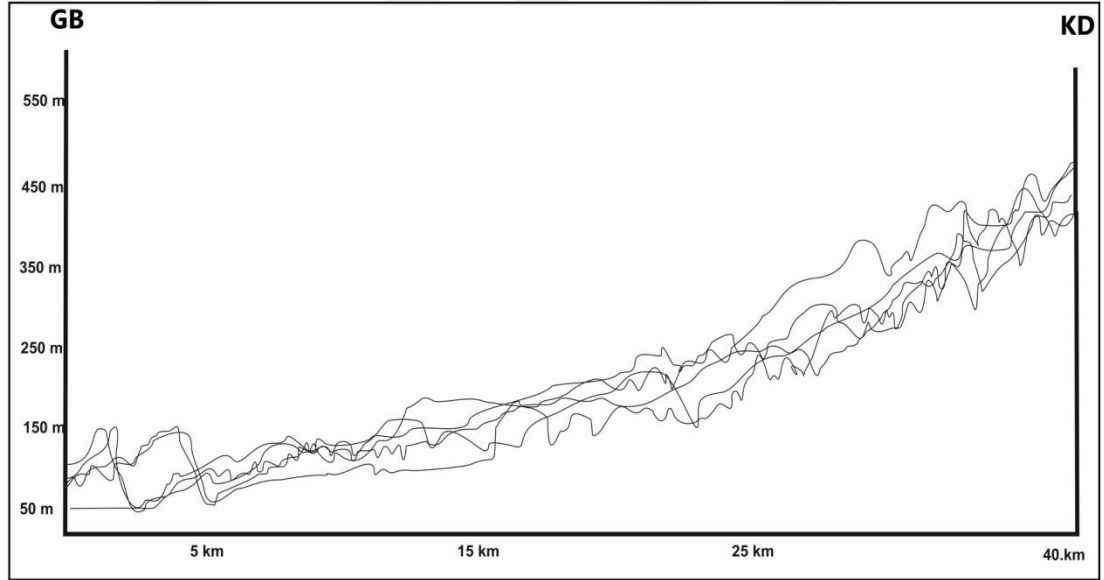
arasında, yayılışları genel olarak Trakya Sedimanter Havzası'nda olan ve 210-340 metreler arasında, yayılışları genel olarak Istranca Masifi sınırları içerisinde olan iki ana plato seviyesi gruplanmıştır. Bu plato seviyeleri, alçak ve yüksek plato seviyeleri olarak iki ana sınıf içinde toplanabilirken, tektonik hareketlerin etkisiyle farklı alt seviyelerde dağılış göstermektedirler. Büyük oranda Trakya Sedimanter Havzası sınırları içerisinde olan alt seviyeler; 55-80 metre, 115-140 ve 160-190 metre aralıklarında dağılmış bulunurlarken, büyük oranda Istranca Masifi sınırları içerisinde olan alt seviyeler 210-270 metre, 270-290 metre, 250-320 metre ve 320-340 metre aralıklarında yayılmışlardır (Şekil 2.55). Böylece çalışma alanındaki plato yüzeylerinin güneybatıdan kuzeydoğuya 7 farklı seviyede dağılış gösterdikleri söylenebilir. Trakya Sedimanter Havzası sınırları içerisindeki plato yüzeyleri aynı zamanda kuesta rölyefindeki kuesta sırtları ve tabaka sırtlarına rast gelmektedir. Kuesta rölyefinin yüzeylenmesinde akarsuların şekillendirici rolü düşünöldüğünde plato yüzeyleri ile kuesta sırtları ve tabaka sırtları arasındaki bu ilişkisi, oldukça manidardır.



Şekil 2.52: Topoğrafik Profil Hatları



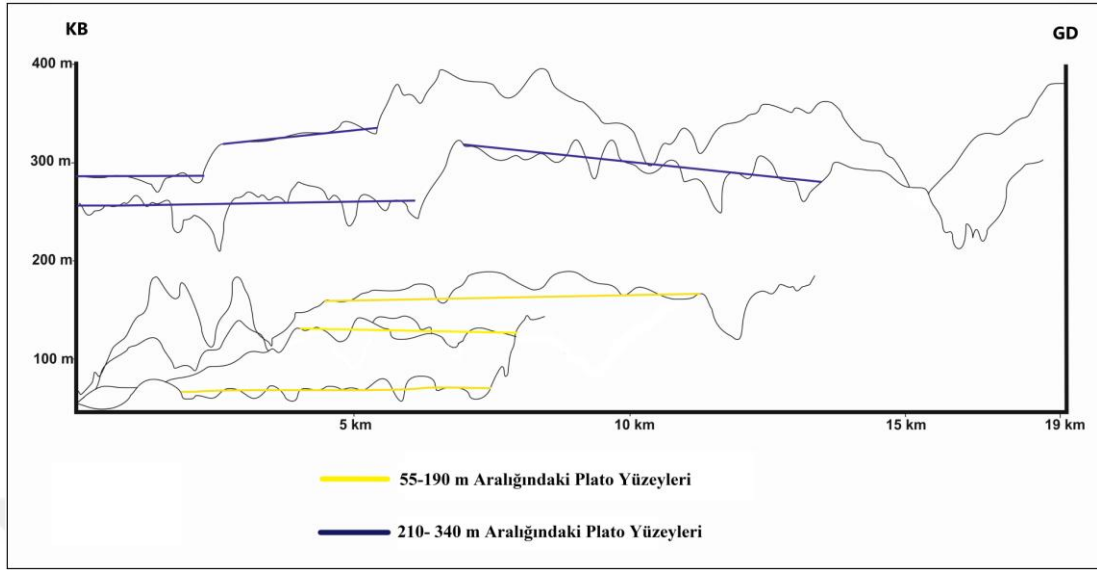
Şekil 2.53: F-F', G-G', H-H'; I-I', J-J', K-K' Hatlarının Süperimpoze Profili.



Şekil 2.54: A-A', B-B', C-C', D-D', E-E' Hatlarının Süperimpoze Profili.



Foto 2.37: Aynı Zamanda Sinanköy Kuestası Sırtı'na Tekabül Eden 160-190 Metre Aralığındaki Plato Seviyesi

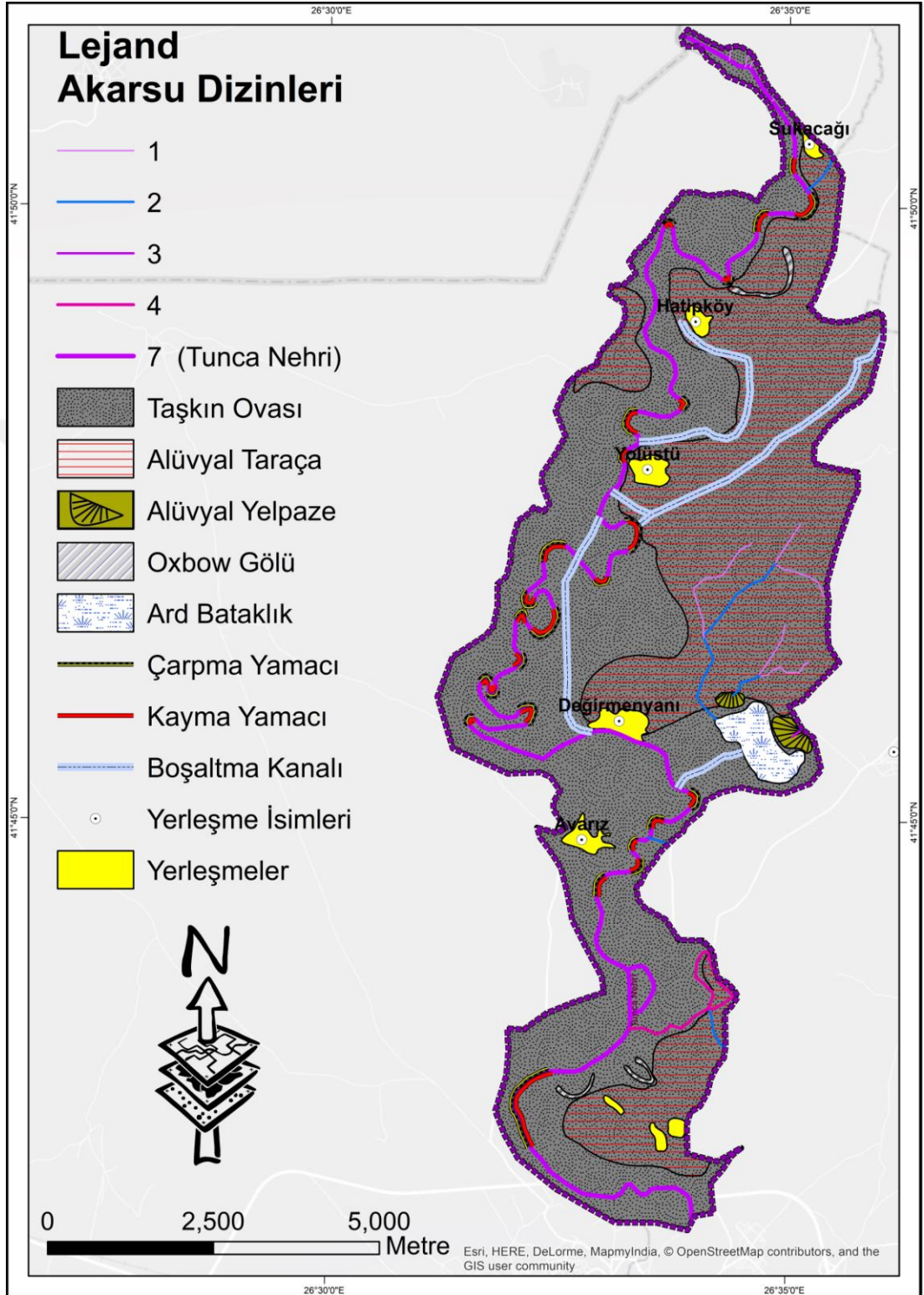


Şekil 2.55: A-A', B-B', C-C', D-D', E-E' Hatlarının Mürtesem Profili ve Plato Yüzeyleri

2.1.3 Alüvyal Jeomorfoloji

Çalışma alanının kabaca güneybatı kısmını, Tunca Nehri'nin içinde aktığı ve Kuaterner boyunca şekillendirdiği taşkın ovası teşkil etmektedir. Tamamıyla Kuaterner alüvyonları ve alüvyal taraçalardan müteşekkil bu saha, genel olarak Tunca Nehri'nin Türkiye sınırlarına girdiği kısım ile Edirne'nin hemen kuzeyi arasındaki yaklaşık 55 km²'lik alanı kapsamaktadır. Tunca Nehri bu kısımda, yaklaşık 39 km boyunca menderesler çizerek akmaktadır. Çalışmanın bu kısmında, bu alüvyal karakterli saha boyunca görülen karakteristik alüvyal jeomorfoloji birimlerinin özellikleri, genel hatlarıyla açıklanmaya çalışılmıştır.

İlgili saha alüvyal jeomorfoloji bakımından değerlendirildiğinde, göze çarpan ilk birim, kabaca kuzeydoğu güneybatı doğrultusunda uzanan taşkın ovasıdır (Şekil 2.56). Tunca Nehri'nin alüvyal tabanlı vadisine karşılık gelen taşkın ovası, yaklaşık 55 km² alan kaplamaktadır ve genişliği en geniş kısmında 5.5 km'ye ulaşırken, en dar kısmında ise 200 metreye kadar düşmektedir. Genişliği, menderes bükümleriyle ilgili olarak yer yer genişlerken yer yer daralmaktadır. Kuaterner alüvyonlarından müteşekkil bu alan, daha yaşlı Trakya Formasyonu, Kırklareli Kireçtaşı, Çakıl Formasyonu, Süloğlu Formasyonu, Yassıgeçit Formasyonu ve Ergene Formasyonu birimleri ile çevrili bulunmaktadır.



Şekil 2.56: İlgili Sahanın Alüvyal Jeomorfoloji Birimleri

İlgili saha, Kuaterner'deki tektonik hareketlerden oldukça etkilenmiş gözükmektedir. Öyle ki, Tunca Nehrinin akış yönüne göre sol yamacında çok geniş alanlar kaplayan ve Çağlayan ve Yurtseven, (1998) tarafından Kuaterner Taraçaları (Qt) olarak haritalanmış alüvyal taraçalar bulunmaktadır. Bu taraçalar, kapladıkları 23 km²'lik alanlarıyla oldukça geniştirler. Değirmenyanı ve Suakacağı yerleşmeleri çevresinde yaklaşık 10 km boyunca Tunca Nehri'nin akış yönüne göre sol yamacında yayılış göstermektedirler. Morfometrik Analizler bölümünde Vf İndeksi başlığı altında verilmiş olan 20 ve 22 numaralı kesitlere göre bu taraçalar, taşkın ovasından 30 metre kadar yüksekte bulunmaktadırlar. Tunca Nehri'nin akış yönüne göre sağ yamacında ise sadece Hatipköy'ün güneybatısında nispeten küçük bir alanda görülmektedirler. Bu taraçaların çoğunlukla Tunca Nehri'nin akış yönüne göre sol yamacında bulunması, bu alanda Kuaterner boyunca meydana gelmiş bir tiltlenme hareketi olasılığını düşündürmektedir. Muhtemelen Kuaterner'de meydana gelen batı-güneybatı yönlü bu çarpılma ile Tunca Nehri, taşkın ovası içine gömülerek batı-güneybatıya doğru kaymaya başlamış, tiltlenme ile doğu yamacının yükseltisi ve eğimi artmış ve böylece söz konusu Kuaterner Taraçaları meydana gelmiştir. Bu muhtemel tektonik deformasyon, morfometrik analiz sonuçlarıyla da uyumlu gözükmektedir. Öyle ki eğim değerleri, Tunca Nehri'nin akış yönüne göre sol yamacında sağ yamacına göre daha yüksek iken, yüzey indeksi değerleri daha düşüktür (Şekil 2.8 ve 2.9). Aynı zamanda yükseltisi ve eğimi artan bu taraça yüzeylerine yerleşen akarsular yatakların nispeten daha hızlı gömülerek çizgisellikler yaratmışlar ve buradaki yüzey engebелiliği değerlerinin daha yüksek olmasına neden olmuşlardır (Şekil 2.7 ve 2.13). Yine bu akarsulardan bazıları, taraçalar üzerinden eğimi daha az bugünkü taşkın ovasına geçtikleri kısımda alüvyal yelpazeler meydana getirmişlerdir. Bu yelpazelerin özellikleri flüvyal jeomorfoloji kısmında genel hatlarıyla tartışılmış olup, oluşmalarında bu muhtemel tektonik deformasyonun etkilerinin olduğu düşünülmektedir. Yine, Tunca Nehri havzası dışında çalışma alanındaki üç büyük akarsu havzasına uygulanmış olan Drenaj Havzası Asimetrisi analizi sonuçlarına göre alüvyal sahaya yaklaştıkça batı-güneybatıya doğru tiltlenme oranlarının artış gösterdiği görülmüştür (Şekil 2.6). Burada değinilmesi gerekmektedir ki, burada tartışılan muhtemel tektonik deformasyon, morfometrik analiz sonuçları kapsamında değerlendirilmektedir. Bu muhtemel tektonik

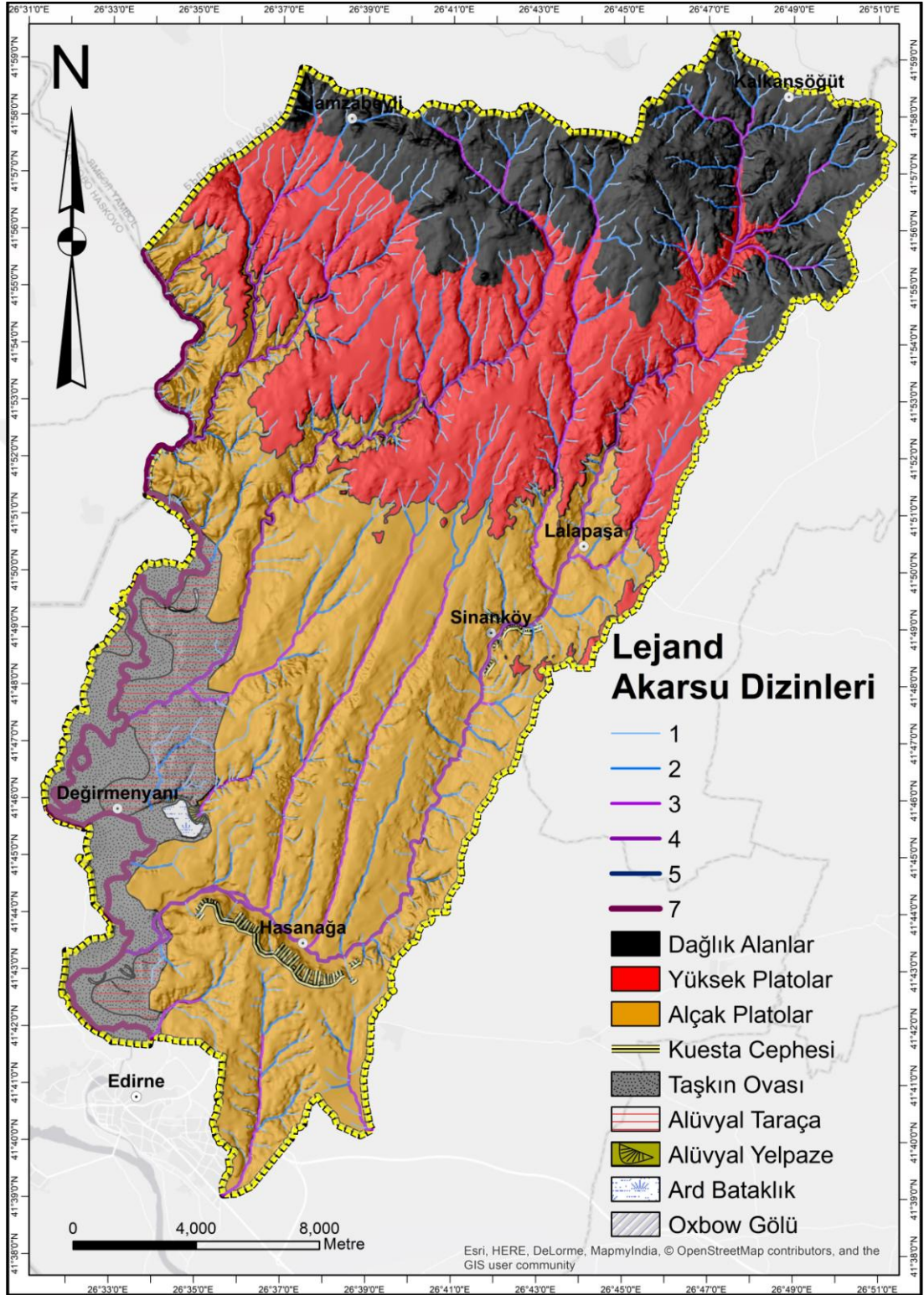
deformasyonun varlığının kanıtlanması için birtakım ayrıntılı çalışmalara ve arazi gözlemlerine ihtiyaç vardır.

Mevzu bahis sahada görülen jeomorfolojik birimlerden bir başkasını Oxbow Gölleri olarak da adlandırılan kopmuş menderes gölleri meydana getirmektedir. Taban Seviyesi Ovaları'nı sulayan akarsu kanallarının evrimi süresince çarpma yamacı kısmından sürekli aşındırılması, kayma yamacı kısmından ise sürekli genişletilmesi sonucu kopan ve ağızları tıkanan menderes büklümleri, ihtiva ettikleri su ile birlikte taşkın ovasında at nalı şeklindeki küçük gölleri meydana getirmektedirler. Çalışma sahasında bu tür göllerden üç tane bulunmaktadır (Şekil 2.56). Toplam alanları yaklaşık 200 m²'yi bulmaktadır.

Çalışma sahasında Değirmenyani ile Büyükdöllük arasında, Gölbaba Bataklığı adında bir ard bataklık bulunmaktadır. Bu bataklık, bünyesinde daha çok kil boyutundaki durgun su ortamı çökellerini barındırmaktadır. Yaklaşık 800 m² alan kaplamaktadır.



Foto 2.38: Tunca Nehri Taşkın Ovası ve Arka Planda Alüvyal Taraçalar (Bakış: Doğu)



Şekil 2.57: Çalışma Alanının Ana Jeomorfolojik Birimleri

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMALI JEOMORFOLOJİ ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDE ETKİLİ OLAN DİĞER ETMENLER

Çalışmanın üçüncü bölümünde uygulamalı jeomorfoloji üzerinde etkili olduğu düşünülen etmenler; iklim özellikleri, toprak özellikleri, bitki örtüsü özellikleri, hidrografik özellikler ve arazi örtüsü ve kullanımı başlıkları altında incelenmiştir.

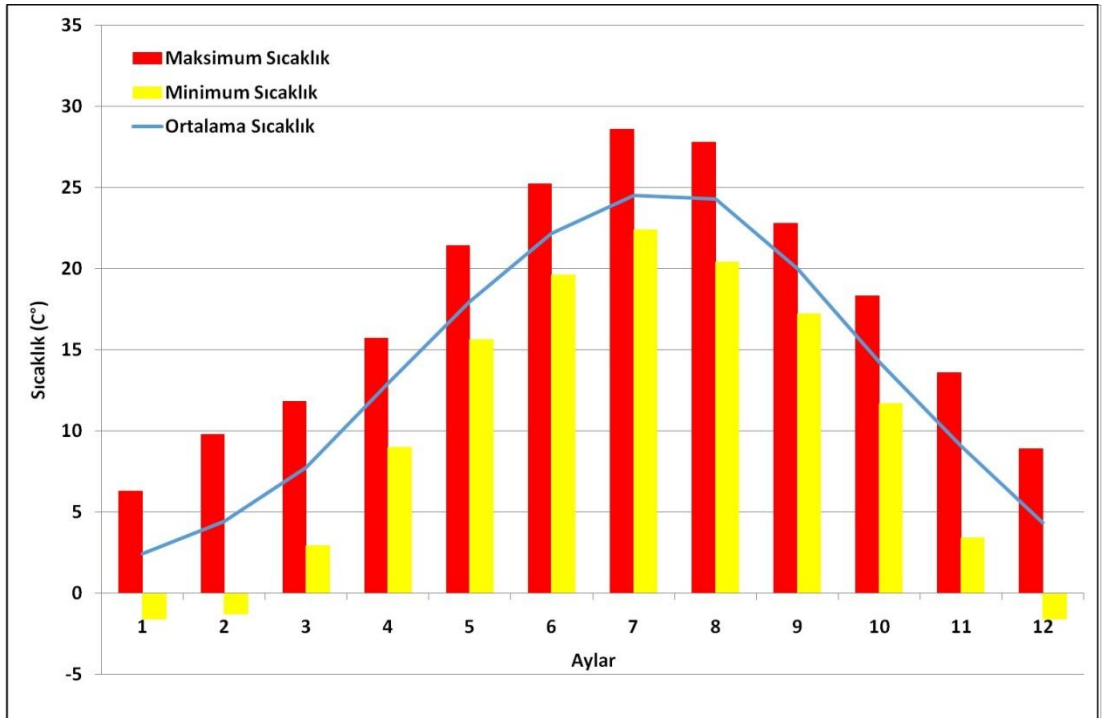
3.1 İklim Özellikleri

İklim özellikleri, uygulamalı jeomorfoloji çalışmalarında büyük önem arz eden etmenlerden birini oluşturur. Bu kapsamda çalışma alanının iklim özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Çalışma sahasındaki meteoroloji gözlem istasyonları araştırılmış ve iklim elemanları hakkında sağlıklı ve uzun dönemli çıkarım yapma imkanı sunan Edirne Meteoroloji İstasyonu verileri kullanılmaya karar verilmiştir. Bu kapsamda, bölgenin genel sıcaklık özelliklerini betimlemek amacıyla 1960-2017 yıllarını kapsayan 58 yıllık bir dönem için aylık maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık değerleri ve aylık ortalama yağış değerleri kullanılarak sıcaklık ve yağış grafikleri oluşturulmuştur. Bunun yanında, Thornthwaite yöntemi kullanılarak iklim analizleri yapılmış, bölgenin iklim tipi belirlenmiş ve yıllık potansiyel evapotranspirasyon, yıllık su noksanı ve yıllık su fazlası analizleri yapılmıştır. Bu analiz sonuçlarını kullanarak; öncelikle 1960-2017 dönemi için yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış, yıllık toplam potansiyel evapotranspirasyon, yıllık toplam su eksiği, yıllık toplam su fazlası, sıcak dönem (Nisan-Eylül) ve soğuk dönem (Ekim-Mart) temelinde mevsimlik ortalama sıcaklık ve toplam yağışlar için doğrusal regresyon analizleri yapılmıştır. Olası iklim değişikliğini ve bu değişikliğin iklim elemanlarındaki yansımaları ortaya çıkarabilmek için, iklim verileri iki yıl paylaşımli olmak üzere (1988 ve 1989) 1960-1989 ve 1988-2017 olarak 30'ar yıllık iki döneme ayrılmış; bu periyotlar için ayrıca yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış, yıllık toplam evapotranspirasyon, yıllık toplam su eksiği, yıllık toplam su fazlası ve mevsimlik olarak ortalama sıcaklık ile toplam yağışların doğrusal regresyon analizleri yapılarak birbiriyle karşılaştırılmıştır. Bunun yanında UNEP

Kuraklık İndisi 1960-1989 ve 1988-2017 periyotları için ayrı ayrı uygulanmış ve iklim elemanları ile ilişkisi araştırılmıştır.

3.1.1 Sıcaklık Özellikleri

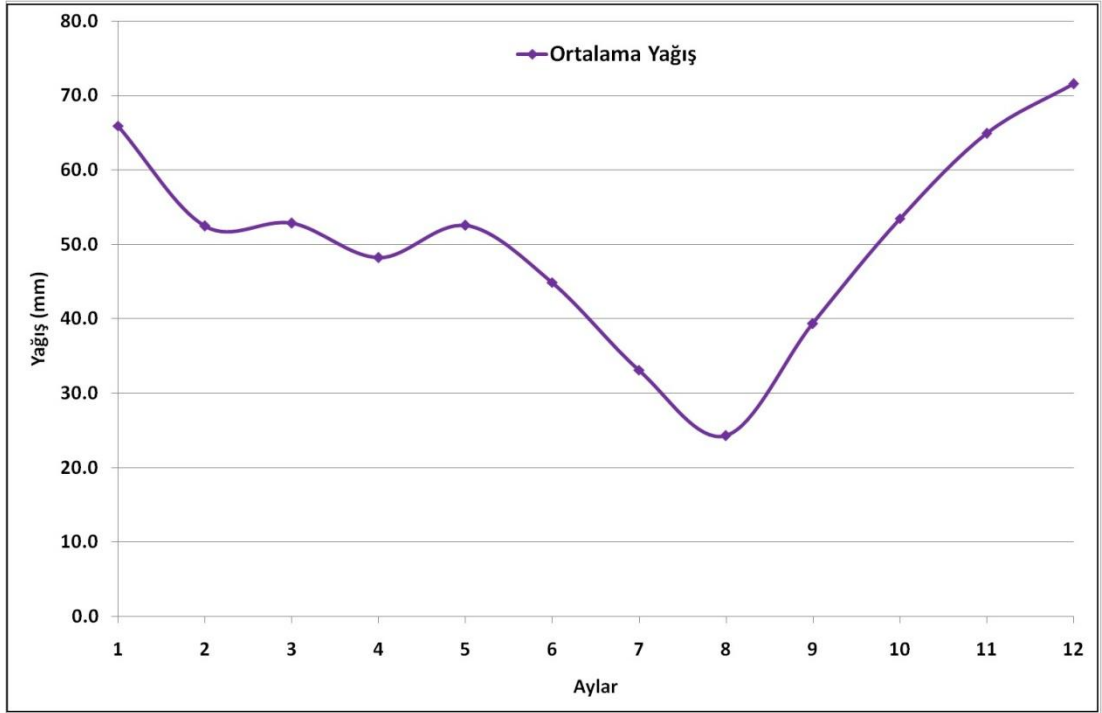
Edirne Meteoroloji İstasyonu'na ait 1960-2017 yıllarını kapsayan sıcaklık verileri kullanılarak 58 yıllık dönem kapsamında aylık maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık değerleri hesaplanarak sıcaklık grafiği oluşturulmuştur (Şekil 3.1). Buna göre ortalama sıcaklıkların en yüksek olduğu aylar Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları olarak göze çarpmaktadır. Öyle ki, ortalama sıcaklıklar Temmuz ayında 24.5 °C civarına çıkmaktadır. Ortalama sıcaklıkların en düşük olduğu aylar ise Aralık, Ocak ve Şubat aylarıdır. Ortalama sıcaklıklar Ocak ayında 2.4 °C civarına kadar düşmüştür. Maksimum ve minimum sıcaklıklar da ortalama sıcaklıklar ile benzer özellikler göstermektedir. 58 yıllık dönem kapsamında Haziran ayında 25.2 °C, Temmuz ayında 28.6 °C, Ağustos ayında ise 27.8 °C ile rekor kıran sıcaklıklar, Ocak ve Aralık aylarında -1.6 °C, Şubat ayında ise -1.3 °C ile en düşük değerlere ulaşmıştır.



Şekil 3.1: Sıcaklık Grafiği

3.1.2 Yağış Özellikleri

Sıcaklık özelliklerinde olduğu gibi, yağış özelliklerinde de Edirne Meteoroloji İstasyonu'na ait 1960-2017 arası dönemi kapsayan aylık toplam yağış verilerinden yararlanılmıştır. Bu verilerden ortalama yağışların 58 yıllık dönem içerisinde aylık dağılımını gösteren yağış grafiği (Şekil 3.2) oluşturulmuştur. Buna göre ortalama yağışların en fazla olduğu aylar Kasım, Aralık ve Ocak aylarıdır. Aralık ayında ortalama yağışlar 70 mm'yi aşmaktadır. Çalışma alanının iklim tipini niteleyici bir karaktere de sahip olan Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları ise ortalama yağışların en düşük olduğu aylardır. Ağustos ayı 24.3 mm ortalama yağış ile en düşük ortalama yağış değerine sahip ay olsa da yıl boyu 24 mm'nin altında düşmeyen aylık ortalama yağışlar, bölgenin yarı nemli karakterini nitelemektedir.



Şekil 3.2: Yağış Grafiği

3.1.3 Thornthwaite İklim Sınıflandırması

Thornthwaite İklim Sınıflandırması (Thornthwaite, 1948), yağış-evapotranspirasyon ve sıcaklık-evapotranspirasyon arasındaki ilişkileri temel alır. Buna göre yağışın yıl

boyu sürekli olarak evapotranspirasyondan fazla olduğu bölgelerde toprak suya doymuş bir haldedir ve su fazlalığı mevcuttur. Bu bölgelerin iklimi Thornthwaite'e göre nemlidir. Evapotranspirasyonun sürekli olarak yağışlardan fazla olduğu bölgelerde ise toprakta belirgin bir su noksanlığı mevcuttur, suya ihtiyaç vardır ve bu bölgelerin iklimi kuraktır. Bu iki uç nokta arasında da diğer tali iklim tipleri bulunmaktadır. Thornthwaite ile iklim tipi tayin edilirken, bölgenin su bilançosu çıkartılır ki, bu çalışma için su bilançosu parametrelerinin önemi daha da büyüktür. Lakin uygulamalı jeomorfoloji kapsamında özellikle su yönetimi değerlendirmelerinde evapotranspirasyon, su noksanı, su eksiği gibi Thornthwaite yöntemi ile hesaplanabilen parametreler ve bu parametrelerin sıcaklık ve yağış özellikleri ile karşılaştırılması, bizi çok önemli sonuçlara ulaştırabilmektedir (Turoğlu, 2014a; Turoğlu 2014b; Yang vd., 2015; Turoğlu, 2016a).

Thornthwaite İklim Sınıflaması'na göre yapılan analizler sonucu Edirne ve yakın çevresi; kurak ve az nemli ikinci dereceden mezotermal, kış mevsiminde orta derecede su fazlası olan ve denizel şartlara yakın iklim tipine ($C_1 B'_2 s b'_3$) girmektedir.

Thornthwaite İklim Sınıflaması ile Edirne'nin su bilançosu hakkında bilgi sahibi olmak üzere hesaplanan evapotranspirasyon, su noksanı, su fazlası, birikmiş su ve birikmiş suyun aylık değişimi bu çalışmaya uyumlulukları bakımından seçilmiş ve 1960-1989 ve 1988-2017 yılları arası olmak üzere aylık ve yıllık ortalama değerleri analiz edilmiştir (Tablo 3.2 ve 3.3). Analiz sonuçlarına göre PET değerlerinin Ocak ayından Ağustos ayına kadar yükselme, Ağustos ayından Aralık ayına kadar ise düşme eğilimi gösterdiği görülmektedir. Aynı zamanda bekleneceği üzere PET değerlerinin maksimuma ulaştığı ay her iki periyot için de Temmuz ayıdır. İki periyodun PET değerlerini karşılaştırdığımızda, değerlerin geçmişten günümüze genel olarak yükseldiği göze çarpmaktadır. Öyle ki yıl içindeki ayların yarısından fazlasında bu değerler son 30 yıllık periyotta yükselmiştir. Göze çarpan önemli bir ayrıntı da bu yükselimin yaz aylarında daha şiddetli olduğudur. 1988-2017 periyodu Ağustos ayının PET değerleri, 1960-1989 periyodu PET değerlerine göre 14 mm değerinde yükselmiştir. Ekim, Kasım, Aralık ayları PET değerlerinde ise 1960-1989 periyodu değerlerine göre hafif bir düşüş görülmektedir.

Su Fazlası'nın yıl içindeki dağılımına bakıldığında, özellikle kış mevsiminde su fazlasının maksimuma ulaştığı görülmektedir. Mayıs-Haziran ayları arası ise su fazlasından söz edilememektedir. 1988-2017 döneminin su fazlası değerlerinin, 1960-1989 dönemi su fazlası değerlerine göre genelde azalmış olması, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında ise artışın görülmesi önem taşımaktadır.

Diğer klimatik parameterler ile ilişkili olarak su noksanı değerlerinin her iki dönemde de Haziran-Eylül arası maksimuma çıktığı görülmektedir. Kasım-Nisan arası dönemde ise değerler, su noksanının olmadığını veya çok az olduğunu nitelemektedir. Su fazlası'nın 1988-2017 döneminde neredeyse tüm aylar için 1960-1989 dönemine göre artış göstermiş olduğu da önemli diğer bir çıkarım olarak savunulabilir.

Tüm bunlara ek olarak, 1960-1989 ve 1988-2017 yılları arasındaki yıllık toplam potansiyel evapotranspirasyon, su noksanı ve su fazlası değerleri incelendiğinde, potansiyel evapotranspirasyon değerlerinin 670.7 mm'den 699.1 mm'ye, su noksanı değerlerinin 349.7 mm'den 366.6 mm'ye çıkması, su fazlası değerlerinin ise 172.5 mm'den 170.7 mm'ye düşmesi dikkat çekicidir.

Aylar	1960-2017		1960-1989		1988-2017	
	Sıcaklık (C°)	Yağış (mm)	Sıcaklık (C°)	Yağış (mm)	Sıcaklık (C°)	Yağış (mm)
Ocak	2.4	65.9	2.2	65.8	2.6	62.0
Şubat	4.4	52.5	4.2	54.2	4.7	48.5
Mart	7.7	52.8	7.3	55.5	8.3	54.3
Nisan	12.9	48.2	12.7	52.5	13.1	42.9
Mayıs	17.9	52.5	17.6	47.5	18.2	57.1
Haziran	22.2	44.9	21.6	46.0	22.6	43.8
Temmuz	24.5	33.1	23.8	27.2	25.2	37.3
Ağustos	24.3	24.3	23.4	24.5	25.1	23.1
Eylül	20.0	39.3	19.6	35.8	20.3	42.0
Ekim	14.2	53.5	13.9	42.1	14.4	63.5
Kasım	9.0	64.9	8.9	65.4	8.9	66.8
Aralık	4.3	71.5	4.5	69.9	4.0	72.9

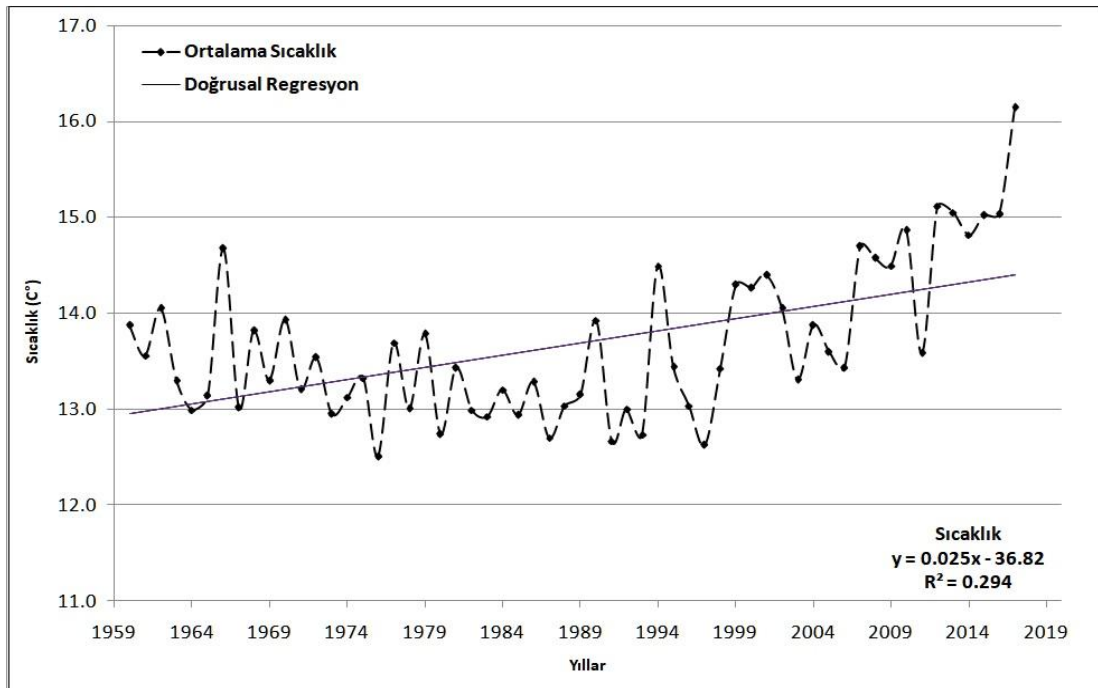
Tablo 3.1: 1960-2017, 1960-1989 ve 1988-2017 Dönemleri Yıllık Ortalama Sıcaklıklar ve Toplam Yağışlar

3.1.4 Klimatik Regresyon Analizleri

İklim elemanlarının belli bir dönem içerisinde gösterdikleri değişim trendleri; akarsuların akım özellikleri, bölgedeki kullanılabilir mevcut su miktarı, yapıya bağlı suyun hareket karakterleri gibi uygulamalı jeomorfolojinin ilgi alanına giren birçok faktörü etkilemektedir. Bu kapsamda; yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış, yıllık toplam evapotranspirasyon, yıllık toplam su fazlası, mevsimsel toplam yağış ve mevsimsel ortalama sıcaklıkların uzun dönemli iklimik regresyon analizleri yapılmıştır.

3.1.4.1 Yıllık Ortalama Sıcaklık

Edirne Meteoroloji İstasyonu'nun 1960-2017 aralığını kaplayan yıllık ortalama sıcaklık verilerine baktığımızda göze çarpan ilk özellik yıllık dalgalanmalardır. Bu dalgalanmalar genelde ikişer üçer yıllık aralıklara sahiplerdir. Bu dalgalanmaların yanında, doğrusal regresyon analizi yıllık ortalama sıcaklığın eğilimini çok açık bir şekilde göstermektedir. Regresyon eşitliği $y = 0.025x - 36.82$, R^2 katsayısı ise 0.294'tür. Bu değerler, 58 yıllık dönem içerisinde yıllık ortalama sıcaklığın yükselme eğiliminde olduğunu göstermektedir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Yıllık Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği

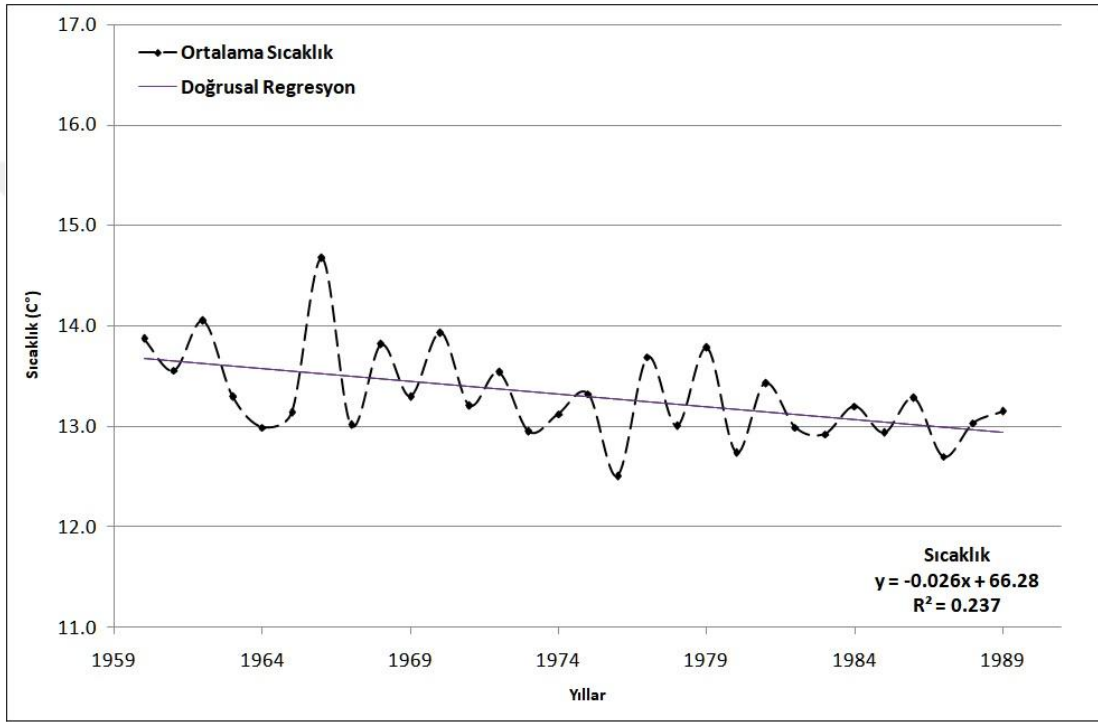
Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
PET (mm)	4.8	10.2	21.2	47.1	75.1	100.7	115.7	112.8	88.2	54.8	28.6	11.3	670.7
BSAD (mm)	-2.7	1.5	-1.7	-12.9	-42.5	-34.2	-7.3	-0.2	3.6	4.0	39.0	35.3	-
BS (mm)	97.3	98.9	97.1	84.2	41.7	7.5	0.2	0.0	3.6	7.6	46.6	81.9	-
SN (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.0	96.7	113.3	60.3	14.1	0.0	0.0	349.7
SF (mm)	48.8	44.2	35.4	12.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	23.3	172.5

Tablo 3.2: 1960-1989 Dönemi Thornthwaite İklim Sınıflaması'na Ait Seçilmiş Su Bilançosu Parametreleri (PET= Potansiyel Evapotranspirasyon, BSAD= Birikmiş Suyun Aylık Değişimi, BS =Birikmiş Su, SN = Su Noksanı, SF= Su Fazlası)

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
PET (mm)	4.8	10.7	23.6	46.8	76.7	106.5	125.4	125.1	89.1	52.5	26.5	8.7	699.1
BSAD (mm)	-2.8	0.1	-5.4	-9.9	-39.1	-37.2	-5.7	0.0	3.1	24.7	32.6	25.6	-
BS (mm)	97.2	97.3	91.9	82.0	42.9	5.7	0.0	0.0	3.1	27.8	60.4	86.1	-
SN (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	54.1	104.9	127.6	53.7	11.6	0.0	0.0	366.6
SF (mm)	46.9	38.8	32.4	4.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	9.5	35.4	170.7

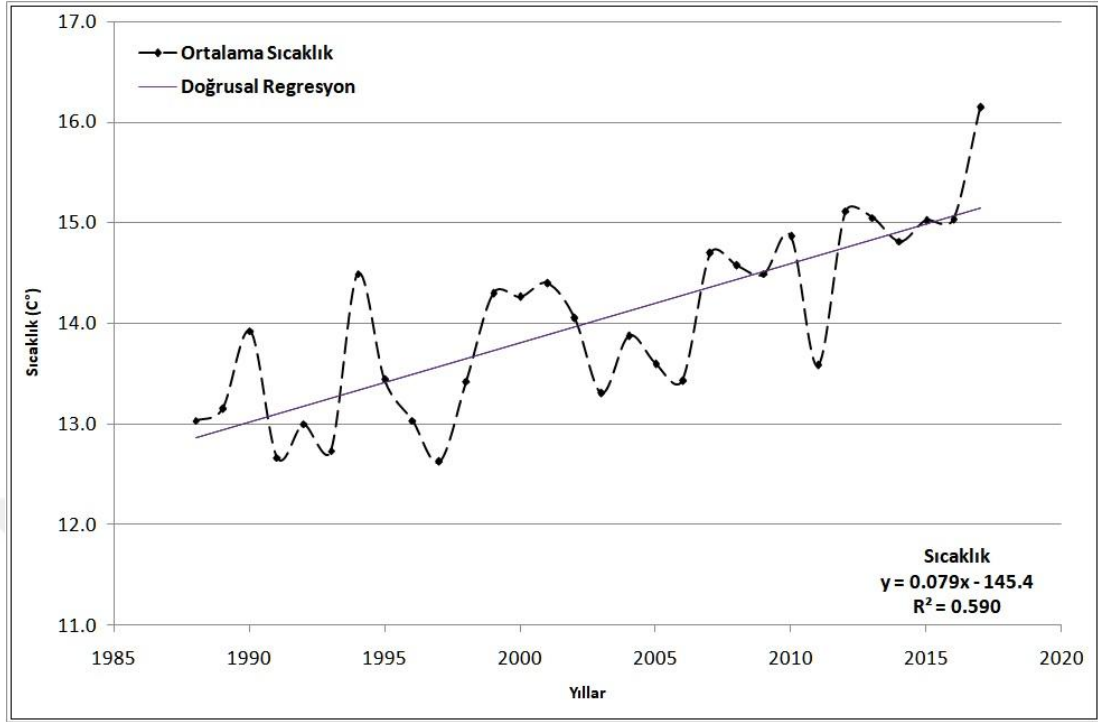
Tablo 3.3: 1988-2017 Dönemi Thornthwaite İklim Sınıflaması'na Ait Seçilmiş Su Bilançosu Parametreleri (PET= Potansiyel Evapotranspirasyon, BSAD= Birikmiş Suyun Aylık Değişimi, BS =Birikmiş Su, SN = Su Noksanı, SF= Su Fazlası)

30 yıllık 1960-1989 dönemi yıllık ortalama sıcaklıklarının regresyon analizi grafiğine baktığımızda ise genel trendin azalma yönünde olduğu göze çarpmaktadır. Bu 30 yıllık dönemin yıllık ortalama sıcaklık için regresyon eşitliği $y = -0.026x + 66.28$, R^2 değeri ise 0.237'dir. Buna göre 1960 ile 1989 yılları arası yıllık ortalama sıcaklıklar azalmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: 1960-1989 Dönemi Yıllık Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği

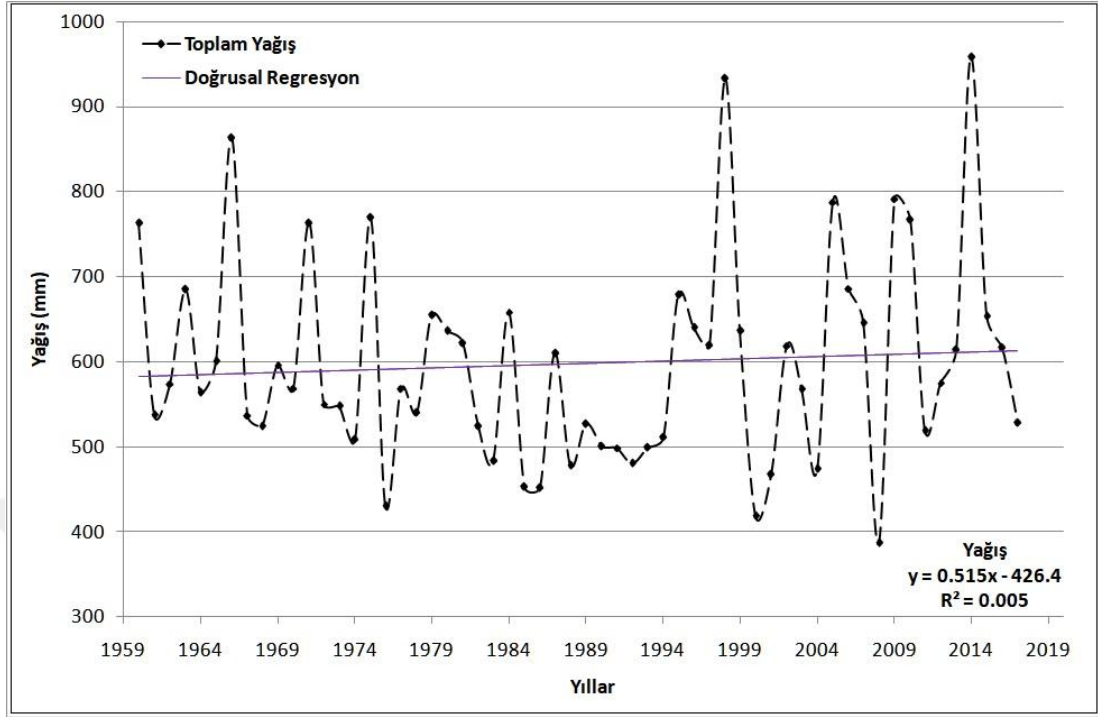
1988-2017 yıllarını kapsayan 30 yıllık dönem için yapılan yıllık ortalama sıcaklıkların doğrusal regresyon analizinde ise 1960-1989 dönemi analiz sonuçlarının tersi bir durumla karşı karşıya kalınmıştır. Bu döneme ait yıllık ortalama sıcaklıkların regresyon eşitliği $0.079x - 145.4$, R^2 değeri ise 0.590'dır. Bu kapsamda 1988-2017 yılları arası yıllık ortalama sıcaklıkların artış göstermiş olduğu çıkarımı yapılabilmektedir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5: 1988-2017 Dönemi Yıllık Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği

3.1.4.2 Yıllık Toplam Yağış

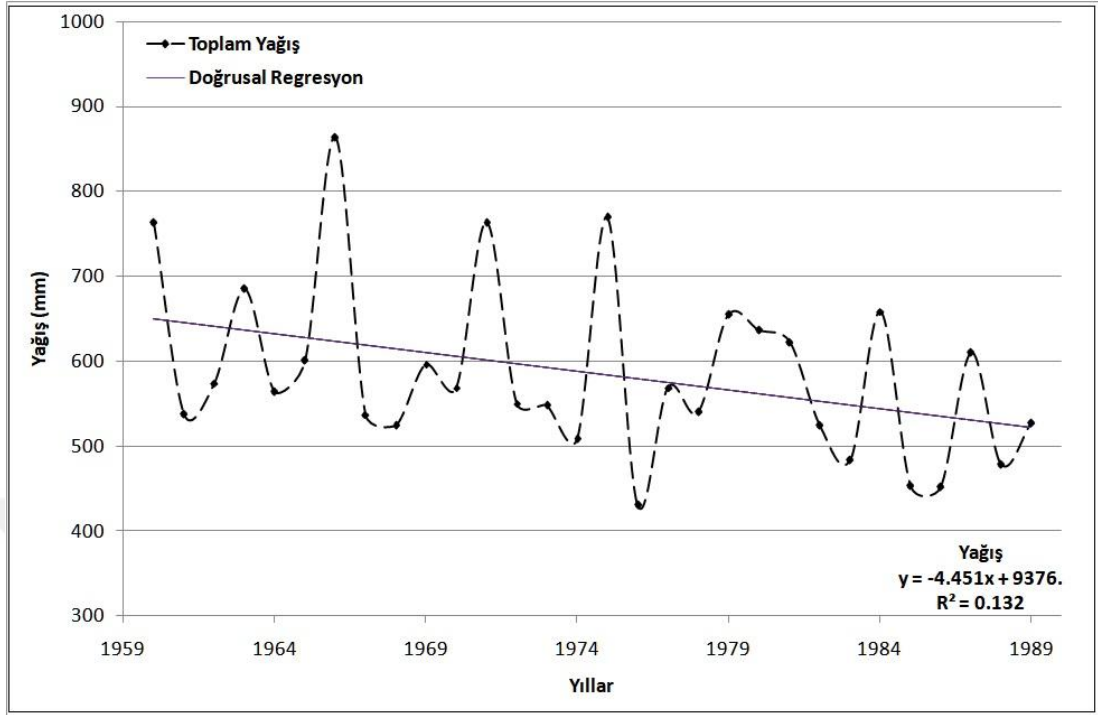
Yıllık toplam yağışlarda da yıllık toplam sıcaklıklarda olduğu gibi dalgalanmalar görülmektedir. Yıllık ortalama sıcaklıklar ile yıllık toplam yağışlar karşılaştırıldığında genel olarak sıcaklığın yükseldiği dönemlerde yağışların da yükseldiği göze çarpmaktadır. Örneğin 2012 yılında yükselmeye başlayan yıllık toplam yağışlar, 2014 yılında 950 mm'yi bulmuştur. Aynı dönem için yıllık ortalama sıcaklıklara baktığımızda 2011 yılında 13.5 °C civarında olan sıcaklıkların 2012-2013-2014 yıllarında 15 °C civarına yükseldiği ve giderek daha da arttığı görülmektedir. Aynı zamanda yıllık toplam yağış değerlerinin dalga genlikleri de artmıştır. Bu olgular, artan buharlaşma değerleri ve yağışların sağanak karaktere doğru bir eğiliminin varlığının ayak izleri olabileceğini düşündürmektedir. Yıllık toplam yağışlar için regresyon eşitliği $y = 0.515x - 426.4$ ve R^2 değeri 0.005'tir. Bu değerler 58 yıllık dönem içerisinde yıllık ortalama yağışların neredeyse aynı kaldığını, çok az miktarda artış gösterdiğini nitelemektedir (Şekil 3.6).



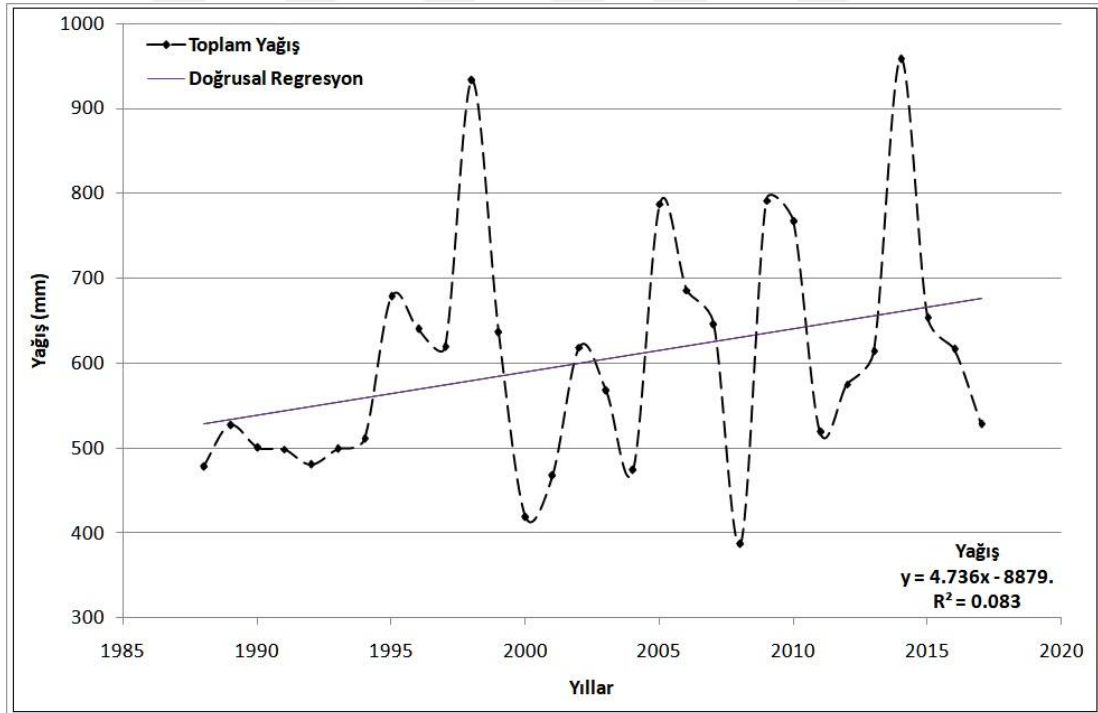
Şekil 3.6: Yıllık Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği

1960-1989 periyodunun yıllık toplam yağış değerlerinin eğilimine baktığımızda, 58 yıllık periyodun artma eğiliminin aksine 30 yıllık süre içerisinde bir azalma eğilimi göze çarpmaktadır. Bu döneme ait yıllık toplam yağışların regresyon eşitliği $-4.451x + 9376$, R^2 değeri ise 0.132 olarak hesaplanmıştır. 1960 ile 1989 arasında yıllık toplam yağışlar azalmıştır (Şekil 3.7).

1988-2017 yılları arasındaki 30 yıllık periyotta ise önceki 30 yıllık periyottaki azalma eğilimi yerini daha yüksek oranda bir artma eğilimine bırakmıştır. Burada dikkat çekilmesi gereken diğer önemli bir özellik de yıllık toplam yağış değerlerinin yıllar arası aralıklarının giderek açılmış olmasıdır. Örneğin 1998 yılında 900 mm'yi aşan yıllık toplam yağış değerleri 2000 yılında 400 mm civarına düşmüştür. Bu dönem için yıllık toplam yağışın regresyon eşitliği $4.736x - 8879$, R^2 ise 0.083 değeri göstermektedir ve yıllık toplam yağışların son 30 yıllık dönemde büyük oranda arttığını göstermektedir (Şekil 3.8).



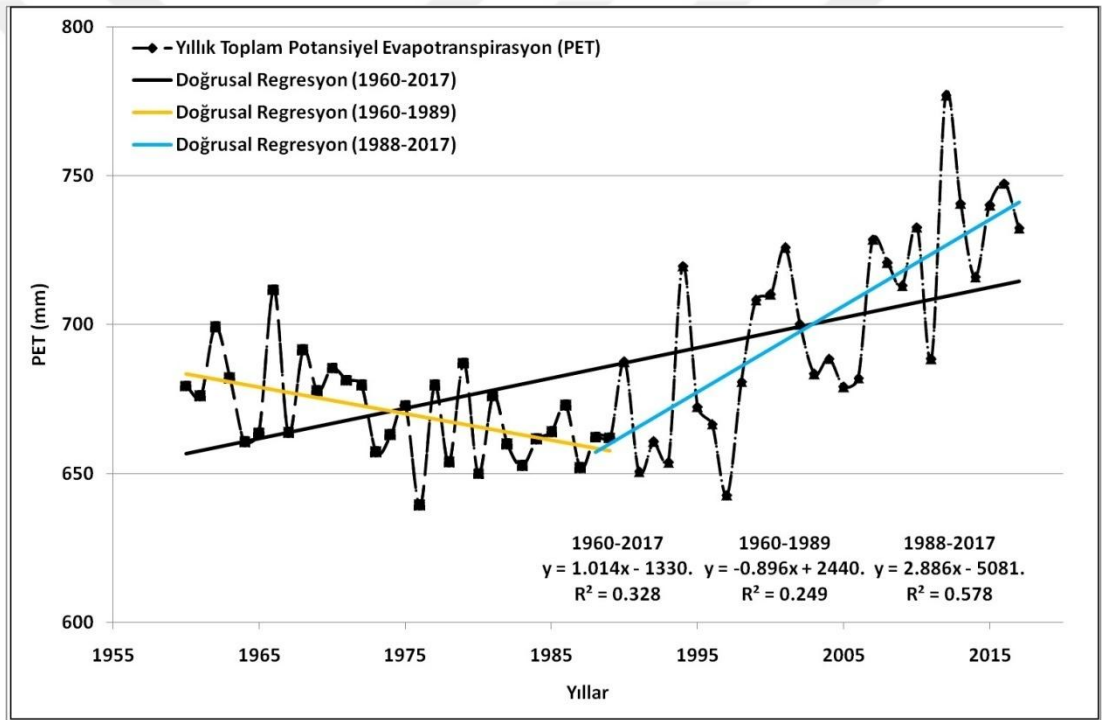
Şekil 3.7: 1960-1989 Dönemi Yıllık Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği



Şekil 3.8: 1989-2017 Dönemi Yıllık Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği

3.1.4.3 Yıllık Toplam Potansiyel Evapotranspirasyon

Yıllık Toplam Evapotranspirasyon, 1960-2017 yılları arasında bekleneceği üzere sıcaklıkla benzer özellik göstermektedir. Özellikle son yıllarda yıllık toplam potansiyel evapotranspirasyon oranının gittikçe artmış olduğu grafikten görülmektedir. Öyle ki 2013'te bu oran yaklaşık 800 mm'ye kadar ulaşmıştır. 58 yıllık yıllık toplam potansiyel evapotranspirasyon için doğrusal regresyon eşitliği $y = 1.014x - 1330$, R^2 değeri 0.328 olarak hesaplanmıştır. 58 yıllık süre içerisinde artış eğilimi söz konusudur (Şekil 3.9).



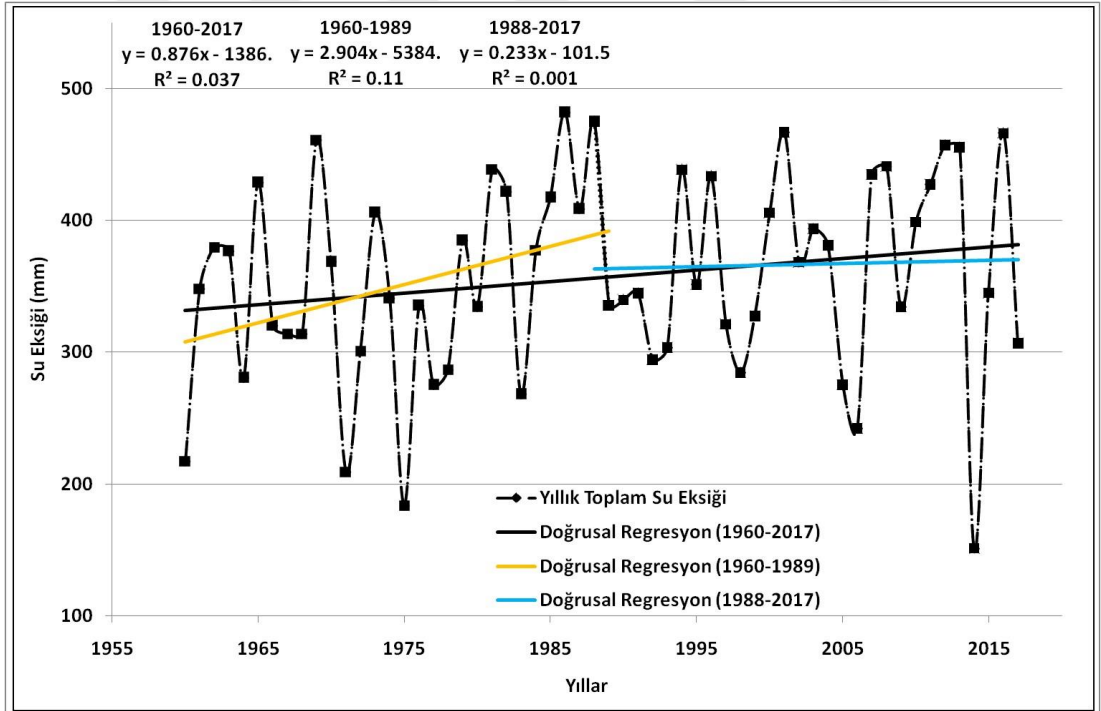
Şekil 3.9: Yıllık Toplam Potansiyel Evapotranspirasyon Regresyon Analiz Grafiği

1960-1989 dönemi yıllık toplam potansiyel evapotranspirasyon değerlerinin giderek azaldığı ve nispeten daha düzenli bir bütünsel ilişkiye sahip olduğu grafikten görülebilirken, bu dönem için doğrusal regresyon eşitliği $y = -0.896x + 2440$, R^2 değeri ise 0.249'dur (Şekil 3.9). 1988-2017 dönemi yıllık toplam potansiyel evapotranspirasyon değerlerine baktığımızda ise giderek artan ve son yıllarda maksimuma ulaşan değerlerden bahsetmek mümkündür. Son 30 yıllık dönemdeki bu artış aynı zamanda yıllık ortalama sıcaklıkların son 30 yıllık artışı ile de paralellik göstermektedir. Bu periyod için doğrusal regresyon eşitliği $2.886x - 5000$, R^2 değeri

ise 0.578'dir. Bu değerler eğimi oldukça yüksek bir doğrusal regresyon çizgisini ve son 30 yılda artmış bulunan yıllık toplam PET değerlerini karakterize etmektedir.

3.1.4.4 Yıllık Toplam Su Eksiği

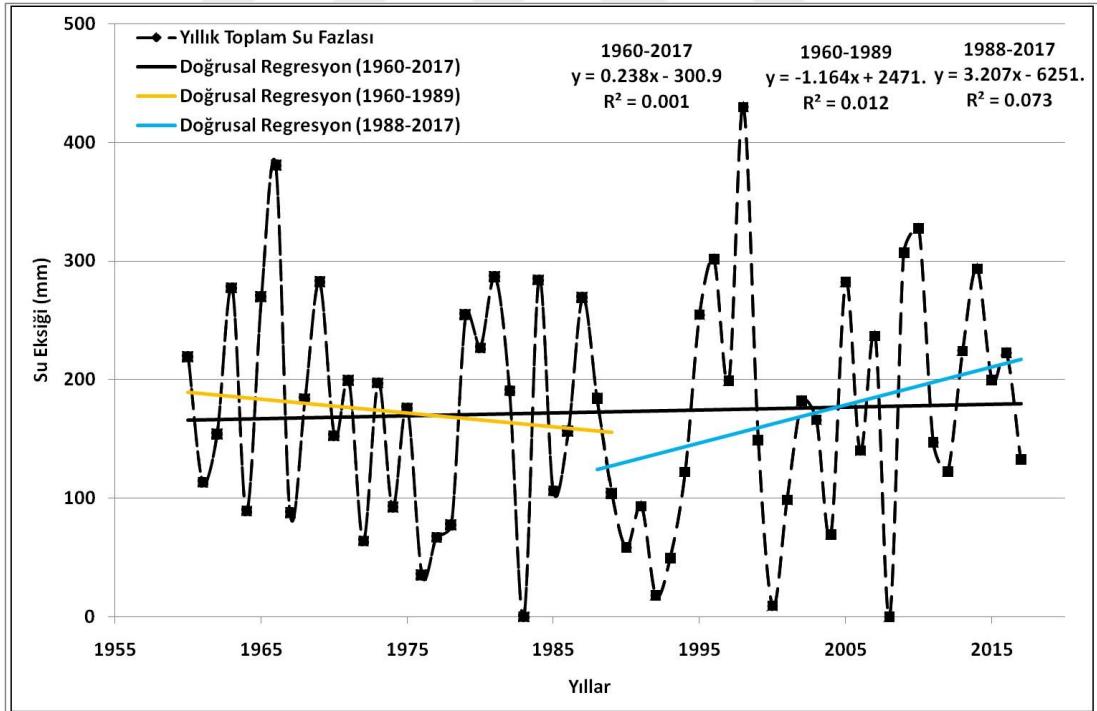
1960-2017 dönemi yıllık toplam su eksliği için doğrusal regresyon eşitliği $y = 0.876x - 1386$, R^2 değeri 0.037; 1960-1989 dönemi için doğrusal regresyon eşitliği $2.904x - 5384$, R^2 değeri 0.11; 1988-2017 dönemi için doğrusal regresyon eşitliği ise $0.233x - 101.5$; R^2 değeri ise 0.001 çıkmıştır. Tüm bu değerler yıllık toplam su eksliğinin 1960'tan 2017'e artma eğiliminde olduğunu göstermektedir. 1960-1989 döneminde yıllık toplam su eksliğinin artma eğilimi daha fazla iken, yıllık toplam yağışların da artma eğilimiyle birlikte 1988-2017 döneminde yıllık toplam su eksliğinin artma oranının düştüğü görülmektedir. Yıllık toplam su eksliğinin artma eğiliminde olmasında yıllık toplam evapotranspirasyon ve yıllık ortalama sıcaklıkların artma eğilimi de rol oynamaktadır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10: Yıllık Toplam Su Eksiği Regresyon Analiz Grafiği

3.1.4.5 Yıllık Toplam Su Fazlası

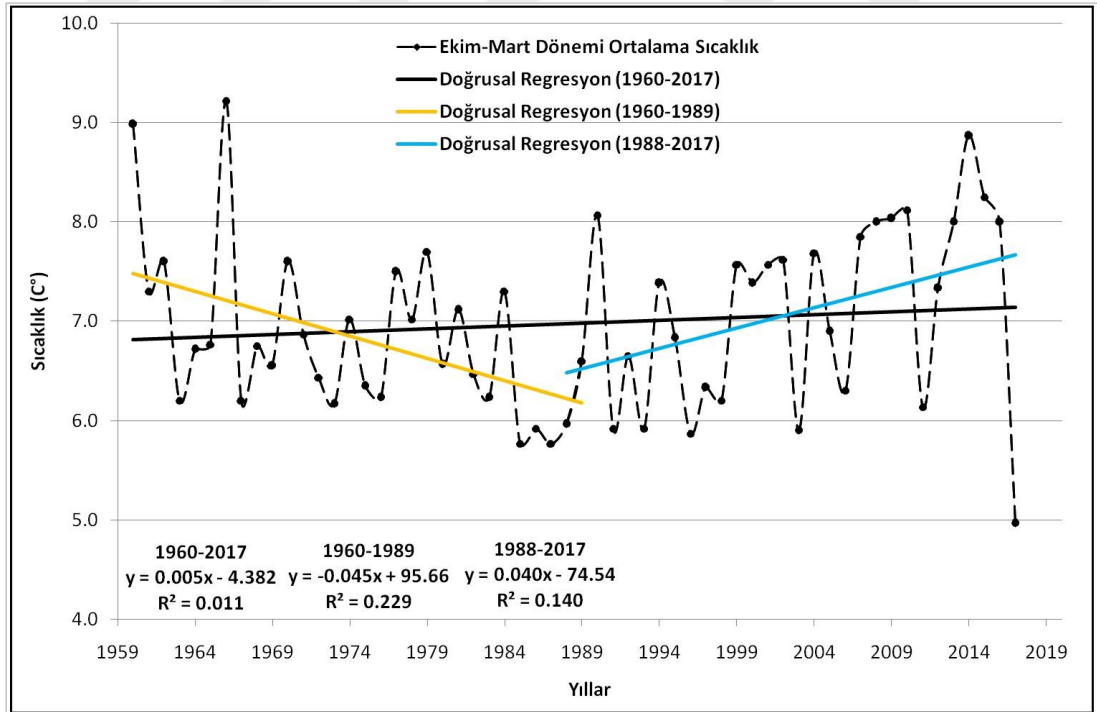
1960-2017 dönemi yıllık toplam su fazlası için doğrusal regresyon eşitliği $y = 0.238x - 300.9$, R^2 değeri 0.001; 1960-1989 dönemi için doğrusal regresyon eşitliği $y = -1.164x + 2471$, R^2 değeri 0.012; 1988-2017 dönemi için doğrusal regresyon eşitliği ise $y = 3.207x - 6251$, R^2 değeri 0.073 olarak hesaplanmıştır. Su Fazlası parametresi, su eksiği parametresi gibi genel olarak yıllık ortalama yağıştan daha çok etkilenmektedir. Öyle ki, dönemsel doğrusal regresyon analizlerinin sonuçları, yıllık toplam yağış için elde edilen doğrusal regresyon analizi sonuçları ile paralellik göstermektedir. 58 yıllık dönem içerisinde çok az oranda artma eğiliminde olan yıllık toplam su fazlası, ilk 30 yıllık periyotta yıllık ortalama yağışların düşmesiyle doğru orantılı olarak azalma eğilimi göstermiş, son 30 yıllık periyotta ise yıllık ortalama yağışların artmasıyla artma eğilimi göstermiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11: Yıllık Toplam Su Fazlası Regresyon Analiz Grafiği

3.1.4.6 Mevsimlik Ortalama Sıcaklık

Edirne Meteoroloji İstasyonu'ndan elde edilen yıllık ortalama sıcaklık verileri, sıcak (Nisan-Eylül) ve soğuk (Ekim-Mart) dönem olmak üzere mevsimsel olarak gruplanmış ve mevsimsel ortalama sıcaklıklar analiz edilmiştir. 1960-2017 yılları arası için yapılan regresyon analizi haricinde 1960-1989 ve 1988-2017 yıllarını kapsayan dönemler için de ayrı doğrusal regresyon analizleri yapılmıştır. 1960-2017 yılları arası soğuk dönem için doğrusal regresyon eşitliği $y = 0.005x - 4.382$, R2 oranı ise 0.011 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerden soğuk dönem ortalama sıcaklıkların 58 yıllık süre içerisinde hafif bir yükselme eğilimi olduğu çıkarılabilmektedir. Bunun yanında yıllık ortalama sıcaklıklara göre daha düşük bir eğilimle yükseldiği söylenebilir. 1960-1989 ve 1988-2017 dönemleri için yapılan analizlere göre ise ilk 30 yıllık dönemde soğuk dönem ortalama sıcaklıklarda düşme eğilimi, son 30 yıllık dönemde soğuk dönem ortalama sıcaklıklarda ise artma eğilimi göze çarpmaktadır.

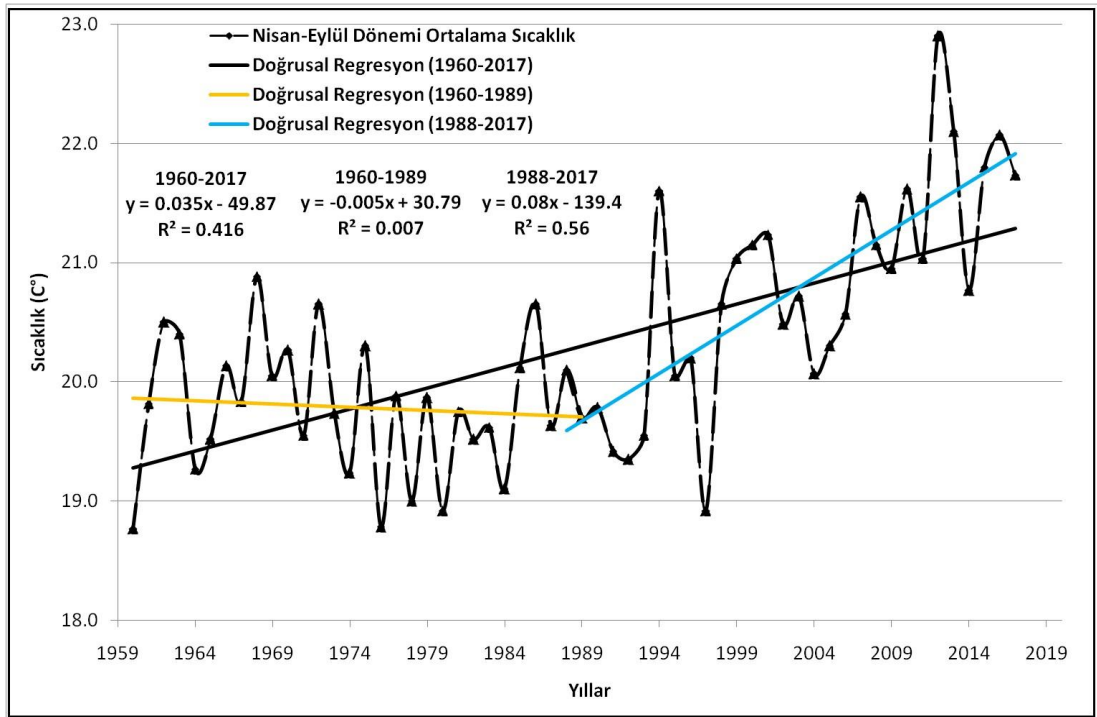


Şekil 3.12: Soğuk Dönem Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği

1960-1989 soğuk dönem ortalama sıcaklık değerleri, aynı dönemin yıllık ortalama sıcaklıklarının yükselme eğiliminden daha düşük, 1988-2017 soğuk dönem ortalama

sıcaklıkları ise aynı dönemin yıllık ortalama sıcaklıklarının yükselme eğiliminden daha yüksek bir karaktere sahiptir. 1960-1989 soğuk dönemi için ortalama sıcaklıkların daha düzensiz olduğu, 1988-2017 dönemi soğuk dönem ortalama sıcaklıkların ise dalgalanmalar olsa da son 30 yılda daha düzenli ve yüksek eğimli bir şekilde artmaya devam ettiği, ilgili grafikten anlaşılmaktadır (Şekil 3.12).

Sıcak dönem ortalama sıcaklık doğrusal regresyon grafiğine baktığımızda ise 58 yıllık dönem için ortalama sıcaklığın artmış olduğu açıkça görülmektedir. Bu değerlerin ortaya çıkmasında özellikle 1988-2017 dönemini kapsayan 30 yıllık süre içerisinde sıcak dönem ortalama sıcaklıkların yükselmiş olmasının rolü büyüktür. Öyle ki; 1960-1989 dönemi için doğrusal regresyon eğrisine baktığımızda sıcak dönem ortalama sıcaklıkların az da olsa azalma eğiliminde olduğu göze çarpmaktadır. Son 30 yılda sıcak dönem ortalama sıcaklıklarının bu kadar yüksek oranda artmasının, bölgedeki yazların daha kuraklaştığının ve daha da kuraklaşacağıının bir göstergesidir. Öyle ki 2014 yılında sıcak dönem ortalama sıcaklıkları rekor kırarak 23 °C'ye yaklaşmıştır (Şekil 3.13).

