PALANDÖKEN DAĞLARI'NIN
DOĞAL ORTAM ÖZELLİKLERİ

Çağlar ÇAKIR

Coğrafya Anabilim Dalı
Doktora Tezi
Doç. Dr. İbrahim KOPAR
2015
Her Hakkı Saklıdır

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI

Çağlar ÇAKIR

PALANDÖKEN DAĞLARI'NIN DOĞAL ORTAM ÖZELLİKLERİ

DOKTORA TEZİ

TEZ YÖNETİCİSİ
Doç. Dr. İbrahim KOPAR

ERZURUM- 2015

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
TEZ BEYAN FORMU

28/12/2015

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

BİLDİRİM

Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum "Palandöken Dağları'nın Doğal Ortam Özellikleri" adlı tezin/~~raporun~~ tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin/raporumun kâğıt ve elektronik kopyalarının Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

Lisansüstü Eğitim-Öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

☐ Tezimin/Raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.

☐ Tezim/Raporum sadece Atatürk Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.

☒ Tezimin/Raporumun **5** yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.

28.12.2015

Çağlar ÇAKIR

F-83/00/22.02.2012

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

TEZ KABUL TUTANAĞI

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Doç. Dr. İbrahim KOPAR danışmanlığında, Çağlar ÇAKIR tarafından hazırlanan bu çalışma 28/12/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Coğrafya Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Tuncer DEMİR İmza: .....

Jüri Üyesi : Doç. Dr. İbrahim KOPAR İmza: .....

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ahmet Evren ERGİNAL İmza: .....

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Mehmet ZAMAN İmza: .....

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Mete ALIM İmza: .....

Yukarıdaki imzalar adı geçen öğretim üyelerine aittir. 28 / 12 / 2015

Prof. Dr. Mustafa YILDIRIM
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **IX**
ABSTRACT ..... **X**
KISALTMALAR LİSTESİ ..... **XI**
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ ..... **XII**
HARİTALAR LİSTESİ ..... **XXVI**
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **XXVII**
TABLOLAR LİSTESİ ..... **XXXII**
ÖNSÖZ ..... **XXXVII**

GİRİŞ
I. Araştırma Sahasının Yeri ve Sınırları **1**
II. Araştırmanın Amacı ve Önemi **3**
III. Araştırma Sahasıyla İlgili Yapılmış Olan Önceki Çalışmalar **4**
IV. Araştırmada Kullanılan Materyaller ve Metotlar **14**

BİRİNCİ BÖLÜM
JEOLOJİK ÖZELLİKLER
1. JEOLOJİK ÖZELLİKLER **22**
1.1. LİTOLOJİK YAPI **22**
1.1.1. Mesozoyik 22
1.1.1.1. Triyas 22
1.1.1.1.1. Karataştepe Metamorfitleri 22
1.1.1.2. Kretase 25
1.1.1.2.1. Anadolu Ada Yayı Volkanoklastik-Sedimanter Serisi 25
1.1.1.2.2. Üzümpınar Formasyonu 27
1.1.1.2.3. Şahvelet Ofiyolitleri 28
1.1.2. Tersiyer 30
1.1.2.1. Paleojen 30
1.1.2.1.1. Aziziye Formasyonu 30
1.1.2.1.2. Yaylasırtı Gabrosu 31
1.1.2.1.3. Alibaba Volkanitleri 34
1.1.2.2. Neojen 36

1.1.2.2.1. Alt Miyosen 36
1.1.2.2.1.1. Adilcevaz Formasyonu 36
1.1.2.2.1.1.a. Erzani Üyesi 37
1.1.2.2.1.1.b. Kireçtaşı Üyesi 37
1.1.2.2.2. Üst Miyosen 38
1.1.2.2.2.1. Palandöken Volkanitleri 38
1.1.2.2.2.2. Yastıktepe Formasyonu 42
1.1.2.2.2.3. Çoraktepe Volkanitleri 43
1.1.2.2.3. Pliyosen 44
1.1.2.2.3.1. Gelinkaya Formasyonu 44
1.1.2.2.4. Kuvaterner 46
1.1.2.2.4.1. Eski Alüvyon 46
1.1.2.2.4.2. Alüvyon 48
1.1.2.2.4.3. Yamaç Molozu 49
1.2. BÖLGESEL TEKTONİK VE BELLİ BAŞLI MAKRO–TEKTONİK YAPILAR 49
1.2.1. Kıvrımlar 51
1.2.2. Faylar 51
1.2.2.1. Sol Yanal Doğrultu Atımlı Faylar 51
1.2.2.1.1. Erzurum Fayı 52
1.2.2.1.2. Sakalıkesik Fayı 52
1.2.2.1.3. Büyükgökçi Fayı 53
1.2.2.1.4. Yağmurcuk Fayı 53
2.2.1.5. Mecitli Fayı 53
1.2.2.1.6. Palandöken Fayı 54
1.2.2.1.7. Çat Fayı 55
1.2.2.1.8. Taşlıgüney (Hanege) Fayı 56
1.2.2.1.9. Teke Deresi Fayı 56
1.2.2.1.10. Eğerli Dağı Fayı 57
1.2.2.1.11. Nenehatun Fayı 57
1.2.2.1.12. Uzunahmet Fayı 57
1.2.2.1.13. Aziziye Fayı 57

1.2.2.1.14. Çeperli Fayı 58
1.2.2.1.15. Alibezirgan Fayı 58
1.2.2.1.16. Ağcalar Fayı 59
1.2.2.1.17. Kiremitlik Tepe Fayı 59
1.2.2.1.18. Yenişehir Fayı 59
1.2.2.2. Sağ Yanal Doğrultu Atımlı Faylar 59
1.2.2.2.1. Kükürtlü Fayı 60
1.2.2.2.2. Tepsicik Fayı 60
1.2.2.2.3. Tüysüz Fayı 61
1.2.2.2.4. Taşağıl Fayı 61
1.2.2.2.5. Başköy Fayı 62
1.2.2.2.6. Alibaba Fayı 63
1.2.2.2.7. Karayazı Fayı 63
1.2.2.2.8. Alvar Fayı 64
1.2.2.2.9. Övenler Fayı 65
1.2.2.3. Normal Faylar 65
1.2.2.3.1. Köroğlu Fayı 65
1.2.2.4. Bindirmeler 65
1.2.2.5. Depremler 68
1.3. PALEOCOĞRAFYA 74
1.4. SONUÇ 76

İKİNCİ BÖLÜM

PALANDÖKEN DAĞLARI'NIN JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

2. PALANDÖKEN DAĞLARI'NIN JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ 79
2.1. JEOMORFOLOJİK BİRİMLER 85
2.1.1. Dağlık Alanlar 85
2.1.1.1. Palandöken Dağı 85
2.1.1.2. Kalaylı Dağı 91
2.1.1.3. Eğerli Dağı 93
2.1.1.4. Alibaba Dağı 96
2.1.1.5. Konakgörmez Dağı 99

2.1.1.6. Kuşaklı Dağı 100
2.1.2. Yapısal Düzlükler 101
2.1.3. Aşınım Yüzeyleri 102
2.1.4. Pliyosen Çökeller Üzerinde Gelişmiş Dalgalı Yüzeyler 108
2.1.5. Badlands (Kırgıbayır) Topografyası ve Şapkasız Peribacaları 109
2.1.6. Glasiyal Şekiller 111
2.1.6.1. Sirkler 111
2.1.7. Periglasiyal Şekiller 115
2.1.7.1. Tufurlar 115
2.1.7.2. Girlandlar 116
2.1.7.3. Çemberler 118
2.1.7.4. Soliflüksiyon Taraçaları 119
2.1.8. Kütle Hareketleri 120
2.1.8.1. Kaya Düşmeleri ve Yamaç Dökütüleri (Talus) 120
2.1.8.2. Heyelanlar 122
2.1.8.2.1. Çiçekli Heyelanı 122
2.1.8.2.2. Yavuzlu Heyelanı 124
2.1.8.2.3. Düzçayır Heyelanı 126
2.1.8.2.4. Bozyokuş Heyelanı 128
2.1.8.2.5. Fakiriçmez Heyelanı 130
2.1.8.2.6. Sultansekisi Heyelanı 132
2.1.8.2.7. Kayakla Atlama Kuleleri (Büyük Kiremitlik Tepe) Heyelanı 135
2.1.8.2.8. Katırcıkomu Heyelanı 139
2.1.8.2.9. Elmaağacı Heyelanı 142
2.1.8.3. Soliflüksiyon 145
2.1.9. Lav Akıntı Yüzeyleri 146
2.1.10. Birikinti Koni ve Yelpazeleri 147
2.1.10.1. Birikinti Konileri 147
2.1.10.2. Birikinti Yelpazeleri 149
2.1.11. Depresyonlar 152
2.1.12. Akarsu Taraçaları 153
2.1.13. Vadiler 154

2.1.13.1. Çentik Vadiler 154
2.1.13.2. Alüvyal Tabanlı Geniş Vadiler 155
2.1.13.3. Boğaz Vadiler 157
2.1.13.3.1. Seyfi Boğazı 157
2.1.13.3.2. Kale Boğazı 158
2.1.13.4. Asılı Vadiler 159
2.2. SONUÇ 159

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

PALANDÖKEN DAĞLARI'NIN İKLİM ÖZELLİKLERİ

3. PALANDÖKEN DAĞLARI'NIN İKLİM ÖZELLİKLERİ 161
3.1. PLANETER FAKTÖRLER 163
3.1.1. Güneşlenme Süresi ve Şiddeti 163
3.1.2. Genel Atmosfer Çevrim Koşulları ve Sahayı Etkileyen Hava Kütleleri . 167
3.1.2.1. Kış Mevsiminde Etkili Olan Hava Kütleleri 167
3.1.2.2. Yaz Mevsiminde Etkili Olan Hava Kütleleri 168
3.2. COĞRAFİ FAKTÖRLER 168
3.2.1. Yükselti 169
3.2.2. Orografik Yapı 169
3.2.3. Karasallık 170
3.3. İKLİM UNSURLARI 173
3.3.1. Sıcaklık 173
3.3.1.1. Ortalama Sıcaklıklar ve Termik Rejim 173
3.3.1.2. Ortalama Yüksek, Ortalama Düşük Sıcaklıklar ve Mutlak Ekstrem (En Yüksek-En Düşük) Sıcaklıklar 175
3.3.1.2.1. Ortalama Yüksek Sıcaklıklar 175
3.3.1.2.2. Ortalama Düşük Sıcaklıklar 177
3.3.1.2.3. En Yüksek Sıcaklıklar 178
3.3.1.2.4. En Düşük Sıcaklıklar 180
3.3.1.3. Don Olaylı Günler 182
3.3.1.4. Sıcaklıkların Alansal Dağılışı 187
3.3.2. Atmosfer Basıncı ve Rüzgârlar 192

3.3.2.1. Basınç Durumu 192
3.3.2.2. Rüzgârlar 195
3.3.3. Su Buharı ve Nemlilik 207
3.3.3.1. Buharlaşma 207
3.3.3.2. Ortalama Buhar Basıncı ve Bağıl (Nispi) Nem 209
3.3.3.3. Bulutluluk 212
3.3.3.4. Sisli Günler 215
3.3.4. Yağış 217
3.3.4.1. Yıllık Yağış Tutarları ve Yağış Rejimi 217
3.3.4.2. Yağışın Yıllar Göre Seyri ve Yağış Değişkenliği 223
3.3.4.3. Yağışlı Günler Sayısı ve Yağış Şiddeti 227
3.3.4.4. Kar Yağışları 229
3.3.5. Yağış Etkinliği ve İklim Tipi 231
3.4. İKLİM ÖZELLİKLERİNE TOPLU BAKIŞ VE SONUÇ 237

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

PALANDÖKEN DAĞLARI'NIN HİDROGRAFYASI

4. PALANDÖKEN DAĞLARI'NIN HİDROGRAFYASI 241
4.1. AKARSULAR 241
4.1.1. Palandöken Dağlarının Sınırını Çizen Akarsular 241
4.1.2. Kaynak Alanı Araştırma Sahası İçerisinde Olan Akarsular 249
4.1.3. Akarsuların Akım-Rejim Özellikleri 257
4.1.4. Drenaj Tipleri 275
4.2. GÖLLER 276
4.3. YERALTI SUYU VE KAYNAKLAR 282
4.4. HİDROGRAFİK ÖZELLİKLERE TOPLU BAKIŞ VE SONUÇ 301

BEŞİNCİ BÖLÜM

PALANDÖKEN DAĞLARI'NIN TOPRAKLARI

5. PALANDÖKEN DAĞLARI'NIN TOPRAKLARI 303
5.1. ZONAL TOPRAKLAR 305
5.1.1. Kestanerengi Topraklar 305

5.2. AZONAL TOPRAKLAR 306
5.2.1. Alüvyal Topraklar 307
5.2.2. Kolüvyal Topraklar 308
5.2.3. Litosoller 310
5.3. İNTRAZONAL TOPRAKLAR 310
5.3.1. Hidromorfik Topraklar 311
5.3.2. Solonçak (Çorak) Topraklar 312
5.3.3. Yüksek Dağ-Çayır Toprakları 313
5.4. KAYALIK ALANLAR 315
5.5. TOPRAK ÖZELLİKLERİNE TOPLU BAKIŞ VE SONUÇ 316

ALTINCI BÖLÜM

PALANDÖKEN DAĞLARI'NIN DOĞAL BİTKİ ÖRTÜSÜ

6. PALANDÖKEN DAĞLARI'NIN DOĞAL BİTKİ ÖRTÜSÜ 319
6.1. BİTKİ ÖRTÜSÜNÜN EKOLOJİK ŞARTLARI 320
6.1.1. İklim-Bitki Örtüsü İlişkisi 320
6.1.1.1. Güneşlenme-Bitki İlişkisi 320
6.1.1.2. Sıcaklık-Bitki İlişkisi 321
6.1.1.3. Yağış-Bitki İlişkisi 322
6.1.1.4. Bulutluluk ve Bağıl Nem-Bitki İlişkisi 323
6.1.1.5. Rüzgâr-Bitki İlişkisi 324
6.1.2. Toprak-Bitki İlişkisi 324
6.1.3. Relief-Bitki İlişkisi 325
6.2. PALANDÖKEN DAĞLARI'NDA DOĞAL BİTKİ ÖRTÜSÜNÜN DAĞILIŞI 326
6.2.1. Ot Formasyonu 326
6.2.1.1. Antropojen Step Formasyonu 328
6.2.1.2. Antropojen Dağ Step Formasyonu 338
6.2.1.3. Subalpin ve Alpin Formasyon Alanı 348
6.3. BİTKİ ÖRTÜSÜ ÖZELLİKLERİNE TOPLU BAKIŞ VE SONUÇ 363

YEDİNCİ BÖLÜM

DOĞAL ÇEVRE İNSAN İLİŞKİSİ VE SONUÇ

7. DOĞAL ÇEVRE İNSAN İLİŞKİSİ VE SONUÇ 364
KAYNAKÇA 383
ÖZGEÇMİŞ 399

ÖZET

DOKTORA TEZİ

PALANDÖKEN DAĞLARI'NIN DOĞAL ORTAM ÖZELLİKLERİ

Çağlar ÇAKIR

Tez Danışmanı: Doç. Dr. İbrahim KOPAR

2015, 399 sayfa

Jüri: Doç. Dr. İbrahim KOPAR
Prof. Dr. Ahmet Evren ERGİNAL
Prof. Dr. Mehmet ZAMAN
Prof. Dr. Tuncer DEMİR
Doç. Dr. Mete ALIM

Palandöken Dağları, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Erzurum-Kars Bölümü'ndeki Erzurum Yöresi içerisinde bulunmaktadır. Araştırma sahası, idari açıdan tümüyle Erzurum il sınırları içerisinde yer almaktadır. Palandöken Dağları'nın sınırları, onu çevreleyen akarsuların en alçak noktalar (talveg) esas alınarak belirlenmiştir. Kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda 75 km boyunca uzanan araştırma sahasının yüzölçümü 1136 km^2'dir. Doktora tez çalışması olarak hazırlanan bu araştırmanın amacı, Palandöken Dağları'nın doğal ortam özelliklerini (jeolojik, jeomorfolojik, klimatolojik, hidrografik, pedolojik, vejetatif) bütün yönleriyle ortaya koymaktır. Araştırma sahasında Mesozoyik, Tersiyer ve Kuvaterner'e ait litolojik birimler yüzeylenmektedir. Palandöken Dağları'nın temelini Kretase yaşlı ofiyolitik karmaşıklar oluşturmaktadır. Tersiyer ve Kuvaterner formasyonlar, bu temel üzerine diskordant olarak gelmiştir. Palandöken Dağları'nın iklimi yarı kurak, orta sıcaklıkta (mezotermal), su fazlası yok veya pek az olan, karasal iklime yakın iklimdir. Karasal şartların etkili olduğu sahada ortalama sıcaklıklar 3,4°C ile 6,4°C arasında değişmektedir. Sahada yıllık toplam yağış ortalaması 310,3 mm ile 395,5 mm arasında olup, en yağışlı mevsim ilkbahardır. Palandöken Dağları, Anadolu'nun iki önemli havzası olan Fırat ve Aras havzalarını birbirinden ayırmaktadır. Saha sınırları içerisinde bulunan akarsuların rejim tipi karma rejimli akarsuların karlı-yağmurlu tipidir. Nitekim bu rejim tipine uygun olarak akarsuların yıl içeresindeki akım değerlerinde iki düşüş ve iki artış evresi görülmektedir. İnceleme alanındaki toprak gruplarını zonal topraklardan kestanerenkli topraklar, azonal toprak grubu içerisinde yer alan alüvyal topraklar, kolüvyal topraklar ve litosoller, intrazonal topraklardan hidromorfik topraklar, solonçak topraklar, yüksek dağ-çayır toprakları ve çıplak kayalık alanlar oluşturmaktadır. Palandöken Dağları'nda antropojen etkilere bağlı olarak ormanlar tamamen yok edilmiştir. Bu nedenle sahada stepler egemen olmuştur. Palandöken Dağları'nda 2500 m ve üzerinde subalpin ve alpin formasyonlar yer almaktadır. Araştırma sahasında yer alan, başta Erzurum olmak üzere, yerleşmelerin iskân tarihi Paleolitik Çağ'a kadar inmektedir. Palandöken Dağları sınırları içerisinde kalan yerleşmelerde toplam 370110 kişi yaşamaktadır. Ekonomik nedenlerle, sahadaki yerleşmelerden büyük şehirlere ciddi oranda göç verilmektedir. Araştırma sahasının temel ekonomik kaynakları tarım ve hayvancılıktır. Ancak, kış mevsiminin uzun sürmesi ve oldukça sert geçmesi ve su problemi bu faaliyetlerde sıkıntılara yol açmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Palandöken Dağları, Erzurum, Doğu Anadolu Bölgesi, Doğal Ortam Özellikleri.

ABSTRACT

Ph. D. DISSERTATION

NATURAL ENVIRONMENT CHARACTERISTICS OF THE PALANDÖKEN MOUNTAINS

Çağlar ÇAKIR

Jury: Assoc. Prof. Dr. İbrahim KOPAR
2016, Page: 399

Jury: Assoc. Prof. Dr. İbrahim KOPAR
Prof. Dr. Ahmet Evren ERGİNAL
Prof. Dr. Mehmet ZAMAN
Prof. Dr. Tuncer DEMİR
Assoc. Prof. Dr. Mete ALIM

Palandöken Mountain is located within Erzurum Territory in Erzurum-Kars Section of Eastern Anatolian Region. Research site is entirely within the provisional borders of Erzurum in terms of administration. Borders of Palandöken Mountain are set based on the lowest points (thalweg) of surrounding rivers. Area of the research site, which extends along 75 km in the direction of northeast-southwest, is 1.136 $km^{2.}$ The purpose of this research prepared as a PhD dissertation study is to present natural environment characteristics (geological, geomorphological, climatic, hydrographic, pedalogical, vegetative) of Palandöken Mountain in a comprehensive manner. At the research site, lithological units of Mesozoic, Tertiary and Quaternary outcrop. Cretaceous old ophiolite complexes form the basis of Palandöken Mountain. Tertiary and Quaternary formations are discordant on this basis. Climate of Palandöken Mountain is a semi-arid climate at moderate temperature (mesothermal), with little or no excess water, and close to continental climate. Average temperatures at the site, where terrestrial conditions are prevailing, vary between 3.4°C and 6.4°C. At the site, annual average precipitation is between 310.3 mm and 395.5 mm, and the highest precipitation season is spring. Palandöken Mountain disconnects Firat and Aras basins which are two important basins of Anatolia. Regime type of rivers within the site borders is snowy-rainy type of mixed-regime rivers. Hence, two decrease and two increase stages are observed in the current values of these rivers in accordance with this regime type. Soil groups at the investigation area consist of chestnut soils from zonal soils, alluvial soils, colluvial soils and litosols involved in azonal soil group, hydromorphic soils, saline soils, high mountain-meadow soils from intrazonal soils and bare rocky areas.

Forests have been completely destroyed due to anthropogenic effects on Palandöken Mountain. Therefore, the steppe has become prevalent at the site. Subalpine and alpine formations exist at and above 2500 m on Palandöken Mountain Inhabiting date of settlements located at the research site, particularly in Erzurum, goes back to Paleolithic Age. Total of 370.110 people live in settlements within the borders Palandöken Mountain. Immigration from the settlements at the site to big cities for economic reasons is at a serious rate. The main economic resources of the study area are agriculture and livestock. However, long-term and quite harsh winter season and water problem lead to troubles for these activities.

Key Words: Palandöken Mountains, Erzurum, Eastern Anatolian Region, Natural Environment Characteristics.