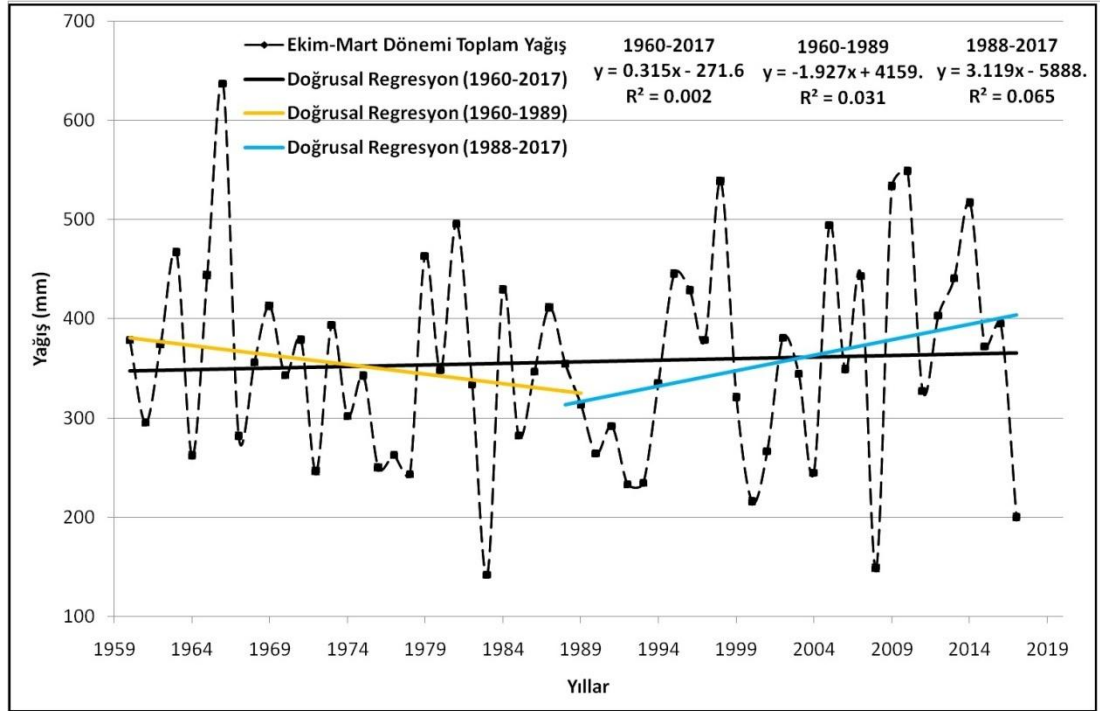


Şekil 3.13: Sıcak Dönem Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği

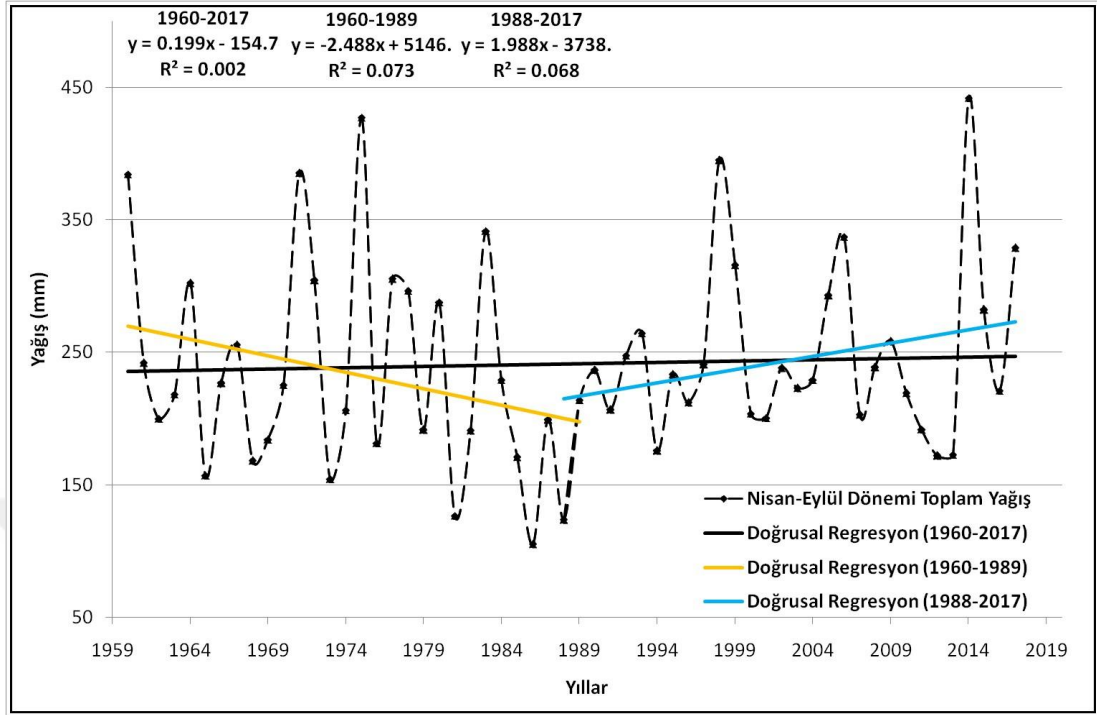
Buna ek olarak, son 30 yıllık sıcak mevsim ortalama sıcaklıklarının son 30 yıllık yıllık ortalama sıcaklıklarından da yüksek oranda artmış olması, bu çıkarımları desteklemektedir.

3.1.4.7 Mevsimlik Toplam Yağış

Mevsimlik Toplam Yağış için yine Edirne Meteoroloji İstasyonu verileri kullanılmış olup; 1960-2017, 1960-1989 ve 1988-2017 periyotları için doğrusal regresyon analizleri yürütülmüştür. Yapılan analizlerin sonuçlarına göre; 58 yıllık dönem için soğuk dönem toplam yağışlarının çok hafif artma eğiliminde olduğu görülürken, 1960-1989 dönemi soğuk dönem toplam yağışlarının azalma eğiliminde olduğu gözle çarpmaktadır. 1988-2017 dönemi toplam yağışları ise aynı dönemin ortalama sıcaklıkları gibi artma eğilimindedir. Sıcak dönem toplam yağışlarına baktığımızda da soğuk dönemle neredeyse aynı doğrusal regresyon eğimleri görmekteyiz. Sıcak dönem toplam yağışları da 58 yıllık dönem için hafif yükselme eğilimi, 1960-1989 dönemi için azalma eğilimi ve 1988-2017 dönemi için artma eğilimi ile karakterize olmaktadır (Şekil 3.14 ve 3.15).



Şekil 3.14: Soğuk Dönem Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği



Şekil 3.15: Sıcak Dönem Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği

3.1.5 UNEP Kuraklık İndeksi

Kuraklık İndeksi, bir bölgedeki kuraklığın şiddetinin sayısal olarak göstergesidir ve yıllık ortalama yağış (mm) verisi ile yıllık ortalama potansiyel evapotranspirasyon (mm) kullanılarak hesaplanır (Denklem (7)) (UNEP, 1992). Uygulamalı jeomorfoloji çalışmalarında bu indeks, yoğun olarak kullanılmaktadır (Turoğlu, 2016a; Parsons ve Abrahams, 2009; Papparizzos vd., 2016; Huggett, 2007; Bullard, 2011). Bu araştırmada da çalışma sahasındaki kuraklık şartlarının dönemsel olarak nasıl evrildiği hakkında bilgi sahibi olabilmek için, Edirne Meteoroloji İstasyonu'ndan temin edilen verilerin analiziyle elde edilen yıllık ortalama yağış ve yıllık ortalama potansiyel evapotranspirasyon değerleri kullanılarak 1960-1989 ve 1988-2017 periyotlarının UNEP Kuraklık İndeksi değerleri hesaplanmıştır (Tablo 3.5).

$$IU = P/PT \quad (7)$$

Bu denklemde IU; kuraklık indeksini, P; yıllık ortalama yağışı (mm), PT ise yıllık ortalama potansiyel evapotranspirasyonu (mm) temsil eder.

UNEP Kuraklık İndeksi Sınıflaması	Değerler
Aşırı Kurak	IU < 0.05
Kurak	0.05 < IU < 0.20
Yarı Kurak	0.20 < IU < 0.50
Kuru-Yarı Nemli	0.50 < IU < 0.65
Nemli	0.65 < IU

Tablo 3.4: UNEP Kuraklık İndeksi Sınıflaması (UNEP, 1992).

İndeks değerlerinin sınıflama aralıkları tablo 3.4'te, Edirne Meteoroloji İstasyonu verileri kullanılarak hesaplanan UNEP Kuraklık İndeksi değerleri ise tablo 3.5'te verilmiştir.

Aylar	1960-1989	1988-2017
Ocak	13.70	12.9
Şubat	5.31	4.53
Mart	2.62	2.30
Nisan	1.11	0.92
Mayıs	0.63	0.74
Haziran	0.46	0.41
Temmuz	0.24	0.30
Ağustos	0.22	0.18
Eylül	0.41	0.47
Ekim	0.77	1.21
Kasım	2.29	2.52
Aralık	6.19	8.38
Yıllık	2.83	2.91

Tablo 3.5: 1960-1989 ve 1988-2017 Dönemleri İçin Aylık UNEP Kuraklık İndeksi Değerleri

Yapılan analizler sonucu 1960-1989 dönemi yıllık UNEP Kuraklık İndeksi değeri 2.83, 1988-2017 dönemi yıllık UNEP Kuraklık İndeksi değeri ise 2.91 bulunmuştur. Buna göre bölge iki dönemde de nemli olarak sınıflandırılmaktadır. Son 30 yılda yıllık toplam evapotranspirasyon değerlerinin, yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin ve yıllık toplam yağışların yükselmesi, yıllık değerler kapsamında bölgenin nemliliğini

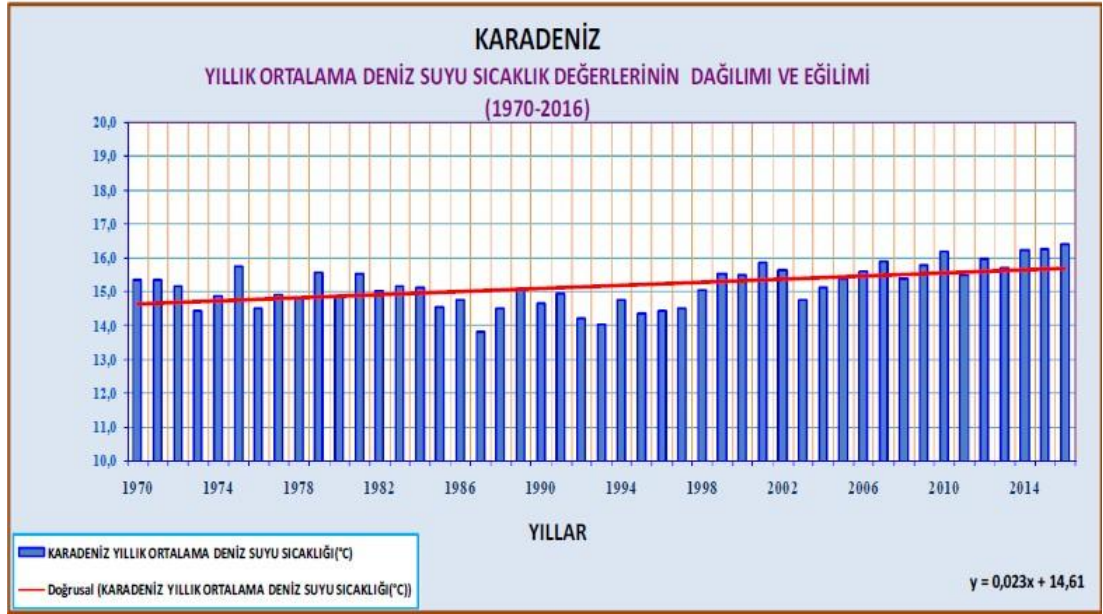
de arttırmış gözükmetedir. İndeksin aylık değerlerine baktığımızda 1960-1989 döneminde Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Ekim, Kasım ve Aralık aylarının nemli; Mayıs ayının yarı nemli; Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarının ise yarı kurak karakterde olduğu anlaşılmaktadır. 1988-2017 döneminde ise Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Ekim, Kasım ve Aralık aylarının nemli; Haziran, Temmuz ve Eylül aylarının yarı kurak, Ağustos ayının ise kurak karakterde olduğu görülmektedir. İki dönem arasında sınıf değiştiren iki ay olmuştur. Mayıs ayı ilk 30 yıllık periyotta yarı nemli karakterden nemli karaktere; Ağustos ayı ise yarı kurak karakterden kurak karaktere geçmiştir. Bunun yanında, Temmuz ve Mayıs ayı hariç olmak üzere genel trend olarak Ocak ile Ağustos arası değerler düşmüş, Eylül ile Aralık ayı arası ise değerler yükselmiştir. Buradan; yaz ve kış mevsimlerinin aylara göre dağılışında kaymalar olduğu, yaz mevsiminde kuraklaşma şiddetinin arttığı, kış aylarının genelinde nemliliğin azaldığı, sonbahar ve sonbahar-kış geçişinde ise nemliliğin arttığı çıkarımları yapılabilmektedir.

3.1.6 İklim Analizleri Sonuçlarının İklim Değişikliği ile İlişkisi

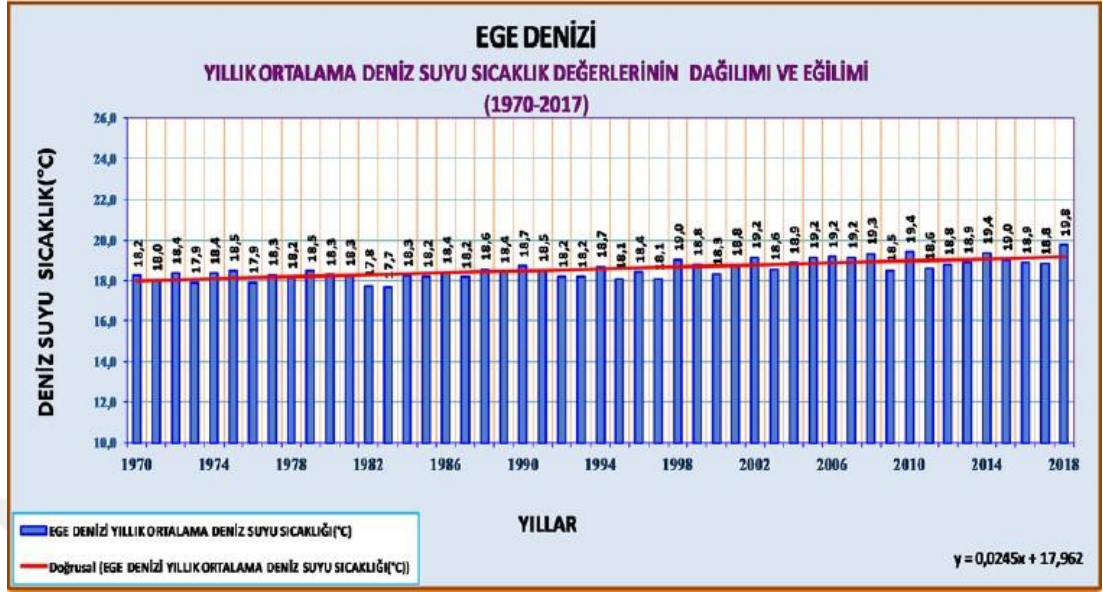
Küresel iklim değişikliği, günümüzde artık bilimsel tüm otoriteler tarafından kabul edilen bir gerçektir. Küresel iklim değişikliğini ve Türkiye'deki iklim değişikliğini irdeleyen birçok çalışma mevcuttur (EPA, 2014; NOAA, 2018; Kadioğlu, 2012; Türkes, 2013; Turoğlu, 2014a). Yapılan araştırmalar, küresel iklim değişikliği trendi ile bölgesel olarak Türkiye'nin iklim özelliklerinde görülen değişikliklerin genel anlamda paralel olduğunu göstermektedir.

Edirne Meteoroloji İstasyonu verileri kullanılarak yapılan analizlerin sonuçlarına baktığımızda, 1960-2017 ve özellikle 1988-2017 periyotlarında yıllık ortalama sıcaklıkların ve yıllık toplam evapotranspirasyon oranlarının yüksek oranda artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Aynı zamanda yıllık toplam yağışların son 30 yılda artma eğiliminde olması dikkat çekilmeye değerdir. Bu artışın son 30 yıllık dönemde artan yıllık ortalama sıcaklıklar ve yıllık toplam potansiyel evapotranspirasyon oranlarıyla ilişkisi büyüktür. Öyle ki, sıcaklıklar ve buna bağlı buharlaşma ve terleme değerleri yükseldikçe, nem tutma kapasitesi artan atmosfere daha fazla su buharı katıldığı bilinmektedir. Bunun sonucunda yıllık ortalama yağışlarda artış

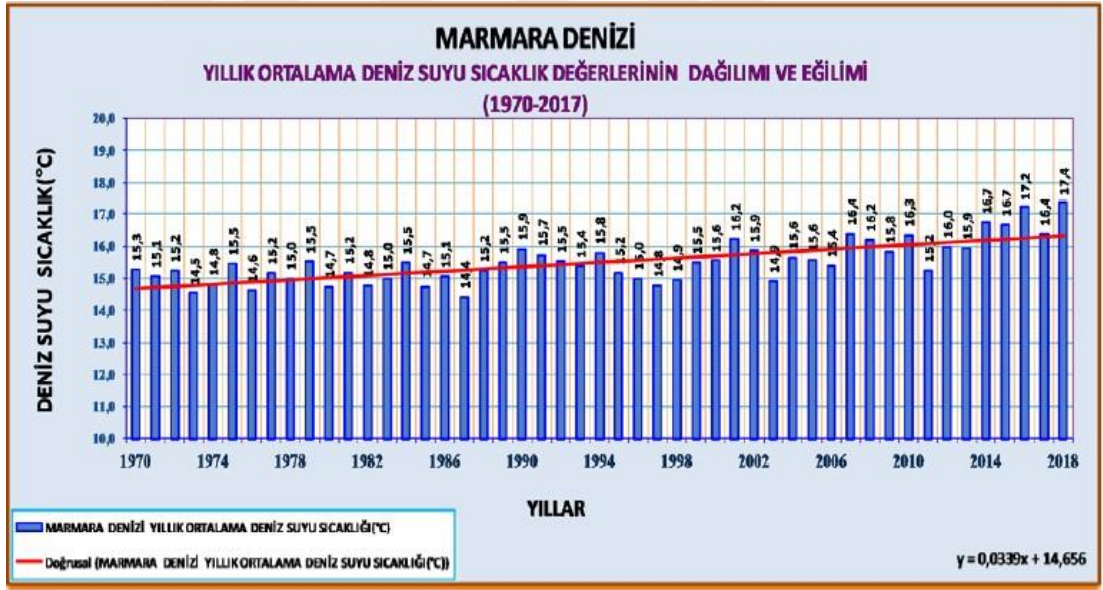
gözlenirken, yağışların sıklıklarında ve karakterlerinde değişimler meydana gelmektedir. Yıllık toplam yağışların artması, başta Karadeniz olmak üzere araştırma sahasının etrafındaki denizlerin su yüzeyi sıcaklıklarının artmasıyla açıklanabilmektedir. Öyle ki, özellikle son 50 yılda yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam evapotranspirasyon değerlerinde görülen artışın, Türkiye denizlerinin su yüzeyi sıcaklıklarını da arttırdığına birçok çalışmada değinilmiştir (Şekil 3.16, 3.17 ve 3.18) (Güçlü, 2013; MGM, 2016). Böylece Trakya'yı ve dolayısıyla Edirne'yi sıklıkla etkileyen başta kuzey ve kuzeydoğu sektörlü hava kütleleri olmak üzere güney, güneybatı ve güneydoğu sektörlü hava kütlelerinin önceki dönemlere göre nem kapasitelerinin arttığı savunulabilir. Daha fazla miktarda ve daha hızlı; yani sağanak şeklinde yağış bırakma karakteri kazanmaya başlayan atmosferin, nemle tekrar deşarj olması daha uzun süreceğinden yağışların görülme sıklıkları da azalmaktadır. Bu karakterin kazanılmaya başladığı, özellikle son yıllarda yıllık toplam yağış değerleri arasındaki farkın açılmasıyla da açık bir şekilde görülmektedir.



Şekil 3.16: 1970-2016 Dönemi Karadeniz Yıllık Ortalama Deniz Suyu Sıcaklık Değerlerinin Regresyon Analiz Grafiği (MGM, 2016).



Şekil 3.17: 1970-2017 Dönemi Ege Denizi Yıllık Ortalama Deniz Suyu Sıcaklık Değerlerinin Regresyon Analiz Grafiği (MGM, 2016).



Şekil 3.18: 1970-2017 Dönemi Ege Denizi Yıllık Ortalama Deniz Suyu Sıcaklık Değerlerinin Regresyon Analiz Grafiği (MGM, 2016).

İklim değişikliğinin mevsimlik emarelerine baktığımızda ise yıllık ortalama sıcaklıkların özellikle 1988-2017 yıllarını kapsayan periyotta hem soğuk hem de sıcak dönemde büyük bir hızla artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Buna ek olarak sıcak dönemdeki artışın soğuk döneme oranla fazla olduğu, başka bir deyişle çalışma alanının sıcak döneme ait aylarının giderek daha kurak bir karakter kazandığı anlaşılmaktadır. Bu eğilim, iklim değişikliğinin küresel emarelerine uymaktadır. Yine aynı zamanda yaz mevsiminin süresinin uzamaya başladığı ve mevsim

periyotlarında sarkmalar olduğu yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış verileri ile UNEP Kuraklık İndeksi değerlerinden anlaşılmaktadır. Toplam yağışların mevsimlik oranlarının ve artma-azalma eğilimlerinin birbirine bu kadar yakın olması da manidardır. Sıcak mevsimde artan ortalama sıcaklıklar ve toplam potansiyel evapotranspirasyon oranlarının atmosferin nem tutma kapasitesini arttırdığı, yıllar arası ortalama sıcaklık ve yıllar arası toplam evapotranspirasyon değerleri arasında açılan farklar ile birlikte yağışların sağanak karakteri kazanmaya başladığı ve bu olayların sıcak mevsim toplam yağış değerlerinde ve eğilimindeki artışı desteklediği dūřünölmektedir. Son 30 yıldıki yıllık toplam su fazlası grafiğinde de göröldüğü üzere (şekil 3.11), son 30 yılda sağanak karakteri kazanmaya başlayan yağışların ortamdaki su fazlasını arttırması da bu çıkarımı desteklemektedir. Bunun yanında mevsimsel toplam yağış değerlerine baktığımızda sıcak dönemdeki yağış miktarlarının soğuk dönemden daha hızlı bir şekilde arttığı görölmektedir. Daha önce de tartışıldığı üzere mevsimsel yağışların artmasına rağmen özellikle sıcak dönemde yağışların sağanak karakter kazanmaları ve meydana gelme frekanslarındaki dūřüş örüntüsü dolayısıyla alana dūřen suyun büyük miktarının akışa geğeceği, özellikle düz ve düze yakın topoğrafik birimlerin kapladığı geniş alanlar dūřünölrse çok kısa zaman periyotlarında toplanacak çok büyük su kütlelerinin bölgeye zarar vereceği, zaten meteorolojik kökenli sel ve taşkın gibi doğal afetlerden geğmişten günümüze yoğun olarak etkilenmiş olan ilgili bölgenin bu gibi afetlerden daha fazla zarar göreceği öngörölmektedir. Aynı zamanda sağanak karakterli yağışlar bölgede yeraltına infiltre olan su miktarını dūřürecek, yer altı suyu seviyesinin negatif etkilenmesine sebep olacak ve 1990'da yaklaşık 34 km² olan ve 2018'e kadar yaklaşık 345 km²'ye ulaşan sulamalı tarım arazileri de dūřünölrse tarımsal faaliyetler bu durumdan olumsuz etkilenecektir. Öyle ki; yıllık toplam yağışlardaki artışa rağmen yıllık toplam su noksanı değerlerinin de giderek artması, bu öngöröleri destekler niteliktedir.

3.2 Hidrografik Özellikler

Çalışma alanı, hidrografya özellikleri bakımından oldukça çeşitli bir karakter taşımaktadır. Bu kapsamda; bölgenin akarsuları, yeraltısuları ve kaynaklarının karakteristik özelliklerinin analiz edilmesi büyük önem taşımaktadır. Dünyada ve ülkemizde iklim elemanlarının özelliklerinin giderek değişmeye başlaması ile birlikte, hidrografik elemanların hüvviyetlerinin de değişmeye başlaması, özellikle uygulamalı jeomorfoloji çalışmalarında hidrografik özelliklerin önemini arttırmaktadır. Bu kapsamda, sahanın hidrografik özellikleri detaylıca analiz edilmiş ve amaca yönelik yorumlanmıştır.

3.2.1 Akarsular ve Akarsu Havzaları

Akarsuların ve havzalarının analizleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımları kullanılarak yapılmıştır. Öncelikle, Arcgis 10.2 programı kullanılarak 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritaları sayısallaştırılmış ve 10 metre çözünürlüklü sayısal yükselti modeli üretilmiştir. Daha sonra hidroloji aracı kullanılarak akım yönleri (flow direction) ve akım toplanma (flow accumulation) analizleri yapılmıştır ve raster calculator aracı kullanılarak akarsular üretilmiştir. Sayısal yükselti modelinin çözünürlüğü ile ilgili özellikle düz alanlarda meydana gelen hatalar manuel olarak düzeltildikten sonra Strahler yöntemi baz alınarak akarsulara ait dizinler üretilmiş, ek olarak alt havzalar çıkarılmıştır. Çalışma alanının akarsuları, genel olarak Tunca Nehri ve bu nehrin ana alt kollarından müteşekkildir. Bu alt kollardan Sinanköy Deresi, Çömlek Dere ve Kayalı Deresi önem bakımından önde gelirler. Sahanın en uzun akarsuyu, yaklaşık 50 kilometrelik uzunluğuyla Pravadi Deresi olarak da bilinen Sinanköy Deresi'dir. Sinanköy Deresi, kaynaklarını Türkiye-Bulgaristan sınırı boyunca uzanan Istrancalar'dan alır ve kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda akarak Edirne kuzeyinde Tunca Nehri'ne karışır. Tunca Nehri, Türkiye sınırları içerisinde yaklaşık 55 kilometrelik uzunluğa sahipken, çalışma alanı sınırlarına giren kısmı yaklaşık 44 kilometredir, böylece çalışma sahasının en büyük akarsuyu olsa da uzunluk açısından ikinci sıradadır. Çömlek Dere, Hamzabeyli ile Çalidere yakınlarında Istrancalar'dan doğar ve yaklaşık 33 kilometre mesafe katederek Yolüstü civarında Tunca Nehri'ne karışır. Bu bakımdan çalışma sahasının en uzun

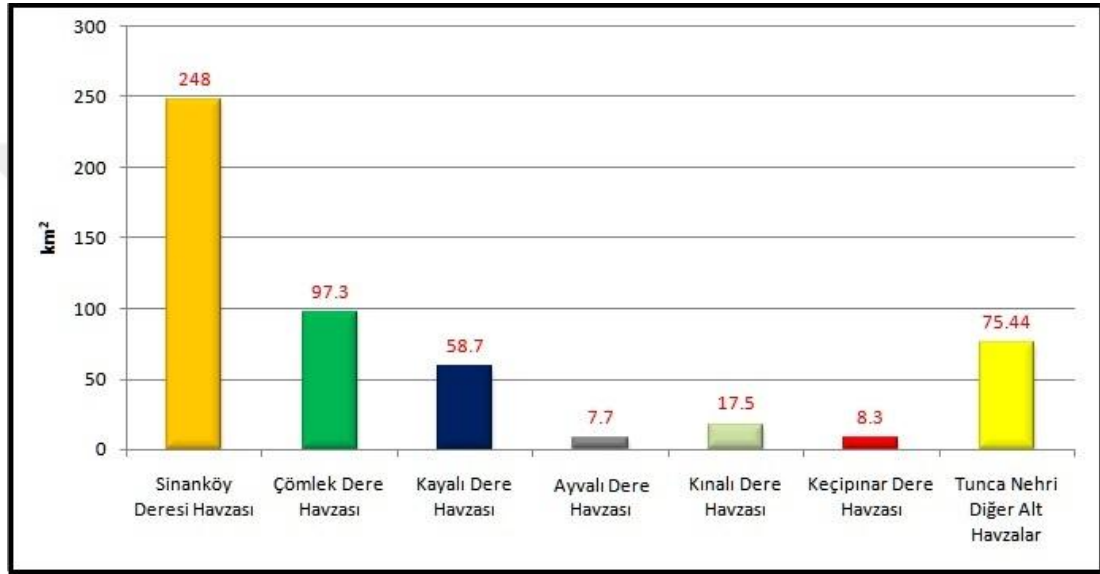
üçüncü akarsuyudur. Kayalı Dere ise, Hamzabeyli kuzeyinden kaynaklanır ve Saksagan güneybatısında Tunca Nehri'ne ulaşır. Yaklaşık 16 kilometrelik uzunluğu ile çalışma sahasının en uzun dördüncü akarsuyunu meydana getirir. Bu dört büyük akarsunun yanında, Hasanağa civarından kaynaklanıp Edirne civarlarında Tunca Nehri'ne katılan Ayvalı Dere ile daha güneyde Meriç Nehri'ne katılan Keçipınar Dere ve Halılaçağı mevkiisi yakınlarında Kuru Dere'ye katılan Kınalı Dere, çalışma alanı içerisine yapısal perspektifte önem taşıdıklarından dahil edilmişlerdir. Kınalı Dere ile Keçipınar Deresi'nin havzalarının tamamı ele alınmamış olup, Edirne kuzeyinde resekant karakterlerini kaybettikleri düşünüldüğü noktaya kadar çalışma sahası içine dahil edilmişlerdir. Bununla; çalışılan alan ile konunun bütünlüğünün uyumluluğunun sağlanması amaçlanmıştır. Çalışmanın bu kısmında analiz edilecek akarsular ve havzaları, dizin özelliklerine bakılarak seçilmiştir. Sinanköy Deresi, Kayalı Dere ve Çömlek Dere dördüncü dizin özelliği taşırlar ve havzaları çalışma sahasının büyük bir kısmını kaplamaktadır. Tunca Nehri'ne ise, havzasının tamamı çalışma alanını sınırları içinde bulunmadığından havza bazlı analizlerde yer verilmemiştir. Bu yüzden bu bölümde, sadece bu üç ana akarsu havzası detaylı olarak ele alınacaktır.

Akarsular	Toplam Uzunluk (km)	Saha İçerisindeki Uzunluk (km)	Oran (%)
Tunca Nehri	390	44	11.2
Sinanköy Deresi	50.5	50.5	100
Kayalı Dere	15.4	15.4	100
Çömlek Dere	32.9	32.9	100

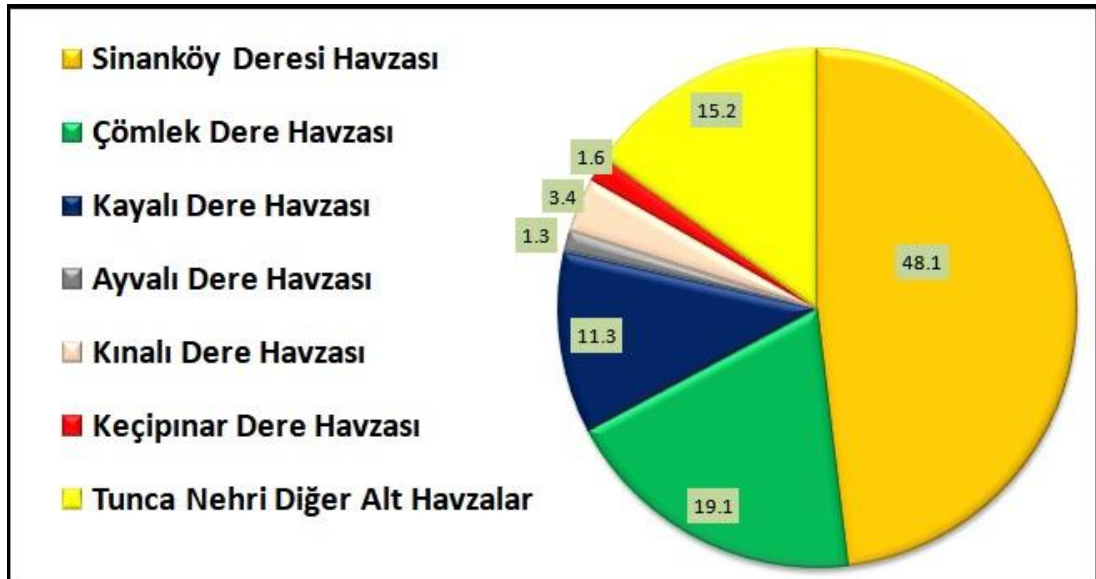
Tablo 3.6: Çalışma Alanı Dahilindeki Başlıca Akarsuların Ana Kanallarının Uzunluk Değerleri

Sinanköy Deresi Havzası, çalışma alanında en geniş alan kaplayan havza olarak öne çıkmaktadır. 248 km² alan kaplar ve doğu sınırı aynı zamanda çalışma alanının da doğu sınırını teşkil eder. Çömlek Dere Havzası, kapladığı yaklaşık 97 km²'lik alanı ile Sinanköy Deresi Havzası'ndan sonra en büyük ikinci akarsu havzasını oluşturur. Kayalı Dere Havzası kapladığı yaklaşık 59 km²'lik alanla karakterize olurken; ana akarsuların üçüncü dizin olduğu daha küçük althavzalar olan Kınalı Dere, Keçipınar Dere ve Ayvalı Dere Havzaları'nın ele alınan kısımları ise sırasıyla 17.5 km², 8.3 km² ve 7.7 km² alan kaplamaktadırlar. Tunca Nehri'ne katılan, nispeten daha küçük akarsulardan oluşan küçük havzalar ise Tunca Nehri Diğer Alt Havzalar sınıfı altında

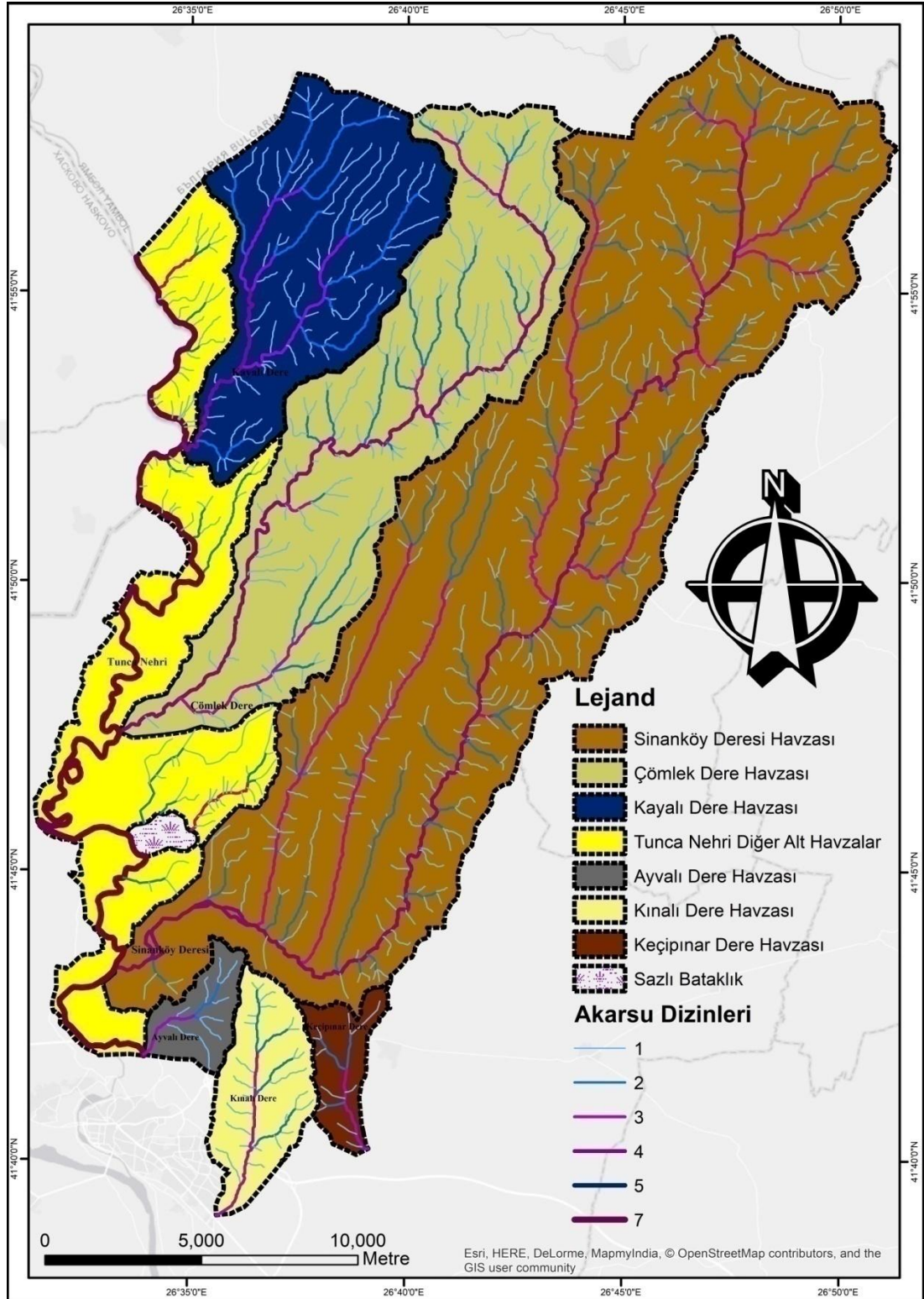
toplanmıştır ve 75.4 km²'lik alan kaplamaktadır (Şekil 3.19). Böylece Sinanköy Dere Havzası, çalışma alanındaki akarsu havzalarının % 48.1'ini teşkil eder. Çömlek Dere havzası % 19.1'lik değeriyle ikinci sıradadır ve onu % 15.2'lik değeriyle Tunca Nehri Diğer Alt Havzalar sınıfı takip eder. Kayalı Dere % 11.3'lük değeriyle karakterize olurken; Kınalı Dere, Ayvalı Dere ve Keçipınar Dere ise sırasıyla % 3.4, % 1.6 ve % 1.4 değerlerine sahiptir.



Şekil 3.19: Çalışma Sahasındaki Ana Akarsu Havzalarının Alansal Değerleri



Şekil 3.20: Çalışma Sahasındaki Ana Akarsu Havzalarının Yüzde Oranları



Şekil 3.21: Çalışma Alanının Ana Akarsu Havzaları ve Akarsu Dizinleri

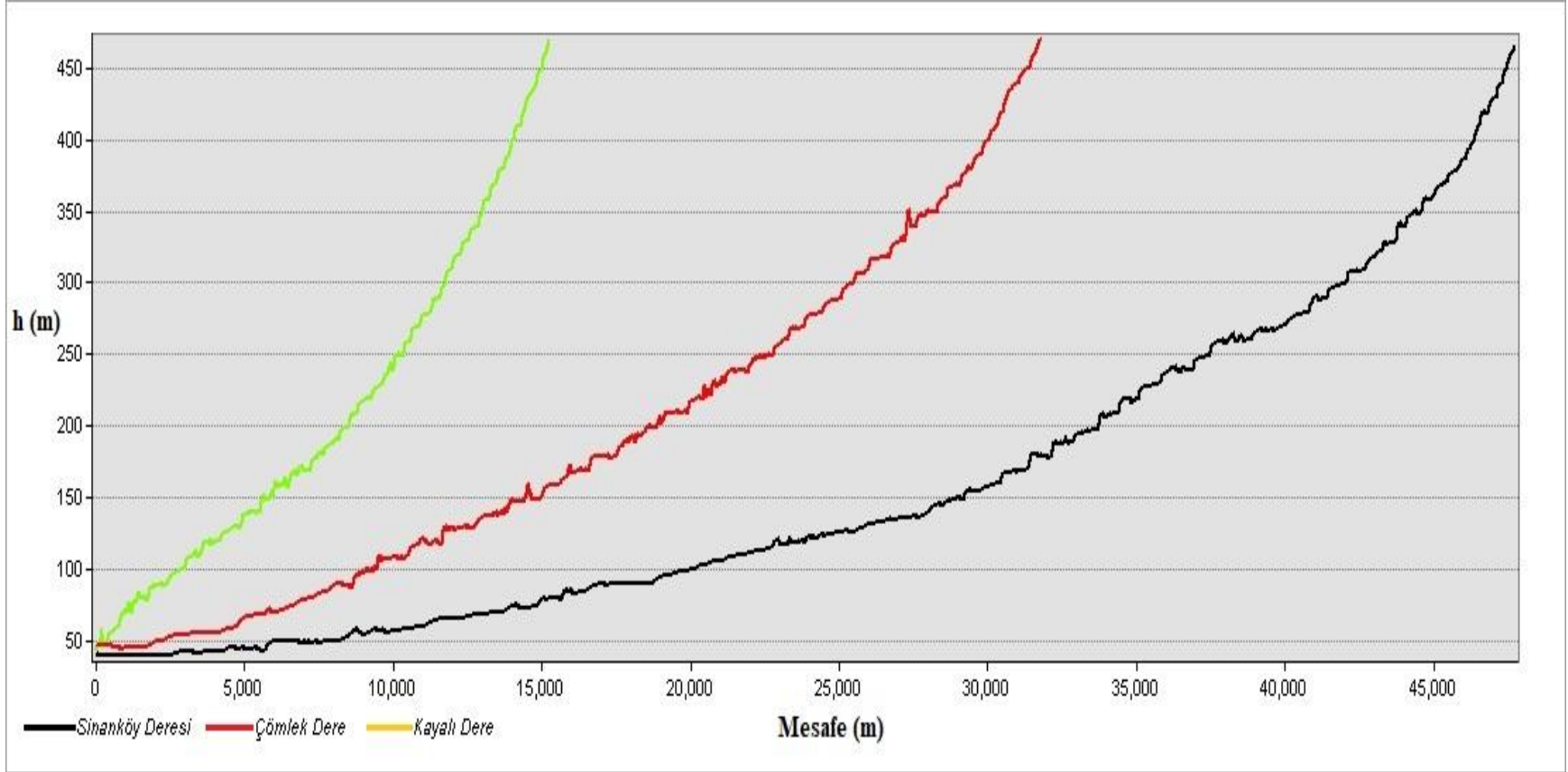
Bu bölümün devam eden kısmında, çalışma alanının ana akarsu havzaları olan Sinanköy Dere Havzası, Kayalı Dere Havzası ve Çömlek Dere Havzası'nın hidrografik özellikleri, sayısal perspektifte detaylıca analiz edilecektir.

3.2.1.1 Akarsu Havzalarının Sayısal Özellikleri

Bir akarsu havzasının rasyonel olarak açıklanabilmesi için, o akarsuyun ve havzanın özelliklerinin sayısal ifadelerle tanımlanması gerekmektedir (Turoğlu, 1997, Biswas vd., 2018.). Bu kapsamda; çalışma alanının üç büyük akarsuyunu ve akarsu havzasını teşkil eden Sinanköy Deresi ve Havzası, Çömlek Dere ve Havzası ve Kayalı Dere ve Havzası'nın ana akarsu kanallarının boyuna profilleri, hipsometrik eğri ve integral değerleri detaylıca analiz edilmiştir. Buna ek olarak, akarsu havzalarının çizgisel, alansal ve rölyef morfometrik özellikleri; çatallanma oranı (R_b), akarsu uzunluk oranı (R_L), tekstür oranı (T), yüzeysel akış uzunluğu (l_o), havza uzunluk oranı (R_e), havza şekli (R_f), akarsu sıklığı (F_s), drenaj yoğunluğu (D_d), rölyef oranı (R_h), akım toplanma süresi (T_c), engebelilik değeri (R_n) ve havza rölyefi (B_h) kapsamında detaylıca analiz edilmiştir. Bu analizler için, Arcgis 10.2 programı kullanılmış ve coğrafi bilgi sistemlerinin sayısal analiz konusunda sağladığı avantajlardan yararlanılmıştır.

3.2.1.1.1 Akarsuların Boyuna Profilleri

Bir akarsuyun boyuna profili, memba ile mansap arasındaki dikey ve yatay mesafenin ilişkisi olarak ifade edilebilir. Çoğu akarsu için bu profil, teorik olarak hafif konkavdır; kaynakta dik iken, ağız kısmına doğru kademeli olarak basıklaşır (Hack, 1957). Böylece akarsu giderek denge profilini kazanmış olur. Aynı zamanda bu profiller, akarsu yatağının evriminde kontrol edici rol oynayan olası litolojik ve tektonik faktörlerin etkilerini de yansıtır. Taban seviyesinin durağan olduğu akarsularda teorik boyuna profil şekline genelde ulaşılrken, taban seviyesinin çeşitli nedenlerle sürekli değiştiği akarsuların boyuna profillerinde bu konkav profilin teorik şeklinden uzaklaşması ve eğim kırıklıkları (knickpoint) gibi deviasyonlar gelişebilmektedir. Bu tür deviasyonların meydana gelmesinde litolojik kontrol ve tektonizma gibi flüvyal olmayan süreçler önemli rol oynamaktadır (Seidl vd., 1994).



Şekil 3.22: Akarsuların Boyuna Profilleri

Çalışma alanındaki akarsuların boyuna profilleri incelendiğinde, bekleneceği üzere üç profilin de içbükey karakterde olduğu görülmektedir. Bunda, akarsuların üzerinde aktıkları topoğrafyayı önemli ölçüde aşındırılmış olmalarının rolü büyüktür. Üç akarsu birbiriyle karşılaştırılırsa, Sinanköy Deresi'nin boyuna profilinin diğer akarsulara göre daha çok içbükeyleştiği görülmektedir. Kayalı Dere ise bu üç akarsuya göre en genç akarsudur ve en az içbükeyleşmiş profile sahiptir. Bu çıkarımları, bu üç akarsu havzasının hipsometrik integralleri de desteklemektedir. Sinanköy Deresi'nin boyuna profiline bakıldığında, Istranca Masifi birimleri üzerinde aktığı 250-450 metreler arası bekleneceği üzere dik bir profil göze çarpmaktadır. Bunda nispeten daha sert ve daha dayanıklı litolojinin rolü büyüktür. Akarsuyun aşağı çığırına doğru daha basıklaşması beklenen boyuna profilin, 250 metrelerden sonra biraz daha dikleşmiş olduğu göze çarpmaktadır. Bunun nedeninin Gömülü Kırklareli Fayı olduğu düşünülmektedir. 200 metre seviyesinden sonra profil bekleneceği üzere gittikçe basıklaşmaya başlamıştır. Özellikle 150 metre seviyesinde Sinanköy çevresinde subsekant karakteri kazanan ve ilksel doğrultusunu kaybeden Sinanköy Deresi'nin boyuna profili, oldukça genişlettiği subsekant depresyon neticesinde neredeyse düzleşmiştir. 60 metre civarına kadar tekrardan hafifçe dikleşen profil, genel basıklaşma eğilimini sürdürmüş ve 50-60 metre seviyelerinde Hasanağa civarında açtığı subsekant depresyonda tekrardan düze yakın bir karakter kazanmıştır. Tunca Nehri'ne karıştığı noktaya kadar ise gittikçe düzleşmiştir. Çömlek Dere ve Kayalı Dere'nin boyuna profiline bakıldığında ise genel içbükey karakterin çok bozulmadığı görülmektedir. Çeşitli yükseklik aralıklarında litolojik direnç farklılıkları ve faylara bağlanabilecek küçük deviasyonlar göze çarpmaktadır. Çömlek Dere'nin alt çığırında özellikle Tunca Nehri'nin taşkın ovası yakınlarında kuarterner birimleri üzerinde aktığı 50-80 metre yükseklik aralığında boyuna profilin iyice basıklaştığı görülmektedir. Kayalı Dere ise nispeten dayanıklı Istranca birimleri üzerinde aktığı için mabdan mansapa boyuna profili nispeten dik bir karakter sergilemektedir.

3.2.1.1.2 Havzaların Morfometrik Özellikleri

Her akarsu havzası çizgisel, alansal ve rölyef karakteristikleri olarak tanımlanan sayısal ve geometrik özelliklere sahiptir. Bu özellikler, havza morfometrisi olarak adlandırılır (Ritter vd., 2002). Havzaların morfometrik parametrelerinin sayısal analizi, morfometrik özelliklerin yerçekillerinin gelişimi ve karakteristikleri üzerinde oynadığı rolün anlaşılması bakımından büyük önem taşır (Reddy vd., 2004, Turoğlu ve Aykut, 2019). Bu kapsamda hem yapısal jeomorfoloji hem de uygulamalı jeomorfoloji perspektifinde büyük öneme sahip olduğu düşünülen havza morfometreleri, çalışma alanındaki üç ana akarsu havzası esas alınarak analiz edilmiş, kullanılan matematiksel ifadeler tablo 3.7’de elde edilen sonuçlar ise tablo 3.8’de verilmiştir.

Çatallanma oranı (R_b), Strahler dizin yöntemine bağlı olarak belirli bir dizinin havza sınırları içerisindeki toplam sayısının, bir üst dizinin toplam sayısına bölünmesi ile elde edilir. Havza içerisindeki tüm dizinlerin arasında çatallanma oranı elde edildikten sonra bu oranların ortalaması alınarak R_b değeri hesaplanır (Strahler 1964). Düşük R_b değerleri drenaj ağının yapısal etkilerden az etkilendiğini temsil ederken, yüksek R_b değerleri ise karmaşık yapısal etkilere işaret eder (Reddy vd., 2004). Aynı zamanda düşük R_b değerleri gösteren havzalar; az geçirimli yüzeylere, yoğun yüzeysel drenaja, daha yüksek ve keskin bir akım hidrograf özelliklerine işaret ederken, yüksek R_b değerleri gösteren havzalar; yüksek sızma kapasiteli yüzeylere ve daha az devamlı bir akım karakteri sergileyen hidrografa işaret etmektedir (Strahler, 1964). Ayrıca 3-5 arası çıkan değerlerin görüldüğü havzaların jeolojik açıdan homojen oldukları savunulmaktadır (Ritter vd., 2002). Çalışma alanındaki havzaların R_b değerleri Sinanköy Dere Havzası için 7.47, Çömlek Dere Havzası için 5.31, Kayalı Dere Havzası için ise 5.08 olarak hesaplanmıştır. Buna göre; üç havza da homojen yapıları nitelendirilememektedir. Özellikle Sinanköy Dere Havzası’nın yüksek R_b oranı, bu havzanın çeşitli yapısal faktörlerden oldukça etkilendiği çıkarımının yapılmasına olanak sağlamaktadır. Kayalı Dere ve Çömlek Dere’nin akım hidrografları daha yüksek keskinken, Sinanköy Dere Havzası’nın akım hidrograf özellikler daha az devamlıdır. Ayrıca Sinanköy Deresi Havzası drenajının,

infiltrasyonla su kaybı diğer havzalara göre daha fazla olduğu söylenebilirken, taşkın ve sel gibi iklimatik kökenli afetlerden etkilenme olasılığı ise diğer havzalara göre daha az olduğu savunulabilir.



Çizgisel Morfometri	Matematiksel İfade	Açıklamalar
Çatallanma Oranı (R_b) (Bifurcation Ratio)	$R_b = N_u/N_{u+1}$	N_u = Toplam Dizin Sayısı, N_{u+1} = Bir Sonraki Toplam Dizin Sayısı
Akarsu Uzunluk Oranı (R_L) (Length Ratio)	$R_L = L_u/L_{u+1}$	L_u = Dizin Toplam Uzunluğu (m), L_{u+1} = Bir Sonraki Dizin Toplam Uzunluğu (m)
Tekstür Oranı (T) (Texture Ratio)	$T = N_{u1} * (1/P)$	$N_{u1} = 1$. Dizinlerin Toplam Sayısı, P = Havza Çevre Uzunluğu (km)
Yüzeysel Akış Uzunluğu (I_o) (Length of Overland Flow)	$I_o = 1/2D$	D = Drenaj Yoğunluğu
Alansal Morfometri		
Uzunluk Oranı (R_e) (Elongation Ratio)	$R_e = 2/L_m * (A/\pi)^{0.5}$	L_m = Havza Çevre Uzunluğu (km), A = Havza Alanı (km ²)
Havza Şekli (R_f) (Basin Shape)	$R_f = A/L_b^2$	A = Havza Alanı (km ²), L_b = Havza Uzunluğu (km)
Akarsu Sıklığı (F_s) (Stream Frequency)	$F_s = N/A$	N = Toplam Dizin Sayısı, A = Havza Alanı (km ²)
Drenaj Yoğunluğu (D_d) (Drainage Density)	$D_d = \sum L/A$	$\sum L$ = Drenajın Toplam Uzunluğu (m), A = Havza Alanı (km ²)
Rölyef Morfometri		
Rölyef Oranı (R_h) (Relief Ratio)	$R_h = H/L$	H = Havza Rölyefi, L = Maksimum Havza Uzunluğu
Akım Toplanma Süresi (T_c) (Time of Concentration)	$T_c = 0.0195 * L^{0.77} / S^{0.385}$	L = Maksimum Ana Akarsu Uzunluğu, S = Havza Eğimi
Engebelilik Değeri (R_n) (Ruggedness Number)	$R_n = B_h * D_d$	B_h = Havza Rölyefi, D_d = Drenaj Yoğunluğu
Havza Rölyefi (B_h) (Basin Relief)	$B_h = H_{max} - H_{min}$	H_{max} = Maksimum Yükselti, H_{min} = Minimum Yükselti

Tablo 3.7: Havzaların Morfometrik Özellikleri Hesaplanırken Kullanılan Matematiksel İfadeler ve Açıklamalar

Akarsu Uzunluk Oranı (R_L), strahler dizinleri esas alınarak belirli bir dizinin toplam uzunluğunun bir üst dizinin toplam uzunluğuna oranıdır. Tüm dizinler için bu oran hesaplandıktan sonra ortalaması alınarak ortalama R_L değeri bulunur (Patton 1988). Bu oran, akarsu kanallarının uzunluklarına bağlı olarak akarsu kanalı içerisindeki suyun oyalanma süresi hakkında bilgi vermesi bakımından önemlidir. Böylece; mambadan mansapa su taşıma sürecinde kanal uzunluklarının yeterliliğini değerlendirme imkanı sağlar. Genel olarak uzunlamasına şekle sahip havzalarda değerler, dairesel şekle sahip havzalara göre daha düşük çıkmaktadır. Değerlerin yüksek çıkması, üst kolların fazlalığını ve alt kolların yetersizliğini belirtir. Değerler düştükçe suyun tutulma oranı artarken, drene olma hızı artar. Buna göre Sinanköy Dere Havzası'nın ortalama R_L değeri 1.67, Çömlek Dere Havzası'nın R_L değeri 1.71, Kayalı Dere Havzası'nın R_L değeri ise 2.51 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre Sinanköy Dere Havzası akarsularında su, diğer havzalara göre daha hızlı drene olmaktadır ve daha az tutulmaktadır. En yüksek orana sahip Kayalı Dere Havzası'nda ise suyun tutulması ve drene edilmesi hızı en az olacağından, bu havzada suyun aşındırıcı ve ayrıştırıcı etkilerinin daha fazla olacağı ve suyla ilişkili doğal afetlerden daha fazla etkileneceği savunulabilir.

Tekstür Oranı (T), akarsu havzasının 1. Dizinlerinin toplamı ile havza çevresi uzunluğunun oranını tanımlar (Horton, 1945). Tekstür oranı, geniş ölçüde havzanın geçirimsizlik özelliği, litolojisi ve rölyef özelliklerine bağlıdır (Rana vd., 2016). Değerin yüksek çıkması, 1. dizinlerinin miktarının fazla olduğunun göstergesidir. Bu kapsamda havzaların T değerleri; Sinanköy Dere Havzası için 3.46, Çömlek Dere Havzası için 2.12, Kayalı Dere Havzası için ise 2.37 bulunmuştur. Bu değerler genel olarak düşük kabul edilebilir. Bu da bizi; havzalara düşen yağışın yüksek oranlarda akışa geçmediğini ve düşük akım değerlerinin söz konusu olduğu sonucuna götürür. Aynı zamanda havzalarda geçirimsizlik özellikleri yüksek olan litolojik birimlerinin varlığı düşüncesine itmektedir. Bu sonuç, Istranca Masifi birimlerinin şiddetli ve çeşitli tektonik deformasyona uğramalarına bağlı olarak çatlak yoğunluklarının fazla oluşu ve Trakya Sedimanter Havzası birimleri içerisinde yer alan Kırklareli Kireçtaşı ve Çakıl Formasyonu gibi geçirimsizlik özellikleri yüksek olan litolojilerin geniş alanlar kapladığı düşünüldüğünde normal karşılanabilir.

	Sinanköy Deresi Havzası	Çömlek Dere Havzası	Kayalı Dere Havzası
Çizgisel Morfometri			
Çatallanma Oranı (R_b)	7.47	5.31	5.08
Akarsu Uzunluk Oranı (R_L)	1.67	1.71	2.51
Tekstür Oranı (T)	3.46	2.12	2.37
Yüzeysel Akış Uzunluğu (l_0)	0.32	0.32	0.27
Alansal Morfometri			
Uzunluk Oranı (R_e)	0.49	0.23	0.71
Havza Şekli (R_f)	0.19	0.16	0.40
Akarsu Sıklığı (F_s)	1.75	1.75	1.77
Drenaj Yoğunluğu (D_d)	1.56	1.55	1.83
Rölyef Morfometri			
Rölyef Oranı (R_n)	0.013	0.019	0.038
Akım Toplanma Süresi (T_c) (Dakika)	250.12	99.51	20.47
Engebelilik Değeri (R_n)	0.32	0.29	0.25
Havza Rölyefi (B_n)	500	467	466

Tablo 3.8: Havzaların Morfometrik Özellikleri

Yüzeysel Akış Uzunluğu (l_0), havzaların drenaj yoğunlukları kullanılarak hesaplanmaktadır. Özellikle drenaj yoğunluklarına bağlı olarak yüzeysel erozyon süreçlerine etki eden faktörler arasındaki ilişkiyi ortaya koymada etkilidir. Dairesel havzalarda bu oran oldukça küçük çıkarken, uzunlamasına havzalarda nispeten daha fazla çıkmaktadır (Özdemir, 2011). Buna göre Sinanköy Deresi, Çömlek Dere ve Kayalı Dere Havzaları için yüzeysel akış uzunluğu değerleri sırasıyla; 0.32, 0.32 ve 0.27 bulunmuştur. Bu değerler nispeten ortalama değerlerdir. Kayalı Dere Havzası'nın değerinin biraz daha düşük olması, bu havzada drenaj yoğunluğuna bağlı erozyon süreçlerinin daha etkili ve aktif olduğu anlamı taşımaktadır.

Havza Uzunluk Oranı (R_e), havzayla aynı alana sahip bir dairenin çapı ile havzanın maksimum uzunluğu arasındaki oranla tanımlanır (Schumm, 1956). Yüksek R_e değerine sahip havzalar düşük infiltrasyon kapasitesi ve yüksek yüzey akışına sahipken, düşük R_e değerine sahip havzalar yüksek infiltrasyon kapasitesi ve düşük yüzey akışına sahiptir. Aynı zamanda yüksek R_e değerine sahip havzalar daha yüksek erozyon oranlarına ve sediment yüküne sahipken, düşük R_e değerine sahip havzalar düşük erozyon oranlarına ve dolayısıyla düşük sediment yüküne sahiptir (Reddy vd., 2004). Buna ek olarak, değer 1'e yaklaştıkça havzanın daha dairesel bir şekle sahip

olduğu çıkarımı yapılabilir (Biswas vd., 1999). Buna göre R_e değerleri; Sinanköy Dere Havzası için 0.49, Çömlek Dere Havzası için 0.23, Kayalı Dere Havzası için ise 0.71 olarak hesaplanmıştır. Kayalı Dere Havzası'nın ve Sinanköy Dere Havzası'nın yüksek değerleri, bu havzaların Çömlek Dere Havzası'na göre daha yüksek yüzeysel akışa sahip olduklarını ve erozif faaliyetlerin daha şiddetli olduğunu anlatmaktadır. Çömlek Dere'nin düşük oranı ise, bu havzanın infiltrasyon kapasitesinin yüksekliğini, erozif faaliyetlerin yavaşlığını ve düşük yüzeysel akış oranını belirtir.

Havza Şekli (R_f), havza alanının, maksimum havza uzunluğunun karesine bölünmesiyle elde edilir (Horton, 1932). Bu özellik ile havzanın dairesel mi uzunlamasına mı olduğu konusunda çıkarım yapılabilmektedir. Düşük R_f değerine sahip havzalar, kısa zamanda yan kollardan gelen az akımla ve uzun süreli meydana gelecek yüksek ana akımla karakterize olurlar. Yüksek R_f değerlerine sahip havzalar ise uzun zamanda yan kollardan gelen yüksek akım ve kısa süreli düşük ana akımın görülmesi ile karakterize olurlar ve kısa süreli maksimum akıma neden olan bir şekle sahiptirler (Biswas vd., 1999). Bu kapsamda yapılan hesaplamada; Sinanköy Dere Havzası'nın R_f oranı 0.19, Çömlek Dere Havzası'nın R_f oranı 0.16 ve Kayalı Dere Havzası'nın R_f oranı 0.40 olarak hesaplanmıştır. Böylece; Kayalı Dere Havzası'nın dairesel şekle en yakın havza olduğu söylenebilirken, düşük değerlere sahip Sinanköy Dere ve Çömlek Dere Havzaları uzunlamasına havza özelliği sunarlar ve kısa zamanda yan kollardan gelecek düşük akım ve yüksek ana akımın görüleceği bir karakter sergilerler.

Akarsu Sıklığı (F_s), havzanın tüm alanının toplam akarsu dizini sayısına bölünmesiyle elde edilir (Horton, 1945). Bu özellik, erozyonal süreçlerin yoğunluğu hakkında çıkarımlar yapmamızı sağlar ve litolojik değişkenlerden oldukça etkilenir (Rana vd., 2016). Yüksek F_s değerleri, düşük geçirimsizlik kapasitesine sahip zeminleri, seyrek bitki örtüsüne ve yüksek rölyef özelliklerine işaret ederken; düşük F_s değerleri geçirimsizliği yüksek zemin özelliklerine ve düşük rölyef özelliklerine işaret eder (Özdemir, 2011). Bu kapsamda; Sinanköy Deresi ve Çömlek Dere Havzaları'nın F_s değerleri 1.75, Kayalı Dere Havzası'nın F_s değeri ise 1.77 olarak hesaplanmıştır. Buna göre akarsu sıklığı özelliği bakımından tüm havzalar birbirine benzer karaktere sahiptir. Değerler düşük olarak kabul edilebilir. Bu da; havzaların

infiltrasyon kapasitesi yüksek zeminlerle, seyrek bitki örtüsü özellikleriyle ve düşük rölyef özellikleriyle karakterize oldukları çıkarımını yapmamızı sağlar.

Drenaj Yoğunluğu (D_d), Horton (1932) tarafından öne sürülmüştür ve havza morfometrik özellikleri içerisinde önemi en yüksek parametrelerden biridir. Bir akarsu havzasındaki toplam drenaj uzunluğunun, toplam havza alanına bölünmesi ile elde edilir (Horton, 1932). D_d değerleri; havzaların jeolojik ve yapısal özellikleri, iklim özellikleri, akarsuların havzaları yarma dereceleri ve bitki örtüsü dağılışı ve özellikleri hakkında bize bilgi vermektedir (Horton, 1932; Rana vd., 2016). Bu kapsamda yüksek D_d değerine sahip havzaların akarsu aşındırmasından daha çok etkilendiği ve dolayısıyla yeraltına sızma oranının düşük olduğu, düşük D_d değerine sahip havzalarda ise akarsu aşındırmasının nispeten daha az olduğu ve yeraltına infiltrasyonun daha fazla olduğu sonuçlarına ulaşılabılır (Patton, 1988). Yine dayanıklı kayaların bulunduğu ve yüksek sızma oranlarının görüldüğü alanlarda akarsular arasındaki mesafe artmakta ve tersi duruma göre D_d oranları daha düşük çıkmaktadır. Jeoloji ve eğim özelliklerinin birbirine benzer olduğu ve iklimsel özelliklerin farklılaştığı alanlarda da farklı D_d değerleri hesaplanmıştır. Buna göre kurak iklim şartlarının görüldüğü alanlar daha düşük D_d değerleri ile, nemli ve yoğun yağışlı tropikal alanlar ise daha yüksek D_d değerleri ile karakterize olmaktadır (Langbein ve Schumm, 1958). Bu kapsamda; Sinanköy Dere Havzası, Çömlek Dere Havzası ve Kayalı Dere Havzası'nın D_d değerleri sırasıyla 1.56, 1.55, 1.83 olarak bulunmuştur. Buna göre üç havza da oldukça düşük D_d değerlerine sahiptir. Havzaların akarsu aşındırmasından çok yoğun etkilenmedikleri, bölgede geçirimsizliği ve çatlak yoğunluğu yüksek litolojiler de düşünüldüğünde yeraltına infiltrasyonun fazla olduğu ve akarsu aralıkları arasındaki mesafenin yüksek olduğu sonuçlarına ulaşılabılır. Aynı zamanda Sinanköy Deresi ve Çömlek Dere Havzaları'nın, daha yüksek D_d değerine sahip Kayalı Havzası'na göre bu özelliklere daha çok sahip oldukları savunulabilir. D_d değerlerinin düşük çıkması, çalışma alanının karasal ve yarı nemli iklimsel karakteri düşünüldüğünde daha da fazla anlam taşımaktadır.

Rölyef Oranı (R_h); maksimum havza rölyefinin, ana akarsu kanalına paralel maksimum havza uzunluğuna oranıdır (Schumm, 1956). Rölyef Oranı ile drenaj yoğunluğu, akarsu yatak eğimi, akarsu uzunluk oranı ve asılı yük oranı arasında

pozitif bir ilişki vardır. (Schumm, 1956). Buna ek olarak eğer homojen litolojik özelliklere sahip bir havza, yüksek çatallanma oranı ile karakterize oluyorsa, rölyef oranı o ölçüde azalmaktadır (Morisawa, 1962). Çalışma alanındaki havzalara uygulanan bu indisin değerleri, Sinanköy Dere Havzası için 0.013, Çömlek Dere Havzası için 0.019, Kayalı Dere Havzası için ise 0.038 olarak hesaplanmıştır. Buna göre Kayalı Dere Havzası'nda yüzeysel drenaj daha yoğundur ve bu havzanın diğer havzalara göre genel eğim değerlerinin ve uzunluk oranının daha fazla olduğu savunulabilir. Aynı zamanda Kayalı Dere Havzası'nda asılı yük miktarının da daha fazla olduğu çıkarımı yapılabilir.

Havza Rölyefi (B_h), havzanın maksimum ve minimum yükseltileri arasındaki farka tekabül eder (Schumm, 1956). Yüksek B_h değerleri ile karakterize olan bir akarsu havzasında vadi eğimlerinin ve engebellik derecelerinin de fazla olduğu, yamaçların henüz yeterince yatıklaştırılmamış olduğunun göstergesidir. Bu özellik, havzaya düşen suyun akış hızının yüksek olacağını, dolayısıyla çok küçük zaman dilimlerinde çok büyük su kütlelerinin toplanacağı olasılığını arttırmaktadır. Bu kapsamda çalışma alanındaki havzaların B_h değerleri hesaplanmış olup; Sinanköy Dere Havzası için 500 metre, Çömlek Dere Havzası için 467 metre ve Kayalı Dere Havzası için 466 metre bulunmuştur. Havzaların değerleri birbirine yakındır ve genel itibarıyla ortalama değerler olarak kabul edilebilir.

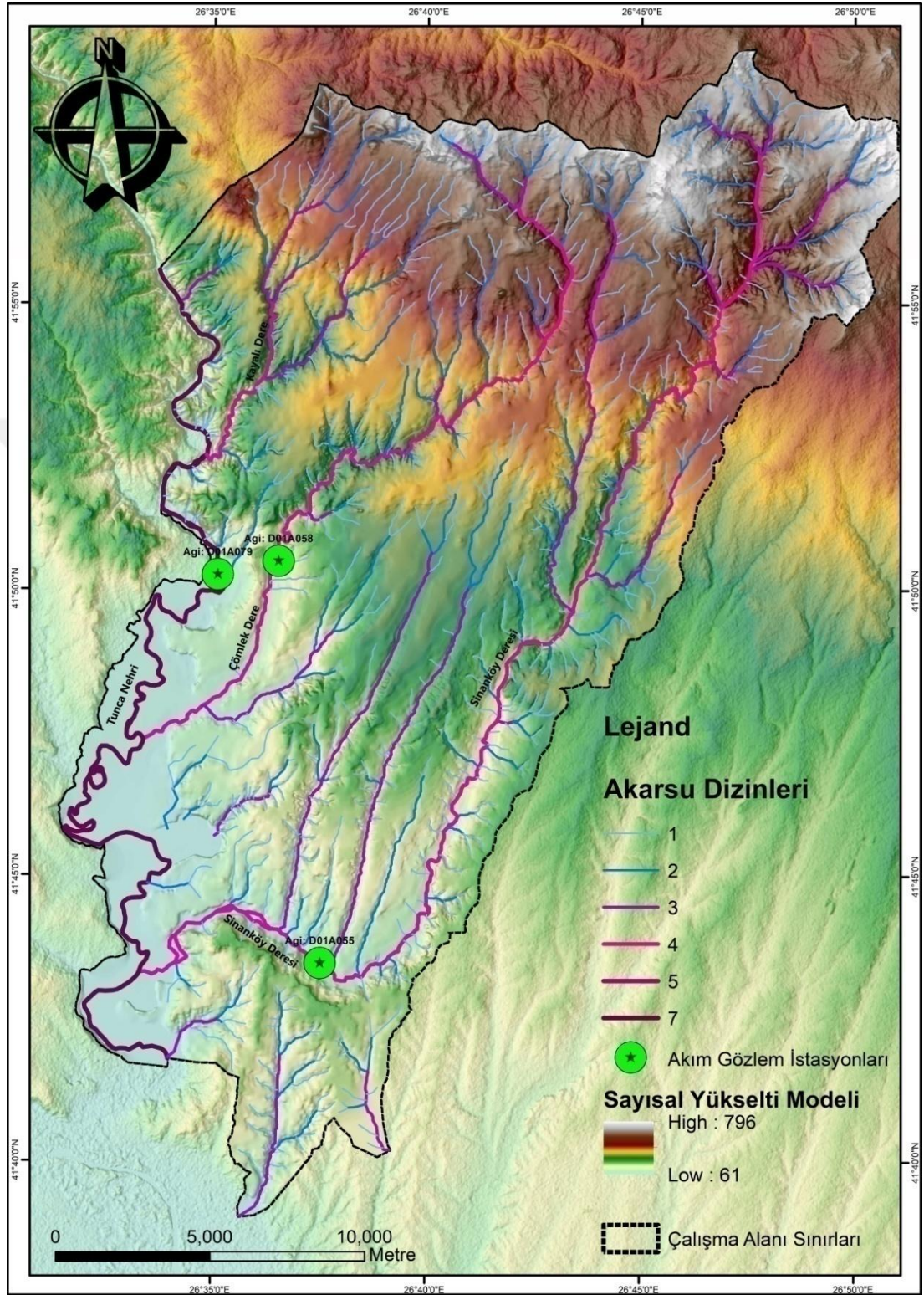
Akım Toplanma Süresi (T_c), havzaya düşen suyun taban seviyesine ulaşana kadar geçen zamanı tanımlar (Verstappen, 1983; Fang, 2007). Bu indisin hesaplanmasında oldukça çeşitli yöntemler kullanılmaktadır, bu çalışmada ise Kirpich (1940) tarafından kullanılan yöntem benimsenmiştir. Havzanın engebellik özellikleri, yatak biçimleri, eğim özellikleri, havzanın bitki örtüsü türü ve yoğunluğu, şehirleşme oranı gibi faktörler akım toplanma süresini etkiler. Bitki örtüsünün yoğun olduğu alanlarda suyun gecikme süresi artarken, şehirleşme oranının yüksek olduğu kısımlarda gecikme süresi azalmaktadır ki bu da direkt olarak akım toplanma süresine etki etmektedir. Bunun yanında eğim değerleri arttıkça akım toplanma süresi azalırken, eğim değerleri azaldıkça akım toplanma süresi artmaktadır. Aynı zamanda havzaların litolojik özellikleri ve dolayısıyla geçirimsizlik özellikleri de akım toplanma süresinde rol oynayan diğer önemli bir faktördür. Bu kapsamda; Sinanköy Dere Havzası'nın

akım toplanma süresi 250.12 dakika, Çömlek Dere'nin akım toplanma süresi 99.51 dakika, Kayalı Dere'nin akım toplanma süresi ise 20.47 dakika olarak hesaplanmıştır. Buna göre; Sinanköy Dere Havzası'na düşen su, taban seviyesine ulaşana kadar diğer havzalara oranla daha çok oyalanmakta iken, Kayalı Dere Havzası'na düşen su, diğer havzalara göre çok çabuk deşarj olmaktadır.

Engebelilik Değeri (R_n), havza rölyefi ile drenaj yoğunluğunun çarpımı ile elde edilir (Melton, 1957). Bu indis; suyun yüzeyde kalma süresi ve zeminlerle ilişkili sızma durumu, havza genelinde etkili olan aşındırıcı faaliyetler gibi etkenler hakkında bilgi verir (Reddy vd., 2004). Yüksek R_n değerleri; yüzeysel akışın fazla, su kaybının az olduğuna işaret ederken, düşük R_n değerleri ise tam tersi bir duruma işaret eder. Ayrıca değer arttıkça, havzaların sel afetinden etkilenme olasılıkları da artar (Ritter vd., 1995). Buna göre çalışma alanındaki en yüksek R_n değeri 0.35 ile Sinanköy Deresi Havzası'na ait iken, Kayalı Dere Havzası 0.25'lik değeri ile en düşük R_n değerine sahip havza olarak karışımıza çıkmaktadır. Çömlek Dere ise 0.29'luk değere sahiptir. Bu değerlerin tümü, çok düşük olarak kabul edilmektedir. Bu açıdan havzaların sel afetinden etkilenme olasılıklarının çok düşük olduğu, taşkın afetinden etkilenebilirliklerinin nispeten daha fazla olduğu savunulabilir.

3.2.1.2 Akarsuların Akım Özellikleri

Çalışma sahasındaki ana akarsuların hem yıllık, hem de mevsimlik akım özelliklerini ve bu özelliklerdeki değişimleri inceleyebilmek amacıyla Devlet Su İşleri (DSİ) ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ) tarafından kurulmuş akım gözlem istasyonları (AGİ) verileri taranmıştır. Buna göre, çalışma alanında uzun yıllar boyunca ölçüm yapılan ve çalışma amacına uygun üç akım gözlem istasyonu seçilmiştir. Bunlardan birincisi, Hasanağa Köyü'nde bulunan ve Sinanköy Deresi üzerinde 1987-2006 yılları arasında ölçüm yapmış bulunan D01A055 numaralı istasyondur. İkinci istasyon, Çömlekköy'de bulunmaktadır ve Çömlek Dere üzerinde 1987-2010 yılları arasında akım ölçümleri yapmıştır, istasyon numarası D01A058'dir.

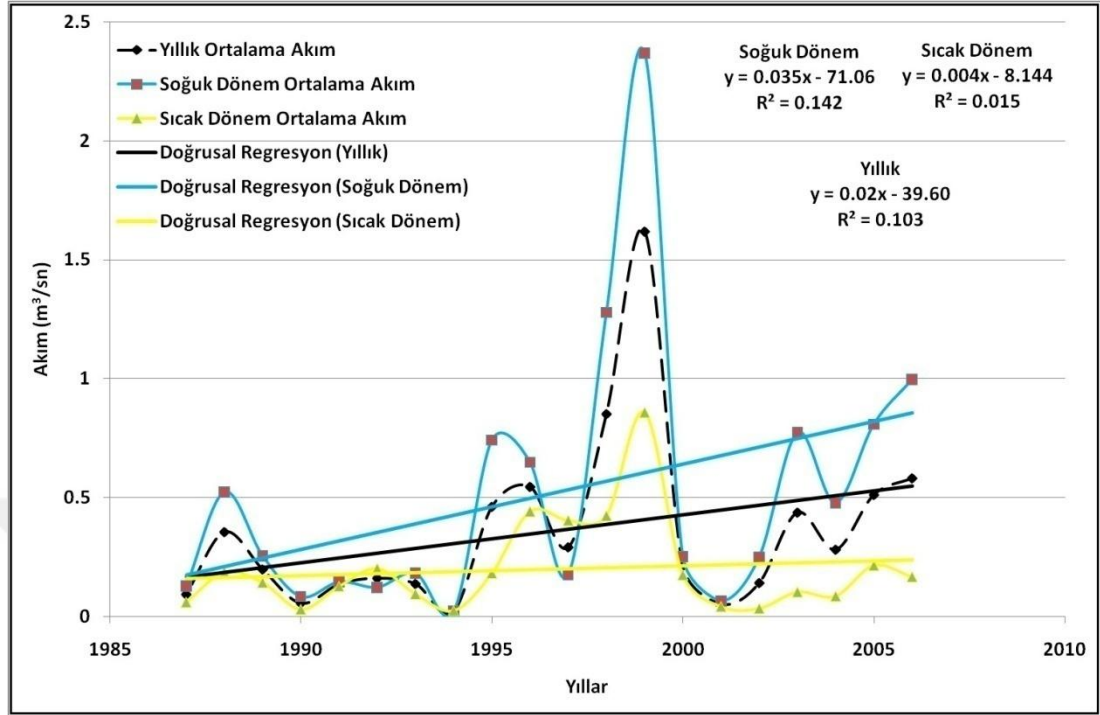


Şekil 3.23: Verileri Kullanılan Akım Gözlem İstasyonları'nın Lokasyon Özellikleri

Üçüncü ve son akım gözlem istasyonu ise Sukacağı Köyü'nde bulunurken, Tunca Nehri'nin akım değerlerini 1961-2014 yılları arası ölçmüştür ve istasyon numarası D01A079'dir. Bu akım gözlem istasyonu 1961-1968 arası DSİ tarafından kullanılmış olup, daha sonra EİEİ'ye devredilmiştir. Akım gözlem istasyonlarının lokasyon bilgileri Şekil 3.23'te verilmiştir. Bu kapsamda; Sinanköy Deresi'nin 20, Çömlek Dere'nin 24, Tunca Nehri'nin ise 54 senelik, yıllık ortalama ve mevsimlik ortalama akım verileri düzenlenmiştir ve bu verilere doğrusal regresyon analizleri uygulanmıştır. Aynı zamanda Tunca Nehri'nin yakın yıllardaki akım değişim eğilimi hakkında bilgi sahibi olmak için 1985-2014 yıllarını kapsayan 30 senelik, yıllık ortalama ve mevsimlik ortalama akım verileri ayrı bir grafik oluşturularak ayrıca doğrusal regresyon analizine tabi tutulmuştur.

3.2.1.2.1 Sinanköy Deresi

Sinanköy Deresi'nin 1987-2006 yılları arası akım verilerinin yıllık ve mevsimlik ortalamaları analiz edilmiştir. Buna göre, Sinanköy Deresi'nin yıllık ortalama akım değerleri genel olarak $0.5 \text{ m}^3/\text{sn}$ ile $1.5 \text{ m}^3/\text{sn}$ arasında seyretmektedir. Değerler 20 yıllık bir süre zarfı içerisinde dalgalı bir doku göstermektedir. 1987-1995 yılları arası genelde $0-0.5 \text{ m}^3/\text{sn}$ arasında seyreden yıllık akım ortalama değerleri, 1999 yılında $1.5 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'nin üzerine çıkmıştır. 2000 yılında tekrar $0.5 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'nin altına düşen değer, 2007 yılına doğru tekrar yükselmiş ve 2007'de $0.5 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'nin üzerine çıkmıştır. Regresyon eşitliğinin artı değer göstermesi akımın 20 yıllık dönemde artma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Soğuk dönem ve sıcak dönem olarak sınıflanan mevsimlik ortalama akım değerlerine baktığımızda iki döneme ait akım değerlerinin yine artma eğiliminde olduğunu görmekteyiz. Soğuk dönemde yıllık ortalama akım değerlerinin üzerinde seyreden ortalama akım değerleri, sıcak dönemde yıllık ortalama akım değerlerinin altında seyretmektedir. Öyle ki, 1999 yılı soğuk dönem ortalama akım değerleri $2.5 \text{ m}^3/\text{sn}$ civarına ulaşmışken, aynı yıl sıcak dönem ortalama akım değerleri $0.85 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'de kalmıştır. Ayrıca sıcak dönemlerde Sinanköy Deresi'nin neredeyse kurduğu gözlenmektedir (Şekil 3.24).

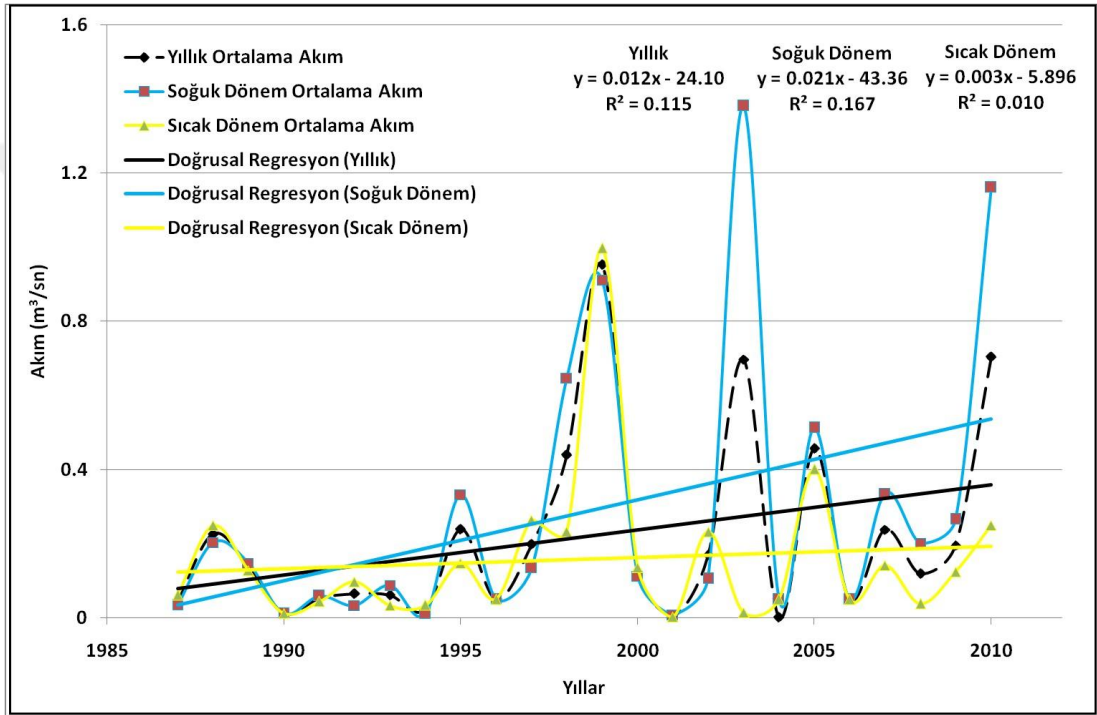


Şekil 3.24: Sinanköy Deresi 1987-2006 Yılları Arası Yıllık ve Mevsimlik Ortalama Akım Regresyon Analiz Grafiği

3.2.1.2.2 Çömlek Dere

Çömlek Dere'nin 1987-2010 arası yıllık ve mevsimlik ortalama akım değerleri analiz edilmiştir. Genel olarak Sinanköy Deresi'nin akım değerleriyle benzerlik gösterdiği gözlenen yıllık ortalama akım değerleri, 0-0.95 m³/sn arasında değişiklik göstermektedir. 1995'e kadar 0-0.4 m³/sn arasında değişen yıllık ortalama akım değerleri, 1996 yılı ile birlikte yükselmeye başlamış ve 1999'da en yüksek seviyeye ulaşarak 0.95 m³/sn'ye ulaşmıştır. Bu tarihten sonra yine düşmeye başlayan değerler 2003 yılında tekrar bir pik yaparak 0.69 m³/sn'ye çıkmıştır. Bu tarihten sonra hafif yükselip alçalan yıllık ortalama akım değerleri, 2010'da tekrar 1 m³/sn seviyesine yaklaşmıştır. 24 yıllık periyot dahilinde yıllık ortalama akım değerlerine uygulanan doğrusal regresyon analizine göre regresyon eşitliği $0.012x - 24.10$, R² değeri ise 0.115 olarak hesaplanmıştır. Buradan; 24 yıllık bir periyot içinde Çömlek Dere'nin yıllık ortalama akım değerlerinin artma eğiliminde olduğu anlaşılmaktadır. Mevsimlik ortalama akım değerlerine bakıldığında, 2000 yılına kadar soğuk ve sıcak dönem ortalama akım değerlerinin birbirlerine yakın şekilde seyrettiği göze çarpmaktadır. 2000 yılından sonra ise iki dönem ortalamaları arasındaki farkların

açıldığı gözlenmektedir. Özellikle 2003 yılında $1.38 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'ye ulaşan soğuk dönem ortalama akım değerleri, aynı yılın sıcak döneminde $0.01 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'de kalmıştır. Mevsimlik ortalama akım değerlerinin regresyon analizleri sonuçlarına baktığımızda da Sinanköy Deresi sonuçlarına benzerlik gösterdiği; soğuk dönemde yaklaşık artış eğilimi görüldüğü, sıcak dönemde yine bir artış eğilimi görüldüğü savunulabilir (Şekil 3.25).