KISALTMALAR LİSTESİ

DEM : Digital Elevation Model (Sayısal Yükselti Modeli)
DSİ : Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
GPS : Global Positioning System (Küresel Yer Belirleme Sistemi)
HGK : Harita Genel Komutanlığı
K : Potasyum
MGM : T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MIS : Marine Isotope Stages (Denizel İzotop Evresi)
MTA : Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
OSL : Optically Stimulated Luminescence (Işık Uyarımlı Lüminesans)
Th : Toryum
U : Uranyum
YEGM : T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
HCl : Hidroklorik Asit
HF : Hidroflorik Asit
H_2O_2 : Hidrojen Peroksit
µm : Mikrometre
g : Gram
mm : Milimetre
cm : Santimetre
m : Metre
km : Kilometre
mb : Milibar
K : Kuzey
G : Güney
D : Doğu
B : Batı
KD : Kuzeydoğu
KB : Kuzeybatı
GD : Güneydoğu
GB : Güneybatı

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Fotoğraf 1.1. Azizye köyü güneyinde Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisini temsil eden ofiyolitli melanj ..... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**

Fotoğraf 1.2. Üzümpınar formasyonu ağırlıklı olarak kırmızımsı kireçtaşlarından (yer yer gri ve yeşilimsi kireçtaşları da mevcuttur) meydana gelmektedir ve mostra verdiği bazı noktalarda ters faylar gözlemlenebilmektedir (Erzurum-Tekman karayolu) 27

Fotoğraf 1.3. Şahvelet ofiyolitlerinin hakim kaya türünü serpantinit oluşturmaktadır (Fotoğraf Yeniköy güneydoğusundan alınmıştır) 28

Fotoğraf 1.4. Şahvelet ofiyolitleri yer yer diyabaz daykları tarafından yarılmıştır (Fotoğraf Kızıllarbaşı Tepe'nin (3036 m) doğusunda Hacıhaçik Deresi'nin yardığı vadi içerisinden çekilmiştir). 29

Fotoğraf 1.5. Yataklarbaşı Tepe (2927 m) doğusunda Şahvelet ofiyolitleri metamorfizmaya bağlı olarak şistleşmiştir. 29

Fotoğraf 1.6. Çamlıca köyü kuzeyinde kumtaşı, kil taşı ardalanmasından oluşan Aziziye formasyonu 30

Fotoğraf 1.7. Aziziye formasyonu yer yer faylarla kesilmiştir. Fotoğrafta Yavuzlu köyünün kuzeydoğusunda Azizye formasyonunu kesen fayın görünen 2 m'lik bölümü açıkça seçilebilmektedir 31

Fotoğraf 1.8. Kara Tepe (1934 m) güneybatısında Alibaba volkanitlerinin hakim kayacı olan porfirik dokulu andezit. 35

Fotoğraf 1.9. Yavuzlu köyü kuzeydoğusunda, Masat deresi vadisi içerisinde üzerlerinde özellikle badlands topografyasının geliştiği piroklastikler sarımsı, gri, kırmızı renkli tüflerle, andezit blokları ve kısmen de volkanik kumlardan oluşmaktadır 35

Fotoğraf 1.10. Köroğlu Tepe (2549)'de mostra veren Adilcevaz formasyonunun asli unsuru olan resifal kireçtaşı... 36

Fotoğraf 1.11. Yarmak köyü kuzeydoğusunda Kale deresinin boğaz vadi şeklinde yardığı Adilcevaz formasyonu kireçtaşı üyesi.. 38

Fotoğraf 1.12. Erzurum-Tekman karayolu üzerindeki bir yol yarmasında Palandöken volkanitlerini oluşturan üç seri de açık bir şekilde görülmektedir. Formasyonun en alt seviyesinde tüf ve aglomeralar, orta seviyesinde andezitik ve bazaltik lavlarla birlikte piroklastikler ve en üst seviyede de andezitik-bazaltik lavlar yer almaktadır 39

Fotoğraf 1.13. Büyükgökçi Tepe (2393 m)'nin güneydoğusunda Palandöken volkanitlerinin en alt seviyesini teşkil eden tüfler..... 40

Fotoğraf 1.14. Teke deresi vadisinde aglomera ve tüflerin içerisinde yer yer siyah obsidyen parçaları açık bir şekilde görülmektedir 40

Fotoğraf 1.15. Orta seviyedeki lavlar ve piroklastiklerin (özellikle tüflerin) ve alt seviyeyi teşkil eden aglomera-tüflerin dokanaklarında pişme zonları görülmektedir. Bu durum Erzurum-Çat karayolu üzerindeki yol yarmasındaki mostrada görülmektedir..... 41

Fotoğraf 1.16. Palandöken Kayak Merkezindeki 27 numaralı pisti yarmasında mostra veren bazaltlar. Yer yer yatık soğuma çatlaklı sütunlar seçilebilmektedir 42

Fotoğraf 1.17. Yastıktepe formasyonu Seyfi Boğazı mevkiinde {Hündül Dağı (2325 m) kuzeyi} dar bir alanda mostra vermektedir 43

Fotoğraf 1.18. Çoraktepe volkanitlerinin alt seviyeleri, Gelinkaya formasyonu tarafından örtülmüştür..... 44

Fotoğraf 1.19. Nenehatun köyünün kuzeydoğusunda akarsu ve göl sedimanlarından oluşan Gelinkaya formasyonu 45

Fotoğraf 1.20. Palandöken Dağları'nın Erzurum Havzası'na bakan batı bölümünde eski alüvyonlar birikinti yelpazelerine karşılık gelmektedir..... 46

Fotoğraf 1.21. Palandöken Dağları'nın Pasinler Havzası'na kalan doğu bölümünde eski alüvyonların büyük bölümünü taraçalar teşkil etmektedir 47

Fotoğraf 1.22. Eski alüvyonlarda, farklı dönemlerdeki iklim şartlarında akarsuların değişen akım karakterine göre farklı özelliklere sahip katmanlar gelişmiştir..... 47

Fotoğraf 1.23. Bulkasım yerleşmesi batısında, Masat deresi vadisinde yer alan alüvyonlar.....48

Fotoğraf 1.24. GB-KD doğrultusunda uzanan Erzurum Fayı, İkiz Tepe (2723 m) kuzeybatısında kuzeye rotasyon yaparak GGB-KKD doğrultusunda uzanmaktadır.....52

Fotoğraf 1.25. Yağmurcuk Depresyonu, Yağmurcuk ve Meçitli faylarının denetiminde gelişmiştir.....54

Fotoğraf 1.26. Fakiriçmez Deresi Palandöken Fayı'nın fay çizgisine yerleşmiştir. Derenin güneydoğuya bakan yamaçlarında façetalar açık bir şekilde görülmektedir.....55

Fotoğraf 1.27. Başköy Depresyonu Çat Fayı'nın denetiminde gelişmiştir. Bu fay, Başköy'ün güneydoğusunda sağ yanal doğrultu atımlı Başköy Fayı ile kesişmektedir.....56

Fotoğraf 1.28. Aziziye Fayı çizgiselliği ile topografyada kolaylıkla seçilebilmektedir.....58

Fotoğraf 1.29. Çat güneydoğusundan başlayıp Kükürtlü kuzeybatısında Aşkale Fayı ile kesişen sağ yanal doğrultu atımlı Kükürtlü Fayı aynı zamanda eğim bileşenine de sahiptir.....60

Fotoğraf 1.30. Sağ yanal doğrultu atımlı Tüysüz fayının yanal atımına bağlı olarak Serkan Tepe (2172 m) güneydoğuya kaymıştır.....61

Fotoğraf 1.31. Palandöken Barajı nedeniyle boşaltılan Taşağıl yerleşmesi, Taşağıl Fayı'nın üzerinde yer almaktadır.....62

Fotoğraf 1.32. Ziyaret Tepe (2915 m) ile Kalaylı Dağı arasında uzanan sağ yanal doğrultu atımlı Başköy Fayı'nın fay çizgisine Erzurum Dere vadisini işlemiştir.....63

Fotoğraf 1.33. Karayazı Fayı, Bulkasım batısında Palandöken Dağları ile Hündül Dağı (Şahvelet Dağları) arasında sınırı çizmektedir.....64

Fotoğraf 1.34. Köroğlu Fayı. Alt Miyosen yaşlı Adilcevaz formasyonuna ait resifal kireçtaşından oluşan kuzeydeki blok yükselirken, Paleosen yaşlı

Alibaba volkanitlerine ait litolojik birimden meydana gelen güney blok alçalmıştır 65

Fotoğraf 1.35. Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisini teşkil eden ofiyolitik karmaşık ile Aziziye formasyonunun litolojik sınır ilişkisi bindirmelidir. Fotoğraf Yerlidağ Tepe (2874 m)'nin güneyinden alınmıştır 67

Fotoğraf 1.36. Alibaba Dağı (2931 m)'nın kuzey bölümünde Eosen yaşlı Alibaba volkanitleri, Alt Miyosen yaşlı Adilcevaz formasyonu üzerine bindirmiştir 67

Fotoğraf 2.1. Palandöken Dağları'nın merkezi bölümünde yer alan ve bu sıraya adını veren Palandöken Dağı'nın en yüksek noktası Büyük Ejder Tepe'dir (3176 m) 88

Fotoğraf 2.2. Kalaylı Dağı ve en yüksek noktası olan Karakaya Tepe (3167 m). Fotoğrafta, Karakaya Tepe'nin doğusunda, Kalaylı Dağı'nın kuzeye bakan yamaçlarında sirkler ve sirklerin hemen kuzeyinde 2750 m'de kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzanan aşınım yüzeyi görülmektedir 92

Fotoğraf 2.3. Eğerli Dağı'nda hâkim litolojik birim Üst Miyosen yaşlı Palandöken vokanitleridir 94

Fotoğraf 2.4. Eğerli Dağı (2980 m)'nın kuzey yamacında, fayların meydana getirdiği basamaklar açık bir şekilde görülmektedir. En üst seviyedeki iki fay arasında parçalanmış ve kuzeye doğru eğimlenmiş aşınım yüzeyi bulunmaktadır 94

Fotoğraf 2.5. Palandöken Dağları'nın doğu bölümünde bulunan Alibaba Dağı'nın (2549 m) Pasinler Ovası'na bakan bölümünde Çeperli fay dikliği, sel yarıntıları, taraçalar, birikinti yelpazesi ve aşınım-dolgu yüzeyleri görülmektedir 97

Fotoğraf 2.6. Konakgörmez Dağı'nın (2602 m) zirve bölümü aşınım yüzeyine karşılık gelmektedir. Ön planda ise dönel kayma şeklinde gerçekleşmiş heyelan görülmektedir 100

Fotoğraf 2.7. Sağ yönlü doğrultu atımlı Başköy fayının, Kuşaklı Dağı'nı Kalaylı Dağı'ndan (3167 m) ayırmış olması muhtemeldir. Kuşaklı Dağı'nın (2573 m) zirve bölümü aşınım yüzeyi durumundadır 101

Fotoğraf 2.8. Kalaylı Dağı'nda (3167 m) 2750-3000 m'ler arasında uzanan, Üst Miyosen yaşlı Palandöken Volkanitleri'ne ait bazaltlar üzerinde gelişmiş olan, güneye doğru 6°-22° arasında eğime sahip yapısal düzlük 102

Fotoğraf 2.9. Kara Tepe aşınım yüzeyi üzerinde muhtelif alanlarda, civar köylerde yaşayan insanlar, tarımsal faaliyetlerde bulunmaktadırlar 104

Fotoğraf 2.10. Kalaylı Dağı'nın (3167 m) kuzeybatı kesiminde 2000 m-2250 m arasında yer alan aşınım yüzeyi. Ön bölümde sol yönlü doğrultu atımlı Hanege fayı ve bu fayın dikliğinde gelişmiş fay façetaları görülmektedir 105

Fotoğraf 2.11. Konakgörmez Dağı'nın (2602 m) zirve bölümüne karşılık gelen, üzerinde geven (Astragalus sp.) ve sığırkuyruklarının (Verbascum sp.) yoğun olarak yayılış gösterdiği aşınım yüzeyinden bir görünüm 106

Fotoğraf 2.12. Kalaylı Dağı (3167 m) ile Eğerli Dağ (2980 m) arasında 2500-2750 m'ler arasında bulunan aşınım yüzeyi. Yüzeyin doğu kenarında eski heyelanlar görülmektedir..... 108

Fotoğraf 2.13. Yavuzlu kuzeydoğusunda sarımsı, gri, kırmızı renkli tüfler üzerinde gelişen badlands topografyası. Topografyada, yarıntıların talvegleri ile onları birbirinden ayıran keskin sırtların arasındaki yükselti farkı önemsizdir 110

Fotoğraf 2.14. Büyük Ejder Tepe'nin (3176 m) güneybatısında, Teke Deresi Fayı'na ait bir façetanın aşınarak geriletilmesi ve bu sırada oluşan badland yüzeyler ve peribacaları 110

Fotoğraf 2.15. Kalaylı Dağı'nın (3167 m) kuzeybatıya bakan yamaçlarında bazalt kornişlerinin hilal şeklinde gerilediği alanlarda sirkler açık bir şekilde görülmektedir 112

Fotoğraf 2.16. Kalaylı Dağı'nın (3167 m) kuzeybatıya bakan yamaçlarında bazalt kornişlerinin hilal şeklinde gerilediği alanlarda beş adet sirk bulunmaktadır.....112

Fotoğraf 2.17. Sirk tabanları, onların gerisinde dik bir şekilde yükselen yamaçlardan kopan kayalarla doludur. Bazı kayaların uzun eksenleri 2 m, kısa ekseni 1,5 m'yi geçmektedir.....113

Fotoğraf 2.18. Katarkaya sirkinin tabanı, hemen gerisinde yükselen bazal kornişten, özellikle donma-çözünmeye bağlı olarak gelişen fiziksel parçalanma sonucu düşen kayalarla doludur. Ön bölümde ise kuzeybatıya uzanan moren depoları görülmektedir 114

Fotoğraf 2.19. Katarkaya sirkinin doğusunda yer alan sirkin bazalt kornişlerinden oluşan yamaçları iki basamak halindedir. Bu yamaçlarda konjelifraksiyon sonucu gelişen yamaç döküntüleri bulunmaktadır.....114

Fotoğraf 2.20. Alieşref sirkinin hemen önünde, kuzeybatıya doğru eğim boyunca yayılan moren depoları.....115

Fotoğraf 2.21. Periglasiyal şekillerden olan tufurlar araştırma sahasında, Tabya Tepe'nin (3017 m) güneybatısında, 2900 m'nin üzerindeki 2°-10° arasında güneye doğru eğimli alanlarda görülmektedir 116

Fotoğraf 2.22. Girlandların morfolojik özellikleri üzerinde bakı oldukça etkilidir. Nitekim Ziyaret Tepe'nin (2915 m) güneye dönük yamaçlarında güneşlenme süresi ve şiddetinin fazla olması nedeniyle fiziksel parçalanma ve buharlaşma daha etkili ve fazladır. Buna bağlı olarak güneyde gelişen girlandların bitkileri daha zayıf ve gerilerinde tuttukları kaya parçaları daha büyükken (a), kuzeye bakan yamaçlarda bulunan girlandların bitkileri daha gür, arkalarında tuttukları unsurlar nispeten daha incedir (b).....118

Fotoğraf 2.23. Tabya Tepe'nin (3017 m) güneybatısında 2900 m'nin üzerinde, düz ve düze yakın alanlarda gelişen çemberlerden bir görünüm. Fotoğraftaki çember olgunluktan ihtiyarlık evresine geçiş sürecindedir.....119

Fotoğraf 2.24. Ziyaret Tepe (2915 m) batısında soliflüksiyon taraçalarından bir görünüm 120

Fotoğraf 2.25. Kalaylı Dağı'nda (3167 m) bazalt kornişlerinden donma-çözülmeye bağlı fiziksel parçalanma sonucu kopan kayalar, sirk tabanlarını doldurmuştur 121

Fotoğraf 2.26. Sahadaki diğer bir kaya hareketi de konjelifraksiyona ürünü olan yamaç döküntüleri ve döküntü akmaları 122

Fotoğraf 2.27. Çiçekli heyelanı, Eosen yaşlı Alibaba volkanitlerinin, yamaç eğimi boyunca kuzeye doğru kayması sonucunda oluşmuştur 123

Fotoğraf 2.28. Yavuzlu heyelanı enkazı üzerinde, özellikle enkaz üzerinde gelişen göllerin çevresinde yoğun bir şekilde büyükbaş hayvancılık faaliyeti yapılmaktadır.....126

Fotoğraf 2.29. Düzçayır heyelanının boyuna bozuma bölümünde, yayvan sırtlardan oluşan dalgalı yüzey geçici akarsular tarafından yarılmıştır.....128

Fotoğraf 2.30. Bozyokuş heyelanı. Heyelanın boyuna bozulma bölümü üzerinde yaz döneminde yaylacılık faaliyetleri yapılmaktadır 130

Fotoğraf 2.31. Fakiriçmez heyelan ünitesi. Asıl kopmanın Fakiriçmez Tepe'nin (2492 m) kuzeybatı yamacında olduğu hareket, Fakiriçmez dere vadisinde sonlanmıştır.....131

Fotoğraf 2.32. Sultansekisi Tepe ile Kapıkaya Tepe arasındaki sırtın batı bölümünün kayması ile oluşmuştur 134

Fotoğraf 2.33. 2011 Dünya Üniversiteler Kış Oyunları için Büyük Kiremitlik Tepe üzerine yapılan kayakla atlama kuleleri 15 Temmuz 2014 saat 15:00 sıralarında meydana gelen heyelanla kullanılamaz hale gelmiştir.....136

Fotoğraf 2.34. Kayakla atlama kuleleri heyelanının meydana geldiği yamaçta, heyelan önleme çalışmaları kapsamında yamaç boyunca altı seviyede, aralarında 30 cm mesafe bulunan 30, 36 ve 40 m yüksekliğinde, 120 cm çapında toplam 830 fore kazık zemine dikilmiştir.....139

Fotoğraf 2.35. Katırcıkomu heyelan ünitesi. Heyelanda neredeyse dik eğime sahip esas ayna açık bir şekilde görülmektedir. Esas aynanın hemen önünde, baş bölümü arasında kalan yayvan sırtlardan oluşan ondülasyonlu yüzeyler görülmektedir 141

Fotoğraf 2.36. Katırcıkomu heyelanı üzerinde bulunan çukur alanlarda suların tutulması sonucunda birçok göl gelişmiştir.....142

Fotoğraf 2.37. Çat ilçesine bağlı Elmaağazı mevkiinde meydana gelmiş olan Elmaağacı heyelanı, karışık tip bir heyelandır 145

Fotoğraf 2.38. Çataldağ Tepe'den başlayıp (2482 m) güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda Uzunahmet yerleşmesi güneyine kadar uzanan lav akıntısı doğudan Toklu Dere, batıdan Fakiriçmez Dere tarafından işlenerek bir plato yüzeyi görünümü kazanmıştır 147

Fotoğraf 2.39. Haşhaş deresinin oluşturduğu birikinti konisi üzerinde Taşağıl yerleşmesi kurulmuştur. Ancak Palandöken Barajı inşaatının tamamlanıp, baraj gövdesinin gerisinde su tutulmaya başlanması ile bu yerleşme tahliye edilmiştir 148

Fotoğraf 2.40. Türbe, Hınısboğazı (Karnıyarık), Kırkdeğirmenlerboğazı ve Teke derelerinin oluşturduğu birikinti yelpazelerinin oluşumunda ana etken sol yanal doğrultu atımlı Erzurum fayıdır. Fotoğrafta görünün Türbe ve Hınısboğazı derelerinin oluşturduğu birikinti yelpazeleri ve bu yelpazelerin üzerinde kurulup büyüyen Erzurum şehri görülmektedir.....149

Fotoğraf 2.41. Hınısboğazı deresinin oluşturduğu birikinti yelpazesinin medyal kısmına karşılık gelen temel yarmasından alınan örneklerin derinlikleri ve ışık uyarımlı lüminesans (OSL) yaşları 151

Fotoğraf 2.42. Kuzeyinde Yağmurcuk Fayı, güneyinde Mecitli Fayı bulunan Yağmurcuk depresyonu, her ikisi de sol yanal doğrultu atımlı olan bu fayların işleyişine bağlı olarak ortaya çıkan tansiyonel gerilme sonucunda oluşmuş küçük bir çek-ayır (pull-apart) havzadır 153

Fotoğraf 2.43. Palandöken Dağları'nın yüksek bölümlerindeki ana akarsular, bunlara katılan yan kollar ve geçici akarsu vadilerinin enine profilleri çentik vadi özelliğindedir.....155

Fotoğraf 2.44. Çaykara Deresi'nin aktığı geniş tabanlı alüvyal vadi. Haziran ayı sonunda çekilen bu fotoğrafta, akarsuyun yakın çevresindeki alanlarda yapılan tarımsal faaliyetlerde kullanılmak amacıyla aşırı su çekilmesi ve zemine sızmaların da etkisiyle yataklar tamamen kurumaktadır.....157

Fotoğraf 2.45. Kuzeydoğu–güneybatı doğrultusunda 56 m uzunluğa yaklaşık 40 m derinliğe sahip Kale Boğazı karakterlidir.....158

Fotoğraf 2.46. Kırkdeğirmenlerboğazı Dere'nin yukarı çığırında, vadinin batı yamacı üzerinde asılı vadiler bulunmaktadır.....159

Fotoğraf 4.1. Karasu Nehri, Aziziye ilçesi ile Deveboynu geçiti arasında araştırma sahasının kuzey sınırını çizmektedir.....242

Fotoğraf 4.2. Pasinler ilçesi içerisinde akışına devam eden Hasankale Çayı'ndan bir kesit (Fotoğraf doğu-batı yönünde alınmıştır).....243

Fotoğraf 4.3. Tuzla Çayı'ndan bir görünüm. Fotoğraf Çat'ın kuzeydoğusunda, kuzeydoğu-güneybatı yönünden alınmıştır.....244

Fotoğraf 4.4. Kızılgeçit deresi Palandöken Dağları ile Karagöl Dağları'nı birbirinden ayırmaktadır.....245

Fotoğraf 4.5. Aras Havzası'nda yer alan Yaygı Dere, Palandöken Dağları ile Şahvelet Dağları'nı birbirinden ayırmaktadır.....246

Fotoğraf 4.6. Kuzey-güney doğrultusunda 14 km boyunca akışına deva eden Kale deresi, Yarmak Mahallesi güneyinde Tuzla Çayı'na bağlanmaktadır.....247

Fotoğraf 4.7. Pulur Çayı, araştırma sahası sınırları içerisinde yer alan önemli akarsulardan biridir. Fotoğraf, güneydoğu-kuzeybatı yönünden çekilmiştir.....248

Fotoğraf 4.8. 4-6 Mart 2004 tarihinde meydana gelen sel-taşkın afetinin ardından, Pulur Çayı'nın Aziziye ilçesi içinden geçen ve müdahale edilerek kapatılan eski vadisi.....248

Fotoğraf 4.9. Hanege Deresi vadisini, sol yönlü doğrultu atımlı Hanege (Taşlıgüney) fay çizgisine kazmıştır. Fotoğraf kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda çekilmiştir.....249

Fotoğraf 4.10. Yağmurcukçayırı Deresi, Yağmurcuk depresyonu içerisindeki alüvyal düzlükte güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda menderesli bir akış göstermektedir 250

Fotoğraf 4.11. Karnıyırtık deresi, Ziyaret Tepe'nin (2915 m) kuzeye bakan yamaçlarından yüzeye çıkan fay kaynağından doğmaktadır.....251

Fotoğraf 4.12. Yıkıkhan deresi, Fakiriçmez deresi olarak akışına başladığı kaynak noktasından itibaren Palandöken fay çizgisini takip etmektedir. Fotoğrafta, Yerlidağ Tepe'nin (2874 m) kuzeybatısında, Fakiriçmez deresinin fay çizgisini takip ettiği vadisinde flüviyal süreçlere bağlı olarak gelişen fay façetaları açık bir şekilde görülebilmektedir 253

Fotoğraf 4.13. Yıkıkhan Dere'den bir görünüm. Fotoğraf kuzey-güney doğrultusunda çekilmiştir.....253

Fotoğraf 4.14. Pasinler Ovası'ndaki tarımsal faaliyetler için su çekilmesine bağlı olarak Çaykara deresi, kar erimelerinin olduğu dönemde bile yatağında su bulunduramamaktadır.....254

Fotoğraf 4.15. Pasinler Ovası'nda bulunan Çaykara deresi, kar erimelerinin devam ettiği ve yağışların yüksek olduğu mayıs-haziran döneminde, zemine sızmanın fazla olması ve tarımsal sulama amacıyla aşırı su kullanımı sebebiyle kurumaktadır 259

Fotoğraf 4.16. Çiçekli heyelanının enkazı üzerinde oluşan Angutlu (a), Karanlık (b) ve Oluklu (c) gölleri 277

Fotoğraf 4.17. Köroğlu Tepe'nin (2549 m) kuzeydoğusundaki Köroğlu heyelanı üzerinde gelişmiş bulunan Hüsnünün (a) ve Yayla (b) gölleri.....277

Fotoğraf 4.18. Köroğlu heyelanı üzerinde meydana gelen diğer bir göl de Düz Göl'dür 278

Fotoğraf 4.19. Bulkasım yerleşmesinin 3,4 km batısında, Düzçayır mevkiinde heyelan enkazı üzerinde oluşan Düzçayır Gölleri.....279

Fotoğraf 4.20. Büyükgökçi Tepe'nin (2393 m) batı ve kuzeybatısında yer alan Katırcı gölleri Tuzluca yaylası ile Katırcı komu arasında bulunan heyelan enkazının üzerinde oluşmuştur 279

Fotoğraf 4.21. Palandöken Baraj Gölü (a) ve baraj gövdesi (b) 280

Fotoğraf 4.22. Palandöken Göleti 281

Fotoğraf 4.23. Erzurum Ovası'nda ilkbaharın gelmesi ile yağışların artmasına, kar erimelerine ve yeraltı suyu seviyesinin yükselmesine bağlı olarak bataklıklar geçici göller haline gelmektedir.....282

Fotoğraf 4.24. Aziziye ilçesindeki termal kaynaklar, Aziziye Belediyesi tarafından termal otel (a) ve termal tesis (b) olmak üzere iki tesis halinde işletilmektedir.....291

Fotoğraf 4.25. Cennet Çeşmesi kaynağından, çevresinde yaşayan insanlar ve lokantalar tarafından içme suyu olarak faydalanılmaktadır 293

Fotoğraf 4.26. Yakutiye ilçesinde bulunan Dabakhane Çeşmesi 294

Fotoğraf 4.27. Yağmurcuk maden suyu, Yağmurcuk fayının düzlemi üzerinde yüzeye çıkmaktadır 300

Fotoğraf 4.28. Tavşan Tep'nin (3063 m) kuzeybatısı (a), Kırkkulak Tepe'nin (3085 m) kuzeyi (b) ve Ziyaret Tepe'nin (2915 m) kuzeyinde (c ve d) yüzey çıkan bazı soğuk su kaynakları.....301