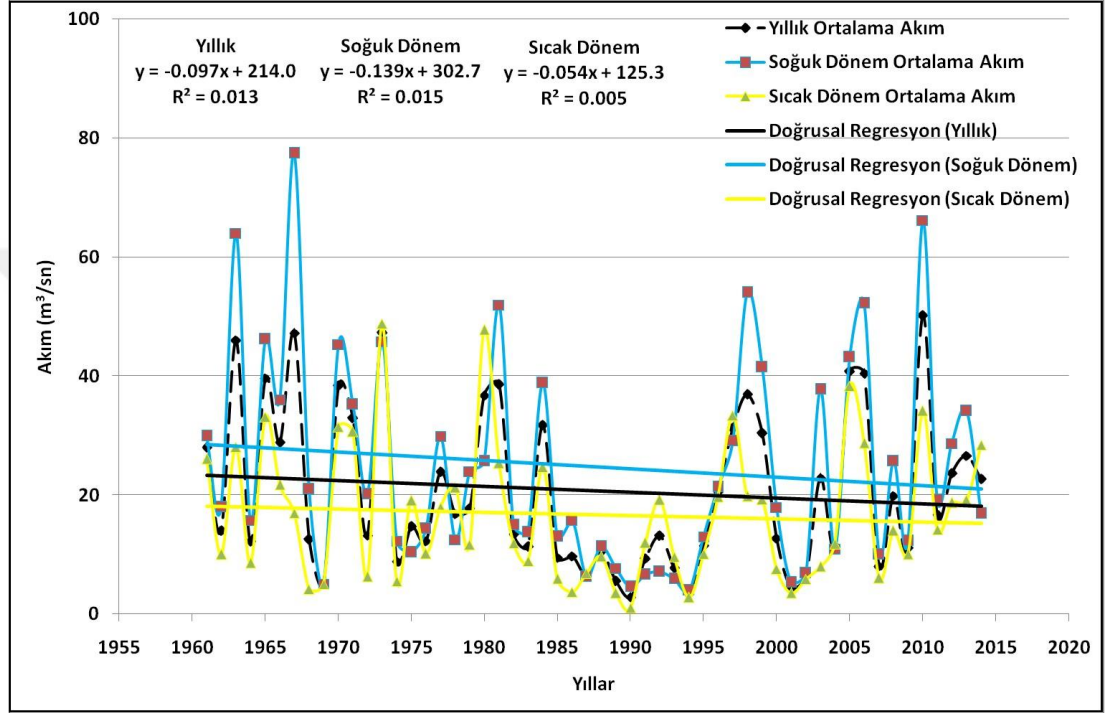


Şekil 3.25: Çömlek Dere 1987-2010 Yılları Arası Yıllık ve Mevsimlik Ortalama Akım Regresyon Analiz Grafiği

3.2.1.2.3 Tunca Nehri

Tunca Nehri'nin 1961-2014 ve 1985-2014 yılları arası yıllık ve mevsimlik ortalama akım değerleri analiz edilmiştir. 1961-2014 yılları arası yıllık ortalama akım değerlerine baktığımızda göze ilk olarak 1-3 yıllık dönemler arası artıp azalan bir dalgalanma karakteri çarpmaktadır. Özellikle 1985 yılına kadar devam eden bu karakter, 1985-1995 arası kaybolmuş ve bu 10 yıllık süre zarfında yıllık ortalama değerler birbirine nispeten daha yakın bir karakter kazanmıştır. Ayrıca bu periyod, yıllık ve mevsimsel ortalama akım değerleri için bir geçiş periyodunu da temsil etmektedir. Öyle ki, 1995'ten sonra yıllık ve mevsimlik ortalama akım değerleri artmaya başlamıştır. Özellikle 1985-2014 yılları arasını kapsayan yıllık ortalama

akım değerlerine uygulanan regresyon analizi sonucu hesaplanan $y = 0.716x - 1414$ 'lük regresyon eşitliği ve 0.25'lik R^2 değeri, bu 30 yıllık süre zarfında yıllık ortalama akım değerlerinin gayet eğimli bir regresyon çizgisiyle arttığını tanımlamaktadır (Şekil 3.26).

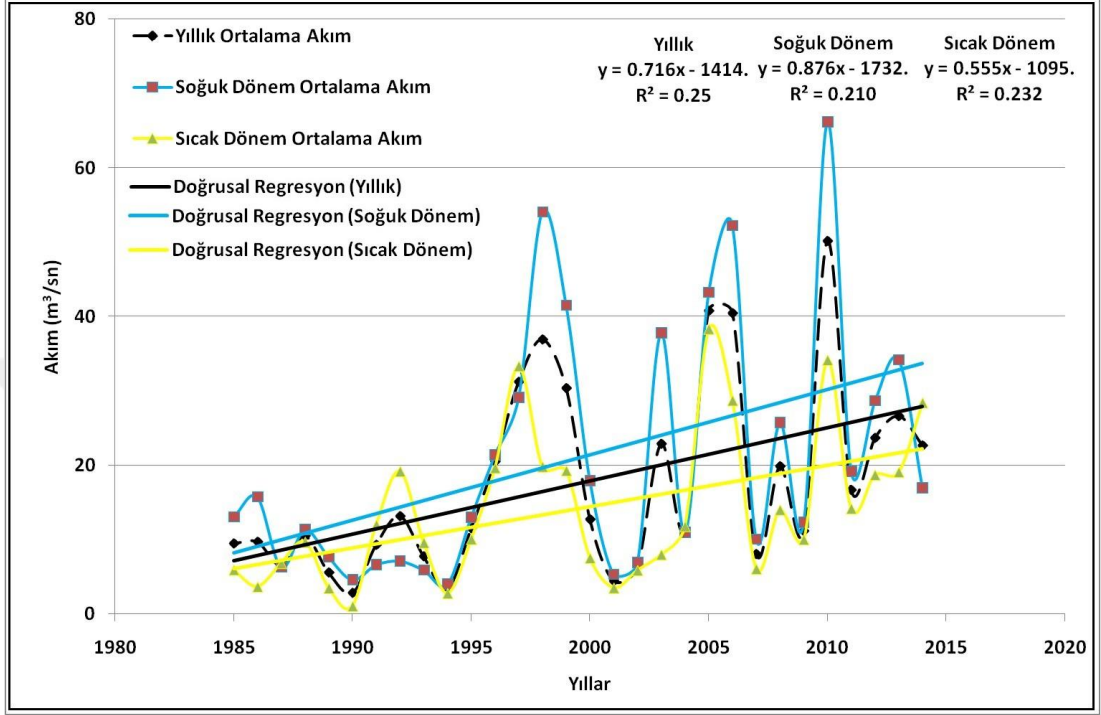


Şekil 3.26: Tunca Nehri 1961-2014 Yılları Arası Yıllık ve Mevsimlik Ortalama Akım Regresyon Analiz Grafiği

Ancak 1961-2014 yıllarını kapsayan yıllık ortalama akım değerlerine uygulanan doğrusal regresyon analizi sonuçları, hafif bir azalma eğilimine işaret etmektedir. Aynı şekilde 1961-2014 dönemi soğuk ve sıcak dönem yıllık ortalama akım değerleri de çok hafif bir oranda azalma eğilimi göstermektedirler. 1985-2014 yılları mevsimlik ortalama akımlara baktığımızda ise sıcak dönem ortalama akım değerlerinin ve soğuk dönem ortalama akım değerlerinin ise artma eğiliminde olduğu görülmektedir.

Tunca Nehri'nin 54 yıllık ortalama akım değerleri değerlendirildiğinde, genel olarak 3.39- 50.16 m³/sn arasında değiştiği görülmektedir. 1960-1975 yılları arası 50 m³/sn civarına yaklaşan değerler bulunsa da bu tarihlerden sonra değerler 2006 yılına kadar 40 m³/sn üzerine çıkamamıştır. Bu tarihten sonra değerler tekrar artmaya başlamış ve

54 yıllık periyod dahilindeki rekor yıllık ortalama akım değere $50.1 \text{ m}^3/\text{sn}$ ile 2010'da ulaşılmıştır (Şekil 3.27).



Şekil 3.27: Tunca Nehri 1985-2014 Yılları Arası Yıllık ve Mevsimlik Ortalama Akım Regresyon Analiz Grafiği

4.1.2.3 İklim ve Akım Analizlerinin Karşılaştırılması

Sıcaklık, yağış, potansiyel evapotranspirasyon gibi iklimsel özelliklerin karakterlerinin yüzeysel akış özellikleri üzerinde çok büyük etkisi olduğu geçmişten günümüze yapılan çalışmalarla bilinmektedir (Karl ve Riebsame, 1989; Stockton ve Boggess, 1979; Revelle ve Waggoner, 1983; Nemec ve Schaake, 1982; Rowe vd., 1994; Gleick, 1986; Gleick, 1987; Thompson, 1992; Yang vd., 2012; Turoğlu, 2016a; Givati vd, 2019).

Yapılan bu çalışmalar çok çeşitli olmak ile birlikte önemli sonuçlara ulaşılmasını sağlamıştır. Örneğin; Rowe vd. (1994), yağışlardaki %20'lik artışın, yıllık ortalama akım değerlerinin iki katından fazla yükselteceğini, yağışlardaki %20'lik azalmanın ise yıllık ortalama akım değerlerini yarıya düşüreceğini; yıllık ortalama sıcaklıklardaki $3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'lik bir artışın akım miktarlarında neredeye %60'lık bir azalmaya neden olacağını, $3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'lik bir azalmanın ise akım değerlerinde %80'den daha fazla bir

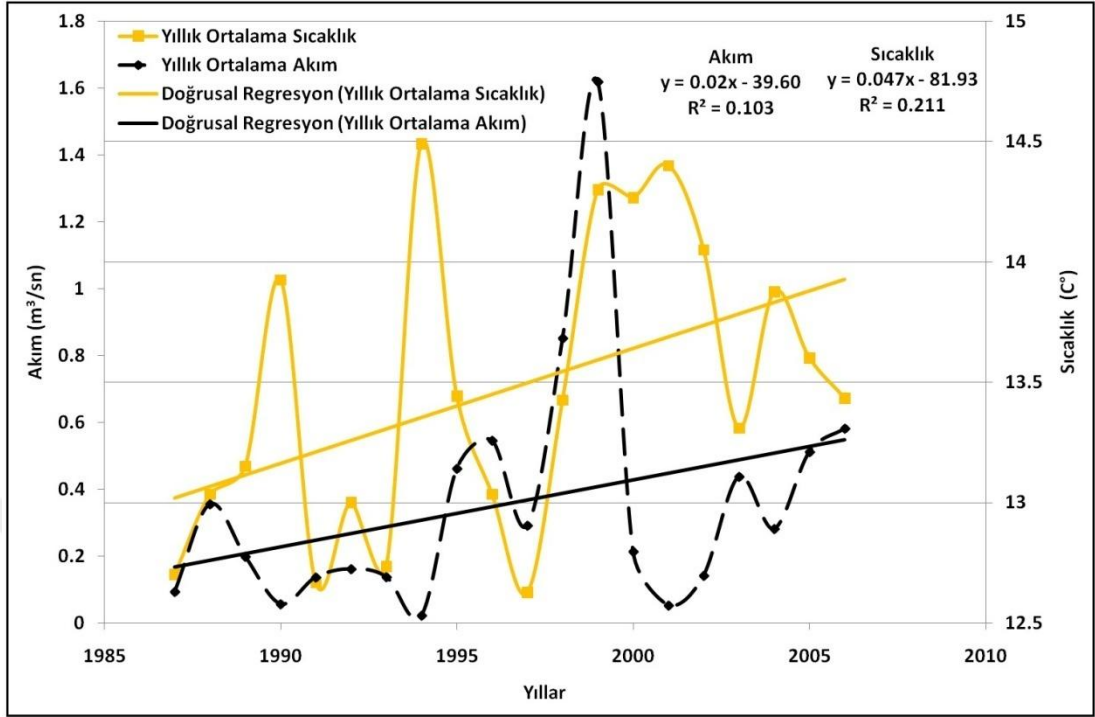
oranda artmaya neden olacağını savunmuşlardır. Revelle ve Waggoner (1983) ise yıllık ortalama sıcaklık değerlerindeki 2 °C'lik bir artışın yıllık ortalama yağış oranlarındaki %10'luk bir artışla birlikte yıllık ortalama akım değerlerinde %18'lik bir azalmaya neden olacağı sonucuna ulaşmışlardır. Stockton ve Boggess (1979), yaptıkları analizlerle sıcaklıktaki 2 °C'lik bir artışın ve yağışlardaki %10'luk bir azalışın, akım değerlerinde % 40-76'lık bir azalmaya sebep olacağını bulmuşlardır. Karl ve Riebsame (1989), yıllık ortalama sıcaklık değerlerindeki 1 °C'lik bir değişimin, akım üzerinde çok az etkisi olacağına, yıllık toplam yağışlardaki %10'luk bir değişimin ise akım değerlerini %10'dan fazla etkileyebileceğine işaret etmişlerdir. Yang vd. (2012) ise, yağış değerlerindeki %10'luk bir artışın akım değerlerinde %11.2'lik bir artışa sebep olacağını, yağış değerlerindeki %10'luk bir azalmanın akım değerlerinde %11'lik bir azalmaya neden olacağını; sıcaklıkta meydana gelecek 1 °C'lik bir artışın ise akım değerlerinde %18'lik bir azalmaya neden olacağını savunmuşlardır. Yapılan bu tüm çalışmalar göz önüne alındığında, yüzeysel akışın yağış değerlerindeki değişime, sıcaklık ve evapotranspirasyon değerlerindeki değişime göre daha duyarlı olduğu genel olarak kabul edilmektedir.

Bu bölümde, bu çalışmanın daha önceki bölümlerinde yapılmış iklim ve akım analizleri sonuçları karşılaştırılmış ve ortaya çıkan sonuçlar istişare edilmiştir. Bunun için; çalışma sahasının üç büyük akarsuyu olan Sinanköy Deresi, Çömlek Dere ve Tunca Nehri'nin yıllık ortalama akım değerleri, Edirne Meteoroloji İstasyonu'ndan alınan verilerin analizi ile elde edilen yıllık ve mevsimsel ortalama sıcaklık ve toplam yağış değerleri ile aynı grafik üzerinde karşılaştırılmış ve bu değerlere regresyon analizleri uygulanmıştır. Yıllık ve mevsimsel ortalama sıcaklık ve toplam yağış değerlerinin yıl aralıkları belirlenirken, akarsuların mevcut akım verilerinin yıl aralıkları temel alınmıştır. Böylece, aynı dönemler için yağış-akış analizi yapma imkanı yaratılmıştır.

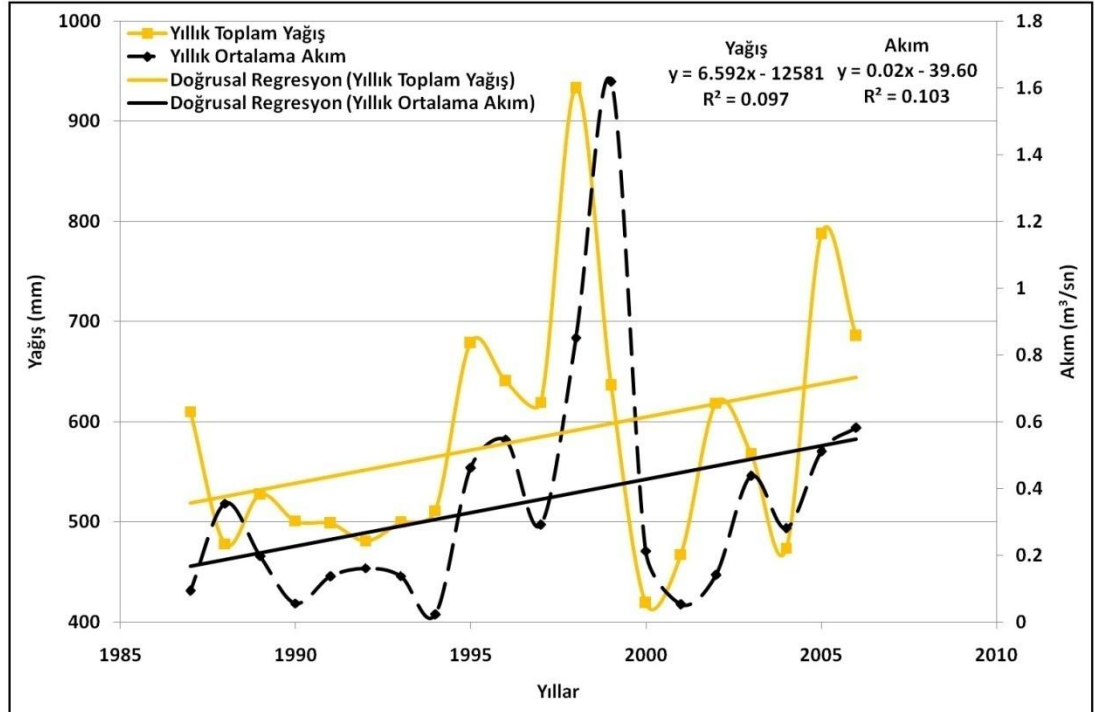
Sinanköy Deresi'nin 1987 ile 2006 yılları arasındaki yıllık ortalama akım değerleri, aynı dönemdeki yıllık ortalama sıcaklık değerleri ile karşılaştırıldığında, genelde ters bir ilişki olduğu dikkat çekmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin arttığı dönemlerde yıllık ortalama akım değerleri azalmıştır. Ancak 1995'ten sonra bu ters orantı karakteri kaybolmuş 2000 yılına kadar geçen 5 yıllık süreçte sıcaklık değerleri

yükseldikçe akım değerleri de yükselmiştir. Örneğin 1999 yılında yıllık ortalama sıcaklık 14 °C civarındadır ve 1997 dönemine göre yaklaşık 1.5 °C yükselmiştir. 1997 yılının yıllık ortalama akım değerine baktığımızda yaklaşık 0.3 m³/sn civarında olan değer, 1999'da 1.7 m³/sn civarlarına çıkmıştır. 2000-2006 yılları arasında ise değerler tekrar zıt bir şekilde evrilmeye devam etmiştir. Bu verilere uygulanan regresyon analizi sonuçlarından anlaşılacağı üzere, bu dönemde yıllık ortalama sıcaklıklarda görülen artışa rağmen, Sinanköy Deresi'nin yıllık ortalama akım değerleri daha az eğimli bir regresyon çizgisiyle artış göstermiştir. Sıcaklığın ve sıcaklığa bağlı evapotranspirasyon değerlerinin yükseldiği ortamda akım değerlerinin negatif etkilenmesi beklenirken, Sinanköy Deresi için bu beklenti karşılanmamıştır.

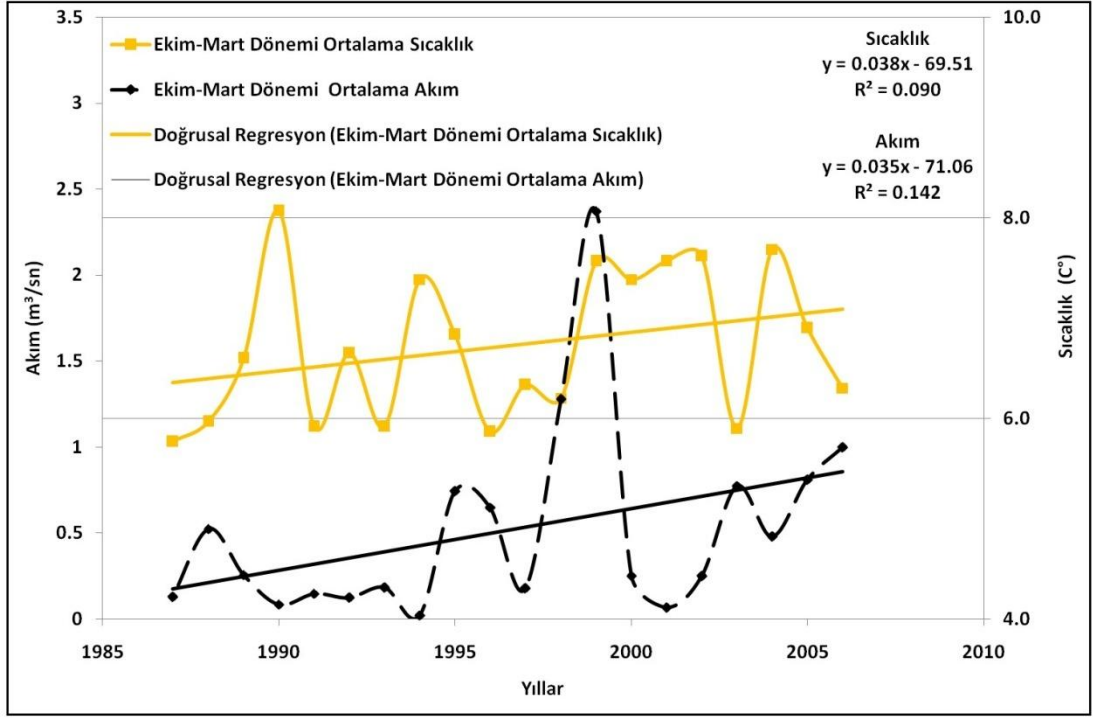
Soğuk dönem ortalama sıcaklık değerleri ve soğuk dönem ortalama akım değerleri karşılaştırıldığında da sıcaklık ile akım arasındaki ters ilişki göze çarpmaktadır. Yıllık ortalama değerlerine nazaran daha tutarlı bir karakter sergilemektedirler. Sadece 1997-1999 yılları arasında, hem ortalama sıcaklıklar hem de ortalama akımlar yükselmiştir. Ayrıca regresyon analizinden anlaşılacağı üzere soğuk dönemde de hem ortalama sıcaklıklarda, hem de ortalama akımlarda artma eğilimi mevcuttur. Ancak soğuk dönem ortalama sıcaklık değerlerinin artış oranı, yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin artış oranından daha düşük, soğuk dönem ortalama akım değerlerinin artış oranı ise yıllık ortalama akış değerlerinin artış oranından daha yüksektir (Şekil 3.28 ve 3.30). Sıcak dönemdeki analiz sonuçları yine bize, artış gösteren ortalama sıcaklık oranlarına rağmen akım değerlerinde de bir artışın devam ettiğini göstermektedir. Bu dönemde akım değerleri, sıcaklığın yükselme trendinden daha fazla etkilenmiş gözükmektedirler.



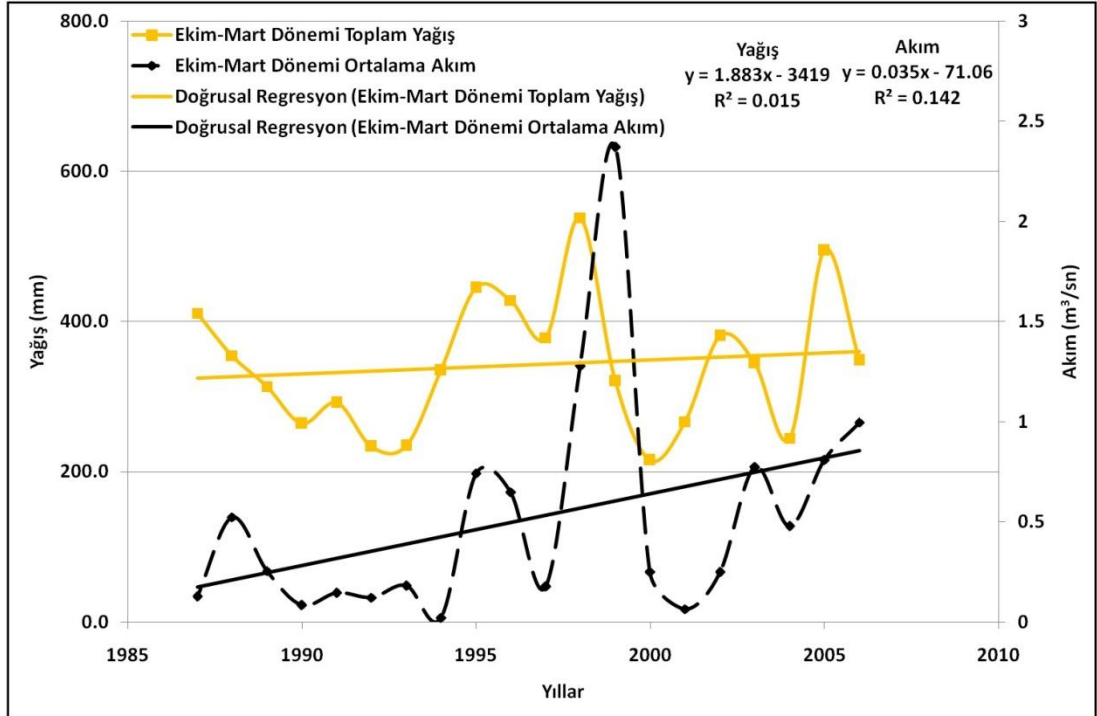
Şekil 3.28: 1987-2006 Yılları Arası Sinanköy Deresi Yıllık Ortalama Akım ve Yıllık Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği



Şekil 3.29: 1987-2006 Yılları Arası Sinanköy Deresi Yıllık Ortalama Akım ve Yıllık Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği



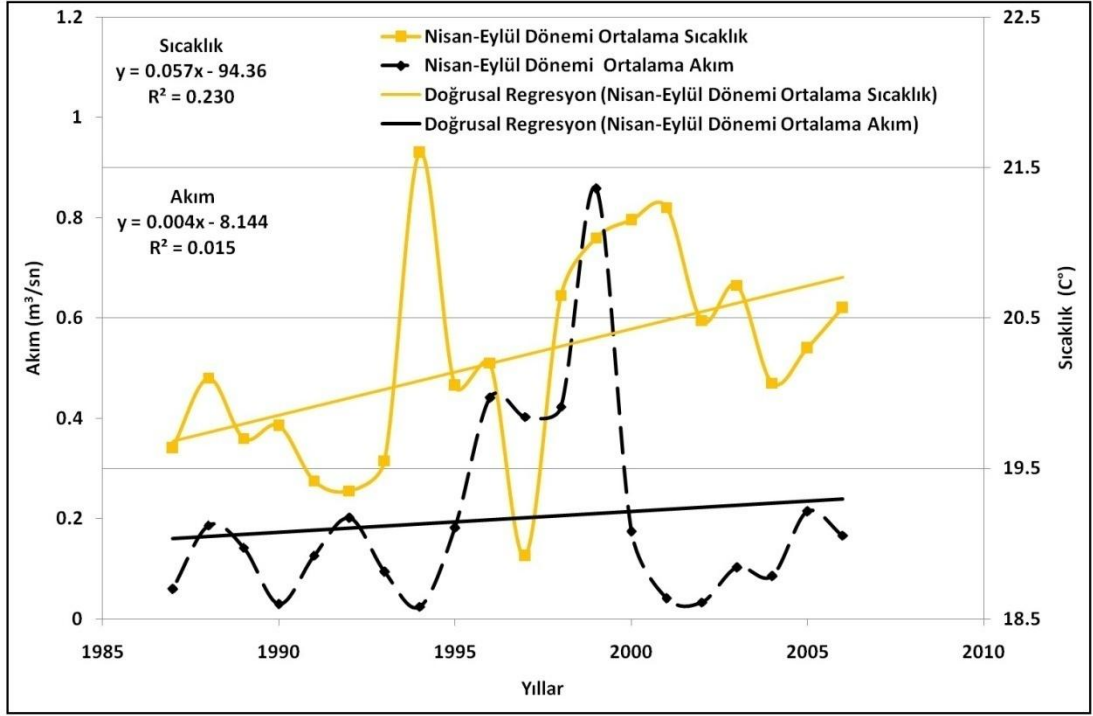
Şekil 3.30: 1987-2006 Yılları Arası Sinanköy Deresi Soğuk Dönem Ortalama Akım ve Soğuk Dönem Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği



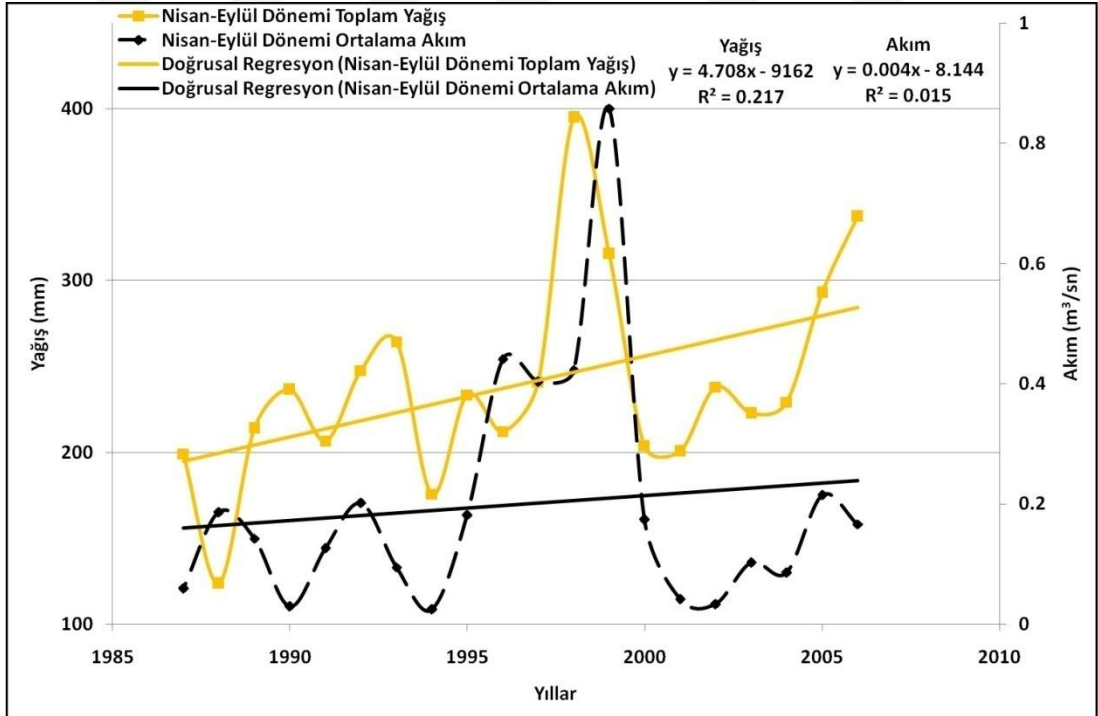
Şekil 3.31: 1987-2006 Yılları Arası Sinanköy Deresi Soğuk Dönem Ortalama Akım ve Soğuk Dönem Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği

Sinanköy Deresi yıllık ortalama akım değerleri ile yıllık toplam yağış grafiğine bakıldığında, değerlerin birbirlerine uyumlu bir şekilde azalıp yükseldiği göze çarpmaktadır. Yağış miktarlarının arttığı yıllarda, akım miktarlarının da neredeyse aynı oranda arttığı, söz konusu grafikten anlaşılmaktadır. Bu açıdan, yağış miktarlarının akım miktarlarını sıcaklık ve evapotranspirasyona göre daha fazla etkilediği normu, burada da söz konusudur. Aynı zamanda yıllık ortalama akım değerleri ve yıllık toplam yağış değerlerinin regresyon eğilim çizgisinin eğimi neredeyse aynıken, regresyon eşitliği ve R^2 değerleri de bu iki değer birbirine çok yakın bir oranla yükselme eğiliminde olduğunu göstermektedir. Miktar olarak genelde 400-800 mm arasında değişen yıllık toplam yağış miktarı, Sadece 1999 yılında bu aralığın üzerine çıkmıştır. Akım değerleri de yine aynı şekilde genelde 0-0.8 m³/sn civarında seyretmişken, 1999 yılında 1.6 m³/sn civarına çıkmıştır. Soğuk dönem değerleri değerlendirildiğinde yine aynı şekilde yağış ve akım değerleri birbirleriyle korele bir karakter sunmaktadırlar. Soğuk dönemde yıllık toplam yağış değerleri hafif bir artma eğilimi göstermekte ve yıllık ortalama akım değerleri de artma eğilimi sergilemektedir

Sıcak dönemde de ortalama akım değerleri ve toplam yağış değerleri yükselme eğilimindedir. En dikkat çekici özellik ise sıcak dönem toplam yağışlarının yükselme eğilimi göstermesidir. Bunda, iklim bölümünde bahsedilen yağışların sağanak karakter kazanmaya başlamasının büyük etkisi vardır. Sıcak dönemde artma eğiliminde olan ortalama sıcaklıklara ve buna bağlı evapotranspirasyon değerlerine rağmen, yıllık ortalama akım değerlerinin daha hafif bir eğime sahip eğilim çizgisiyle artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Bu da yine, yağış miktarı ve akış miktarı arasındaki güçlü bağı nitelemektedir.

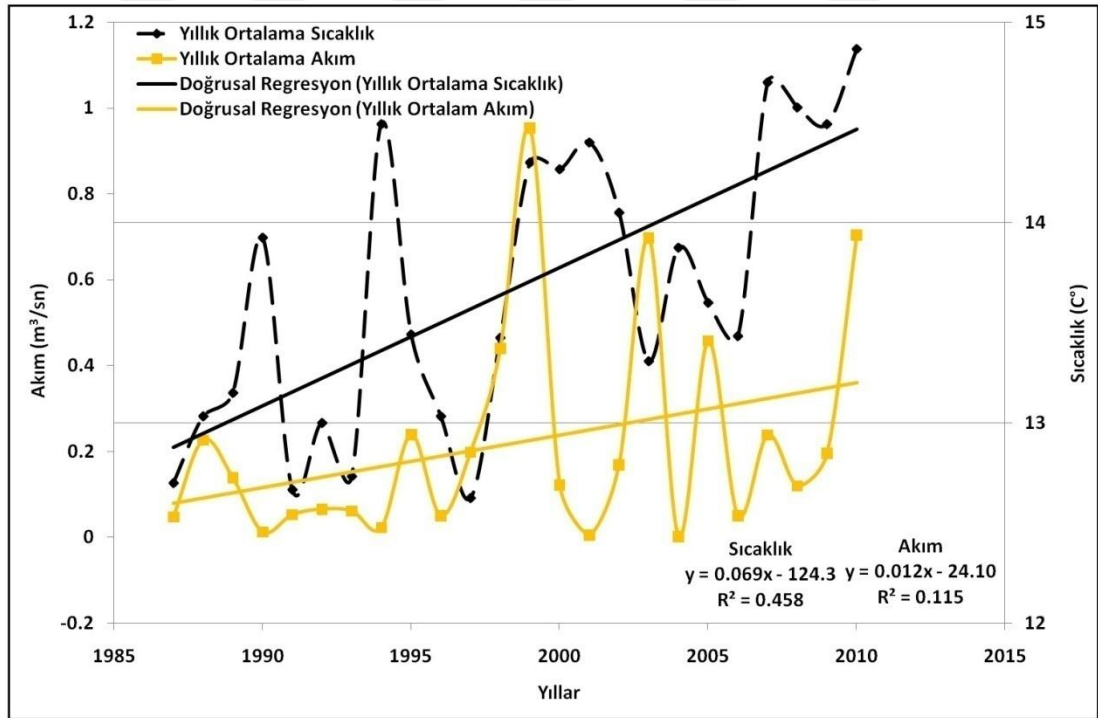


Şekil 3.32: 1987-2006 Yılları Arası Sinanköy Deresi Sıcak Dönem Ortalama Akım ve Sıcak Dönem Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği

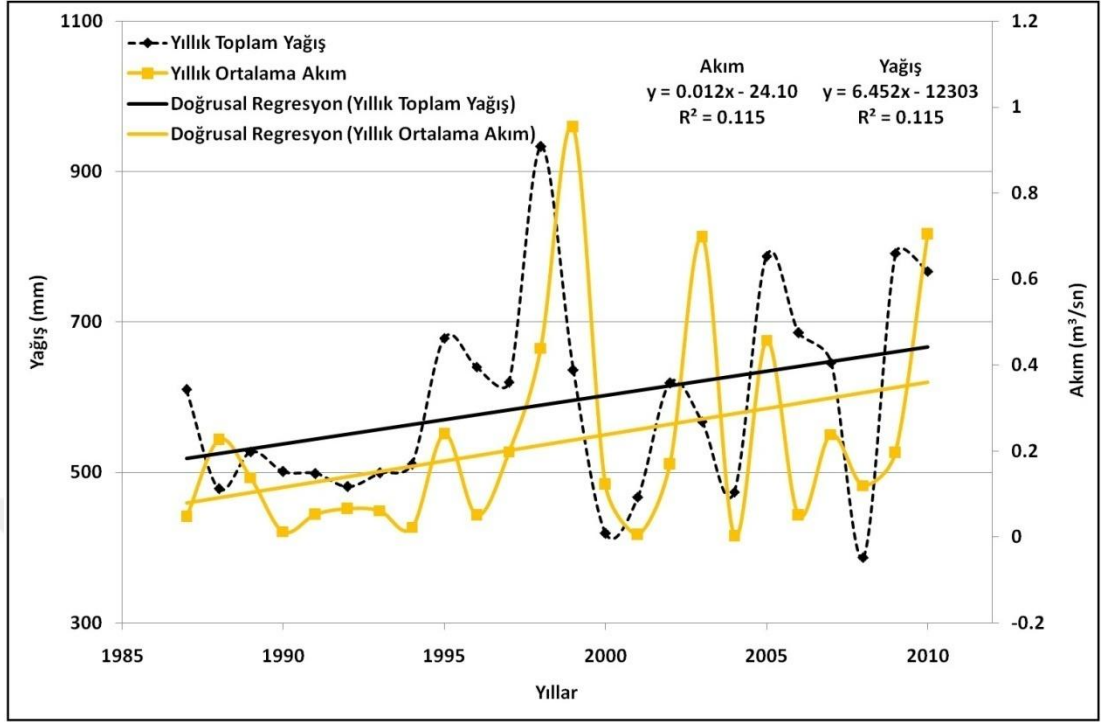


Şekil 3.33: 1987-2006 Yılları Arası Sinanköy Deresi Sıcak Dönem Ortalama Akım ve Sıcak Dönem Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği

Çömlek Dere'nin yıllık toplam akım değerlerine baktığımızda, Sinanköy Dere'nin akım değerleri gibi 2-3 yıllık dalgalanmalar göze çarpmaktadır. Bu dalgalanmaların esas sebebi, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış değerlerindeki düzensiz ve kısa periyotlar dahilinde azalıp yükselen değerlerdir. 1987-2010 yılları arasında Çömlek Dere'nin yıllık ortalama akım değerleri ile yıllık ortalama sıcaklık değerleri arasında ters orantı vardır. 1999 yılı haricinde, genel olarak sıcaklık değerleri arttıkça akım değerleri azalmıştır. Yıllık toplam yağış değerleri ile yıllık ortalama akım değerleri arasında ise doğru orantılı bir ilişki gözlenmektedir. 24 yıllık periyodun genel karakterine baktığımızda, yağışın arttığı dönemlerde akımlar da artmıştır. Bu değerlerin regresyon analizi sonuçları; 1987-2010 arası yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde, yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama akım değerlerinde bir yükselme eğilimine işaret etmektedir. Burada yağış değerleriyle akım değerlerinin artış eğilimlerinin birbirine yakın olması, yağış-akım ilişkisinin ne kadar kuvvetli olduğuna işaret eden diğer güzel bir örnektir.

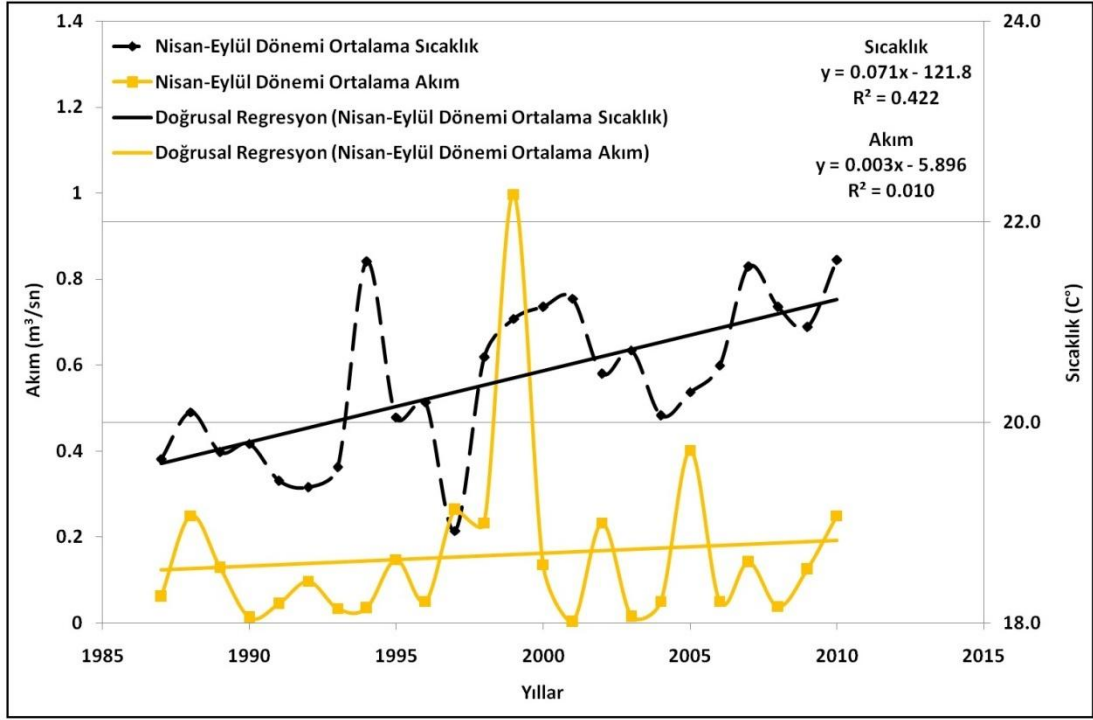


Şekil 3.34: 1987-2010 Yılları Arası Çömlek Dere Yıllık Ortalama Akım ve Yıllık Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği

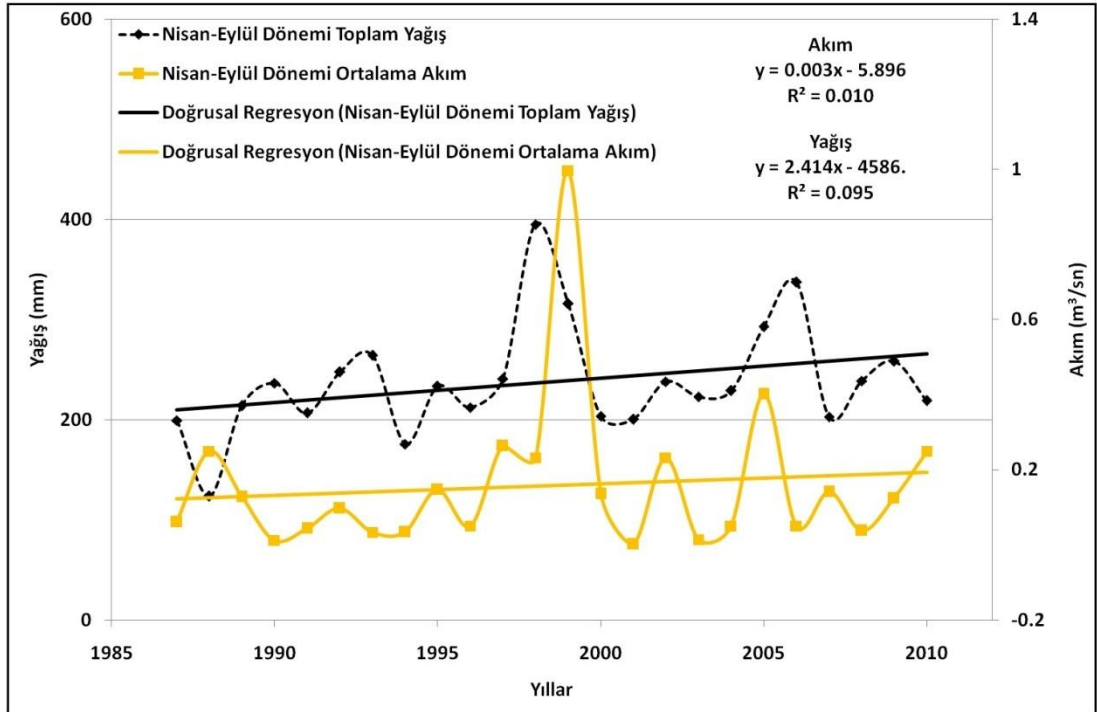


Şekil 3.35: 1987-2010 Yılları Arası Çömlek Dere Yıllık Ortalama Akım ve Yıllık Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği

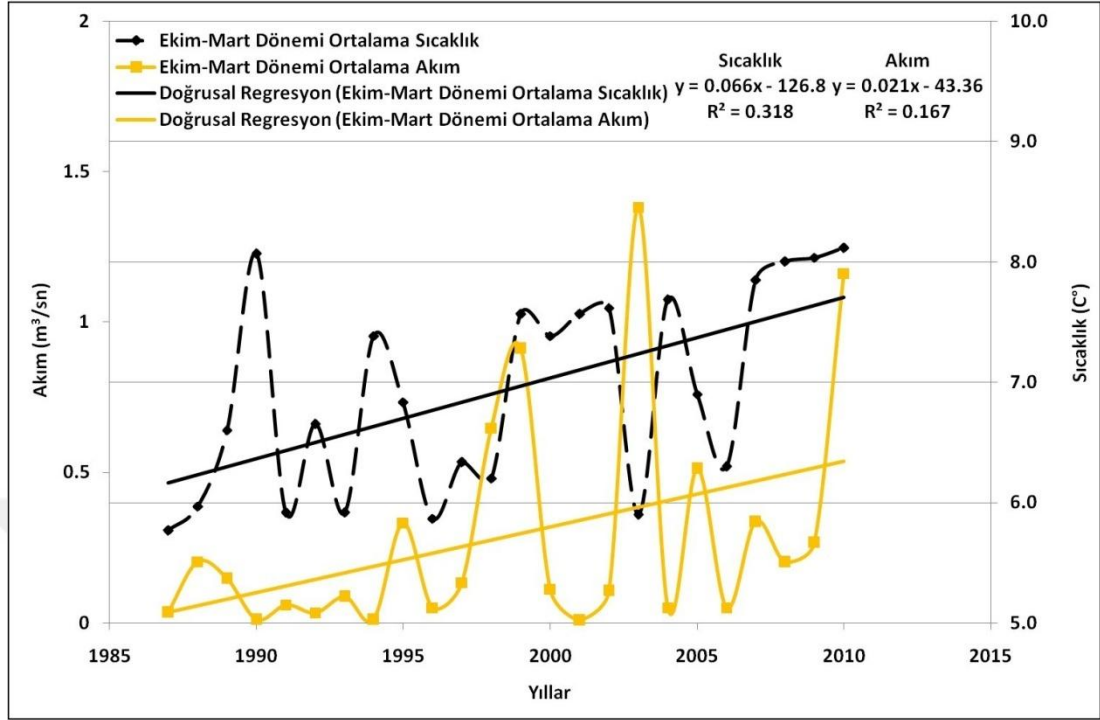
Çömlek Dere'nin sıcak dönem ortalama akım değerleri ile sıcak dönem toplam yağış değerleri birbirine çok yakın oranlarla az bir miktarda artmaktayken, sıcak dönem ortalama sıcaklık değerleri daha yüksek bir eğimle artış göstermektedir. Soğuk dönem ortalama sıcaklık değerlerinin ve soğuk dönem toplam yağışlar da artma eğilimindedir. Soğuk dönem ortalama akım değerleri, bu oranlara yine artma eğilimiyle cevap vermektedir. Soğuk dönemde akım değerlerinin artma eğilimlerinin yağış değerlerinin artma eğilimlerinden fazla olmasında; soğuk dönem ortalama sıcaklık değerlerinin sıcak döneme nazaran daha düşük olmasının ve soğuk dönemde yeraltı su seviyesinin daha yüksek olmasıyla birlikte bölgedeki mevcut kaynakların akarsu akımlarına olası katkılarının daha büyük olmasının rol oynadığı savunulabilir.



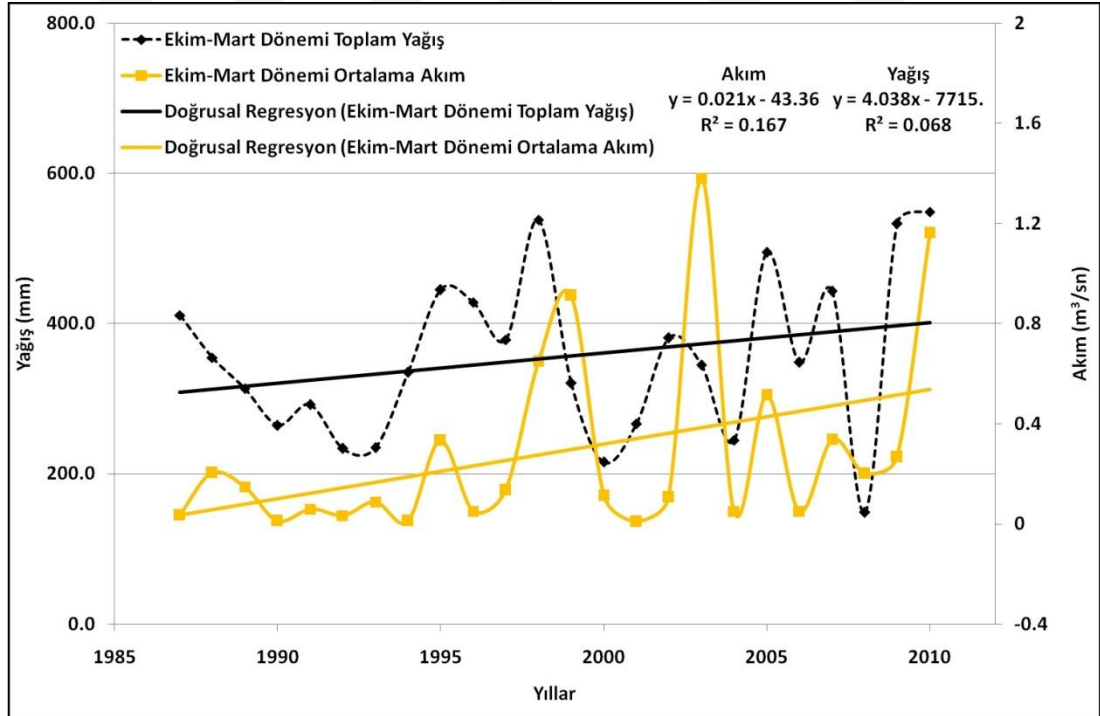
Şekil 3.36: 1987-2010 Yılları Arası Çömlek Dere Sıcak Dönem Ortalama Akım ve Sıcak Dönem Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği



Şekil 3.37: 1987-2010 Yılları Arası Çömlek Dere Sıcak Dönem Ortalama Akım ve Sıcak Dönem Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği



Şekil 3.38: 1987-2010 Yılları Arası Çömlek Dere Soğuk Dönem Ortalama Akım ve Soğuk Dönem Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği

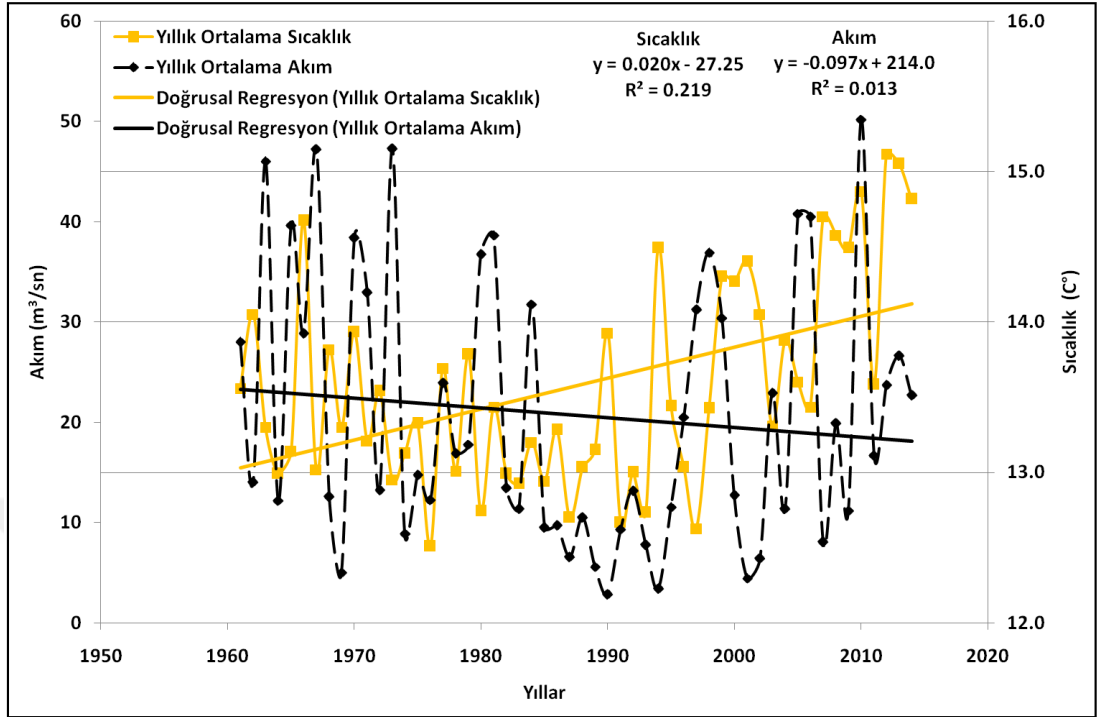


Şekil 3.39: 1987-2010 Yılları Arası Çömlek Dere Soğuk Dönem Ortalama Akım ve Soğuk Dönem Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği

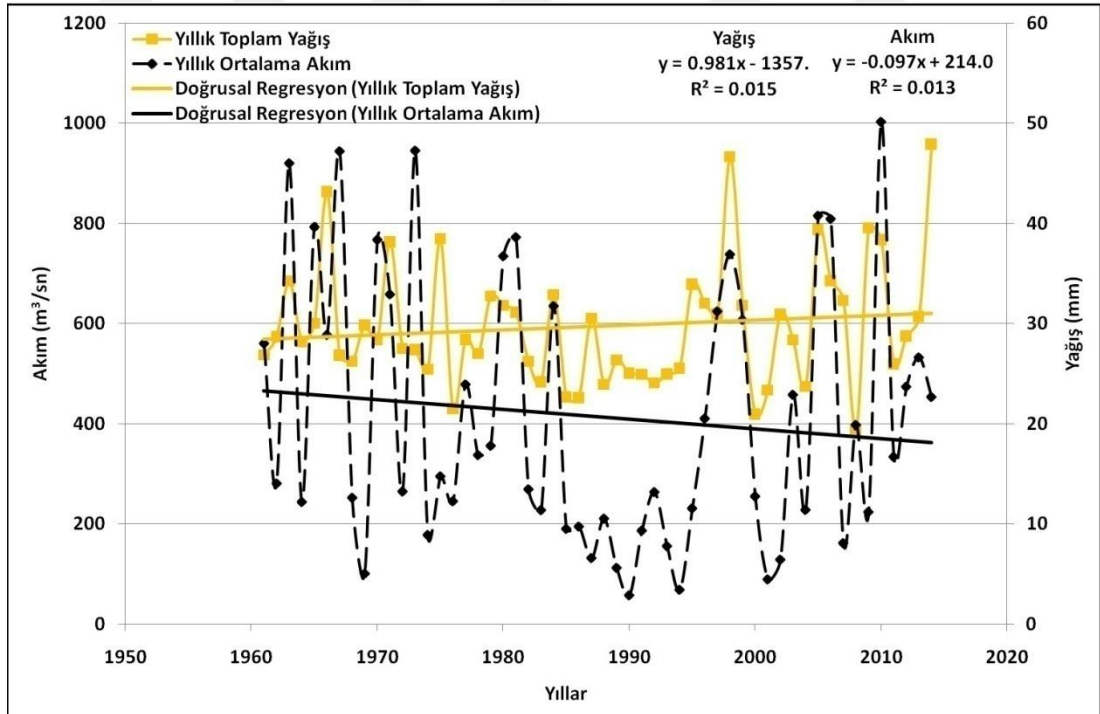
Tunca Nehri'nin yıllık ortalama akım değerleri, yıllık ortalama sıcaklıklar değerlerinden ve yıllık toplam yağış değerlerinden Sinanköy Deresi ve Çömlek Dere'ye göre daha farklı karakterde etkilenmiştir. Öyle ki; 1961-2014 yılları arası yıllık ortalama sıcaklıklar, yıllık toplam yağışlardan eğimi daha yüksek bir eğilim çizigisiyle farklılaşmış bulunurken, yıllık ortalama akım değerleri hafif bir azalma eğilimine girmiştir. Bunda temel sebebinin, Tunca Nehri Havzası'nın su toplama alanının genişliği ve bu genişliğe bağlı olarak yıllık ortalama akım değerlerinin daha fazla coğrafi etmeden etkilenme olasılığı olduğu düşünölmektedir. Öyle ki, çalışma alanının Tunca Nehri'nden sonra en büyük iki akarsuyu olan Sinanköy Deresi ve Çömlek Dere, iklim analizleri için kullanılan verilerin temin edildiği Edirne Meteoroloji İstasyonu'na havza bazında yakın mesafededir. Tunca Nehri'nin ve havzasının tümü için akış-yağış ilişkisine ait tutarlı sonuçlara ulaşmak için, birden fazla meteoroloji istasyonunun verilerinin analizine ihtiyaç vardır. Yine de bu çalışmada Tunca Nehri'nin aşağı çığırının akım özelliklerinin Edirne ve çevresindeki iklim değişikliğine olan olası duyarlılığının tespit edilmesi amacıyla akım ve iklim verilerinin karşılaştırılması işleminin yürütölmesine karar verilmiştir.

Değinilmesi gereken bir başka konu da Tunca Nehri'nin 1990'dan sonra başlayan ve yıllık ortalama akım değerlerinin artma eğilimini tanımlayan hadisedir. Tunca Nehri'nin akım özelliklerinde 1985-2014 yılları arasında olan artma eğiliminden bahsedilmişti. Edirne Meteoroloji İstasyonu verilerinden elde edilen yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış değerlerinin 1960-1990 arası azalma, 1990-2017 arası ise artma eğiliminde olduğu düşünölürse, akım değerlerinin sıcaklık ve yağış faktörlerine duyarlılığı ve bölgesel iklim şartlarındaki değişiklikten çok hızlı bir şekilde etkilenmiş olduğu apaçık ortaya çıkmaktadır.

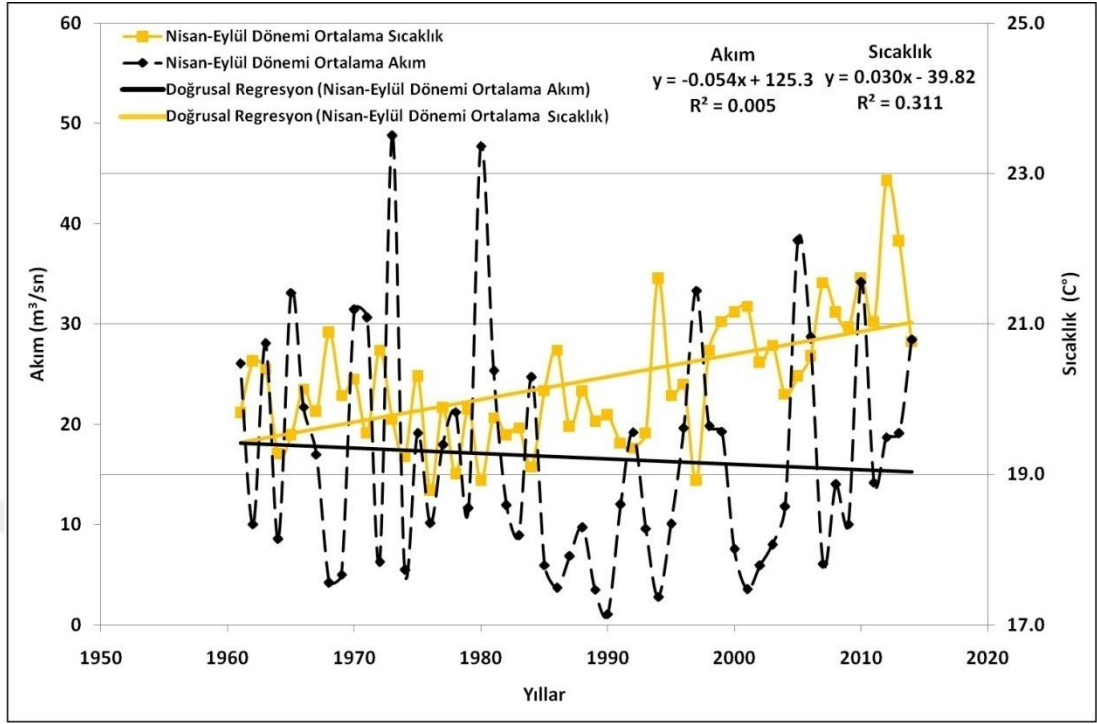
Tunca Nehri'nin sıcak dönem ortalama akım değerleri ile sıcak dönem ortalama sıcaklık ve sıcak dönem toplam yağış verileri karşılaştırıldığında, sıcaklık değerlerinin ve yağış değerlerinin artma eğiliminde olduğu, akım değerlerinin ise azalma eğiliminde olduğu görölmektedir. Özellikle 1990'dan sonra hem sıcaklık hem yağış hem de akım değerleri arasındaki farkın giderek açıldığı gözlenmektedir. Yine 1990'dan sonra sıcaklık, yağış ve akım değerlerinin regresyon çizgileri yüksek bir eğimle yükselmektedir.



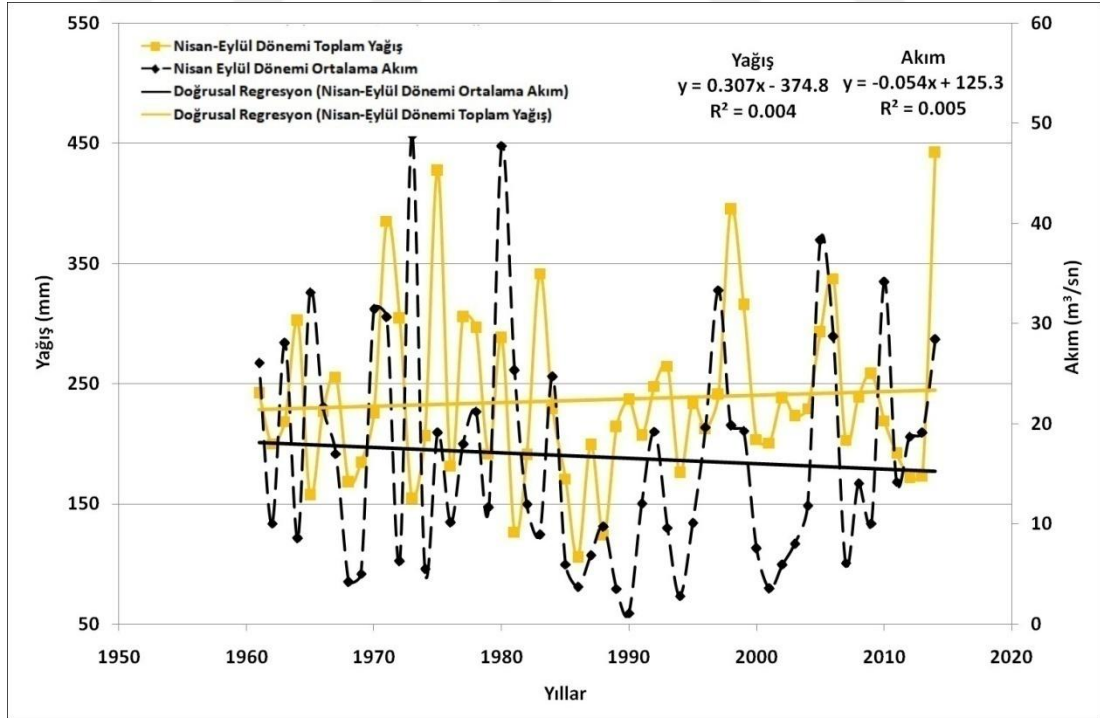
Şekil 3.40: 1961-2014 Yılları Arası Tunca Nehri Yıllık Ortalama Akım ve Yıllık Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği



Şekil 3.41: 1961-2014 Yılları Arası Tunca Nehri Yıllık Ortalama Akım ve Yıllık Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği

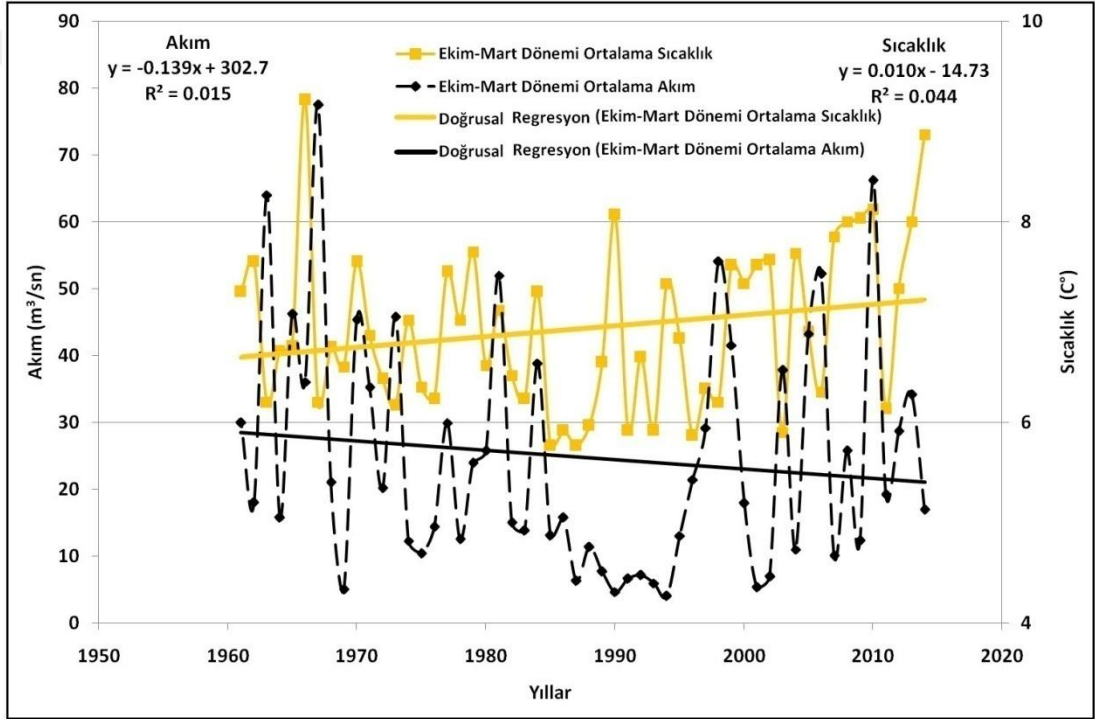


Şekil 3.42: 1961-2014 Yılları Arası Tunca Nehri Sıcak Dönem Ortalama Akım ve Sıcak Dönem Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği

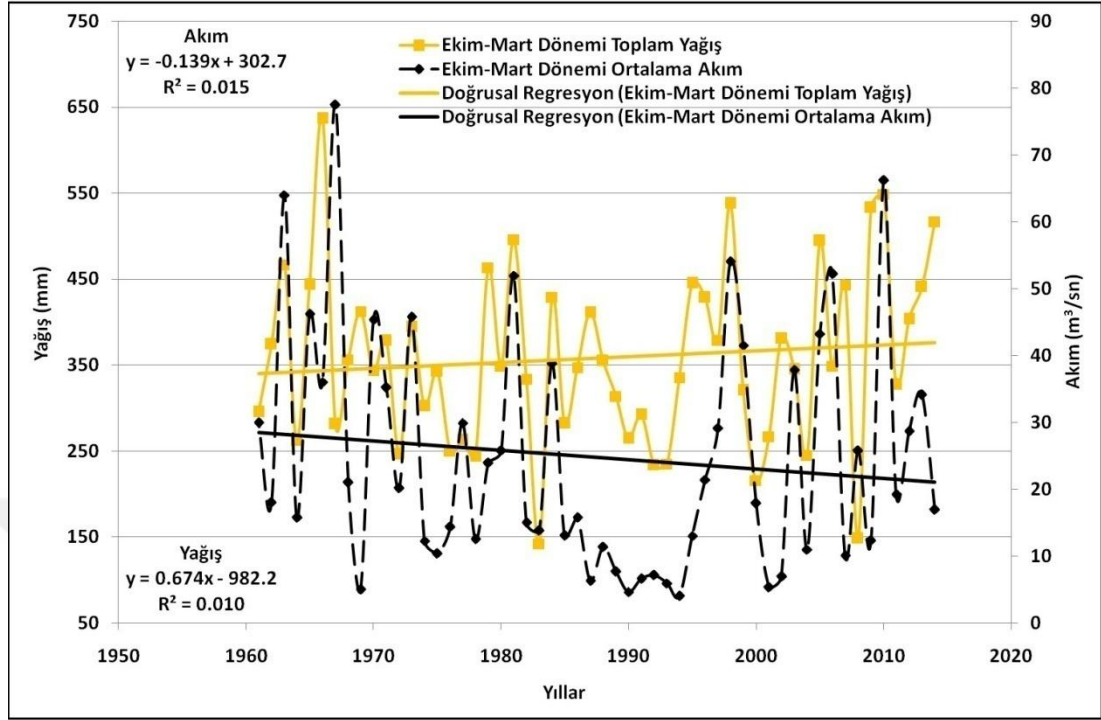


Şekil 3.43: 1961-2014 Yılları Arası Tunca Nehri Sıcak Dönem Ortalama Akım ve Sıcak Dönem Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafiği

Soğuk dönem değerlerine bakıldığında; ortalama sıcaklık ve toplam yağış değerleri artma eğilimi göstermekteyken, ortalama akım değerlerinin ise azalma eğilimi göstermektedir. 1990'dan sonra ortalama akım, ortalama sıcaklık ve toplam yağışlardaki yüksek artış eğilimi, soğuk dönemde de söz konusudur. 1990'dan önce söz konusu olan ortalama akım, ortalama sıcaklık ve toplam yağış değerlerinin hem soğuk, hem sıcak hem de yıllık dönemlerdeki azalma eğilimleri, 1990'larda üç parametre için de tersine dönmüş, önceki 30 senelik periyottaki azalma oranlarından daha yüksek oranlarla artma eğilimi kazanmışlardır.



Şekil 3.44: 1961-2014 Yılları Arası Tunca Nehri Soğuk Dönem Ortalama Akım ve Soğuk Dönem Ortalama Sıcaklık Regresyon Analiz Grafiği



Şekil 3.45: 1961-2014 Yılları Arası Tunca Nehri Soğuk Dönem Ortalama Akım ve Soğuk Dönem Toplam Yağış Regresyon Analiz Grafığı

3.2.2 Yeraltıları ve Kaynaklar

Çalışma sahasının yeraltıları ve kaynaklarının özellikleri genel olarak DSİ, (2016) ve ÇŞİM, (2018)'den yararlanılarak incelenmiştir. Bu kapsamda sahada bulunan kaynakların ve kuyuların genel özellikleri ve dağılış dokuları analiz edilmiştir. Yine çalışma sahası boyunca yeraltısının seviyesi ve yeraltısının hareket yönleri, mevcut verilerin el verdiği kadarıyla haritalanmıştır. Buna ek olarak 59609 numaralı Lalapaşa kuyusunun 2011-2017 yılları arasını kapsayan yeraltısını seviyesinin aylık değişim verileri kullanılarak yıllık ortalama, soğuk dönem ortalama ve sıcak dönem ortalama yeraltısı seviyesi değişim grafikleri hazırlanmış, yeraltısını seviyesinin değişim trendi, doğrusal regresyon analizleri kullanılarak irdelenmiştir. Yine, sahadaki hidrojeolojik birimlerin yeraltısını iletme ve depolayabilme özelliklerine yer verilmiş; bu özelliklere göre akifer, akıtar, akıklü ve akifü olarak sınıflanmış bulunan söz konusu birimlerin mekansal dağılış özelliklerine değinilmiştir.

3.2.2.1 Kaynaklar

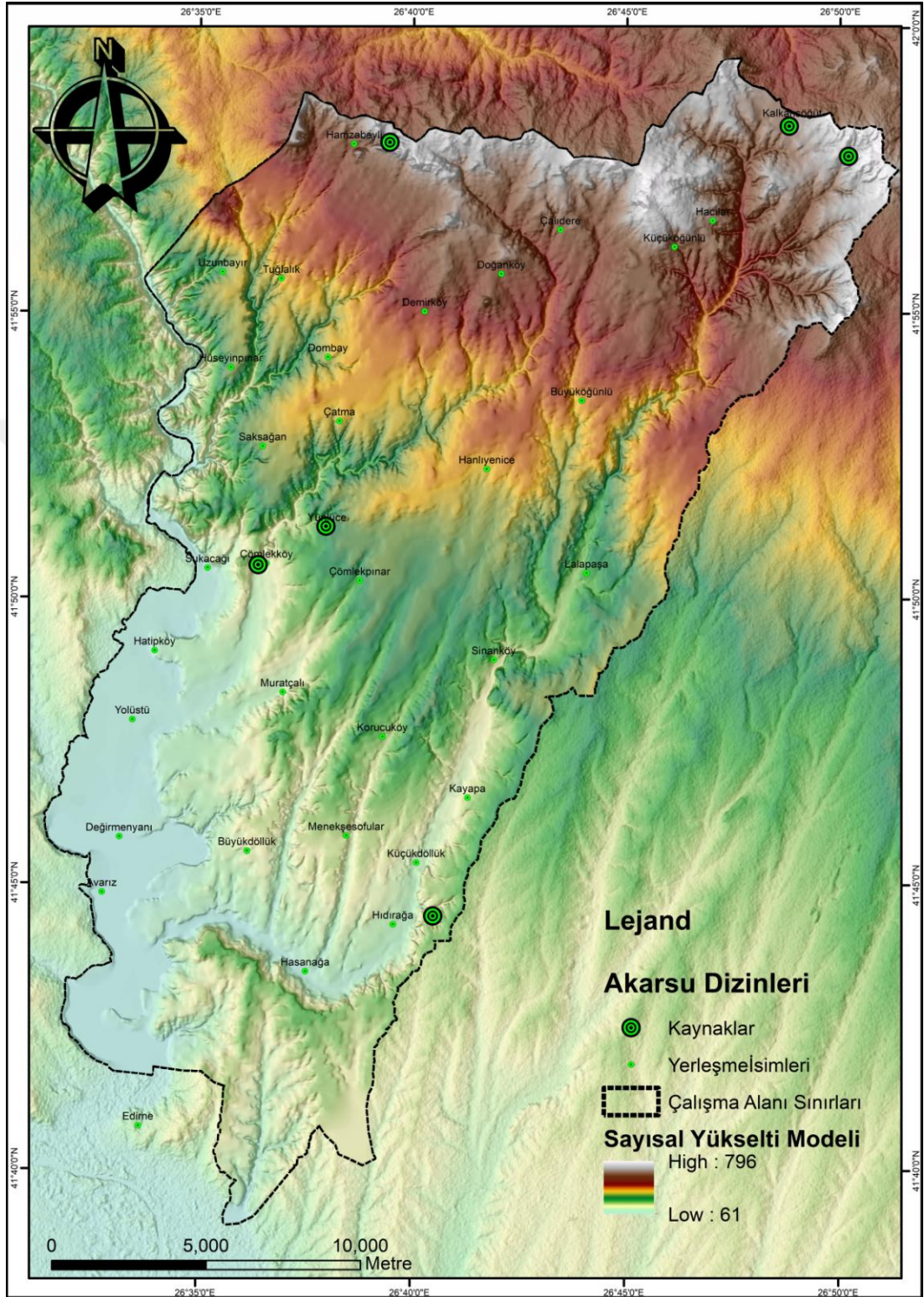
Çalışma alanındaki kaynakların büyük çoğunluğu, Kırklareli Kireçtaşı birimlerinden yeryüzüne çıkış yapmaktadır. Bunda; Kırklareli Kireçtaşı Formasyonu'nun kuesta rölyefi de meydana getirmiş bulunan farklı direnç ve geçirimsizlik özelliklerine sahip tabaka ardalanmalarından oluşmuş bulunması büyük rol oynamaktadır.

Çalışma alanında özellikle Kırklareli Kireçtaşı üzerinde irili ufaklı bir sürü kaynak bulunmasına rağmen, bahsedilmeye değer öneme sahip olan toplam 2 tane kaynak vardır. Bunlar; Yünlüce Köyü'nün 200 metre güneyindeki Yünlüce Kaynağı ve Çömlekköy'ün 300 metre batısındaki Çömlekköy Kaynağı'dır. DSİ (2016) tarafından yapılan ölçümlere göre Yünlüce Kaynağı'nın debisi 8 l/s, Çömlekköy Kaynağı'nın debisi ise 20 l/s'dir.

Kırklareli Kireçtaşı birimlerinin dışında, Sinanlı Formasyonu ve Kapaklı Dolomit Üyesi birimlerinden çıkan kaynaklar da vardır. Ayakbaba Kaynakları, Hamzabeyli'nin 1.5 km doğusundaki Kapaklı Dolomit Üyesi bünyesindeki bol çatlaklı dolomitik mermerlerden 3-4 l/s'lik debilerle çıkmaktadır. Ayaz Kaynağı ise, Hıdırağa'nın 1.5 km doğusundadır ve Sinanlı Formasyonu birimleri arasından 3 l/s'lik debiyle çıkmaktadır. Bunun yanında Kalkansöğütün 150 metre güneyinde ve 2 km güneydoğusunda yine Kapaklı Dolomit Üyesi birimlerinden çıkan iki kaynak daha bulunmaktadır. Bunların debileriyle ilgili DSİ tarafında herhangi bir bilgi bulunmamaktadır (DSİ, 2016).

Koordinatlar		pH	EC ($\mu\text{S/cm}$)	T ($^{\circ}\text{C}$)	TDS (ppm)	Kaynak İsimleri
x	y					
472987	4621127	7.37	767	17.7	435	Ayaz Kaynağı
467337	4632500	7.85	494	15.7	294	Çömlekköy Kaynağı
469533	4633744	7.35	542	16.8	313	Yünlüce Kaynağı
486455	4645717	7.61	502	13.5	316	K.söğüt Kaynağı 1
484535	4646695	7.37	614	15.1	368	K.söğüt Kaynağı 2

Tablo 3.9: Çalışma Alanındaki Kaynakların Özellikleri (DSİ, 2016).