Fotoğraf 5.1. Pasinler ilçesine bağlı Alvar Mahallesi güneyinde bir yol yarmasındaki kestanerengi toprak örneği.....306

Fotoğraf 5.2. Pasinler ilçesi Övenler Mahallesi güneyinde alüvyal topraklar üzerinde patates tarımı yapılmaktadır 308

Fotoğraf 5.3. Büyük Ejder Tepe'nin (3176 m) güneyinde yer alan yüksek dağ-çayır toprakları 314

Fotoğraf 5.4. Kayalık alanlar Kalaylı Dağı'nın (3167 m) zirve bölümünde 1,7 km^2'lik dar bir alanda görülmektedir 315

Fotoğraf 5.5. Sahada, eğim değerlerinin düşük olduğu tarıma müsait alanlarda üretimi yapılan sebzelerden biri lahanadır 318

Fotoğraf 6.1. Pasinler ilçesi Bulkasım Mahallesi'nin kuzeybatısında karaboynuzlu gelincik (*Glaucium corniculatum*) 329

Fotoğraf 6.2. Pasinler ilçesi Çiçekli yerleşmesi güneyinde kuşekmeği-kuş madımağı (*Polygonum aviculare*).....332

Fotoğraf 6.3. Pasinler ilçesi Yavuzlu Mahallesi kuzeydoğusunda sarıçiçekli gazal boynuzu (*Lotus corniculatus*).....333

Fotoğraf 6.4. Teke dersi vadisinde ak üçgül (*Trifolium repens*).....333

Fotoğraf 6.5. Yavuzlu kuzeydoğusunda step formasyonu türlerinden sarı civanperçemi (*Achillea biebersteinii*) 334

Fotoğraf 6.6. Palandöken ilçesi Kayak Yolu çevresinde sarı papatya (*Anthemis tinctoria*).....334

Fotoğraf 6.7. Fakiriçmez Dere vadisinde yavşanotu (*Artemisia austriaca*) 335

Fotoğraf 6.8. Taşlıgüney güneybatısında mor peygamber çiçeği-acımık (*Centaurea depressa*) 335

Fotoğraf 6.9. Karavelet yerleşmesi güneyinde ilkbahar kanarya otu (*Senecio vernalis*).....336

Fotoğraf 6.10. Gerdekkaya yerleşmesi kuzeyinde sütleğen (*Euphorbia virgata*) 336

Fotoğraf 6.11. Pasinler ilçesine bağlı Alvar Mahallesi doğusunda yol kenarında çiçek açmış sığırkuyruğu (*Verbascum cheiranhifolium*) 337

Fotoğraf 6.12. Kara Tepe (1934 m) güneybatısında deve dikeni (*Cardus nutans*) 340

Fotoğraf 6.13. Çat ilçesi kuzeyinde yayla çiçeği-katlı sarıçiçek-bozoğlan (*Helichrysum plicatum*).....346

Fotoğraf 6.14. Yarmak Mahallesinin, güneydoğusunda alaca geven (*Astragalus alyssoides*) 346

Fotoğraf 6.15. Bulkasım Mahallesi'nin kuzeydoğusunda tüy başlı geven (*Astragalus lagurus*).....347

Fotoğraf 6.16. Yukarıçakmak Mahallesinin doğusunda Karadeniz geveni-laz geveni (*Astragalus ponticus*).....347

Fotoğraf 6.17. Kara Tepe'nin (1940 m) güneybatısındaki döküntüler üzerinde tutunmuş şark mavişi (*Veronica armena*).....348

Fotoğraf 6.18. Tabya Tepe (3017 m) kuzeyinde yüksek dağ-çayır toprakları üzerinde tutunmuş tüylü sandal otu (*Androsace villosa*).....354

Fotoğraf 6.19. Topalhasan Tepe (2579 m) kuzeydoğusunda boyacı papatyası (*Anthemis tinctoria*-sarı papatya).....354

Fotoğraf 6.20. Yataklarbaşı Tepe'nin (2927 m) batısında çan çiçeği (*Campanula ptarmicifolia*).....355

Fotoğraf 6.21. Büyük Ejder Tepe (3176 m) güneydoğusunda gökçe çan çiçeği (Campanula tridentata).....355

Fotoğraf 6.22. Alibaba Dağı (2931 m) kuzeyinde dağ muşmulası (*Cotoneaster nummularia*).....356

Fotoğraf 6.23. Kalaylı Dağı (3167 m) kuzeydoğusunda kafkas şifa otu (*Erigeron caucasicus*).....356

Fotoğraf 6.24. Palandöken Dağ'ında Subalpin ve Alpin formasyonları kuşağında bulunan ve Palandöken Dağları'na özgü endemik bir tür olan *Palandökenensis*.....357

Fotoğraf 6.25. Köroğlu Tepe (2549 m) zirve bölümünde kaba kuzukıran (*Hypericum scabrum*).....357

Fotoğraf 6.26. Alibaba Dağı (2931 m) güneyinde keten otu (*Linaria pyramidata*).....358

Fotoğraf 6.27. Büyük Ejder Tepe'nin (3176 m) güneydoğusunda unutmabeni (*Myosotis alpestris*).....358

Fotoğraf 6.28. Büyük Ejder Tepe (3176 m) güneydoğusunda boynuzlu korunga-dağ çöveni (*Onobrychis cortuna*).....359

Fotoğraf 6.29. Çamlıca yerleşmesi kuzeybatısında kuşburnu-köpek gülü (*Rosa canina*).....359

Fotoğraf 6.30. Tavşan Tepe (3063 m) güneybatısında kaya üzümü (*Sedum rubens*) ..360

Fotoğraf 6.31. Tavşan Tepe (3063 m) güneybatısında Sempervivum montanum.....360

Fotoğraf 6.32. Araştırma sahasında akarsu yataklarında iğde (*Elaeagnus angustifolia*) ve yabani iğde (*Hippophae rhamnoidesler*) bulunmaktadır..361

Fotoğraf 6.33. Yukarı Çakmak Mahallesi güneyinde katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus*) 362

Fotoğraf 6.34. Kayak yolu üzerinde Kent Ormanı'nda Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü tarafında dikilen sarıçamlar (*Pinus sylvestris*) 362

Fotoğraf 7.1. Palandöken Dağları'nın yüksek bölümlerinde eğim değerlerinin de artması ile temel ekonomik faaliyet olarak tarımın yerini hayvancılık almaktadır.....370

Fotoğraf 7.2. Yaz aylarında, ovalık alanlarda otlakların azalması nedeniyle aileler Palandöken Dağları'nın yüksek kesimlerine çıkarak kurdukları çadır ve ağıllarda hayvancılık faaliyetlerini devam ettirmektedir 371

Fotoğraf 7.3. Doğu Karadeniz kıyı kuşağı yerleşmelerinden çok sayıda göçer arıcı haziran ayı başlarından itibaren Palandöken Dağları'na gelmekte ve yaz ayları içinde bal üretimi gerçekleştirmektedir.....372

Fotoğraf 7.4. Büyük Ejder Tepe'nin (3176 m) kuzeyinde yer alan Hınısboğazı Kayak Merkezindeki tesislerden bir görünüm 376

Fotoğraf 7.5. Hınıs Boğazı Kayak Merkezi'nde Ejder Tepesi yakınları ile oteller bölgeleri arasında çeşitli liftlerden bir görünüm 378

Fotoğraf 7.6. Konaklı Kayak Merkezi, Türkiye Dağcılık Federasyonu'nun her yıl düzenlediği Dağcılık Kış Temel Eğitimi kampları ve askeri eğitimler açısından büyük öneme sahiptir 379

Fotoğraf 7.7. 15 Temmuz 2015'te heyelan sonucu çöken iniş pistinin yeniden inşaası devam etmektedir 380

HARİTALAR LİSTESİ

Harita 1. Palandöken Dağları'nın lokasyon haritası. 3

Harita 1.1. Araştırma sahasında yüzeylenen litolojik birimlerin jeolojik devirlere göre dağılışı. 24

Harita 1.2. Palandöken Dağları ve çevresinin jeoloji haritası 32

Harita 1.3. Türkiye'nin tektonik birlikleri 49

Harita 1.4. Erzurum ili deprem bölgeleri haritası. 69

Harita 1.5. Palandöken Dağları ve çevresindeki faylar ve bu faylarla bağlantılı meydana gelen magnitüd değeri 3,5 ve üzeri depremlerin episantr dağılışları 73

Harita 2.1. Palandöken Dağları ve çevresinin yükselti basamakları 80

Harita 2.2. Araştırma sahasının eğim haritası. 84

Harita 2.3. Palandöken Dağları ve çevresinin topografya haritası 89

Harita 2.4. Palandöken Dağları'nın jeomorfoloji haritası (Atalay 1978'den kısmen faydalanılmıştır) 95

Harita 3.1. Palandöken Dağları'nın yıllık gerçek ortalama sıcaklık dağılış haritası ... 189

Harita 3.2. Palandöken Dağları'nın ocak ayı gerçek sıcaklık dağılış haritası 190

Harita 3.3. Palandöken Dağları'nın temmuz ayı gerçek sıcaklık dağılış haritası 191

Harita 3.4. Palandöken Dağları'nda yıllık ortalama yağış tutarının alansal dağılışı ... 222

Harita 4.1. Palandöken Dağları'nın hidrografyası 262

Harita 5.1. Palandöken Dağları'nın toprak haritası 304

Harita 6.1. Palandöken Dağları'nın doğal bitki örtüsü 327

Harita 7.1. Palandöken Dağları ve çevresinin yükselti basamakları 367

Harita 7.2. Palandöken Dağları'nın eğim haritası 368

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Araştırma sahası sınırları içerisinde yer alan litolojik birimlerin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Yılmaz ve diğerleri (1989), Tarhan ve diğerleri (1992) ve Timur ve diğerlerinden (1994) yararlanılarak hazırlanmıştır) 23

Şekil 1.2. Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisinin diğer formasyonlarla ilişkisini gösteren jeolojik kesit..... 25

Şekil 1.3. Jeoloji haritasına ait işaretler 33

Şekil 1.4. Alibaba volkanitlerinin diğer formasyonlarla olan ilişkisini gösteren jeolojik kesit 34

Şekil 1.5. Araştırma sahası ve çevresinde tarihsel dönemde (1011-1887) meydana gelen önemli depremlerin yıllara ve şiddetlerine göre dağılımı..... 70

Şekil 1.6. Araştırma sahası ve yakın çevresinde aletsel dönemde (1900-2015) meydana gelen magnitüdü 3,5 ve üzeri olan depremlerin yıllara ve büyüklüklerine göre dağılımı 72

Şekil 2.1. Palandöken Dağları'nın hipsografik diyagramı..... 81

Şekil 2.2. Palandöken Dağları'nın hipsografik eğrisi 83

Şekil 2.3. Palandöken Dağları'na ait süperimpoze profil 103

Şekil 3.1. Erzurum ve Tercan'da aylık ortalama güneşlenme sürelerinin yıllık seyri.. 164

Şekil 3.2. Erzurum, Tercan, Pasinler ve Çat'ta Güneş'in belirli tarihlerde ufuk düzlemi üzerindeki yükseltisi..... 166

Şekil 3.3. Palandöken Dağları'nın güney yamaçları yıl boyunca, özellikle kış mevsiminde güneşlenme şiddeti bakımından daha avantajlıdır..... 166

Şekil 3.4. Erzurum, Pasinler, Horasan ve Tercan istasyonlarında, Sezer formülü yoluyla hesaplanan karasallığın yıllara göre dağılışı, ortalamaları ve doğrusal trendleri..... 172

Şekil 3.5. Palandöken Dağları ve çevresindeki meteoroloji istasyonlarında aylık ortalama sıcaklıkların seyri 175

Şekil 3.6. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama yüksek sıcaklıkların aylık değişimleri.....177

Şekil 3.7. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama düşük sıcaklıkların aylık değişimleri 178

Şekil 3.8. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da en yüksek sıcaklıkların aylara göre seyri 180

Şekil 3.9. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da en düşük sıcaklıkların aylara göre seyri.....182

Şekil 3.10. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da don olaylı günlerin uzun yıllık ortalama aylık durumu.....183

Şekil 3.11. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da don olaylı günlerin mevsimlere göre dağılışları ve oranları 185

Şekil 3.12. Erzurum, Horasan ve Tercan'da don olaylı günlerin uzun yıllık seyri, uzun yıllık ortalamaları ve doğrusal trendleri 186

Şekil 3.13. Erzurum, Horasan ve Tercan'da ortalama, maksimum ve minimum basınç değerlerinin aylara göre seyri.....194

Şekil 3.14. Rubinstein formülüne göre Erzurum ve Pasinler'in hâkim rüzgâr doğrultuları ve % frekansları.....198

Şekil 3.15. Rubinstein formülüne göre Horasan ve Çat'ta hâkim rüzgâr doğrultuları ve % frekansları.....199

Şekil 3.16. Rubinstein formülüne göre Tercan'da hâkim rüzgâr doğrultuları ve % frekansları.....200

Şekil 3.17. Erzurum'un mevsimlik ve yıllık rüzgâr gül diyagramları 202

Şekil 3.18. Pasinler'in mevsimlik ve yıllık rüzgâr gül diyagramları 203

Şekil 3.19. Horasan'ın mevsimlik ve yıllık rüzgâr gül diyagramları.....204

Şekil 3.20. Çat'ın mevsimlik ve yıllık rüzgâr gül diyagramları 205

Şekil 3.21. Tercan'ın mevsimlik ve yıllık rüzgâr gül diyagramları.....206

Şekil 3.22. Erzurum ve Tercan'da ortalama buharlaşma miktarlarının aylara göre seyri 208

Şekil 3.23. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama buhar basıncı değerlerinin aylara göre değişimi 211

Şekil 3.24. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama bağıl nem oranı ve ortalama sıcaklıkların aylara göre değişimi 211

Şekil 3.25. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama bulutluluğun aylara göre değişimi 213

Şekil 3.26. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da açık, bulutlu ve kapalı günlerin yıl içeresindeki oranları 215

Şekil 3.27. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama sisli günlerin aylara göre seyri 217

Şekil 3.28. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama yağış tutarlarının aylara göre değişimi 219

Şekil 3.29. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama yağış tutarlarının mevsimlere göre değişimi 221

Şekil 3.30. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'a ait muhtemel yağış diyagramları 223

Şekil 3.31. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da yıllara göre yağış tutarları 226

Şekil 3.32. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama yağışlı gün sayısının aylara göre seyri 229

Şekil 3.33. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama kar yağışlı gün sayısının aylık seyri 231

Şekil 3.34. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'ın Thornthwaite metoduna göre su bilançosu diyagramları 236

Şekil 3.35. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'a ait klimogramlar 240

Şekil 4.1. Karasu Nehri Aziziye akım gözlem istasyonuna ait toplam akım tutarlarının yıllara göre seyri 261

Şekil 4.2. *Karasu Nehri üzerindeki Aziziye akım gözlem istasyonuna ait uzun yıllık ortalama toplam akım değerlerinin, ortalama yağış tutarlarının ve ortalama sıcaklıkların aylara göre seyri* 261

Şekil 4.3. Hasankale Çayı Eğirmez akım gözlem istasyonuna ait toplam akım tutarlarının yıllara göre seyri 264

Şekil 4.4. Hasankale Çayı üzerindeki Eğirmez akım gözlem istasyonuna ait yıllık ortalama toplam akım değerlerinin, ortalama yağış tutarlarının ve ortalama sıcaklıkların aylara göre seyri 265

Şekil 4.5. Tuzla Çayı Gökçeşeyh akım gözlem istasyonuna ait toplam akım tutarlarının yıllara göre seyri 266

Şekil 4.6. Tuzla Çayı üzerindeki Gökçeşeyh akım gözlem istasyonuna ait yıllık ortalama toplam akım değerlerinin, ortalama yağış tutarlarının ve ortalama sıcaklıkların aylara göre seyri 267

Şekil 4.7. Pulur Çayı Sakalıkesik akım gözlem istasyonuna ait toplam akım tutarlarının yıllara göre seyri 268

Şekil 4.8. Pulur Çayı üzerindeki Sakalıkesik akım gözlem istasyonuna ait yıllık ortalama toplam akım değerlerinin, ortalama yağış tutarlarının ve ortalama sıcaklıkların aylara göre seyri 269

Şekil 4.9. Kale deresi Yarmak akım gözlem istasyonuna ait toplam akım tutarlarının yıllara göre seyri 270

Şekil 4.10. Kale deresi üzerindeki Yarmak akım gözlem istasyonuna ait yıllık ortalama toplam akım değerlerinin, ortalama yağış tutarlarının ve ortalama sıcaklıkların aylara göre seyri 270

Şekil 4.11. Masat deresi Bulkasım akım gözlem istasyonuna ait toplam akım tutarlarının yıllara göre seyri 272

Şekil 4.12. Masat deresi üzerindeki Bulkasım akım gözlem istasyonuna ait yıllık ortalama toplam akım değerlerinin, ortalama yağış tutarlarının ve ortalama sıcaklıkların aylara göre seyri 273

Şekil 6.1. Palandöken Dağları'nın K-G doğrultusundaki bitki formasyon alanlarını gösteren sadeleştirilmiş kesit.....326

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Palandöken Dağları ve çevresinde meydana gelen tarihsel dönem depremleri....70

Tablo 1.2. Palandöken Dağları ve çevresinde meydana gelen aletsel dönem depremleri (1900-2015)....71

Tablo 2.1. Palandöken Dağları yükselti kuşaklarının kapladığı alanlar ve toplam alana oranları....81

Tablo 2.2. Palandöken Dağları'nda eğim değerlerinin kapladığı alanlar ve araştırma sahasının toplam alanına oranları....83

Tablo 2.3. Kayakla atlama kuleleri heyelanının hemen ardından, heyelan alanından alınan Gelinkaya formasyonu ve dolgu malzemesi üzerinde yapılan analizler....137

Tablo 3.1. Araştırma sahası ve çevresinde bulunan meteoroloji istasyonları ve genel özellikleri....162

Tablo 3.2. Erzurum ve Tercan'da aylık ortalama güneşlenme süresi ve şiddeti....163

Tablo 3.3. Erzurum, Tercan, Pasinler ve Çat'ta Güneş'in belirli tarihlerde ufuk düzlemi üzerindeki yükseltisi....165

Tablo 3.4. Karasallık derecesinin belirlenmesinde kullanılan Sezer formülünün sınır değerleri....171

Tablo 3.5. Palandöken Dağları ve çevresindeki meteoroloji istasyonlarının yıllık ortalama sıcaklık değerleri....173

Tablo 3.6. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama yüksek sıcaklıklar....176

Tablo 3.7. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama düşük sıcaklıklar....177

Tablo 3.8. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da en yüksek sıcaklıklar, en yüksek sıcaklık günü ve yılı....179

Tablo 3.9. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da en yüksek sıcaklıklar, en düşük sıcaklık günü ve yılı 181

Tablo 3.10. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da don olaylı günler 183

Tablo 3.11. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da don olaylı günlerin mevsimlere göre dağılışları ve yüzdelik oranları 184

Tablo 3.12. Erzurum, Horasan ve Tercan'da ortalama, en yüksek ve en düşük basınç ve genlik değerleri 193

Tablo 3.13. Erzurum, Pasinler, Horasan, Çat ve Tercan'da çeşitli yönlerden esen rüzgârların esme sayıları ve frekansları 195

Tablo 3.14. Erzurum, Pasinler, Horasan, Çat ve Tercan'da Rubinstein formülüne göre mevsimlik ve yıllık hâkim rüzgâr doğrultuları ve frekansları 197

Tablo 3.15. Erzurum, Pasinler, Horasan, Çat ve Tercan'da ortalama rüzgâr hızları, en hızlı esen rüzgârların hızı ve en hızlı esen rüzgârların yönlerinin aylık seyri 201

Tablo 3.16. Erzurum ve Tercan'da aylık ve yıllık ortalama buharlaşma ve günlük maksimum buharlaşma miktarları 208

Tablo 3.17. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama buhar basıncı ve bağıl nemin aylara göre değişimi 210

Tablo 3.18. Erzurum, Pasinler, Horasan, Çat ve Tercan'da ortalama bulutluluğun aylara göre değişimi 212

Tablo 3.19. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama açık günler, ortalama bulutlu günler ve ortalama kapalı gün sayıları 214

Tablo 3.20. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama sisli günlerin aylık ve yıllık sayıları 216

Tablo 3.21. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama yağış tutarlarının aylara göre dağılışı ve yıllık ortalama toplam yağış tutarları 218

Tablo 3.22. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da mevsimlere göre yağış tutarları ve oranları 220

Tablo 3.23. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama yağış tutarlarının yıllara göre dağılımı 225

Tablo 3.24. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da yağışın yıllar ve mevsimler arası değişkenliği 226

Tablo 3.25. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama yağışlı günler, günlük maksimum yağış ve günlük yağış şiddetinin aylık değişimi 228

Tablo 3.26. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama kar yağışlı, ortalama kar ile örtülü gün sayıları ve en maksimum kar örtüsü kalınlığı..... 230

Tablo 3.27. Erinç Formülüne göre Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da aylık ve yıllık indis değerleri ile yağış etkinliği..... 232

Tablo 3.28. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'ın Thornthwaite metoduna göre su bilançoları ve iklim tipleri..... 234

Tablo 4.1. Karasu Nehri Aziziye akım gözlem istasyonuna ait yıllara göre aylık ve yıllık toplam akımlar ile uzun yıllık toplam akımların ortalaması..... 260

Tablo 4.2. Karasu Nehri Aziziye akım gözlem istasyonuna ait aylık ve yıllık ortalama akım miktarları (1985-2012) 260

Tablo 4.3. Hasankale Çayı Eğirmez akım gözlem istasyonuna ait yıllara göre aylık ve yıllık toplam akımlar ile uzun yıllık toplam akımların ortalaması (m^3/sn) 264

Tablo 4.4. Hasankale Çayı Eğirmez akım gözlem istasyonuna ait aylık ve yıllık ortalama toplam akım miktarları (1985-2012) 264

Tablo 4.5. Tuzla Çayı Gökçeşeyh akım gözlem istasyonuna ait yıllara göre aylık ve yıllık toplam akımlar ile uzun yıllık toplam akımların ortalaması (m^3/sn) 266

Tablo 4.6. Tuzla Çayı Gökçeşeyh akım gözlem istasyonuna ait aylık ve yıllık ortalama akım miktarları (1987-2012) 266

Tablo 4.7. Pulur Çayı Sakalıkesik akım gözlem istasyonuna ait yıllara göre aylık ve yıllık toplam akımlar ile uzun yıllık toplam akımların ortalaması (m^3/sn) 268

Tablo 4.8. Pulur Çayı Sakalıkesik akım gözlem istasyonuna ait aylık ve yıllık ortalama akım miktarları (1972-2012) 268

Tablo 4.9. Kale Deresi Yarmak akım gözlem istasyonuna ait yıllara göre aylık ve yıllık toplam akımlar ile uzun yıllık toplam akımların ortalaması (m^3/sn) 270

Tablo 4.10. Kale deresi Yarmak akım gözlem istasyonuna ait aylık ve yıllık ortalama akım miktarları (2003-2013) 270

Tablo 4.11. Masat Deresi Bulkasım akım gözlem istasyonuna ait yıllara göre aylık ve yıllık toplam akımlar ile uzun yıllık toplam akımların ortalaması (m^3/sn) 271

Tablo 4.12. Masat deresi Bulkasım akım gözlem istasyonuna ait aylık ve yıllık ortalama akım miktarları (1970-2012) 271

Tablo 4.13. Karasu Nehri Aziziye, Hasankale Çayı Eğirmez, Tuzla Çayı Gökçeşeyh, Pulur Çayı Sakalıkesik, Kale deresi Yarmak ve Masat deresi Bulkasım akım gözlem istasyonlarına ait yıllık ortalama toplam akım tutarlarının mevsimlere göre dağılışı ve yüzdelik oranları 275

Tablo 4.14. Aziziye ilçesi Büyük Çermik suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri 286

Tablo 4.15. Aziziye ilçesi Gelingeldi (İstasyon) çermiği suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri 287

Tablo 4.16. Aziziye ilçesi Kaynaklı çermiği suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri 288

Tablo 4.17. Aziziye ilçesi Oluklu çermiği suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri 289

Tablo 4.18. Aziziye ilçesi Zincirli Çermik suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri.....290

Tablo 4.19. Erzurum Merkez Yakutiye ilçesi Akpınar kaynak suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri 292

Tablo 4.20. Erzurum Merkez Yakutiye ilçesi Cennet Çeşmesi kaynak suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri 293

Tablo 4.21. Erzurum Merkez Yakutiye ilçesi Dabakhane kaynak suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri.....294

Tablo 4.22. Erzurum Merkez Paşapınarı kaynak suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri 295

Tablo 4.23. Erzurum Merkez Soğucak Mahallesi maden suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri 296

Tablo 4.24. Konaklı çermiği suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri 297

Tablo 4.25. Konaklı maden suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri.....298

Tablo 4.26. Asbuğa çermiği suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri.....299

Tablo 5.1. Araştırma sahasındaki bazı büyük toprak gruplarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları 312

Tablo 5.2. Palandöken Dağları'ndaki toprakların, kategori ve toprak gruplarına göre yüzölçümleri ve toplam yüzölçümüne oranları.....317

Tablo 6.1. Palandöken Dağları'ndaki antropojen step formasyonunu temsil eden bazı türlerin ait oldukları familyalar ve bu türlerin özellikleri.....330

Tablo 6.2. Palandöken Dağları'ndaki antropojen dağ step formasyonunu temsil eden bazı türlerin ait oldukları familyalar ve bu türlerin özellikleri 341

Tablo 6.3. Palandöken Dağları'ndaki subalpin ve alpin formasyonu alanında yer alan türlerin ait oldukları familyalar ve bu türlerin özellikleri.....350

Tablo 7.1. Palandöken Dağları ve çevresindeki yerleşmeler ve nüfusları (2015).....365

ÖNSÖZ

Palandöken Dağları'nın Doğal Ortam Özellikleri isimli bu çalışma, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Ana Bilim Dalı, Fiziki Coğrafya Bilim Dalı'nda hazırlanan bir doktora tezidir.