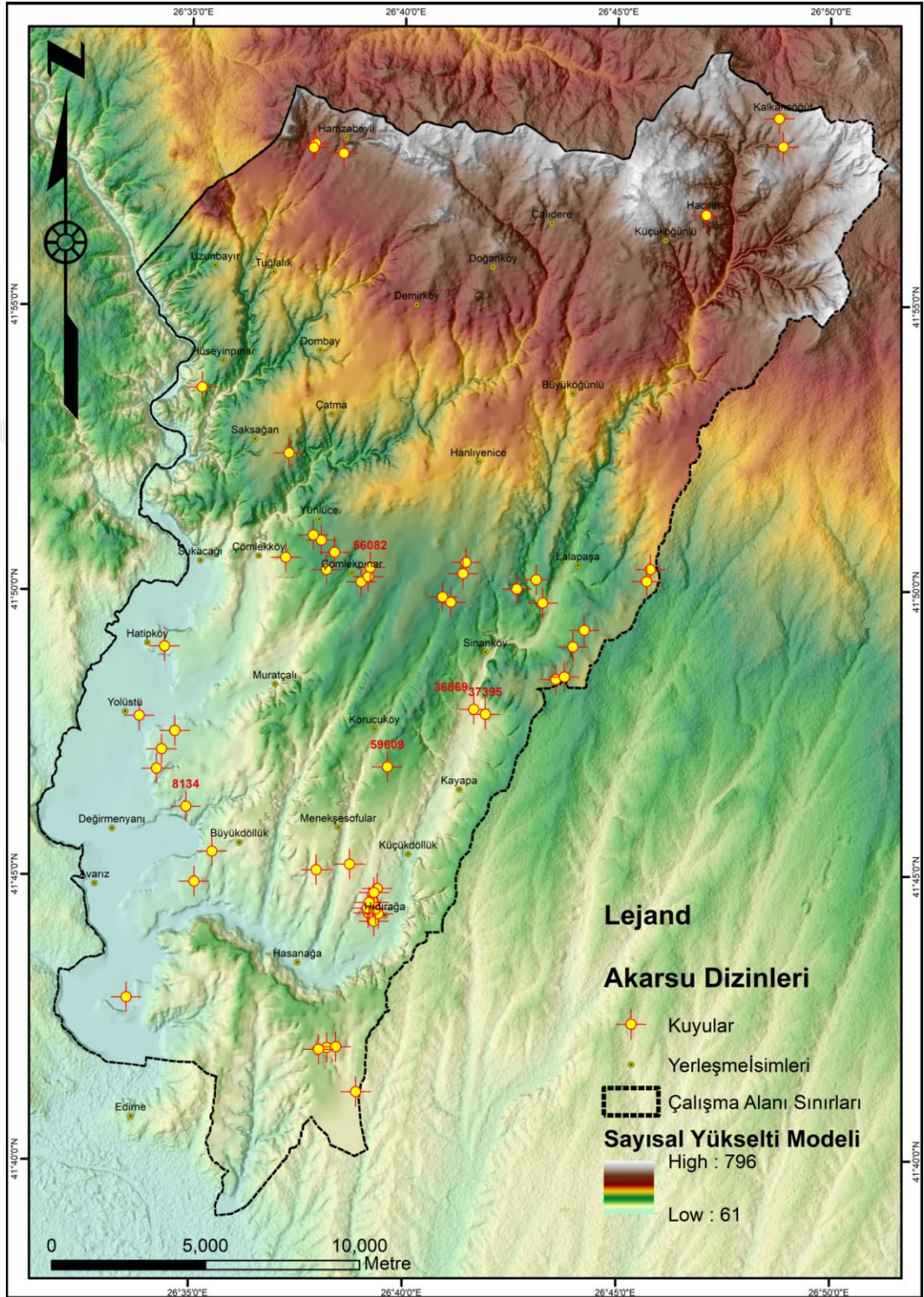
Şekil 3.46: Kaynakların Mekansal Dağılışı Özellikleri

Kaynakların pH değerleri, 7.37 ile 7.85 arasında değişmektedir. Bekleneceği üzere, Kırklareli Kireçtaşı birimlerinden çıkan kaynakların pH değerleri yüksektir. Elektriksel İletkenlik değerleri (EC) 494-767 arasında değişmektedir. Sıcaklık değerleri 13.5-17.7 arasındayken, sudaki toplam çözünürlük değeri (TDS) ise 294 ile 435 arasında değişmektedir.

3.2.2.2 Kuyular

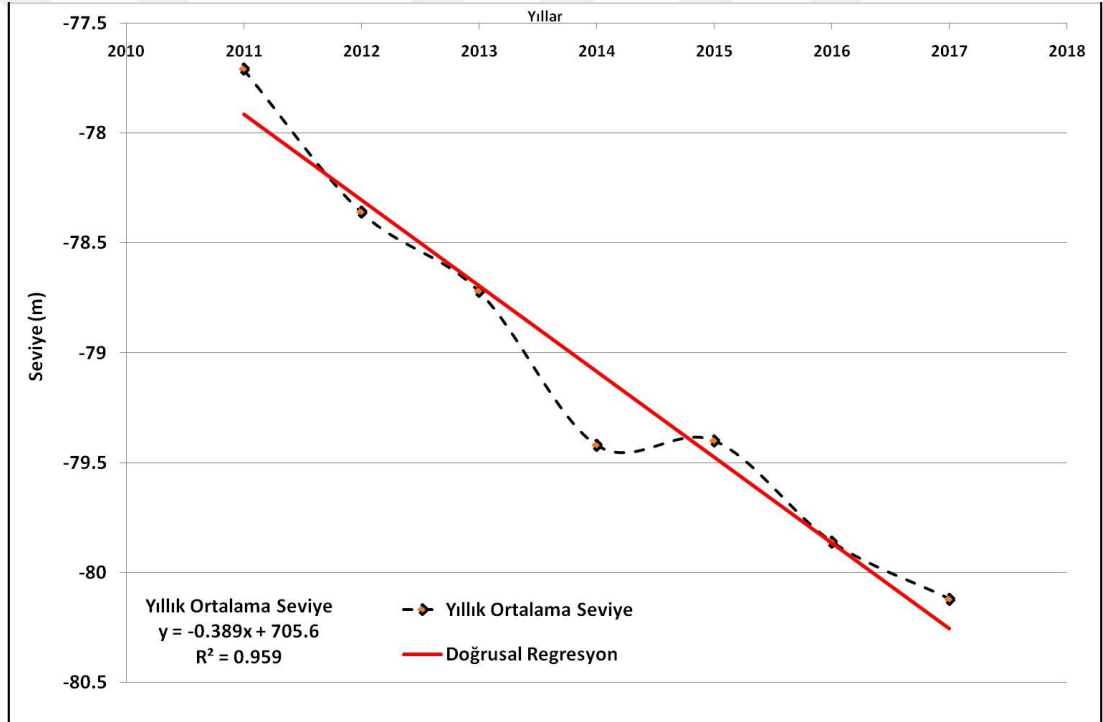
Çalışma sahasında DSİ (2016)'ya göre DSİ, İller Bankası, MTA, Belediye, Özel İdare gibi kurumların ve şahısların açtığı 56 adet kuyu bulunmaktadır. Bu kuyular genel olarak Trakya Sedimanter Havzası kısmında yoğunlaşmıştır. Kuyular, Tunca Nehri alüvyonları boyunca, Çömlekakpınar-Lalapaşa hattında Kırklareli Kireçtaşı üzerinde ve Hıdırağa çevresindeki Trakya Formasyonu ve Sinanlı Formasyonu üzerinde yoğunlaşmaktadır. Istranca Masifi kısmında kuyular çok seyrelmekte, var olanları ise Kapaklı Dolomit Üyesi birimlerinin üzerinde bulunmaktadır. Bu kuyular genel olarak içme, sulama ve sanayi faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Bu kuyuların mekansal dağılışı özellikleri şekil 3.47 'de verilmiştir.

DSİ (2016), 2015 yılında bu kuyulardan statik seviye ölçümü yapmış ve buna göre çalışma sahası boyunca yeraltı seviyesinin dağılımını haritalamıştır (Şekil 3.51). Buna göre Sukacağı-Çömlekakpınar-Lalapaşa hattında 160 metre civarında olan su seviyesi, Sinanköy güneybatısında 140 metreye, Hatipköy-Korucuköy-Kayapa hattında 120 metreye, Yolüstü-Büyükdöllük kuzeydoğusu-Menekşesofular kuzeydoğusu hattı boyunca 100 metreye, Değirmenyanı batısı ve kuzeyi ve Hasanağa doğusunda 80 metreye, Değirmenyanı çevresi ve Hasanağa Kuestası'nın sırtı boyunca 60 metreye düşmektedir. Bu yeraltı seviyesi çalışma sahası sınırlarının dışına; Meriç Nehri'ne doğru 20 metrelere kadar inmektedir. Yer altı su seviyesinin akış doğrultusu ise monoklinal yapılı bölgede tabakaların eğim yönleriyle paralel olarak güneybatıya, Tunca Nehri alüvyal sahası çevresinde ise Tunca Nehri'ne doğrudur (Şekil 3.51)



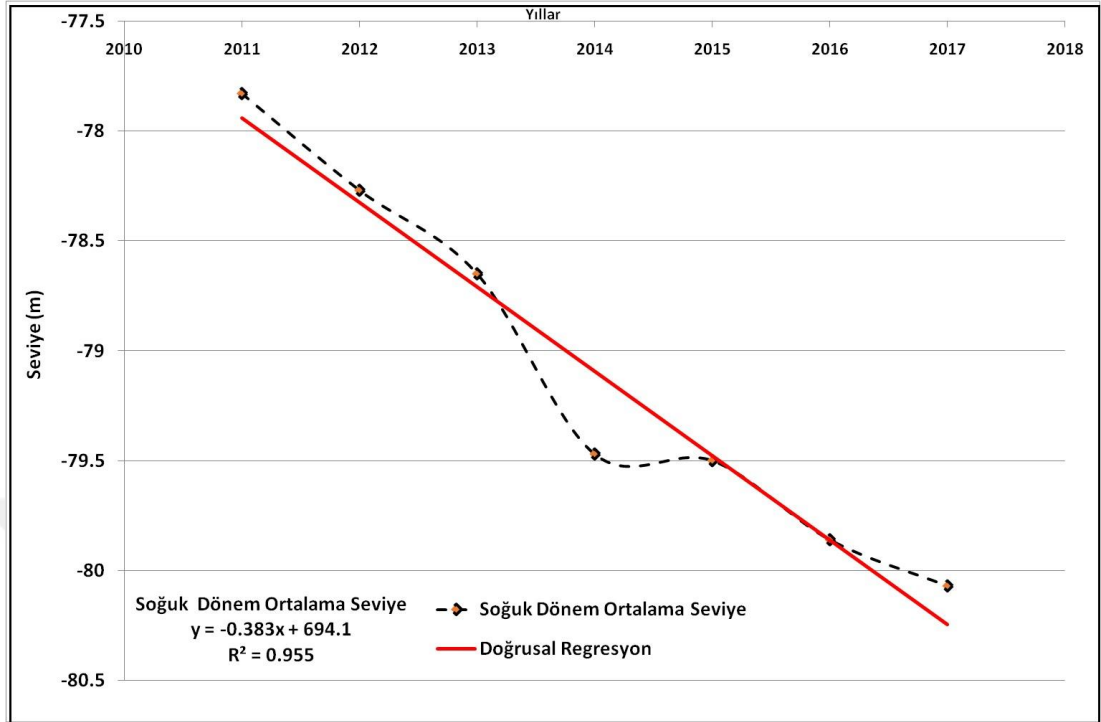
Şekil 3.47: Kuyuların Mekansal Dağılım Özellikleri (DSİ, 2016).

Çalışma sahasındaki yeraltı seviyesinin değişim özellikleri, Edirne Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nün hazırladığı 2018 yılı Çevre Durum Raporu'nda verilen kuyuların aylık seviye değişim verileri kullanılarak analiz edilmiştir. Bu veri kaynağında çalışma alanı sınırları içine sadece Sinanköy yakınlarında Kırklareli Kireçtaşı üzerinde açılmış 59609 numaralı kuyu girmektedir. Bu kapsamda 59609 numaralı kuyunun 2011-2017 yılları arasını kapsayan yeraltı suyu seviyesinin aylık değişim verileri kullanılarak yıllık ortalama, soğuk dönem ortalama ve sıcak dönem ortalama yeraltı suyu seviyesi değişim grafikleri hazırlanmış, buna ek olarak yeraltı suyu seviyesinin değişim trendi, doğrusal regresyon analizleri kullanılarak irdelenmiştir.

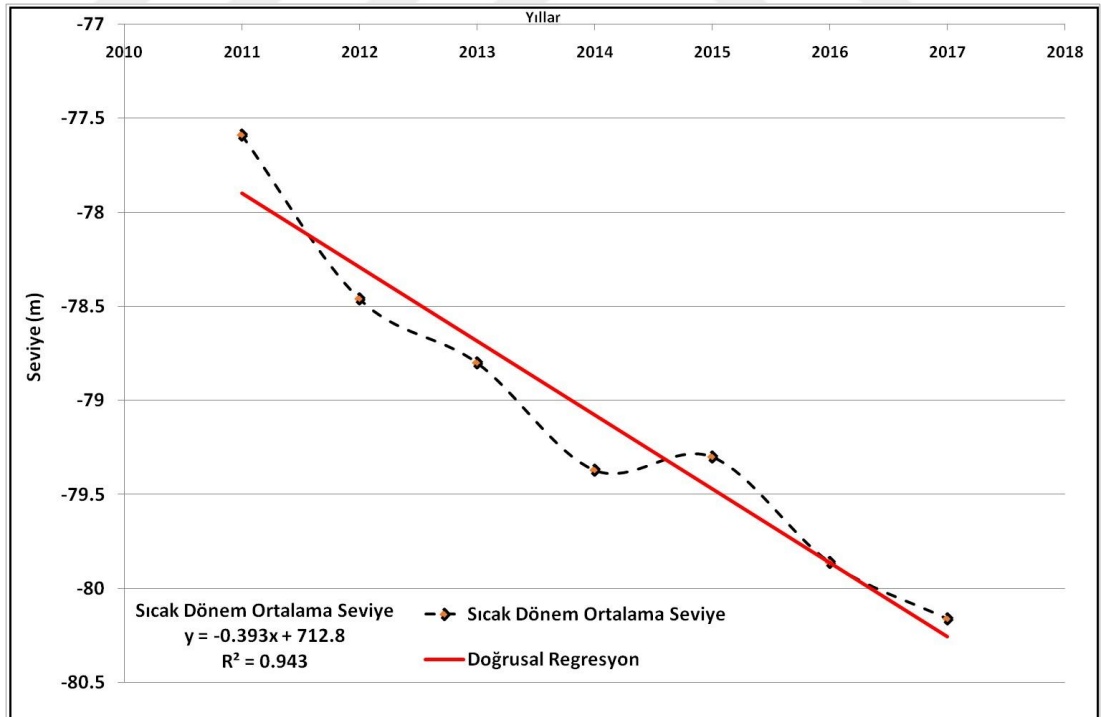


Şekil 3.48: 59609 Numaralı Lalapaşa Kuyusu Yıllık Ortalama Yeraltı Su Seviyesi Değişim Grafiği (ÇŞİM, 2018).

Şekil 3.48'e göre, yeraltı su seviyesi, 7 yıllık bir zaman periyodu içerisinde yaklaşık 3 metre azalmıştır. Öyle ki, 2011'de neredeyse -77.5 metre seviyesinde olan yıllık ortalama yeraltı suyu seviyesi, 2017'de neredeyse -80.5 metreye düşmüştür. Bu düşüş trendi, doğrusal regresyon analizi sonuçlarında da oldukça açık görülmektedir. Bu sonuçlara göre yıllık ortalama yeraltı suyu seviyesi, 7 yılda çok yüksek bir eğilim çizgisiyle düşme trendi sergilemiştir.



Şekil 3.49: 59609 Numaralı Lalapaşa Kuyusu Soğuk Dönem (Ekim-Mart) Ortalama Yeraltısı Seviyesi Değişim Grafiği (ÇŞİM, 2018).



Şekil 3.50: 59609 Numaralı Lalapaşa Kuyusu Sıcak Dönem (Nisan-Eylül) Ortalama Yeraltısı Seviyesi Değişim Grafiği (ÇŞİM, 2018).

Bu düşüş trendi soğuk dönem ortalama yeraltı su seviyesi ve sıcak dönem ortalama yeraltı su seviyesi grafiklerinde de benzer özellikler göstermektedir. Filhakika bu sonuçlar, iklim analizi sonuçlarına göre özellikle son 30 yılda yağışların sağanak karakter kazanmaya başladığı ve buna bağlı olarak yeraltına infiltrasyon oranının düştüğü savını desteklemektedir. Aynı şekilde yıllık ortalama sıcaklıkların ve yıllık toplam evapotranspirasyon değerlerinin son 30 yılda çok ciddi oranlarda yükselmiş olması da yeraltı su seviyesinin düşmesinde rol oynayan önemli etmenlerdendir. İklim değişikliğinin bölgedeki iklim elemanlarına etkisi düşünüldüğünde, yeraltı su seviyesinin yakın gelecekte de düşme eğilimini sürdüreceği öngörülmektedir.

3.2.2.3 Akiferler

Çalışma alanındaki mevcut jeolojik birimler, yeraltı suyuyla etkileşimleri bakımından farklı özellikler taşır. Bu hidrojeolojik birimler, yeraltı sularını içerme ve iletme özelliklerine göre akifer, akitard, akiklud ve akifüj olarak dörde ayrılarak incelenmiştir. Akifer, genel olarak suyu iletim gücü yüksek olan, geçirimsizliği ve gözenekliliği yüksek, su depolayabilen formasyonlar olarak tanımlanır. Akitard ise yeraltı suyunu taşıyabilen ancak akifere göre yarı geçirimsiz birimlerden dolayı yeraltı su dolaşımının daha yavaş gerçekleştiği birimlerdir. Akikludler; yeraltı suyunu depolayabilen ancak iletim oranları çok düşük olan heterojen birimleri tanımlarken, akifüjler ise geçirimsizliği ve gözenekliliği çok düşük birimleri tanımlar (DSİ, 2016).

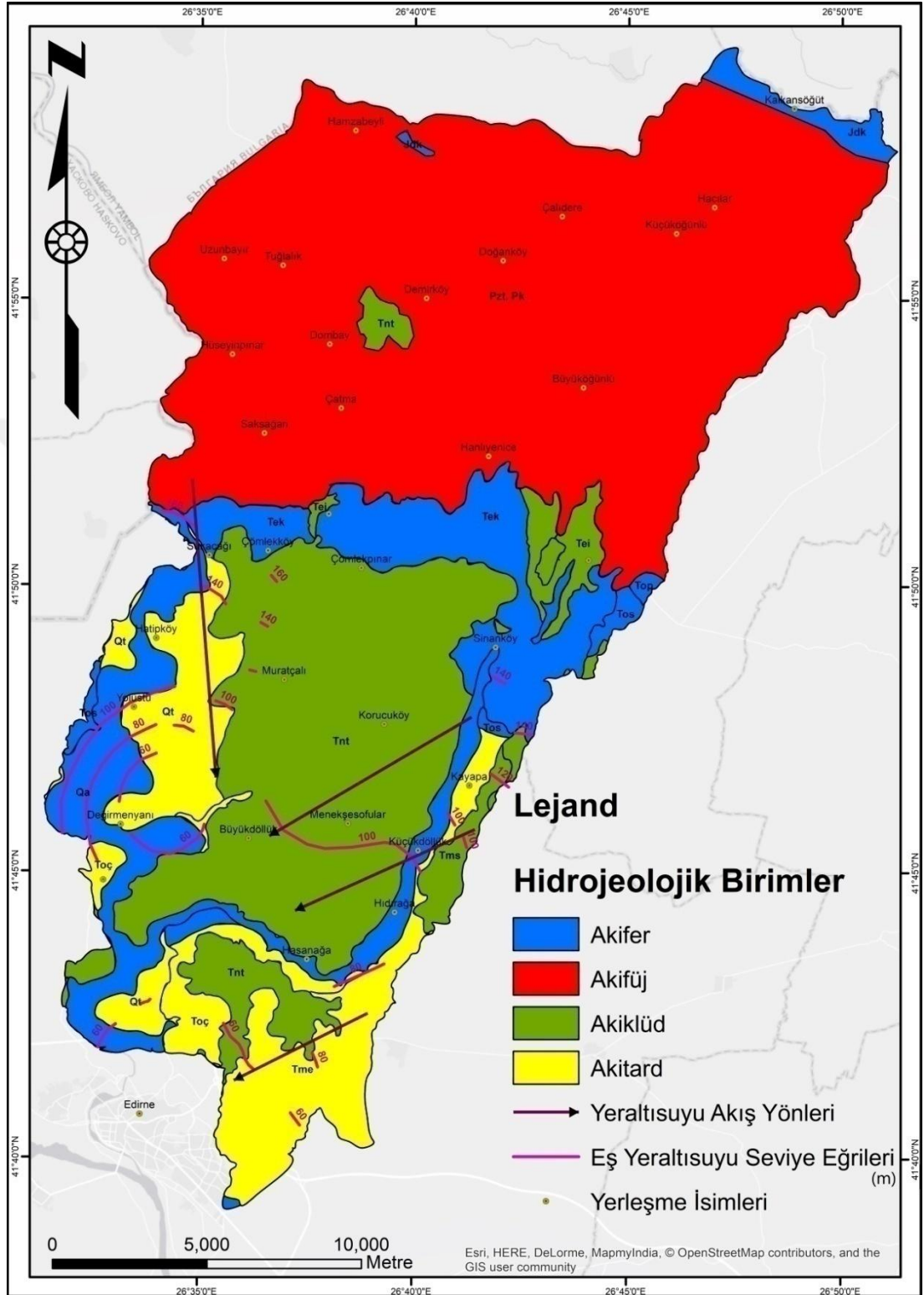
Çalışma sahasında Kuaterner Alüvyonları, bünyesinde yüksek geçirimsiz ve gözenekli birimleri barındırır ve çok verimli akifer özelliği taşımaktadır. Bir diğer verimli akiferi ise Kırklareli Kireçtaşı Formasyonu oluşturmaktadır. Karstik akifer niteliği de taşıyan bu formasyonun gözenekliliği ve geçirimsizliği yüksektir. Bazı kısımlarında basınçlı akifer özelliği göstermektedir. Pınarhisar Formasyonu da Kırklareli Kireçtaşı gibi yüksek gözenekliliğe ve geçirimsizliğe sahip olması ile akifer özelliği taşımaktadır. Çalışma sahasındaki Çakıl Formasyonu, Ergene Formasyonu ve Kuaterner Taraçaları, nispeten daha heterojen birimlerden meydana geldikleri için akitard özelliği taşımaktadırlar. Bu formasyonlardan Çakıl Formasyonu'nun verimsizliği, diğer iki formasyona göre daha fazladır. Trakya Formasyonu, Sinanlı Formasyonu ve İslambeyli Formasyonları ise bünyelerindeki çok miktardaki killi

birimlerden dolayı akiklöd olarak sınıflandırılmıştır. Istranca Masifi'ni oluşturan temel metamorfik ve magmatik kökenli formasyonlar ise çok düşük geçirimsizlik özellikleri dolayısıyla akifüj karakteri taşımaktadırlar. Bu formasyonlardan sadece Kapaklı Dolomit Üyesi kırıklı ve boşluklu yapısıyla akifer özelliği taşımaktadır. Akifer özelliği taşıyan formasyonlarda yapılan pompaj ölçümlerine göre Kuaterner Alüvyonları'nın iletimsizlik değerleri 60-350 m²/gün arasında değişirken, Kırklareli Formasyonu iletimsizlik değerleri 1-40 m²/gün arasında değişmektedir.

DSİ (2016), çalışma sahasında akifer özelliği taşıyan formasyonlardan bazılarında kuyular açıp pompaj ölçümleri yapmış, buna göre akiferlerin iletimsizlik değerlerini ve akiferlerde yer alan yeraltısuyunun statik seviyelerini belirlemiştir. Bu değerler tablo 3.10 'da, kuyu lokasyonları ise "Kuyular" başlığı altındaki şekil 3.47'de verilmiştir. Çalışma alanındaki akiferlerden sadece Kuaterner Alüvyonları ve Kırklareli Kireçtaşı Formasyonu üzerinde ölçümler yapılmıştır. Buna göre Kırklareli Kireçtaşı'nın iletimsizlik değeri Kuaterner Alüvyonları'na göre çok daha yüksektir. Aynı zamanda Statik Seviye oranları büyük miktarda farklılık taşımaktadır. Bunda, yapının ve yapıya bağlı şekillenen topoğrafyanın rolü büyüktür.

Kuyu No	T (m²/gün)	Statik Seviye (m)	Formasyon
8134	0.26	4.70	Kuaterner Alüvyonu
36869	1.09	18.78	Kırklareli Kireçtaşı
37395	8.24	17.00	Kırklareli Kireçtaşı
56082	40.00	35.53	Kırklareli Kireçtaşı

Tablo 3.10: Akiferlerin Başlıca Özellikleri



şekil 3.51: Yeraltısuyu Özellikleri (DSİ, 2016'dan Yararlanılarak Hazırlanmıştır).

3.3 Bitki Örtüsü Özellikleri

Dönmez (1969); İklim, toprak, topoğrafya gibi coğrafi faktörleri göz önüne alarak Trakya'nın bitki örtüsünü; Nemli Orman Bölgesi, Kuru Orman Bölgesi, Antropojen Step Bölgesi, Maki ve Psödomaki Bölgesi ve Kıyısal Bitki Bölgesi olmak üzere beş genel grupta toplamıştır. Trakya Bölgesi için karakteristik olan bu genel sınıflama, bu çalışmanın sınırlarına bakıldığında yalnızca Kuru Orman Bölgesi ve Antropojen Step Bölgelerini kapsamaktadır. Bu yüzden burada sadece bu iki grup detaylı olarak incelenecektir.

3.3.1 Kuru Orman Bölgesi

Istrancaların güney yamaçlarında ve eteklerindeki platoluk sahalarda geniş yayılım alanına sahip olan bu ormanlar, 600-800 mm. arasında yıllık ortalama yağış miktarının görüldüğü kabaca 200-500 metre yükselti aralığını kaplar. Bu ormanların Istrancalar üzerindeki kuzey sınırı, aynı zamanda kayın ve meşe ağaçları arasındaki sınıra tekabül eder. Kuru ormanların güney sınırının ise genel olarak 200 metre izohipsini takip ettiği söylenebilirdese, ormanların bu sınırdan yoğun olarak tahrip edilmesi nedeniyle 200 metre izohipsiyle tam olarak çakışmaz, düzensiz bir hat şeklindedir. Ormanların karakteristik ağaç türlerini ise yapraklarını döken meşeler teşkil eder. Bu meşeler, seyrekler ve altlarında çalı vb. kısa boylu vejetasyondan yoksundurlar. Meşeler, tür açısından ise oldukça çeşitlilik gösterirler. Trakya Kuru Orman Bölgesi; *Q. petraea* (sapsız meşe), *Q. robur subsp.robur* (Saplı Meşe), *Quercus frainetto* (Macar Meşesi), *Q. pubescens*, *Q. cerris*, *Q. hartwissiana* gibi meşe türlerine ev sahipliği yapar. Meşe türlerinin yanında; *Acer campestre*, *Asgaragus*, *Cistus*, *Fagus orientalis*, *Rubus fruticosus*, *Rosa sempervirens*, *Smilax excelsa*, *Tilia argentea*, *Pirus communis*, *Fraxinus ornus*, *Fraxinus oxycarpa* gibi farklı bitkiler, bu ormanların ana türlerini meydana getirir. Daha güneye doğru, antropojen step formasyonlarının görülmeye başlanmasıyla gözden kaybolurlar (Dönmez, 1969).

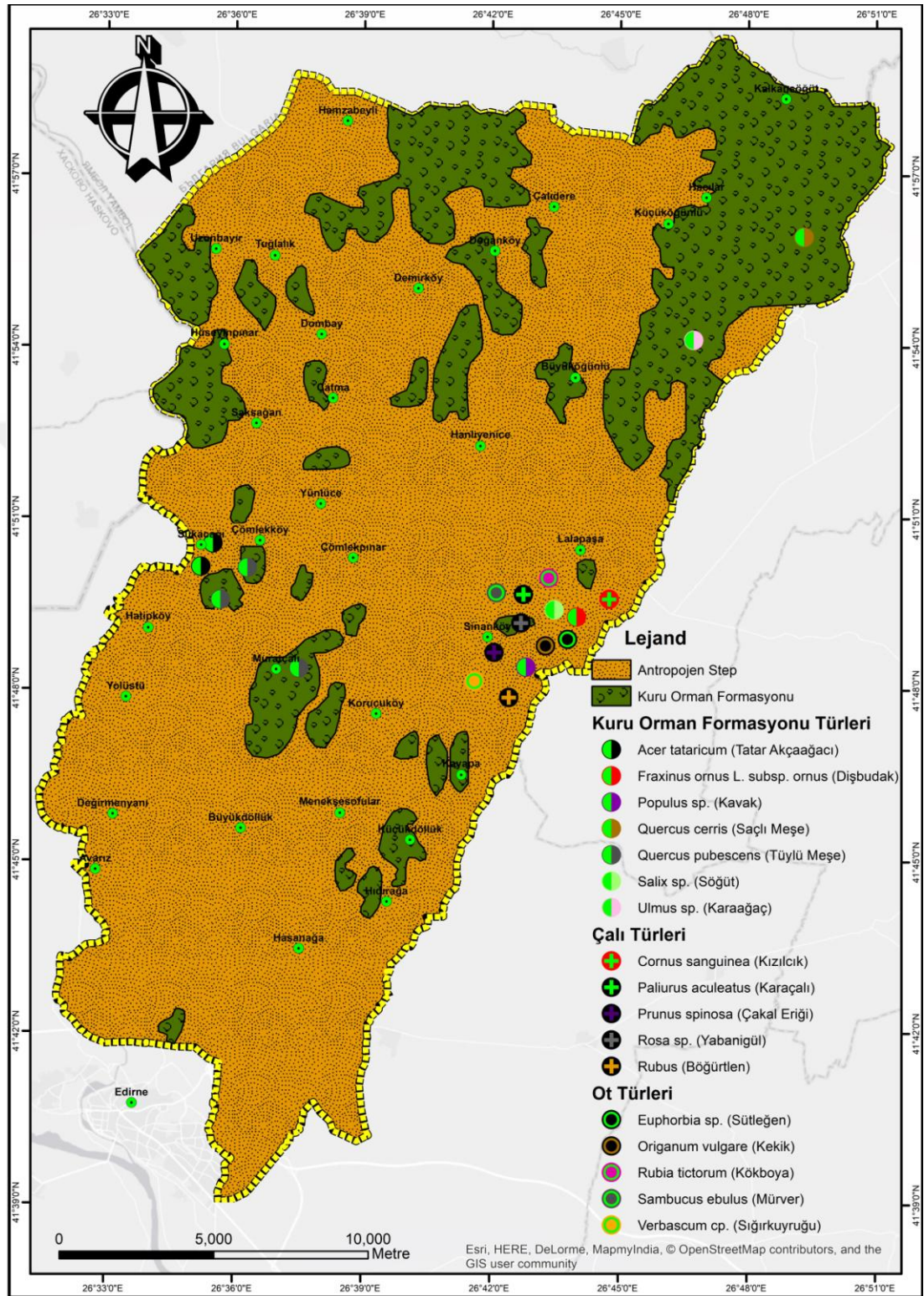
Istrancalar'ın güney yamaçlarına denk gelen, çalışma alanının kuzey ve kuzeydoğu kesimlerinde yaygın olarak görülen kuru ormanlar, yaklaşık 109 km² alan kaplarlar. Kuzeydoğuda Hamzabeyli, Hacılar, Kalkansöğüt, Küçüköğünlü köyleri civarında,

batıda ise Saksagan, Uzunbayır, Hüseyinpinar köyleri civarında geniş alanlarda yayılmışlardır.

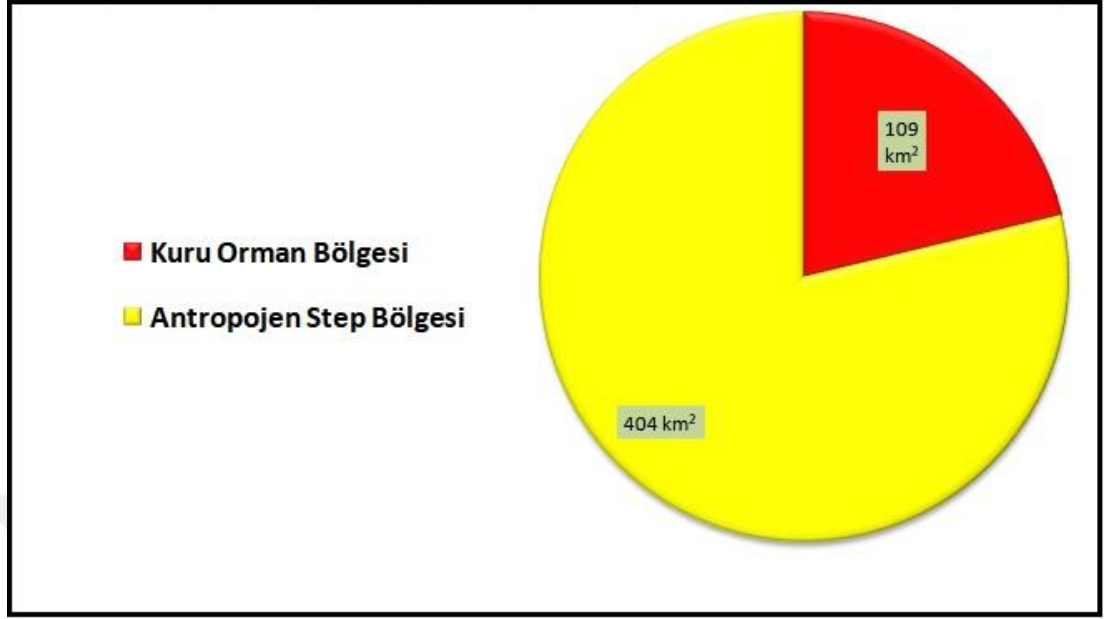
3.3.2 Antropojen Step Bölgesi

Antropojen stepler, genel olarak Ergene Havzası'nda yayılış göstermektedirler. Ormanların insan faaliyetleri ile tahrip edilmesiyle şekillenmişlerdir. Bu bölge, kuzeyden Istrancalar'ın güney yamaçlarındaki kuru ormanlar, güneyden ise Ganos ve Kuru Dağları'nın kuzey yamaçlarındaki kuru ormanlar tarafından sınırlanmaktadır. Geniş, boş arazi şeklindeki görünümü nedeniyle bazı araştırmacılar, bölgeyi doğal step bölgesi olarak tanımlama hatasına düşselerde, Ergene Havzası'nın iklimik olarak doğal step bölgesi dışında olması ve bazı kısımlarında orman kalıntılarının bulunması, daha önce bu bölgelerde ormanların bulunduğunun kanıtıdır. Antropojen Step Bölgesi; *Acer campestre*, *Echium*, *Euphorbia*, *Rhus cotinus*, *Trifolium*, *Verbascum*, *Salix alba*, *Phlomis*, *Delphinium consolida*, *Astragalus thracicus*, *Acer tataricum*, *Asparagus acutifolius*, *Echinops microcephalus*, *Inula viscosa*, *Ononis spinosa*, *Rumex pulcher* vb. türler ile karakterize olmaktadır (Dönmez, 1969).

Çalışma alanında kuru ormanların dışında kalan yaklaşık 404 km²'lik bir alan antropojen step formasyonu ile karakterize olur. Özellikle insan faaliyetleri ile ilişkili olarak yerleşim birimlerinin yakın çevreleri başta olmak üzere, kuzey-kuzeydoğuda Istrancalar'dan güney-güneybatıda Ergene Havzası'na doğru alanlarını genişleterek yayılırlar.



Şekil 3.52: Çalışma Alanının Genel Bitki Grupları (Dönmez 1969'dan değiştirilerek).



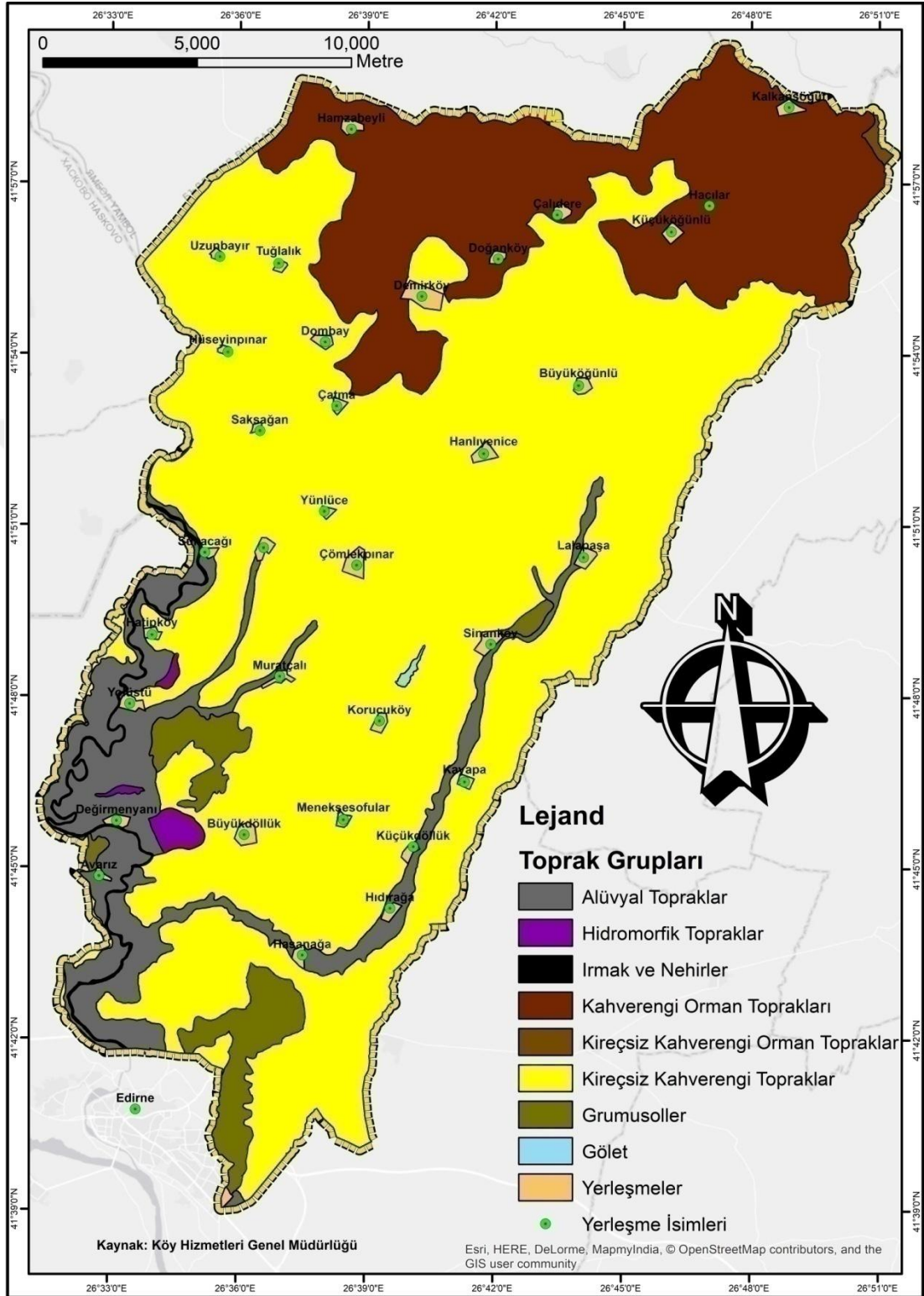
Şekil 3.53: Bitki Gruplarının Alansal Dağılışı

3.4 Toprak Özellikleri

Toprak oluşumu; litoloji, iklim, eğim, bakı, topoğrafya özellikleri, bitki örtüsü gibi faktörlerle yakından ilişkilidir. Çalışma alanında da toprak grupları, bu faktörlerle ilişkilerine bağlı olarak farklı özellikler göstermektedir. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) tarafından yürütülen çalışmalara göre çalışma alanında; Kireçsiz Kahverengi Topraklar, Grumusoller, Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları, Alüvyal Topraklar, Kahverengi Orman Toprakları ve Hidromorfik Topraklar olmak üzere altı büyük toprak grubu bulunmaktadır.

3.4.1 Kireçsiz Kahverengi Topraklar

Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve nemli geçen alanlarda yaygın olarak görülen bu topraklar, yapraklarını döken ağaçlar, step, çalı, ot gibi formasyonların altında oluşabilir. Özellikle dekalsifikasyon olayı önemlidir; yıkanmadan dolayı kireç topraktan uzaklaştırılır, toprak asit reaksiyon gösterir (Atalay, 1989; Mater, 1998). Çalışma alanında görülen en geniş toprak türüdür. 340.88 km² alan kaplarlar ve toprak gruplarının % 66,54'ünü oluştururlar.



Şekil 3.54: Çalışma Sahasının Toprak Grupları.

Bu topraklar, özellikle çalışma alanında zayıf podzolleşme gösterirler ve bünyelerinde az miktarda kalker yığılması görülebilir. Istrancalar'ın güneyinde yağışın, kuru orman formasyonunun görüldüğü bölgelere nispeten daha azaldığı kısımlarda yayılış gösterirler. Bu toprakların anakayası konumunda olan kireçtaşlarından dolayı ortamda fazla kireç bulunmasına rağmen toprakların kireçsiz bir özellik göstermeleri; bu sahaların çevrelerine göre yüksekte kalmış, genelde plato yüzeylerine karşılık gelen ve nispeten daha fazla yıkanmalarına neden olan jeomorfolojik nedenlere bağlanabilir (Dönmez, 1968).

3.4.2 Alüvyal Topraklar

Bu topraklar, genç topraklardır ve akarsuların yakın zamanda biriktirdiği alüvyonlardan meydana gelmektedir. Akarsu kanalları boyunca birikimin görüldüğü kısımlarda, taşkın ovalarında ve enerjinin düştüğü mansap kısmında yaygın olarak görülürler. Belirgin bir profil özelliğine sahip değildirler ve drenaj probleminin olmadığı alanlarda ziraat için büyük önem taşırlar (Atalay, 1989; Mater, 1998). Çalışma alanında özellikle Tunca Nehri yatağında, taşkın ovasında ve çevresinde yoğunlaşan bu topraklar, Tunca Nehri'nin Sinanköy Deresi, Çömlek Dere, Kayalı Dere gibi alt kollarının kanallarında da dar uzun şeritler halinde yayılış göstermektedir. Akarsuların kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu yönelimlerine uymuşlardır. 43.03 km² alan kaplarlar ve havzadaki toprak gruplarının % 8,42'lik kısmını oluştururlar.

3.4.3 Grumusoller

Bu topraklar kurak mevsiminde büzülen, yağışlı mevsimlerde genişleyen koyu renkli ve çok killi topraklardır. Grumusollerin işlenme periyotları çok kısadır. Düşük geçirgenliğe sahip bu topraklar, bünyelerine bol su aldıklarında şiştikleri, bünyelerindeki suyu kaybettiklerinde ise büzülerek çatladıkları için üzerlerindeki tarım ürünlerine zarar verirler. Bu yüzden yetiştirilebilecek ürün çeşidi ve miktarı sınırlıdır. Üzerlerinde bulunan doğal vejetasyon, çoğunlukla kısa boylu otları, fundaları vb. kapsamaktadır. Genelde killi ve kireçli depolar üzerinde gelişirler ve ağır bünyeli topraklardır. Toprak horizonlarından sadece A ve C horizonları bulunur ve koyu renkli bir görünümüleri vardır (Atalay, 1989; Mater, 1998).

Çalışma alanında, özellikle İslambeyli Formasyonu ve Ergene Formasyonu gibi kil içeriği yüksek jeolojik formasyonlar üzerinde gelişmişlerdir. Bu alanlara Hasanağa Köyü'nün güney-güneybatı kesimi, Sinanköy'ün kuzeydoğusu, Lalapaşa'nın güneybatısı ve Büyükdöllük Köyü'nün kuzeybatısı örnek verilebilir. 24.35 km² alan kaplarlarken havzadaki toprak gruplarının % 4,7'sini oluştururlar.

3.4.4 Kahverengi Orman Toprakları

Kahverengi Orman Toprakları, genelde nemli ılıman bölgelerde geniş alanlar kaplarlar ve kışın yapraklarını döken geniş yapraklı orman formasyonu (kayın, gürgen vb.) altında ortaya çıkarlar. Türkiye'de ise genel olarak orman formasyonu altında meydana gelmişlerdir ve çoğunlukla A, (B), C horizonlarının hepsi gelişmiştir. Bir diğer önemli özelliği de yıkanma ve mikroorganizma faaliyetleri nedeniyle humusun derine doğru taşınmış ve diğer horizonlarla karışmış şekilde bulunmasıdır (Atalay, 1989; Mater, 1998). Çalışma alanının kuzeydoğu kısmında yoğunlaşan bu topraklar; Hamzabeyli, Doğanköy, Çalidere, Küçüköğünlü, Hacılar ve Kalkansöğüt hattı boyunca, Istrancalar'ın ve üzerlerindeki geniş yapraklı orman formasyonunun coğrafi sınırlarıyla paralellik göstererek kabaca kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanırlar. Çalışma alanındaki toprak gruplarının %19,37'lik kısmına karşılık gelirler ve 99.85 km² alan kaplarlar.

3.4.5 Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları

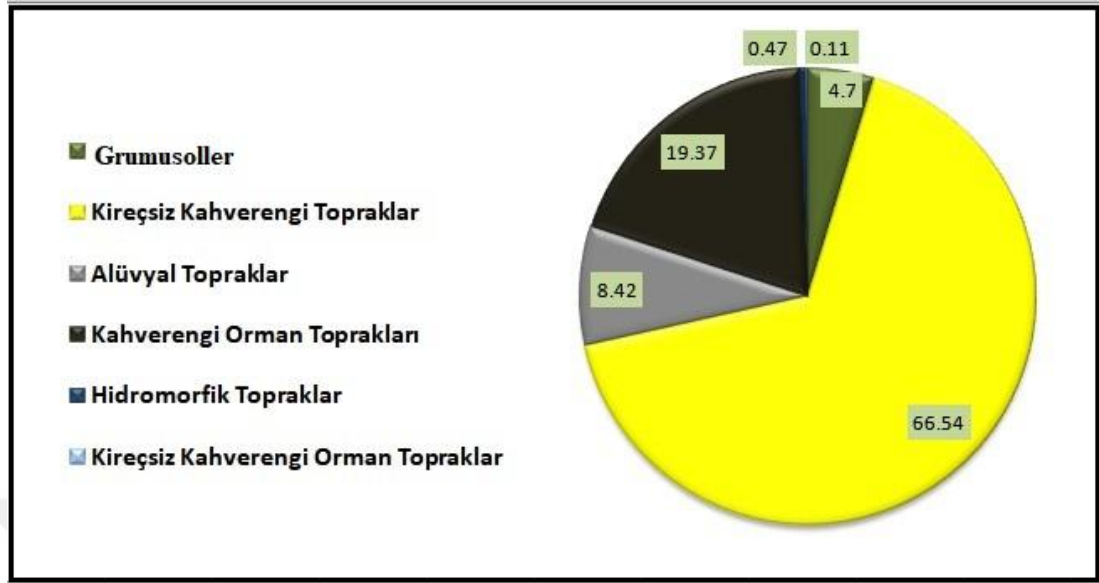
Kahverengi Orman Toprakları gibi yapraklarını döken orman örtüsü altında oluşurlar ancak yağışın kahverengi orman topraklarının bulunduğu alanlara göre daha fazla olduğu alanlarla karakterize olurlar. Yağış daha fazla olduğu için topraktaki kirecin yıkanması söz konusudur (Atalay, 1989; Mater, 1998). Havzanın kuzeydoğu sınırında, yıllık ortalama yağış değerlerinin artmaya başladığı ve kuru orman formasyonun yavaş yavaş yerini nemli orman formasyonuna bıraktığı, Kalkansöğüt'ün doğusunda küçük bir alanda yayılım gösterirler. 0.52 km² alan kaplarlarken, havzadaki toprak gruplarının % 0.11'ini meydana getirirler.

3.4.6 Hidromorfik Topraklar

Bu topraklar, drenajlarının kötü olmalarıyla diğer topraklardan ayrılmaktadır. Profil özellikleri, suyun yeraltına sızmasına ve dolayısıyla drenajına mani olur. Drenaj özellikleri kötü olan alüvyonlar üzerinde gelişebilen bu toprakların üzerinde tarım yapılması çok zordur. Özellikle büyük akarsuların taşkın ovalarında, bataklık ortamlarında görülürler. Bu topraklarda genelde, demir ve mangan gibi maddelerin oksitlenmesine bağlı kırmızı-sarı-kahverengi şeritler bulunur (Atalay, 1989; Mater, 1998). Çalışma alanında da teroik bilgilerle uyumlu olarak Tunca Nehri'nin taşkın ovasında küçük zonlarda ve Gölbaba Ard Bataklığı (Sazlık Bataklığı)'nda yayılım gösterirler. 2.41 km² alan kaplarlarken toprak gruplarının % 0.47'sini oluştururlar.



Şekil 3.55: Toprak Gruplarının Alansal Dağılımı



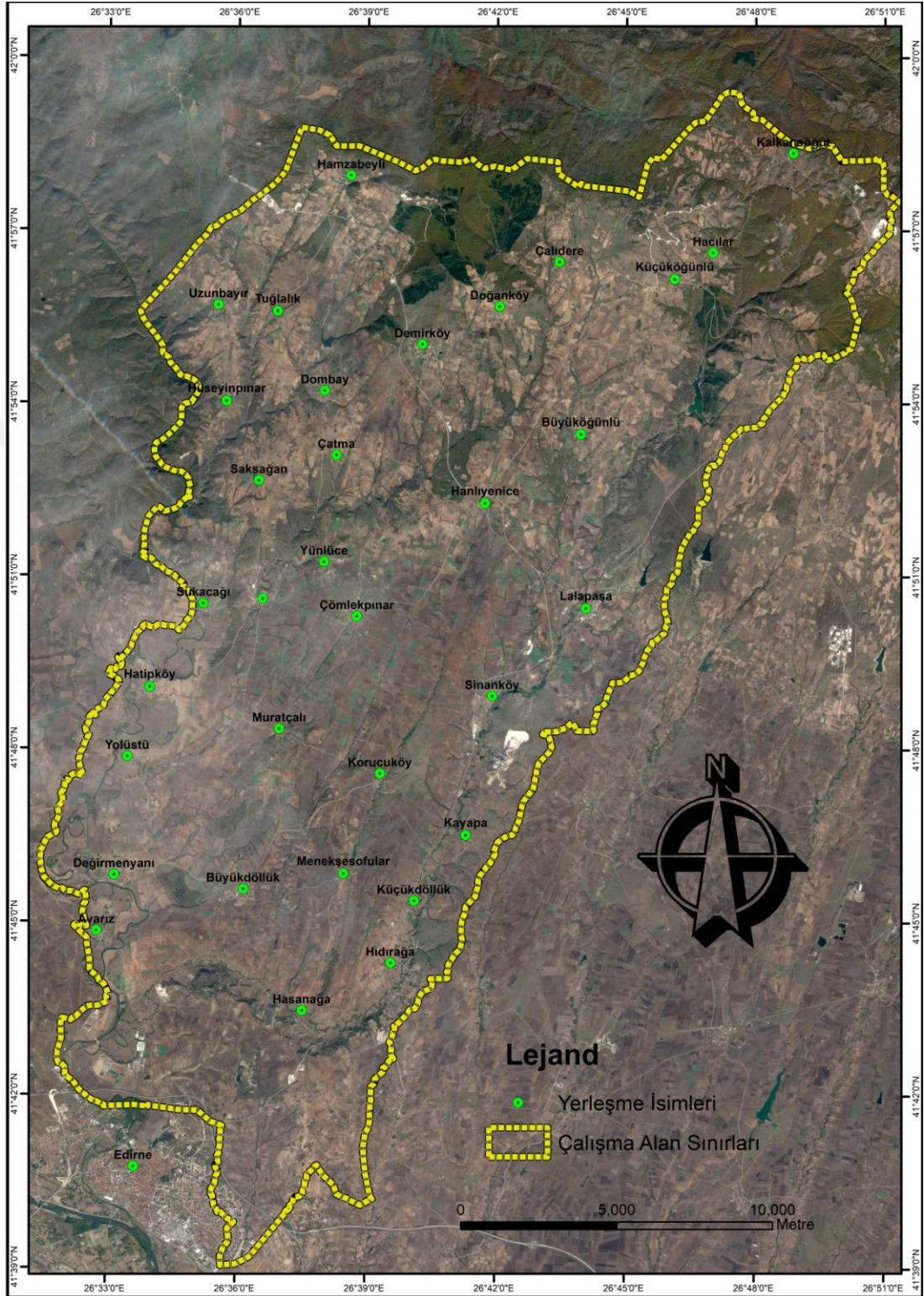
Şekil 3.56: Toprak Gruplarının Yüzde Oranları

3.5 Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı Özellikleri

Uygulamalı Jeomorfoloji çalışmalarında arazi örtüsü ve arazi kullanım özelliklerinin detaylı olarak incelenmesi, mevcut jeomorfolojik özellikler ile etkileşim tarzları ve bunun sonuçları hakkında çıkarım yapılabilmesi bakımından önem taşır. Bu kapsamda, arazi kullanımı ile ilgili çalışmaların yapılabilmesi için, farklı veri kaynaklarından yararlanılmıştır. Bunlardan birincisi; uydu görüntüleridir. Bu görüntüler kullanılmadan önce, hangi uydunun görüntülerinden yararlanılacağı belirlenmelidir. Farklı amaçlar doğrultusunda kullanılacak farklı özellikte uyduların çokluğu, bu seçimin önem derecesini arttırmaktadır. Bu çalışmada, Avrupa Uzay Ajansı'nın geliştirdiği ve yörüngeye 7 Mart 2017'de fırlatılan Sentinel 2B uydusuna ait görüntüler kullanılmıştır. Bu seçimin yapılmasında; mavi, yeşil, kırmızı ve kızılötesi dalga boylarında algılama yapan bandların 10 metre yersel çözünürlüğe sahip olması, güncel tarihli görüntü üretmesi, tekrarlama aralığının 5 gün olması gibi avantajlı özellikler etkili olmuştur. Dolayısıyla ilk işlem olarak bu uydudan 2 Kasım 2018 tarihine ait 10 metre yersel çözünürlüklü uydu görüntüsü elde edilmiş olup (Şekil 3.57), bu görüntü Arcgis 10.2 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Daha sonra, uydu görüntüsünün 4,3,2 bandları kullanılarak RGB kombinasyonu elde edilmiş, mevcut arazi örtüsü ve arazi kullanım özelliklerinin tespiti için sayısallaştırılmıştır. Buna ek olarak CORINE verileri, arazi kullanım özelliklerinin

analizi için kullanılmak üzere ikinci veri kaynağı olarak seçilmiştir. Arazi örtüsü ve kullanım özelliklerinin zaman içerisindeki evrimi ve bugünkü durum ile geçmiş yıllardaki durumun karşılaştırılabilmesi için 1990, 2000 ve 2012 yıllarına ait CORINE verileri elde edilmiş ve amaç doğrultusunda düzenlenmiştir (Şekil 3.58, 3.59, 3.60 ve 3.61). Tüm bu veriler kullanılarak; sulamasız verimli alanlar, sürekli tarım alanları, devamsız kırsal doku alanları, çayırılık alanlar, geniş yapraklı ormanlar, endüstri ve ticaret yapıları, maden ocakları, karışık ormanlar, inşaat alanları, kompleks tarım alanları, vejetasyon ile birlikte bulunan tarım alanları, iğne yapraklı ormanlar, çayır-orman geçiş alanları, bataklıklar ve meyve ağaçları olmak üzere on beş ayrı arazi sınıfı ayırtlanmış ve bu sınıflar, yirmi sekiz yıllık bir dönem kapsamında analiz edilmiştir.

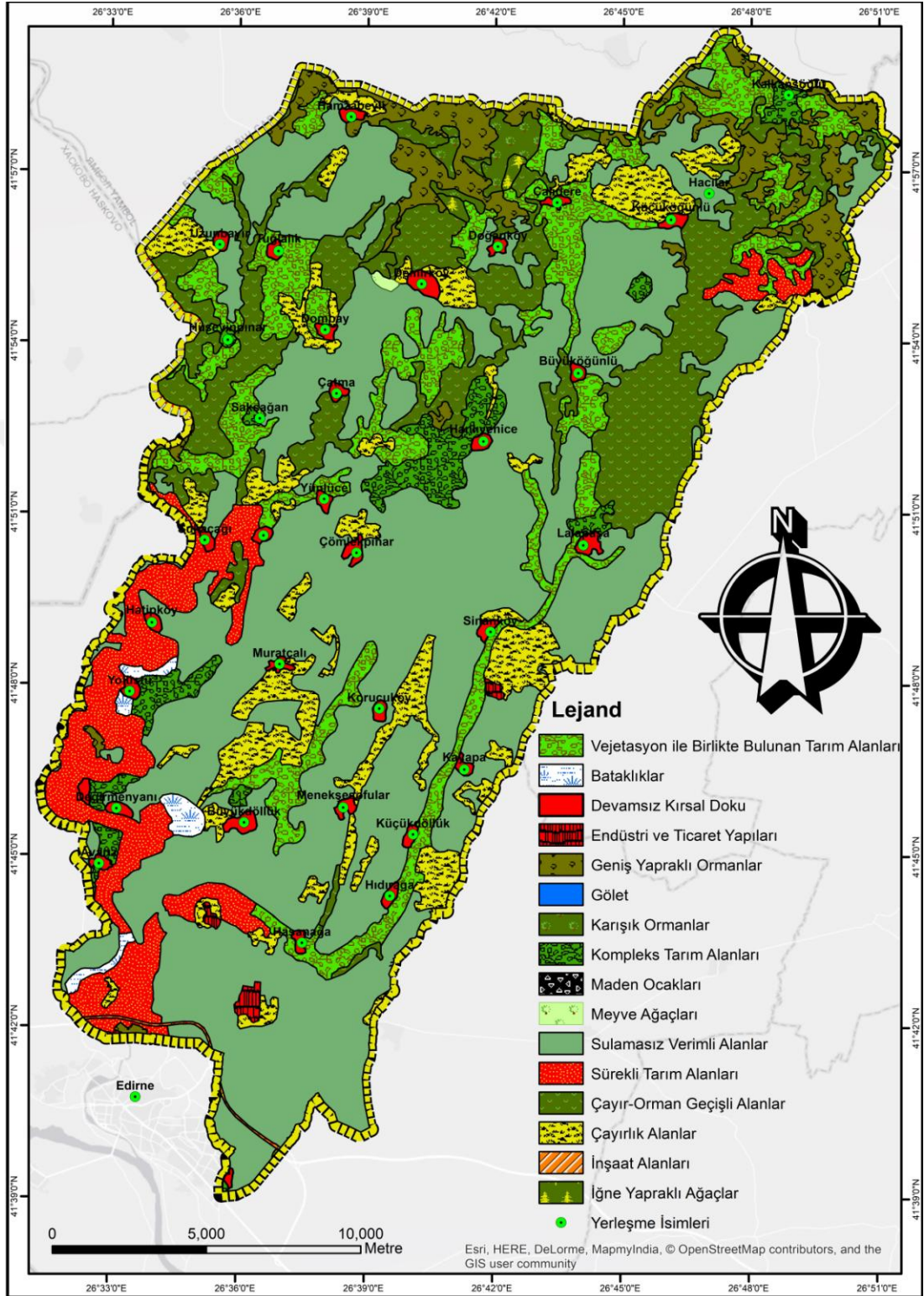
1990 yılına ait CORINE verilerine göre, kapladığı 243.2 km² alan ile sulamasız verimli alanlar, çalışma sahasında en çok alan kaplayan arazi sınıfı olarak öne çıkmaktadır. Bu sınıfı, kapladığı 68.9 km²'lik alan ile çayır-orman geçişli alanlar takip etmektedir. 63.5 km² alan kaplayan vejetasyon ile birlikte bulunan tarım alanları, 42.9 km² alan kaplayan çayırılık alanlar, 34.2 km² alan kaplayan sürekli tarım alanları, 14.9 km² alan kaplayan kompleks tarım alanları ve 9.4 km² alan kaplayan devamsız kırsal doku sınıfları öne çıkan diğer arazi sınıflarıdır. Karışık Ormanlar 4.2 km², bataklıklar 3.1 km², endüstri ve ticaret yapıları 1.3 km², iğne yapraklı ormanlar 0.9 km², inşaat alanları 0.5 km² ve meyve ağaçları 0.2 km²'lik oranlarıyla sınırlı alanlarda yayılım gösteren arazi kullanım sınıfları olarak dikkat çekmektedir. Maden ocakları ise, henüz işletilmeye başlanmamıştır.



Şekil 3.57: 2018 Yılına Ait 10 Metre Yersel Çözünürlüklü Sentinel 2B Uydu Görüntüsü RGB Kombinasyonu.

Sulamasız verimli alanlar, çalışma sahası boyunca Edirne'nin kuzeyinden başlayarak Trakya Havzası'nın Yıldız Dağları ile sınırını oluşturan Lalapaşa'ya kadar geniş alanlarda yayılış göstermektedir. Bununla birlikte Büyüköğünlü ile Küçüköğünlü köyleri arasında ve Hamzabeyli ile Uzunbayır köyleri arasında da geniş alanlarda yayılış gösterdikleri görülmektedir. Bunun yanında, sürekli tarım alanları genel olarak Tunca Nehri çevresinde geniş alanlar kaplarken geniş yapraklı ormanlar, yağışın nispeten daha fazla, insan etkisinin ise nispeten daha az olduğu çalışma alanının kuzey-kuzeydoğu kesiminde Hacılar, Kalkansöğüt ve Hamzabeyli çevresinde yayılış göstermektedir. Çalılık alanlar genel hatlarıyla çalışma alanının Trakya Havzası sınırlarının içerisine giren kısmında parçalı bir şekilde dağılışı gösterirken, çalı-orman geçişli alanlar ve vejetasyonla birlikte bulunan tarım alanları ise sürekli tarım alanları, geniş yapraklı ormanlar ve sulamasız verimli sahalar arasında geçişi oluşturan arazi sınıfları olarak göze çarpmaktadır. Endüstri ve Ticaret yapıları ise Edirne ve Sinanköy çevresinde mevcudiyete sahiptir.

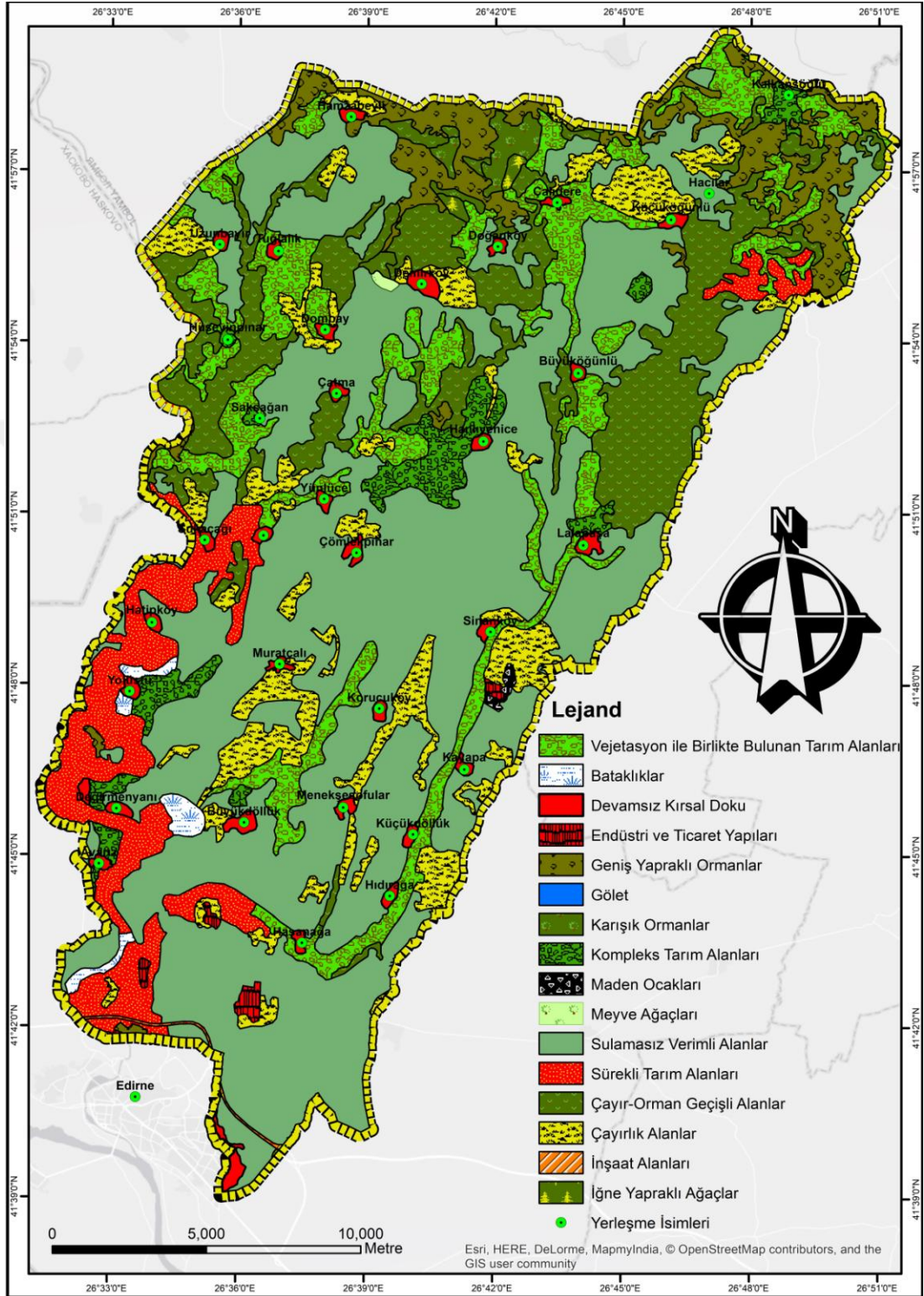
2000 yılına ait CORINE verileri incelendiğinde, 1990 yılındaki arazi sınıflarıyla 2000 yılındaki arazi sınıflarının arasında çok fark olmadığı söylenebilmektedir. Öyle ki, çalışma sahasındaki en geniş yayılış alanına sahip arazi sınıfını, kapladığı 241.5 km² alan ile 1990 yılındaki gibi sulamasız verimli alanlar meydana getirmektedir. 2000 yılında kapladıkları alanlarla öne çıkan diğer arazi sınıfları; 67.4 km² ile çayır-orman geçişli alanlar, 63.3 km² ile vejetasyonla birlikte bulunan tarım alanları, 42.9 km² ile çayırılık alanlar, 35.3 km² ile sürekli tarım alanları, 27.5 km² ile geniş yapraklı ormanlar, 14.9 km² ile kompleks tarım alanları ve 10 km² ile devamsız kırsal doku sınıfları olarak sıralanabilmektedir. Ek olarak, Sinanköy yakınında 0.5 km²'lik bir alan kaplayan maden ocağının işletilmeye başlanmış olması dikkat çekmektedir. Tüm bu verilere göre 1990 ile 2000 yılları arasında arazi sınıflarında hem mekansal dağılışı bakımından, hem alansal olarak göze çarpan önemli bir değişiklik yaşanmadığı söylenebilir. Yine de, sulamasız verimli alanlar sınıfının alanının çok az miktarda azalmış olmasına ve sürekli tarım alanları sınıfının alanının çok az miktarda artmış olmasına değinilebilir. 2012 yılına gelindiğinde ise, sürekli tarım alanlarının kapladığı alan 2000 yılına göre yaklaşık 7 kat artarak 237.5 km²'ye



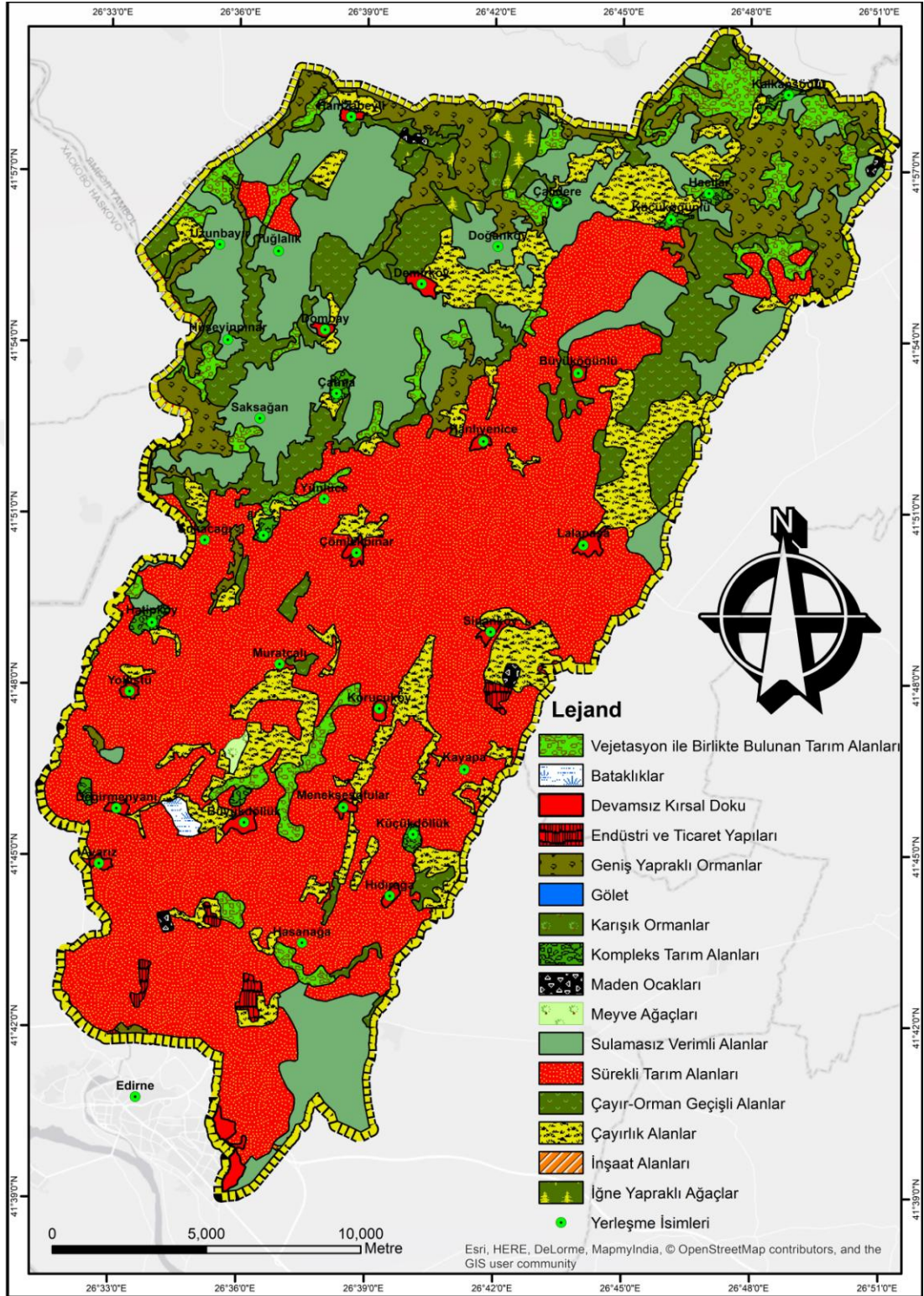
Şekil 3.58: Çalışma Sahasının, CORINE Verilerine Göre 1990 Yılı Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı.

çıkılmış, aksine sulamasız verimli alanların kapladığı alan değerleri 241.45 km²'den 91.5 km²'ye düşmüştür. Bu durumun ortaya çıkmasında, geçen sürede hızlı bir şekilde artan nüfus oranının rolü büyüktür (Şekil 3.60). Bunun yanında vejetasyon ile birlikte bulunan tarım alanları yaklaşık 40 km², çayır-orman geçişli alanlar yaklaşık 24 km², bataklıklar 2.4 km², kompleks tarım alanları yaklaşık 10 km² alan kaybı yaşamış, geniş yapraklı ormanlar ile iğne yapraklı ormanlar ise alanlarını yaklaşık 14 km² arttırmıştır. Çalı-orman geçişli alanlar, orman vejetasyonunun tahribi nedeniyle 24 km² alan kaybı yaşanmış, bu alanların çoğu çayırılık alanlara dönüşmüştür. Öyle ki, çayırılık sahalar alanlarını geçen 12 yıllık süre içerisinde yaklaşık 10 km² arttırmıştır. Bataklıkların çoğu kurutularak tarım alanlarına dönüştürülmüş, vejetasyonla birlikte bulunan tarım alanlarının büyük bir bölümü sürekli tarım alanları karakteri kazanmış, sulamasız verimli alanların Edirne kuzeyinden Lalapaşa civarına kadar olan bölümünün neredeyse tümü sürekli tarım alanı olarak değerlendirilmeye başlanmış ve bu zon, Büyüköğünlü-Küçüköğünlü koridoru boyunca Istrancalar'ın içlerine doğru sokulmuştur. Buna ek olarak, Sinanköy yakınında, çimento hammadde ihtiyacını karşılamak için Kırklareli Kireçtaşı Formasyonu üzerinde kurulmuş olan maden ocağının alanını biraz genişlettiği, bu ocağa ek olarak Edirne kuzeyinde-Hasanağa batısında yine Kırklareli Kireçtaşı Formasyonu üzerinde yeni bir maden ocağının, Hamzabeyli doğusunda ve Kalkansöğüt güneybatısında ise Dolapdere Formasyonu-Kapaklı Dolomit Üyesi üzerinde iki yeni maden ocağının işletilmeye başlanmış olması dikkat çekmektedir. Böylece, 2000 yılına göre maden ocakları kapladıkları alanı ikiye katlayarak 1 km²'ye çıkarmışlardır.

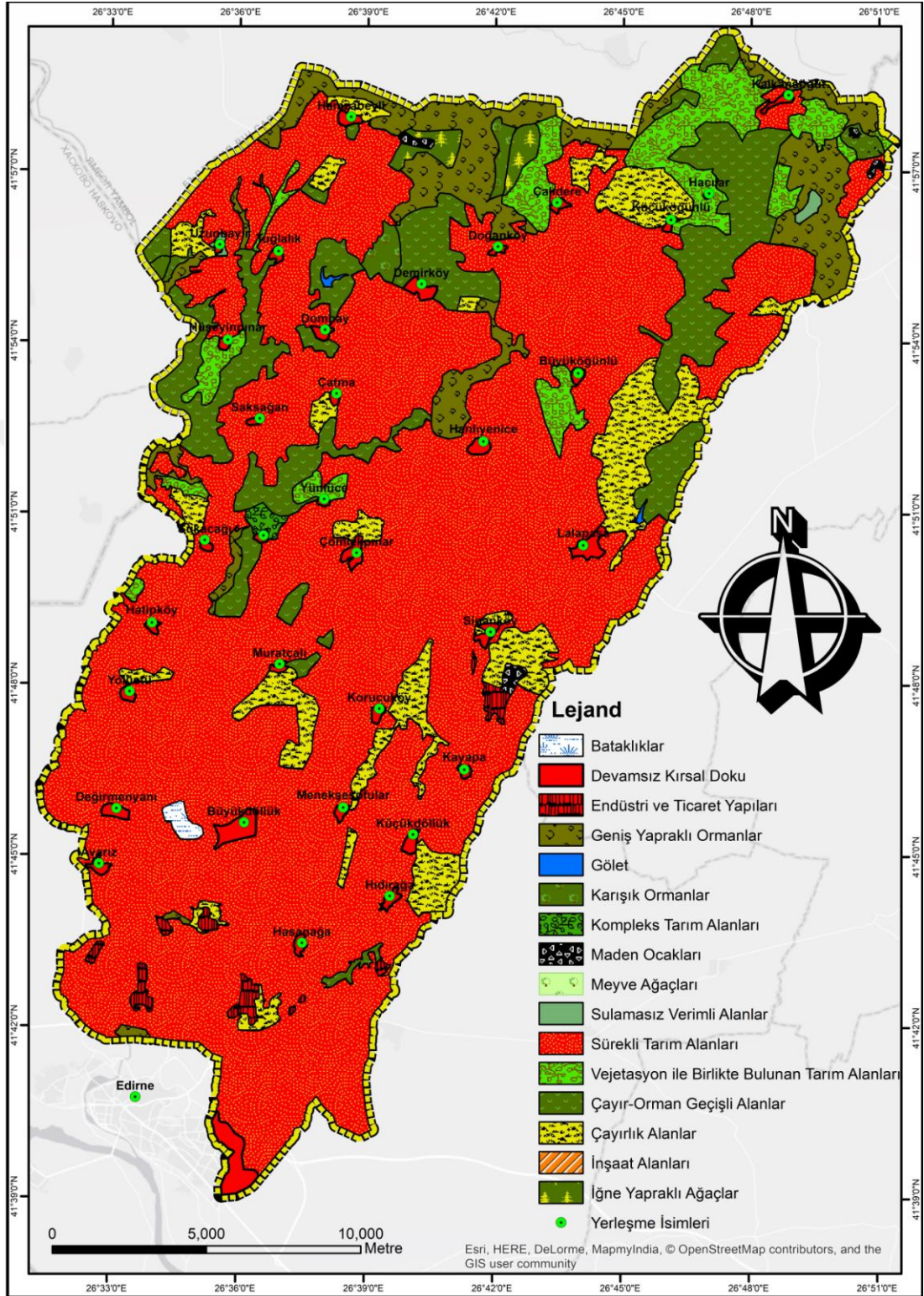
2018 yılına gelindiğinde, arazi örtüsü ve arazi kullanım özelliklerinde göze çarpan en büyük değişikliğin, sulamasız verimli alanların yaklaşık 90 km²'lik alan kaybı yaşaması ve toplamda 1 km²'nin altına düşmesi olduğu söylenebilir. Nüfusun artmasıyla birlikte tarıma olan ihtiyacın da artması sonucu neredeyse tüm sulamasız verimli alanlar, sürekli tarım arazilerine dönüşmüştür. Öyle ki, sürekli tarım bölgelerinin alanları 100 km²'den daha fazla artarak 344.9 km²'ye ulaşmıştır. 2012'ye göre yaklaşık 15 km² alan kaybı yaşayıp 37.9 km²'ye gerileyen çayırılık alanların da sürekli tarım alanlarına dönüşme eğilimi gösterdiği söylenebilir.



Şekil 3.59: Çalışma Sahasının, CORINE Verilerine Göre 2000 Yılı Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı.



Şekil 3.60: Çalışma Sahasının, CORINE Verilerine Göre 2012 Yılı Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı.



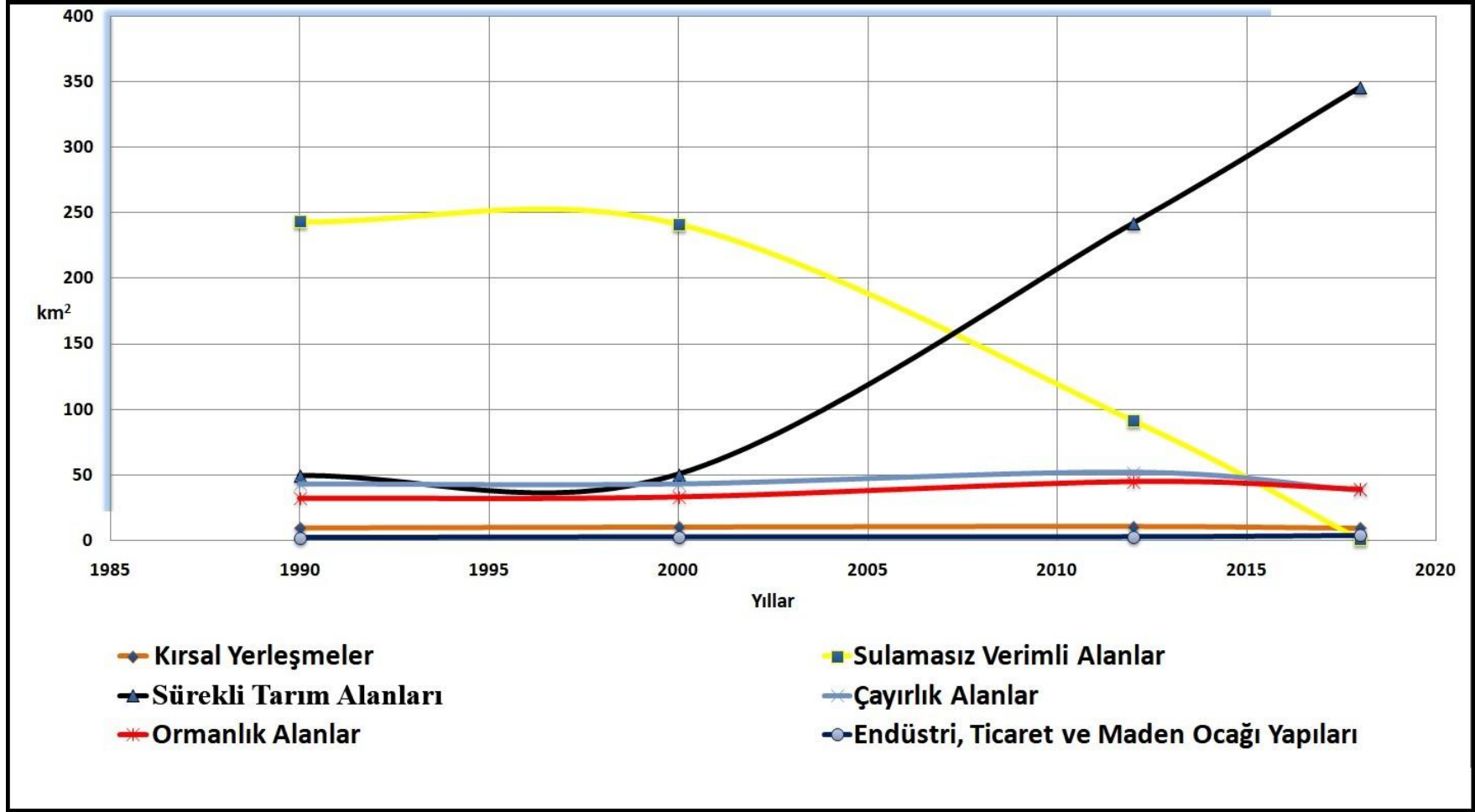
Şekil 3.61: Çalışma Sahasının, Sentinel 2 Uydu Görüntüsünün Analizinden Elde Edilmiş 2018 Yılı Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı.

2000- 2012 yılları arası Ormanlık bölgelerin alanları az da olsa genişlerken, 2012-2018 yılları arasında bu genişleme eğiliminin tersine dönmüş olduğu görülmektedir. Öyle ki, geniş yapraklı ormanların 5 km², iğne yapraklı ormanların 1 km² ve meyve ağaçlarının 0.5 km² alan kaybı yaşamış oldukları bunu destekler niteliktedir. Bunun yanında endüstri ve ticaret yapılarının alanlarının 1.6 km² artarak 3.1 km²'ye ulaştıkları görülmektedir. Tüm bu değişimler itibariyle, 2018 yılına gelindiğinde çalışma alanında güneybatıda Edirne kuzeyinden, kuzeydoğuya Hacılar-Çalidere-Hamzabeyli civarına kadar hakim arazi sınıfının sürekli tarım arazisi olduğu, çayırılık alanlar ve vejetasyonla birlikte bulunan tarım alanlarının bu zon içerisinde küçük parçacıklar halinde dağılım gösterdikleri, ormanlık alanların Hacılar-Çalidere-Hamzabeyli köylerinin kuzeyinde sınırlı bir alanda kalmış olmaları ve bu alanların giderek çayır-orman geçişli alanlara ve vejetasyonla birlikte bulunan tarım alanlarına dönüştükleri, genel hatlarıyla savunulabilir.

Sonuç olarak, 1990-2018 yılları arasını kapsayan 28 yıllık bir dönemde, çalışma sahasındaki arazi kullanım özelliklerinde büyük bir değişim yaşanmıştır. Arazi değişim trendi grafiğinden de görülebileceği gibi (Şekil 3.62), bu süre zarfında sulamasız verimli alanların neredeyse tamamı sürekli tarım alanlarına dönüştürülmüş, bataklıkların büyük bir kısmı kurutularak yine tarım arazisine çevrilmiştir. Yerleşmelerde önemli bir alansal değişim yaşanmamıştır. Mevcut ormanlık alanlar özellikle son on yılda tahrip edilmeye başlanmış, endüstri ve ticaret yapıları ile maden ocakları yapıları alanlarını genişletmiştir. Yakın gelecekte de bölgede nüfusun artmaya devam etmesi ve tarım arazilerine duyulacak ihtiyacın artmasıyla birlikte, önlem alınmadığı takdirde doğal vejetasyonun tahribatının devam edeceği ve tarım alanları ile endüstri ve ticarete bağlı yapılaşmanın artacağı öngörülmektedir.

Arazi Kullanımı Sınıfları	1990 (km²)	2000 (km²)	2012 (km²)	2018 (km²)
Devamsız Kırsal Doku	9.4	10	10.5	9.1
Sulamasız Verimli Alanlar	243.2	241.5	91.5	0.8
Sürekli Tarım Alanları	34.2	35.3	237.5	344.9
Çayırılık Alanlar	42.9	42.9	51.7	37.9
Geniş Yapraklı Ormanlar	26.5	27.5	37.7	32.7
Endüstri ve Ticaret Yapıları	1.3	1.5	1.5	3.1
Karışık Ormanlar	4.2	4.2	1.9	2.7
İnşaat Alanları	0.5	0.5	0.03	-
Kompleks Tarım Alanları	14.9	14.9	4.3	0.9
Vejetasyon ile Bir. Bul. Tarım Alan.	63.5	63.3	24.4	23.9
İğne Yapraklı Ormanlar	0.9	0.9	4.3	3.3
Çayır-Orman Geçişli Alanlar	68.9	67.4	45.4	52.4
Bataklıklar	3.1	3.1	0.8	0.9
Meyve Ağaçları	0.2	0.2	0.5	-
Maden Ocakları	-	0.5	1	0.8

Tablo 3.11: Çalışma Sahasının 1990, 2000, 2012 ve 2018 Yıllarına Ait Arazi Kullanımı Sınıfları ve Alansal Değerleri



Şekil 3.62: Arazi Sınıflarının Yıllara Göre Alansal Değişim Trendi Grafiği.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMALI JEOMORFOLOJİ ÖZELLİKLERİ

Çalışmanın bu bölümünde, çalışmanın ana amacını teşkil eden uygulamalı jeomorfoloji hususları ele alınacaktır. Bu hususlar ele alınırken, en fazla önem sahanın yapısal özellikleriyle ilişkilerine verilecektir.

Uygulamalı jeomorfoloji genel olarak; mekanın jeomorfolojik özelliklerinin insan yaşamına en uygun, en verimli şekilde nasıl değerlendirileceğini konu alan bir bilim dalı koludur (Turoğlu, 1996). Bu bakımdan uygulamalı jeomorfolojinin birçok bileşeni söz konusudur. Bu bileşenlerden çalışma sahası ve amacına uygun görülenler, çalışmanın üçüncü bölümünde ayrıntılı bir biçimde analiz edilmiştir. Bu bölümde bu analiz sonuçları, birbirleriyle ilişkilendirilmiş ve uygulamalı jeomorfoloji kapsamında sonuca gidilmiştir. Bu amaca yönelik, daha önce ayrılanmış olan ve çalışma sahasının özellikle yapısal perspektifte birbirinden farklı özelliklere sahip kısımlarını niteleyen monoklinal yapıli kısımlar, Istranca Masifi Kısımı ve alüvyal karakterli kısımlar uygulamalı jeomorfoloji kapsamında da ayrı ayrı ele alınmıştır (Şekil 2.15). Bu analizler yapılırken, yapıyla ilişki kurulmaya özen gösterilmiştir.

4.1 Uygulamalı Jeomorfoloji ve Yapı İlişkisi

Uygulamalı jeomorfoloji kapsamına giren konular, jeomorfolojik perspektifte litolojik ve tektonik yapıdan müteşekkil yapısal özelliklerle karşılıklı ilişki içerisinde. Bir alanın yapısal özellikleri; o alanda sürdürülen tarım, ulaşım, sanayi, madencilik, ekonomi gibi beşeri faaliyetlerin ve unsurların mekansal dağılışı özelliklerini, karakterlerini, sürdürülebilirliklerini vb. etkilemektedir. Bu açıdan, toplum ihtiyacına bağlı olarak gelişen beşeri faaliyetlerin sürdürülebilirliklerinin sağlanması için, alanın yapısal özelliklerinin bilinmesi önem taşımaktadır. Örneğin, beşeri ihtiyaçlara cevap vermek için kurulması planlanan bir çimento fabrikası, hammadde ihtiyacını kil oranı yüksek kireçtaşı birimlerinden karşılayabilmektedir. Hammaddeye yakınlık unsurunun önemi de göz önüne alındığında bu fabrikanın söz konusu marn birimlerinin yakınına kurulması tercih edilmektedir. Bu da direkt olarak

alanın litolojik yapısıyla ilişkilidir. Yine su ihtiyacının karşılanması için, sahanın yerüstü ve yeraltı kaynaklarının dağılışı özellikleri, hareket yönleri, debileri, verimlilikleri, fiziksel-kimyasal-biyolojik özellikleri vb. karakteristiklerinin bilinmesi gerekmektedir. Su kaynaklarının bu özellikleri, alanın litolojik ve tektonik yapısıyla büyük miktarda ilişki içerisindedir. Öyle ki, monoklinal yapıları sahalarda su kaynaklarının akış yönü, yatay yapıları veya kıvrımlı sahalara göre oldukça farklı özellikler göstermektedir. Yine yeraltı sularının kaynak olarak yeryüzüne çıkış noktaları, debileri, fiziksel ve kimyasal özellikleri sahanın mevcut litolojik ve tektonik yapısından etkilenmektedir. Faylı yapıları sahalarda jeotermal enerji üretmek mümkün olurken (Denizli ve çevresinde olduğu gibi); tektonik deformasyonlardan çok etkilenmemiş, şiddetli metamorfizmaya uğramamış litolojik birimler dahilinde verimli kömür tabakalarına ulaşmak mümkün olmaktadır. Bir alanın mevcut yapısal özellikleri aynı zamanda meydana gelecek doğal afetler için de belirleyici rol oynamaktadır. Örneğin, iklimik kökenli olsa bile bir sahanın yapısal özellikleri, meydana gelecek olası sel ve taşkın afetlerinin yayılma sahalarını, etkinlik derecelerini, zarara neden olma olasılıklarını vb. etkileyen önemli faktörlerden birini oluşturmaktadır. Öyle ki, meydana gelen bir taşkından sonra; taşkın suları topoğrafyanın nispeten düz kısımlarına yayılırken, bu düz kısımların geçirimsiz litolojik birimlerinden oluşan kısımlarında çok daha uzun süre kalmakta ve daha fazla zarara sebep olmaktadır. Yine kütle hareketlerinin hangi türde meydana geleceğini belirleyen önemli faktörlerden biri yapıdır. Nispeten geçirimli ve dayanıklı litolojik birimlerde düşmeler daha yaygın görülürken, nispeten geçirimsiz ve daha dayanıksız litolojik birimlerde kaymalar ve akmalar daha yaygın görülmektedir. Litolojik birimlerin dayanıklılık ve geçirimsizlik özellikleri, tabakaların tektonik etkiler sonucu ilksel konumlarını kaybederek eğim kazanmaları gibi faktörler meydana gelme olasılığı bulunan erozyon ve seyelan gibi doğal afet risklerini de kontrol etmektedir.

Uygulamalı Jeomorfoloji ve yapı ilişkisi, genel kapsamıyla yukarıda betimlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmanın temel amacını da bu bakış açısıyla alandaki yapısal özelliklerin uygulamalı jeomorfoloji üzerindeki etkilerini tartışmak meydana getirmektedir. Çalışmanın devam eden bölümünde bu ilişki kurulmaya çalışılmıştır.

4.2 Monoklinal Yapılı Kısımın Uygulamalı Jeomorfolojisi

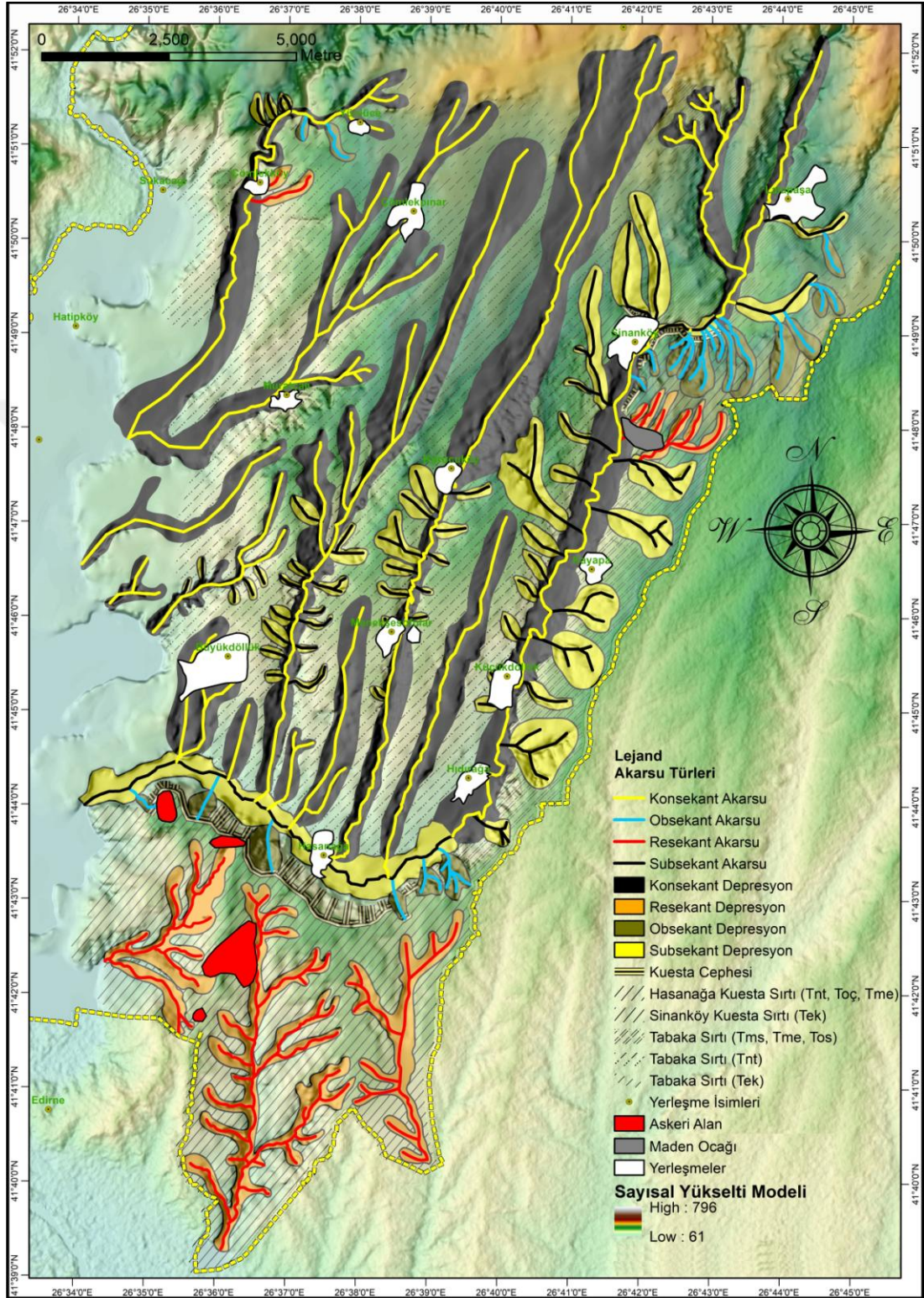
Monoklinal yapılı kısmın uygulamalı jeomorfolojisi kapsamında; yerleşmelerin dağılışı özelliklerinin, ulaşım hatlarının mekansal özelliklerinin ve tarım faaliyetlerinin karakteristiklerinin mevcut yapıyla ilişkisi ele alınmıştır. Buna ek olarak sahadaki su kaynaklarının yönetim konusu ele alınmış, hidrografik kökenli doğal afetler için risk değerlendirmesi yapılmıştır. Tüm bu konular, ayrı başlıklar altında detaylı olarak tartışılmıştır.

4.2.1 Monoklinal Yapılı Alanda Yerleşmelerin Dağılımı

Çalışma alanının monoklinal yapılı kısmında yerleşmelerin dağılışı deseni, yapısal özelliklerin kontrolünde şekillenmiştir. Bu kısımdaki yerleşmeler çoğunlukla normal yerleşmelerden (köy, kasaba vb.) oluşurken; askeri alanlar ve maden ocaklarının varlığı da göze çarpmaktadır. Yerleşmelerin dağılışı özelliklerine bakıldığında, genellikle konsekant akarsulara yakın, bu akarsuların depresyonlarının yamaçlarında toplanmış oldukları görülmektedir. Bu lokasyonların seçiminde ulaşım güzergahlarına yakınlık, sahanın yüzeysel su taşınımının büyük çoğunluğunu üstlenen konsekant akarsuların sunduğu suya yakınlık avantajı, yine yeraltısuyunun akış yönünün, buradaki tabakaların mevcut eğimlerini takip ederek güneybatıya olması gibi faktörler önemli rol oynamış olmalıdır. Bölgede kuesta sırtları, genel olarak yerleşmeden yoksundur. Sinanköy yerleşmesi büyük oranda Sinanköy Deresi'nin konsekant gedik açtığı kısımdan itibaren güneybatıya doğru konsekant depresyon boyunca yayılmışken, bir kısmı da konsekant gediğin batısında kalan kuesta sırtının üzerine yayılmıştır. Hasanağa ise su kaynaklarının nispeten bol olduğu subsekant depresyonda kurulmuş olmasıyla dikkat çekmektedir.

Maden ocağı ile ilişkili yapılar, Sinanköy Kuestası'nın sırtının sınırında kurulmuş olan çimento fabrikasıyla ilişkili yapıları kapsamaktadır. Sinanköy Kuestası'nın meydana gelmesinde rol oynamış olan Kırklareli Kireçtaşı'nın kil bakımından zengin tabakaları çimento yapımında önemli bir hammadde teşkil etmektedir. Maden yerleşmelerinin bu lokasyonda kurulmasında hammaddeye yakınlık, geçirimli ve geçirimsiz tabakaların araldanmalı olarak bulunduğu bu kısımda olası kaynak

çıkışlarına erişim kolaylığı, konsektant karakterdeki Sinanköy Deresi'ne yakınlık gibi etmenler rol oynamış olmalıdır.

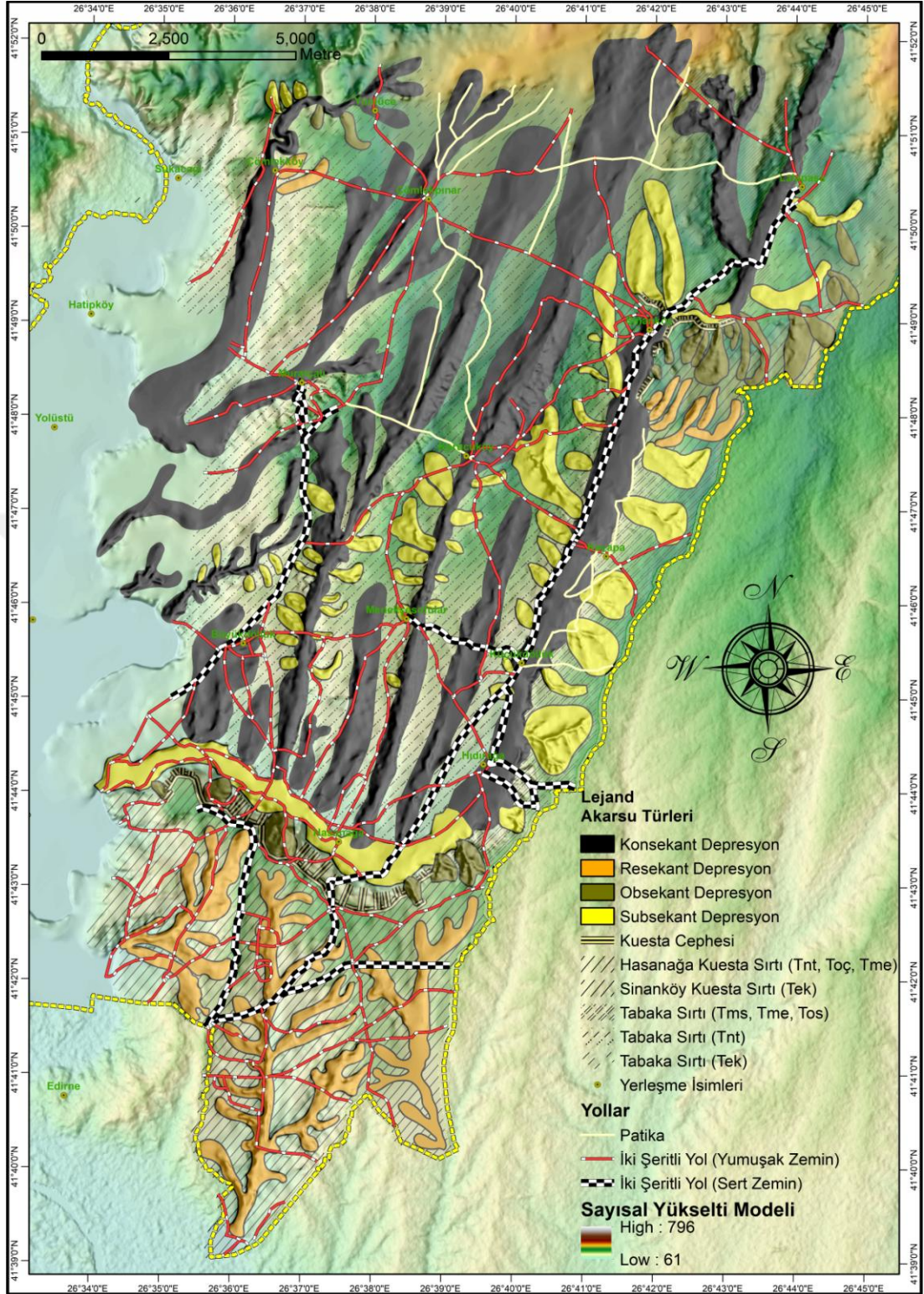


Şekil 4.1: Monoklinal Yapılı Alanda Yerleşmelerin Dağılışı Özellikleri

Askeri alanla ilişkili yapılar ise Hasanağa Kuestası'nın sırtında, özellikle resekant depresyonların yamaçlarında ve bu depresyonlar arasındaki nispeten düz kısımlarda toplanmışlardır. Bu yapıların özellikle gözetleme kulesi gibi stratejik öneme sahip kısımlarının Hasanağa Kuestası'nın cephesinde yayılış göstermeleri oldukça manidardır. Özellikle çevreye hakim konumuyla kuesta cepheleri, bu amaca yönelik oldukça uygun özellikler taşımaktadır. Buradaki kuesta sırtı aynı zamanda, müteşekkil olduğu jeolojik formasyonlar nedeniyle tipik olmayıp, yerleşmeler için nispeten daha uygun koşullar sunmaktadır.

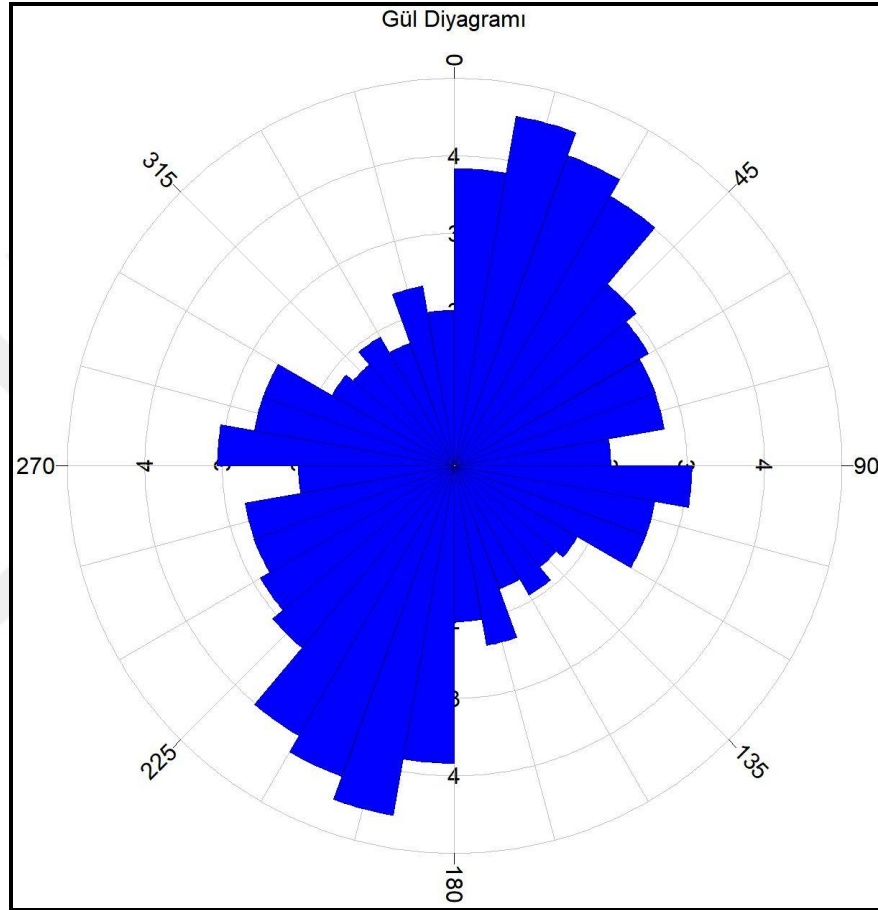
4.2.2 Monoklinal Yapılı Alanda Ulaşım Hattının Dağılım Özellikleri

Çalışma sahasının monoklinal yapılı kesminde genel ulaşım hatları sert ve yumuşak zeminli olarak ayrılmak üzere iki şeritli yollar ve daha küçük patikalardan oluşmaktadır. Bu ulaşım hatlarının mevcut mekanla ilişkisi analiz edildiğinde, sahadaki yapısal özelliklerle son derece uyumlu olduğu görülmektedir. Edirne-Lalapaşa-Hamzabeyli yerleşmelerini birbirine bağlayan ve aynı zamanda sahanın en büyük ulaşım hattını meydana getiren karayolu, Edirne kuzeydoğusunda Hasanağa Kuestası'nın sırtında resekant depresyon içerisinde ilerleyerek subsekant depresyona inmektedir. Daha sonra ise kuzeydoğu yönünde Lalapaşa'ya kadar Sinanköy Deresi'nin konsekant depresyonunu izlemektedir. Bu sahada kurulmuş ulaşım hatlarının geneli, yukarıda örneklendiği gibi ve bekleneceği üzere aşması daha kolay olan doğal depresyonları katederek genel olarak kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunu izlemektedir. Öyle ki, daha küçük tali yollar da Korucuköy Dere, Uçbucak Dere gibi konsekant akarsuların depresyonlarını izlemektedir. Hasanağa Kuestası'nın sırtındaki yollar resekant depresyonların doğrultularına uymaktadır. Bu kapsamda büyük oranda bölgenin yapısal özelliklerine bağlı şekillenen topoğrafya koşullarının, bölgede kurulan ulaşım hatlarını son derece etkilediği görülmektedir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: Monoklinal Yapılı Alanda Ulaşım Hatlarının Dağılışı Özellikleri

Bunun daha da iyi görülebilmesi için, yolların doğrultularını gösteren gül diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 4.3). Gül diyagramına göre yolların genel doğrultusu kuzeydoğu-güneybatıdır. Monoklinal yapılı bu alandaki ana akarsular olan konsekant akarsuların ve onların depresyonlarının ve çizgisellik analizi sonucu elde edilen çizgiselliklerin genel doğrultularının da kuzeydoğu-güneybatı olduğu düşünülünce, elde edilen bu sonuç çok manidardır.



Şekil 4.3: Monoklinal Yapılı Alandaki Ulaşım Hatlarının Doğrultularını Gösteren Gül Diyagramı

4.2.3 Monoklinal Yapılı Alanda Tarım Faaliyetleri

Çalışma sahasının monoklinal yapılı kısmında hakim geçim faaliyeti tarımdır. Tarım alanlarının dağılışı özellikleri incelendiğinde, bölgenin yapısal özelliklerine göre şekillendiği göze çarpmaktadır. Buradaki jeolojik formasyonların kuzeydoğudan güneybatıya doğru eğim açılarının azalması, güneybatıya gittikçe biriken örtü malzemenin oranını arttırmaktadır. Aynı zamanda güneybatıya doğru kalınlığı artan Trakya Formasyonu'nun, Kırklareli Kireçtaşı'na göre litolojik olarak tarımsal faaliyetlere daha elverişli olması da önemlidir. Aynı zamanda yeraltısularının akış yönlerinin de güneybatı olması bu olguyu etkileyen etmenlerden biridir. Sahada sulamalı tarım alanları genel olarak su kaynaklarına yakın, Trakya Formasyonu'nun ve Kuaterner Alüvyonları'nın kalınlıklarının giderek arttığı, yamaçlardaki erozif faaliyetlerin giderek azaldığı ve birikmenin daha fazla olduğu güney ve güneybatı bölümünde yoğunlaşmıştır (Şekil 3.61). Bunun nedeni, yukarıda da değinildiği üzere tarımsal faaliyetlere uygun örtü malzemenin kuzeydoğudan güneybatıya doğru kalınlaşmasıdır. Jeolojik birimlerin bu karakterleri, Çağlayan ve Yurtseven, (1998)'de belirtilmiş olup, arazi gözlemleriyle de uyumaktadır. Özellikle konsekan ve subsekan depresyonların neredeyse tümü tarım alanlarıyla kaplıdır. Çömlekpınar, Korucuköy, Muratçalı gibi yerleşmelerin çevresinde, konsekan depresyonları birbirinden ayıran sırtlara karşılık gelen yerlerde bazı kısımlar tarım alanlarından yoksundur. Bunun yanında, Sinanköy Kuestası çevresinde, özellikle kuesta sırtında hiç tarım alanı bulunmamaktadır. Bunun nedeni burada örtü malzemenin yoksunluğu, aşınma süreçlerinin dominantlığı ve kireçtaşlarının ayrışmadan ötürü oldukça girintili çıkıntılı olmasıdır. Bunun yerine burası, hayvan otlatma için kullanılmaktadır. Hasanağa Kuestası'nın sırtı ise sahip olduğu kalın örtü malzemesi, Edirne merkezine yakınlığı, resekan depresyonlar vasıtasıyla yerüstü kaynaklarına ulaşılabilirliği açısından yoğun olarak tarımsal faaliyetlerin yürütüldüğü kısımlardan birine karşılık gelmektedir.



Foto 4.1: Korucuköy Deresi'nin Konsekant Depresyonu'nda Tarım Alanları (Bakış: Batı).

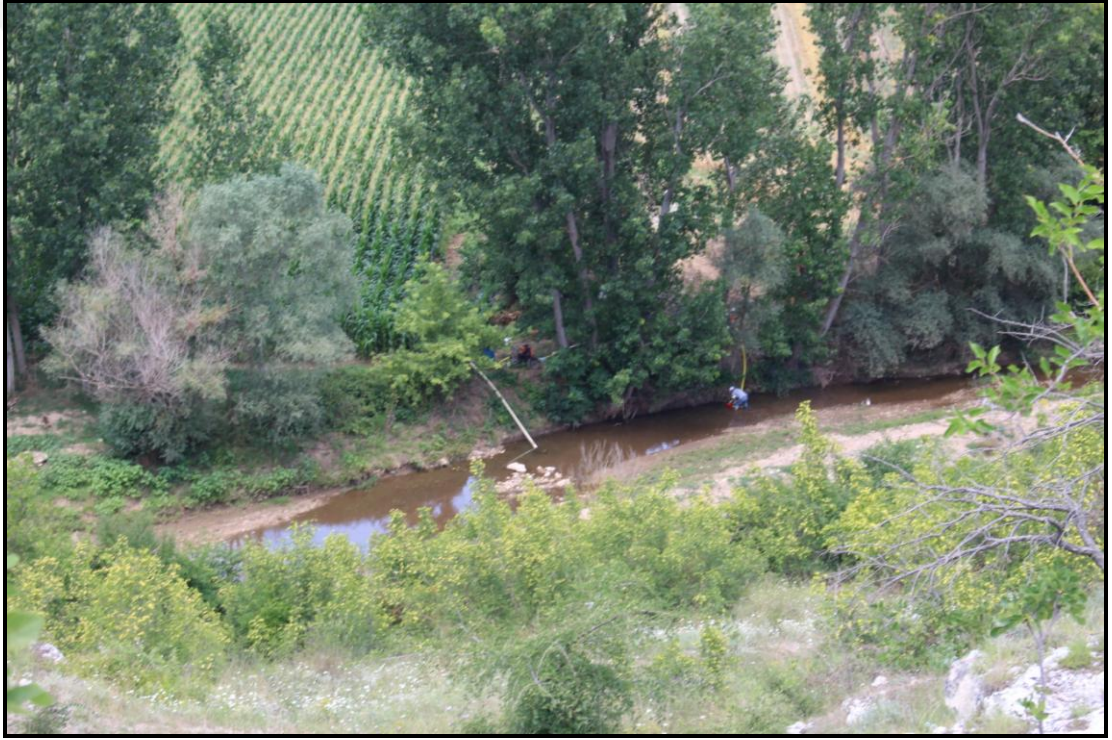


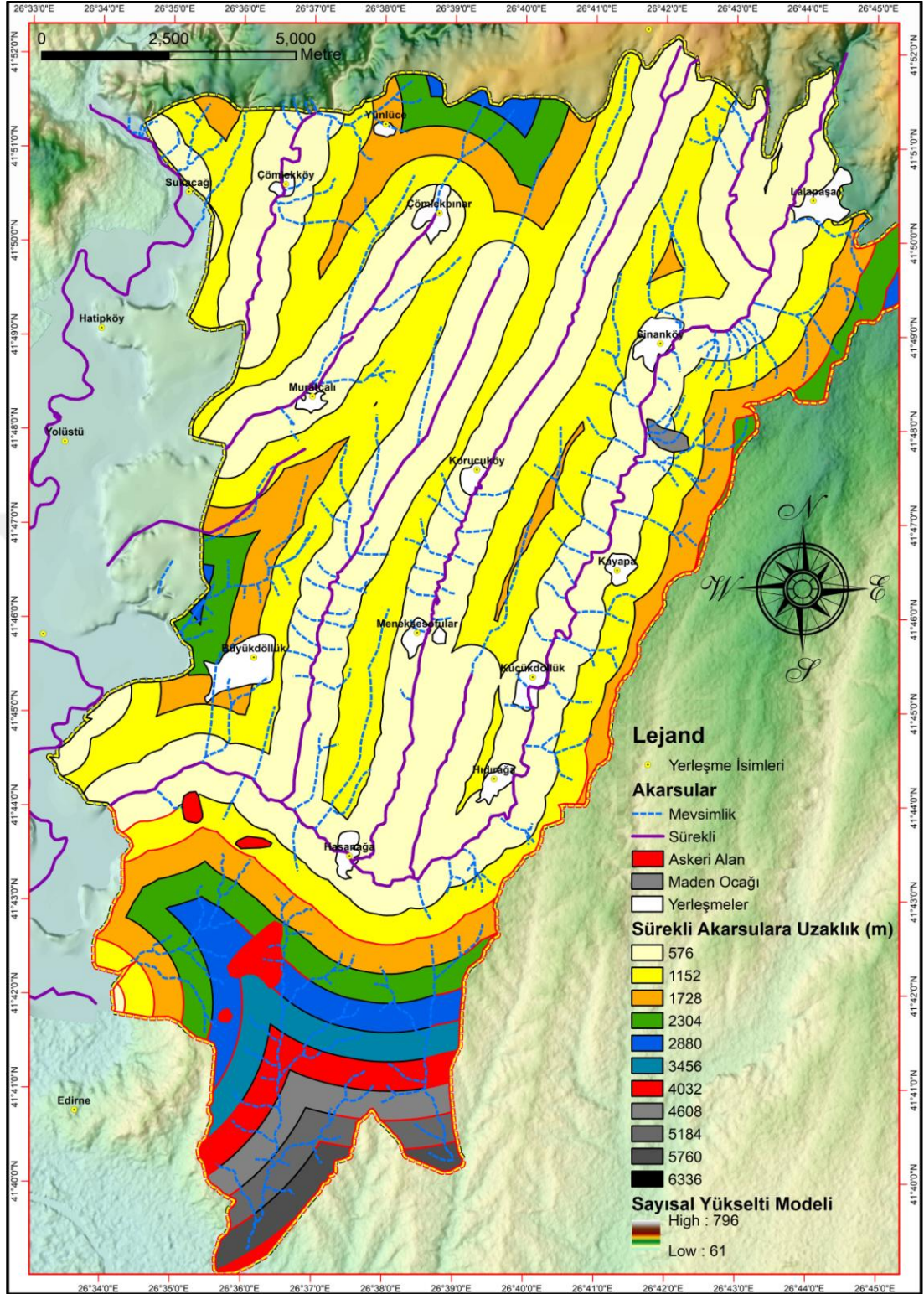
Foto 4.2: Sinanköy Kuestası Üzerinden Subsekant Depresyonda Yoğun Tarım Faaliyetleri (Bakış Kuzey).

4.2.4 Monoklinal Yapılı Alanda Su Yönetimi

Monoklinal yapılı sahada yeraltısuyu ve yerüstü dolaşımı, kuesta rölyefinin özelliklerine göre karakterize olmaktadır. Daha önce monoklinal yapılı bölgenin Kırklareli Kireçtaşı, İslambeyli Formasyonu, Trakya Formasyonu, Ergene Formasyonu, Çakıl Formasyonu ve Sinanlı Formasyonu gibi farklı karakterdeki jeolojik birimlerden oluştuğundan bahsedilmiştir. Bu farklı birimlerin yeraltısuyunu geçirme, iletme ve depolama özellikleri de birbirinden farklılaşmaktadır. Bu kapsamda monoklinal yapılı alanda yeraltısuyunun depolanması için en verimli jeolojik formasyonu Kırklareli Kireçtaşı meydana getirmektedir. Lakin bu formasyonu oluşturan tabakaların güneybatıya doğru yer yer 30 dereceye ulaşan değerlerle eğimli bulunmaları, bu tabakaların üzerinden yeraltına sızan suyun depolanma koşullarını da olumsuz etkilemektedir. Bununla beraber formasyon içinde geçirimli ve geçirimsiz tabakaların dokanak noktalarında yeraltısuyu kaynak olarak yüzeye çıkma imkanı bulmaktadır. Çömlekköy ve Yünlüce kaynakları bu tür kaynaklara örnek olarak gösterilebilir. Litolojik anlamda Kırklareli Kireçtaşı'ndan sonra en verimli formasyonlar akitard niteliğindeki Çakıl ve Ergene Formasyonları'dır. Bu formasyonlar litolojik olarak Kırklareli Kireçtaşı'na göre daha heterojendirler, dolayısıyla geçirimlilikleri ve su taşıma kapasiteleri daha düşüktür. Trakya Formasyonu ve İslambeyli Formasyonu ise bünyelerinde bulundurdukları kil gibi geçirimsiz malzemelerin oranının fazla olması ile akiklud karakterindedirler ve litolojik olarak yeraltısuyu kullanımına elverişsizdirler. Bu formasyonlar üzerinde yeraltısuyundan çok yüzeysel su dolaşımının kullanımı önem taşımaktadır. Şekil 4.5'te de görülebileceği gibi kuyular da daha çok akifer niteliğindeki Kırklareli Kireçtaşı ve alvüyon birimleri üzerinde yayılış göstermektedir ve bu kuyulardan çekilen sular genel olarak içme suyu ihtiyacında, tarımsal faaliyetlerde ve sanayi faaliyetlerinde kullanılmaktadır.

Yerüstü su kaynaklarına ve dolaşım özelliklerine bakıldığında, suyun en fazla toplandığı kısımların konsekan depresyonlar olduğu görülmektedir. Konsekan akarsuların taşıdıkları su miktarının nispeten fazla oluşunun bir nedenini, bu akarsuların bölgede su toplama havzaları en geniş olan akarsular olmaları oluşturmaktadır. Bunun dışında, konsekan akarsuların ağlarının, özellikle Trakya

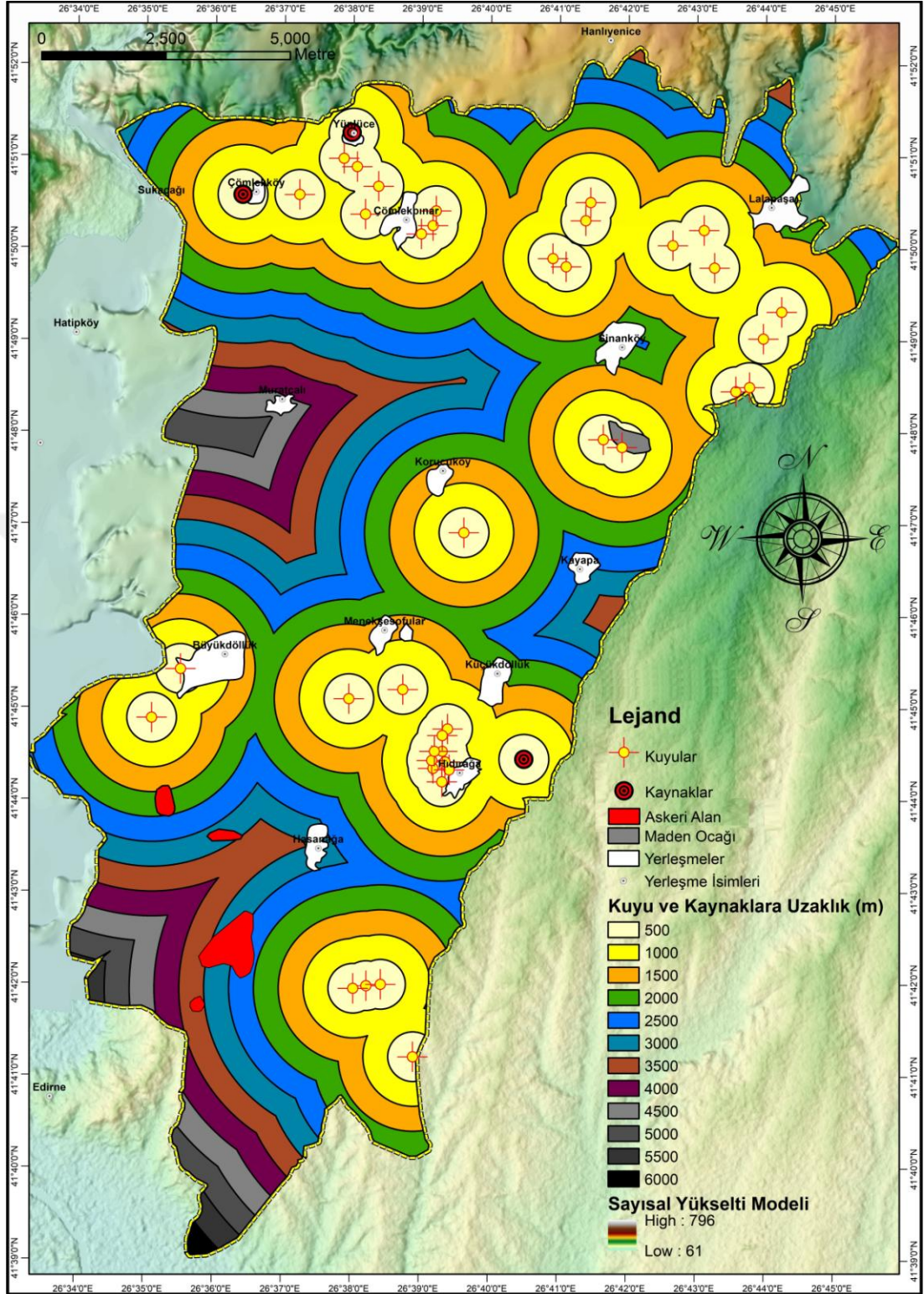
Formasyonu, Ergene Formasyonu, Sinanlı Formasyonu, İslambeyli Formasyonu gibi geçirimsizlik ve direnç özellikleri nispeten düşük olan formasyonlar üzerinde daha sık olması da önemli bir özelliktir. Bu formasyonlar, kolay aşınabilirlikleri ile konsekant ve subsekant akarsuların yerleşip akabileceği uygun yapısal zayıflık zonlarını oluştururken, geçirimsizlik özelliklerinin nispeten düşük olması da bu akarsuların vadilerinde toplanan suyun infiltrasyonla kaybedilme oranını düşürmektedir. Ancak, özellikle Kırklareli Kireçtaşı ve Çakıl Formasyonu gibi geçirimsizlik özellikleri yüksek olan formasyonlar üzerinde gelişmiş bulunan resekant ve obsekant akarsular, yıl boyunca vadilerinde sürekli su bulunduramamaktadırlar ve ihtiva ettikleri su kaynağı bakımından oldukça verimsizlerdir. Zaten bu akarsuların su toplama havzaları, çok daha büyük konsekant akarsulara göre çok daha küçüktür ve genel olarak fazla su taşıma kapasitesine sahip değildir. Bu kapsamda bölgedeki sürekli akarsuların büyük kısmını konsekant akarsular ve konsekant akarsuların yapıya bağlı yön değiştirip subsekant karakteri kazandığı kısımlar oluşturmaktadır. Bununla birlikte resekant, obsekant ve konsekant akarsuların bir alt kollarını meydana getiren subsekant akarsuların çoğu, mevsimlik akarsu karakteri taşımaktadırlar. Akarsuların genel özelliklerinin ve bölgedeki yüzeysel drenajın dağılım düzeninin bu şekilde karakterize olmasında, bölgedeki yapısal faktörlerin büyük bir etkisi bulunmaktadır. Bu kapsamda Sinanköy ve çevresinde özellikle Sinanköy Deresi'nin içinde aktığı konsekant ve subsekant depresyonlar yüzeysel su kaynağı bakımından en verimli kesimleri meydana getirmektedir. Sinanköy Kuestası'nın sırtı ise hem litolojik özelliklerden, hem de tabakaların eğim özelliklerinden dolayı su kaynağından yoksun bir karakter taşımaktadır. Bu kuesta üzerinde kurulmuş obsekant ve resekant vadiler yılın büyük bir bölümünde kuru vadi özelliğindedir. Sinanköy'ün kuzeybatısında, monoklinal yapılı sahanın kuzey sınırında Kırklareli Kireçtaşı birimlerinden oluşan tabaka sırtı üzerinde kurulmuş bazı mevsimlik akarsular bulunmaktadır. Bu akarsular güneybatıya doğru eğimli birimleri yararak devam eden büyük konsekant akarsuların yukarı çıgırlarını teşkil etmektedirler. Bu kapsamda bu cılız mevsimlik akarsular, bu kısımdaki Yünlüce ve çevresinin yüzeysel su ihtiyacını karşılayamayacak durumda gözükmektedir.



Şekil 4.4: Monoklinal Yapılı Alandaki Sürekli ve Mevsimlik Akarsular ve Sürekli Akarsulara Uzaklık Özellikleri

Hasanağa ve çevresinde de genel görünüş, Sinanköy ve çevresiyle benzerlik taşımaktadır. Hasanağa'nın ortasında kurulmuş olduğu ve Sinanköy Deresi'nin içinde akış gösterdiği subsekant depresyonda, yüzeysel su kaynağı bakımından oldukça uygun şartlar bulunmaktadır. Ergene ve Trakya Formasyonları'nın nispeten geçirimsiz birimleri üzerinde toplanan yüzeysel sular, minimum seviyede infiltrasyonla maksimum oranda akışa geçmektedir. Kuesta cephesi ve sırtında kurulan obsekant ve resekant akarsular ise, yine bekleneceği üzere mevsimlik akarsu karakterindedir ve su kaynağı bakımından çok olumlu şartlara sahip değildir. Yine de buradaki akarsuların taşıdıkları su miktarları, hem buradaki tabakaların eğim açılarının daha düşük olması hem de Kırklareli Kireçtaşı'na oranla daha geçirimsiz birimler üzerinde akmaları nedeniyle Sinanköy Kuestası'nın resekant akarsularına göre daha uygun şartlar taşımaktadır.

Yukarıda ana hatlarıyla alansal dağılışı özellikleri betimlenmeye çalışılan yüzeysel su kaynaklarına ulaşım mesafelerinin değerlendirilip karşılaştırılabilmesi için buffer analizi uygulanmıştır (Şekil 4.4). Buffer analizi uygulanırken, yıl boyu su taşıyan sürekli akarsular temel alınmıştır. Sürekli akarsulara uzaklığın belirlenmesi için buffer aralıkları belirlenirken, monoklinal yapılı sahadaki sürekli akarsuların yamaç yükseklikleri ile taban yükseklikleri arasındaki mesafe farkı temel alınmıştır. Bu kapsamda Morfometrik Analizler bölümündeki Vf Analizi başlığı altında verilen 2, 4, 14, 15 ve 19 numaralı kesitlerden yararlanılmış ve hesaplanan ve ortalama değeri yansıtan 576 metre değeri buffer analizinde kullanılan aralık değeri olarak belirlenmiştir. Buffer analizi sonuçlarına göre, yüzeysel su kaynaklarına en yakın jeomorfolojik birimler konsekant ve subsekant depresyonlar olarak gözükmektedir. Yerleşmelerin ve tarımsal arazilerin çoğunun bu depresyonların yamaçlarında ve tabanlarında bulunması, su ihtiyacının yüzeysel su kaynaklarından karşılanabilmesi açısından önemlidir. Çalışmanın akım özellikleri başlığı altında da değinildiği gibi, genel olarak monoklinal yapılı sahada akışlarını gösteren Sinanköy Deresi, Çömlek Dere ve Kayalı Dere'nin akım miktarları son 30 yılda genel olarak artma eğilimindedir. Bu artma eğiliminin, yıllık toplam yağışların artma eğilimi ve yağışların sağanak karakter kazanmaya başladığı da düşünülürse, giderek artacağı olasıdır.



Şekil 4.5: Monoklinal Yapılı Alandaki Kuyu ve Kaynaklara Uzaklık Özellikleri

Bu durumun, yeraltısu kaynaklarına etkisi negatif yönde olması beklenirken, yerüstü su kaynaklarına özellikle akarsuların debilerine pozitif yönde etki edeceği düşünülmektedir. Bu kapsamda, bölgede sudan yararlanma ve su ihtiyacını karşılama projelerinde, yüzeysel drenajın kullanılma durumunun daha efektif hale getirilmesinde ve yakın gelecekte su ihtiyacının da giderek artacağı düşünülürse yüzeysel drenajdan yararlanma konusunda yapılacak proje ve çalışmalarda, bu özelliklerin göz önüne alınması gerekliliği hayati bir önem taşımaktadır.

Bölgedeki yeraltısuyuna, mevcut kuyular ve kaynaklar vasıtasıyla ulaşılmaktadır. Kuyuların ve kaynakların dağılışına baktığımızda, genel olarak akifer niteliğindeki Kırklareli Kireçtaşı, Kuaterner Alüvyonları ve akıtarad niteliğindeki Trakya Formasyonu birimleri üzerinde yoğunlaştıkları görülmektedir. Kaynaklara ve kuyulara ulaşım mesafelerinin değerlendirilip karşılaştırılabilmesi amacıyla, bu noktasal unsurlara da buffer analizi uygulanmıştır (Şekil 4.5). Buffer analizi sonuçlarına göre kuyuların özellikle Kırklareli Kireçtaşı ve Kuaterner Alüvyonları birimleri çevrelerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Genelde tabaka sırtlarında açılmış olan bu kuyular, kurulan yerleşmelere yakın mesafededirler. Burada dikkat çekilmesi gereken özelliklerden biri, kuyuların yoğun olarak üzerinde açılmış oldukları Kırklareli Kireçtaşı birimlerinin taşıma kapasitesidir. Öyle ki, bu kuyuların sayısı arttıkça ve mevcut kuyulardan su çekim oranı yükseldikçe, zaten güneybatıya eğimli olan ve dolayısıyla su kaybetmeye müsait olan bu akiferdeki yeraltısu seviyesinin azalma tehlikesi söz konusudur.

Sonuç olarak; mevzu bahis sahadaki mevcut su kaynağının dağılışı ve bu kaynaklara ulaşım imkanlarının, yapısal özelliklerle son derece ilişkili olduğu çok açıktır. Monoklinal yapı ve litolojik yapı özelliklerine göre, sahada yüzeysel su kaynaklarının; genel olarak konsekant depresyonlarda, subsekant depresyonlarda ve İslambeyli Formasyonu, Ergene Formasyonu, Trakya Formasyonu ve Sinanlı Formasyonu birimlerinin tabaka sırtı niteliği taşıdığı kısımlarda yoğunlaştığı görülmektedir. Bunun yanında kuesta sırtları ve Kırklareli Kireçtaşı ve Çakıl Formasyonu birimlerinin tabaka sırtı karakteri taşıdığı diğer kısımlar, yüzeysel su kaynakları bakımından oldukça fakirdir. Yeraltısuyu kaynakları ise genel olarak akifer niteliğindeki Kırklareli Kireçtaşı ve Kuaterner Alüvyonları'nın yakın

çevrelerinde verimli özellikler göstermektedir. Bu akiferler üzerinde 50'yi aşkın kuyu bulunmaktadır. Kaynaklar yine özellikle geçirimli ve geçirimsiz tabaka ardalanasının yoğun olarak görüldüğü Kırklareli Kireçtaşı formasyonunda bu geçirimli ve geçirimsiz tabakaların dokanak noktalarında yüzeye çıkmaktadır. Buna ek olarak, genel hatlarıyla su potansiyeli açıklanmaya çalışılan bu alandaki iklim elemanlarının özelliklerinde ve karakterlerinde meydana gelen ve gelmekte olan değişikliklerin mevcut yerüstü ve yeraltılarına etki etme durumuna da değinmek gerekmektedir. Bu kapsamda monoklinal yapıları sahadaki mevcut su kaynaklarının ve gelecekteki değişimlerinin doğru yönetilmesi bölge için çok büyük bir önem taşımaktadır. Yıllık ortalama sıcaklıklar ve yıllık toplam potansiyel evapotranspirasyon değerlerindeki yükselme eğilimleri, bölgedeki yeraltısu ve yüzey sularının buharlaşma yoluyla kaybını arttırmaktadır, arttıracaktır. Öyle ki sahaya düşen yıllık toplam yağış miktarında artış olduğu görülse de, bu yağışın büyük bir kısmı özellikle yaz mevsiminde sağanak karakterinde olacağı için suyun yeraltına sızabilme oranı da düşecektir. Bölgenin monoklinal yapısı düşünülünce, yüzeye düşen ve minimum infiltrasyona uğrayan yağış sularının hızı ve dolayısıyla erozif etkileri artacak, kısa zamanda kısa mesafelerde çok büyük su kütleleri toplanacak ve alan sel, taşkın, erozyon gibi afetlerden çok daha şiddetli bir şekilde zarar görecektir. Yağışların sağanak karakter kazanmasının bir sonucu da yeraltısu seviyesinde görülecek olası alçalmalardır. Öyle ki, Kırklareli Kireçtaşı üzerinde açılmış olan Lalapaşa kuyusunun aylık yeraltısu seviye değerlerine göre 2011 yılından 2017 yılına kadar yaklaşık 3 metre seviye alçalması söz konusudur (Şekil 3.48). Bunda iklim elemanlarının karakterlerindeki değişikliğin yanında bölgede özellikle tarım faaliyetleri için açılmış bulunan ve muhtemelen Kırklareli Kireçtaşı birimlerinin taşıma kapasitesini aşan kullanım yoğunluğunun da etkisinin olduğu düşünülmektedir. 1990'dan 2018'e kadar çalışma alanının tümü için sürekli sulanan tarım arazilerinin kapladığı alanın yaklaşık 310 km² artmış olduğu ve kuyulardan tarım ve sanayi için karşılanan yeraltısu ihtiyacının son 30 yılda bununla paralel iyice artmış olduğu da düşünülünce yeraltısu seviyesinin daha da düşmesi muhtemel görünmektedir. Bu kapsamda mevcut yeraltısu kullanımının yetkililer tarafından kontrol altına alınması, akiferlerin taşıma kapasitelerinin göz önünde bulundurulması, yeraltısu bilançosunun iklim değişikliğinin bugünkü ve yakın

gelecekteki olası etkileri düşünülerek gözlenmesi, kaynakların ve kuyuların sürdürülebilir gelişim fikri temel alınarak aşırı kullanımlarının önüne geçilmesi önerilmektedir.

4.2.5 Monoklinal Yapılı Alanda Hidrografik Kökenli Doğal Afetler İçin Risk Değerlendirmesi

Çalışma sahasının uygulamalı jeomorfolojisi kapsamında, sahip olduğu fiziki ve beşeri coğrafya özellikleri kullanılarak doğal afetlere duyarlılık ilişkisi değerlendirilmiştir. Sahanın, nemli iklim özellikleri ve flüvyal süreçlerin etkinlik derecesi göz önüne alındığında, özellikle hidrografik kökenli afet tehlikelerinden etkilenme riskinin oldukça yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu kapsamda; çalışma alanının seyelan, sel, taşkın, erozyon ve kütle hareketleri olmak üzere hidrografik kökenli doğal afet risk zonlamaları yapılmıştır. Her afet türü tek tek ele alınmıştır. Risk zonlamaları yapılırken, coğrafi bilgi sistemleri teknolojisi kapsamında çok kriterli karar verme yöntemi (analitik hiyerarşi metodu) kullanılmıştır. Bu metod dahilinde değerlendirilen veriler, 1/25000 ölçekli topoğrafya haritasından elde edilen 10 metre sayısal yükselti modelinden üretilmiş 10 metre çözünürlüklü eğim ve bakı verileri, Sentinel 2 uydusundan elde edilmiş 2 Kasım 2018 tarihli 10 metre yersel çözünürlüklü uydu görüntüsünden üretilmiş arazi kullanımı verisi, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiş 1/25000 ölçekli toprak verisi ve Dönmez, (1969)'dan yararlanılarak hazırlanmış bitki örtüsü verisinden oluşmaktadır. Bu verilerden vektör tabanlı olanlar raster veriye dönüştürülmüş, böylece her veriye ait 10 metre çözünürlüğü olan raster tabanlı veriler elde edilmiştir. Risk haritalarının oluşturulabilmesi için bu verilerin sınıflarına; seyelan, sel, taşkın, erozyon ve kütle hareketlerinin her biri için 1-10 aralığında değerler atanmıştır. Değer atama işlemi, Arcgis 10.2 programının Spatial Analyst uzantısının Reclassify modülü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Atanılan değerlerin belirlenmesinde, Turoğlu ve Özdemir, (2005) referans alınmıştır. Atanan değerleri tanımlayan sınıfların hem üst çarpanları, hem de alt çarpanları tablo 4.1 ve 4.2'de verilmiştir.

Parametreler	Alt Birimler	Seyelan	Sel	Taşkın	Erozyon	Kütle Hareketleri
Eğim (Derece)	0-2	1	3	10	4	2
	2-5	6	6	9	8	3
	5-15	10	9	2	10	8
	15 <	9	10	1	9	10
Bakı	K	10	10	8	8	8
	KD	9	9	8	8	8
	D	8	8	8	7	7
	GD	7	8	8	7	6
	G	6	7	8	7	6
	GB	7	8	8	8	7
	B	8	9	8	8	8
	KB	9	9	9	9	9
	Düz	1	1	10	2	1
	Bitki	Antropojen Step	8	9	8	8
Kuru Orman Formasyonu		4	4	5	1	6
Toprak	Grumusol	9	9	9	8	9
	Alüvyal Toprak	7	8	8	4	6
	Kireçsiz Kahverengi T.	9	9	9	8	3
	Kireçsiz Kahverengi Orman T.	9	9	9	8	3
	Hidromorfik Toprak	9	9	4	6	7
	Kahverengi Orman Toprağı	8	8	8	8	3
Arazi Kullanımı	Tarım Alanları	9	7	10	5	4
	Ormanlık Alan	4	4	5	1	6
	Yerleşmeler	8	10	9	8	9
	Bozuk Orman Alanları	9	10	8	8	8

Tablo 4.1: Çok Kriterli Karara Verme Yönteminde Kullanılan Parametrelerinin Alt Sınıflarının Ağırlık Değerleri (Turoğlu ve Özdemir, 2005'ten uyarlanarak).

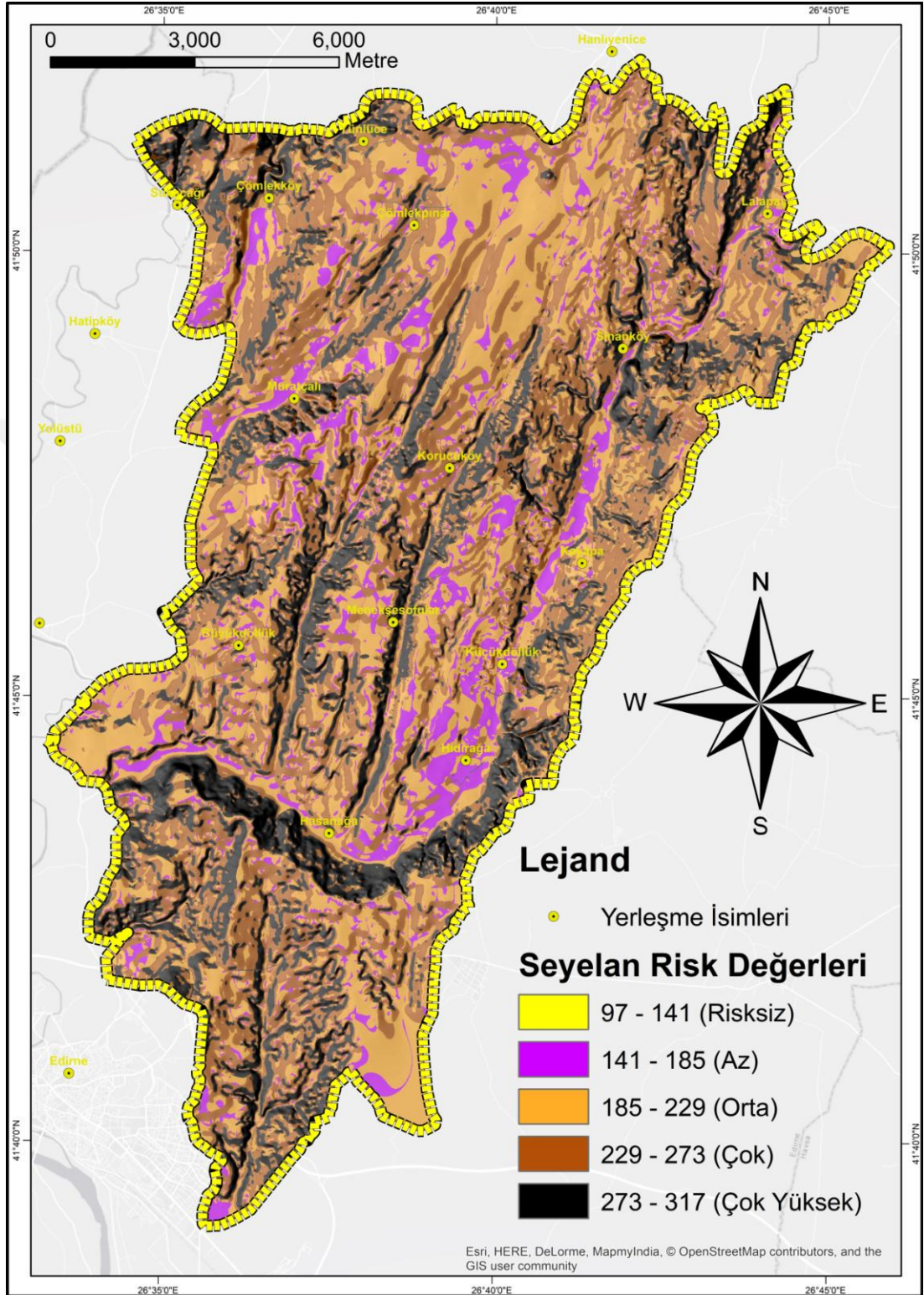
Afet Tipi	Eğim	Bakı	Bitki	Toprak	Arazi Kullanımı
Seyelan	10	8	7	5	4
Sel	10	8	8	6	9
Taşkın	10	6	2	4	8
Erozyon	9	7	10	6	8
Kütle Hareketleri	10	5	4	3	7

Tablo 4.2: Çok Kriterli Karara Verme Yönteminde Kullanılan Parametrelerinin Ağırlık Değerleri (Turoğlu ve Özdemir, 2005'ten uyarlanarak).

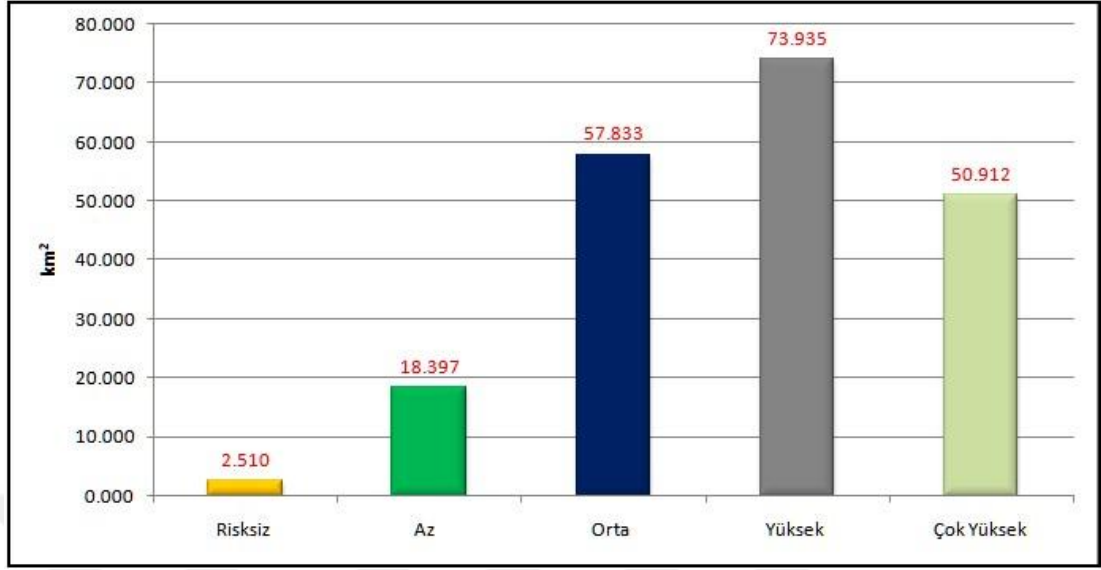
Değerler atandıktan sonra, Arcgis 10.2 programının Spatial Analyst uzantısının Raster Calculator modülü kullanılarak çakıştırma işlemi gerçekleştirilmiş ve risk haritaları oluşturulmuştur. Risk değerleri, her bir doğal afet türü için Risksiz, Az, Orta, Yüksek ve Çok Yüksek olmak üzere beş sınıfa ayrılmıştır. Elde edilen risk değerlerinin dağılım özellikleri incelendiğinde, yapısal faktörlerle ilişkisinin oldukça manidar olduğu görülmüştür. Öyle ki; bir sahanın yapısal özellikleri, meydana gelecek doğal afetlerin karakterlerini, yayılım alanlarını, etki derecelerini, hızlarını vb. son derece etkilemektedir. Bu kapsamda, elde edilen risk analizi sonuçları, mevcut yapıyla ilişkilendirilmiştir. Bu başlık altında, monoklinal yapıli sahanın afet risk değerleri ele alınacak olup, Istranca Masifi kısmının ve alüvyal sahanın hidrografik kökenli doğal afet risk değerlendirmeleri, kendi başlıkları altında ayrıca değerlendirilecektir.

4.2.5.1 Monoklinal Yapılı Alanda Seyelan Risk Değerlendirmesi

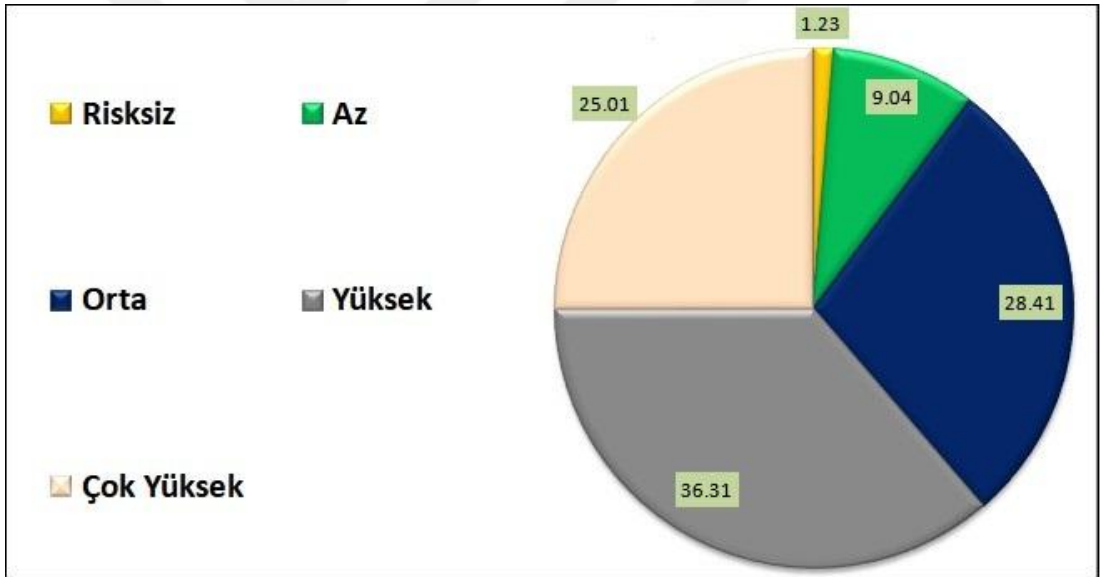
Monoklinal yapıli alanın seyelan risk değerleri incelendiğinde, çok geniş alanların seyelan riski altında oldukları görülmektedir. Risk değerlerinin alansal dağılımları ve yüzde oranları, şekil 4.7 ve 4.8'de, seyelan risk haritası ise şekil 4.6'da verilmiştir. Risk sınıflarının alansal dağılımına bakıldığında, en geniş alan kaplayan sınıfın yaklaşık 74 km² ile yüksek risk sınıfı olduğu görülmektedir. Bu değer, ilgili sahanın % 36.31'lik kısmına denk gelmektedir. Çok yüksek riske sahip alanlar ise yaklaşık 51 km² alan kaplamaktadır ve sahanın % 28.41'lik bölümünü meydana getirmektedir. Risksiz ve az riskli alanlar ise sırasıyla 2.510 km² ve 18.397 km² alan kaplarlarken, sahanın toplam % 10.27'lik kısmına karşılık gelmektedirler.



Şekil 4.6: Monoklinal Yapılı Saha Seyelan Risk Haritası



Şekil 4.7: Monoklinal Yapılı Saha Seyelan Risk Sınıfları Alansal Dağılım Özellikleri



Şekil 4.8: Monoklinal Yapılı Saha Seyelan Risk Sınıfları Yüzde Oranları

Çalışma sahası boyunca seyelan değerlerinin mekansal dağılımına bakıldığında, çok yüksek riske sahip alanların özellikle kuesta cephelerinde yoğunlaştığı göze çarpmaktadır. Buna ek olarak, özellikle Sinanköy Deresi, Çömlek Dere, Kayalı Dere, Korucuköy Dere, Uçbucak gibi alanın büyük konsektant akarsularının vadi yamaçlarında yine değerler yüksek ve çok yüksek çıkmıştır. Bunun, eğim koşullarını kontrol eden mevcut monoklinal yapıyla ve toprak, yarıлма derecesi, vadi gelişimi, suyun yüzey üzerinde kalma süresi gibi çeşitli özellikleri kontrol eden mevcut litolojik yapıyla oldukça önemli ilişkisi vardır. Öyle ki, eğim değerlerinin en yüksek

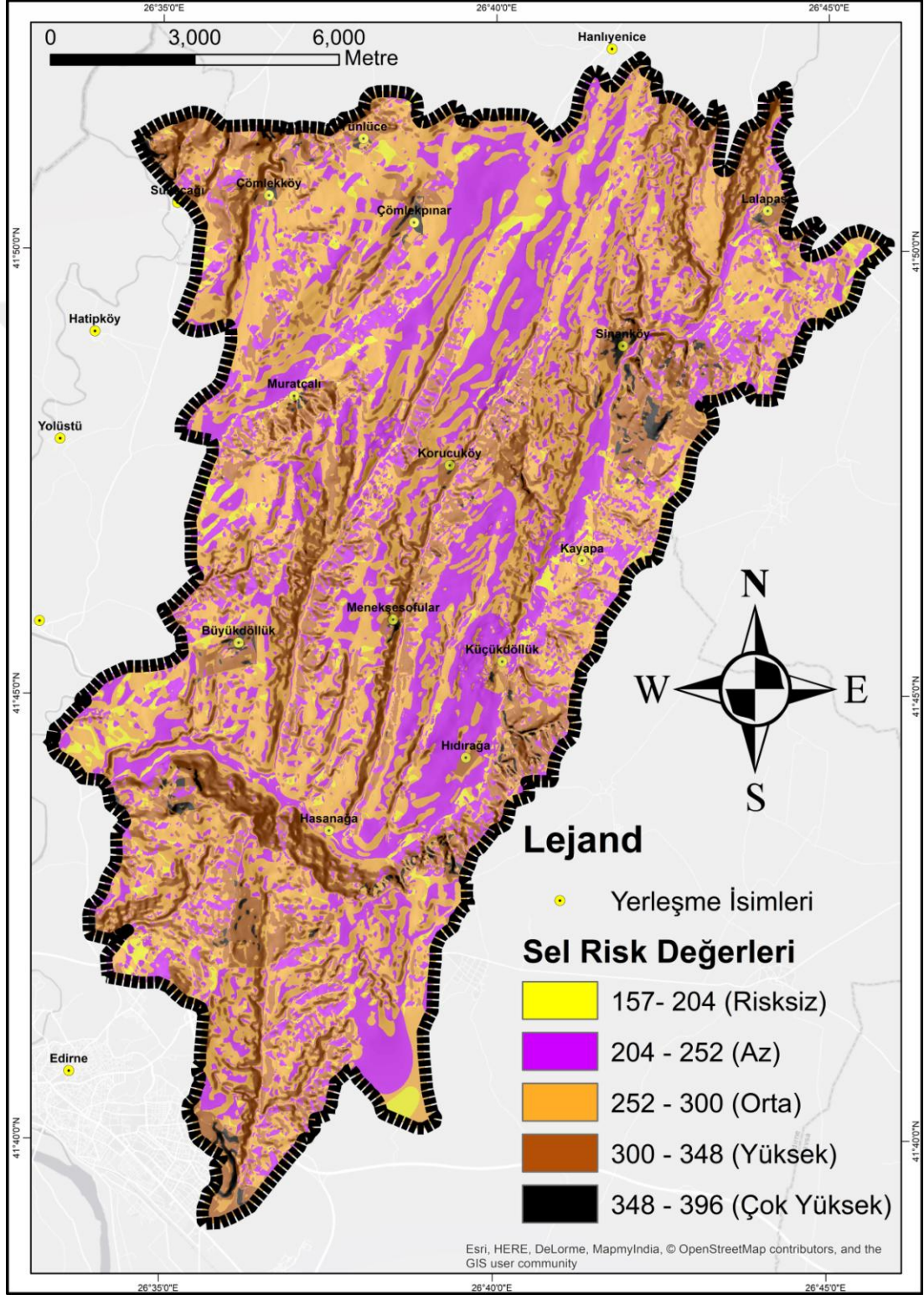
olduğu ve dolayısıyla seyelan riskinin en yüksek olduğu kısımlar aynı zamanda kuesta cepheleri ve konsekant depresyon yamaçlarıdır. Yine genç şekilli depresyonlar oluşturmuş olan resekant ve obsekant akarsu vadi yamaçlarında da değerler genelde yüksektir. Bunun yanında düşük risk değerleri, derin yarılmış vadiler arasındaki nispeten düz plato yüzeyleri ve vadi tabanlarında görülmektedir. Tabii seyelan risk değerlerinin saha genelinde yüksek olmasının, geçmişten günümüze bitki örtüsünün büyük oranda tahrip edilmiş olmasıyla da ilgisi bulunmaktadır. Öyle ki, çıplak anakaya ve depo birimleri bitki örtüsünden yoksunlaştıkça, seyelan afetine çok daha duyarlı hale gelmektedirler. Ek olarak, kuesta cephelerinin çoğunlukla kuzey ve kuzeydoğu bakılı olmaları da, bu birimler üzerindeki seyelan riskini arttıran en önemli özelliklerden biri olmuştur.

4.2.5.2 Monoklinal Yapılı Alanda Sel Risk Değerlendirmesi

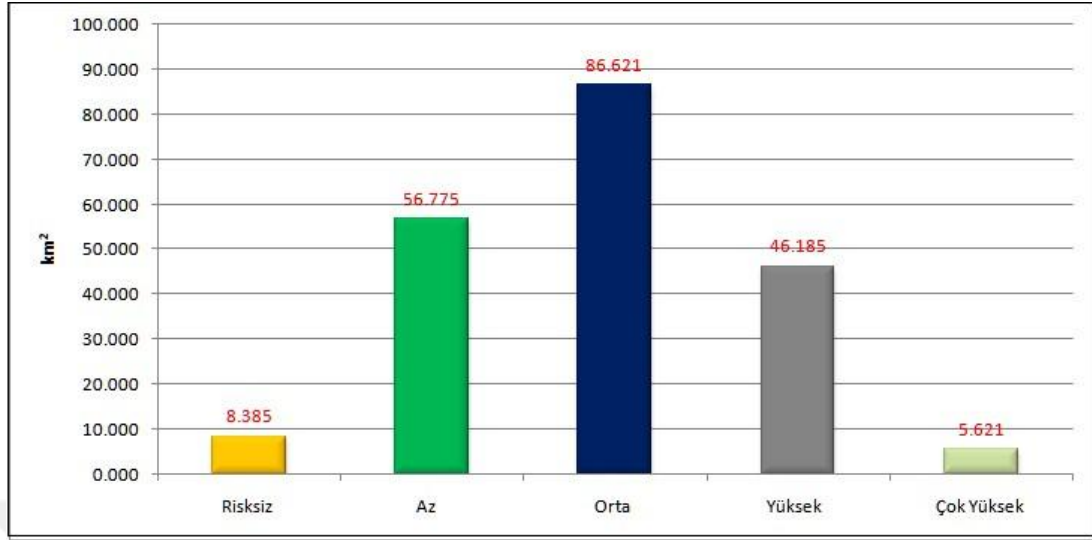
Sel afeti risk değerlerinin alansal dağılışı incelendiğinde, orta derecede riskli alanların en geniş alanı kapladığı görülmektedir. Öyle ki, bu alanlar sahanın 86.621 km²'sini, yani monoklinal yapılı sahanın % 42.55'ini meydana getirmektedir. Bununla ilgili sel risk haritası şekil 4.9'da, risk sınıflarının alansal dağılışı ve yüzde oranları ise sırasıyla şekil 4.10 ve 4.11'de verilmiştir. Ciddi anlamda sel tehlikesi riski altında olan alanlar ise çok yüksek ve yüksek risk sınıf değerlerinin alansal değerleri dikkate alınırca toplamda 52 km²'lik alan dahilinde yayılış gösterirlerken, bu alan ilgili sahanın %26.81'ini meydana getirmektedir. Risksiz ve az riskli alanlar ise çalışma alanında toplam 65.160 km² alan kaplarlarken, yüzde oranları % 30.64'tür.

Sel risk değerlerinin mekansal dağılışı incelendiğinde, yüksek ve çok yüksek derecede sel riskine sahip alanların, bitki örtüsünden yoksun ve eğim değerleri yüksek kısımlardan müteşekkil olduğu görülmektedir. Özellikle konsekant ve obsekant akarsuların vadileri ve kuesta cephelerinin yamaçları bu bakımdan yüksek sel riski altındadır. Bunun yanında, özellikle yamaç eğimleri yüksek vadilerin çok kısa sürede çok büyük su kütlelerini toplama kapasitelerine ulaşma potansiyeli olan kısımlarda; özellikle bu su kütlesi, Ergene Formasyonu gibi nispeten geçirimsiz

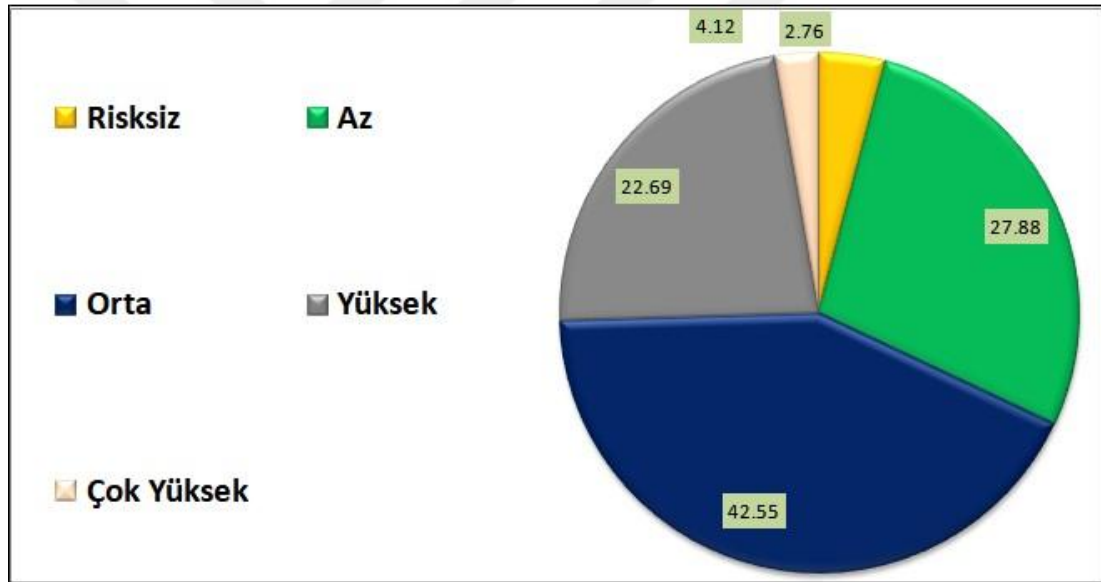
birimlerin üzerinde toplanıyorsa, sel riskinin çok yükseldiğine değinmek gerekmektedir.