Çalışmada, ülkemizin Doğu Anadolu Bölgesi'nde Erzurum il sınırları içerisinde bulunan Palandöken Dağları'nda, doğal çevreyi meydana getiren jeolojik yapı, jeomorfolojik birimler, iklim, hidrografya, toprak, doğal bitki örtüsü ve doğal ortam-insan ilişkileri Fiziki Coğrafya metotları ile incelenmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda çalışmanın giriş bölümünde Palandöken Dağları'nın yeri ve sınırları, çalışmanın amacı ve önemi, saha ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalar ve araştırmada kullanılan materyal ve yöntemler hakkında bilgiler verildikten sonra birinci bölümde jeolojik yapı, ikinci bölümde jeomorfolojik birimler, üçüncü bölümde iklim, dördüncü bölümde hidrografya, beşinci bölümde toprak, altıncı bölümde doğal bitki örtüsü özellikleri ve son olarak yedinci bölümde doğal ortam-insan arasındaki etkileşim incelenmeye çalışılmıştır. Her bir bölümle ilgili yapılan çalışmalardan çıkarılan sonuçlar, ilgili bölümün sonunda sonuç başlığı ile verilmiştir.

Çalışmanın bu hale gelmesinde çok sayıda kişi ve kurumun katkıları olmuştur. Bu nedenle, doktora sürecimin başından itibaren benden desteğini esirgemeyen ve beni yönlendiren danışman hocam Doç. Dr. İbrahim KOPAR' a içtenlikle teşekkür ederim. Lisans, yüksek lisans ve doktora eğitimim sırasında her zaman ilgi ve yardımlarını gördüğüm, bana yol gösteren Prof. Dr. İhsan BULUT, Prof. Dr. Kenan ARINÇ, Prof. Dr. Saliha KODAY, Prof. Dr. Mehmet ZAMAN, Doç. Dr. Zeki KODAY, Doç. Dr. Mustafa ÖZDEMİR, Yrd. Doç. Dr. Cemal SEVİNDİ, Yrd. Doç. Dr. Günay KAYA ve Uşak Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Halil HADİMLİ'ye ve çalışma arkadaşım Yrd. Doç. Dr. Kübra ERHAN' a teşekkür ederim. Ayrıca saha çalışmalarım esnasında beni yalnız bırakmayan çalışma arkadaşlarım Yrd. Doç. Dr. Salih BİRİNCİ, Arş. Gör. Çağlar Kıvanç KAYMAZ ve Arş. Gör. Ferdi AKBAŞ'a da teşekkür ederim. Bununla birlikte çalışmada faydalandığımız tarihlendirme analizlerini gerçekleştiren Prof. Dr. Nafiye Güneç KIYAK'a, örneklerin alınması

konusunda yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Muhammet Zeynel ÖZTÜRK'e, örneklerin analizlere hazırlanmasında bana yol gösteren ve yardımcı olan Dr. Tuğba ÖZTÜRK'e, saha çalışmalarında beni yalnız bırakmayan, stratigrafi konusunda beni aydınlatan Doç. Dr. Mustafa KARABIYIKOĞLU'na; tezin düzeltilmesindeki katkılarından dolayı Prof. Dr. Ahmet Evren ERGİNAL'a, Prof. Dr. Tuncer DEMİR ve Doç. Dr. Mete ALIM'a; arazi çalışmaları esnasında benimle birlikte olan yüksek lisans öğrencisi Serdar KARAHAN, lisans öğrencileri Mehmet DEMİREL ve Olcay TAFLAN'a teşekkür ederim.

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 2012-522 nolu proje ile desteklenmiştir. Maddi olarak çalışmanın önemli bir bölümünü destekleyen Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na özellikle şükranlarımı sunarım. Son olarak manevi destekleri ile her zaman benim yanımda olan annem Zeynep ÇAKIR'a, babam Dursun ÇAKIR'a, kardeşim Gamze ÇAKIR HONDU'ya, ve doktora süresince çalışabilmem için maddi manevi ortamı hazır eden eşim Gülnur ÖZTÜRK ÇAKIR'a ve oğlum Yağız ÇAKIR'a çok teşekkür ediyorum.

Çağlar ÇAKIR

Erzurum, 2015

GİRİŞ

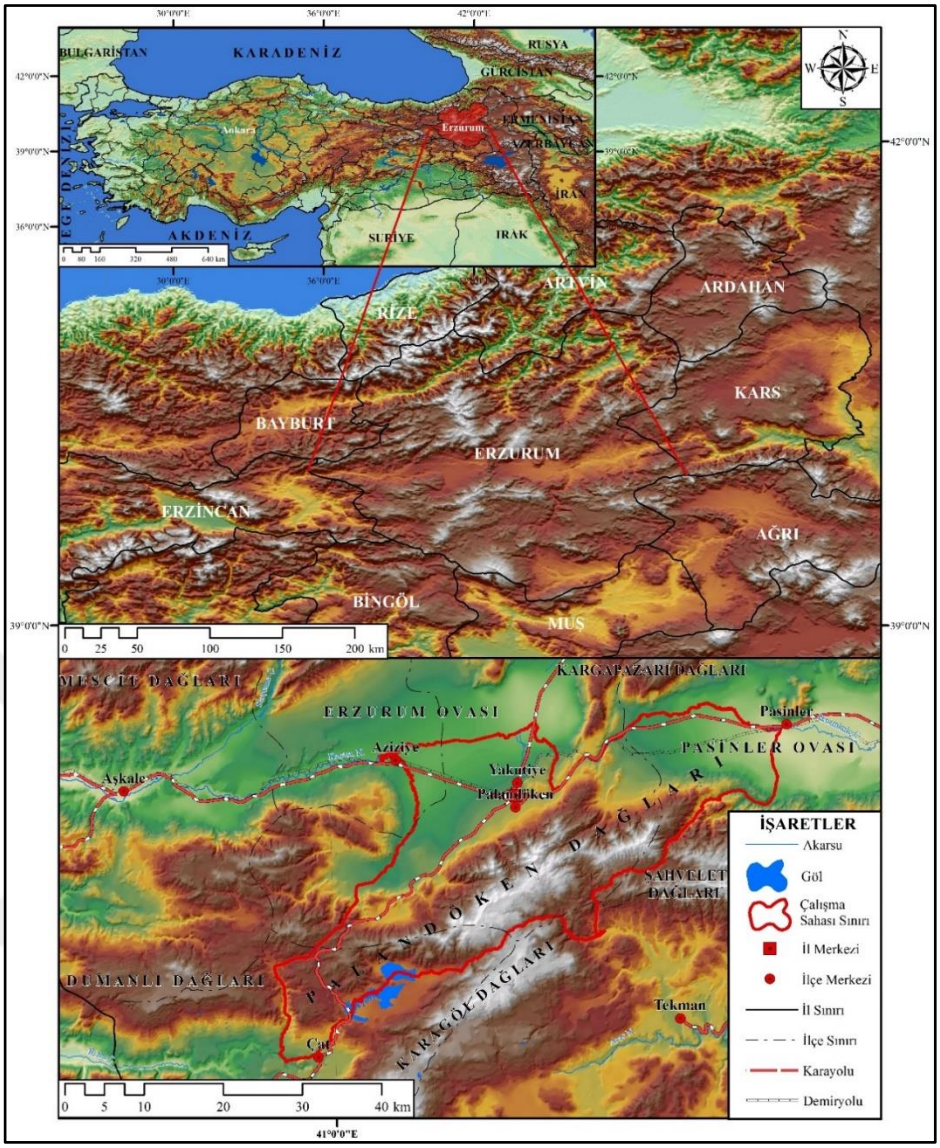
I. Araştırma Sahasının Yeri ve Sınırları

Palandöken Dağları, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Erzurum-Kars Bölümü'ndeki Erzurum Yöresi (Erol, 1993: 39; Arınç, 2011: 97) içerisinde yer almaktadır. İdari açıdan tümüyle Erzurum il sınırları içerisinde bulunan araştırma sahası 39° 36' 36.02" - 40° 0' 23.48" kuzey enlemleri ile 40° 54' 56.92" - 41° 39' 51.03" doğu boylamları arasında kalmaktadır. Jeomorfolojik bakımdan ise Karasu-Aras sıradağları bünyesinde yer alan Palandöken Dağları'nın sınırları onu çevreleyen akarsuların yatak derinliğinden geçen en alçak noktalar (talveg) esas alınarak belirlenmiştir. Buna göre zirveler kesiminden eteğe doğru devamlı eğimin sonlandığı yerdeki akarsuların kuşattığı kütle, çevresindeki diğer kütlelerden ayrı tutularak incelenmiştir. Bu bağlamda Palandöken Dağları'nın doğu sınırı Pasinler Ovası'nda Yaygı Dere'nin Pasinler (Hasankale) Çayı'na bağlandığı kesimde sonlanmaktadır. Kütlenin batı sınırı ise uç kısmında bulunan Yaylasuyu yerleşmesinden geçen Düz Dere'nin Kale Deresi'ne tabi olduğu kesime kadar uzanmaktadır. Palandöken kütlesinin kuzey sınırı önce Pasinler sonra da Erzurum çöküntüsündeki geniş ovada az derin vadiler tarafından sınırlandırılmaktadır. Nitekim kuzey sınır Pasinler Depresyonu'nda Yaygı Dere, Övenler Dere, Müceldisuyu Dere, Yiğittaşı Dere ve Hamam Dere gibi tabiler tarafından çizilmektedir. Kabaca batı-doğu eksenli Erzurum ve Pasinler depresyonlarını ayıran Deveboynu volkanik eşiği kuzey sınırın belli bir bölümünde sözü edilen akarsular için su bölümü rolünü üstlenmektedir. Eşikten batıya yönelen suların meydana getirdiği pek çok akarsu birleşerek önce Karasu Sazlığını ardından da Karasu Çayı'nı meydana getirirken, sınırın batı uzantısı da Karasu Çayını izleyerek Aziziye (Ilıca) ilçesi sınırları içinde kalan ve Karasu'ya bağlanan az derin Pulur Çayı vadisini takip eder. Bu kesimde sınır çizen belli başlı akarsular arasında Pulur Çayı'na bağlanan, Deliveli, Kümbet ve Kabanın dereleri gelmektedir. Özbek Ovası'nı geçen bu dereler kaynak sahalarını Köroğlu T. (2399 m) ile Topalhasan T. (2579 m) arasındaki yüksek eşiğe kadar uzatarak Palandöken'i Dumanlı Dağları'ndan ayıran boyun noktasına ulaşmıştır. Boyun, aynı zamanda belirgin bir su bölümü alanı durumunda olup güneybatıya yönelen başta Düz Deresi olmak üzere pek çok geçici akarsuyun kaynak yeridir. Palandöken kütlesinin batı sınırı işte bu akarsular tarafından tayin edilmektedir.

Palandöken Dağlarının güney sınırı büyük ölçüde Tuzla Çayı ve Kalaylı Dağı'nın (3167 m) G-GB aklanlarından kaynağını alan Başköy Deresi tarafından çizilmektedir. Çat Barajı'na ulaşan sular burada Tuzla Çayı ismiyle çıkarak Tercan Baraj Gölüne kadar uzun bir mesafeyi kat etmektedir. Palandöken'in güneydoğuya doğru uzanan bölümünde Karagöl ve Şahvelet dağlarıyla olan sınırları yine derin vadileri izleyen Aktaş, Kayataş, Mendek dereleri gibi akarsular tarafından belirlenmektedir. Bu kesimde Maden Dağı (2742 m) ile Hundul Dağı (2325 m) kuzeyinden geçen sınır Çamlıca ve Bulkasım derelerini izleyerek Pasinler Ovasına bağlanmaktadır.

Araştırma sahasının doğusunda Pasinler Depresyonu ve Şahvelet Dağları (2922 m); batı ve kuzeybatısında Dumanlı Dağları (2710 m), kuzeyinde Erzurum Depresyonu, Kargapazarı Dağları (3120 m) ve Pasinler Depresyonunun batı bölümü, güneyinde ise Karagöl Dağları (3057 m) uzanmaktadır (Harita 1).

Çalışma alanı kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda 75 km boyunca uzanmakta olup, hidrografik bakımdan Karasu ve Aras havzalarını birbirinden ayıran sınırın da bir bölümünü oluşturmaktadır. 1136 km^2'lik alana sahip Palandöken Dağları farklı aşınma nedeniyle oluşmuş zirvelere sahiptir. Bu zirveler içinde en büyüğü halk arasında Palandöken Dağı'nın zirvesi diye tanımlanan; ancak çok az insanın bildiği Büyük Ejder Tepe (3176 m) dir. Kütledeki diğer yüksek birimler; Kalaylı Dağı (Karakaya Tepe-3167 m), Eğerli Dağı (Eğerlidağ Tepe-2980 m), Alibaba Dağı (Alibaba Tepe-2931 m), Konakgörmez Dağı (Mabeyin Tepe-2602 m) ve Kuşaklı Dağı'ndan (2573 m) ibarettir. En yüksek zirvesini Büyük Ejder Tepe'nin teşkil ettiği Palandöken Dağları'nda yer alan diğer önemli zirveler ise Karakaya Tepe (3167 m), Küçük Ejder Tepe (3095 m), Kırkkulak Tepe (3085 m), Tavşan (Ebuzülal) Tepe (3063 m), Kızıllarbaşı Tepe (3036 m), Tabya Tepe (3017 m), Eğerli Dağı Tepe (2980 m), Alibaba Tepe (2931 m), Yataklarbaşı Tepe (2927 m), Ziyaret Tepe (2915 m), Yerlidağ Tepe (2874 m), Kumlubaşı Tepe (2857 m), Yıkıkdağ Tepe (2790 m), İkiz Tepeler (2723 m), Sultanseki Tepe (2716 m), Mabeyin Tepe (2602 m), Haşhaş Tepe (2600 m), Topal Hasan Tepe (2579 m), Köroğlu Tepe (2549 m), Sarımerek Tepe (2540 m), Çatbaşı Tepe (2428 m), Taşlı Tepe (2410 m), Köroğlu Tepe (2399 m) ve Büyükgökçi Tepe (2393 m) leridir.



Harita 1. Palandöken Dağları'nın lokasyon haritası.

II. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Doktora tez çalışması olarak hazırlanan bu araştırmanın amacı, Palandöken Dağları'nın doğal ortam özelliklerini (jeolojik, jeomorfolojik, klimatolojik, hidrografik, pedolojik, vejetatif) bütün yönleriyle ayrıntılı şekilde ortaya koymaktır. Bu bağlamda doğal ortam-insan arasındaki ilişkilere değinilmiştir. Palandöken Dağları'nın doktora tez çalışması olarak seçilmesinde, doğrudan Palandöken Dağları'nın doğal ortam özelliklerini hedefleyen bir fiziki coğrafya çalışmasının yapılmamış olması, hazırlanmış bazı çalışmaların coğrafya içerikli olsa dahi ya dolaylı ya da belirli bir konuya indeksli olması etkili olmuştur. Zaten literatür özeti incelendiğinde de görüleceği gibi sahayla ilgili çalışmaların ekseriyeti jeoloji, hidrojeoloji daha çok farklı bilim dallarına odaklı çalışmalardan oluşmaktadır.

Palandöken Dağları, Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan önemli bir tektonik kütledir. Bünyesinde geçmişin morfo-tektonik ve dinamik izlerini taşımakta olduğu için eski ve yeni jeolojik ve jeomorfolojik olayların evrimine ışık tutmaktadır.

Kütleyi hidrografik bakımdan öne çıkaran hususların başında, çevresindeki depresyonlara nispetle yüksek miktarda yağış alması, yağışın kar şeklinde düşmesi, karın yer kalma süresinin uzun olması, Aras ve Fırat gibi sınır aşan nehirleri beslemesi gelmektedir.

Palandöken Dağının kuzeybatıya dönük eteğinde Doğu Anadolu Bölgesi'nin en yüksekte kurulmuş şehri durumundaki Erzurum şehri yer almaktadır. Erzurum coğrafi konumu itibariyle Avrupa'dan Ortadoğu, Kafkaslar ve Türki Cumhuriyetlere uzanan tarihi ipek yolu üzerinde kalması dolayısıyla pek çok medeniyete ev sahipliği yapmıştır. Bunda Palandöken Dağları ve diğer dağların oluşturduğu tektonik olukların geçiş güzergâhı olmasının rolü büyüktür. Yükselti-bakı ve eğim koşulları kış turizmi bakımından önemli olanaklar sunmaktadır. Nitekim Palandöken Dağları ülkemizin sayılı kış turizmi merkezleri içerisinde yer almasını sağlarken ve özellikle 2011 Dünya Üniversiteler Arası Kış Olimpiyatları ile tanınırlığı artmıştır.

Bu ve benzer nedenlerle birçok bilim insanının dikkatini çeken Palandöken Dağları'nın Coğrafya biliminin kendine has metotları yanında, analitik ve istatiksel yöntemler de dahil olmak üzere tüm bileşenleriyle birlikte ele alınarak doğal ortam özelliklerinin ortaya koyulacak olması bu tez çalışmasını önemli yapmaktadır.

III. Araştırma Sahasıyla İlgili Yapılmış Olan Önceki Çalışmalar

Araştırma sahası ve yakın çevresi pek çok yerli ve yabancı bilim insanının ilgisini çekmiştir. Bununla birlikte bu çalışmaların ekseriyetinin jeoloji, hidrojeoloji, jeofizik, ziraat vb. gibi içeriklere odaklanmış çalışmalar olması dikkat çekicidir. Coğrafi araştırmalar bu çalışmalarla karşılaştırıldığında oldukça yetersiz düzeyde olup ya belli bir konuya odaklı çalışmalar ya da genel maksatlı çalışma hüviyeti göstermektedir. Söz konusu yetersizlik Palandöken Dağını anlatan çoğu yayında açıkça hissedilmektedir. Bu çalışmanın bu eksikliği gidereceği ümidini taşımaktayız.

Araştırma sahasıyla ilgili daha önce yapılan eski ve yeni çalışmalar şunlardır:

Lahn (1939), Palandöken Dağları'ndaki volkanik birimleri, bölgedeki Miyosen-Üst Miyosen volkanizmasıyla ilişkilendirmiş ve kütlenin tektonik olarak yükselmesinin de Pliyosen başlarına karşılık geldiğini belirtmiştir.

Lahn (1940), Çoruh Nehri ile Karasu Nehri arasında yaptığı jeolojik gözlemlerde Erzurum'u çevreleyen volkanik kütlelerde Burdugaliyen-Helvesiyen'den daha eski kısmen şistleşmiş andezit ve Üst Miyosen'den daha genç bazalt serilerinin varlığından söz etmiştir. Ayrıca yatay hareketler ya da volkanik aktivitelere bağlı olarak meydana gelen daha genç birimleri istisna kabul ederek Erzurum çevresini kıvrımlı Alp sisteminin tipik bir örneği olduğu fikrini ileri sürmüştür.

Lahn (1948), "*Erzurum Bölgesindeki Linyit Yataklarının Jeolojisi Hakkında Not*" isimli çalışmasında, sahadaki volkanik faaliyetlerin Oligosen'de başlayıp Miyosen'de genişleyerek devam ettiğini ve Neojen sonunda sona erdiğini açıklamıştır. Erzurum çevresinin büyük bir kısmının geniş ve kalın volkanik bir malzeme ile örtülü olduğunu, bu volkanitlerin trakitik andezitik bir alt seri ile bazaltik üst seriden meydana geldiğini ve bu serilerin tüf ara tabakaları içerdiğini söylemiştir.

Erinç (1953), Erzurum-Kars Bölümü'nün bugünkü morfolojik durumunun kıvrımlanma hareketleri ile açıklanamayacağını, topografyanın arızalı görünümünün Üst Neojen'e ait aşınım yüzeyinin çok yakın bir zamanda yükselmesi, dislokasyon hatları ile parçalanarak farklı seviyelerde bölümlere ayrılması ve yüksekte kalan sahaların şiddetli bir biçimde yarılması sonucu meydana geldiğini ifade emiştir. Bölgede Kuvaterner buzullaşmasının izlerine rastlandığını, Palandöken Dağları'nın da buzullaşmadan etkilendiğini, hatta kuzeye bakan yamaçlarında sirklerin olduğunu belirtmiştir.

Lahn (1956), "*Aras Nehri Amenajman Sahasının Jeolojik ve Sismolojik Durumu*" konulu çalışmasında araştırma sahasını Alp orojenik kıvrım bölgesi, sahayı örten genç arıza şebekesi ile ilgili olan çukurluk ve havzaları dolduran Oligosen, Neojen ve Kuvaterner çökelleri ile Tersiyer-Kuvaterner volkanik sahası olmak üzere üç bölgeye ayırmış; Palandöken Dağları'nı Alp orojenik kıvrım bölgesine dahil etmiş ve bu dağ sırasının kuzey ve güney Anadolu Alp kıvrımlarını birbirinden ayıran sınırın bir parçasını teşkil ettiğini açıklamıştır. Bununla birlikte bölgede Oligosen'den önce sona

ermiş olan orojenik hareketleri takip eden oldukça şiddetli dikey yönlü epirojenik hareketlerin varlığından söz etmiştir.

Saraçoğlu (1956), Türkiye Coğrafyası üzerine yaptığı çalışmalarının birinci cildinde, Doğu Anadolu Bölgesi'nin coğrafi özeliklerini ortaya koymaya çalışmıştır. Saraçoğlu, bölgenin morfolojisinde hâkim rolü kıvrımlanmanın oynadığını, bölgede tektonik anlamda sıkışmanın etkin olduğunu ve sıkışmanın en fazla gerçekleştiği alanın Erzurum meridyeninin doğu ve batısı olduğunu anlatmıştır. Çalışmada Palandöken Dağları hakkında da bilgiler veren araştırmacı, bu dağın Türkiye'nin en önemli havzalarından ikisinin (Aras ve Karasu-Fırat) su bölümü çizgisini teşkil ettiğine vurgu yapmıştır.

Onur (1961), Erzurum ve çevresinde sıcaklık ve yağış şartları üzerinde etkili olan hava kütleleri üzerinde durmuş; araştırma sahasında 2000-2250 m'den yüksek yerlerin 50-60 gün, 2500-3000 m'ye kadar yükselen yamaçların 60-70 gün, 3000 m'den yüksek alanlarda ise kar yağışlı gün sayısının 70 günden daha faza olduğunu ifade etmiştir.