Şekil 4.9: Monoklinal Yapılı Saha Sel Risk Haritası



Şekil 4.10: Monoklinal Yapılı Saha Sel Risk Değerleri Alansal Dağılım Özellikleri

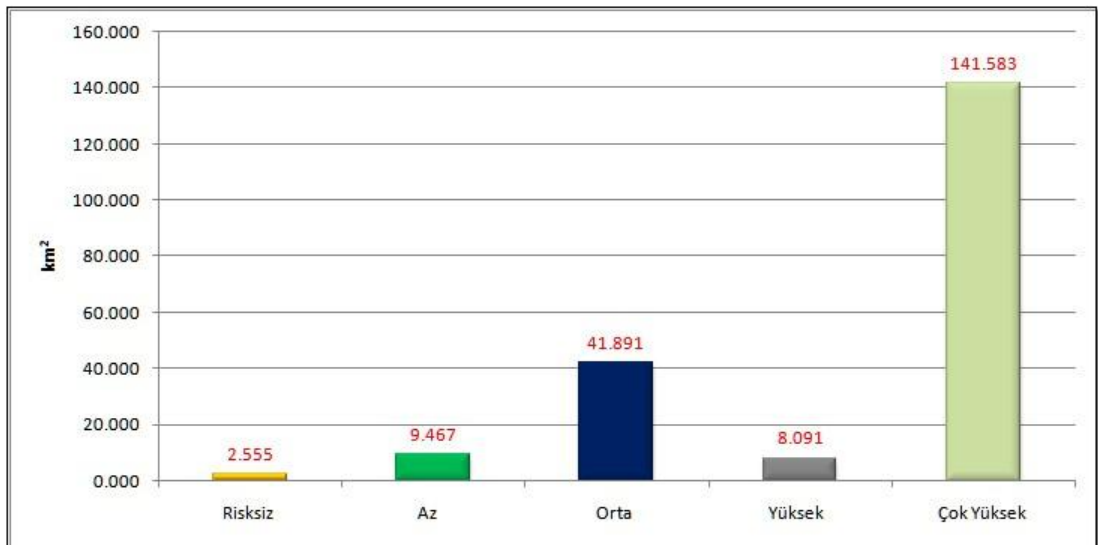


Şekil 4.11: Monoklinal Yapılı Saha Sel Risk Değerleri Yüzde Oranları

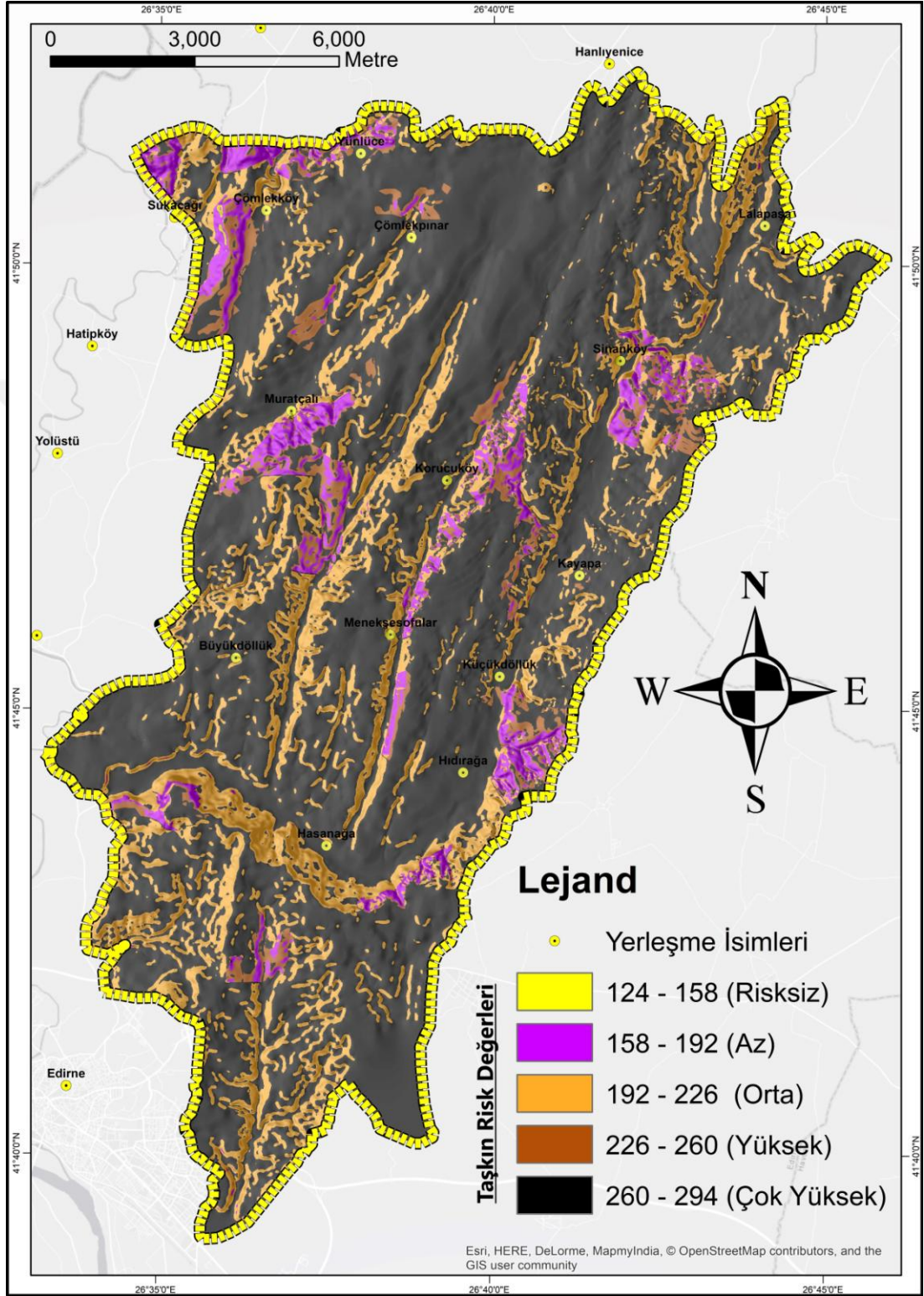
Bu durum çalışma alanı için; Trakya Formasyonu, Ergene Formasyonu, İslambeyli Formasyonu gibi birimlerden müteşekkil tabaka sırtlarında akış gösteren akarsu vadilerinde mevcut gözükmektedir. Yıllık toplam yağışların ve sağanak karakterli yağışların artma eğilimi de düşünülürse, bu durumun yakın gelecekte yaşanması muhtemel gözükmektedir.

4.2.5.3 Monoklinal Yapılı Alanda Taşkın Risk Değerlendirmesi

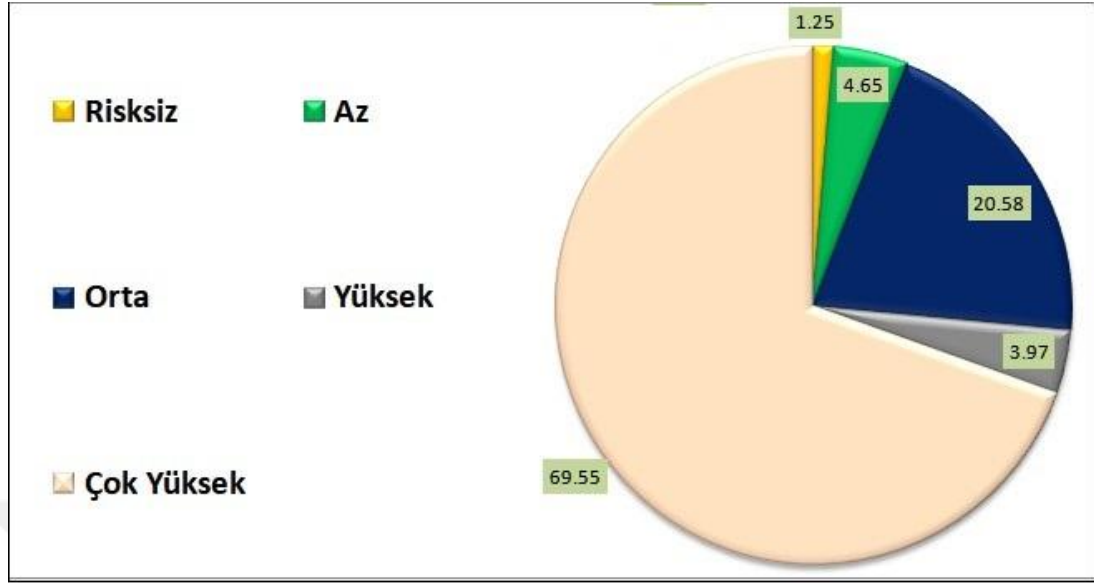
Yapılan risk analizi sonucuna göre, monoklinal yapılı sahanın genelinde taşkın riski çok yüksek çıkmıştır. Bununla ilgili taşkın riski haritası şekil 4.13'te, taşkın riski sınıflarının alansal değerleri ve yüzde oranları sırasıyla şekil 4.12 ve 4.14'te verilmiştir. Çok yüksek risk değerine sahip alanlar 141.583 km² alan kaplamaktadır ve bu oran ilgili sahanın yaklaşık % 70'ine karşılık gelmektedir. Bu oranın ortaya çıkmasında, sahanın yapısal jeomorfoloji özellikleri başrolü oynamıştır. Özellikle Sinanköy ile Hasanağa arasındaki sahanın eğim değerlerinin çok az olması, su toplanması için nispeten uygun kısımları meydana getirmektedir. Buna ek olarak yine eğim değerleri çok düşük olan ve İslambeyli Formasyonu birimleri gibi geçirimsiz birimler üzerinde açılmış olan subsekant depresyonların vadileri ve konsekant akarsu vadileri arasında kalan düz alanlar, taşkın riskinin çok yüksek olduğu alanların başlıcalarını meydana getirmektedir. Bu alanların tarım sahaları, yerleşmeler ve yol gibi beşeri yapılara çok yakın olmaları, taşkın riskini arttıran diğer bir önemli faktördür. Taşkın riskinin çok az olduğu alanların ise, genel olarak eğim değerleri yüksek, Kırklareli Kireçtaşı gibi nispeten geçirimli formasyonlardan oluşmuş Sinanköy Kuestası, ve Hasanağa Kuesta Cephesi gibi alanlara karşılık geldiği görülmektedir.



Şekil 4.12: Monoklinal Yapılı Saha Taşkın Risk Değerleri Alansal Dağılım Özellikleri



Şekil 4.13: Monoklinal Yapılı Saha Taşkın Risk Haritası

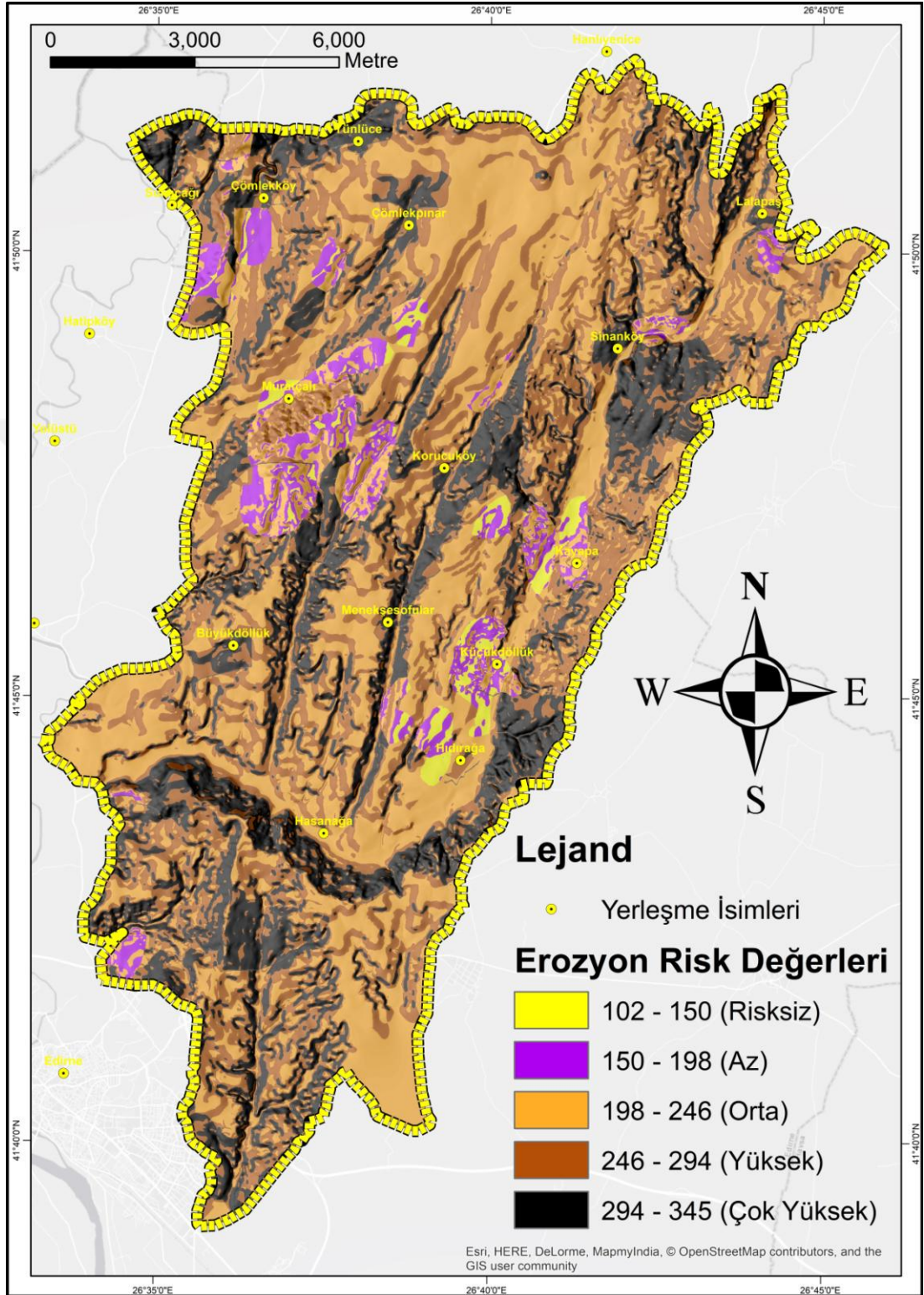


Şekil 4.14: Monoklinal Yapılı Saha Taşkın Risk Değerleri Yüzde Oranları

Bu alanlar sahanın ancak yaklaşık 12 km²'lik alanına karşılık gelirken, % 5.90'lık kısmını meydana getirmektedir. Taşkın riskinin ilgili saha için ne kadar yüksek olduğu, bu değerlerle de nitelenmektedir. Ayrıca, "Havzaların Morfometrik Özellikleri" başlığı altında yapılan analiz sonuçlarına göre de, mevcut sahanın taşkın duyarlılığının yüksek olduğu görülmektedir.

4.2.5.4 Monoklinal Yapılı Alanda Erozyon Risk Değerlendirmesi

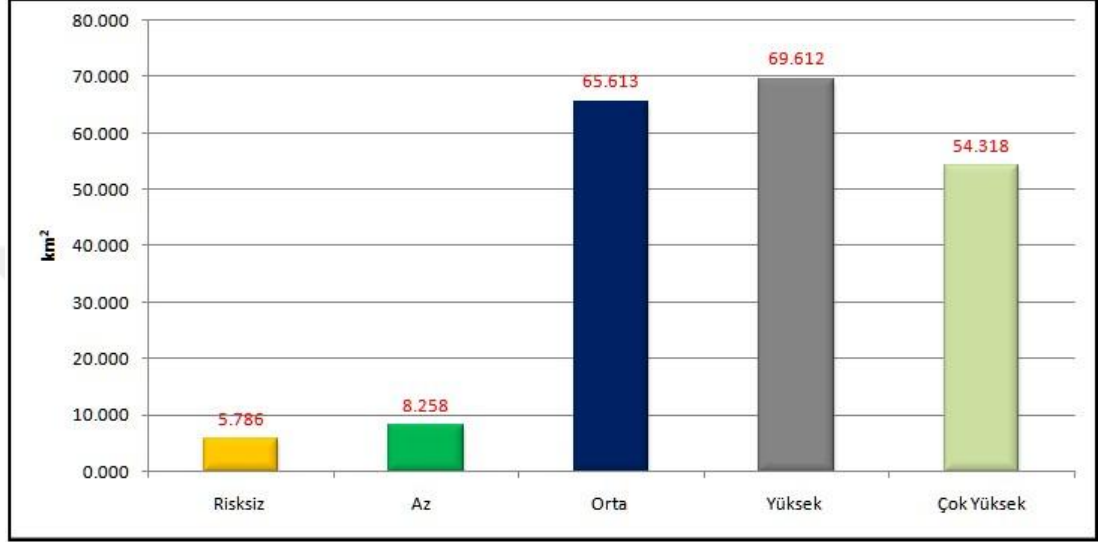
Erozyonun meydana gelmesinde genel olarak farklı mekanizmalar rol oynamaktadır. Özellikle dayanımsız litolojiler üzerinde meydana gelen gully ve rill erozyonları, akarsuların yana, derine ve geriye aşındırma süreçleri sonucu meydana gelen erozyon, yamaçlarda sel yarınları ve seyelan gibi süreçler sonucu meydana gelen erozyon, erozyonun meydana gelmesinde etkili olan çeşitli mekanizmalara örnek olarak verilebilir. İlgili sahanın fiziki coğrafya özellikleri, bu mekanizmaların gerçekleşme riskleri hakkında çıkarım yapılabilmek amacıyla analiz edilmiştir. Analiz sonucuna göre ilgili sahanın büyük bir çoğunluğunun erozyon riski çok yüksek çıkmıştır. Bununla ilgili erozyon risk haritası şekil 4.15'te, risk sınıflarının alansal özellikleri ve yüzde oranları ise sırasıyla şekil 4.16 ve 4.17'de verilmiştir. Buna göre; çok yüksek ve yüksek riske sahip alanlar toplam 123.930 km² gibi büyük bir alanı kaplamaktadırlar. Bu alanlar, ilgili sahanın yaklaşık % 61'ini meydana getirmektedir.



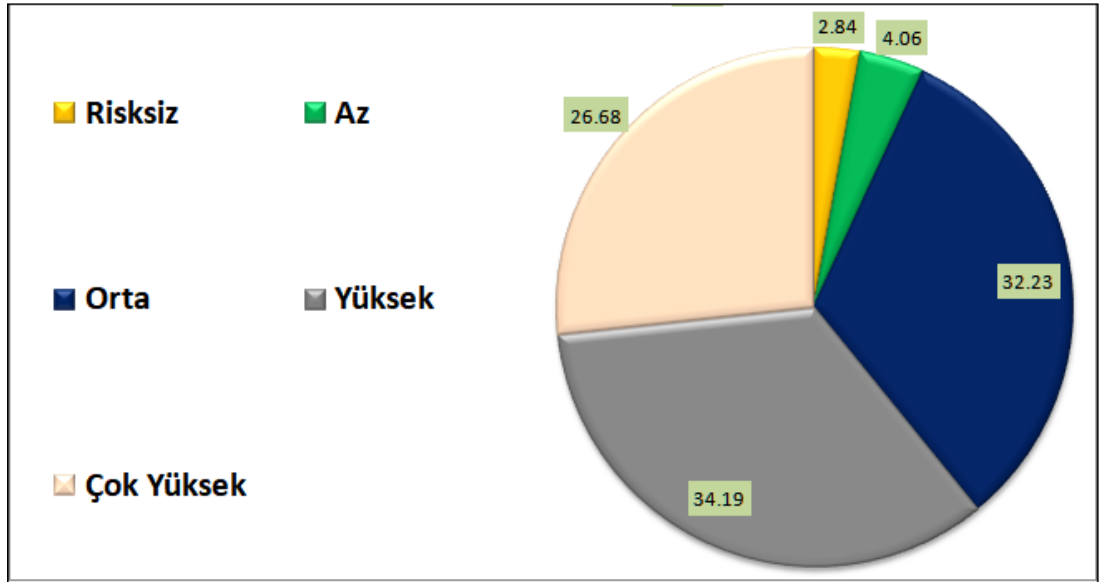
Şekil 4.15: Monoklinal Yapılı Saha Erozyon Risk Haritası

Orta derecede riske sahip alanlar 65.613 km²'lik değerleriyle % 32.23'lük orana sahipken, risksiz alanlar % 2.84, az riskli alanlar ise % 4.06 oranıyla karakterize

olmaktadırlar. Erozyon riski sınıflarının mekansal dağılışı irdelendiğinde, çok yüksek ve yüksek riskli alanların özellikle kuesta cepheleri, resekant depresyonlar, obsekant depresyonlar ve konsekant depresyonlar ve bu depresyonların yamaçlarında yoğunlaştığı görülmektedir.



Şekil 4.16: Monoklinal Yapılı Saha Erozyon Risk Değerleri Alansal Dağılışı Özellikleri



Şekil 4.17: Monoklinal Yapılı Saha Erozyon Risk Değerleri Yüzde Oranları

Bu sahalar aynı zamanda bitki örtüsünden yoksun, eğim değerlerinin nispeten yüksek, toprak tekstürünün yoğun ayrışmaya ve yıkanmaya maruz kaldığı sahalar olmaları bakımından dikkat çekmektedirler. İlgili sahada Trakya Formasyonu ve İslambeyli Formasyonu gibi nispeten dirençsiz ve geçirimsiz birimler üzerinde çeşitli erozyonal oluşumlar gözlenmiştir (Foto 4.3 ve 4.4). Özellikle çalışma alanındaki kuru orman formasyonu alanlarının tarım alanı açmak için geçmişten günümüze tahrip edilmiş olması, erozyon risk değerlerini arttırıcı rol oynamıştır. Özellikle seyelan ve sel afet risklerinin de yüksek olması, erozyon riskini arttıran diğer bir önemli faktör olmuştur.



Foto 4.3: Korucuköy Yakınlarında Trakya Formasyonu Üzerinde Oluşmaya Başlamış Gully Erozyonu

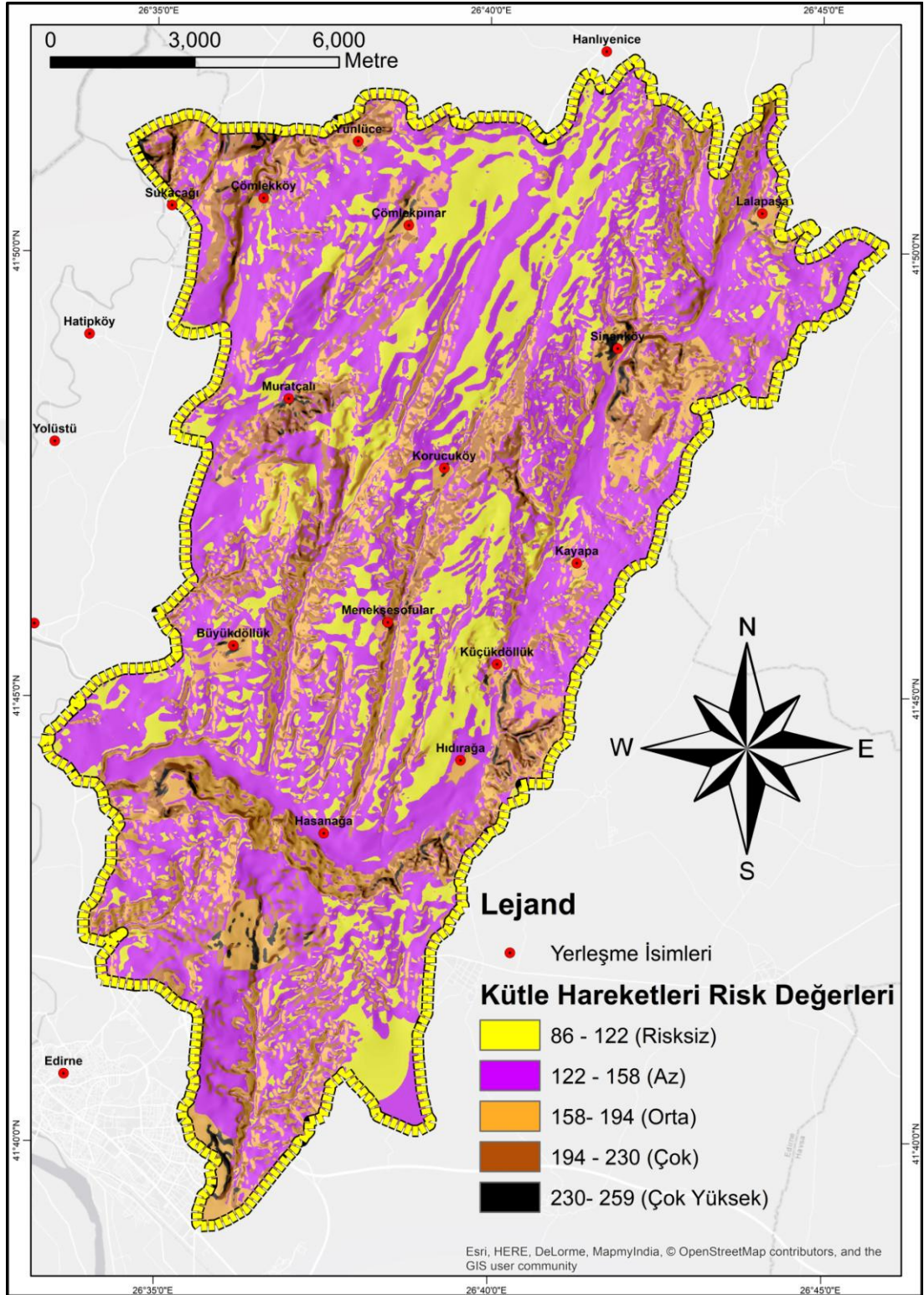


Foto 4.4: Hasanağa Yakınlarında Trakya Formasyonu Üzerinde Oluşmaya Başlamış Rill Erozyonu

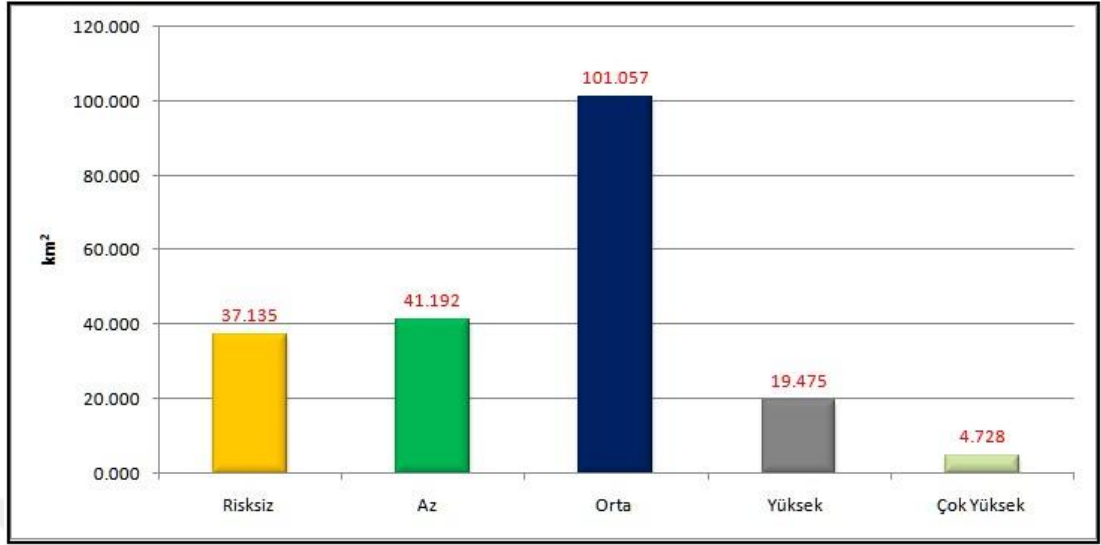
4.2.5.5 Monoklinal Yapılı Alanda Kütle Hareketleri Risk Değerlendirmesi

Kayma, düşme, akma, sürünme gibi birçok türü olan kütle hareketleri, hidrografik kökenli unsurlarla kolayca tetiklenebilecek bir karakter taşımaktadır. Bu kapsamda; yamaç süreçleri, seyelan ve sellerin risk durumları, zeminin litolojik yapısı, bitki örtüsü özellikleri, tabakaların eğim özellikleri gibi faktörler, kütle hareketlerini doğrudan etkileyen faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu faktörler içinde yapısal kontrol mekanizmaları, ayrıca öneme sahiptir.

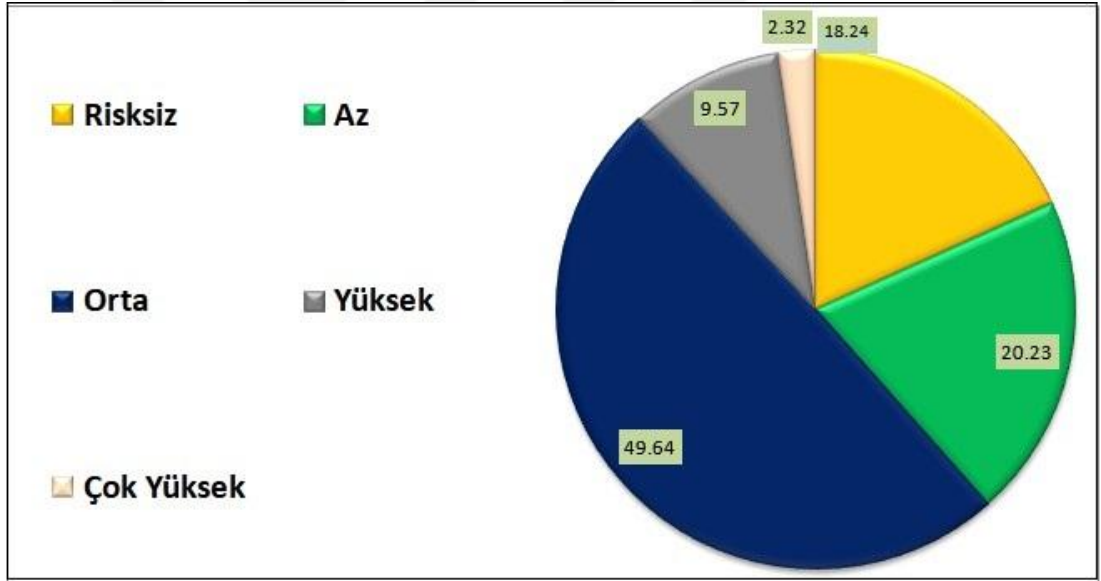
Mevcut saha için yapılan risk analizi sonuçlarına göre, sahanın kütle hareketleri riski genel olarak az çıkmıştır. Bununla ilgili kütle hareketi risk haritası şekil 4.18'de, kütle hareketi risk sınıflarının alansal değerleri ve yüzde oranları ise sırasıyla şekil 4.19 ve 4.20'de verilmiştir. Yüksek ve çok yüksek riske sahip alanlar 24.203 km² alan kaplarlarken, ilgili sahanın yaklaşık % 12'sini meydana getirmektedirler. Bu alanlar genel olarak eğim özelliklerinin yüksek, bitki örtüsünün zayıf ve yamaç süreçlerinin nispeten yoğun çalıştığı kuesta cepheleridir. Bu birimler aynı zamanda kuzey ve kuzeydoğuya baktıklarından, meydana gelecek ayışma ve aşınma faaliyetlerine daha duyarlı hale gelmektedirler. Öyle ki, Sinanköy Kuestası'nın cephesinin bazı kısımlarında küçük çaplı kaya düşmeleri gözlenmiştir. Bunun yanında bitki örtüsünden yoksun, Sinanköy çevresinin anakaya karakterinden uzak, depolardan meydana gelmiş eğimi orta derecede olan bazı konsekant vadilerde, seyelan ve sel sularının tetiklediği süreçler sonucu akma ve kayma gibi kütle hareketlerinin vuku bulması muhtemel gözükmektedir ki risk haritasında bu alanlar genel olarak orta derecede riskli olarak karakterize olmaktadır.



Şekil 4.18: Monoklinal Yapılı Saha Kütle Hareketleri Risk Haritası



Şekil 4.19: Monoklinal Yapılı Saha Kütle Hareketleri Risk Değerleri Alansal Dağılım Özellikleri



Şekil 4.20: Monoklinal Yapılı Saha Kütle Hareketleri Risk Değerleri Yüzde Oranları

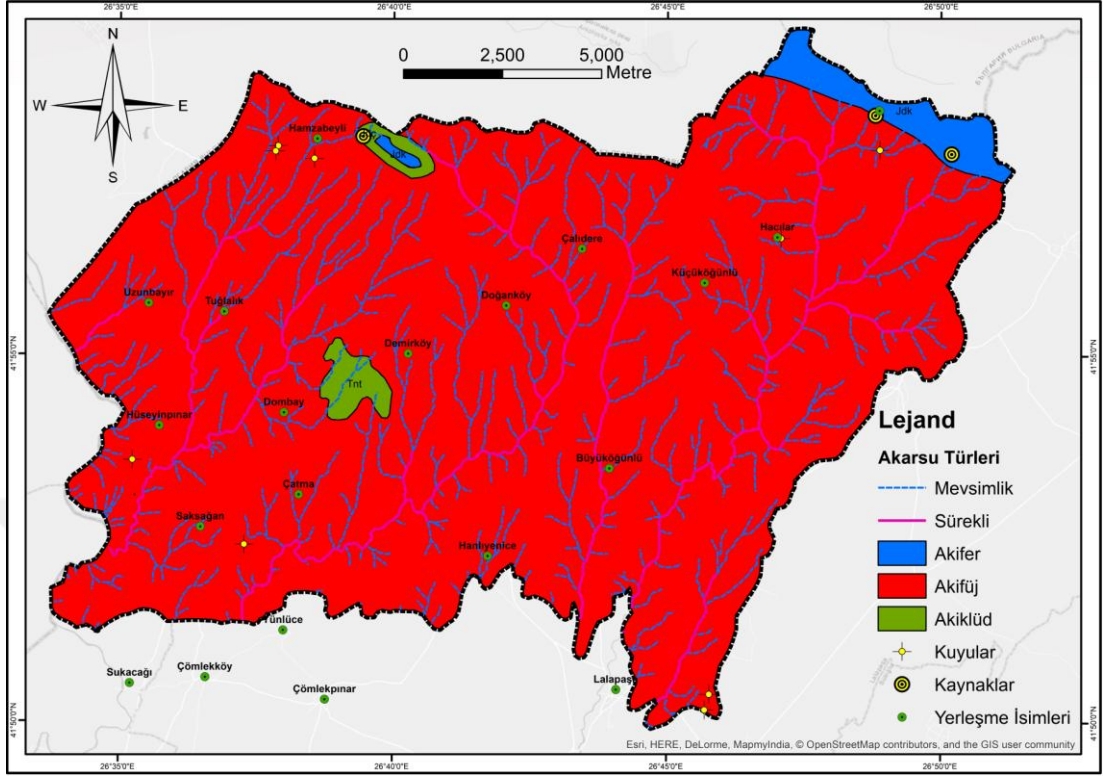
Bu orta derecede riskli alanlar 101.057 km²'lik alan kaplarlarken, ilgili sahanın yaklaşık % 50'sini meydana getirmektedirler. Risksiz ve az riskli alanlar ise toplam 78.327 km²'lik alana karışık gelirken, yaklaşık % 38'lik bir oranla karakterize olmaktadır. Bu az riskli ve risksiz alanlar genel olarak eğim değerleri çok düşük vadi tabanlarına, subsekant depresyonlara ve plato yüzeylerine karşılık gelmektedir.

4.3 Istranca Masifi Kısımının Uygulamalı Jeomorfolojisi

Istranca Masifi kısmını uygulamalı jeomorfolojisi, su yönetimi ve hidrografik kökenli doğal afetler risk değerlendirmesi başlıkları altında incelenmiştir. Hidrografik kökenli afetler risk değerlendirmesi başlığı altında seyelan, sel, taşkın, erozyon ve kütle hareketleri afetlerine ait risk değerlendirmeleri ayrı ayrı ele alınmıştır. Elde edilen sonuçlar, yapısal faktörlerle ilişkilendirilmiştir.

4.3.1 Istranca Masifi Kısımında Su Yönetimi

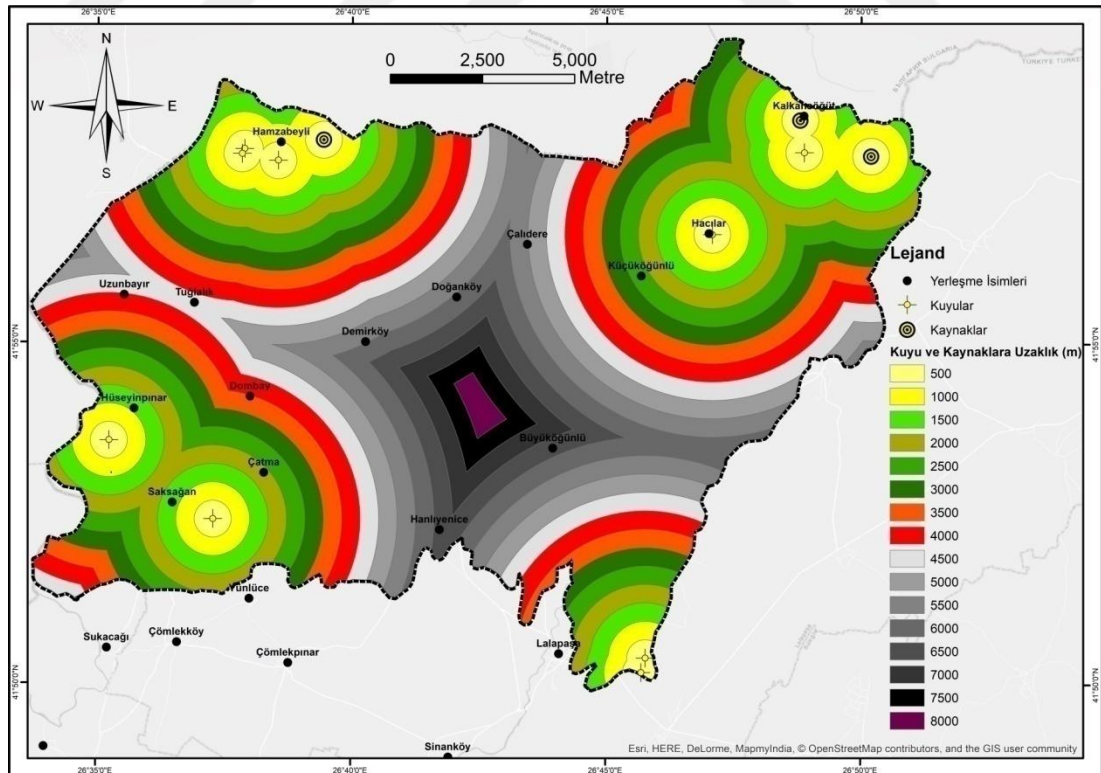
Çalışma alanının Istranca Masifi kısmının yapısal özellikleri, bölgenin yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının dağılışı özelliklerine ve bu kaynaklara ulaşım imkanlarına doğrudan etki etmektedir. Özellikle bölgedeki litolojik yapı, yeryüzüne düşen suyun yüzeyde kanalize olma katsayısını ve yeraltına infiltre olma derecesini ve litolojik birimlerin içinde depolanabilme koşullarını oldukça etkilemiştir. Öyle ki, bölgedeki hakim litolojik formasyonların Paleozoik metamorfik ve magmatik birimlerini tanımlayan Tekedere Grubu kayalarından müteşekkil olması, bu bölgenin yeraltısuyu bulundurma imkanlarından büyük oranda yoksun olmasına neden olmuştur. Bu litolojik birimler, hidrojeolojik açıdan akifüj karakteri taşımaktadır ve yeraltısuyunu iletme ve depolama kapasiteleri çok çok düşüktür (Şekil 4.21). Bu bakımdan sahanın çok büyük bir bölümü, yeraltısuyundan yoksundur. Paleozoik magmatik ve metamorfik birimlerin yayılışı gösterdiği kısımlarda sadece bu birimler içerisinde meydana gelmiş bulunan çatlaklardan çıkış yapan verimsiz ve çok ufak birtakım kaynaklardan söz etmek mümkündür.



Şekil 4.21: Istranca Masifi Kısımının Yerüstü ve Yeraltı Su Kaynaklarının Dağılışı Özellikleri

Söz konusu sahada, akifüj karakterindeki hakim litolojik birimlerin yanında, Mesozoik dolomitik kireçtaşları ve mermerler de bulunmaktadır. Yayılış alanları bakımından çok sınırlı sahaları kapsayan bu birimler bölgenin yeraltısuyu potansiyeli açısından büyük önem taşımaktadır. Öyle ki, bu birimler akifer karakteri taşımakta ve yeraltısuyunu depolayabilme kabiliyeti sergilemektedir. Zaten bölgedeki az sayıda olan kuyu ve kaynakların mevcudiyetleri de, bu birimler çevresinde yoğunlaşmaktadır. Bu birimler genel olarak, sahanın kuzeydoğu sınırında Kalkansöğüt çevresinde ve Hamzabeyli doğusunda çok küçük bir kısımda yayılış göstermektedirler. Bölgedeki kaynaklar da, bu dolomitik kireçtaşı ve mermer birimlerinin geçirimsiz Tekedere Grubu birimleri ile dokanak kısımlarında yüzeye çıkmışlardır. Bu kaynaklar, aynı zamanda bölgedeki yüzeysel drenajı besleyen önemli noktasal unsurlar olmalarıyla dikkat çekmektedirler. Bu kaynaklar aynı zamanda Kalkansöğüt ve Hamzabeyli yerleşmelerinin su ihtiyacını karşılamaları bakımından büyük önem taşırlar, lakin bu yerleşmeler sürekli akarsulara nispeten uzaktırlar (Şekil 4.23). Bölgede, çok sınırlı lokasyonlarda akiklöd karakterinde bazı formasyonlara da rastlanmaktadır. Bu formasyonlar, Demirköy-Dombay arası

Pliosen Trakya Formasyonu ve Hamzabeyli doğusunda birtakım metakumtaşları (Prk) ve kalkıştlerden (Jdç) meydana gelmektedir. Ancak bu formasyonlar hem yayılış alanları hem de litolojik yapıları itibariyle su ihtiyacını karşılayamayacak derecede verimsizdirler. Kuyuların dağılımlarına göz atıldığında, genelde akifüj karakterinde olan metamorfik ve magmatik birimlerin üzerinde açılmış oldukları görülmektedir. Bu kuyuların iletimlilik ve verimlilik dereceleri hakkında verilere ulaşılammıştır. Lakin akifer karakterindeki Kapaklı Dolomit Üyesi birimleri üzerinde kuyu bulunmayıp, akifüj karakterindeki Tekedere Grubu birimleri üzerinde kuyuların mevcutluğu, enterasandır. Öyle ki, yukarıda da değinildiği gibi dolomitik kireçtaşlarından müteşekkil kısımlar yerlatsuyuna ulaşma bakımından daha elverişli özelliklere sahiptir. Bölgenin kaynaklara ve kuyulara uzaklık özelliklerinin irdelenebilmesi amacıyla kuyu ve kaynaklara buffer analizi uygulanmıştır. Analiz sonuçlarına göre Hamzabeyli Hacılar, Saksagan, Hüseyinpınar ve Kalkansögüt yerleşmeleri, kaynak ve kuyulara nispeten yakındırlar (0-1000 metre arası) (Şekil 4.22).

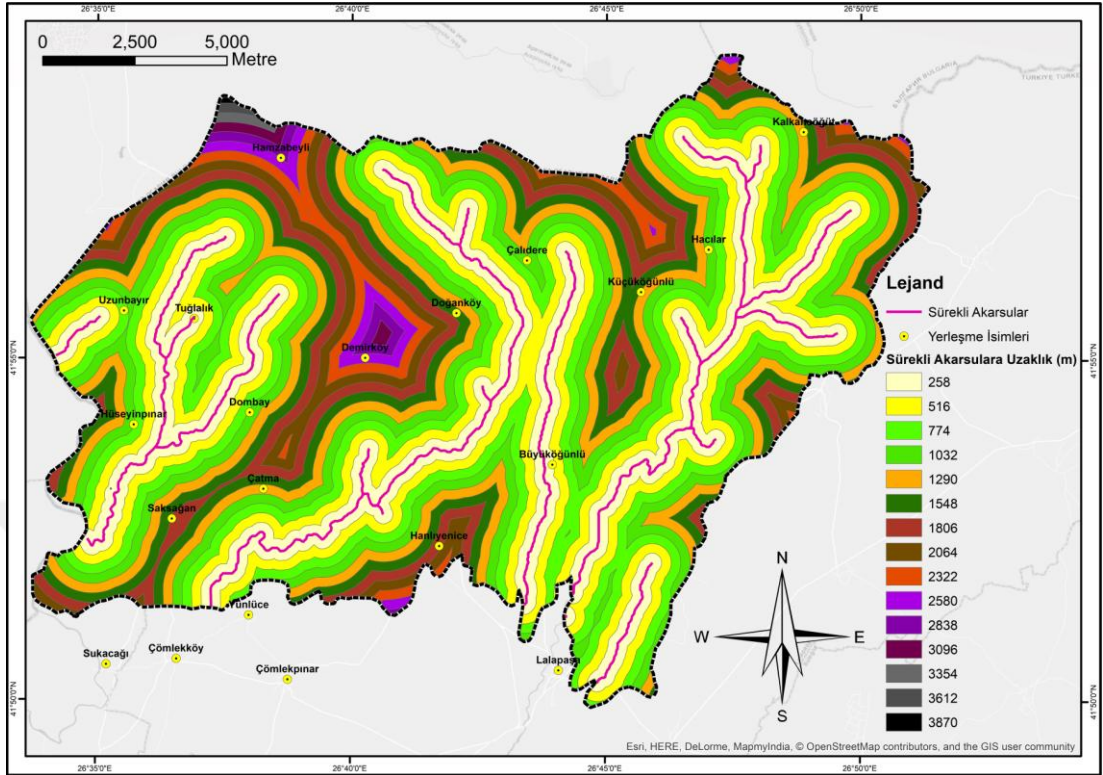


Şekil 4.22: Istranca Masifi Kısmında Kuyu ve Kaynaklara Uzaklık Özellikleri

Bunun yanında Doğanköy, Demirköy, Büyüköğünlü, Hanlıyenice, Çalidere, Uzunbayır, Tuğlalık ve Çatma yerleşmeleri, yeraltısı kaynaklarına nispeten uzaktırlar (1000-6500 m arası) (Şekil 4.22).

Yeraltısuyu potansiyeli bakımından fakir olan mevcut sahada su ihtiyacını karşılamak için asıl önemli su kaynağını yüzeysel drenaj meydana getirmektedir. Özellikle bölgenin büyük bir bölümünde yayılış gösteren; gözenekliliği az, kristalin, geçirimsizliği düşük metamorfik ve magmatik karakterdeki litolojik birimler dolayısıyla yeryüzüne düşen suyun büyük çoğunluğu akışa geçmektedir. Bu akışa geçen suların bir kısmı tektonik deformasyon sonucu oluşmuş çatlaklardan sığ derinliklere sızıp, yakın bir lokasyonda tekrar yüzeye çıkabilmektedir. Bunun dışında infiltrasyonla kayıp minimum seviyededir. Bu yüzden buradaki drenaj ağı, dandiritik karakterdedir ve oldukça sıktır. Bölgedeki sürekli akarsular, genel olarak Sinanköy Deresi, Çömlek Dere ve Kayalı Dere'nin üst çığırlarından oluşmaktadır ve alt çığırlarında taşıdıkları su kütesine göre çok daha az su kütesi taşımaktadırlar. Buna rağmen dağılış özelliklerine göz atıldığında, bölgenin geniş bir kısmını suladıkları görülmektedir. Geçirimsizliği yüksek dolomitik kireçtaşları ve mermer birimleri üzerinde ise yüzeysel drenaj çok fakirdir.

Bölgedeki sürekli akarsulara ulaşım şartlarının ve uzaklık özelliklerinin ortaya konulabilmesi amacıyla, sürekli akarsulara buffer analizi uygulanmıştır. Buffer analizi uygulanırken sınıf aralıkları, akarsu vadilerinin tabanları ile yamaçları arasındaki mesafeler hesaplanmış ve bu değerlerin ortalaması temel alınmıştır. Bu hesaplamada bu çalışmanın Morfometrik Analizler bölümünün Vf İndeksi başlığı altında verilmiş bulunan enine kesitlerden 5, 6, 7, 8, 9, 16, 21, 23, 24 ve 25 numaralı kesitler kullanılmıştır. Hesaplama sonucunda, 258 m aralıklı toplam 15 sınıf oluşturulmuştur. Analiz sonuçlarına göre Uzunbayır, Hüseyınar, Tuğlalık, Dombay, Çalidere, Hacılar ve Büyüköğünlü yerleşmeleri sürekli akarsulara nispeten yakında bulunmaktadırlar (0-1000 m arası) (Şekil 4.23). Hanlıyenice, Çatma, Saksaağan, Demirköy, Doğanköyi, Küçüköğünlü, Hamzabeyli ve Kalkansöğüt yerleşmeleri sürekli akarsulara nispeten uzakta bulunmaktadırlar (1000-3500 m arası) (Şekil 4.23).



Şekil 4.23: Istranca Masifi Kısmında Sürekli Akarsulara Uzaklık Özellikleri

Bölgede yeraltı su kaynaklarının daha verimli kullanılabilmesi için, yapısal özelliklerin gözden geçirilmesi gerekmektedir. Özellikle akifer niteliğindeki dolomitik kireçtaşı ve mermer birimleri üzerinde taşıma kapasitesini aşmadan, kuyu açılarak yeraltı suyu aranması önerilmektedir. Bunun yanında, 2012'den 2018'e bölgedeki sürekli tarım alanlarının oldukça genişlemesi, tarımsal faaliyetler için gerekli su ihtiyacını oldukça arttırmıştır. Tarımsal faaliyetler için gerekli suyun büyük miktarda yerüstü su kaynaklarından karşılandığı düşünülürse, bölgedeki akarsuların önemi daha da artmaktadır. Yıllık ortalama akım değerlerinde son 30 yıllık dönemde görülen artışın, yakın gelecekte de devam edeceği düşünülmektedir. Özellikle yıllık toplam yağışların artması ve sağanak karaktere doğru gidiş de ele alınırsa, büyük kısmı geçirimsiz kayalardan müteşekkil bölgede yüzeysel su kaynaklarının miktarının ve hacminin artacağı öngörülmektedir. Özellikle sağanak yağışlar sırasında, sel afetinden etkilenme olasılığı büyük olan bölgede çok kısa sürelerde ve kısa mesafelerde toplanacak büyük su kütlelerinin önüne geçilmesi için stratejiler geliştirilip, bu suların daha sonra kullanılacak şekilde depo edilebilme yolları aranması önerilmektedir. Zaten oldukça kısıtlı olan yeraltı su kaynaklarının

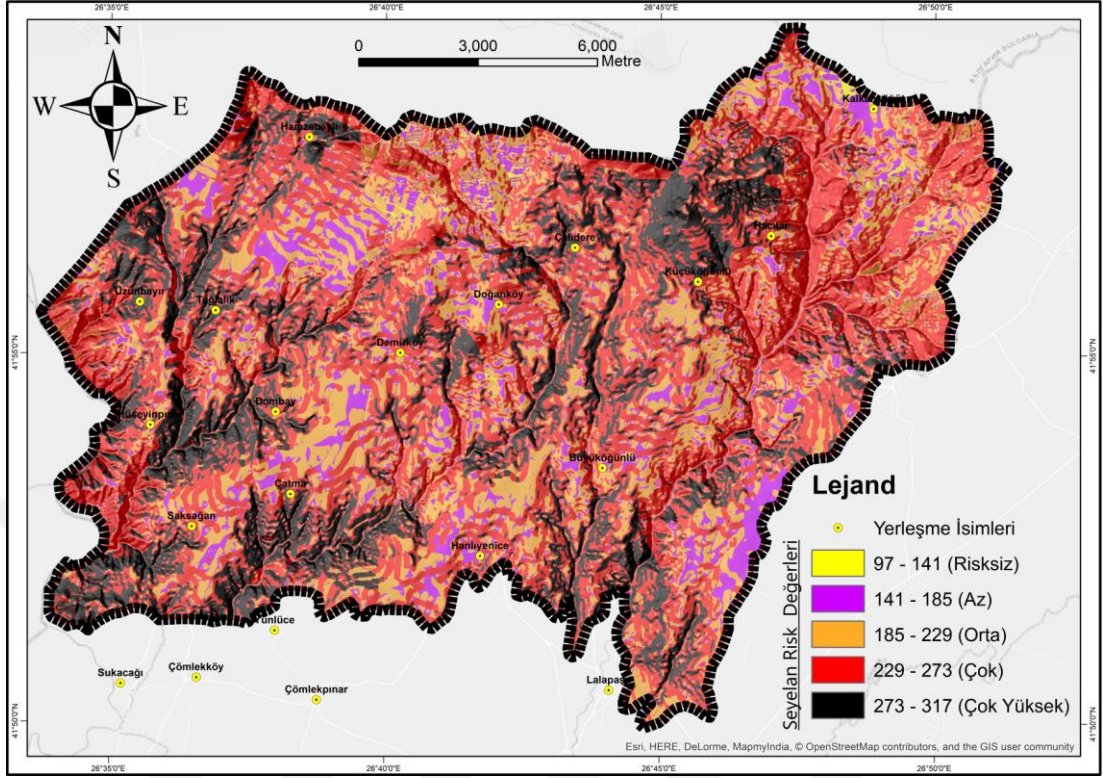
seviyelerinin yakın gelecekte düşme eğilimini sürdüreceği öngörüsü de düşünüldüğünde, bu kısımdaki su yönetimi politikalarının daha çok yüzeysel drenaja odaklanması gerektiği düşünülmektedir. Aynı zamanda yukarıda sürekli akarsulara nispeten uzakta bulunduğu değinilen yerleşmelerin olası su yetersizliğinin, yakın gelecekte daha da artmaması için çalışmalar yapılması gerektiği düşünülmektedir.

4.3.2 Istranca Masifi Kısımında Hidrografik Kökenli Doğal Afetler İçin Risk Değerlendirmesi

Hidrografik kökenli doğal afetler için risk değerlendirme kapsamında çalışma sahasının Istranca Masifi kısmını kapsayan saha da ele alınmıştır. Monoklinal yapıli sahada olduğu gibi, çalışma alanının bu kısmında da seyelan, sel, taşkın, erozyon ve kütle hareketleri kapsamında risk zonlaması yapılmıştır. Monoklinal yapı bölümünde belirtilen metodlar ve değerler, aynı şekilde burada da kullanılmıştır. Çok kriterli karar verme yönteminde kullanılan değerler ve çarpanlar, daha önce tablo 4.1 ve 4.2’de verilmişti. Elde edilen sonuçlar, Istranca Masifi kısmının yapısal özellikleriyle ilişkilendirilerek yorumlanmıştır.

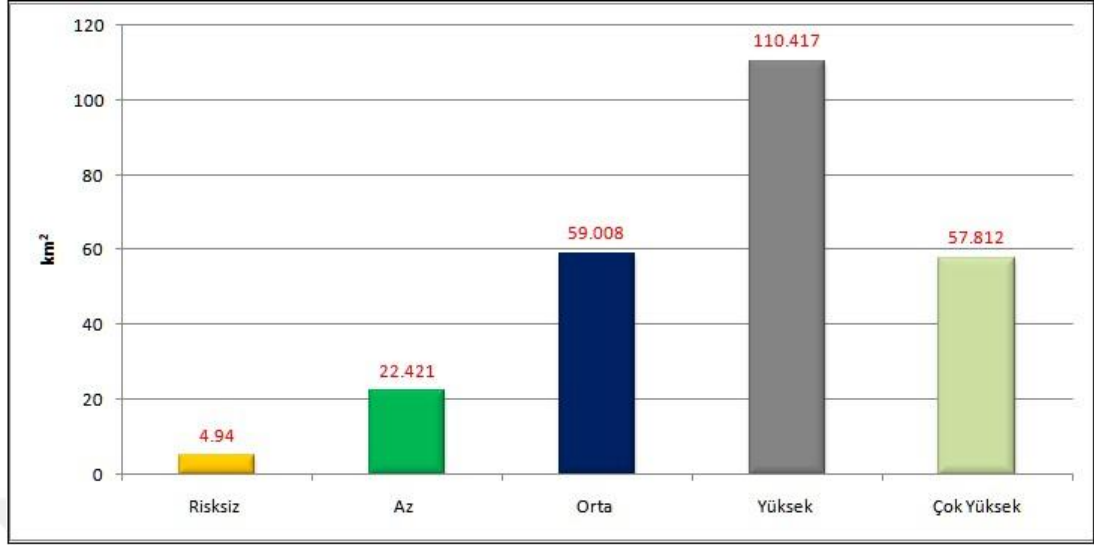
4.3.2.1 Istranca Masifi Kısımında Seyelan Risk Değerlendirmesi

Istranca Masifi kısmının seyelan risk değerleri değerlendirildiğinde, çok yüksek ve yüksek risk değerlerine sahip alanların çok yaygın olduğu görülmektedir. Bu değerlerle ilgili seyelan risk haritası şekil 4.24’te, seyelan risk sınıflarının alansal değerleri ve yüzde oranları sırasıyla şekil 4.25 ve 4.26’da verilmiştir. Buna göre çok yüksek ve yüksek risk değerlerine sahip alanlar 168.229 km² gibi geniş bir alan kaplamaktadırlar ve ilgili sahanın yaklaşık % 66’sını oluşturmaktadırlar. Risksiz, az riskli, ve orta derecede riskli alanlar ise sırasıyla 4.94, 22.421 ve 59.008 km² alan kaplarken, sırasıyla % 1.94, % 8.81 ve % 23.17’lik oranlarla karakterize olmaktadır. Seyelan riskinin Istranca Masifi kısmında bu kadar yüksek olmasında en önemli parametrenin, yüksek eğim koşulları olduğu dikkat çekmektedir.

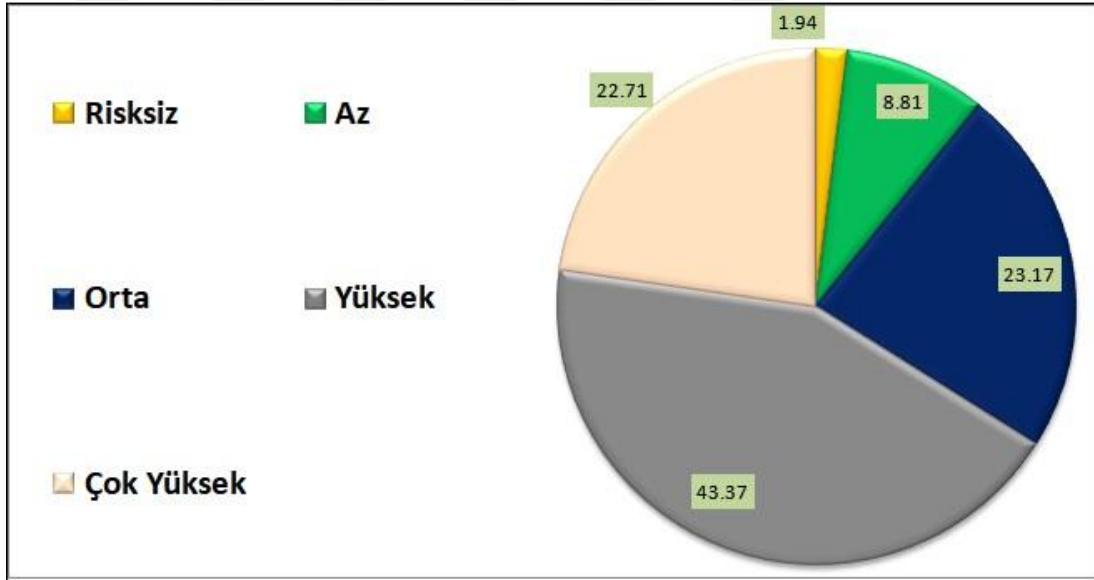


Şekil 4.24: Istranca Masifi Kısmı Seyelan Risk Haritası

Özellikle Şeytandere Metagraniti ve Muhittinbaba Gnaysı gibi dirençli litolojilerin bulunduğu kısımlarda engebellik ve eğim değerlerinin de yüksek olması, seyelan riskini oldukça arttırmıştır. Bu litolojilerin orman örtüsü yerine antropojen step formasyonları ile sarıldığı kısımların seyelan risk değerlerinin daha yüksek olduğu, dikkat çekilmesi gereken önemli diğer bir noktadır. Bu litolojiler üzerinde oluşmuş nispeten genç vadilerin yamaçları, seyelan riskinin pik yaptığı alanlar olarak göze çarpmaktadır. Öyle ki bu birimler, geçirimsiz özellikleriyle suyun yüzeyde kalma süresini oldukça uzatıp, seyelan ile gerçekleşen erozif faaliyetlerin etkili olma derecesini arttırmaktadır. Seyelan risk değerlerinin daha düşük olduğu kısımlar ise genelde daha düzleşmiş, eğim değerleri daha düşük, Tekedere Grubu metamorfiklerinin şistler ile karakterize olduğu kısımlar olduğu göze çarpmaktadır. Yakın gelecekte artması beklenen toplam yağışların, bölgenin geçirimsiz litolojisi de düşünülünce Istranca Masifi kısmında seyelan tehlikesinden etkilenme seviyesini arttıracığı öngörülmektedir.



Şekil 4.25: Istanca Masifi Kısmı Seyelan Risk Değerleri Alansal Dağılım Özellikleri



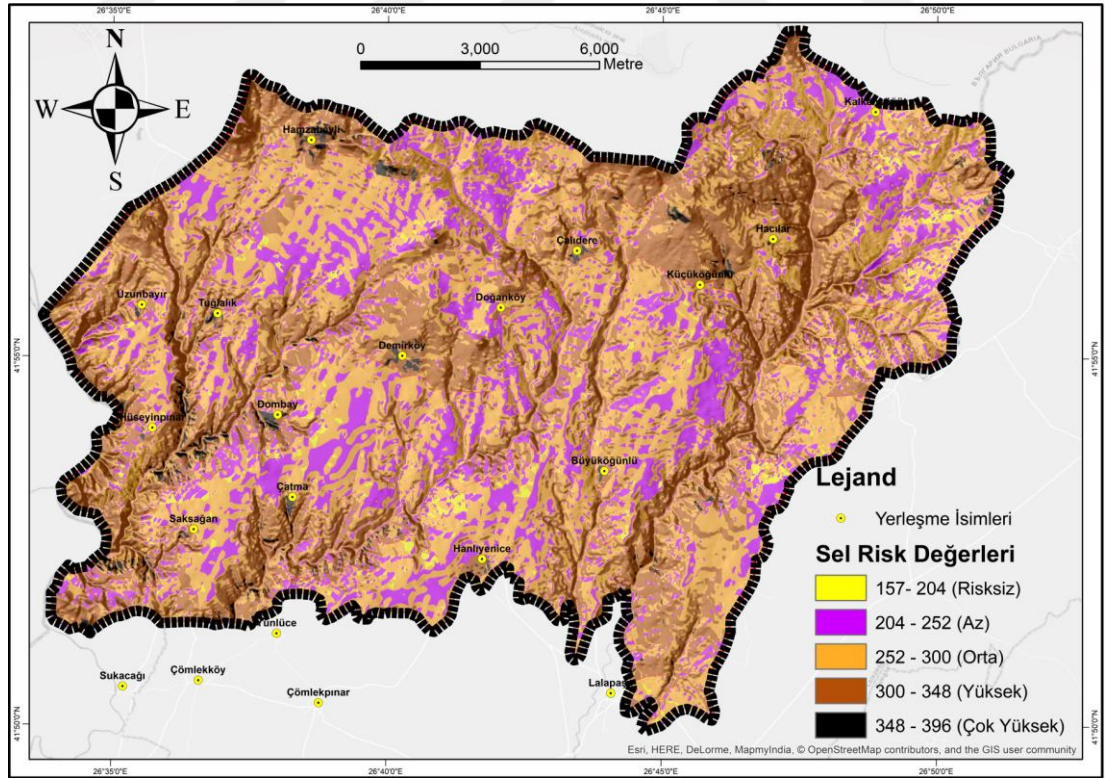
Şekil 4.26: Istanca Masifi Kısmı Seyelan Risk Değerleri Yüzde Oranları

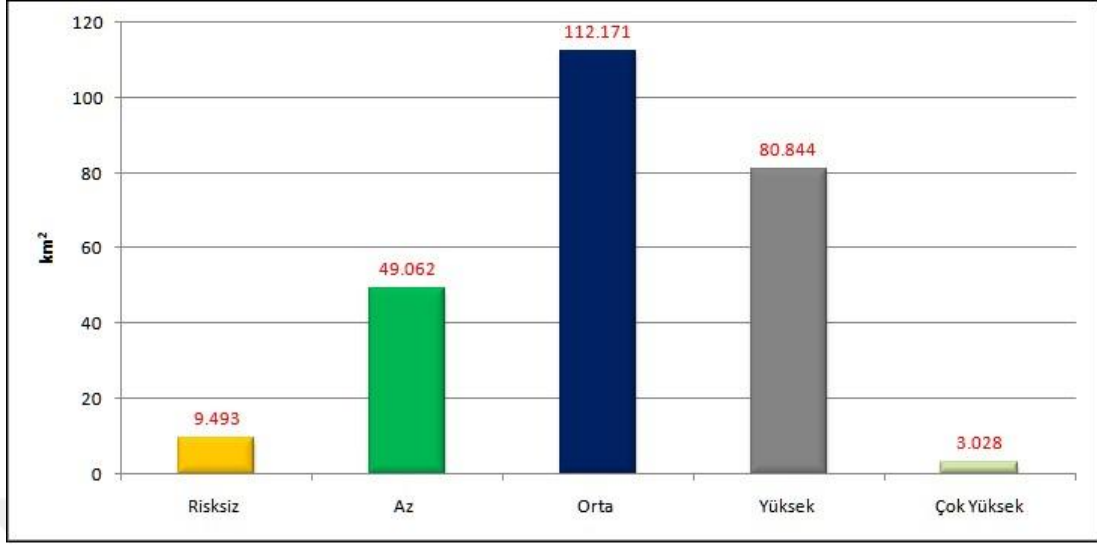
4.3.2.2 Istanca Masifi Kısmında Sel Risk Değerlendirmesi

Istanca Masifi kısmında yapılan sel risk zonlaması sonucu; çok yüksek risk değerine sahip alanların 3.028 km², yüksek risk değerine sahip alanların 80.844 km², orta derece risk değerine sahip alanların 112.171 km², az risk derecesine sahip alanların 49.062 km², risksiz alanların ise 9.493 km² alan kapladığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu değerlere göre orta derecede risk değerine sahip alanlar, yaklaşık % 44 değerile en geniş alan kaplayan sınıfı oluşturmaktadır. Onu, yaklaşık % 31'lik oranıyla yüksek risk derecesine sahip alanlar takip etmektedir. Risksiz ve az riskli alanlar ise mevcut

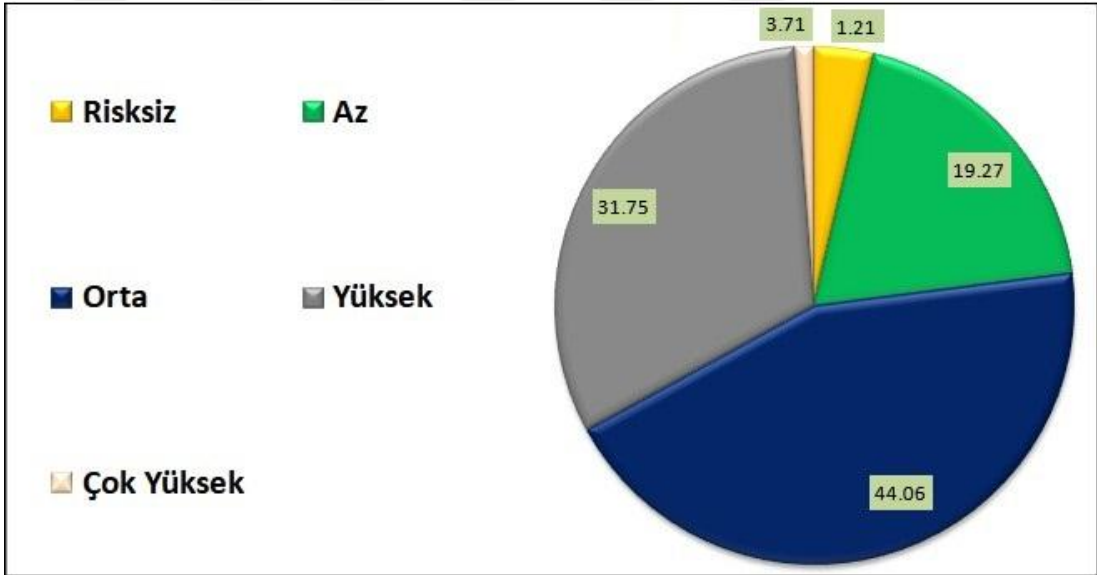
sahanın yaklaşık % 20'lik kısmını meydana getirmektedir. Bu risk değerlendirmesine ait risk haritası şekil 4.27'de, risk sınıflarının alansal özellikleri ve yüzde oranları sırasıyla şekil 4.28 ve şekil 4.29'da verilmiştir.

Sel risk değerlerinin mekansal dağılışı örüntüsüne bakıldığında, eğim özelliklerinin yükseldiği kısımlarda risk değerlerinin de paralel olarak yükseldiği dikkati çekmektedir. Bu kapsamda Küçüköğünlü, Hacılar, Hüseyinpınar, Demirköy, Uzunbayır çevrelerinin sel risk değerleri yüksektir. Özellikle konsekant akarsu vadilerinin geçirimsiz litolojik birimler üzerinde açılmış oldukları düşünülürse, bu vadilerde büyük su kütlelerinin toplanması işten bile değildir. Özellikle eğim değerlerinin de yüksek olduğu kesimlerde bu su kütlelerinin akış hızlarının da artacak olması, sel afetinden etkilenme derecesini de arttıracaktır. Öyle ki, yakın gelecekte sağanak karakterdeki yağışların ve akarsu akım miktarlarının da artacağı düşünülürse, konsekant akarsuların çevrelerindeki yerleşmelerin ve tarım alanlarının sel afeti kapsamında büyük bir tehlike altında olduğu görülmektedir.





Şekil 4.28: Istanca Masifi Kısmı Sel Risk Değerleri Alansal Dağılım Özellikleri

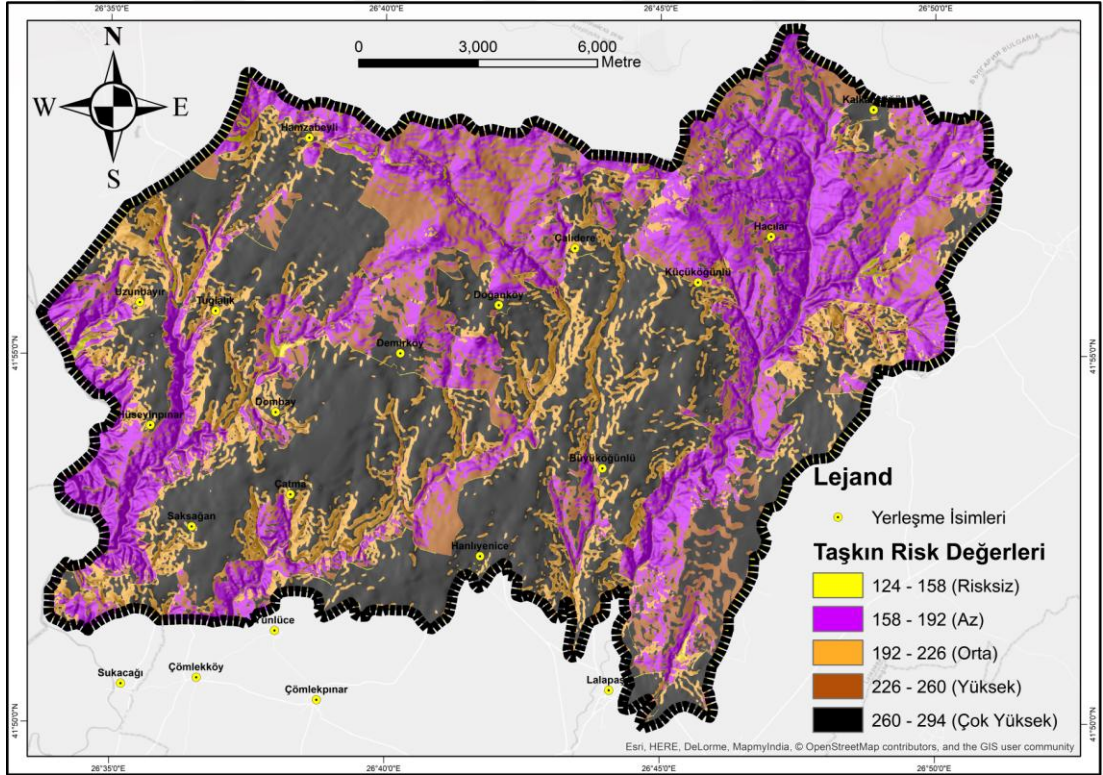


Şekil 4.29: Istanca Masifi Kısmı Sel Risk Değerleri Yüzde Oranları

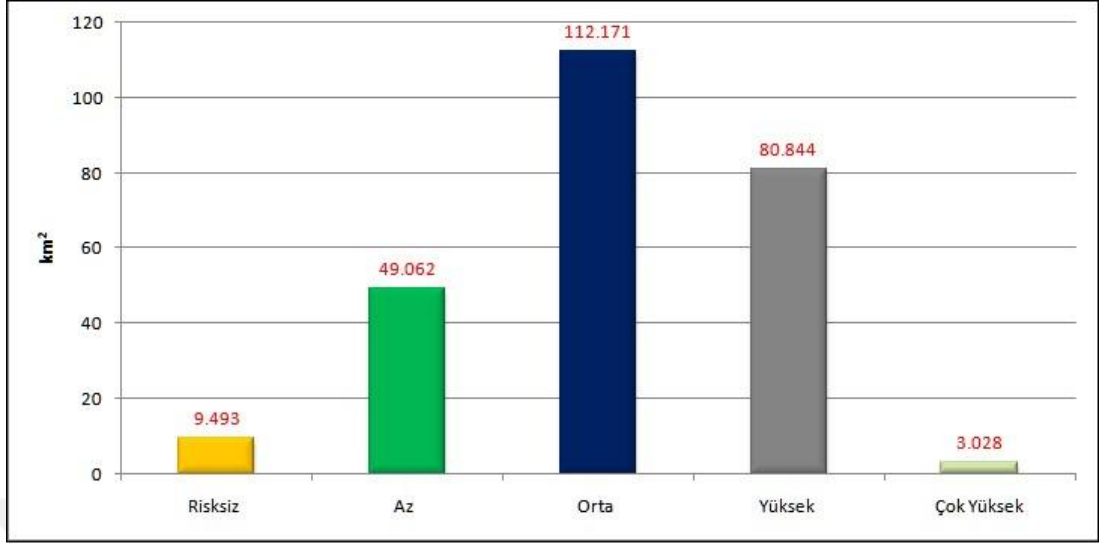
4.3.2.3 Istanca Masifi Kısmında Taşkın Risk Değerlendirmesi

Istanca Masifi kısmının taşkın risk değerlerine göre bölgenin büyük bir kısmı orta derecede taşkın riskine sahiptir. Öyle ki, bu risk sınıfı yaklaşık 113 km²'lik alan kaplarken mevcut sahanın % 44.06'sını teşkil etmektedir. Yüksek ve çok yüksek riske sahip alanlar yaklaşık 84 km² alan kaplarken, çalışma alanının yaklaşık % 33'ünü, risksiz ve az riskli alanlar ise kapladıkları yaklaşık 60 km²'lik alanlarıyla mevcut sahanın % 23'lük kısmını meydana getirmektedirler. Bu değerlere ait risk haritası şekil 4.30'da, risk sınıflarının alansal değerleri ve yüzde oranları sırasıyla

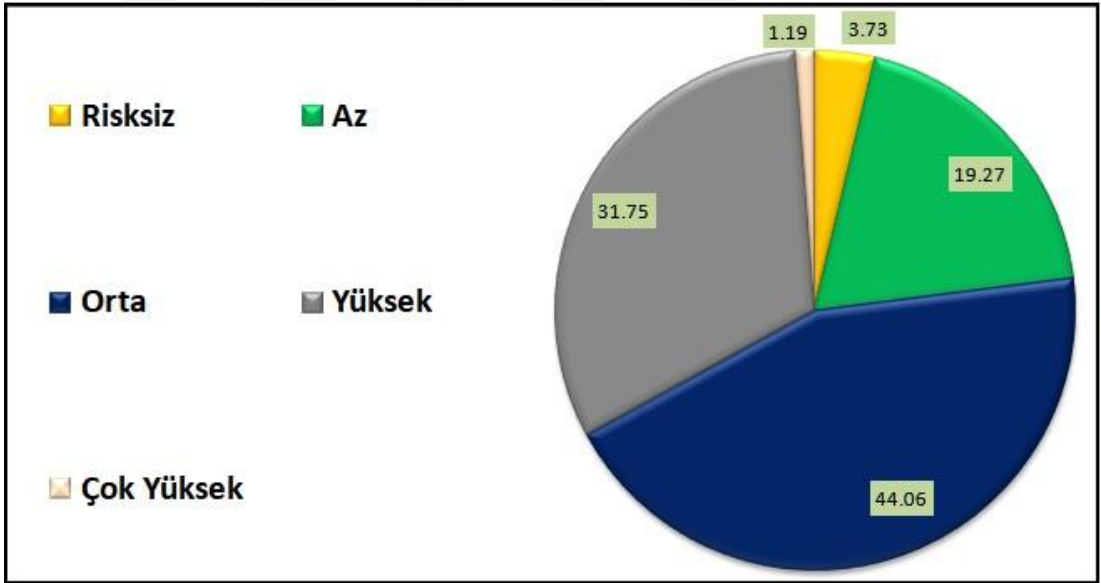
şekil 4.31 ve şekil 4.32’de verilmiştir. Elde edilen risk haritasına göre, taşkın tehlikesinden etkilenme riski yüksek olan alanlar genel olarak Hanlıyenice, Çatma, Doğanköy, Saksavaşan, Büyüköğünlü ve çevreleri olarak göze çarpmaktadır. Bu alanlar, bekleneceği üzere engebelligik ve eğim değerlerinin minimuma ulaştığı, nispeten düz kısımlara karşılık gelmektedir. Bu nispeten düz kısımların geçirimsiz kayalardan müteşekkil olması, risk değerlerini arttırıcı rol oynamaktadır. Taşkın riski değerlerinin az olduğu alanların ise genel olarak eğim değerleri yüksek olan Hacılar, Küçüköğünlü ve Hüseyinpınar yerleşmeleri ve çevreleri olduğu göze çarpmaktadır. Bu alanlar, taşkına sebebiyet verecek su kütlelerinin yayılması için gerekli olan düz satırlardan yoksundurlar.



Şekil 4.30: Istranca Masifi Kısmı Taşkın Risk Haritası



Şekil 4.31: Istranca Masifi Kısmı Taşkın Risk Değerleri Alansal Dağılışı Özellikleri

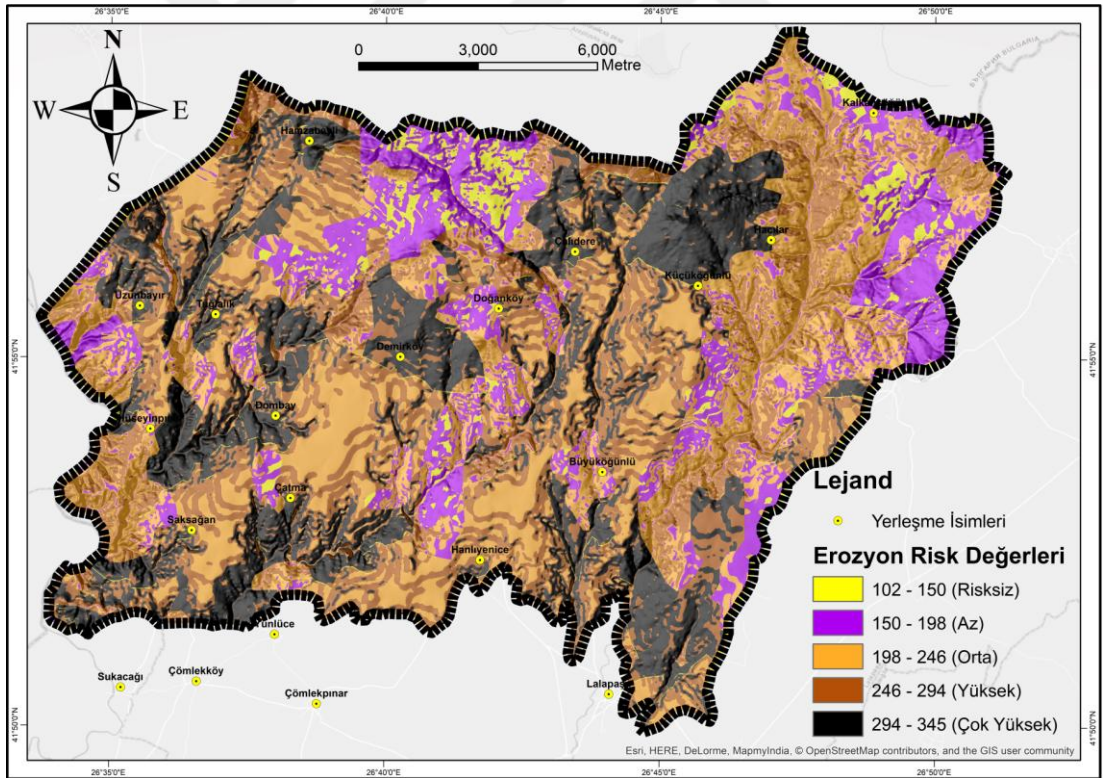


Şekil 4.32: Istranca Masifi Kısmı Taşkın Risk Değerleri Yüzde Oranları

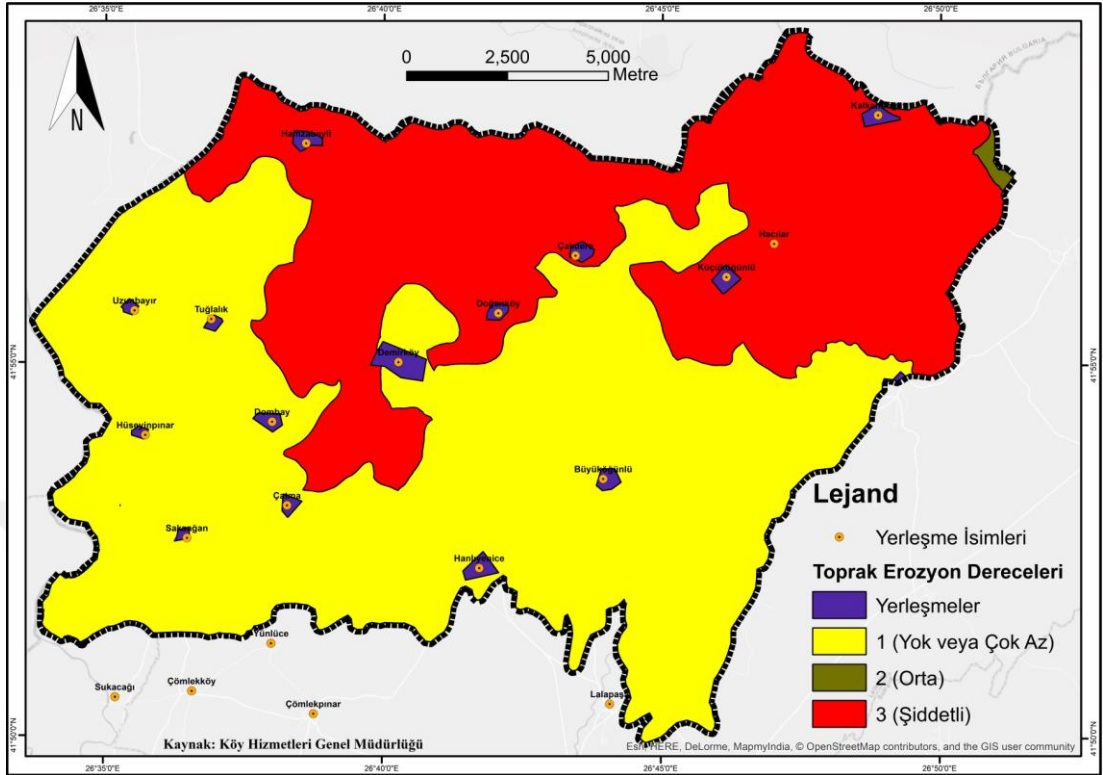
4.3.2.4 Istranca Masifi Kısmında Erozyon Risk Değerlendirmesi

İlgili sahanın erozyon risk zonlaması sonucu elde edilen değerlere göre, bölgede erozyona duyarlılık oldukça yüksektir. Çok yüksek, yüksek ve orta derece risk sınıflarının kapladığı toplam alan 207.348 km²'yi bulurken, bu değer mevcut sahanın % 81.45'ini meydana getirmektedir. Risksiz ve az riskli alanlar ise toplam 47.250 km²'lik alan kaplamaktayken, bu alan mevcut sahanın geriye kalan % 19.55'ini temsil etmektedir. Bu değerlerin dağılışı özelliklerini gösteren risk haritası şekil

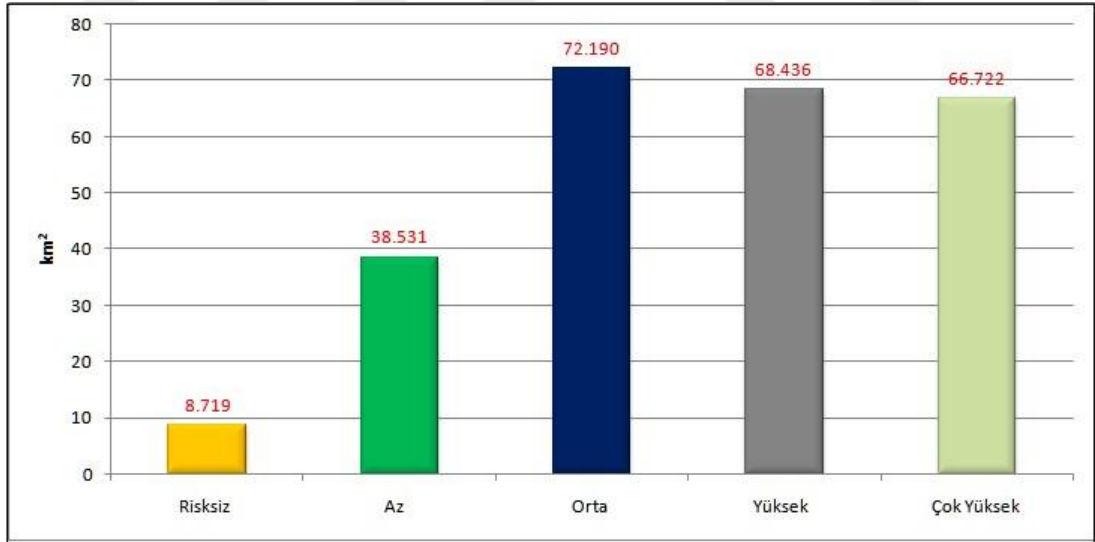
4.33'te, risk sınıflarının alansal değerleri ve yüzde oranları sırasıyla şekil 4.35 ve şekil 4.36'da verilmiştir. Erozyon değerlerinin çok yüksek olduğu alanlara bakıldığında, bu alanların Küçüköğünlü, Hacılar, Uzunbayır, Çalidere, Demirköy ve Hamzabeyli yerleşmelerinin çevresinde yoğunlaştıkları görülmektedir. Bu alanlar aynı zamanda bitki örtüsünün zayıf, eğim ve engebelik değerlerinin yüksek, vadi yamaçlarının dik olduğu kısımlara denk gelmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi, erozyonun çeşitli mekanizmalarla etkili olması babında, tüm bu özelliklerin bir arada bulunması erozyon risk derecesini arttırmaktadır. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nden elde edilen toprak erozyon derecelerine göre de (Şekil 4.34), erozyon risk değerlerinin yüksek olduğu kısımlarda, özellikle kahverengi orman topraklarının geniş çapta yayılış gösterdiği alanlarda toprak erozyon derecesinin de şiddetlendiği görülmektedir.



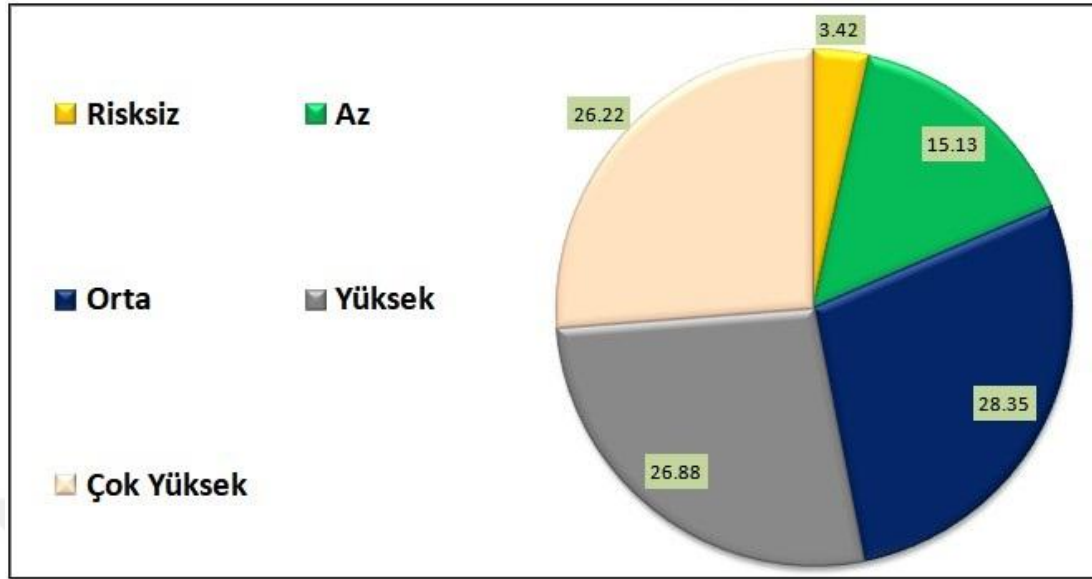
Şekil 4.33: Istranca Masifi Kısmı Erozyon Risk Haritası



Şekil 4.34: Istranca Masifi Kısmı Toprak Erozyon Dereceleri



Şekil 4.35: Istranca Masifi Kısmı Erozyon Risk Değerleri Alansal Dağılışı Özellikleri

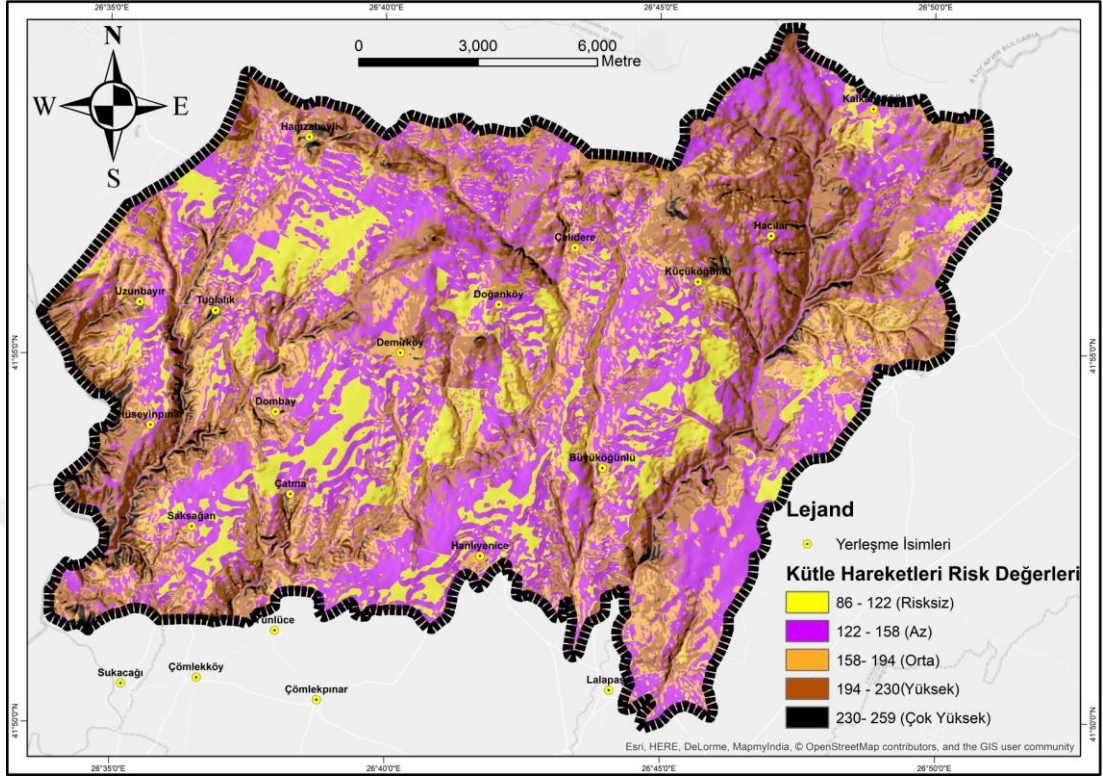


Şekil 4.36: Istranca Masifi Kısmı Erozyon Risk Değerleri Yüzde Oranları

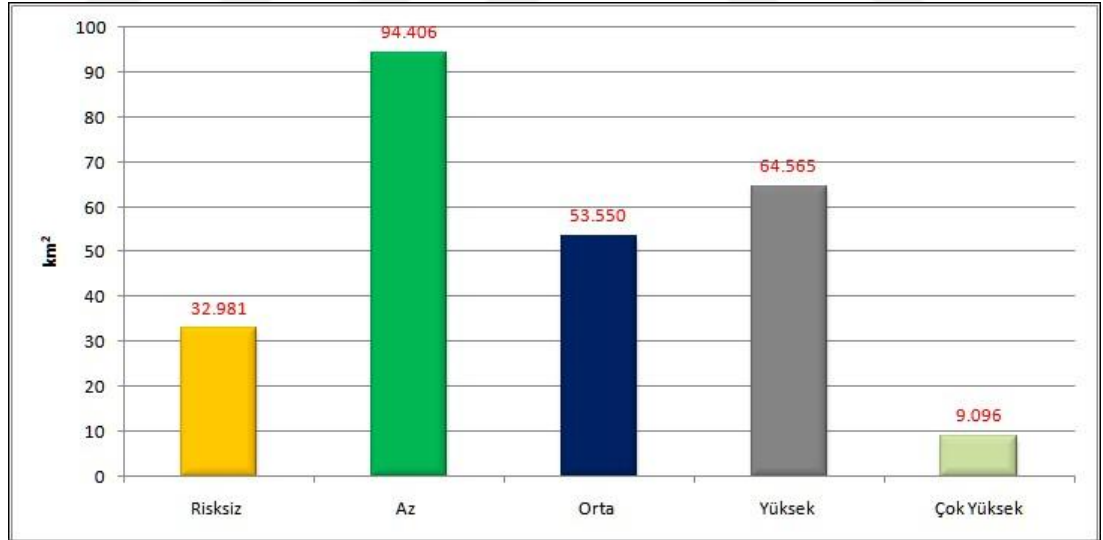
Erozyon risk değerlerinin az olduğu kısımların ise, bitki örtüsünün orman formasyonlarıyla karakterize olduğu, eğim şartlarının düştüğü Kalkansöğüt, Büyüköğünlü yerleşmelerinin çevrelerinde yoğunlaşmış olduğu görülmektedir. Tüm bu özellikler, erozyon-eğim-bitki örtüsü-engebelilik değerleri arasındaki ilişkinin ne kadar kuvvetli olduğunu niteler vaziyettedir.

4.3.2.5 Istranca Masifi Kısmında Kütle Hareketleri Risk Değerlendirmesi

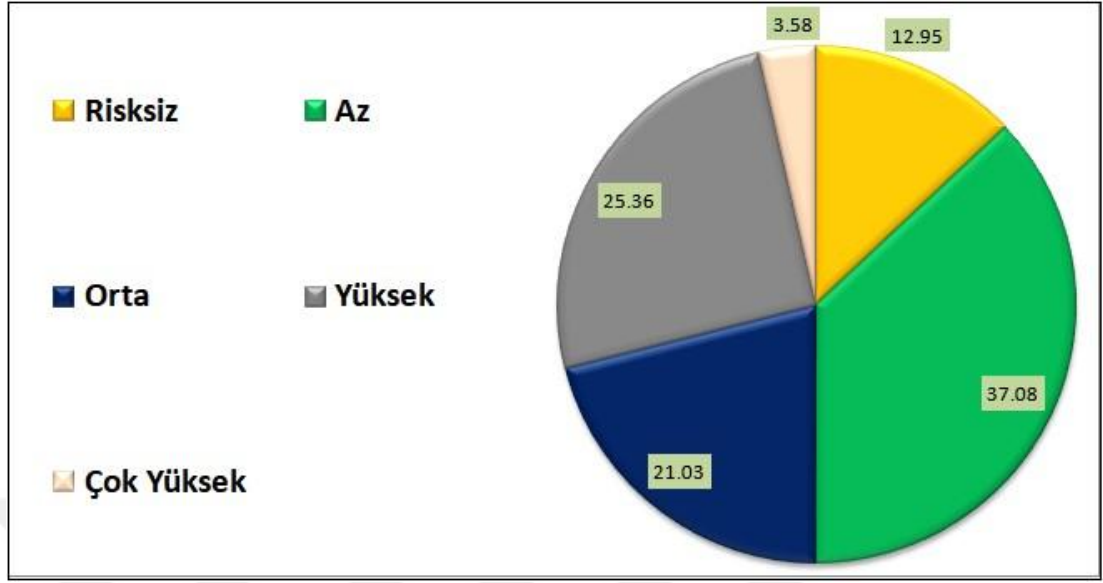
Kütle hareketleri risk analizi sonuçlarına göre, Istranca Masifi kısmını meydana getiren mevcut saha boyunca, kütle hareketleri risk değerlerinin genel anlamda az olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öyle ki, risksiz ve az risk derecesine sahip alanların kapladıkları toplam alan, tüm sahanın % 50'sine karşılık gelen 127.387 km² ile karakterize olmaktadır. Yüksek ve çok yüksek sınıfları ise toplam 74.471 km² alan kaplarken, bu değer tüm sahanın % 29'una denk gelmektedir. Kütle hareketleri risk değerleri haritası şekil 4.37'de, risk sınıflarının alansal özellikleri ve yüzde oranları ise sırasıyla şekil 4.38 ve şekil 4.39'da verilmiştir. Buna göre yüksek ve çok yüksek risk derecesine sahip alanların başında Sinanköy, Çömlek ve Kayalı Dere'lerin üst çığrılarına karşılık gelen kısımlarda, dirençli litolojiler üzerinde açtıkları konsektant karakterli vadilerin dik yamaçları gelmektedir. Öyle ki bu yamaçlar, mevzu bahis sahanın eğim ve engebelilik değerleri en yüksek kısımlarını meydana getirmektedir.



Şekil 4.37: Istranca Masifi Kısmı Kütle Hareketleri Risk Haritası



Şekil 4.38: Istranca Masifi Kısmı Kütle Hareketleri Risk Değerleri Alansal Dağılım Özellikleri



Şekil 4.39: Istranca Masifi Kısmı Kütle Hareketleri Risk Değerleri Yüzde Oranları

Buradaki kütle hareketleri, litolojik yapıyla ilişkilendirildiğinde, daha çok kaya düşmeleri şeklinde olacağı muhtemeldir. Risk değerlerinin az olduğu kısımların ise genel olarak bahsi edilen vadilerin aralarında kalmış olan nispeten düz plato yüzeyleri ve eğim değerleri düşük sathlar olduğu göze çarpmaktadır.

4.4 Alüvyal Sahanın Uygulamalı Jeomorfolojisi

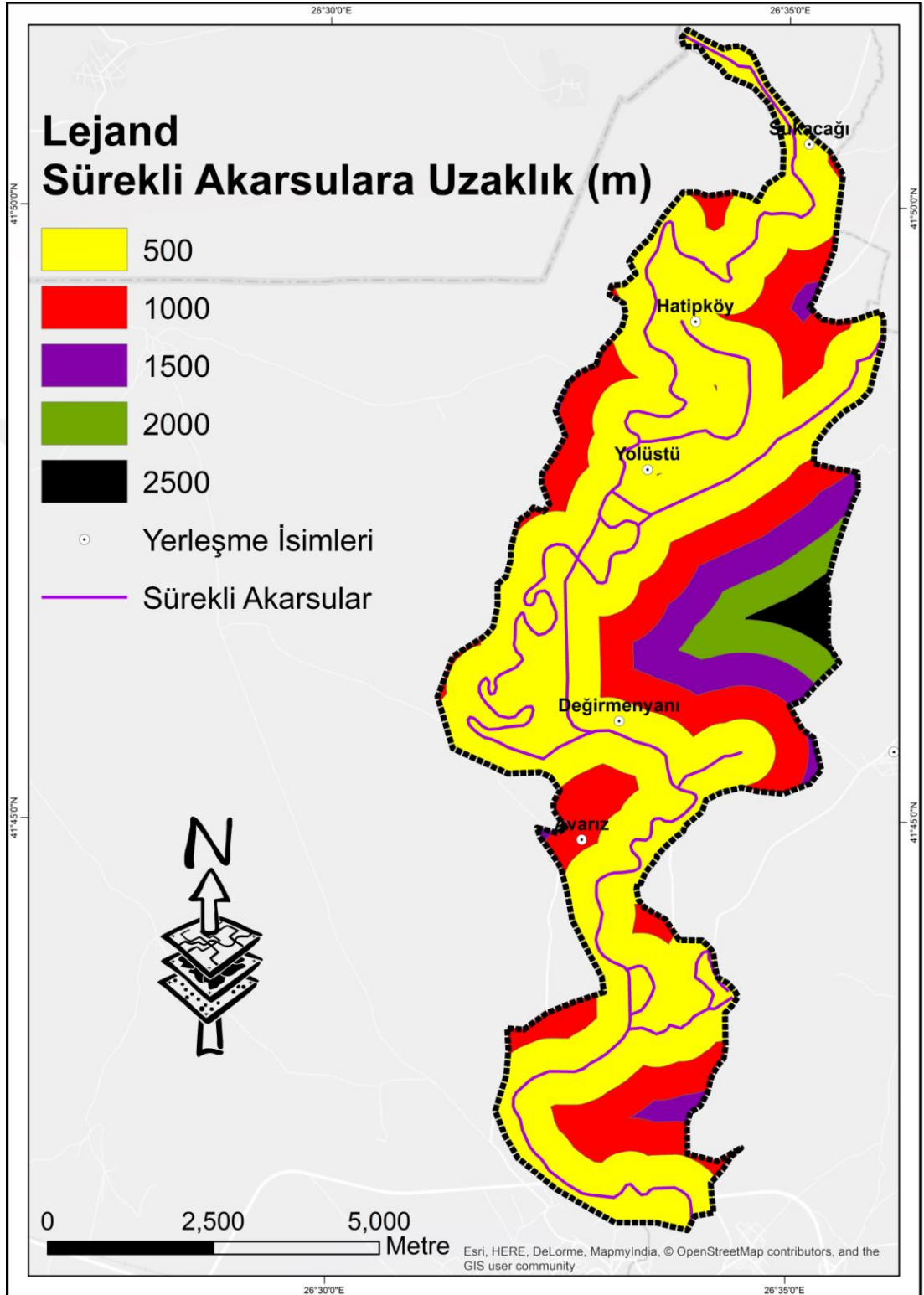
Alüvyal sahanın uygulamalı jeomorfolojisi; su yönetimi, fiziksel planlama ve hidrografik kökenli doğal afetler başlıkları altında incelenmiştir. Hidrografik kökenli doğal afetler, çalışma sahasının diğer kısımlarında olduğu gibi seyelan, sel, taşkın, erozyon ve kütle hareketleri kapsamlı ele alınmıştır. Alanın alüvyal jeomorfoloji özellikleriyle uygulamalı jeomorfoloji özellikleri ilişkilendirilmiş ve üç ana başlık altında tartışılmıştır.

4.4.1 Alüvyal Sahada Su Yönetimi

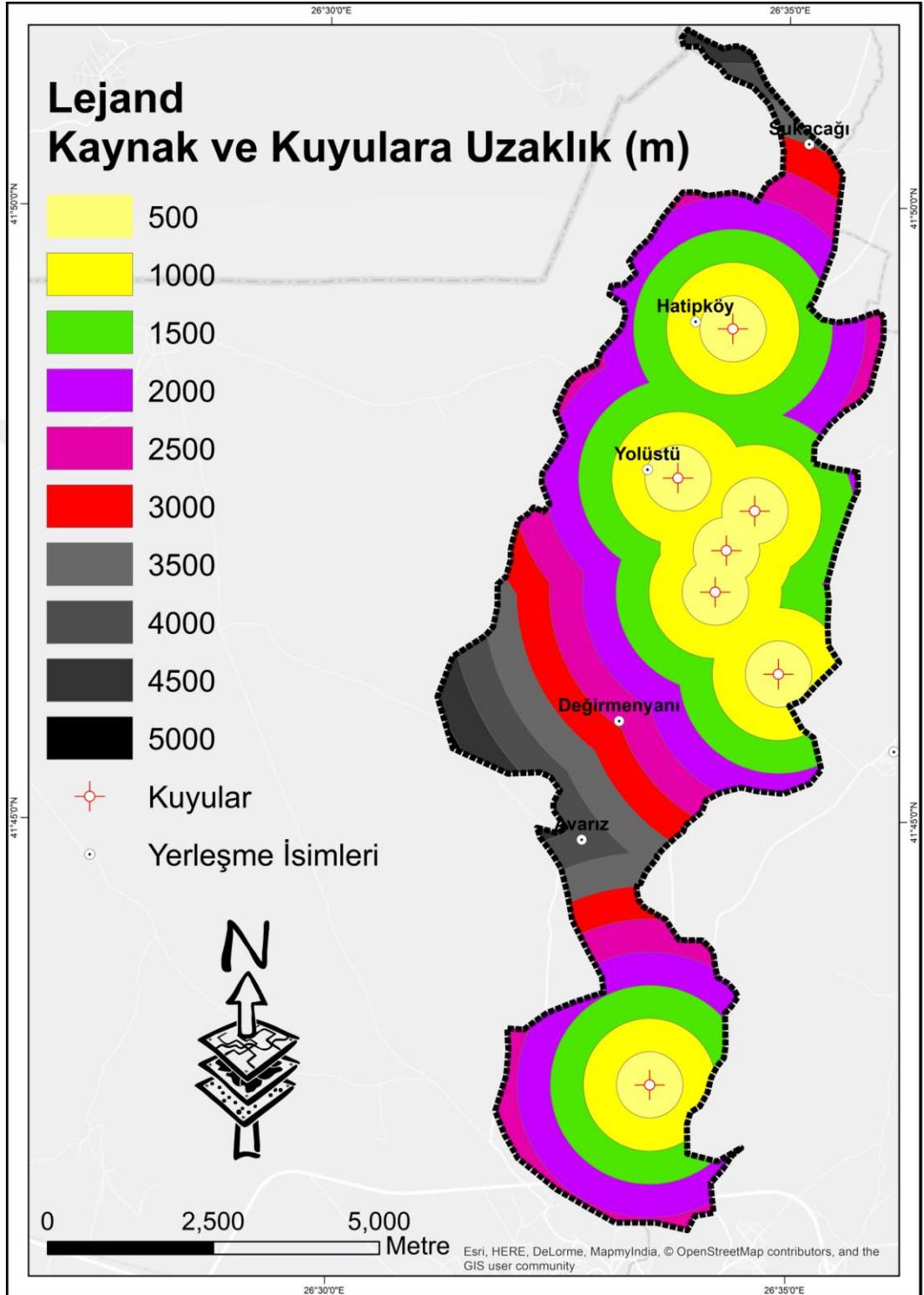
Çalışma alanının alüvyal karakter taşıyan bölümünde su kaynakları incelendiğinde, çalışma alanının diğer bölümlerine oranla çok daha bol oldukları, göze çarpan ilk özelliktir. Çalışma sahasının taşıdığı su miktarı bakımından en büyük akarsuyunu teşkil eden Tunca Nehri'nin ana kanalının uzunluğu, ilgili saha dahilinde 40 km'ye ulaşmaktadır. Çalışma alanının diğer büyük akarsularına oranla debi miktarı da oldukça yüksek olan Tunca Nehri'nin taşkın ovasında tamamıyla sulamalı tarım

yapılmaktadır. Aynı zamanda Sukacağı, Hatipköy, Yolüstü, Değirmenyanı ve Avarız yerleşmeleri de Tunca Nehri'nin taşkın ovasında kurulmuşlardır. Dolayısıyla bu yerleşmeler ve tarım alanları için gerekli olan su ihtiyacı büyük oranda Tunca Nehri'nden karşılanmaktadır. Bu kapsamda, bölgede yüzeysel su kaynaklarına uzaklık özelliklerinin değerlendirilebilmesi için, buffer analizi uygulanmıştır. Buffer analizi uygulanırken sürekli akarsular temel alınmıştır. Bölgedeki sürekli akarsular; Tunca Nehri'ni ve Sinanköy Deresi'nin Tunca Nehri'ne karıştığı kısımda çok küçük bir bölmünü kapsamaktadır. Buffer analizi sonuçlarına göre, Avarız yerleşmesi hariç bölgedeki tüm yerleşmeler, mevcut yüzeysel su kaynaklarına uzaklık özelliklerini niteleyen tampon bölge sınıflarının ilk sınıfını oluşturan 500 metre sınıfı içerisinde yer almaktadır. Bölgede nispeten daha yüksekte yer alan Kuaterner taraçalarına doğru gidildikçe yüzeysel su kaynaklarına olan mesafede giderek artarak 2500 metreyi bulmaktadır. Bu taraça yüzeyleri üzerinde yerleşme bulunmamasına rağmen, tarım alanlarının mevcudiyetiyle beraber su ihtiyacının yüksek olması dezavantaj yaratmaktadır. Sahadaki mevcut kuyuların bu taraça yüzeyleri üzerinde yoğunlaşmış olması, buradaki su ihtiyacının yeraltısuyundan karşılandığını göstermektedir.

Bölgenin yeraltısuyu özellikleri incelendiğinde, hiç kaynak bulunmadığı görülmektedir. Bunun yanında, kuaterner alüvyonlarının akifer özelliği göstermesiyle beraber, bu akifer içerisinde bulunan yeraltısu seviyesinin yüzeye oldukça yakın olduğu göze çarpmaktadır (Şekil 4.41). Yine aynı şekilde, yeraltısuyunun hareket yönü, yakın çevreden Tunca Nehri vadisine doğrudur. Tüm bu özellikler, mevzu bahis sahanın yeraltısuyu bakımından oldukça zengin olduğunu göstermektedir. Dsi, (2016)'ya göre bölgede 7 tane kuyu mevcutken, bu kuyuların akitard karakterindeki kuaterner taraçaları üzerinde açılmış bulunduğu, akifer niteliğindeki kuaterner alüvyonlarından müteşekkil taşkın ovası birimlerinde ise hiç kuyu bulunmadığı dikkat çekicidir.



Şekil 4.40: Sürekli Akarsulara Uzaklık Özellikleri.



Şekil 4.41: Kaynak ve Kuyulara Uzaklık Özellikleri

Bu, akifer özelliği taşıyan birimlerin yayılış alanı boyunca su ihtiyacının genel olarak Tunca Nehri'nden karşılanıyor olmasından, kuyuların bulunduğu lokasyonların ise yüzeysel su kaynaklarına nispeten uzakta olmasından kaynaklanmış olmalıdır. Öyle ki, kuyulara uzaklık özelliklerinin betimlenebilmesi için yapılan buffer analizi sonuçlarına göre yüzeysel su kaynaklarının bol olduğu kısımların, kuyulara oldukça uzak mesafede olduğu (2000-5000 metre), yüzeysel su kaynaklarına uzak kısımların ise kuyulara nispeten yakın mesafede bulunduğu görülmektedir (Şekil 4.40 ve 4.41).

İlgili sahanın su kaynaklarının ve dağılış özelliklerinin durumunun, yakın gelecekte değişeceği öngörülmektedir. Öyle ki, çalışmanın iklim ve hidrografik özellikler başlıkları altında yapılan analizlerin sonuçlarına göre; daha önce de değinildiği gibi yıllık toplam yağışların artması ve yağışların sağanak karaktere bürünme eğilimi, yakın gelecekte bölge akarsularının akım miktarlarını arttıracakken, yeraltısuyu seviyesinin düşmesine neden olacaktır. Öyle ki, Tunca Nehri'nin akım verilerinin doğrusal regresyon analizleri sonuçlarına göre, yıllık ortalama akım değerlerinin son 30 yılda artmış olması ve muhtemelen yakın gelecekte artmaya devam edeceği açık bir şekilde görülmektedir. Yine 59609 numaralı Lalapaşa kuyusunun yeraltısuyu seviye değişim değerlerine göre, 2011-2017 arası yeraltısı seviyesi, yaklaşık 3 metre düşmüştür. Tüm bu parametreler, Tunca Nehri ve yakın çevresinin mevcut su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı açısından büyük önem taşımaktadır. Öyle ki, yakın gelecekte Tunca Nehri'nin akım değerlerinin giderek artacağı, kuaterner birimlerinden müteşekkil akiferler dahilindeki yeraltısı seviyesinin azalacağı ve buna bağlı özellikle yüzeysel su kaynaklarına nispeten uzak olan taraça yüzeylerindeki tarım alanlarının su ihtiyacının karşılanmasında problemler meydana geleceği öngörülmektedir. Bunun dışında, yağışların sağanak karaktere bürünmesi ile birlikte sahada büyük miktarda su kütlelerinin çok kısa zamanda toplanma olasılığının artacağı, özellikle "Taşkın Risk Değerlendirmesi" başlığı altında tartışıldığı üzere zaten çok yüksek taşkın riskine sahip sahadaki yerleşmelerin ve tarım alanlarının taşkın afetinden çok daha şiddetli bir şekilde etkileneceği muhtemel gözükmemektedir.

Yeraltısuyu seviyesinin giderek azalacağı gerçeği, mevcut alandaki flora ve fauna özelliklerine de negatif etkide bulunacaktır.

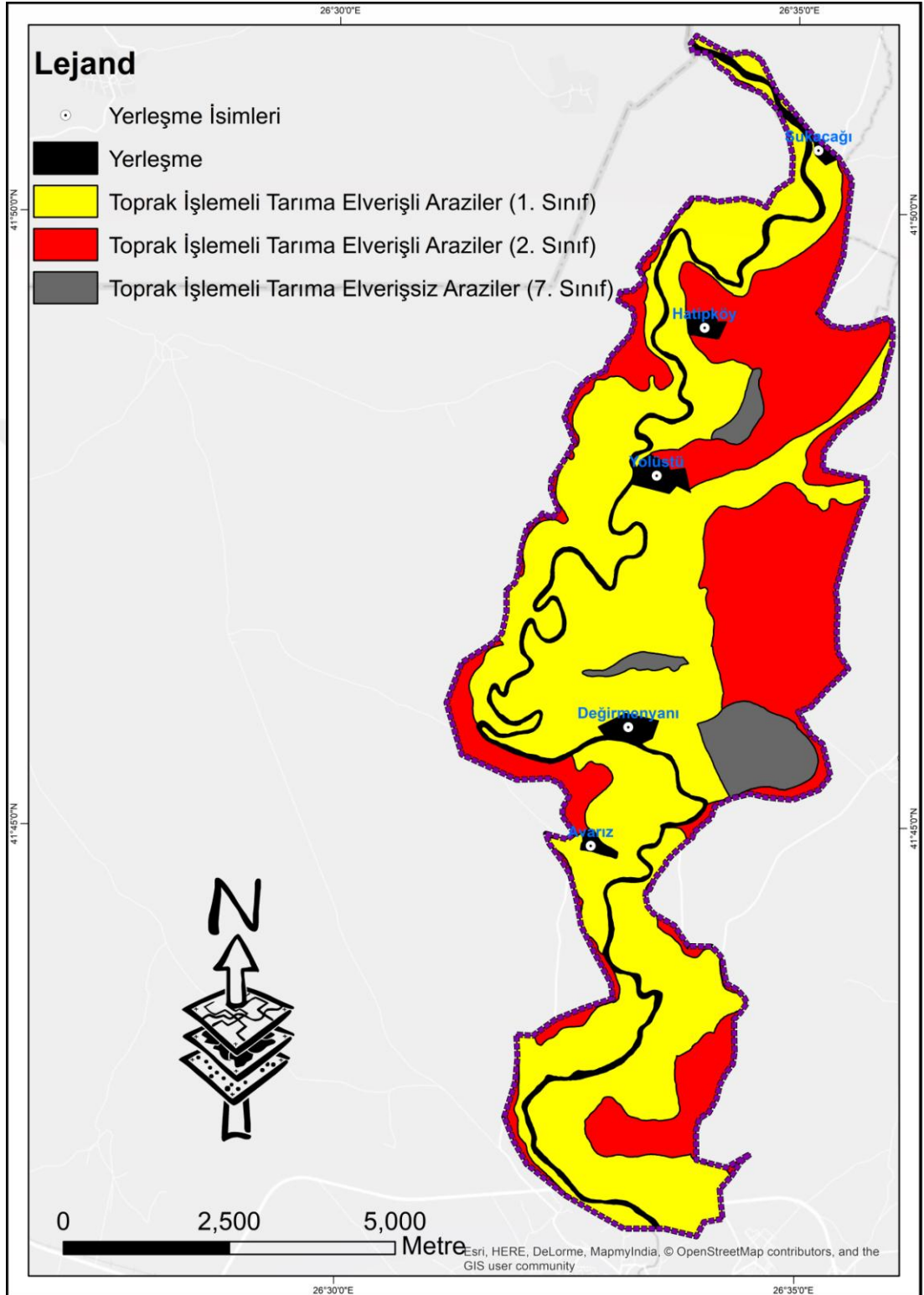
4.4.2 Alüvyal Sahada Fiziksel Planlama

İnsanoğlu, geçmişten günümüze doğanın sunduğu kaynaklara ihtiyaç duymuş, bu ihtiyacın giderilmesi için doğal ortam özelliklerinden faydalanmış, bu özellikler olmadan çalışmaya devam edemeyecek bir sistem kurmuştur. Bu sistemin devamlılığını sağlayabilmek amacıyla da, ihtiyaçların karşılanmasına yönelik plan ve projeler geliştirmiştir, geliştirmeye devam etmektedir. Planlama; genel olarak bugünkü imkanlar ve olasılıklar dikkate alınarak geleceğe yönelik ihtiyaç, gereksinim, çıkar ve isteklere göre tasarım yapma işi olarak tanımlanmaktadır. Fiziksel planlama ise; toplumsal gereksinimlere cevap verebilme amacıyla yapılacak planlamaların, doğal ortam özellikleri göz önüne alınarak yapılmasını kapsamaktadır ve verilecek kararlar ile doğal ortamla kurulacak fiziki temasın, doğal ortam özelliklerine uyumluluğunun sağlanması ve hatalı arazi kullanımının önüne geçilmesi temeline dayanmaktadır. Planlama yapılırken, hem ihtiyaçlar hem de doğal ortam özellikleri doğru planlanıp efektif bir biçimde yönetilirse, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı mümkün olmaktadır. Doğal ortam koşulları göz ardı edilip, mevcut doğal ortam özellikleri hatalı kullanıldığında ise taşkın, erozyon, sel gibi jeomorfolojik tehlikelerin gerçekleşme riskleri, şiddetleri ve sıklıkları artarken, doğal zenginliklerin geri dönüşü olmayan kayıpları söz konusu olmaktadır (Turoğlu, 2000). Bu olumsuz sonuçların önüne geçebilmek için göz önüne alınması gereken faktörlerden biri de, alanın yapısal ve jeomorfolojik özellikleridir. Öyle ki, bir alanın mevzu bahis özellikleri, o alanda geçmişten günümüze faaliyette bulunmuş iç ve dış etmen ve süreçlerin bir ürünüdür ve bu süreçlerin genel özellikleri belirlenip analiz edilmeden yereye yapılacak herhangi bir müdahalenin uzun soluklu sonuçları, doğal kaynak kayıpları ve afetlerin yaşanması şeklinde karakterize olacaktır. Bu bakımdan doğal ortamın sunduğu kaynakların devamlılığının ve sürdürülebilir kullanımının sağlanması, doğal yaşamın korunması, kaynak kayıplarının önüne geçilmesi gibi hedeflere ulaşmada fiziksel planlama yaklaşımı, büyük önem taşımaktadır.

Yukarıda kısaca değinilen normlar kapsamında alüvyal karakterli sahada etkin olan morfolodinamik süreçlerin tanınmasının, yapılacak planlamaların kalitesini arttıracığı ve olası kaynak kayıplarının önüne geçeceği düşünülmektedir. Sahanın jeomorfolojik özellikleri ve bu özelliklerin karakterize olmasında rol oynayan etken ve süreçler, çalışmanın alüvyal jeomorfoloji kısmında açıklanmıştır. Burada önemli özelliklerden birisi, Tunca Nehri'nin menderesler çizerek akmasıdır. Tunca Nehri'nin enerjisi, özellikle Sukacağı'ndan itibaren güneye doğru taban seviyesine yaklaşması ve dolayısıyla yatak eğiminin azalmasından ötürü oldukça azalmaktadır. Bu enerji azalması, beraberinde derine aşındırmanın da zayıflamasına neden olurken, akarsu önüne çıkan küçük bir engelde yön değiştirerek zayıflık zonlarını izleme karakteri taşımaya doğru evrilmektedir. Bu evrim süresince, akarsu oldukça kıvrımlı bir yapı kazanarak mendereslenmektedir. Ayrıca, yana aşındırma süreci devam ettiği için, akarsu giderek yatağını genişletmekte ve alüvyal tabanını inşaa etmektedir. Tunca Nehri gibi mendereslenerek akan nehirler, menderes kıvrımlarının içbükey yamaçlarını aşındırarak geriletirken, dışbükey yamaçlarında biriktirme yaparak ilerleme meydana gelmesine neden olmaktadır. Bu sürece bağlı meydana gelen ve sürekli olarak geriletilen içbükey yamaçlara çarpma yamacı, dışbükey yamaçlara ise kayma yamacı adı verilmektedir. Şekil 2.56'da, ilgi alanına giren sahadaki çarpma ve kayma yamaçlarının dağılışı özellikleri verilmiştir. Bu morfolodinamik süreç, araziden faydalanma hedefi doğrultusunda oldukça önem taşımaktadır. Öyle ki kurulacak yerleşmelerin, yapılacak altyapı unsurlarının vb. çarpma yamacı üzerinde yapılması, yamaç akarsu tarafından sürekli geriletileceği için söz konusu yapıların zarar görme riskini arttıracaktır. Bunun yerine, yana aşındırma ile erozyon değerlerinin minimum olduğu kayma yamacı tercih edilmelidir.

Değinilmek istenilen bir başka konu da, sahanın tümünün alüvyal karakterli zeminden müteşekkil olması durumudur. Alüvyal zeminlerin genel olarak taşıma kapasiteleri çok yüksek değildir. Yapılması planlanacak mühendislik faaliyetlerinde, alüvyal karakterli zeminlerin davranışları, taşıma kapasiteleri vb. geoteknik özelliklerinin göz önünde bulundurulması önemlidir. Burada önemli olan bir nokta da, yeraltısu seviyesinin yüzeye çok yakın olması durumudur. Bu tür sahaların üzerinde yer alan bina vb. beşeri yapılar, yeraltısu seviyesine bağlı meydana gelen rutubetten olumsuz etkilenmektedir. Yeraltısuyunun yarattığı rutubet, yapıların beton gibi ana yapı taşlarında fiziksel ve kimyasal bozulmalara sebep olmaktadır. Örnek olarak, kireçten müteşekkil çimento malzemesinin hidratasyona uğraması, hidrate olan bu hidrate kireçle yeraltısuyu içerisinde bulunan muhtemel sülfat anyonlarının tepkimeye girerek jips oluşumuna neden olması verilebilir. Alüvyal karakterli sahalar gibi yumuşak zeminlerde bulunan yapılarda, yeraltısuyunun alçalma ve yükselme eğilimine bağlı olarak çatlamlar da meydana gelmektedir. Bu özellikle çok önemlidir çünkü bölgenin yeraltısu seviyesinin yakın gelecekte düşeceği tahmin edilmektedir. Yeraltısu seviyesinin alçalması sonucu zemin dahilindeki unsurların ağırlıkları da artacaktır, bu da daha fazla yük demektir. Bu yükün etkisiyle zeminde oturmalar meydana gelecektir. Ayrıca, özellikle zeminde kil gibi kuruyunca çatlayan birimlerin oranı yüksek ise, yeraltısuyunun düşmesi ile birlikte zeminde büzüşmeler ve çatlamlar meydana gelecek, böylece zeminin taşıma kapasitesi azalacaktır. Tüm bu olası durumların yaşanmaması için, bölgedeki olumsuz şartlara uygun mühendislik tekniklerinin uygulanmasının gerekliliği son derece önemlidir.

Tunca Nehri ve çevresindeki alüvyal saha, tarım faaliyetleri için oldukça uygun şartlar taşımaktadır. Öyle ki, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü verilerine göre, sahanın büyük bir bölümü birinci ve ikinci sınıf toprak işlemeli tarıma elverişli arazilerden meydana gelmektedir (Şekil 4.42). Zaten bu bölge, tarımsal faaliyetler için yoğun olarak kullanılmaktadır. Ancak, verimli karakterdeki bu tarım arazilerinin yapılaşma ile kaybedilme tehlikesinin varlığı dikkat çekmektedir. Bugünkü görünümde, bu verimli arazilerin bir kısmında köy yerleşmeleri bulunmaktadır. Yine ilgili sahaya yakın bir konumda bulunan Edirne şehir merkezi, giderek genişlemekte ve mevcut sahayı tehdit etmektedir.



Şekil 4.42: Alüvyal Saha Arazi Kabiliyet Özellikleri (Kaynak: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü).

Buradaki tarım alanlarının yerleşmeler tarafından olası işgal edilme durumuna, dolayısıyla hatalı arazi kullanımı olasılığına karşı önlemler alınması gerekmektedir. Öyle ki, Edirne ve yakın çevresindeki nüfus artışı da göz önüne alınırsa, bu tarz verimli arazilerin korunmasının gerekliliği daha da önem kazanmaktadır.

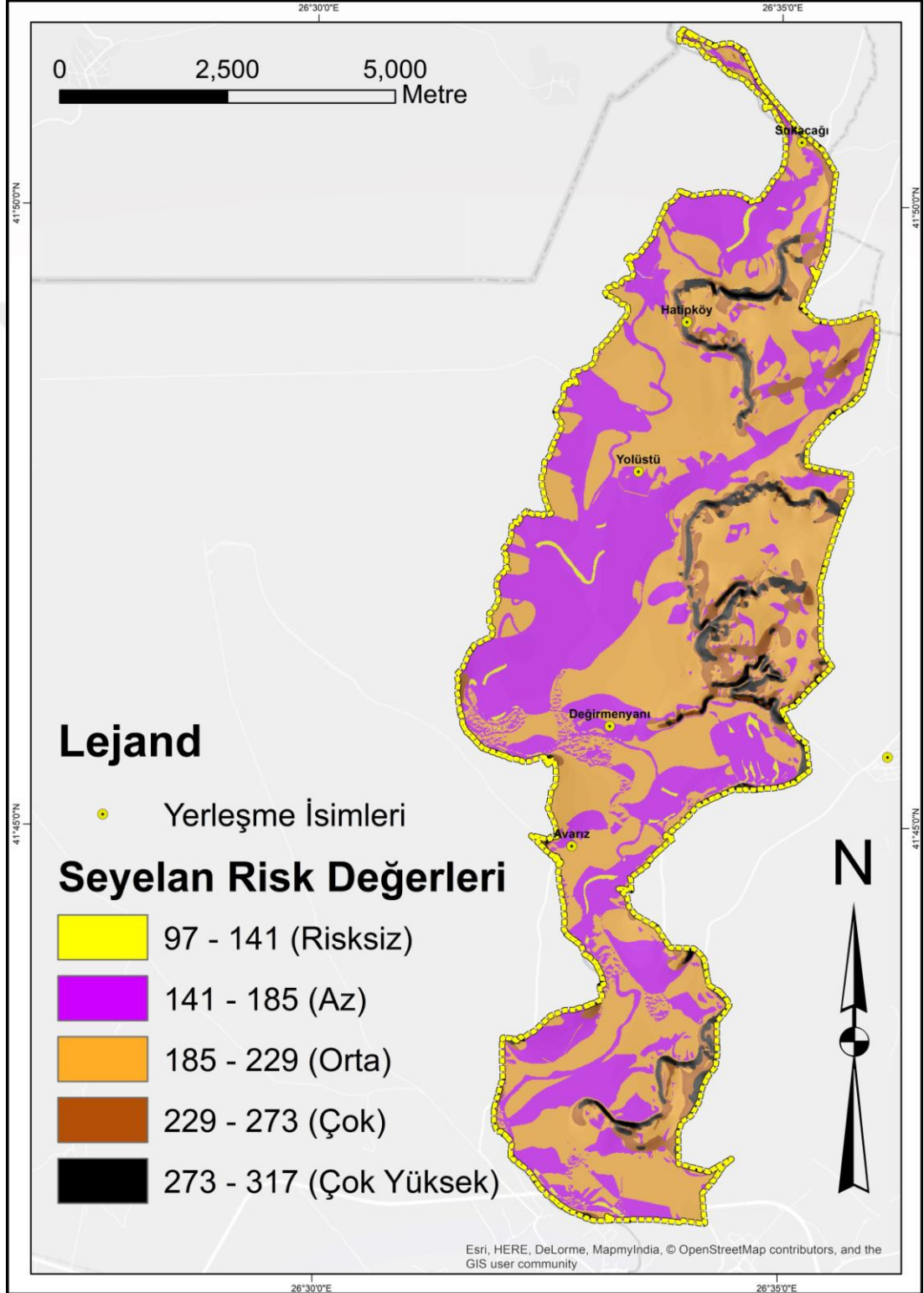
4.4.3 Alüvyal Saha İçin Hidrografik Kökenli Doğal Afet Risk Değerlendirmesi

Çalışma alanının Tunca Nehri ve bununla ilişkili alüvyal karakterli kesim için; seyelan, sel, taşkın, kütle hareketleri ve erozyon afetlerini içermek üzere hidrografik kökenli doğal afet risk değerlendirme yapılmıştır. Bu bölümde de yine çalışma sahasının diğer iki ana bölümü için kullanılan çok kriterli karar verme yöntemi kullanılmış, değerler tablo 4.1 ve 4.2'ye göre atanmıştır. Ulaşılan sonuçlar, sahanın jeomorolojik karakteriyle ilişkilendirilerek yorumlanmıştır.

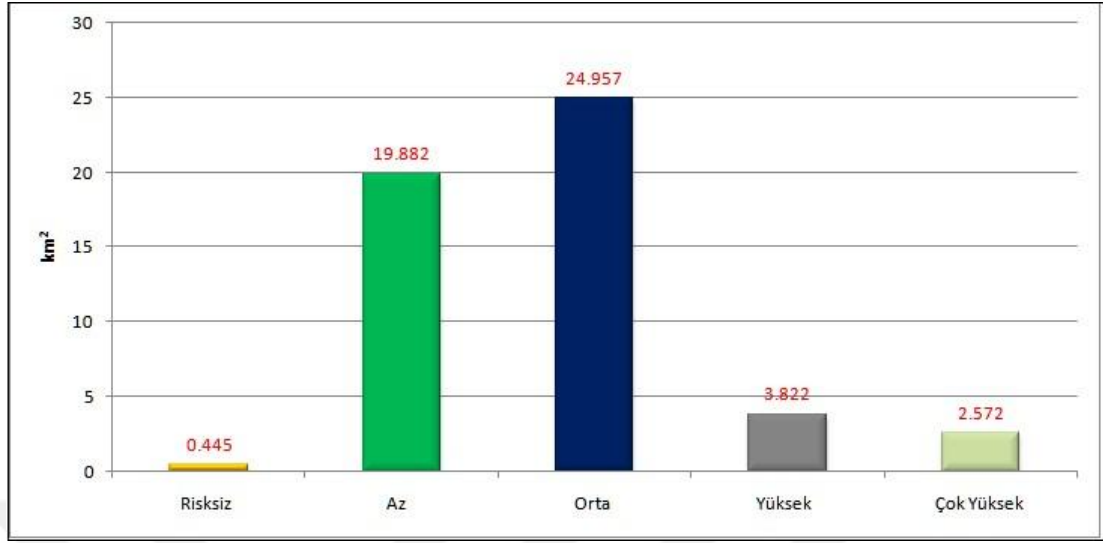
4.4.3.1 Alüvyal Saha İçin Seyelan Risk Değerlendirmesi

Alüvyal sahanın erozyon risk değerlerinin sınıflarına göz atıldığında, genel olarak az ve orta derece risk sınıflarının egemen olduğu göze çarpmaktadır. Öyle ki bu iki sınıfın kapladığı alan, yaklaşık 45 km²'dir (Şekil 4.44). Bu da, ilgili sahanın yaklaşık %87'sine karşılık gelmektedir (Şekil 4.45). Seyelan risk değerlerinin çok ve çok yüksek olduğu kısımlar, sahanın engebelilik ve eğim değerlerinin yüksek olduğu taraçalar kısımlarına denk gelmektedir. Yüksek ve çok yüksek risk değerlerine sahip bu kısımların kapladıkları toplam alan 6.394 km²'dir ve bu değer, ilgili sahanın yaklaşık %12.25'ine denk gelmektedir. Daha önce de bahsedildiği gibi, genel olarak Tunca Nehri'nin akış yönüne göre sol yamacında bulunan bu taraçalar, Kutaerner'de yükselmiş, bu yükselmeye cevap olarak Tunca Nehri'nin alt dizinlerinin bu taraçalar içine gömülmesi suretiyle mevzu bahis sahanın eğim ve engebelilik değerlerinin en yüksek olduğu kısımlarını meydana getirmiştir. Bu değerlerle ilişkili bulunan seyelan risk duyarlılığı da, en yüksek değerlerine taraçaların yamaçlarını niteleyen bu kısımda ulaşmıştır. Tunca Nehri'nin bugünkü taşkın ovasının düz, eğimi çok az kesimi ise risksiz, az ve orta seyelan risk sınıflarıyla karakterize olmaktadır. Bu sınıfların mekansal dağılışı özellikleri şekil 4.43'te görülebilir. Böylece Kuaterner'de

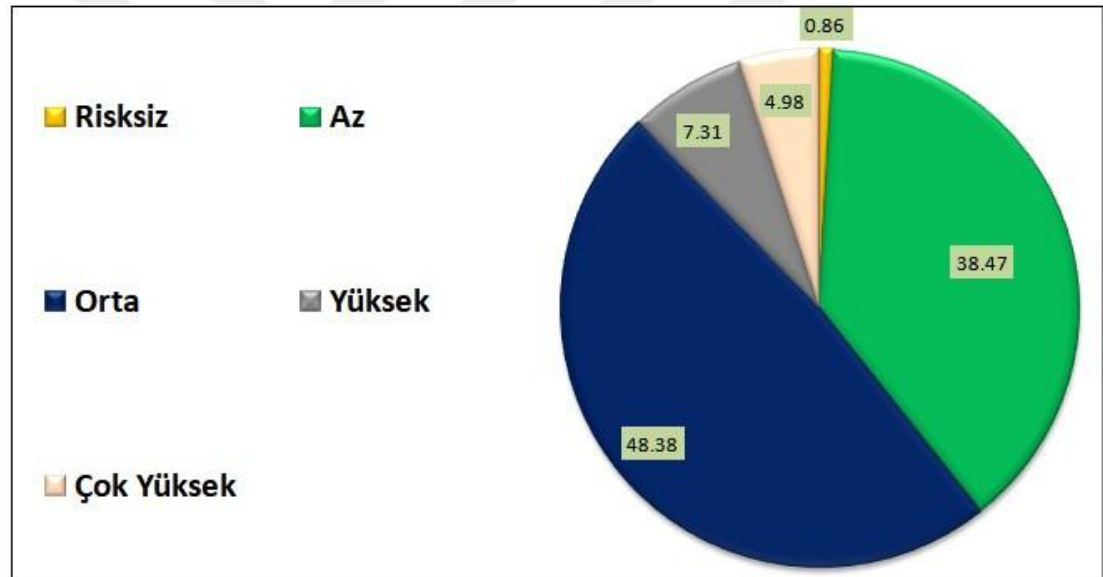
meydana gelen tektonik hareketlerin, sahanın bugünkü seyelan risk duyarlılığının dağılışı özelliklerini doğrudan etkilediği savunulabilir.



Şekil 4.43: Alüvyal Saha Seyelan Risk Haritası



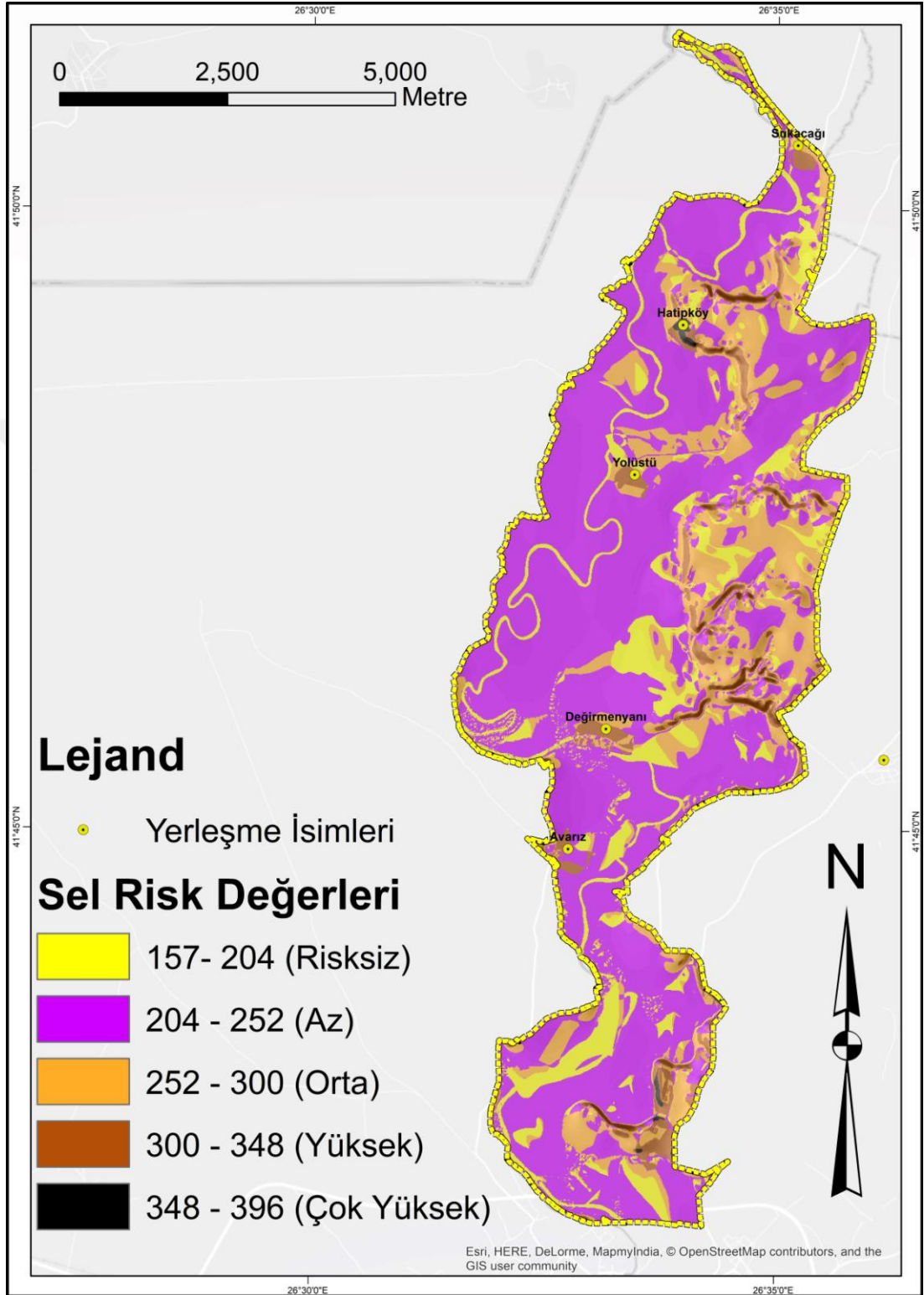
Şekil 4.44: Alüvyal Saha Seyelan Risk Değerleri Alansal Dağılım Özellikleri



Şekil 4.45: Alüvyal Saha Seyelan Risk Değerleri Yüzde Oranları

4.4.3.2 Alüvyal Saha İçin Sel Risk Değerlendirmesi

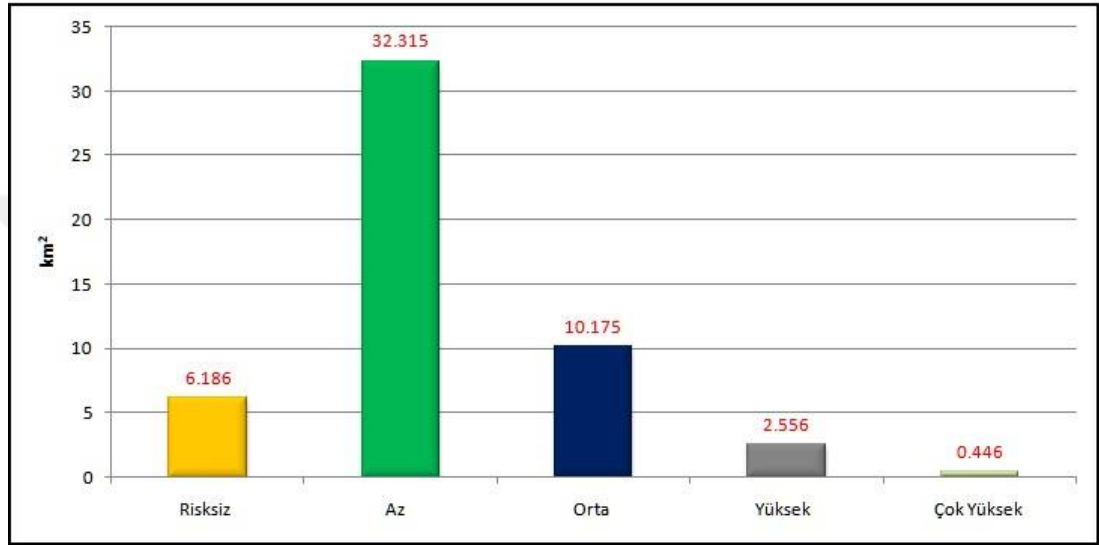
Alüvyal sahanın sel duyarlılık durumu irdelendiğinde, alanın özellikle eğim değerlerinin bu duyarlılık koşullarına doğrudan etki ettiği görülmektedir. Öyle ki, alanın büyük bölümünü oluşturan az eğimli taşkın ovasının sel afeti risk değerleri, sahanın büyük kısmının risksiz ve az riskli olduğunu göstermektedir. Sel afetinin etkinlik derecesinin: yüksek eğim koşulları, geçirimsiz litolojik özellikler ve yüksek akarsu enerjisi gibi faktörlerle birlikte arttığı düşünülürse, söz konusu sahanın büyük bölümünün neden düşük sel riskine sahip olduğu daha iyi anlaşılmaktadır.



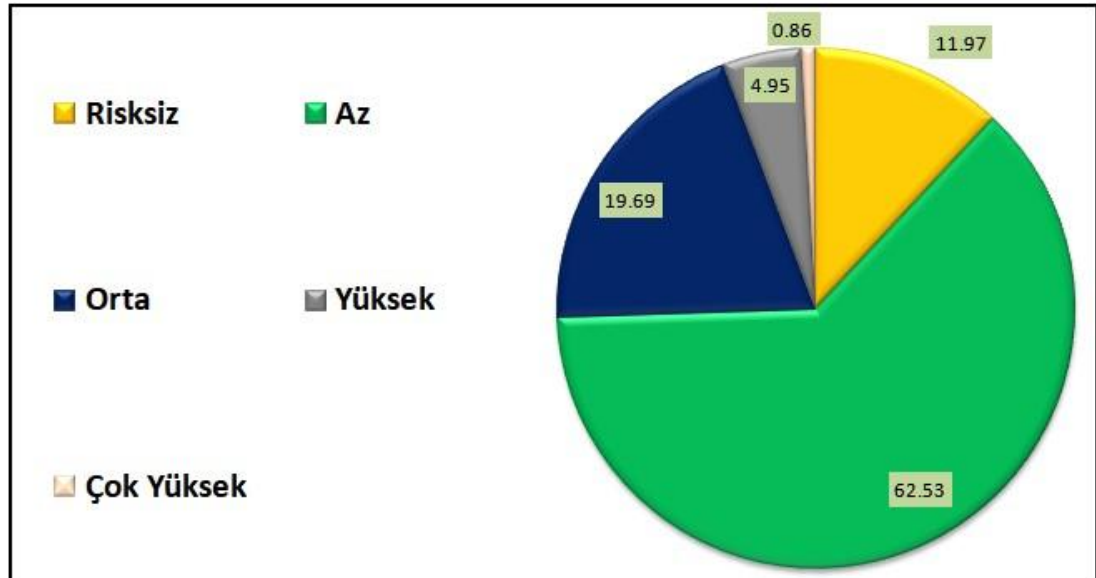
Şekil 4.46: Alüvyal Saha Sel Risk Haritası

Öyle ki risksiz, az riskli ve orta derecede riskli sınıfların kapladıkları toplam alan yaklaşık 49 km²'yi bulurken, bu değer sahanın yaklaşık % 94'üne denk gelmektedir.

Seyelan risk değerlerinde olduğu gibi, sel risk sınıflarına ait yüksek ve çok yüksek değerler bölgenin eğim ve engebelilik değerleri yüksek taraça yamaçlarında ve taraçalara gömülmüş bulunan akarsuların nispeten dik yamaçlarında yoğunlaşmaktadır. Bu risk sınıflarının kapladıkları toplam alan 3 km²'dir ve bu değer, sahanın yaklaşık % 6'sını meydana getirmektedir.



Şekil 4.47: Alüvyal Saha Sel Risk Değerleri Alansal Dağılım Özellikleri

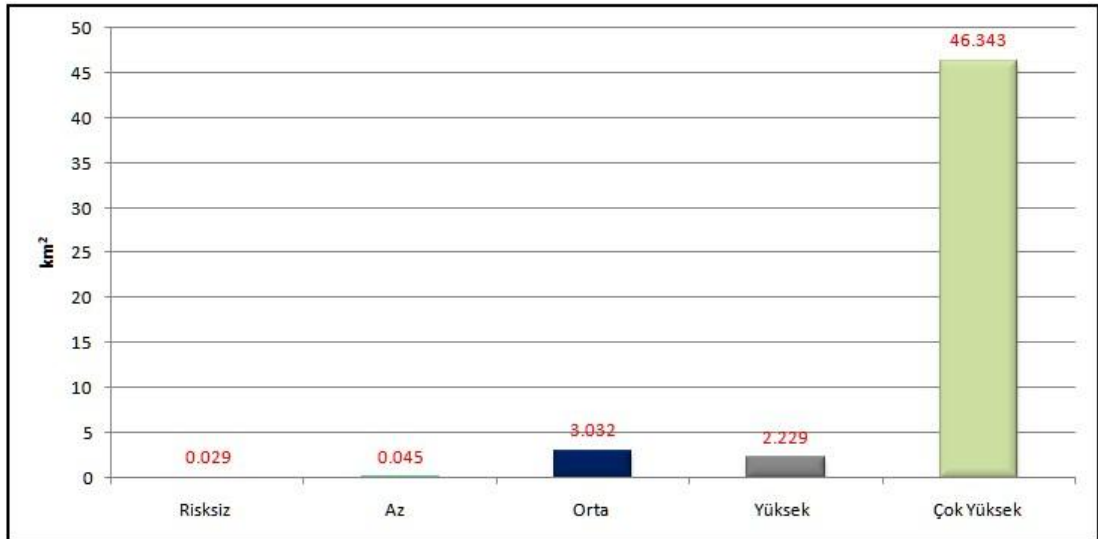


Şekil 4.48: Alüvyal Saha Sel Risk Değerleri Yüzde Oranları

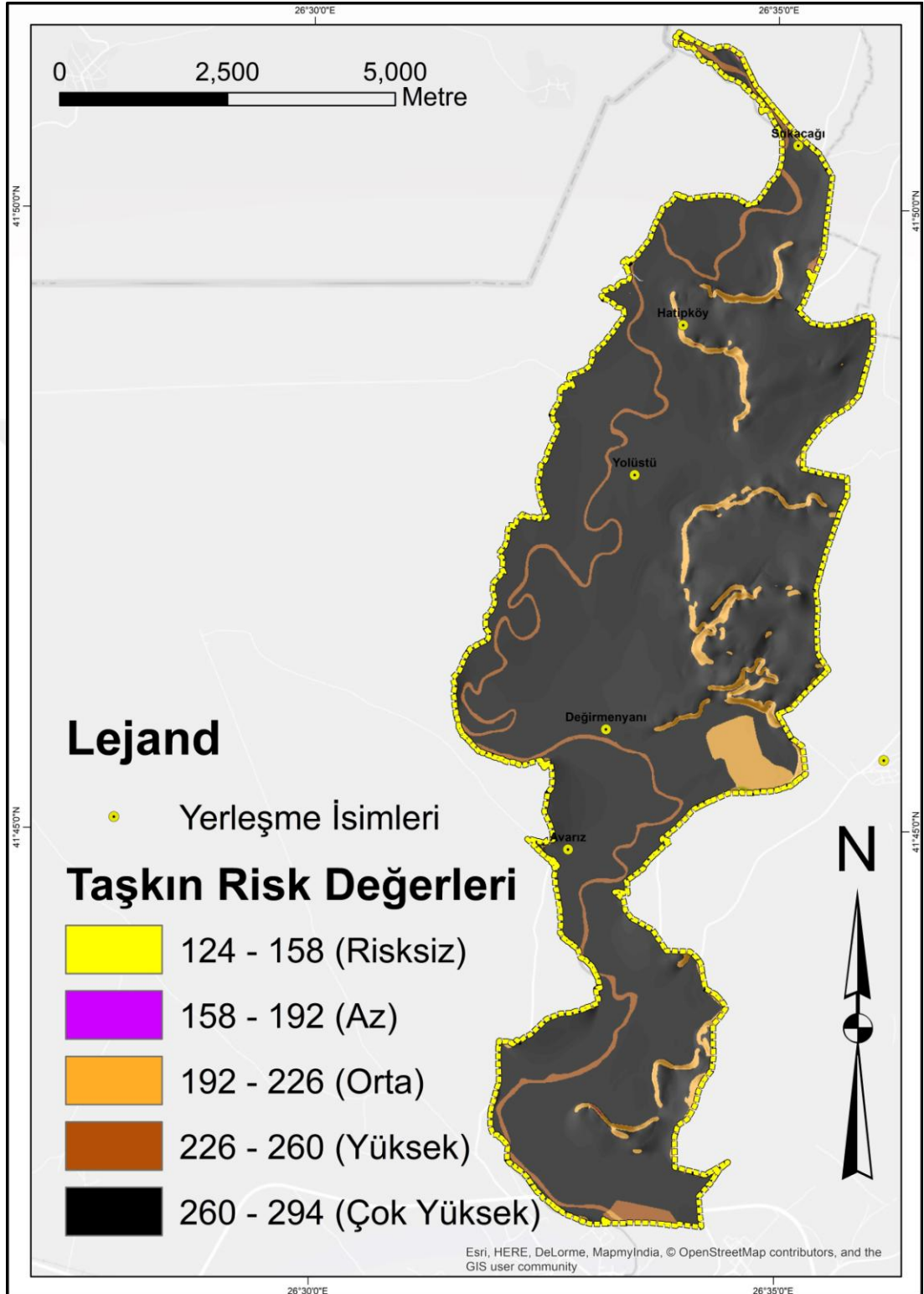
4.4.3.3 Alüvyal Saha İçin Taşkın Risk Değerlendirmesi

Taşkın risk değerlendirmesi sonucu risk değerleri, alüvyal saha için oldukça yüksek çıkmıştır. Öyle ki, yüksek riskli alanlar 2.229 km² alan kaplarken, çok yüksek riskli alanlar 46.343 km² alan kaplamaktadır (Şekil 4.49). Bu iki risk sınıfının toplamı, sahanın % 94'lük kısmına denk gelmektedir. Çok düşük eğim değerleri, geniş alanlar kaplayan tarım alanları, geniş alanlar kaplayan alüvyal topraklar gibi fiziki coğrafya etmenlerinin mevcudiyeti, sahanın neredeyse tamamının çok yüksek taşkın riski altında olmasına neden olmuştur. Öyle ki, Tunca Nehri'nde taşkın afeti, geçmişten günümüze oldukça sık yaşanmıştır. Bu afetin yarattığı maddi zararlar da gün geçtikçe artmaktadır. Bu kapsamda taşkın ovasında, Tunca Nehri'nin güncel yatağına çok yakın mesafelerde kurulmuş olan Sukacağı, Değirmenyanı, Avarız, Yolüstü gibi yerleşmeler büyük bir taşkın tehlikesi altındadır.

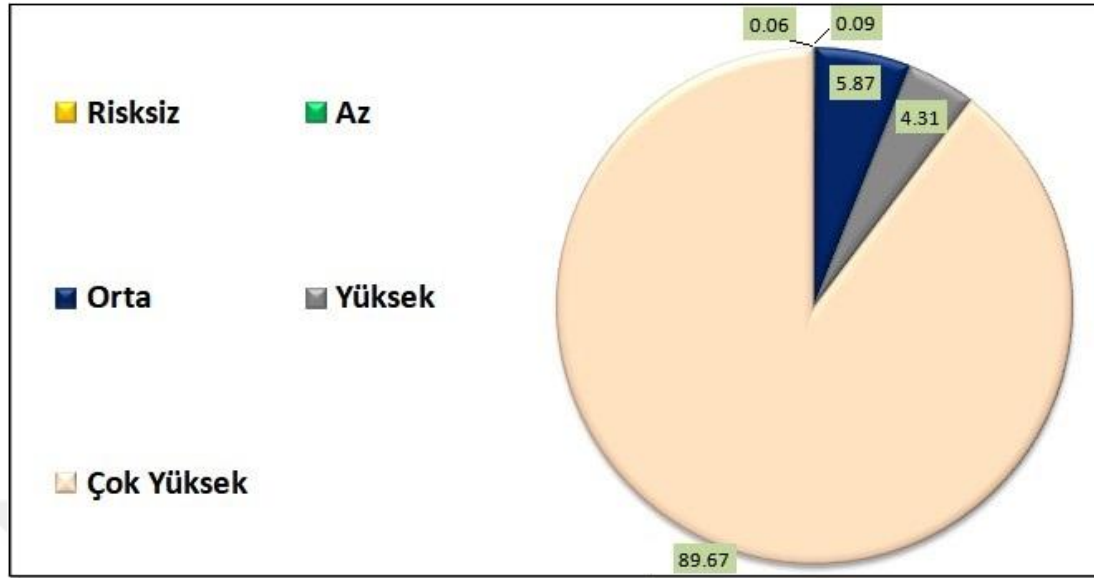
İlgili sahada orta, düşük ve risksiz risk sınıflarına bakıldığında bu sınıfların oldukça dar bir alan kapladığı görülmektedir. Bu üç sınıfın kapladığı toplam alan sadece 3.106 km²'dir. Bu değer, sahanın yalnızca % 6'luk bölümünü meydana getirmektedir. Bu alanlar bekleneceği üzere alüvyal taraçaların nispeten eğimi yüksek yamaç kısımlarında yoğunlaşmıştır (Şekil 4.50).