Sür (1961 ve 1964), "*Pasinler Ovası ve Çevresinde Jeomorfolojik Müşahedeler" ve "Pasinler Ovası ve Çevresinin Jeomorfolojisi*" isimli çalışmalarında bölgenin Oligosen'de kara haline geldiğini, bu dönemde Pasinler Ovası ve çevresinin lagünlerle kaplı peneplen halinde olduğunu ifade etmiştir. Palandöken Dağları'nın araştırma sahasında kalan doğu bölümünün (Alibaba Dağı, 2931 m) ve aynı zamanda ovanın da temelini serpantinlerin teşkil ettiğini, dağlık bölümdeki düzlüklerin eski bir peneplenin kalıntıları olduğu ve bu düzlüklerin fay basamaklarına karşılık geldiğini tespit etmiştir.

Altınlı (1966), 1/500000'lik Erzurum, Cizre ve Van jeoloji paftaları üzerinden yapısal unsurlara göre Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinin jeolojik özelliklerini açıklamış, bölgede fiziksel parçalanmanın kimyasal ayrışmadan çok daha etkili olduğuna vurgu yapmıştır. Bunun yanında bölgedeki bazı jeomorfolojik unsurlara da değinmiştir. Bu bağlamda çevredeki dağlık sahalardan kaynağını alan akarsuların yerel taban seviyesini teşkil eden depresyonlara ulaşmasıyla seyelan olaylarının geliştiğinden, yamaç döküntülerinin ve birikinti konilerinin oluştuğundan; eğime bağlı olarak depresyona doğru gelişim gösteren birikinti konilerinin dağlık alanların eteklerinden depresyon tabanına doğru hafif eğimli yükseklikler meydana getirdiklerinden ve

oldukça geniş bir alan kaplayan bu nispeten yüksek eğimli birikinti konileri üzerinde yerleşme faaliyetlerinin geliştiğinden bahsetmiştir.

Altınlı (1967), 1966 yılında yayınladığı "*Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun Jeolojisi*" isimli yayınının devamını teşkil eden çalışmasında Erzurum Ovası'nın bir graben olmadığını belirtmiş, ancak Erzurum il merkezinin batısındaki bir fayın[1] bu konuda tartışmaya açık olduğunu söylemiştir. Erzurum ve Pasinlerin birinci dereceden deprem bölgesi olduğuna ve Erzurum'daki Miyosen çökellerinde sıcak su kaynaklarının varlığına değinmiştir. Araştırmacı, Erzurum yakınlarındaki bir birikinti konisini[2] kesen ve eğimlenmesine neden olan fayın ve o alandaki taraçaların mevcudiyetini Alp Orojenezi'nin son evresi olan Pasadenien'in hala aktif olduğu şeklinde yorumlamıştır.

Lange (1967), yaklaşık 10 günlük bir arazi çalışmasının sonuçlarını içeren "*Erzurum İlinin Linyit Olanakları*" isimli raporunda yeşil kayaç ve ofiyolitlerin Palandöken Dağları'nı meydana getirdiğini, bu yükseltinin Aras ile Karasu (Fırat) nehirleri gibi önemli iki nehir sistemi arasındaki su bölümü çizgisini meydana getirdiğini ifade etmiştir.

Kurtman ve Akkuş (1971), Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki ara basenler ve bunların petrol olanakları ile ilgili çalışmalarında Palandöken Dağları'nı ofiyolitik Mesozoyik yükselimi olarak tanımlamış ve Erzurum baseninde Tersiyer yaşlı çökellerin 6500 m, Eosen tabakalarının da 1200 m kalınlığında olduğu tahmininde bulunmuştur.

Pasquarè (1971), Erzurum güneyi ve güneybatısını içine alan sahanın Senozoyik volkanik faaliyetlerini ana hatlarıyla açıkladığı çalışmasında, bölgede ~~en~~ eskiden yeniye riyodasitik ve dasitik domlar, güçlü püskürme evresini takip eden andezitik domlar, obsidyen ve piroklastiklerce zengin koniler, bazaltik eksojen domlar ve bazaltik lav akıntıları ile bazaltik fissür volkanizması birimlerini tanımlamıştır. Bunula birlikte Palandöken Dağları'nı volkanik kökenli bir dağ sırası olarak tanımlamış ve başta Büyükejder Tepe (3176 m) olmak üzere Eğerlidağ Tepe (2980 m), Sultansekisi Tepe (2796 m) ve Gedikkaya Tepe'nin (2524 m) volkan konisi olduğunu iddia etmiştir.

DSİ (1972), Pasinler Ovası'nda yeraltı suyu miktarını ve özelliklerini tespit etmek, bunun yanında yeraltı suyu kaynaklarını geliştirme imkânlarını araştırmak

[1] Yazar çalışmasında söz konusu fayın lokasyonunu belirtmemiştir.
[2] Araştırmacı, belirttiği birikinti konisinin lokasyonu hakkında bilgi vermemiştir.

amacıyla hidrojeoloji etüdü yapılmıştır. Bu çalışmada Pasinler Ovası'nın kuzey ve güneyinde yer alan kıvrımların durumuna bakılarak bu bölgenin hem kuzey hem de güney yönlü iki hareket arasında bir ezilme ve kırılma zonu olduğu fikri benimsenmiştir. Alanın genel görünümüne bakılarak fayların bölgeye horst ve graben görünüşü verdiği ifade edilmiştir.

Onur (1972), 1929-1958 yılları arasındaki iklim elemanlarına ait rasatları değerlendirmiş, bu verilere dayanarak Erzurum Ovası ve çevresinin iklim karakterinde etkili olan hava kütleleri ve sahanın sıcaklık, yağış, rüzgâr özellikleri üzerinde durmuştur.

Acar (1973), Erzurum Ovası ve yakın çevresinin jeomorfolojik özelliklerini araştırdığı çalışmasında, Alp Orojenezi'nin son safhasında bölgede kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu fayların geliştiğini, bu faylardan çıkan volkanik materyallerin Palandöken Dağları ile birlikte ovayı çevreleyen diğer dağları meydana getirdiklerini belirtmiştir. Palandöken Dağları'nın, yan kolları fazla olan dik yamaçlı tabansız vadiler tarafından yarılmış plato görünümünde olduğunu ifade etmiştir. Bununla birlikte Büyük ve Küçük Kiremitlik tepelerinin kuzeyindeki dik yamaçların kırılma basamağına karşılık geldiğini, güneydeki az eğimli bölümün ise kırılma basamağı seki düzlüğü olduğunu ortaya koymuştur.

Başar (1973), Erzurum ilçe ve köylerinde ayrıntılı bir saha çalışması yaparak; Erzurum il genelindeki şifalı suların yerleri, mevcut yapısal durumları ve bir kısmının planları, flour testi sonuçları, çok az bir kısmının kimyasal analiz sonuçları ile hangi rahatsızlıklara iyi geldiğini kitap haline getirmiştir.

Sözer (1973), "*Erzurum Coğrafyası: Tabiî ve Beşerî Özellikler*" isimli yayınında sahanın jeolojik-jeomorfolojik özellikleri ve evrimi; klimatolojik, hidrografik ve vejetatif özellikleri hakkında öz açıklamalar yapmıştır.

Özdemir (1974), çalışmasında ilk olarak şifalı sularla ilgili kavramlara ve hangi elementlerin hangi rahatsızlıklara iyi geldiği hakkında bilgiler vermiştir. Daha sonra Erzurum ilindeki 59 şifalı su kaynağından numuneler alarak yaptırdığı fiziko-kimyasal analiz sonuçlarına yer vererek bu suların hangi rahatsızlıklara iyi geldiğini açıklamıştır.

Atalay (1978), Erzurum Ovası ve çevresinin jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerini incelemiştir. Palandöken Dağları'nın temelinde dasit-andezit bileşiminde

volkanik kütleler olduğunu ve bunların üzerinde diskordant olarak bazalt ve aglomeraların geldiğini ifade etmiş, sahadaki volkanizmanın andezit, bazalt ve trakitik lavların yüzeye çıktığı Oligosen'de başlayıp Miyosen başlarına kadar devam eden birinci devre ile Miyosen'de Kuvaterner başlarında bazalt lavlarının çıktığı ikinci devre olarak iki fasıla halinde gerçekleştiğini belirtmiştir.

DSİ (1978), Erzurum Ovası Hidrojeolojik Etüt Raporu'nda Erzurum Ovası'nın yeraltı ve yerüstü sularının özellikleri açıklanmıştır. Bu çalışmada volkanik formasyonlar içerisinde birçok fayın varlığından söz edilmiş ve bunların Kuzey Anadolu faylarının bir bölümü olarak nitelendirilmiştir. Erzurum Ovası'nın basamaklı faylara bağlı olarak gelişen bir graben görünümünde olduğu, Palandöken Dağları'ndaki ana fayların doğu-batı doğrultulu olduğu ifade edilmiştir.

Atalay (1983), Erzurum Ovası ve çevresindeki büyük toprak grupları üzerinde belirli alanlarda hendekler açmış ve bu noktalardan numuneler alarak toprakların horizon ile fiziksel ve kimyasal özelliklerini derinlemesine incelemiştir. Sahadaki alüvyal toprakların bir kısmı ile organik ve hidromorfik toprakların bünye olarak ağır olduğunu, bu toprakların tekstürünün balçıklı kil, killi balçık ve kilden müteşekkil olduğunu belirtmiştir. Killi bünyeye bağlı olarak taban suyu seviyesinin yüksek olmasının bu topraklarda tuzlanma ve alkalileşmeye sebep olduğunu vurgulamıştır. Palandöken Dağları'nın eteklerindeki kolüvyal topraklar ile bu silsilenin Erzurum Ovası'na bakan yamaçlarındaki litosollerin kumlu balçık ve kumlu tekstürde olduğunu, eğim değerinin yüksek olduğu yamaçlarda kumlu çakıllı litosollerin hakim olduğunu ortaya koymuş ve bu tekstür özellikleri nedeniyle bu toprakları hafif bünyeli topraklar grubuna dahil etmiştir. Palandöken Dağları'nın yüksek kesimlerindeki düz ve hafif eğimli alanlarda çayır örtüsü altında yer alan toprakların yüksek dağ-çayır toprakları olduğunu ve bu toprak grubunun da bünyesindeki kum miktarının fazla olması nedeniyle hafif-orta bünyeli topraklar sınıfına girdiğini ifade etmiştir.

Ardos (1984), Erzurum ve Pasinler ovalarının jeolojik, jeomorfolojik özelliklerini ve paleocoğrafik evrimini kısaca açıklamıştır. Söz konusu ovaların güneyinde yer alan Palandöken Dağları'nın kökeninin volkanik olduğuna, her iki ovanın kuzey ve güneyinde aktif fayların varlığına değinmiş ve güneyde aşınım yüzeyleri ile birikinti

konilerinin gelişimine değinmiş, bunların oluşumunda aşınmanın önemli rol oynadığına vurgu yapmıştır.

Gürbüz ve diğerleri (1984), Erzurum ve çevresinin linyit etüdünü yapmışlardır. Bu çalışmalarında sahadaki andezit, bazalt ve aglomeraların Üst Miyosen'den Alt Pliyosen'e geçişte Alpin orojenik hareketlere bağlı olarak meydana gelen volkanik faaliyetlerin bir sonucu olduğunu, bu volkanik unsurların geniş alanlara yayıldığını ve Erzurum Ovası'nın kuzey ve güneyindeki yükseltileri meydana getirdiklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca bu birimlerin alt seviyelerindeki aglomeralar içerisinde yer yer linyit varlığından söz etmişlerdir.

Hoşgören ve diğerleri (1984), 30 Ekim 1983 tarihinde meydana gelen, asıl etkisi köy yerleşmelerinde hissedilen Erzurum ve Kars depreminin nedenleri ve sonuçları üzerinde durulmuştur. Depremde can ve mal kaybının yüksek olmasında en temel etkenin yapı tekniği ile malzemeden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Koçyiğit ve diğerleri (1985), "*Karasu Havzası'nın (Erzurum) Tektonomorfolojisi ve Mekanik Yorumu*" konulu çalışmalarında Erzurum depresyonunun sol yanal doğrultu atımlı faylanmalarla oluştuğunu, depresyonun merkezi kısmında alüvyonların kalınlığının 800-1200 m arasında değiştiğini, bu değerlerin güneyde Palandöken Dağları'nın eteklerine doğru 400-500 m'ye düştüğünü belirtmişlerdir.

Şaroğlu ve Yılmaz (1986), Erzurum, Pasinler ve Horasan yöresinden denizin Orta Miyosen'de çekildiğini; Neotektonik dönem başında birbirleriyle ilişkili tek bir havza olan bu alanların, neovolkanizma ve neotektonik deformasyonlarla birbirlerinden ayrıldıklarını ileri sürmüşlerdir.

Yılmaz ve diğerleri (1987), Palandöken volkanitlerini yeniden tanımlayarak "*Solhan Volkanitleri*" olarak isimlendirmiştir. Araştırmacılar bu volkanitlerin üç dönemde oluştuklarını, ilk dönem volkanik etkinliğin Üst Miyosen'de başladığını ve bu lavların zayıf alkalin nitelikli trakibazaltik özellikte olduğunu ifade etmişlerdir.

Yılmaz ve diğerleri (1989), Erzurum güneydoğusunda yüzeylenen Ofiyolitli birimleri belirlemiş ve bunların stratigrafik ve tektonik özelliklerini açıklayarak söz konusu birimlerin evrimlerini irdelemişlerdir. Bunun yanında Doğu Anadolu Bölgesi'nde temele dair tespitler yapmışlardır.

Ercan ve diğerleri (1990), Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerindeki Neojen ve Kuvaterner volkanitlerine ayrıntılı jeokimyasal, radyometrik ve izotopik analizler yapmışlardır. Numunelerden alınan stronsiyum izotop oranlarının 0,70350-0,70640 arasında geniş bir aralık göstermesini, bölgede Anadolu ve Arap levhalarının birbirleriyle çarpışmalarından önce dalan Arabistan levhasına ait parçanın magmaya karıştığının belirtisi olarak yorumlamışlardır.

Açıkgöz ve Yıldırım (1994), Pasinler Ovası'nın jeolojisi ve jeotermal kaynakları hakkında çalışmalar yapmışlardır. Neotektonik dönemde havzada meydana gelen kabuk kalınlaşmasına bağlı olarak, kabuk altında kısmi ergimeye uğrayan kısımların yüzeye doğru sokulum yapmaları neticesinde gelişen ve jeotermal enerjinin ısı kaynağı olarak kabul edilebilecek volkanik kütlelerin varlığından söz etmişlerdir.

Ünal (1994), "*Pasinler Ovası'nın Coğrafi Etüdü*" konulu doktora tez çalışmasında ağırlıklı olarak Pasinler ilçesi sınırları dahilinde kalan sahanın beşeri coğrafya özellikleri üzerinde durmuş, beşeri coğrafya özelliklerine geçmeden önce jeomorfoloji, iklim, hidrografya, toprak ve bitki örtüsü özellikleri ile ilgili açıklamalar yapmıştır.

Doğanay (1997), Palandöken (Tekederesi) Göleti çevresinin rekreasyonel önemiyle ilgili yaptığı araştırmada gölet çevresinin doğal çevre özelliklerinden bahsederken Karnıyırtık Tepe (2239 m), Kabaktepe (2469 m), Karapınar Tepe (2452 m) ve İkindidağı Tepe'nin *volkanik tüf tepeleri* olduğunu söylemiştir.

Yarbaşı ve Bayraktutan (2001), "*Dadaşköy-Şükrüpaşa (Erzurum) Yerleşim Alanı Zemininin Geoteknik Özellikleri*" isimli çalışmalarında Dadaşköy, Şükrüpaşa ve İstasyon mahallerinde sekiz ayrı noktadan örnekler alarak bunlar üzerinde farklı deneyler yapmış ve bu sahanın jeoteknik özelliklerini sunmuşlardır. Fiziksel ve mekanik verilerin ışığında Erzurum il merkezi ve yakın çevresinde volkanik kaya zemin (Palandöken Volkanitleri), Kaba çakıllı alüvyon-volkanotortul istif (Gelinkaya Formasyonu), kaba kumlu çakıl, siltli kum mercekli kumlu çakıl ve çakıl mercekli siltli kum olmak üzere beş jeoteknik alan belirlemişlerdir.

Geçit (2002 ve 2009), Pasinler Ovası ve çevresinin iklimini konu alan çalışmalarında öncelikle sahanın iklimi üzerinde etkili olan jenetik ve dinamik faktörleri

açıklamış ve Pasinler Ovası ile yakın çevresinin iklim elemanlarına ait özelliklerini açıklamıştır.

Polat (2003), "*Karasu Havzası'nın Hidrojeomorfolojik Etüdü*" konulu doktora tez çalışmasında söz konusu sahayı jeolojik ve jeomorfolojik açıdan ayrıntılı bir şekilde incelemiştir. Araştırmacı çalışmasında, Palandöken Dağları'nın temel unsurunun ofiyolitler ve ofiyolitik melanj olduğunu söylemiştir. Bununla birlikte sahada glasiyal ve periglasiyal şekillerin varlığından bahsederek, Kalaylıbayırları mevkii ile batıda Ebuzülal Tepe (3090 m) arasında (Kalaylı Dağı) beş adet sirkin bulunduğunu ve bu sirklerin kuzeyinde moren depolarının varlığına işaret etmiştir.

Yarbaşı ve diğerleri (2003), Atatürk Üniversitesi yerleşkesi ve Palandöken Dağları'nın kuzeye bakan yamaçlarını da dahil ederek Yenişehir yerleşme alanından aldığı örneklere bir dizi testler uygulayarak söz konusu alanın zemin özelliklerini ortaya koymaya çalışmışlardır. Palandöken Dağları'nın kuzeye bakan yamaçlarından başlayarak Büyük ve Küçük Kiremitlik tepeleri ve Atatürk Üniversitesi yerleşkesine kadar uzanan sahadaki aktif fayların, alüvyon zeminin ve yeraltı suyunun bu alanın yerleşme planlamasını olumsuz yönde etkilediğini belirtmişler ve planlamanın nasıl olması konusunda önerilerde bulunmuşlardır.

Yarbaşı ve diğerleri (2004), genel olarak kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzanan sol yanal doğrultu atımlı fayların meydana getirdiği birincil sistem dışında Büyük ve Küçük Kiremitlik tepelerini birbirinden ayıran, Palandöken Dağları'nın yamaçlarından itibaren Yenişehir ve Yıldızken yerleşmelerinin arasında kuzeykuzeybatı-güneygüneydoğu doğrultusunda uzanan sağ ve sol yanal atımlı ikincil fay sisteminin varlığından söz etmişlerdir.

Doğanay ve Doğanay (2005), "*Palandöken Dağı'nın Kış Turizm Potansiyeli ve Değerlendirilmesindeki Yeni Gelişmeler*" başlıklı çalışmalarında Palandöken Dağı'nın topoğrafik yapısının ve bölgede etkili olan iklim şartlarının, bu sahanın Türkiye'nin hatta dünyanın önemli kış turizm merkezlerinden biri olması üzerindeki etkilerine vurgu yapmışlardır. Bu bağlamda Palandöken Dağı'nda kış turizminin geliştiği alanın, bu dağın kuzeye bakan aşınım yüzeyleri olduğunu açıklamışlardır.

Doğanay ve diğerleri (2005), Erzurum şehrinde 10 Ağustos 2005'te meydana gelen sel felaketinin sebepleri, sonuçları ve alınacak önemler üzerinde durmuşlardır. Sel

felaketinin, erozyonun etkin olduğu ve bitki örtüsü bakımından zayıf Palandöken Dağları'nın kuzeye bakan yamaçlarında sağanak şeklinde düşen yağışların yüzeysel akışa geçerek alt yapıdan kaynaklanan sorunların da etkisiyle meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Koday (2005), Erzurum ili topraklarının büyük bir bölümünün yüksek alanlardan oluşmasının, sıcaklık değerlerinin oldukça düşük olduğu karasal iklim şartlarının etkili olmasının ekme-biçme ve ekme-dikme faaliyetlerinden çok hayvancılık faaliyetlerini teşvik ettiğini, Palandöken Dağları'nın üzerindeki geniş düzlüklerin hayvancılık faaliyetleri için önemli alanlar olduğunu ifade etmiştir.

Kopar ve diğerleri (2005), 4-6 Mart 2004 tarihinde Pulur Çayı'nın taşmasıyla meydana gelen sel-taşkın felaketinin doğal ve beşeri sebeplerini açıklamış, bu felaket sonucu meydana gelen hasar hakkında bilgiler vermiş ve taşkınların ve bunların olası olumsuz etkilerinin önüne geçmek amacıyla önerilerde bulunmuşlardır.

Gülen (2006), "*Erzurum-Kars Plâto Sahasının İklim Özellikleri*" isimli Yüksek Lisans tezinde söz konusu sahanın iklim özelliklerini ayrıntılı bir şekilde açıklamıştır.

Ülker (2006), çalışmasında dağ sporları ve dağ turizmi, ülkemizdeki yüksek dağlar ile bunlar üzerinde var olan ve gelecek için potansiyeli olan kayak alanlarının değerlendirilmesi ile tanıtımı, geri kalmış yöreler olarak belirlenen orta yükseklikteki dağlık ve ormanlık alanların dağ sporları ve dağ turizm hareketleri ile nasıl kalkındırılacağının yanında bu amaçla yapılacak öncelikli yatırımlar ve proje alanlarının saptanması üzerinde durmuştur. Yazar bu çalışmada Palandöken Dağları'nın kar kalınlığı ve karın yerde kalma süreleri, burada bulunan kayak tesislerinin teknik, ulaşım ve konaklama ile potansiyel kayak alanlarının planlaması hakkında bilgiler vermiştir.

Yıldırım (2008), Yüksek Lisans tez çalışmasında Erzurum ili Tekman ve Pasinler ilçeleri arasında yüzeylenen ofiyolitik unsurların jeolojik ve petrografik özellikleri üzerinde durmuştur. Yaptığı arazi gözlemleri ve jeokimyasal analizler sonucunda söz konusu ofiyolitlere ait kayaçların; dalma-batma zonunda oluşmuş IAT (ada-yayı toleyitik) karakterli bir magmadan türedikleri ve Neotetis'in kuzey kolunun Üst Kretase'den itibaren kuzeye doğru dalmaya başlaması ile bu okyanus kabuğu üzerindeki, okyanusal kabukta gelişen yeni okyanus kabuğu (Suprasubduction) ürünleri olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Yarbaşı ve Kalkan (2009), Erzurum il merkezinde aktif faylar tarafından denetlenen alüvyal yelpaze depolarının geliştiği 28 ayrı noktadan zemine ait örnekler alarak bunlar üzerinde çeşitli testler uygulamışlar ve elde edilen verilere bağlı olarak belirtilen alanın jeoteknik haritasını hazırlamışlardır.

Bulut ve Özdemir (2010), araştırmalarında Palandöken kayak merkezinin turizme açılmasıyla dağılan kom yerleşmelerinin ardından kalan son kom yerleşmesi Beri Piri Komu'nun coğrafi özelliklerini açıklayarak, turizm-çevre etkileşiminin yerleşmeler üzerinde yarattığı somut değişimleri ele almışlardır.

MTA (2010), Erzurum ilinin maden ve enerji kaynakları konusundaki çalışmasında bu sahanın Pontid ve Anatolid kuşakları arasında Doğu Anadolu yığışım karmaşığı içerisinde yer aldığı, bölgede bulunan volkanik ve plütonik kayaçların baz metal (Cu, Pb, Zn ve Sn) ve epitermal yataklar (Au, Ag, Sb ve As) bakımından önemli olduğu ve Palandöken Dağları'nın da krom bakımından zengin bir potansiyele sahip olduğu ifade edilmiştir.

Koday ve Kaya (2012), Erzurum ilinin Palandöken Barajı'ndan önceki içme suyu kaynakları hakkında bilgiler vermişler, Palandöken Barajı'nın yapısal özellikleri ile Erzurum şehrinin içme ve kullanma suyu açısından ihtiyacının karşılanmasındaki önemi üzerinde durmuşlardır.