Şekil 4.49: Alüvyal Saha Taşkın Risk Değerleri Alansal Dağılım Özellikleri



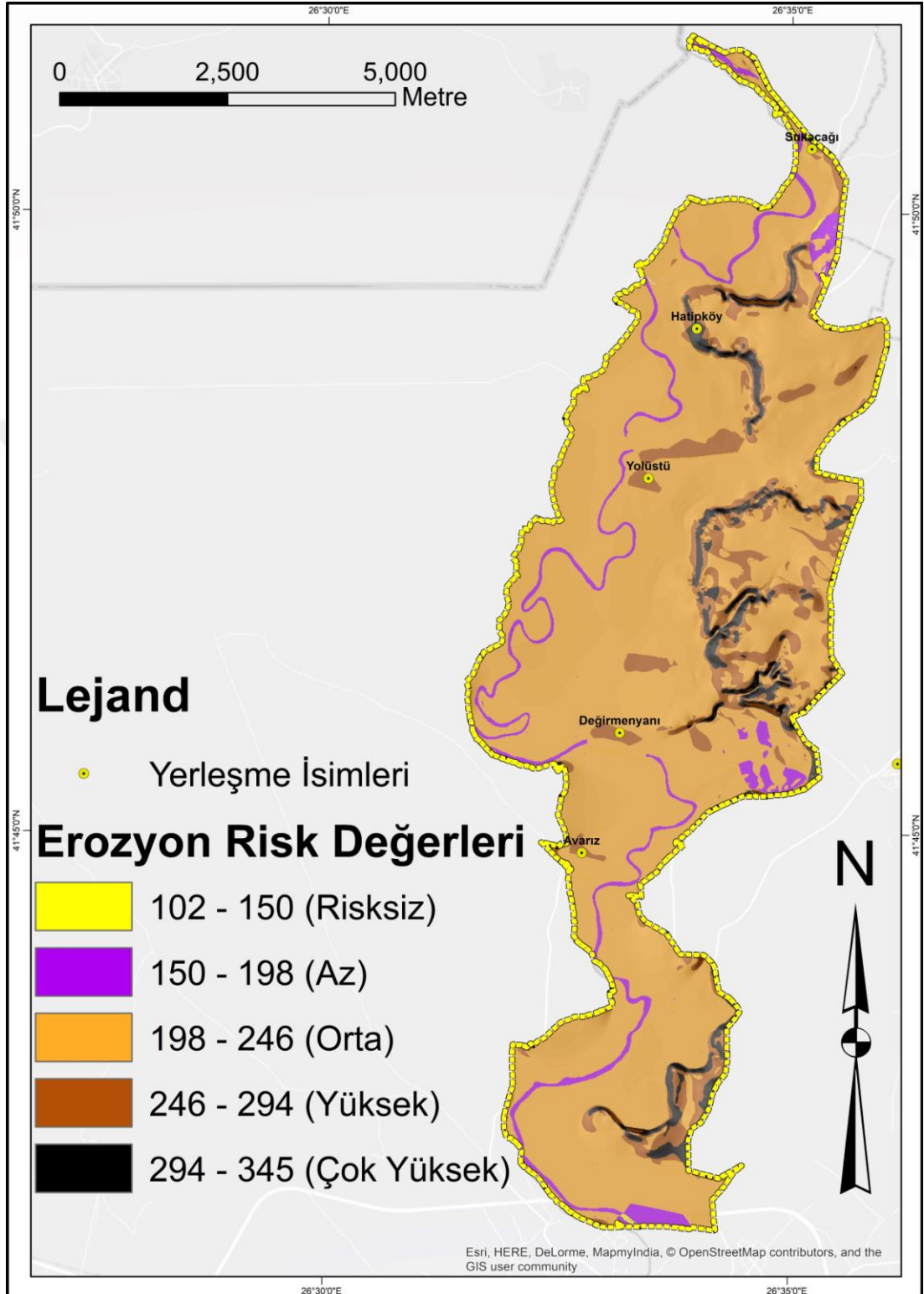
Şekil 4.50: Alüvyal Saha Taşkın Risk Haritası



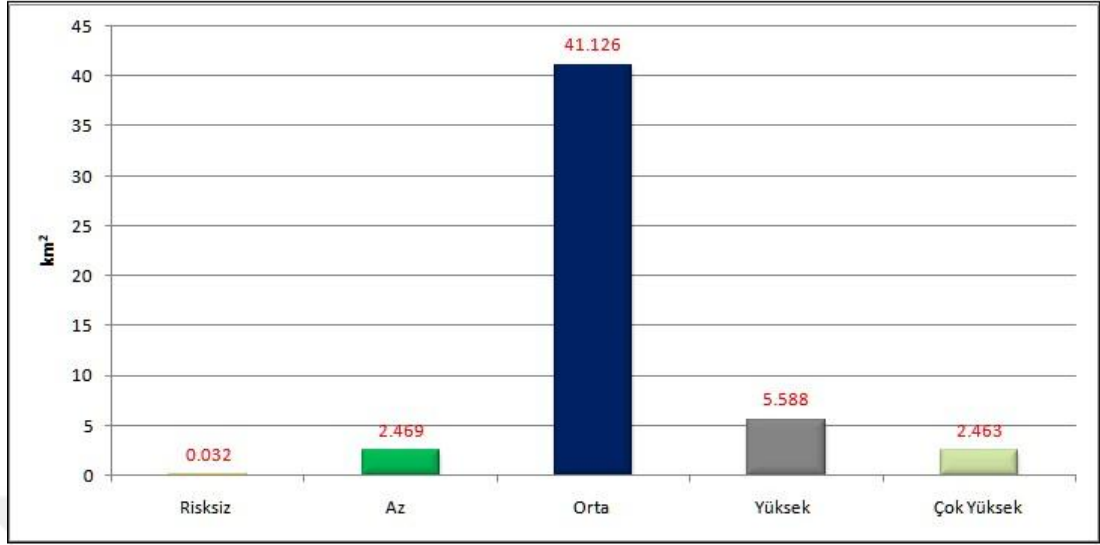
Şekil 4.51: Alüvyal Saha Taşkın Risk Değerleri Yüzde Oranları

4.4.3.4 Alüvyal Saha İçin Erozyon Risk Değerlendirmesi

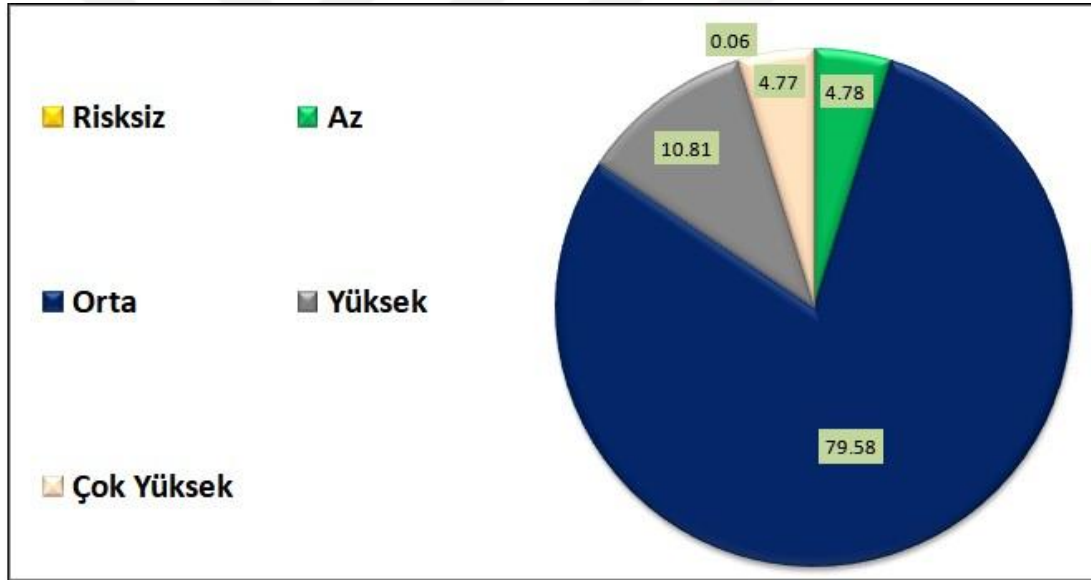
Alüvyal saha için erozyon risk değerlendirmesi sonucu elde edilen risk sınıflarının dağılışı özellikleri incelendiğinde, diğer hidrografik kökenli doğal afetlere ait risk sınıflarının dağılışı özelliklerinden farklı bir karakter sergilediği göze çarpmaktadır. Öyle ki, orta derecede riske sahip alanlar, 41.126 km²'lik bir alan kaplarken bu değer, sahanın yaklaşık % 80'e denk gelmektedir. Bu; orta derecede riske sahip alanların diğer dört risk sınıfının toplamının dört katı fazla alan kapladığı anlamına gelmektedir. Yüksek ve çok yüksek risk değerlerine sahip sınıfların arazi kullanımı sınıflarına atanan değerlerle ilişkili olarak özellikle yerleşmelerin yakın çevresinde ve başlıca yüksek eğim sınıflarına atanan değerlerle ilişkili olarak taraça ve genç vadi yamaçlarında yoğunlaştığı göze çarpmaktadır. Risksiz ve çok az riskli alanların ise özellikle yerleşmelere uzak, eğim değerleri çok düşük nispeten düz alanlarda yayılış gösterdiği görülmektedir. Tüm bu çıkarımlara göre, mevzu bahis saha için erozyon afeti riskinin taşkın afeti riski kadar ciddi olmadığı, ancak yine de göz önüne alınması gereken risk değerlerine sahip olduğu çıkarımı yapılabilmektedir.



Şekil 4.52: Alüvyal Saha Erozyon Risk Haritası



Şekil 4.53: Alüvyal Saha Erozyon Risk Değerleri Alansal Dağılım Özellikleri

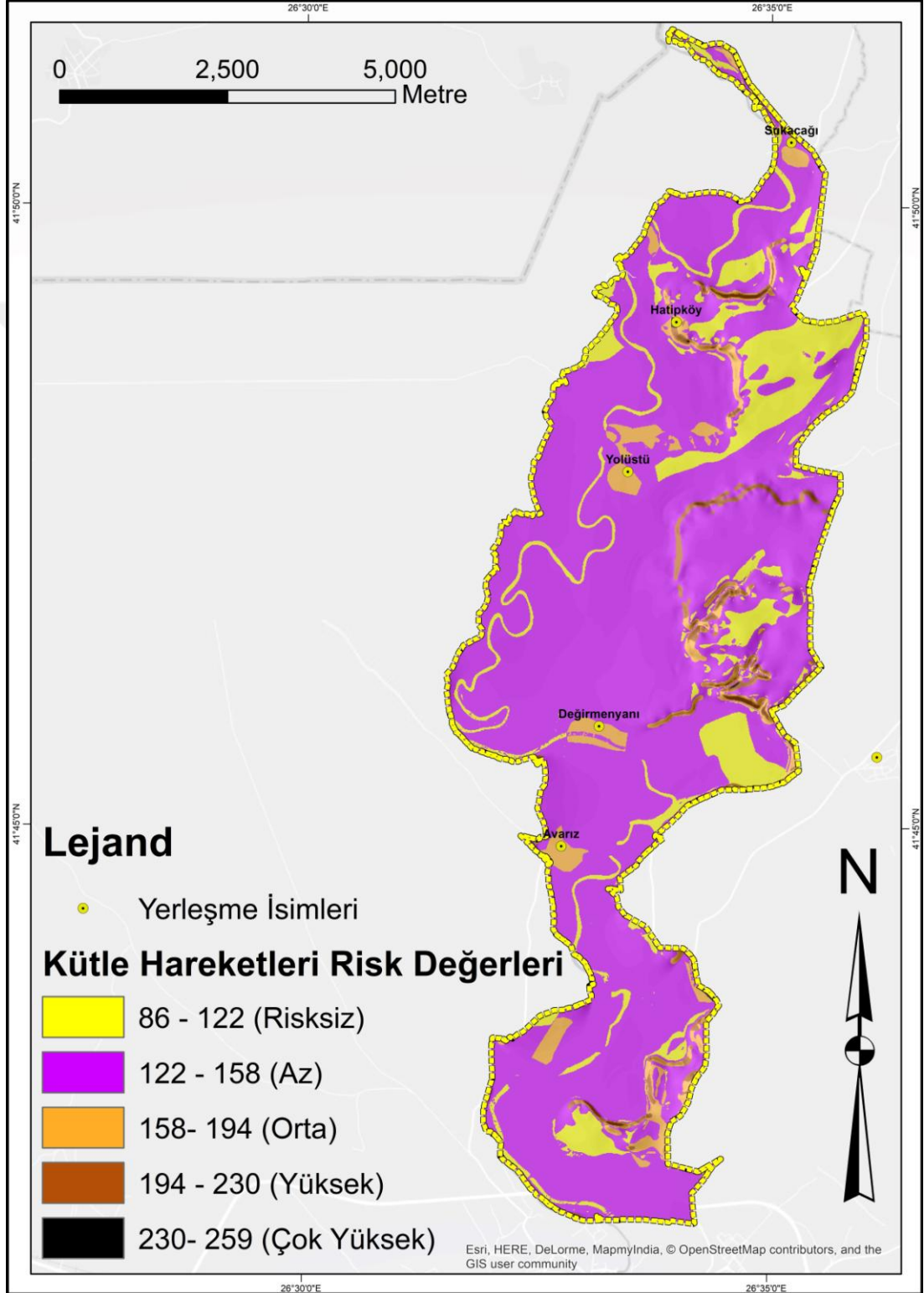


Şekil 4.54: Alüvyal Saha Erozyon Risk Değerleri Yüzde Oranları

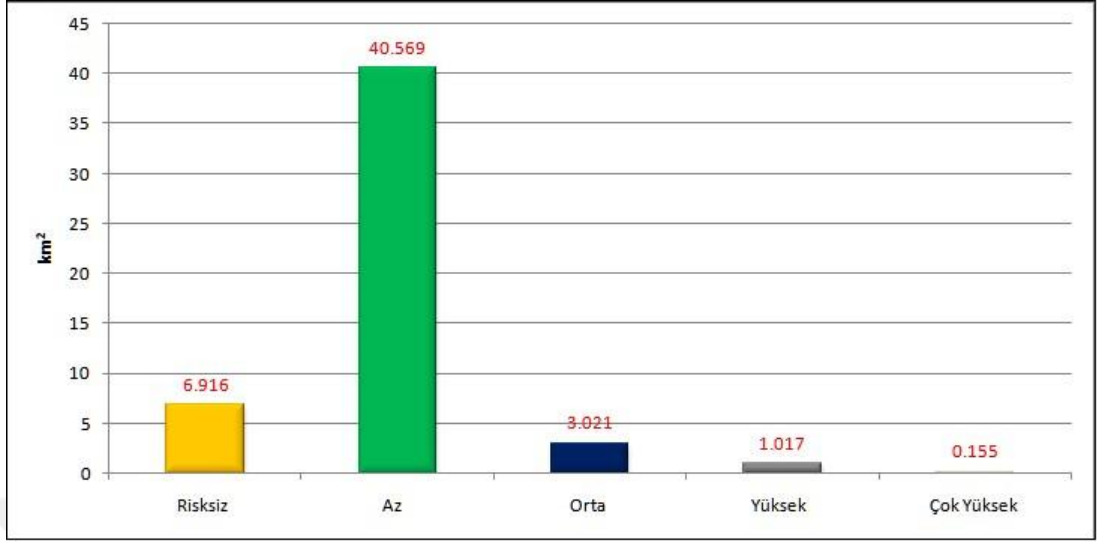
4.4.3.4 Alüvyal Saha İçin Kütle Hareketleri Risk Değerlendirmesi

Alüvyal saha için yapılan risk değerlendirmesi sonucu, bölgenin büyük bir kısmının kütle hareketlerine az duyarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öyle ki, risksiz ve az riskli alanların kapladığı toplam alan yaklaşık 48 km²'dir ve bu değer sahanın yaklaşık % 92'sine denk gelmektedir (Şekil 4.56). Değerlerin yayılış desenine bakıldığında, yüksek ve çok yüksek riske sahip alanların yalnızca derin yarılmış vadi yamaçları ve taraça yamaçlarında yayılış gösterdiği görülmektedir. Yerleşmelerin

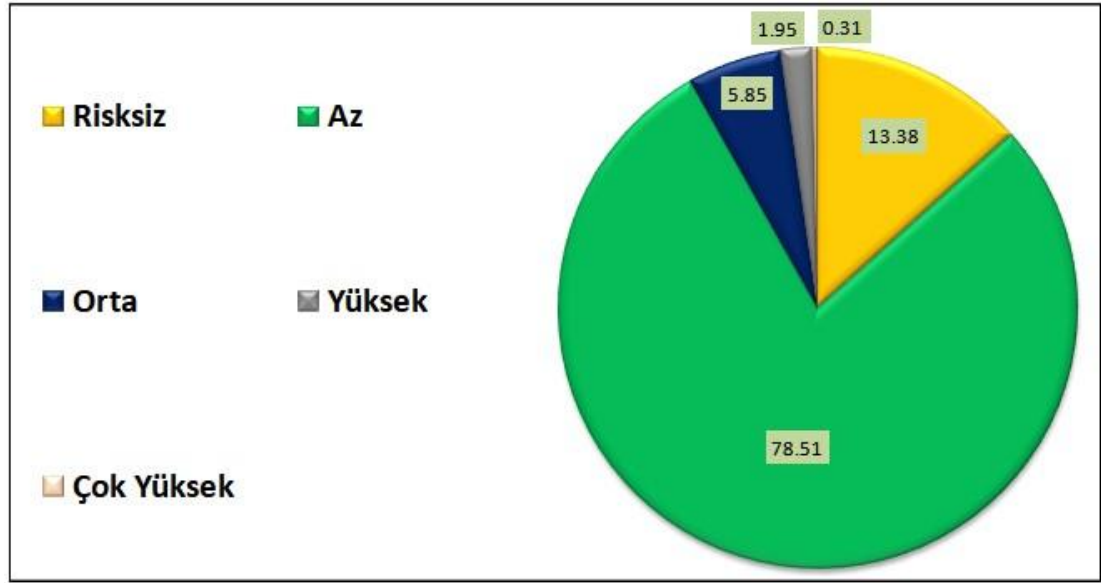
yakın çevresi, yerleşme sınıfına atanan yüksek değerden ötürü orta derecede riskli gözükmetedir (Şekil 4.55).



Şekil 4.55: Alüvyal Saha Kütle Hareketleri Risk Haritası



Şekil 4.56: Alüvyal Saha Kütle Hareketleri Risk Değerleri Alansal Dağılım Özellikleri



Şekil 4.57: Alüvyal Saha Kütle Hareketleri Risk Değerleri Yüzde Oranları

SONUÇ

Yapılan analizler, saha gözlemleri ve kurulan ilişkiler sonucunda, yapısal özelliklerin çalışma sahası boyunca oldukça farklı özellikler gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Istranca Masifi kısmı ile Trakya Sedimanter Havzası'nın litolojik ve tektonik yapı özellikleri birbirinden oldukça farklıdır. Trakya Sedimanter Havzası'nın kabaca Lalapaşa-Edirne arasındaki kısmında Senozoik ve Kuaterner sığ denizel, karasal ve gölsel litolojik birimler mevcutken, Istranca Masifi kısmında paleozoik ve mesozoik metamorfik-magmatik birimler yaygındır. Yine kabaca Edirne-Lalapaşa arasındaki alan monoklinal yapı ile karakterize olurken, Istranca Masifi kısmında oldukça derin aşındırılmış, platolaşmış, topoğrafyadaki izleri büyük ölçüde silinmiş kıvrımlı ve faylı yapının mevcut olduğu, yapılan analiz sonuçlarına yansımış, arazi gözlemleriyle teyit edilmiştir. Monoklinal yapıli sahada, çok tipik bir kuesta rölyefinin gelişmiş olduğu gözlenmiştir. Bu kuesta rölyefi monoklinal yapıli sahanın farklı kısımlarında farklı özelliklere sahiptir. Sinanköy ve çevresindeki kuesta rölyefi, genel olarak Kırklareli Kireçtaşı'nın ardalanmalı saf-greli-killi-kumlu-çakıllı kireçtaşı birimleri ve İslambeyli formasyonu birimleri üzerinde meydana gelmiştir. Bu birimlere gömülen ve yapısal zayıflık zonlarına uyan Sinanköy Deresi ve tabiileri, kuesta rölyefinin topoğrafyada belirginleşmesine neden olmuş, bu rölyefe ait tipik konsekant, subsekant, resekant ve obsekant depresyonlar meydana gelmiştir. Saha çalışmalarına ait ölçüm sonuçlarına göre; Sinanköy ve çevresindeki jeolojik formasyonların genel olarak kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu olduğu, tabakaların genel dalış yönünün güneybatı yönlü olduğu, eğim açılarının ise 5-30° arasında değiştiği gözlenmiştir. Tabakaların kalınlıkları, eğim yönleri ve eğim açıları kısa mesafelerde değişiklik göstermektedir. Hasanağa ve çevresindeki jeolojik formasyonlar, Sinanköy ve çevresine göre nispeten farklı özelliklere sahiptir. Bu kısımda Kırklareli Kireçtaşı, Çakıl Formasyonu, Ergene Formasyonu ve Trakya Formasyonu'na ait birimler geniş alanlar kaplamaktadırlar ve Sinanköy ve çevresinden farklı görünüme sahip bir kuesta rölyefinin meydana gelmesine neden olmuşlardır. Ayrıca Hasanağa ve çevresindeki mevzu bahis tabakalardan yapılan ölçümlere göre formasyonların genel olarak kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu olduğu, bazı kısımlarda güneybatı-kuzeydoğu doğrultusu kazandıkları, eğim yönlerinin genel olarak güneybatı olduğu

ve bazı kısımlarda güneydoğu yönü kazandıkları, eğim açılarının 5-30 derece arasında olduğu ancak genel olarak Sinanköy ve çevresindeki değerlerden daha düşük ortalamalara sahip oldukları görülmüştür. Burada Sinanköy Deresi nispeten dirençsiz Trakya Formasyonu birimlerine gömülmüş, nispeten dirençli Çakıl Formasyonu ve Kırklareli Kireçtaşı birimlerinin kuesta cephesi olarak topoğrafyada belirginleşmesine neden olmuştur. Yine bu kısımda kendisine çok tipik asimetric karakterli bir subsekant depresyon açmıştır. Sinanköy Deresi'nin tabileri bu kısımda tipik obsekant depresyonlar yaratmışken; Hasanağa Kuestası'nın sırtı üzerinden kaynaklanmakta olan Keçipınar, Ayvalı ve Kınalı Dere'ler, resekant depresyonlar meydana getirmişlerdir. Monoklinal yapıli sahanın Hasanağa ile Sinanköy arasındaki kısmında ise tipik bir kuesta rölyefi bulunmamaktadır. Bunun yerine bu kısımda, eğim yönleri genelde güneybatı olan, eğim açıları saha ölçümlerine göre 3-8 derece arasında değişen, doğrultuları kuzeybatı-güneydoğu olan ve Kırklareli Kireçtaşı, Trakya Formasyonu, Ergene Formasyonu, Sinanlı Formasyonu ve Süloğlu Formasyonu birimlerinden müteşekkil tabaka sırtları görülmekteyken, bu tabaka sırtları üzerinde çok tipik konsekant depresyonlar meydana gelmiştir. Tektonik hareketler sonucu kıvrım ve kırık deformasyonlarına uğrayan Istranca Masifi kısmındaki yapısal jeomorfoloji birimleri, bugünkü topoğrafyada çok net bir şekilde gözlenememektedir. Bu birimlerinin oluşumlarının üzerinden oldukça büyük bir zaman geçmiş olması, buna bağlı olarak birimlerin karakteristik özelliklerinin ve topoğrafyadaki izlerinin yoğun aşınma ve ayrışma faaliyetleri ile hızla silinme eğilimi göstermiş olmaları bu durumun başlıca nedenlerindedir. Çalışma alanının Istranca Masifi kısmı, monoklinal yapıli kısma oranla litolojik açıdan çok daha dirençli kayalardan meydana gelmektedir. Istrancaları oluşturan kayaçların farklılaşan bu litolojik özellikleri, akarsularca derin şekilde aşındırılmış bu kütle üzerinde hangi kısımların hızlıca tesviye edilip düzleştirileceğini, hangi kısımların aşınma daha direnç göstererek topoğrafyada engebeler yaratıp, eğimleri yüksek tepelik kısımları meydana getireceğini belirleyen en önemli faktörlerden biri olmuştur. Istranca Masifi'ni etkilemiş olan faylar, paleotektonik yapıları meydana getirmektedirler ve günümüzde aktif değildirler. Bu yüzden topoğrafyada aktif normal fayların meydana getirdiği fay dikliği, façeta, tavan bloğu üzerinde meydana gelmiş alüvyal yelpazeler gibi jeomorfolojik birimler saptanamamıştır. Lakin

sahadaki mevcut fayların, nispeten dirençli litolojik birimleri yükselterek, bugün topoğrafyada tepe olarak kalan kısımların eğimlerini, yükseltilerini ve engebелiliklerini etkiledikleri görülmüştür.

Çalışma alanında şekillendirici ana etken akarsudur ve flüvyal jeomorfoloji süreçleri oldukça çeşitlilik arz etmektedir. Bu kapsamda çalışma alanı boyunca akarsuların çentik vadi, asimetrik vadi, tabanlı vadi gibi çok çeşitli vadiler kazdıkları, bazı kısımlarda alüvyal yelpazeler ve taraçalar meydana getirdikleri müşahede edilmiştir. Çalışma alanının tümünden çıkarılan çeşitli topoğrafik profillerin analizi sonucu 55-190 metre ve 210-340 metre aralığında yayılış gösteren iki ana plato yüzeyi belirlenmiş, bu plato yüzeylerinin kendi içerisinde 7 ayrı alt seviyede dağılışı gösterdikleri belirlenmiştir. Akarsu faaliyetlerine bağlı meydana gelen yerçekillerinin bu kadar çeşitli olmasında, çalışma sahasının yapısal özelliklerinin de çeşitlilik göstermesinin oldukça önemli bir rolü olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışma alanının alüvyal karakterli kısmında Tunca Nehri mendereslenerek akış göstermektedir ve en geniş kısmında 5.5 km genişliğe ulaşan bir taşkın ovası meydana getirmişken; çarpma ve kayma yamaçları, oxbow gölleri, ard bataklıklar gibi karakteristik alüvyal jeomorfoloji birimlerinin şekillenmesinde de başlıca rolü oynamıştır. Tunca Nehri'nin akış yönüne göre sol yamacında çok geniş sahalar kaplayan ve taşkın ovası yüzeyinden kabaca 30 metre yüksekte bulunan alüvyal taraça seviyeleri bulunmaktadır. Bu taraçaların meydana gelmesinde Kuaterner döneminde sahanın blok olarak batı-güneybatıya doğru çarpılmış olmasının neden olmuş olduğu muhtemel gözükmemektedir. Eğim analizi, Drenaj Havzası Asimetrisi (Af), Yüzey Engebелiliği (SR), SL İndeksi, Çizgisellik Analizi gibi morfometrik analiz sonuçları, bu durumu desteklemektedir.

Çalışma sahası boyunca drenaj sistemlerinin, farklı yapısal özelliklere sahip kısımlarda farklı karakterler taşıdıkları müşahede edilmiştir. Bu bakımdan çalışma alanındaki akarsular, gelişimleri boyunca üzerinde kuruldukları katı arzın yapısal özelliklerinden etkilenmiş görünmektedirler. Yapısal zayıflık zonları akarsular için tercih edilen drenaj yönelimlerini önemli oranda etkilemiş; tabakaların duruşları, uzanış doğrultuları, eğim özellikleri, kayaların direnç özellikleri gibi yapısal faktörler, drenaj sistemlerinin gelişimini yönlendirmiştir. Istranca Masifi üzerinde

akışlarını sürdüren akarsular, günümüz itibariyle genel olarak doğal eğim yönünde, kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda akış gösteren konsekant akarsu karakteri taşımaktadırlar. Bu kısımda tektonik hareketlerin ve yarattıkları deformasyonların nispeten yaşlı olmaları dolayısıyla günümüz drenaj sistemine etkilerinin minimum olduğu gözlenmiştir. Bunun yerine, Istranca Masifi kısmındaki bu akarsuların meydana getirdikleri vadi türü, derine-yana-geriye aşındırma oranları vb. özellikleri günümüzde daha çok litolojik yapının kontrolü altında şekillenmiştir. Bu faktörlerden dolayı, bu kısımda dandritik bir drenaj ağı kurulmuştur. Çalışma alanının monoklinal yapılı bölgesindeki drenaj ağı özellikleri, Istranca Masifi'nde kurulmuş olan drenaj ağı özelliklerinden çok daha farklı özellikler göstermektedir. Flüvyal etken ve süreçlerin etkisi altındaki bu bölgede, öncelikle doğal eğim yönünde konsekant akarsular meydana gelmiş, gelişim devam ettikçe konsekant akarsulara dik açılarla birleşen ve bir alt dizinlerini teşkil eden subsekant akarsular oluşmuştur. Evrimin ilerleyen süreçlerinde, subsekant akarsuların bir alt dizinleri olan ve doğal eğim yönünün tersine akan obsekant akarsular ile doğal eğim yönüne doğru akan ancak kaynaklarını kuesta sırtından alan resekant akarsular oluşmuştur. Böylece monoklinal yapılı alanda, birbirine dik açılarla birleşen akarsuların meydana getirdiği bir kafesli drenaj ağı meydana gelmiştir. Farklı karakterlere sahip konsekant, subsekant, obsekant ve resekant akarsuların uzanış doğrultuları hazırlanan gül diyagramlarından oldukça açık bir şekilde görülmektedir. Bu akarsular, yapısal özelliklerle uyumlu olarak farklı vadi türleri de meydana getirmişlerdir. Öyle ki, yapılan analiz sonuçlarına ve arazi gözlemlerine göre; konsekant depresyonların tabanlı vadi karakterinde, subsekant depresyonların asimetric vadi karakterinde, obsekant ve resekant depresyonların ise çentik vadi karakterinde oldukları görülmüştür. Drenaj ağının monoklinal yapılı bölgede evrimi bu şekilde devam ettikçe, akarsular yapısal unsurlara uyarak monoklinal yapının karakteristik şekilleri olan kuesta sırtları, kuesta cepheleri, konsekant depresyonlar, subsekant depresyonlar, obsekant depresyonlar, resekant depresyonlar ve konsekant gedikler meydana getirmişlerdir.

Çalışma alanının farklı kesimlerinde farklı şekilde karakterize olan yapısal özelliklerin jeomorfolojik gelişime ve dolayısıyla eğim, bakı, engebelilik gibi morfometrik

özelliklere etkisi, analiz sonuçlarında oldukça açık bir şekilde görülmüştür. Öyle ki, çalışma alanında eğim ve engebelilik değerleri, kuesta cephelerinde ve Istranca Masifi'nin dirençli litolojiler üzerinde açılmış çentik vadilerinin yamaçlarında maksimuma ulaşırken; Tunca Nehri'nin taşkın ovasında, konsekant ve subsekant depresyon tabanlarında, tabaka sırtlarının nispeten az eğimli ve az yarılmış kısımlarında minimuma inmiştir. Aynı şekilde monoklinal yapıli bölgede resekant ve obsekant akarsuların vadilerinde ve Istranca Masifi üzerinde akış gösteren akarsuların vadilerinde Vf değerleri düşük çıkmışken, Tunca Nehri'nin alüvyal tabanlı vadisinde ve monoklinal yapıli bölgedeki subsekant ve konsekant akarsuların vadilerinde değerler nispeten ortalama ve yüksek çıkmıştır. Yine kuesta cephelerini meydana getiren tabakaların doğrultu özelliklerinin genel olarak kuzeybatı-güneydoğu olması, bu yamaçların bakı özelliklerinin kuzey ve kuzeydoğu olmasına neden olmuştur. Yüzey indeksi değerleri genelde yapısal kontrol faktörlerine bağılı olarak yataklarına nispeten daha hızlı gömülen subsekant ve bazı kısımlarda konsekant akarsu vadilerinde eksi değerler göstermektedir. Tüm bu morfometrik analiz sonuçları, çalışma sahasındaki yapısal özelliklerin jeomorfolojik oluşum ve gelişim özelliklerini oldukça derin bir şekilde etkilediğinin göstergesidir. Bölgedeki fayların alçaltıp yükselttiği blokların mekansal dağılışı özellikleri, bindirmelerin ilerleme yönleri ve bindirme cephelerinin eğim özellikleri, tabakaların doğrultu ve eğim özellikleri, aşınımına karşı farklı direnç özelliğine sahip litolojik birimlerinin çalışma alanı boyunca çok çeşitli olması gibi yapısal faktörler; topoğrafyanın hangi kısmında kuestaların meydana geleceği, aşınım artığı tepelerin mekansal dağılışı özellikleri, hangi kısımların nispeten hızlıca tesviye edilip düzleştirildiği, yamaçların diklik dereceleri, akarsuların yataklarına gömülme oranları, akarsu sıklıkları, yarıma dereceleri gibi jeomorfolojik özellikleri belirleyen en önemli faktörlerden biri olmuştur.

Edirne Meteoroloji İstasyonu verileri ve Thornthwaite Su Bilançosu yöntemi ile elde edilen yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış, mevsimlik ortalama sıcaklık ve toplam yağışlar, yıllık toplam potansiyel evapotranspirasyon, yıllık toplam su eksiği ve yıllık toplam su fazlası gibi parametrelerin doğrusal regresyon analizleri, bu parametrelerin eğilimi hakkında önemli sonuçlara ulaşılmasını sağlamıştır. Yıllık

ortalama sıcaklık değerleri, 1960-2017 yılları ve 1988-2017 yılları arasında yükselme eğilimi göstermiştir. Yıllık toplam yağışlar ise 1960-1989 yılları arası azalma eğilimi göstermişken, 1988-2017 yılları arası yaklaşık artma eğilimi göstermiştir. Yıllık toplam evapotranspirasyon değerleri ilk 1960-1989 yılları arasında azalma, 1988-2017 yılları arasında ise artma eğilimi göstermektedir. Yıllık Toplam Su Eksiği değerleri 1960-1989 yılları arasında artma eğilimi göstermişken, 1988-2017 yılları arasında bu artma eğilimi neredeyse durma noktasına gelmiştir. Yıllık toplam su fazlası değerleri ise, 1960-1989 döneminde yaklaşık azalma eğiliminde bulunmuşken, 1988-2017 döneminde artma eğilimine girmiştir. Mevsimlik ortalama sıcaklık verilerinin doğrusal regresyon analizi sonuçlarına göre, 1960-1989 yılları arasında sıcak dönem ortalama sıcaklıklar çok hafif bir azalma eğilimi göstermişken, 1988-2017 yılları arasında daha yüksek bir karakterde artma eğilimine girmiştir. Soğuk dönem ortalama sıcaklıklar da yine aynı şekilde 1960-1989 yılları arasında yaklaşık bir azalma eğilimindeyken, 1988-2017 yılları arasında artış eğilimine girmiştir. Mevsimlik toplam yağış verilerinin doğrusal regresyon analizi sonuçlarına göre, sıcak dönem toplam yağışlar 1960-1989 yılları arasında azalma eğilimi göstermişken, 1988-2017 yılları arasında artma eğilimiyle karakterize olmuştur. Soğuk dönem toplam yağışlar ise 1960-2017 yılları arasında azalma eğilimi göstermişken, 1988-2017 yılları arasında artma eğiliminde bulunmuştur. Bunlara ek olarak UNEP Kuraklık İndisi'ne göre mevzu bahis saha nemli karakter taşımaktadır. Son 30 yılda genel olarak daha da nemlenmiştir. Öyle ki, 1960-1989 yılları arasındaki indis değeri 2.83 olarak hesaplanmışken, 1988-2017 yılları arasındaki indis değeri 2.91 olarak hesaplanmıştır. İndisin aylık değişim karakterlerine bakıldığında, yaz ve kış mevsimlerinin aylara göre dağılışında kaymalar olduğu, yaz mevsiminde kuraklaşma şiddetinin arttığı, kış mevsimi genelinde nemliliğin azaldığı, sonbaharda ve sonbahar-kış geçişinde ise nemliliğin arttığı sonuçlarına ulaşılmıştır. Tüm bu analiz sonuçlarına göre; çalışma sahasında iklim elemanlarının karakterlerinin değişim içerisinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yıllık ortalama sıcaklıklar ve yıllık toplam yağışlar özellikle son 30 yıllık periyot dahilinde artmış, böylece çalışma sahasını etkileyen hava kütlelerinin nem tutma kapasitesi yükselmiştir. Yakın çevredeki denizlerin yüzey sıcaklıklarının da yükselme eğilimi düşünöldüğünde atmosfere giren nem miktarında da artış meydana gelmiştir.

Böylece son 30 yılda yıllık toplam yağışların artma eğilimi göstermesi kaçınılmaz olmuştur. Toplam yağışlarda görülen artmaya rağmen, atmosferin daha fazla miktarda ve daha hızlı; yani sağanak şeklinde yağış bırakma karakteri kazanmaya başladığı, nemle tekrar deşarj olma süresi gittikçe uzadığı için yağışların görülme sıklıklarında ise azalma eğilimi olduğu görülmüştür. İklim değişikliğinin, mevsimlik emarelerine de rastlanmıştır. Öyle ki, sıcak dönemde kuraklaşmanın gittikçe arttığı, yaz mevsiminin süresinin uzamaya başladığı ve mevsim periyotlarında sarkmalar olduğu, gözlemlenen önemli değişikliklerdendir.

Çalışma alanındaki üç ana akarsuyun akım miktarlarının doğrusal regresyon analizi sonucunda; Tunca Nehri'nin 1961-2014 yılları arasında yıllık ortalama akım miktarlarının azalma eğiliminde olduğu, 1985-2014 yılları arasında ise artma eğiliminin bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çömlek Dere'nin 1987-2010 yılları arasında yıllık ortalama akım değerlerinin ve Sinanköy Deresi'nin 1987-2006 yılları arasında yıllık ortalama akım değerlerinin artma eğiliminde oldukları görülmüştür. Yıllık toplam yağışların aynı dönem içerisinde artması ve yağışların sağanak karaktere bürünmesi dolayısıyla yeryüzüne düşen suyun yeraltına infiltrasyon oranının azalması ve büyük çoğunluğunun akışa geçmesi, yıllık ortalama akım değerlerinin özellikle son 30 yılda artma eğiliminde olmasının en önemli sebepleridir. Daha önceki çalışmalarda da, yağışın sıcaklık ve potansiyel evapotranspirasyon değerlerine göre akım değerlerini daha çok etkilediğine değinilmiştir. Öyle ki, zaten Ergene Formasyonu, İslambeyli Formasyonu, Trakya Formasyonu gibi nispeten geçirimsiz birimlere ev sahipliği yapan formasyonlar çalışma alanı boyunca yaygın olarak gözlenmektedir ve yağışa geçen su miktarının artmasında etkili olmuşlardır.

Çalışma sahasındaki yeraltıları ve kaynakların, mevcut yapısal özelliklerden oldukça etkilendiği görülmüştür. Kaynaklar genel olarak geçirimli ve geçirimsiz litolojik birimlerin dokanak noktalarında yüzeye çıkmaktayken, yeraltısuyu genelde akifer niteliğindeki geçirimli birimlerde bulunmaktadır. Kuyular özellikle sahanın en verimli akiferi niteliğinde bulunan Kırklareli Kireçtaşı üzerinde yoğunlaşmıştır. Yeraltısuyunun hareket yönü, monoklinal yapıli sahada tabakaların doğrultusuna uymaktayken, alüvyal karakterli sahada çevreden Tunca Nehri'ne doğru bir karakter

sergilemektedir. Istranca Masifi kısmının neredeyse tümü; yeraltısuyu depolamaya yatkın olmayan, akifüj karakteri taşıyan nispeten geçirimsiz, kristalen, metamorfik ve magmatik birimlerden meydana gelmektedir. Burada dolomitik kireçtaşları ve mermerlerin yayılış gösterdiği Kalkansögüt ve çevresi dışında, yeraltısuyu depolamaya uygun litolojik birim bulunmamaktadır. Yeraltısı seviyesi kuzeydoğudan, monoklinal yapıli bölgeye ve daha güneybatıda alüvyal karakterli bölgeye gitikçe yüzeye daha yaklaşmaktadır. Bunda tabakaların eğim açlarının ve yükselti şartlarının güneybatıya doğru azalma eğiliminde olmasının oldukça önemli olduğu görülmüştür. Ayrıca 59609 numaralı Lalapaşa kuyusunun 2011-2017 yılları arasını kapsayan yeraltısuyu seviyesinin aylık değişim değerlerine göre, yıllık ortalama yeraltısuyu seviyesinin 7 yılda neredeyse 3 metre azaldığı görülmüştür. Bu, çok manidar bir sonuçtur ve yeraltısuyu seviyesinin çalışma alanı boyunca çok hızlı bir şekilde düşme eğiliminde olduğunu göstermektedir. Yeryüzüne düşen yağışın çoğunun akışa geçmesi, infiltrasyon oranlarının azalması, tarım faaliyetleri için sulama ihtiyacının artması gibi sebeplerin, yeraltısı seviyesinin bu kadar hızlı bir şekilde düşmesine neden olan ana etmenler olduğu düşünülmektedir. Yakın gelecekte de bu düşüşün devam edeceği öngörülmektedir. Bu düşüş hızının azaltılması için, kontrol edici ve sürdürülebilir kullanımı destekleyen önlemlerin alınması önerilmektedir.

1990, 2000 ve 2012 yıllarına ait CORINE verileri ve 2018 yılına ait Sentinel uydu görüntüsünden hazırlanmış 2018 yılı arazi örtüsü ve kullanım özelliklerinin analiz sonuçlarına göre; 1990-2018 yılları arasında çalışma sahasındaki arazi kullanım özelliklerinde büyük bir değişimin yaşandığı görülmüştür. Bu süre zarfı içerisinde sulamasız verimli alanların neredeyse tümünün sürekli tarım alanlarına dönüştüğü göze çarpmaktadır. Öyle ki, 1990-2018 arası sürekli sulanan tarım alanları 34.2 km²'den 344.9 km²'ye çıkmış, sulamasız verimli alanları ise 243.2 km²'den 0.8 km²'ye kadar düşmüştür. Bunun yanında özellikle son 10 yılda ormanlık alanların tahribinin arttığı, maden ocaklarının alanlarının genişlediği görülmüştür. Yakın gelecekte de bölgede nüfusun artmaya devam etmesiyle birlikte önlem alınmadığı takdirde doğal vejetasyonun tahribatının devam edeceği, yerleşmelerin genişleyeceği ve sürekli tarım arazilerinin alanlarını daha da arttıracığı öngörülmektedir.

Monoklinal yapılı kısımda yerleşmelerin dağılışı desenleri, yapısal özelliklerin kontrolünde şekillenmiştir. Yerleşmelerin genel olarak konsekant akarsulara yakın mesafelerde dağılışı gösterdikleri; bu akarsuların depresyonlarının yamaçlarında toplandığı görülmüştür. Kuesta sırtları genel olarak yerleşmelerden yoksundur. Kuesta rölyefinin bulunduğu kısımlarda yerleşmeler genel olarak subsekant depresyonlarda ve konsekant depresyonlarda yoğunlaşmışlardır. Bunun yanında, Sinanköy Kuestası'nın sırtının Süloğlu Formasyonu tarafından sınırlanmış güneybatı ucunda, buradaki marn tabakalarının hammadde olarak kullanıldığı ve çimento üretimi yapıldığı görülmüş, bu üretim faaliyeti için kurulan maden ocağı ve endüstri ile ilişkili yerleşmelerin mevcudiyeti dikkat çekmiştir. Bu yerleşmelerin bu lokasyonda kurulmasında litolojik yapının büyük rol oynamış olduğu göze çarpmaktadır. Monoklinal yapılı bölgedeki askeri alanların dağılışı özelliklerinin kuesta rölyefinin sunduğu koşullara göre karakterize olduğu görülmüştür. Öyle ki, askeri alanla ilgili yapılar genel olarak Hasanağa Kuestası'nın sırtında yayılışı gösterirken, bu yapıların gözetleme kulesi gibi stratejik öneme sahip kısımlarının kuesta cephesi üzerinde yayılmış olmaları, kuesta cephelerinin yakın çevreyi hakim olarak görebilme imkanı sağlamasıyla oldukça ilişkilidir. Mevzu bahis sahada ulaşım yollarının kuruldukları lokasyonlar da, dağılışı örüntüleri ve uzanış doğrultuları gibi özellikleri itibarıyla yapısal özelliklerden oldukça etkilenmiştir. Öyle ki, bu yollar genel olarak konsekant, reskekant ve subsekant depresyonlar gibi aşması daha kolay doğal depresyonları izlemektedir. Genel uzanışları, kuzeydoğu-güneybatı doğrultuludur, dolayısıyla doğal depresyonların uzanış doğrultularıyla paralellik göstermektedir. İlgili sahadaki tarım faaliyetlerinin özellikleri yine aynı şekilde monoklinal yapının karakteristiklerinden son derece etkilenmiştir. Kuzeydoğudan güneybatıya örtü malzemenin kalınlığının artması ve dolayısıyla toprak kalınlıklarının da artması, tabakaların eğim açılarının düşmesi, akarsuların güneybatıya doğru taşıdıkları su miktarının artması gibi etmenler bu durumun ana nedenlerini meydana getirmektedir. Tarımsal arazilerin bu alan dahilinde yoğunlaştığı noktaların genel olarak su kaynaklarının bolluğu ve eğim değerlerinin nispeten düşük olduğu konsekant ve subsekant depresyonların tabanları ve yamaçları olduğu görülmüştür.

Çalışma sahasındaki yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının dağılışı, mevcudiyet, ulaşılabilme, hareket yönü, bulunma miktarı gibi özelliklerinin mevcut yapısal faktörlerden oldukça etkilendiği görülmüştür. Sahanın tektonik ve litolojik olarak farklılaşan kısımlarında, su kaynaklarının yukarıdaki özellikleri de farklılaşmaktadır. Monoklinal yapılı alandaki mevcut su kaynaklarının dağılışı özelliklerinin ve bu kaynaklara ulaşım imkanlarının, yapısal özelliklerle son derece ilişkili olduğu açık olarak görülmüştür. Mevcut alanda yüzeysel su kaynaklarının; genel olarak konsekant depresyonlarda, subsekant depresyonlarda ve İslambeyli Formasyonu, Ergene Formasyonu, Trakya Formasyonu ve Sinanlı Formasyonu birimlerinin tabaka sırtı niteliği taşıdığı kısımlarda yoğunlaştığı görülmektedir. Bunun yanında kuesta sırtları, Kırklareli Kireçtaşı ve Çakıl Formasyonu birimlerinin tabaka sırtı karakteri taşıdığı diğer kısımlar, yüzeysel su kaynakları bakımından oldukça fakirdir. Yeraltısuyu kaynakları ise genel olarak akifer niteliğindeki Kırklareli Kireçtaşı ve Kuaterner Alüvyonları'nın yakın çevrelerinde verimli özellikler göstermektedir. Bu akiferler üzerinde 50'yi aşkın kuyu bulunmaktadır. Kaynaklar yine özellikle geçirimli ve geçirimsiz tabaka ardalanmasının yoğun olarak görüldüğü Kırklareli Kireçtaşı formasyonunda yüzeye çıkmaktadır. Buna ek olarak, iklim elemanlarının özelliklerinde ve karakterlerinde meydana gelen ve gelmekte olan değişikliklerin, genel hatlarıyla su potansiyeli açıklanmaya çalışılan bu alandaki mevcut yerüstü ve yeraltısuyu özelliklerine etkilerinin gidecek artacağı öngörülmektedir. Bu kapsamda monoklinal yapılı sahadaki mevcut su kaynaklarının ve gelecekteki değişimlerinin doğru yönetilmesi bölge için çok büyük bir önem taşımaktadır. Yıllık ortalama sıcaklıklar ve yıllık toplam potansiyel evapotranspirasyon değerlerindeki yükselme eğilimleri, bölgedeki yeraltısuyu ve yüzey sularının buharlaşma yoluyla kaybını arttırmaktadır, arttıracaktır. Öyle ki sahaya düşen yıllık toplam yağış miktarında artış olduğu görülse de, bu yağışın büyük bir kısmı özellikle yaz mevsiminde sağanak karakterinde olacağı için suyun yeraltına sızabilme oranı da düşecektir. Bölgenin monoklinal yapısı düşünülünce, yüzeye düşen ve minimum infiltrasyona uğrayan yağış sularının hızı ve dolayısıyla erozif etkileri artacak, kısa zamanda kısa mesafelerde çok büyük su kütleleri toplanacak ve alan sel, taşkın, erozyon gibi afetlerden çok daha şiddetli bir şekilde zarar görecektir. Yağışların sağanak karakter kazanmasının bir sonucu da yeraltısuyu seviyesinde görülecek olası alçalmalardır.

Öyle ki, Kırklareli Kireçtaşı üzerinde açılmış olan Lalapaşa kuyusunun aylık yeraltı suyu seviye değerlerine göre 2011 yılından 2017 yılına kadar yaklaşık 3 metre seviye alçalması söz konusudur. Bunda iklim elemanlarının karakterlerindeki değişikliğin yanında bölgede özellikle tarım faaliyetleri için açılmış bulunan ve muhtemelen Kırklareli Kireçtaşı birimlerinin taşıma kapasitesini aşan kullanım yoğunluğunun da etkisinin olduğu düşünülmektedir. Sürekli tarım arazilerinin son 30 yılda alanlarının oldukça artmış olduğu da düşünüldüğünde, kuyulardan tarım ve sanayi için çekilmesi gereken yeraltı suyu ihtiyacının da son 30 yılda bununla paralel olarak iyice artmış olduğu muhtemeldir. Bununla ilişkili olarak yeraltı suyu seviyesinin yakın gelecekte daha da düşeceği öngörülmektedir. Bu kapsamda monoklinal yapıda mevcut yeraltı suyu kullanımının yetkililer tarafından kontrol altına alınması, akiferlerin taşıma kapasitelerinin göz önünde bulundurulması, yeraltı suyu bilançosunun iklim değişikliğinin bugünkü ve yakın gelecekteki olası etkileri düşünülerek gözlenmesi, kaynakların ve kuyuların sürdürülebilir gelişim fikri temel alınarak aşırı kullanımlarının önüne geçilmesi önerilmektedir. Istranca Masifi kısmında yeraltı suyu kaynakları oldukça sınırlıyken, genel ihtiyaç sahanın tamamına yayılmış konsektant akarsulardan karşılanmaktadır. Bunda sahanın neredeyse tümünün geçirimsiz karakterdeki litolojik birimlerden müteşekkil olmasının rolü büyüktür. İlgili sahada yeraltı sularının daha verimli kullanılabilmesi için yapısal özelliklerin gözden geçirilmesinin gerektiği düşünülmektedir. Akifer niteliğindeki dolomitik kireçtaşı ve mermer birimleri üzerinde bu birimlerin taşıma kapasitesini aşmadan, kuyu açılarak yeraltı suyu aranması önerilmektedir. Bunun yanında, 2012'den 2018'e bölgedeki sürekli tarım alanlarının oldukça genişlemiş bulunması, tarımsal faaliyetler için gerekli su ihtiyacını oldukça arttırmıştır. Tarımsal faaliyetler için gerekli suyun büyük miktarda yüzeysel su kaynaklarından karşılandığı düşünülürse, bölgedeki akarsuların önemi daha da artmaktadır. Özellikle yıllık toplam yağışların artması ve sağanak karaktere doğru gidiş de ele alınırsa, büyük kısmı geçirimsiz kayalardan müteşekkil bölgede yüzeysel su kaynaklarının miktarının ve hacminin artacağı öngörülmektedir. Özellikle sağanak yağışlar sırasında, sel afetinden etkilenme olasılığı büyük olan bölgede çok kısa sürelerde ve kısa mesafelerde toplanacak büyük su kütlelerinin önüne geçilmesi için stratejiler geliştirilip, bu suların daha sonra kullanılacak şekilde

depo edilebilme yolları aranması önerilmektedir. Zaten oldukça kısıtlı olan yeraltı su kaynaklarının seviyelerinin yakın gelecekte düşme eğilimini sürdüreceği öngörüsü de düşünüldüğünde, bu kısımdaki su yönetimi politikalarının daha çok yüzeysel drenaja odaklanması gerektiği düşünülmektedir. Aynı zamanda yukarıda sürekli akarsulara nispeten uzakta bulunduğu değerlendirilen yerleşmelerin olası su yetersizliğinin, yakın gelecekte daha da artmaması için çalışmalar yapılması gerektiği düşünülmektedir. Çalışma sahasının alüvyal karakterli kısmında, su kaynaklarının nispeten daha bol olduğu gözlenmiştir. Burada tarım alanları için gerekli olan su miktarının büyük çoğunluğu Tunca Nehri'nden karşılanmaktadır. Bununla ilişkili olarak nehrin alüvyal tabanında açılmış kuyu bulunmamaktadır. Kuyular genel olarak taşkın ovasından kabaca 30 metre yükseklikte bulunan alüvyal taraça yüzeylerinde yoğunlaşmıştır. İlgili sahanın su kaynaklarının ve dağılışı özelliklerinin durumunun, yakın gelecekte değişeceği öngörülmektedir. Öyle ki, daha önce de değinildiği gibi yıllık toplam yağışların artması ve yağışların sağanak karaktere bürünme eğilimi, yakın gelecekte bölge akarsularının akım miktarlarını arttıracakken, yeraltı su seviyesinin düşmesine neden olacaktır. Yakın gelecekte Tunca Nehri'nin akım değerlerinin giderek artacağı, kuaterner birimlerinden müteşekkil akiferler dahilindeki yeraltı su seviyesinin azalacağı ve buna bağlı özellikle yüzeysel su kaynaklarına nispeten uzak olan taraça yüzeylerindeki tarım alanlarının su ihtiyacının karşılanmasında problemler meydana geleceği öngörülmektedir. Bunun dışında, yağışların sağanak karaktere bürünmesi ile birlikte sahada büyük miktarda su kütlelerinin çok kısa zamanda toplanma olasılığının artacağı, zaten çok yüksek taşkın riskine sahip sahadaki yerleşmelerin ve tarım alanlarının taşkın afetinden çok daha şiddetli bir şekilde etkileneceği muhtemel gözükmektedir. Yeraltı su seviyesinin giderek azalacağı gerçeği, mevcut alandaki flora ve fauna özelliklerine de negatif etkide bulunacaktır.

Çalışma alanında yapılan hidrografik kökenli doğal afet risk değerlendirmesi sonuçlarına göre; çok yüksek ve yüksek seyelan riskine sahip alanlar monoklinal yapılı bölgenin % 61.32'sine, çok yüksek ve yüksek sel riskine sahip alanlar monoklinal yapılı bölgenin % 25.45'ine, çok yüksek ve yüksek taşkın riskine sahip alanlar monoklinal yapılı bölgenin % 73.52'sine, çok yüksek ve yüksek erozyon

riskine sahip alanlar monoklinal yapılı bölgenin % 60.87'sine ve çok yüksek ve yüksek kütle hareketleri riskine sahip alanlar monoklinal yapılı bölgenin % 11.89'una denk gelmektedir. Çalışma sahasının Istranca Masifi kısmının hidrografik kökenli doğal afetler risk değerlendirmesi sonuçlarına göre ise; çok yüksek ve yüksek seyelan riskine sahip alanlar Istranca Masifi kısmının % 66.28'ine, çok yüksek ve yüksek sel riskine sahip alanlar Istranca Masifi kısmının % 35.46'sına, çok yüksek ve yüksek taşkın riskine sahip alanlar Istranca Masifi kısmının % 32.94'üne, çok yüksek ve yüksek erozyon riskine sahip alanlar Istranca Masifi kısmının % 53.10'una, çok yüksek ve yüksek kütle hareketi riskine sahip alanlar ise Istranca Masifi kısmının % 28.94'üne karşılık gelmektedir. Çalışma alanının alüvyal karakterli kısmında yapılan hidrografik kökenli doğal afet risk değerlendirmesine göre; çok yüksek ve yüksek seyelan riskine sahip alanlar alüvyal sahanın % 12.29'unu, çok yüksek ve yüksek sel riskine sahip alanlar alüvyal sahanın % 5.81'ini, çok yüksek ve yüksek taşkın riskine sahip alanlar alüvyal sahanın % 93.98'ini, çok yüksek ve yüksek erozyon riskine sahip alanlar alüvyal sahanın % 15.58'ini, çok yüksek ve yüksek kütle hareketleri riskine sahip alanlar ise alüvyal sahanın % 2.26'sını meydana getirmektedir. Risk değerlendirmesi sonucu ulaşılan tüm bu oranlar, çalışma sahasının farklı yapısal özelliklerinden son derece etkilenmiştir.

Alüvyal karakterli sahada yapılacak olası planlamalarda, menderesler çizerek akan Tunca Nehri'nin kayma ve çarpma yamaçlarının etkisi altında oldukları morfolodinamik süreçlerin göz önüne alınması önerilmektedir. Aynı zamanda yapılacak mühendislik faaliyetlerinde alüvyal zeminlerin taşıma kapasitelerinin düşük olması gibi geoteknik özelliklerinin detaylı bir şekilde göz önünde bulundurulmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Bu sahada yeraltı seviyesinin yüzeye oldukça yakın olması dolayısıyla yaşanacak rutubet sıkıntısının yapılara olumsuz etkilerinin göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Öyle ki, söz konusu rutubet yapıların beton gibi ana yapı taşlarında fiziksel ve kimyasal bozulmalara sebep olacaktır. Bunun yanında yakın gelecekte yeraltı suyu seviyesinin düşmesinde bağlı alüvyal zeminde meydana gelecek büzülme, çatlama gibi deformasyonların önüne geçebilmek amacıyla uygun mühendislik tekniklerinin uygulanması önerilmektedir.

Alüvyal sahanın büyük bir bölümünün birinci ve ikinci sınıf toprak işlemeli tarıma elverişli arazilerden meydana geldiği göz önüne alınırsa, yakın çevredeki şehirselleşmeye de düşünüldüğünde bu verimli arazilerin işgal edilme olasılığının ve dolayısıyla olası yanlış arazi kullanımının önüne geçecek önlemler alınması gerekmektedir.

Ulaşılan tüm bu sonuçlar, çalışma alanında çok çeşitli bir karakter arz eden yapısal özelliklerin; su yönetimi, fiziksel planlama, doğal afet risk değerlendirmesi gibi uygulamalı jeomorfolojinin kapsamına giren konular üzerinde belirleyici ve kontrol edici bir rol oynamış olduğu sonucuna ulaşılmasını sağlamıştır. Yapısal Jeomorfoloji-Uygulamalı Jeomorfoloji ilişkisinin sağlam temellere oturtulabilmesi için bu tarz çalışmaların yaygınlaşması gerekmektedir. Bunun yanında, toplumsal ihtiyaçların karşılanması ve insan hayatının kalitesinin artırılması amacıyla yapılacak proje ve planlamalarda; kısacası insan-doğa temasının mevcut olduğu her konuda hedeflenen sonuçlara daha yüksek başarı oranıyla ulaşılabilmesi için bu ilişkinin göz önünde bulundurulması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- ALIPOOR,R.,POORKERMANI, M., ZARE, M., EI HAMDOUNI, R.: 2011 Active tectonic assessment around Rudbar Lorestan dams site, High Zagros Belt (SW of Iran), **Geomorphology** **128** (1–2), s. 1–14.
- ANDREANI, L., STANEK, P., K., GLOAGUEN, R., KRENTZ, O., DOMINGUEZ-GONZALEZ, L.: 2014 DEM-based analysis of interactions between tectonics and landscapes in the Ore Mountains and Eger Rift, **Remote Sensing**, **6**(9), s.7971-8001.
- ARDOS, M.: 1995 **Türkiye Ovalarının Jeomorfolojisi Cilt 1**, Çantay Kitabevi, 2. Baskı, İstanbul.
- ATALAY, İ.: 1989 **Toprak Coğrafyası**, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 8, Genişletilmiş 2. Baskı.
- BARLOW, J.: 2002 Rock Creep and the Development of the Niagara Cuesta, **Earth Surface Process and Landforms** **27**, s. 1125–1135.
- BISWAS, S., SUDHAKAR, S., DESAI, V.R.: 1999 Prioritisation of Subwatersheds Based on Morphometric Analysis of Drainage Basin: A Remote Sensing and GIS Approach, **Journal of the Indian Society of Remote Sensing**, vol. 27, No.3, s.155-166.
- BISWAS, R. N., MIA, M. J., ISLAM, M. N.: 2018 Hydro-Morphometric Modeling for Flood Hazard Vulnerability Assessment of Old Brahmaputra River Basin in Bangladesh, **Engineering Technology Open Access Journal**, 1(4), s.01-05.
- BULL, W. B.: 1977 Tectonic geomorphology of the Mojave Desert. **U.S. Geological Survey Contact Report 14-08-001-G-394**. Menlo Park, CA: Office of

Earthquakes, Volcanoes, Engineering.

BULL, W. B.: 1978

Geomorphic tectonic classes of the south front of the San Gabriel Mountains, California. **U.S. Geological Survey Contact Report 14- 08-001-G-394**. Menlo Park, CA: Office of Earthquakes, Volcanoes, Engineering.

BULL, W.B.: 2007

Tectonic Geomorphology of Mountains: A New Approach to Paleoseismology, Blackwell Publishing Ltd., Oxford.

BULLARD, J. E.: 2011

Aeolian Environments, GREGORY, J. K. and GOUDIE, S. A. (Ed.) **The SAGE Handbook of Geomorphology**, SAGE Publications Ltd.

BURCHFIEL, B.C., NAKOV, R., DUMURDZANOV, N., PAPANIKOLAOU, D., TZANKOV, T., SERAFIMOVSKI, T., KING, R.W., KOTZEV, V., TODOSOV, A., NURCE, B.: 2008

Evolution and dynamics of the Cenozoic tectonics of the South Balkan extensional system, *Geosphere* ,4(6), s.919–938.

CHATALOV, G.: 1990

Geology of the Strandja zone in Bulgaria, **Sofia Publishing House Bulgarian Academy of Sciences**, s. 1–263.

COJAN, I., BRULHET, J., CORBONNOIS, J., DEVOS, A., GARGANI, J., HARMAND, D., JAILLET, S., JOUVE, A., LAURAIN, M., LEJEUNE, O., LOSSON, B., MARRE, A., MOREAU, M., RICORDEL, C., SIMON-COYNCON, R., STAB,

Morphologic evolution of eastern Paris Basin : “ ancient surfaces” and Quaternary incisions, **Memories de la Societe Geologique de France** **178**, s.135-155.

O., THIRRY, M., VOINCHET,
P.: 2007

COLE, L.K., and MAYER L.:
1982

Use of packrat middens to determine rates off cliff retreat in the eastern Grand Canyon, Arizona, *Geology* vol. 10, s.597-599.

ÇAĞLAYAN, A.M., VE
YURTSEVER, A.: 1998

1/100.000'lik Jeoloji Haritaları Raporu. Burgaz-A3, Edirne-B2 ve B3; Burgaz A-4 Paftaları. MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.

ÇILGIN, O. İ.: 2010

Istranca Masifi Temel Kayaçlarının Petrolojisi ve Deformasyonu, Büyüköğünlü-Vaysal (Lalapaşa)-Edirne, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

ÇEVRE ve ŞEHİRCİLİK İL
MÜDÜRLÜĞÜ (EDİRNE):
2018

Edirne ili 2017 Yılı Çevre Durum Raporu, Edirne Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Edirne.

DARIE, P., IONITA, I.: 2013

Land degradation in the lower catchment of the Crasna river na river (Central Moldavian Plateau), **Revista de geomorfologie vol. 15,** s.39-48.

DAVIS, W.M.: 1899

The drainage of cuestas. **Proceedings of the Geologists' Association 16,** s.87-93.

DENİZ, I. and ÖZENER, H.:
2010

Estimation of strain accumulation of densification network in Northern Marmara Region, Turkey. **Natural Hazards and Earth System Sciences,**

- 10, s.2135-2143.
- DEVOS, A., SOSSON, C.,
LEJEUNE, O., CHALUMEAU,
L., CHOPIN, E.: 2013
- The role of geomorphological control of aquifer on exchanges between water table and river flow in limestone plateau from eastern Paris basin, **European Continental Hydrosystems**, s.313-312.
- DICKEN S. N.: 1935
- A Kentucky Solution Cuesta, **The Journal of Geology**, Vol. 43, No: 5, s.539-544.
- DIMITRIADIS, S.,
KONDOPOULOU, D.,
ATZEMOGLU, A.: 1998
- Dextral rotations and tectonomagmatic evolution of the southern Rhodope and adjacent regions (Greece), **Tectonophysics**, 299: s.159-173.
- DÖNMEZ, Y.: 1968,
- Trakya'nın Bitki Coğrafyası**, İstanbul Üniversitesi Yayınları No.1321, İstanbul.
- DÖNMEZ, Y.: 1969
- Geographical distribution of the vegetation in Thrace, **Coğrafya Enstitüsü Yayınları No.57**, 1. Baskı, İstanbul.
- DEVLET SU İŞLERİ: 2016
- Meriç Ergene ve Kuzey Marmara (Trakya Kesmi) Havzaları Master Planı Hidrojeoloji Raporu (Meriç Alt Havzası)**, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

- EI HAMDOUNI, R.,
IRIGARAY, C., FERNANDEZ,
T., CHACON, J., KELLER,
E.A.: 2008 Assessment of relative active tectonics, southwest
border of the Sierra Nevada (southern Spain),
Geomorphology 96, s.150–173.
- EPA: 2014 **Climate Change Adaptation Plan**, U.S.
Environmental Protection Agency.
- EROL, O.: 1993 **Ayrıntılı Jeomorfoloji Haritaları Çizim
Yöntemi**, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve
Coğrafya Enstitüsü Bülteni, 10, s.19-37.
- FANG, X., THOMPSON, D.B.,
CLEVELAND, T.G.,
PRADHAN, P.: 2007 Variations of Time of Concentration Estimates
Using NRCS Velocity Method, **Journal of
Irrigation and Drainage Engineering**, 133(4),
s.314-322.
- GÖRÜR, N. and OKAY, A.I.:
1996 Fore-arc origin of the Thrace basin, northwest
Turkey, **Geologische Rundschau**, 85, s.662-668.
- GÜÇLÜ, Y.: 2013 Sea surface temperature anomalies along the Black
Sea Region coast of Turkey (1971-2010 period),
International Journal of Human Sciences, vol.
10-1, 863-896.
- HACK, J. T.: 1957 Studies of longitudinal profiles in Virginia and
Maryland, **U. S. Geological 529 Survey
Professional Paper**, N. 294-B: s.45-97
- HORTON, R.E: 1932 Drainage basin characteristics, **Eos Transactions
American Geophysical Union**, 13, s. 350-361.
- HORTON, R. E.: 1945 Erosional development of streams and their

- drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology, **Bulletin of the Geological Society of America**, 56, s.275–370.
- HOŞGÖREN, M. Y.: 2011 **Jeomorfoloji'nin Ana Çizgileri I**, 8. Baskı, Çantay Kitabevi, İstanbul
- HOWARD, A. D., and KOCHER, R. C.: 1988 Introduction to cuesta landforms and sapping processes on the Colorado Plateau, In Howard, A. D.; Kochel, R. C.; and Holt, H. E., (Ed.) **Sapping features of the Colorado Plateau: A Comparative Planetary Geology Field Guide**, Washington, D.C., NASA, s. 6–56.
- HUGGETT, R. J.: 2007 **Fundamentals of Geomorphology**, Routledge, New York.
- IONITA, I., CHELARU, P., NIACŞU, L., BUTELCA, D., ANDREI, A.: 2014 Landslide Distribution and their recent development within central Moldavian plateau of Romania, **Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences Vol. 9**, No. 3, s. 241 - 252.
- KADIOĞLU, M.: 2012 **Türkiye'de İklim Değişikliği Risk Yönetimi Türkiye'nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildirimi**, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara
- KASAR, S. ve EREN A. A.: 1986 Kırklareli-Saray-Kıyıköy Bölgesinin Jeolojisi: **T.P.A.O.**, Arşiv No: (yayınlanmamış).
- KAYMAKÇI, N., ALDANMAZ, E., LANGEREIS, C., SPELL, T.L., GÜRER, Ö.F., ZANETTI, K.A.: 2007 Late Miocene transcurrent tectonics in NW Turkey: evidence from palaeomagnetism and ⁴⁰Ar-³⁹ dating of alkaline volcanic rocks, **Geological Magazine 144 (2)**, s. 379-392

- KELLER, E.A., PINTER, N.: 2002 **Active Tectonics Earthquakes, Uplift, and Landscape**, Second Edition, Prentice Hall, New Jersey.
- KEMPER, E.: 1961 The Kırklareli Limestone (Upper Eocene) of the northern basin rim, **G. Deilman Bergbau GMBH Jeolojik Raporu**.
- KESKİN, C.: 1966 Pınarhisar resif karmaşığı mikrofasiyes incelemesi, **Revista Faculty Science University İstanbul.**, Seri B, 31 / 3-4; s. 109-146
- KESKİN, C.: 1971 Pınarhisar alanının jeolojisi, **Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni**, 14 / 1, s.31-84.
- KESKİN, C.: 1974 Kuzey Ergene Havzası'nın Stratigrafisi, **Türkiye 2. Petrol Kongresi Tebliğleri**, Okay, H., ve Dileköz. E., (Ed.), Ankara, s.137-163.
- KILIAS, A., FALALAKİS, G., SFEİKOS, A., PAPADIMITRIOU, E., VAMVAKA A., GKARLAOUNİ, C.: 2013 The Thrace basin in the Rhodope province of NE Greece - A tertiary supradetachment basin and its geodynamic implications, **Tectonophysics**, 595–596, s. 90-105.
- KIRPICH, Z. P.: 1940 Time of concentration of small agricultural watersheds, **Civil Engineering** 10, (6), 362.
- KURTER A.: 1967 Çayırdere Kuestası, **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi**, Sayı: 16, s, 144-149.
- KURTER A.: 1978 Istranca (Yıldız) Dağları'nın Temel Yapısal ve Jeomorfolojik Özellikleri (Yeni Görüşlerin Işığında) I, **Güneydoğu Avrupa Araştırmaları**

- Dergisi**, No: 6-7, s. 1-26, İstanbul.
- KURTER A.: 1982 Istranca (Yıldız) Dağları'nın Temel Yapısal ve Jeomorfolojik Özellikleri (Yeni Görüşlerin Işığında) II, **Güneydoğu Avrupa Araştırmaları Dergisi**, No: 10-11, s. 1-19, İstanbul.
- LANGBEIN, W.B. & SCHUMM, S.A.: 1958 Yield of sediment in relation to mean annual precipitation, **Transactions of the American Geophysical Union**, 39, s.1076-1084.
- LOUIS, H., and FISCHER, K.: 1979 Allgemeine geomorphologie. **De Gruyter**, Berlin.
- MATER, B.: 1998 **Toprak Coğrafyası**, Çantay Kitabevi 3. Baskı, İstanbul.
- METEOROLOJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ: 2016, **Türkiye Çevresindeki Denizlerin Su Sıcaklıkları Parametresinin İstatistiksel Analizi Raporu (1970-2016)**, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara
- MORISAWA, M.E.: 1962 Quantitative geomorphology of some watersheds in the Appalachian Plateau, **Geological Society of America Bulletin**, 77, s.1025-1046.
- MUTZENBERG, S. D., CORREA, A. C. B., TAVARES, B. A. C., CISNERIOS, D.: 2015 Serra Da Capivara National Park: Ruinform Landscapes on The Parnaiba Cuesta, In Vieira, Bianca Carvalho, Salgado, André Augusto Rodrigues, Santos, Cordeiro, L.J (Ed.), **Landscapes and Landforms of Brazil; World Geomorphological Landscapes**, s. 253-263.
- NATAL'IN, B.A., SUNAL, G., GÜN, E., WANG, B., ZHIQING, Y.: 2016 Precambrian to Early Cretaceous rocks of the Strandja Massif (northwestern Turkey): Evolution of a long lasting magmatic arc, **Canadian Journal**

of Earth Sciences, v. 53(11), s. 1312–1335.

NOAA: 2018

State of the Climate: Global Climate Report for Annual 2017

OGBUKAGU, I.N.: 1983

Hydrology and chemistry of surface and groundwater resources of the Aguata area, SE Nigeria, **Journal of African Earth Sciences (1983) vol. 2, s.109-117.**

OKAY, A.I., ŞENGÖR, A.C., Görür, N.: 1994

Kinematic history of the opening of the Black Sea and its effect on the surrounding regions, **Geology**, v. 22(3), s. 267–270.

OKAY, A.I., and TÜYSÜZ, O.: 1999

Tethyan sutures of the northern Turkey, in Durand, B., Jolivet, L., Horvát, F., and Sérrane, M., (Ed.), **The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen**, London, Geological Society of London Special Publication no. 156, s. 475–515

OKAY, A.I., SATIR, M., TÜYSÜZ, O., AKYÜZ, S., CHEN, F.: 2001

The tectonics of the Strandja Massif: Late-Variscan and mid-Mesozoic deformation and metamorphism in the northern Aegean, **International Journal of Earth Sciences**, v. 90(2), s. 217–233.

ÖZDEMİR, H.: 2011

Havza morfometrisi ve taşkınlar, D. Ekinçi (Ed.) **Fiziki Coğrafya Araştırmaları: Sistemik ve Bölgesel**, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları,

- s.507– 526, İstanbul.
- PAPARRIZOS, S., MARIS, F., WEILER, M., Matzarakis, A.: 2016
Analysis and mapping of present and future drought conditions over Greek areas with different climate conditions, **Theoretical and Applied Climatology**, v. 1-2, s.259-270.
- PARSONS, A. J. and ABRAHAMS A.D. (Ed.): 2009
Geomorphology of Desert Environments, Springer Netherlands.
- PATTON, P. C.: 1988
Drainage basin morphometry and floods, Baker VR, Kochel RC, Patton PC (Ed.) **Flood Geomorphology**, Wiley, s.51–65.
- PAUL, D. J., WATSON, N., TUCKWELL, E.: 2018
Comparison between scarp and dip-slope rivers of the Cotswold Hills, UK, Proceedings of the Geologists Association, vol: 129, 1, s.57-69.
- PERİNÇEK, D.: 1991
Possible strand of the North Anatolian Fault in the Thrace Basin, Turkey – An Interpretation, **AAPG Bulletin 75**, s.241 – 257.
- PETEREK, A. And SCHRODER, B.: 2010
Geomorphologic evolution of the cuesta landscapes around the Northern Franconian Alb – review and synthesis, **Zeitschrift für Geomorphologie vol. 54**, s.305–345.
- PETIT F., MAQUIL R., KAUSCH B., HALLOT E.: 2018
Cuestas in Gutland (S Luxembourg) and Belgian Lorraine: Evolution of a Structurally Controlled Landscape, In A. Demoulin (Ed.), **Landscapes and Landforms of Belgium and Luxembourg; World Geomorphological Landscapes**, Springer International Publishing, s. 395-410.
- RANA, N., SINGH, S., SUNDRIYAL, P.Y., RAWAT,

- S.G. & JUYAL, N.: 2016 neotectonic implications: An example of Alaknanda valley, **Journal of Earth System Science**, 125(4), s. 841–854.
- RAUSCH, R., SIMON, T., AL-AJMI, H. F., DIRKS, H.: 2013 The scarp lands of Saudi Arabia, **Arabian Journal of Geosciences** 7(6), v.7, s.2437-2450.
- REDDY, G.P.O., MAJI, A.K., 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**, 6, s. 1–16.
- RITTER, D.F., KOCHER, R.C., MILLER, J.R.: 1995 **In Process Geomorphology**, William C. Brown, Dubuque
- RITTER, D.F., KOCHER, R.C., MILLER, J.R.: 2002 **Process Geomorphology**. Fourth Edition, McGraw-Hill.
- SCHMITTHENNER, H.: 1956 Probleme der Schichtstufenlandschaft. **Marb. Geogr. Schr. 3**: s. 1–88.
- SCHMIDT, K. H.: 1989 The Significance of Scarp Retreat for Cenozoic Landform Evolution on the Colorado Plateau, U.S.A, **Earth Surface Processes and Landforms** vol. 14, s. 93-105.
- SCHMIDT, K. H. And MEITZ, P.: 2000 Effects of increasing humidity on slope geomorphology: cuesta scarps on the Colorado Plateau, USA, **The Hydrology-Geomorphology Interface: Rainfall, Floods, Sedimentation, Land Use (Proceedings of the Jerusalem Conference)**. IAHS Publ. No.: 261.

- SCHUMM, S.A.: 1956 Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey, **Geological Society of America Bulletin**, 67, s. 597-646.
- SCHUMM, S. A., and CHORLEY, R.: 1966 Talus weathering and scarp recession in the Colorado Plateau. **Z. Geomorphol.** 10, s. 11–36.
- SEIDL, M. A., DIETRICH, W. E., KIRCHNER, J. W.: 1994 Longitudinal profile development into bedrock: An analysis of Hawaiian channels, **The Journal of Geology** 102, s. 457–474.
- SELİM, H. H.: 2013 Tectonics of the buried Kirklareli Fault, Thrace Region NW Turkey, **Quaternary International**, 312: s.120-131.
- SÍLVIA, CATTO., WILLIAM, CAVAZZA., MASSIMILIANO, ZATTIN., ARAL, I. O.: 2017 No significant Alpine tectonic overprint on the Cimmerian Strandja Massif (SE Bulgaria and NW Turkey), **International Geology Review**, s. 513-529.
- STAMPFLÍ, G.M., and BOREL, G.D.: 2002 A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrons: **Earth and Planetary Science Letters**, v. 196(1), s. 17–33.
- STAMPFLÍ, G.M., and HOCHARD, C.: 2009 Plate tectonics of the Alpine realm: London, **Geological Society London Special Publication**, 327, s. 89–111.
- STRAHLER, A.N.: 1952 “Hypsometric (area-altitude curve) Analysis of Erosional Topography”, **Geological Society of America Bulletin**, 63: s. 1117-1141

- STRAHLER, A.N.: 1964 Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks, Chow VT (Ed.) **Handbook of Applied Hydrology**. New York, 4-40, s. 4-74.
- SUNAL, G., NATAL'IN, B.A., SUNAL, G., TORAMAN, E.: 2006 Paleozoic magmatic events in the Strandja Massif, NW Turkey, **Geodinamica Acta**, v. 19(5), s. 283–300.
- SUNAL, G., SATİR, M., NATAL'IN, B.A., TORAMAN, E.: 2008 Paleotectonic position of the Strandja Massif and surrounding continental blocks based on zircon Pb-Pb age studies, **International Geology Review**, v. 50(6), s. 519–545.
- ŞAHİN, S.Y., AYSAL, N., GÜNGÖR, Y., PEYTCHEVA, I., NEUBAUER, F.: 2014 Geochemistry and U–Pb zircon geochronology of metagranites in Istranca (Strandja) Zone, NW Pontides, Turkey: Implications for the geodynamic evolution of Cadomian orogeny, **Gondwana Research**, v. 26(2), s. 755–771.
- ŞANS, B. E.: 2018 **Kuzeybatı Trakya'da (Lalapaşa-Pınarhisar) İslambeyli Formasyonu'nun ve Bentonit Oluşumlarının Jeolojisi, Mineralojisi, Jeokimyası ve Teknolojik Özellikleri**, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- THORNTHWAITE, C. W.: 1948 An Approach toward a Rational Classification of Climate, **Geographical Review**, 38(1), s. 55-94.
- TIRLA, L., MIREA, I., and VIJULIE, I.: 2016 Geomorphological and structural patterns of the scarp-related steep dry valleys in limestone ridges: A case study from South Carpathians, Romania, **Géomorphologie : relief, processus, environnement vol. 22**, s. 399-408.

- TUŁACZYK, S.: 1992 Cuesta Landscape in the Middle Part of the Sudetes Mts., **Geographia Polonica 60**.
- TURGUT, S. & ATALIK, E.: 1988 Thrace Basin: an extensional Tertiary sedimentary basin in an area of major plate convergences, northwest Turkey, **AAPG Bull 72**: 1028.
- TURGUT, S., TÜRKAŞLAN, M., PERİNÇEK, D.: 1991 Evolution of the Thrace sedimentary basin and its hydrocarbon prospectivity, Spencer A. M. (Ed.), Generation, accumulation, and production of Europe's hydrocarbons. **Special Publication of European Association of Petroleum Geoscientists**, 1, s. 415- 437.
- TUROĞLU, H.: 1996 Mühendislik Jeomorfolojisi, **Marmara Coğrafya Dergisi**, Cilt: 1 Sayı: 1, s.257-266.
- TUROĞLU, H.: 1997 İyidere Havzasının Hidrografik Özelliklerine Sayısal Yaklaşım, **Türk Coğrafya Dergisi**, 32, s. 355-364.
- TUROĞLU, H.: 2000 Doğal Ortam Analizi ve Düzenleme-Planlama Çalışmaları, **Coğrafya Dergisi**, Sayı: 8, s. 201-212, İstanbul.
- TUROĞLU, H.: ve ÖZDEMİR, H.: 2005 **Bartın'da sel ve taşkınlar: Sebepler, Etkiler, Önleme ve Zarar Azaltma Önerileri**, Çantay Kitapevi, İstanbul.
- TUROĞLU, H.: 2014a "İklim Değişikliği ve Bartın Çayı Havza Yönetimi Muhtemel Sorunları (Climate change and potential problems related to river basin management of the Bartın River)", **Coğrafi Bilimler Dergisi**, 12(1):

- s. 1-22, Ankara.
- TUROĞLU, H.: 2014b “Detection of Changes on Temperature and Precipitation Features in Istanbul (Turkey)”. **Atmospheric and Climate Sciences**, 4: s. 549-562.
- TUROĞLU, H.: 2016a “Sensitivity of streamflow to climate change in Melen River basin (NW TURKEY)”, **16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM**, Albania, Varna, Bulgaristan, vol.3, no.1, s. 645-651.
- TUROĞLU, H.: 2016b **Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Esasları** (Genişletilmiş 4. Baskı), Çantay Kitapevi, İstanbul.
- TUROĞLU, H. & AYKUT, T.: 2019 Ergene Nehri Havzası için Hidromorfometrik Analizlerle Taşkın Duyarlılık Değerlendirmesi, **Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi**, (2), s. 1-15.
- TÜRKEŞ, M.: 2013 Global Climate Change and Its Impacts on Turkey: Model Projections and Recommendations for the Near Future, Proceedings of the Conference on Global Climate Change, İstanbul
- TWIDALE, C.R.: 2004 River patterns and their meaning, **EarthScience Reviews** **67(3-4)**, s.159-218.
- UMUT, M., KURT, Z., İMİK, M., ÖZCAN, İ., SARIKAYA, H., SARAÇ, G.: 1983 Tekirdağ, Silivri (İstanbul), Pınarhisar alanının jeolojisi, **MTA Derleme No: 7349**, (Yayınlanmamış).
- UMUT, M., KURT, Z., İMİK, M., ATEŞ, M., SARAÇ, G.: 1984 Edirne-Kırklareli, Lüleburgaz, Uzunköprü civarının jeolojisi: **MTA Derleme No: 7604**, (Yayınlanmamış).

- UNEP.: 1992 **World Atlas of Desertification**, THOMAS, D. S. G. and ARNOLD, E., (Ed.), London.
- ÜŞÜMEZSOY, Ş.: 1982 **Istranca Masifinin Petrojenetik Evrimi**, İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi, Doktora Tezi, İstanbul.
- VERSTAPPEN, H. Th.: 1983 **Applied Geomorphology**, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- YALÇINLAR, İ.: 1958 **Strüktürel Morfoloji 1**, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları No: 24, İstanbul.
- YANEV, S., GÖNCÜOĞLU, M.C., GEDİK, I., LAKOVA, I., BONCHEVA, I., SACHANSKI, V., OKUYUCU, C., ÖZGÜL, N., TİMUR, E., MALIAKOV, Y., SAYDAM, G.: 2006 Stratigraphy, correlations and palaeogeography of Paleozoic terranes of Bulgaria and NW Turkey: A review of recent data, Robertson, A.H.F., and Mountrakis, D., (Ed.), **Tectonic development of the Eastern Mediterranean Region**, London, Geol. Soc. London, Spec. Publ. 260, s. 51-67.
- YILDIRIM, C.: 2014 Relative tectonic activity assessment of the Tuz Gölü Fault Zone; Central Anatolia, Turkey, **Tectonophysics**, Vol. 630, s.183-192.
- YILMAZ, P. O.: 1988 Tectonic framework of Turkish sedimentary basins, **AAPG Bull**, 72:9.
- YOUNG, R. W. and WRAY, R. A. L.: 2000 Contribution to the Theory of Scarpland Development from Observations in Central Queensland, Australia, **The Journal of Geology**, vol. 108, No: 6, s. 705-719.