IV. Araştırmada Kullanılan Materyaller ve Metotlar

Palandöken Dağları'nın doğal ortam özelliklerini ortaya koymayı amaçlayan bu araştırmada tezin amacına uygun olarak farklı yöntemler uygulanmıştır. Araştırma sahasının jeolojisi, jeomorfolojisi, iklimi, hidrografyası, toprak ve arazi kullanım özellikleri, doğal bitki örtüsü ve insan-doğal ortam ilişkileri ve sonuçları farklı bölümler halinde ele alınmış ve gerekli hallerde aralarında bağlantılar kurulmuştur. Bu çalışma ofis, arazi ve laboratuvar safhaları gibi farklı aşamalarda gerçekleştirilmiştir.

IV.I. Ofis Çalışmaları

Araştırma sahasındaki arazi çalışmalarına başlamadan önce yapılan ofis safhasında bir çalışma planı hazırlanmış, farklı kurumların arşiv ve kütüphaneleri {(Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Devlet Su İşleri (DSİ), Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

(YEGM), Atatürk Üniversitesi, Erzurum İl Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü vb.} ile internet ortamında Palandöken Dağları, Erzurum ve yakın çevresi ile ilgili mümkün olduğunca geniş bir literatür taraması yapılmıştır. Taramalar sonucunda arazi çalışmalarında rehberlik edecek ve yapılan saha çalışmaları sonucunda elde edilen yeni verilerin üzerine ekleneceği bir veri tabanı oluşturulmuştur. Arazi çalışmalarından sonraki ofis çalışmalarında ise tezin yazılmasına başlanmıştır.

IV.II. Haritalama Çalışmaları

Çalışma alanının jeolojik, tektonik, jeomorfolojik, klimatik, hidrografik, pedolojik ve vejetatif özelliklerini belirlemek ve daha açık bir şekilde anlatabilmek amacıyla haritalar oluşturulmuştur. Haritalama çalışmalarında kaynak olarak Harita Genel Komutanlığı'na (HGK) ait 1/25000'lik (İ45-b3, İ45-c2, İ45-c3, İ46-a1, İ46-a1, İ46-a2, İ46-a3, İ46-a4, İ46-b1, İ46-b2, İ46-b3, İ46-b4, İ46-c1, İ46-c2, İ46-d1, İ46-d2, İ47-a1, İ47-a2, İ47-a4) ve 1/100000'lik (H45, H46, H47, İ45, İ46, İ47) topografya haritaları, MTA'ya ait 1/25000'lik (Yılmaz ve diğ., 1989; Tarhan ve diğ., 1992; Timur ve diğ., 1994; Açıkgöz ve Yıldırım, 1994) ve 1/100000'lik (H45, H46, H47, İ45, İ46, İ47) jeoloji haritaları kullanılarak araştırma sahası ve yakın çevresinin sayısal haritaları oluşturulmuştur. Hazırlanan sayısal topografya haritası kaynak olarak kullanılarak sahanın sayısal yükselti modeli oluşturulmuştur. Ayrıca Aster Gdem sayısal yükselti modelinden yararlanılmıştır. Arazi çalışmaları esnasında sahada belirlenen unsurların özelliklerini ortaya koymak için Google Earth görüntüleri kullanılmıştır. Topografya ve jeoloji haritaları başta olmak üzere bu doktora tez çalışmasında kullanılan tüm tematik haritaların üretiminde, sayısal yükselti modellerinin oluşturulmasında, modellemelerde, kesitlerin oluşturulmasında ve jeomorfometrik hesaplamalar için gerekli verilerin üretiminde ArcGis 10.2.1, Global Mapper 15, Surfer 11 ve Corel Draw X6 programları kullanılmıştır. Bunlara ek olarak çalışmada kullanılan bazı grafiklerin oluşturulmasında Grapher 9 programı kullanılmıştır.

IV.III. Arazi Çalışmaları

Araştırma sahasının doğal ortam özelliklerini belirlemek, fotoğraflama, morfometrik ölçümler ile diğer ölçüm işlerini yapmak ve laboratuvar analizleri için örnek toplamak amacıyla 2014 ve 2015 yılları temmuz, ağustos, eylül aylarında; yine bu yıllarda kar örtüsünün yerde olduğu fakat hava muhalefetinin olmadığı kış günlerinde Erzurum il sınırları içerisinde yer alan Palandöken Dağları'nda arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Daha önce ofis safhasında yapılan çalışmalardan elde edilen ön bilgiler, arazi gözlemleri ile karşılaştırılmış ve elde edilen yeni veriler haritalara işlenerek bunlarla ilgili notlar alınmıştır. Gerekli görülen unsurlardan konum ve yükseklik verileri Global Positioning System {GPS (Garmin Oregon 550)} yardımıyla elde edilmiştir. Saha çalışmaları sırasında ölçümler lazer metre (Leica Disto D410), 50 m'lik fiber makaralı metre ve 5 m'lik şerit metre kullanılarak yapılmıştır. Toprak ve bitki örtüsü özelliklerinin belirlenmesi amacıyla ana toprak gruplarından ve sahada tanımlaması yapılamayan bitkilerden örnekler alınmıştır. Gerek araştırma sahasının boyutu gerekse sınırlı bütçe nedeniyle yapılacak olan deneysel çalışmalarda sınırlamaya gidilmiş ve bu konuda birikinti yelpazelerine ağırlık verilmiştir. Bu amaç doğrultusunda birikinti yelpazelerinin proksimal, medyal ve distal bölümlerinde temel açmalarında ve akarsular tarafından yarılmış vadi yamaçlarında farklı sedimantasyon ortamlarında oluşmuş tabakalar belirlenmiştir. Bu tabakaların çökelme ortamı hakkında açıklayıcı veriler elde etmek ve istatistiksel çalışmalar yapabilmek amacıyla her tabakada 1 m^2'lik yüzeyde birim adette en büyük unsurların a, b ve c eksenleri ölçülmüştür. Bununla birlikte belirli bir yelpazenin medyal bölümünde 20 m'lik bir temel açmasından, en son ne zaman gün ışığına maruz kaldığını belirleyerek yaş tayini yapan Optically Stimulated Luminescence-Optik Uyarımlı Lüminesans (OSL) Yöntemi için en alttan yukarıya doğru belirlenen altı tabakadan dikey doğrultuda gün ışığı görmeyecek şekilde 8 cm çapında ve 80 cm uzunluğunda çelik borular çakılarak örnekler alınmıştır. Ayrıca borular aracılığıyla örnek alınan aynı altı noktadan kalsiyum karbonat, organik karbon, Endüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometre (ICP-MS=Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer) ve su içeriği analizleri için numuneler alınmıştır.

IV.IV. Laboratuvar Analizleri

Arazi çalışmaları sırasında birikinti yelpazesinden alınan örnekler yelpazeyi oluşturan tabakaların yaşı, çökeldikleri dönemlerdeki iklim ve yelpazeyi oluşturan akarsuyun akış özelliklerinin belirlenmesi ve yelpazenin oluşumu esnasındaki yaklaşık çökelme hızı hakkında bilgi vermeleri açısından önemlidir. Bu noktadan hareketle çeşitli laboratuvar analizleri yapılmıştır. Birikinti yelpazesini oluşturan tabakaların ne zaman oluştuğunu belirlemek amacıyla OSL, tabakaların oluştuğu dönemdeki iklim şartları hakkında bilgi vermesi ve yaş hesaplamalarında kullanılmak üzere kalsiyum karbonat, yine yaş hesaplamalarında kullanılmak amacıyla alınan örneklerden uranyum (U), toryum (Th) ve potasyum (K) değerlerinin belirlenmesi için ICP-MS ve tekrar yaş hesaplamalarında kullanılmak için su içeriği analizleri yapılmıştır. Analizler hakkında ayrıntılı bilgilere aşağıda yer verilmiştir.

a) Optik Uyarımlı Lüminesans Tarihlendirmesi (OSL-Optically Stimulated Luminescence)

OSL (Optically Stimulated Luminescence) ile tarihlendirme basit bir tanımla sediment malzemenin bulunduğu ortamda bulunduğu sürece almış olduğu radyasyon dozunun (eşdeğer dozun ya da paleodoz), sediment malzemenin bulunduğu doğal çevrenin yıllık radyasyon doz hızına bölümüdür (Kıyak, 2007).

$$\textit{OSL yaş (yıl)} = \textit{Eşdeğer doz (mGy)} / \textit{Doz hızı (mGy/yıl)} \quad (1)$$

Bu değişimlerin fiziksel mekanizması sediment malzemenin içinde bulunan kuvars mineralinin kristal yapısı ile bağlantılıdır. Malzemenin içinde bulunduğu doğal çevre radyasyonunun kaynağı yer kabuğunda var olan radyoaktif K-40 izotopu ile Uranyum ve Toryum bozunum zincirinde yer alan radyoaktif izotoplar ile kozmik ışınlardır. Yer kabuğunda bulunan radyoaktif izotopların yaydığı alfa, beta ve gama ışınları yanı sıra uzaydan yeryüzüne ulaşan yüksek enerjili kozmik ışınlar sediment malzeme içinde bulunan kuvars mineralinin kristal band yapısında yer alan valens elektronlarının uyarılmasına ve üst iletkenlik bandına geçmelerine neden olur. Uyarılan elektronlar yerlerine dönerken kuvars mineralinin yasak band aralığında bulunan tuzaklara yakalanırlar. Yakalanan elektronların bu tuzaklardan ışık uyarımı yoluyla serbest bırakılarak tuzaklardan serbest kalan elektronların sayısı ve dolayısıyla sediment malzeme tarafından alınan radyasyon dozu belirlenir. Buna eşdeğer doz ya da paleodoz

denir. Bu doz malzemenin o ortamda bulunma süresi ile bir başka deyişle jeolojik yaşı ile orantılıdır (Walker, 2005: 98).

Örnek Hazırlama ve OSL Ölçümleri

Kuvars ayrıştırılması ve OSL analizleri Işık Üniversitesi *Arkeometri Laboratuvarları*'nda yapıldı. İlk olarak örnekler kırmızı ışık altında elenerek 90–180 μm büyüklükte taneciklere ayrıldı ve karbonatları ayrıştırmak için örnekler önce HCl ile yıkanarak bekletildi. Ardından örneklerin içerisindeki organik unsurları temizlemek için hidrojen peroksit (H_2O_2) ile işleme tabi tutuldu. Daha sonra hidroflorik asit (HF) uygulanarak kuvars mineralinin dış yüzeyi aşındırıldı ve feldspat kontaminasyonundan temizlendi. Son olarak bir kez daha HCl uygulandı ve 50°C etüvde kurutuldu. Tüm kuvars ayırma işlemleri ve OSL ölçümleri karanlık ortamda kırmızı ışık altında gerçekleştirildi.

OSL ölçümleri için kuvars tanecikleri silikon sprey yardımıyla 1 cm çapında paslanmaz çelik diskler üzerine alınarak örneklerin OSL sinyalleri mavi ışık (470 nm) ve U-340 filtresi kullanılarak Risø TL/OSL okuyucusu ile ölçüldü (Bøtter-Jensen, 1997: 760). OSL ölçümleri Prof. Dr. Nafiye Güneç KIYAK tarafından yapılmıştır.

b) Kalsiyum Karbonat ($CaCO_3$) Analizleri

Kalsiyum karbonat analizi, kalsimetre aracılığıyla kalsiyum karbonat oranı belirlenecek bir örneğin seyreltilmiş hidroklorik asitle (HCl) tepkimeye sokularak örnekten çıkan karbondioksit (CO_2) gazının kapalı bir boruda tutulup hacminin ölçülmesi ve bir formül yardımıyla yüzde cinsinden değerinin hesaplanması prensibine dayanmaktadır. Bu çalışmada kalsiyum karbonat analizi, elde edilen sonuçların hem birikinti yelpazesinden örnek alınan tabakaların çökelimi esnasındaki nemlilik şartları hakkında bilgi vermesi hem de OSL yöntemiyle yaş tayininde yapılacak hesaplamalarda kullanılmak üzere yapılmıştır. Kalsiyum karbonat analizi şu şekilde gerçekleştirilmiştir: Öncelikle, alınan her bir örnek havanda dövülerek öğütülmüştür. Öğütülen her numuneden 0,5 g tartılmıştır. Tartılan bu örnekler kalsimetre şişesine konulmuş, bu şişenin içerisine örneği tepkimeye sokmak amacıyla 4-5 ml seyreltilmiş (% 10) hidroklorik asit (HCl) kalsimetre şişesinin içerisine sığacak daha küçük bir kaba konularak pens yardımıyla dikkatli bir şekilde kalsimetre şişesine yerleştirilmiş ve şişenin ağzı gaz çıkışı olmaması için sıkıca kapatılmıştır. Daha sonra şişe çalkalanarak

seyreltilmiş HCl ile örneğin tepkimeye girmesi sağlanmış ve tepkime bitene kadar kalsimetre şişesi çalkalanmaya devam etmiştir. Tepkime sona erdikten sonra kalsimetre üzerinde okunan değer aşağıda verilen formül aracılığıyla hesaplanarak yüzde cinsinden değeri elde edilmiştir.

$$V_0 = \frac{(273.15) \cdot V \cdot (P - p)}{(273.15 + t) \cdot 760} \quad (2)$$

$$\%CaCO_3 = \frac{0.44 \cdot V_0}{A} \quad (3)$$

V_0 = Normalleştirilmiş su buharı basıncı (cm^3)

V = Kalsimetre üzerinde okunan CO_2 hacmi (cm^3)

P = Ölçüm anındaki hava basıncı (mm Hg)

p = Ölçüm anındaki mevcut sıcaklıktaki su buharı basıncı

t = Ölçüm anındaki sıcaklık (^oC)

A = Analiz yapılan örnek miktarı (g)

Arazide alınan örnekler içerisindeki $CaCO_3$ miktarı, Ardahan Üniversitesi İnsani Bilimler ve Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü *Hidrobiyoloji ve Sedimantoloji Laboratuvarı*'nda *Scheibler kalsimetresi* kullanılarak belirlenmiştir.

c) Endüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi (ICP-MS: Inductively Coupled Plasma-Mass Spectometer) Analizleri

Endüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometrisi, örneklerin yüksek sıcaklıktaki bir plazmaya, genellikle argon gönderilerek moleküler bağların kırıldığı ve atomların iyonlaştırıldığı bir analitik tekniktir. Genel olarak bir solüsyon halinde örnek giriş sistemi aracılığıyla nebulizöre ve sprey odacığına sunulur. Burada yüksek hızlı argon akışı sayesinde örnek solüsyonu sisleştirilir. Sadece çok küçük damlacıklar argon plazmasına taşınır, diğerleri doğrudan atığa gider. 6000 K sıcaklıklardaki plazma örneği buharlaştırır ve iyonize eder. İyon akışı atmosferik basınçtan örnekleyici (sampler) ve süzücü (skimmer) konlar aracılığıyla yüksek vakumlu bir ortama gider. Sonra iyon akımı iyon lensleri aracılığıyla quadrupola odaklanarak kütle filtresine

yönlendirilir. İyonlar kütle spektrometrede kütle yük oranına göre ayrılırlar ve detektör tarafından ölçülürler[3].

Optik uyarımlı lüminesans tarihlendirmesinde toplam çevre dozunu U ve Th bozunum zinciri ürünleri ile K-40 izotopu ve kozmik ışınlar oluşturmaktadır. Bu bağlamda yıllık doz oranının hesaplanabilmesi için alınan örneklerdeki U, Th ve K değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu analiz OSL yönteminde hata payını en aza indirgeyerek mutlak yaşın doğru bir şekilde hesaplanmasını sağlamaktadır. Bu amaçla alınan örnekler 200 g olarak tartılıp hazırlanarak ICP-MS analizlerinin yapılması için akredite bir kurum olan *Acme Analytical Laboratories*'e (Vancouver-Canada) gönderilmiştir.

d) Su İçeriği (Water Content) Analizi

OSL yöntemiyle mutlak yaşın doğru bir şekilde hesaplanabilmesi için gerekli olan bir diğer veri de örneklerin su içeriğidir. Su içeriği analizi, sabit ağırlıktaki bir örneğin araziden alındığı, suya doygun olduğu ve etüvde kurutularak bünyesindeki nemin tamamen uzaklaştırıldığı hallerde ağırlık ölçümlerinin yapılıp birbirine oranlanarak yüzde cinsinden değerinin belirlenmesi temeline dayanmaktadır. Bu amaçla örnekler tartılacakları kabın darası alındıktan sonra araziden alındığı haliyle 500 g olarak tartılmıştır. Hazırlanan bu numunelere üzerlerini örtecek şekilde su ilave edilmiş ve 24 saat bekletilerek suya doygun hale gelmeleri sağlanmıştır. Daha sonra suya doygun örnekler tekrar tartılarak değerler kayıt altına alınmıştır. Suya doygun şekilde ağırlıklarının belirlenmesinin ardından örnekler etüvde 105 ^{o}C'de kurumaya bırakılmıştır. Örnekler tamamen kuruduktan sonra tekrar tartılarak elde edilen tartım sonuçlarına göre numunelerin su içeriği aşağıdaki formül aracılığıyla hesaplanmıştır.

$$u = \frac{Mvet - Mdry}{Mdry} \tag{4}$$

u : Su içeriği (%)

M_{vet}**:** Örneğin kuru ağırlığı (g)

M_{dry}**:** Örneğin ıslak ağırlığı (g)

[3] http://www.selcuk.edu.tr/ileri_arge/birim/web/sayfa/ayrinti/5875/tr

Örneklerin su içeriği analizleri Ardahan Üniversitesi İnsani Bilimler ve Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü *Hidrobiyoloji ve Sedimantoloji Laboratuvarı*'nda yapılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

JEOLOJİK ÖZELLİKLER

1.1. Litolojik Yapı

Yapı, yer şekillerinin oluşmaya başlaması, evrimi ve özellikleri hususunda son derece önemli bir rol oynamaktadır. Yapı denilince akla hem dünyamızın katılaşmış yerkabuğunu oluşturan mineraller ve kayaçlar hem de tektonik anlamda bu kayaçların meydana getirdiği tabakaların yatay, monoklinal, kıvrımlı, faylı özellikte olmaları gelmektedir (Erinç, 2000: 3-4).

Araştırma sahasında, rölyef şekillerini gelişiminde büyük öneme sahip olan Triyas ile Kuvaterner aralığında litolojik birimler yüzeylenmektedir (Harita 1.1). Sadece Paleozoyik yaşlı litolojik birimler yüzeylenmemektedir. Paleozoyik yaştaki formasyonların görünmemesinin nedeni, muhtemelen bu birimlerin Miyosen volkanizmasına bağlı volkanik kayaçlar tarafından örtülmesidir. Çalışma alanında (1136 km^2) en geniş dağılışa sahip litolojik birimler, volkanik ve tortul kayaçlarla temsil edilen Neojen litolojik birimleridir (555 km^2, % 49). 411 km^2 bir alanda yüzeylenen Kuvaterner alüvyonları ikinci en geniş dağılışa sahip litolojik unsurları teşkil ederken (% 36), bu formasyonları 111 km^2 lik bir görülen Üst Kretase (% 10), 58 km^2 alana sahip Paleojen (% 5) ve 1 km^2 bir alanla Triyas yaşlı litolojik birimler takip etmektedir. Aşağıda jeokronolojik olarak en eskiden en yeniye doğru litolojik birimler hakkında ayrıntılı açıklamalar yapılacaktır.

1.1.1. Mesozoyik

Araştırma sahasında Mesozoyik, Triyas yaşlı matemorfik kayaçlardan oluşan Karataştepe Formasyonu, Üst Kretase yaşlı Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisi, Şahvelet Ofiyolitleri ve pelajik kireçtaşlarından oluşan Üzümpınar Formasyonu tarafından temsil edilmektedir (Harita 1.2).

1.1.1.1. Triyas

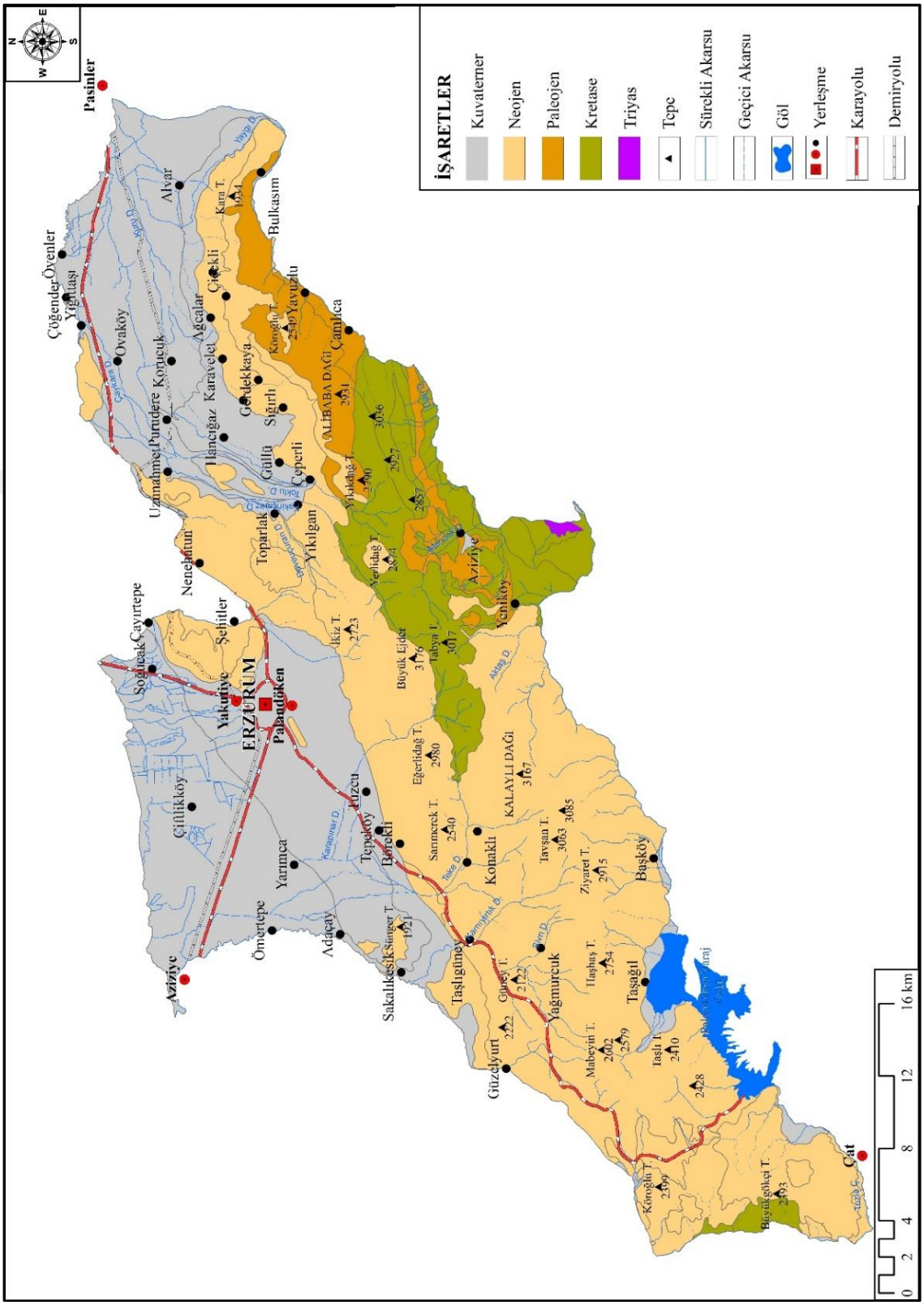
1.1.1.1.1. Karataştepe Metamorfitleri

İlk kez Yılmaz ve Uysal (1988) tarafından isimlendirilen Karataştepe metamorfitleri, araştırma sahasının en yaşlı litolojik birimidir (Şekil 1.1). Yer yer

metakarbonat ara tabakaları da içermek suretiyle şist, metamorfizmaya maruz kalmış bazit, tüf, kumtaşı, şeyl ve çört ardalanmasından meydana gelmektedir (Yılmaz ve Uysal, 1988: 5). Formasyon içerisinde nadir olarak gözlemlenebilen granat-mikaşistlerin bünyesinde az miktarda kuvars ve muskovit, yüksek oranda feldspat bulunmaktadır. Başkalaşıma uğramış volkanik unsurlar muntazam şekilde foliasyon gösterir (Yılmaz ve Uysal, 1988: 5). Metakarbonatlarda tespit edilen *Involutina sp.* ve *Ammobaculites sp.* fosilleri, birimin bir bölümünün Triyas yaşta olduğunu göstermektedir (Yılmaz ve diğ., 1989-b: 10). Sahada Geçit köyünün kuzeyinde dar bir alanda mostra vermektedir (Çalışma alanı içerisinde yüzeylendiği alan 1 km^2 dir). Bu formasyon, Şahvelet ofiyolitleri üzerine bindirmelidir.

SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR
KUVATERNER			Alüvyon		Çakıl, kum, kil, mil
			Eski Alüvyon		Eski alüvyon, çakıl, kum, kil, mil
TERSİYER			Gelinkaya Formasyonu		Boz, gri ve sarımsı renkli çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, kiltaşı, marn, tüfit ve aglomera ardalanması
			Çoraktepe Volkanitleri		Andezitik lav ve koyu gri-sarımsı, yer yer turuncumsu, kalın katmanlı ignimbritik tüf
			Yastıktepe Formasyonu		Kırmızı, turuncumsu-morumsu konglomera, kırmızımsı kumtaşı ve kiltaşı, yer yer jips ara katkılı
			Palandöken Volkanitleri		Tüf, aglomera, piroklastikler, andezitik ve bazaltik lavlar
		Akitaniyen-Burdigaliyen	Kireçtaşı Üyesi		Kısmen mercek, kama ve ara katkılı şekilde ince kireçtaşı kısmen de oldukça kalın, sığ resifal kireçtaşı, tüflü-killi kireçtaşı ve kalkarenit
			Erzani Üyesi		Çakıltaşı, çamurtaşı, kumtaşı, kumlu-çakıllı-siltli çamurtaşı
			Adilcevaz Formasyonu		Resifal kireçtaşı
	Üst Kretase-Paleosen-Eosen	Maastrihtiyen-Lütesiyen	Alibaba Volkanitleri		Porfirik andezit ve piroklastikler
			Yayalasırtı Gabrosu		Gri, yeşilimsi gabro
			Aziziye Formasyonu		Gri, yeşilimsi gri, yer yer kırmızımsı; orta ve kalın katmanlı kumtaşı, kiltaşı ve şeyl ardalanması
TRİYAS-JURA-KRETASE			Şahvelet Ofiyolitleri		Serpantin, peridotid, gabro ve diyabaz
		Kamp.	Üzümpınar Formasyonu		Pelajik Kireçtaşı
			Anadolu Ada Yayı Volkano-Sedimanter Serisi		Lav, piroklastik materyaller, kırıntı, fliş, platform karbonatları, olistostromal nitelikte rekristalize kireçtaşı, pelajik ve türbiditik tortullar
			Karataştepe Metamorfitleri		Metakarbonat ara tabakalı şist, metamorfizmaya maruz kalmış bazit, tüf, kumtaşı, şeyl ve çört ardalanması

Şekil 1.1. Araştırma sahası sınırları içerisinde yer alan litolojik birimlerin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Yılmaz ve diğerleri (1989), Tarhan ve diğerleri (1992) ve Timur ve diğerlerinden (1994) yararlanılarak hazırlanmıştır).

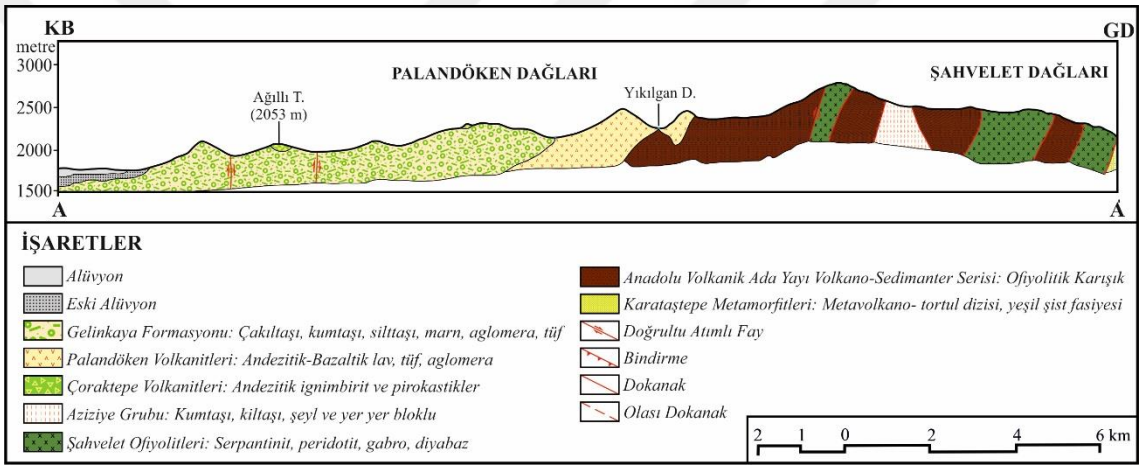


Harita 1.1. Araştırma sahasında yüzeylenen litolojik birimlerin jeolojik devirlere göre dağılışı.

1.1.1.2. Kretase

1.1.1.2.1. Anadolu Ada Yayı Volkanoklastik-Sedimanter Serisi

Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisi, araştırma sahasının toplam yüzölçümünde % 7,3'lük (83,3 km^2) bir alan kaplamaktadır. İnceleme alanının batısında Büyükgökçi Tepe (2393 m) batısında kuzey-güney doğrultusunda; Eğerli Dağı (2980 m), Büyükejder Tepe (3176 m), Fakiriçmez Dere yatağı ve Alibaba Dağı'nın (2931 m) zirvesi boyunca çizilecek bir hattın güneyinde ve Aziziye köyünün güney, güneybatısı ile doğu ve kuzeydoğusunda, kendinden daha genç örtü formasyonlarının sıyrıldığı alanlarda mostra vermektedir (Fotoğraf 1.1). Bu formasyonun dokanak ilişkisi genellikle bindirmelidir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisinin diğer formasyonlarla ilişkisini gösteren jeolojik kesit.

Egemen kayaç türlerini lav, piroklastik materyaller ve pelajik çökellerin oluşturduğu, Palandöken Dağları'nın temelini teşkil eden bu melanj birimini Koçyiğit (1985) *Anadolu ofiyolitik karışığı* (Koçyiğit, 1985: 69), Yılmaz ve diğerleri (1986 ve 1988) *Sakaltutan grubu* (Yılmaz ve diğ., 1986: 23; Yılmaz ve diğ., 1988-b: 42), Yılmaz ve Uysal (1988) *Bozyokuştepe karışığı* (Yılmaz ve Uysal, 1988: 5) olarak isimlendirmiştir. Söz konusu formasyonun karışık görünümünün yanında, yer yer sedimanter unsurlar ile lav ve volkanitlerden oluşan düzenli bir yapı göstermeleri, ayrıca bu yapıların genel tektonizmadan bağımsız olarak, çökelme evresi sırasındaki tektonizma, denizaltı vokanizması; kayma ve yer çekimi kuvvetine bağlı unsurların da yer aldığı denizaltı çökellerinden oluşan karışık bir özellik göstermesi nedeniyle Tarhan tarafından *Anadolu volkanik ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisi* olarak isimlendirilmiştir (Tarhan, 1991: 14-19). Bu litolojik birim lav, piroklastik materyaller,

kırıntı, fliş, platform karbonatları, olistostromal nitelikte rekristalize kireçtaşı ile pelajik ve türbiditik tortullardan meydana gelmektedir (Tarhan, 1991: 14). Karışığın hamurunu oluşturan volkanik unsurlar ile çökeller, düşük derecede metamorfizmaya maruz kalmıştır (Yılmaz ve Uysal, 1988: 6). Seriyi oluşturan lav ve piroklastik materyaller, denizaltı volkanizmasının ürünüdür. Karışık içerisindeki volkanik unsurların yatay ve dikey doğrultuda tekrarlanması ya da farklılıklar göstermesi, bu unsurların tek bir ada yayından değil, yan yana dizilmiş (genellikle doğu-batı yönünde) birden fazla volkanik ada yayı serisinden oluştuğu fikrini akla getirmektedir. İstifin içeriğinde metalik ve ağır cevher minerallerinin bulunması, derin deniz ortamında gelişen denizaltı volkanizmasının kanıtını teşkil etmektedir (Tarhan, 1991: 16-17).



Fotoğraf 1.1. Aziziye köyü güneyinde Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisini temsil eden ofiyolitli melanj.

Formasyonun yaşı tartışmalıdır. Karışık içerisinde yer alan kireçtaşlarında yapılan paleontolojik çalışmalar sonucunda Karbonifer ile Türoniyen (Üst Kretase) aralığında *Marginotruncama sp., Helvetoglobotruncana cf. Helvetica BOLLİ, Ticinella sp., Hedbergella sp., Marginotruncana Coronata (BOLLİ), Marsonella sp., Globotruncaniidae, Globigerıniidae, Psedotextularia sp., Dicarınella sp., Vidalina cf. Martana FARİNACCİ, Vidalina sp., Lageniidae, Frondicularia sp., Sünger spikülleri ve Echinoidea plak ve dikeni* fosilleri tespit edilmiş ve Tarhan (1971) bu litolojik birime

Üst Paleozoyik-Mesozoyik yaşını vermiştir (Tarhan, 1991: 15-16). Ancak Yılmaz ve Uysal (1988), bu ofiyolitli karışığa Erken Üst Kretase yaşı vermişlerdir (Yılmaz ve Uysal, 1988: 6).

1.1.1.2.2. Üzümpınar Formasyonu

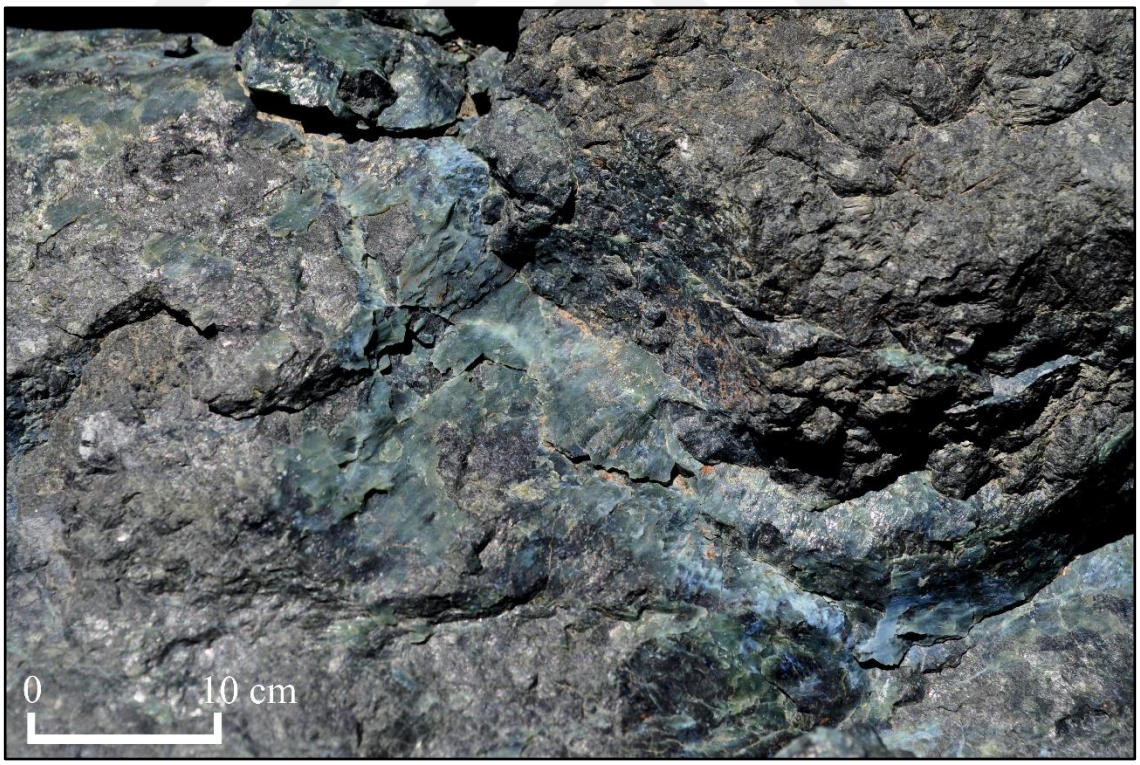
Şahvelet ofiyolitlerinin üzerine bindirmeli olarak gelen Üzümpınar formasyonu, kırmızımsı renkte pelajik kireçtaşlarından meydana gelmektedir. Kireçtaşı her noktada aynı özelliği göstermemektedir. Yer yer gri ve yeşilimsi renktedir. Orta ve ince kalınlıkta düzenli bir katmanlanma göstermektedir. Formasyonu oluşturan kireçtaşları oldukça fazla kırıklı ve çatlaklıdır. Birimin alt seviyelerinde kırıntılı ara katkılar yaygındır (Yılmaz ve Uysal, 1988: 7). Üzümpınar formasyonunun mostra verdiği bazı yerlerde, sıkışma tektonik rejimine bağlı olarak gelişen ters faylar ve bindirme yapıları açık bir şekilde görülmektedir (Fotoğraf 1.2). Yapılan paleontolojik çalışmalarda *Globotruncana linneiana, Globotruncana cf. Calcarata, Globotruncana arca, Globotruncana cf. Bulloides, Globotruncana sp. ve Pseudotextularia sp.* fosillerine rastlanmıştır. Bu fosillere göre birimin Üst Senoniyen yaşta olduğu anlaşılmıştır (Yılmaz ve diğ., 1989: 12). Üzümpınar formasyonu, araştırma sahasında Tabya Tepe (3017 m) doğusunda ve Aziziye köyü kuzeyinde belirgin bir şekilde gözlemlenebilmektedir.



Fotoğraf 1.2. Üzümpınar formasyonu ağırlıklı olarak kırmızımsı kireçtaşlarından (yer yer gri ve yeşilimsi kireçtaşları da mevcuttur) meydana gelmektedir ve mostra verdiği bazı noktalarda ters faylar gözlemlenebilmektedir (Erzurum-Tekman karayolu).

1.1.1.2.3. Şahvelet Ofiyolitleri

Pre-Maestrihtiyen yaşlı bu litolojik formasyon, Şahvelet Ofiyolitleri olarak adlandırılmıştır (Yılmaz ve diğ., 1988-a: 7). Hâkim kayaç türünün serpantinit (Fotoğraf 1.3) olduğu birimin diğer kayaçları peridotit, gabro ve diyabazdır. Formasyon yer yer diyabaz daykları tarafından kesilmiştir (Fotoğraf 1.4). Ayrıca ofiyolitik birim bazı kısımlarında metamorfizma izlerini taşımaktadır. Söz konusu izler, muhtemelen formasyonun alt kısmını oluşturan bölümlerinde dinamik metamorfizmaya bağlı olarak oluşmuştur. Çünkü Şahvelet ofiyolitlerinin komşu litolojik birimlerle dokanakları bindirmelidir. Bunun en belirgin örneği Yataklarbaşı Tepe'nin (2927 m) doğusunda gözlemlenebilmektedir. Bu noktada ofiyolitlerde, metamorfizmaya bağlı şistleşme görülmektedir (Fotoğraf 1.5). Şahvelet ofiyolitleri, Palandöken volkanitleri tarafından yer yer kesilmekte ve örtülmektedir. Birim sahada, güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda Kumlubaşı Tepe (2857 m), Yataklarbaşı Tepe (2927 m) ve Kızıllarbaşı Tepe (3036 m) boyunca uzanan hattın güneydoğusunda; Yeniköy'ün doğu, güneydoğu ve güneyi boyunca yüzeylenmektedir.



Fotoğraf 1.3. Şahvelet ofiyolitlerinin hâkim kaya türünü serpantinit oluşturmaktadır (Fotoğraf Yeniköy güneydoğusundan alınmıştır).



Fotoğraf 1.4. Şahvelet ofiyolitleri yer yer diyabaz daykları tarafından yarılmıştır (Fotoğraf Kızıllarbaşı Tepe'nin (3036 m) doğusunda Hacıhaçik Deresi'nin yardığı vadi içerisinden çekilmiştir).



Fotoğraf 1.5. Yataklarbaşı Tepe (2927 m) doğusunda Şahvelet ofiyolitleri metamorfizmaya bağlı olarak şistleşmiştir.

1.1.2. Tersiyer

1.1.2.1. Paleojen

1.1.2.1.1. Aziziye Formasyonu

Kumtaşı, kiltaşı ve şeyl ardalanmasından oluşan bu birimi Tanrıverdi (1971) Eyüpler Formasyonu (Tanrıverdi, 1971: 7), Yılmaz ve diğerleri (1989) Aziziye grubu olarak isimlendirmişlerdir (Yılmaz ve diğ., 1989: 15). Birimde gri, yeşilimsi gri, yer yer kırmızımsı; orta ve kalın katmanlı kumtaşı, kiltaşı ve şeyl nöbetleşmesi egemendir (Fotoğraf 1.6). Yer yer kumlu ve çakıllı kireçtaşı seviyeleri de gözlemlenmektedir (Yılmaz ve diğ., 1989: 15). Aziziye grubunun, Şahvelet ofiyolitik birimiyle olan dokanakları bindirmelidir ve üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Formasyonda yer yer faylar görünmektedir (Fotoğraf 1.7). Birimin yaşı Maestrihtiyen ile Eosen arasında değişmektedir (Yılmaz ve diğ., 1989: 15). Gedik (1984), araştırma sahası sınırları dışında Derviş Halit deresinde birimin kalınlığını 320 m olarak ölçmüş, ancak formasyonun taban kısmı görülemediği için yaklaşık 600 m kalınlığa sahip olduğu tahmininde bulunmuştur (Gedik, 1984: 3). Aziziye grubuna ait kayaçlar Yeniköy kuzeyinde, Aziziye, Çamlıca ve Yavuzlu köyleri çevrelerinde ve Yerlidağ Tepe (2874 m) güneyinde belirgin bir şekilde gözlemlenebilmektedir.



Fotoğraf 1.6. Çamlıca köyü kuzeyinde kumtaşı, kiltaşı ardalanmasından oluşan Aziziye formasyonu.

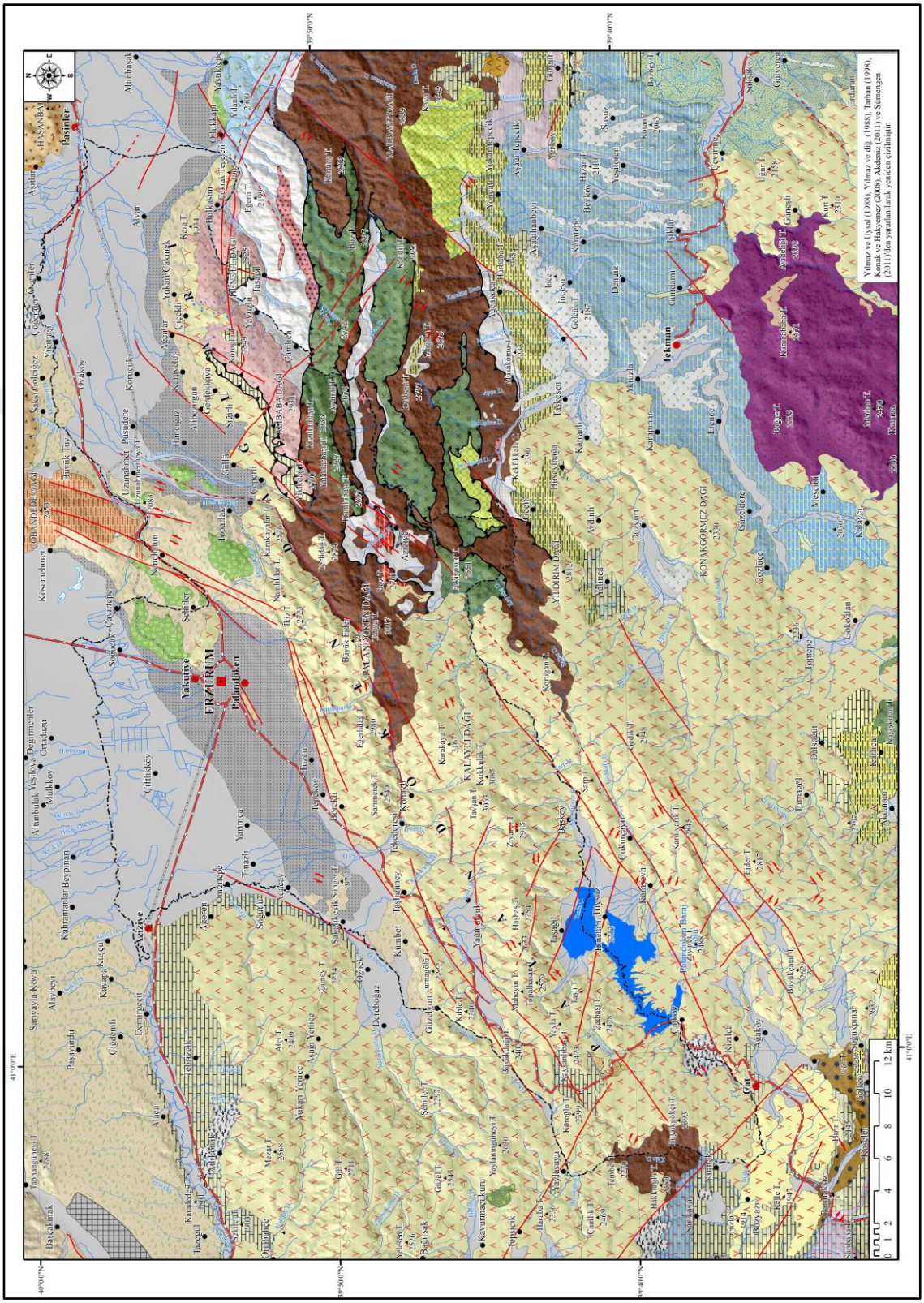


Fotoğraf 1.7. Aziziye formasyonu yer yer faylarla kesilmiştir. Fotoğrafta Yavuzlu köyünün kuzeydoğusunda Azizye formasyonunu kesen fayın görünen 2 m'lik bölümü açıkça seçilebilmektedir.

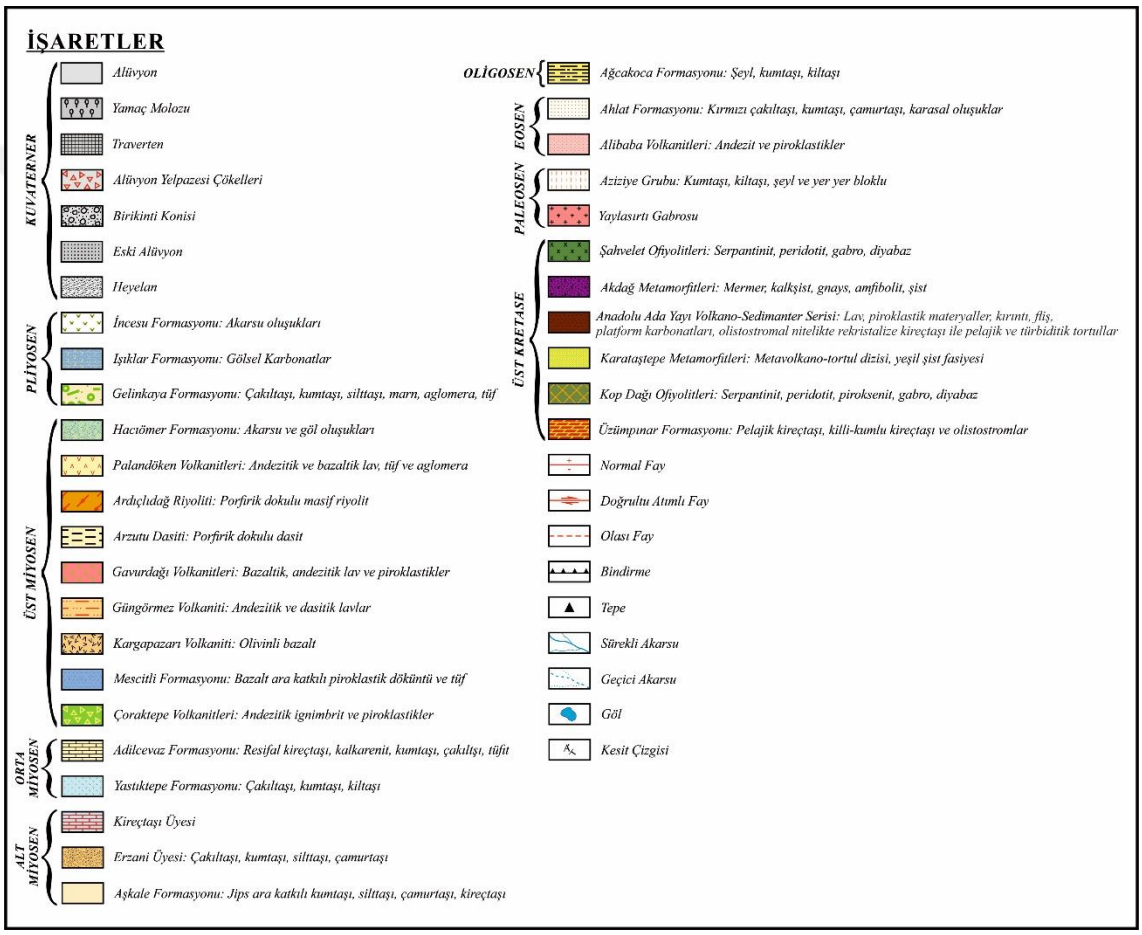
1.1.2.1.2. Yaylasırtı Gabrosu

Bu formasyonu oluşturan gabro gri-yeşilimsi renktedir. Genel olarak masif yapıdadır; ancak nadir olarak kırıklı olduğu noktalar da vardır. Bol miktarda granüler dokulu klinopiroksen ve labrador içermektedir. Bünyesindeki çatlaklarda prehnit bulunmaktadır (Yılmaz ve Uysal, 1988: 9). İntrüzyon özelliklerine bağlı olarak gabronun orta bölümleri iri, kenarları ise ince tanelidir, bununla birlikte kenar kısımları yer yer diyabazik doku özelliği göstermektedir (Yılmaz ve diğ., 1989: 15).

Yaylasırtı gabrosu, araştırma sahası sınırları içerisinde Kızıllarbaşı Tepe'nin (3036 m) güneydoğusunda, Şahvelet Deresi vadisi içerisinde çok dar bir alanda mostra vermektedir. Bu birim Aziziye grubunu kesmektedir.



Harita 1.2. Palandöken Dağları ve çevresinin jeoloji haritası.

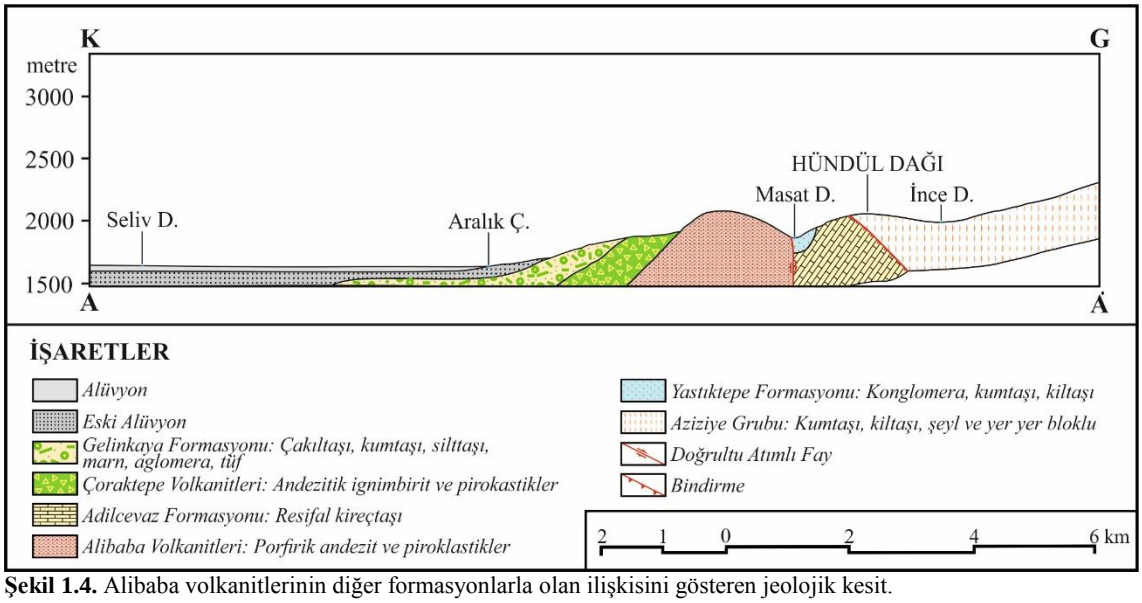


Şekil 1.3. Jeoloji haritasına ait işaretler.

1.1.2.1.3. Alibaba Volkanitleri

Alibaba volkanitleri ilk kez Yılmaz ve Uysal (1988) ve Yılmaz ve diğerleri (1988) tarafından adlandırılmıştır (Yılmaz ve Uysal, 1988: 10; Yılmaz ve diğ., 1988: 11). Birim en tipik şekilde Alibaba kütlesi (2931 m) ve yakın çevresinde gözlemlendiği için formasyona bu ismin verilmiş olması kuvvetle muhtemeldir. Volkanitlerin hâkim kayaç türü porfirik dokulu andezittir (Fotoğraf 1.8). Andezit gri, koyu gri, morumsu renktedir. Yer yer katmansı yapı göstermektedir. Çok eklemli ve ince tanelidir. Bazı noktalarında akma yapısı görülmekte ve ayrışmış, mikrolitli bir hamur içerisinde kuvars, mika, mafik unsurlar ve plajiyoklaz çubukları yer almaktadır (Yılmaz ve Uysal, 1988: 10). Alibaba volkanitlerinin diğer bir unsurunu da piroklastik materyaller oluşturmaktadır. Üzerlerinde özellikle badlands topografyasının geliştiği piroklastikler sarımsı, gri, kırmızı renkli tüflerle, andezit blokları ve kısmen de volkanik kumlardan oluşmaktadır (Fotoğraf 1.9).

Volkanitler, Yıkıkdağ Tepe (2790 m)'den başlayarak Bulkasım köyü güneydoğusuna kadar güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda, yaklaşık olarak 36,2 km^2 lik bir alanda yüzeylenmektedir. Volkanitlerin dokanakları genellikle faylı olup (Şekil 1.4), Aziziye grubunu oluşturan birimlerin üzerine konkordan (uyumlu) olarak gelmektedir. Formasyon, Palandöken volkanitleri tarafından örtülmektedir. Yılmaz ve diğerleri (1989), birimin Eosen yaşlı olduğunu ifade etmişlerdir (Yılmaz ve diğ., 1989: 16).



Şekil 1.4. Alibaba volkanitlerinin diğer formasyonlarla olan ilişkisini gösteren jeolojik kesit.



Fotoğraf 1.8. Kara Tepe (1934 m) güneybatısında, Alibaba volkanitlerinin hâkim kayacı olan porfirik dokulu andezit.



Fotoğraf 1.9. Yavuzlu köyü kuzeydoğusunda, Masat deresi vadisi içerisinde üzerlerinde özellikle badlands topografyasının geliştiği piroklastikler sarımsı, gri, kırmızı renkli tüflerle, andezit blokları ve kısmen de volkanik kumlardan oluşmaktadır.

1.1.2.2. Neojen

1.1.2.2.1. Alt Miyosen

1.1.2.2.1.1. Adilcevaz Formasyonu

İlk kez Demirtaşlı ve Pisoni (1965) tarafından Adilcevaz kalkeri olarak isimlendirilmiştir (Demirtaşlı ve Pisoni, 1965: 29). Aynı formasyon için Akay ve diğerleri (1989) ile Tarhan (1989) Adilcevaz formasyonu (Akay ve diğ., 1989: 66; Tarhan, 1991: 39); Rathur (1965), İlker (1966), Erdoğan (1966) ve Koçyiğit (1985) tarafından da Haneşdüzü formasyonu adları kullanılmıştır (Koçyiğit, 1985: 69; Yılmaz ve Uysal, 1988: 12). Bu formasyon, Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki denizel Maestrihtiyen-Alt Miyosen havzasının en son sedimanlarındandır (Tarhan ve diğ., 1992: 19). Adilcevaz formasyonu, araştırma sahasının batı bölümündeki Köroğlu Tepe (2399 m)'nin doğusu ve Çat ilçe merkezinin batısı ile silsilenin doğu kesiminde Köroğlu Tepe (2549 m)'de ve güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda Alibaba Dağı'nın Pasinler Ovası'na bakan yüzeyinde görülmektedir. Formasyonun egemen kayaç türü resifal kireçtaşıdır (Fotoğraf 1.10). Kısmen çakıltaşı, marn, tüfit, jips, anhidrit ara katkıları içermektedir. Kalınlığı 20-70 m arasında değişmekte olan kireçtaşının bünyesinde makro fosil ve mercan kolonileri bulunmaktadır (Tarhan, 2007: 18).



Fotoğraf 1.10. Köroğlu Tepe (2549)'de mostra veren Adilcevaz formasyonunun asli unsuru olan resifal kireçtaşı.

Adilcevaz formasyonuna ait diğer unsurlar kalkarenit, çakıltaşı, kumtaşı, marn, tüflü marn, kiltaşı, tüflü-killi kireçtaşı, jipsli kireçtaşı, tuz, jips, anhidrit, andezit, aglomera ve volkanik breşlerdir. Tüm bu kayaçlar, birbirleriyle düşey ve yanal geçişler göstermektedir (Tarhan ve diğ., 1992: 19). Kireçtaşının altında yer alan bu unsurların oluşturduğu katmanlar yaklaşık olarak 200-500 m kalınlık göstermektedir (Tarhan, 1991: 40). Kırıntılı birimler ile kireçtaşları üzerinde yapılan paleontolojik analizlerde tanımlanan *Miogypsinoides cf., Miogypsina cf., Miogypsina sp., Elphidum sp., Amphistegina sp, Lepidocyclina sp., Spiroclypeus sp., Acervulina sp.* ve *Lithothamnium sp.* fosilleri Burdigaliyen (Alt Miyosen) yaşını vermektedir (Tarhan, 1991: 41).

Araştırma sahasında, Adilcevaz formasyonunun üyeleri olan Erzani üyesi ve kireçtaşı üyesi birimleri de yüzeylenmektedir.

1.1.2.2.1.1.a. Erzani Üyesi

Alt Miyosen yaşlı Erzani üyesi, Çatbaşı Tepe (2428 m) batısında 1,7 km^2'lik bir alanda mostra vermektedir. Çakıltaşı, çamurtaşı, kumtaşı, kumlu-çakıllı-siltli çamurtaşlarından oluşan birimin rengi kızıldır. Farklı seviyelerinde kama, mercek ve ara katkılı şekilde kireçtaşı, marn, jips, tüfit görülmektedir (Tarhan, 1998: 6). Bu üye, Adilcevaz formasyonunun taban seviyesine karşılık gelmektedir. Adilcevaz formasyonunu oluşturan diğer üyelere düşey ve yatay doğrultuda dereceli olarak geçmektedir. İnce-orta katmanlı olan birimin kalınlığı yaklaşık 100-150 m'dir (Tarhan ve diğ., 1992: 22).

1.1.2.2.1.1.b. Kireçtaşı Üyesi

Kireçtaşı üyesi, Yarmak köyü kuzeydoğusunda, Kale deresinin açmış olduğu vadide çok dar bir alanda yüzeylenmektedir (Fotoğraf 1.11). Kısmen mercek, kama ve ara katkılı şekilde ince kireçtaşı olarak kısmen de oldukça kalın, sığ resifal kireçtaşı, tüflü-killi kireçtaşı ve kalkarenitten oluşmaktadır (Tarhan, 1998: 7). Ayrıca kireçtaşı seviyelerinin yanı sıra çakıltaşı, marn, kumtaşı, silttaşı, kiltaşı, tüflü marn unsurlarını da içermektedir (Tarhan ve diğ., 1992: 23). Birimin kalınlığı yaklaşık olarak 10-35 m arasındadır. Kireçtaşı üyesi, Anadolu ada yayı volkano-sedimanter serisinin üzerine uyumsuz olarak gelmektedir.

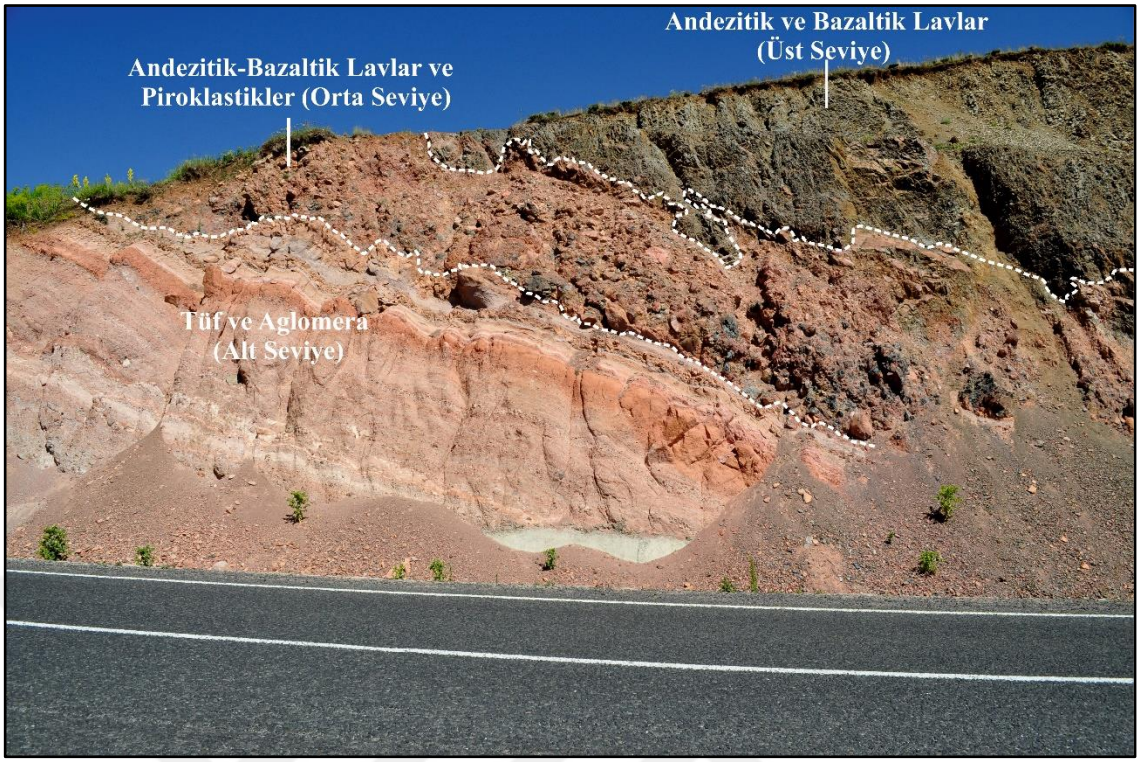


Fotoğraf 1.11. Yarmak köyü kuzeydoğusunda Kale deresinin boğaz vadi şeklinde yardığı Adilcevaz formasyonu kireçtaşı üyesi.

1.1.2.2.2. Üst Miyosen

1.1.2.2.2.1. Palandöken Volkanitleri

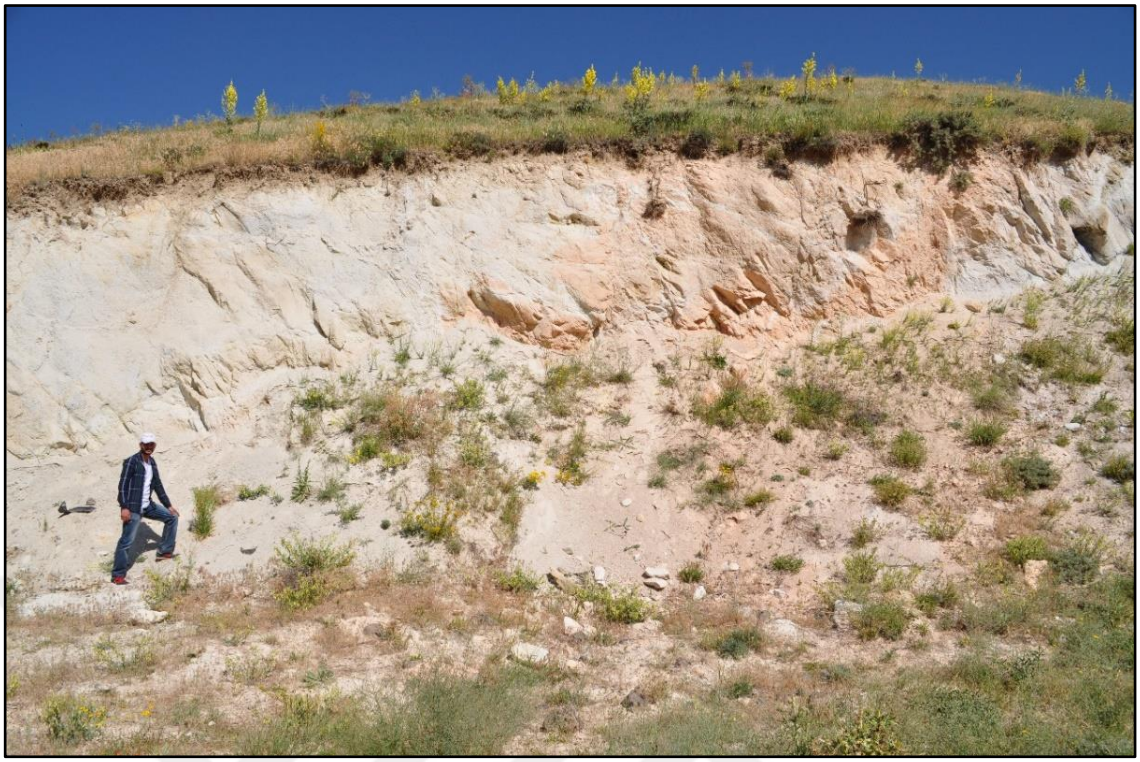
Palandöken volkanitleri, araştırma sahasındaki en geniş yayılışa (439 km^2, % 39) sahip formasyondur. Andezitik ve bazaltik lavlar, tüf ve aglomeralardan oluşan birim Şaroğlu ve Güner (1981) tarafından Üst Miyosen volkano-sedimanter birim (Solhan Formasyonu) (Şaroğlu ve Güner, 1981: 45), Akay ve diğerleri (1989) ile Tarhan (1989) tarafından Solhan formasyonu (Akay ve diğ., 1989: 70; Tarhan ve diğ., 1992: 32), Yılmaz ve Uysal (1998) tarafından Bingöl Dağı volkanitleri (Yılmaz ve Uysal, 1988: 14) ve Timur ve diğerleri (1994) tarafından en karakteristik ve geniş şekilde Palandöken Dağları'nda gözlemlenebildikleri için Palandöken volkanitleri olarak isimlendirilmiştir (Timur ve diğ., 1994: 18). Formasyonun en alt seviyesinde tüf ve aglomeralar, orta seviyesinde andezitik ve bazaltik lavlarla birlikte piroklastikler ve en üst seviyede de andezitik-bazaltik lavlar yer almaktadır (Fotoğraf 1.12).



Fotoğraf 1.12. Erzurum-Tekman karayolu üzerindeki bir yol yarmasında Palandöken volkanitlerini oluşturan üç seri de açık bir şekilde görülmektedir. Formasyonun en alt seviyesinde tüf ve aglomeralar, orta seviyesinde andezitik ve bazaltik lavlarla birlikte piroklastikler ve en üst seviyede de andezitik-bazaltik lavlar yer almaktadır.

Palandöken volkanitlerinin en alt seviyesini oluşturan tüfler, açık gri-beyaz renktedir. Dağılımı değişmekle birlikte bünyesinde açık gri-kızılımsı renkli aglomeralar mevcuttur (Fotoğraf 1.13). Tüf ve aglomeraların içerisinde yer yer siyah obsidyen parçaları görülmektedir (Fotoğraf 1.14). Tüfler ve aglomeralar sahanın güneybatısında Büyükgökçi Tepe (2393 m)'nin güneydoğusunda ve Teke deresi vadisi içerisinde net bir şekilde gözlemlenebilmektedir.

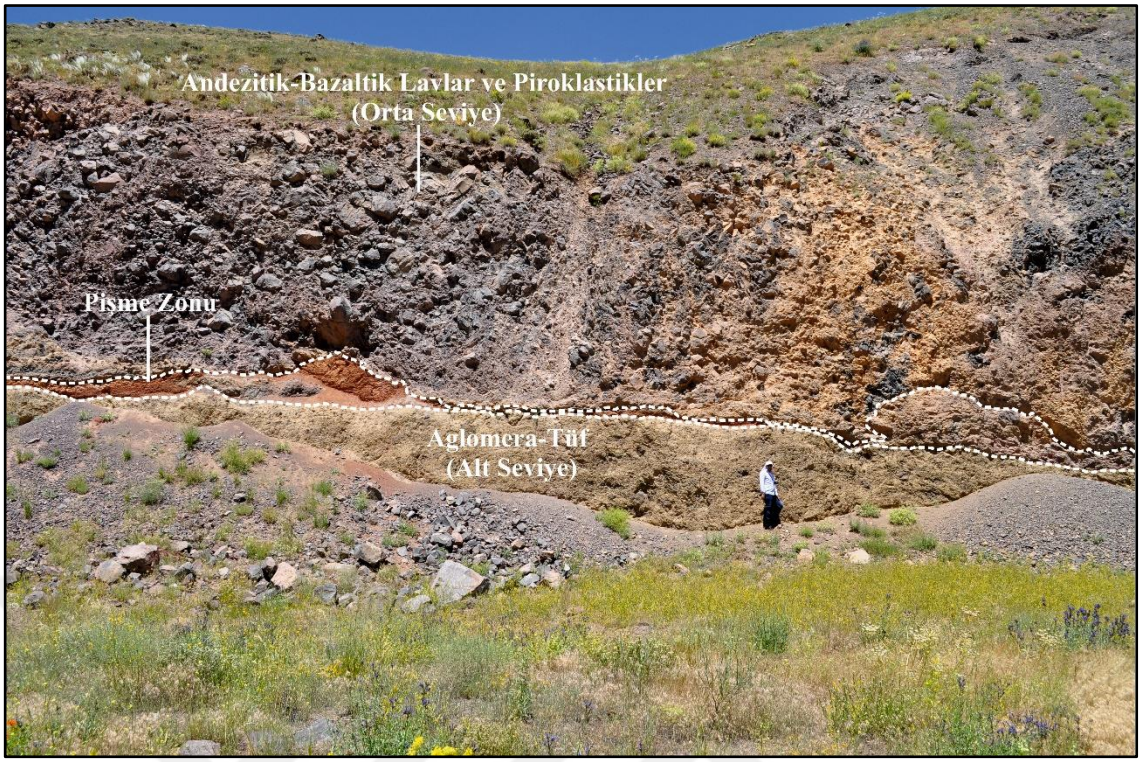
Orta seviyeyi oluşturan andezitik-bazaltik lav ve piroklastikler karışık durumdadır. Aglomeraları meydana getiren lav parçalarının boyutları birkaç santimetre ile 2-3 m arasında değişmektedir. Bu seviyedeki lavlar bol eklemlidir (Timur ve diğ., 1994: 19) ve belirgin bir şekilde altere olmuşlardır. Bu seviyedeki lavlar ve piroklastiklerin, özellikle tüflerin ve alt seviyeyi teşkil eden aglomera-tüf bölümünün dokanaklarında pişme zonları görülmektedir (Fotoğraf 1.15). Palandöken volkanitlerinin orta seviyesini teşkil eden bu volkanitler Çat, Çatköy ve Büyükgökçi Tepe (2393 m) arasında, Köroğlu Tepe (2399 m)'nin güneybatısında ve Taşlıgüney-Yaylasuyu yerleşmeleri arasında Erzurum-Çat karayolu üzerinde belirgin olarak görülebilmektedir.



Fotoğraf 1.13. Büyükgökçi Tepe (2393 m)'nin güneydoğusunda Palandöken volkanitlerinin en alt seviyesini teşkil eden tüfler.



Fotoğraf 1.14. Teke deresi vadisinde aglomera ve tüflerin içerisinde yer yer siyah obsidyen parçaları açık bir şekilde görülmektedir.



Fotoğraf 1.15. Orta seviyedeki lavlar ve piroklastiklerin (özellikle tüflerin) ve alt seviyeyi teşkil eden aglomera-tüflerin dokanaklarında pişme zonları görülmektedir. Bu durum Erzurum-Çat karayolu üzerindeki yol yarmasındaki mostrada görülmektedir.

Palandöken volkanitlerinin en üst bölümünü oluşturan lavlar ise bazalt ve andezitlerden oluşmaktadır (Fotoğraf 1.16). Bazaltlar koyu renklidir. Çeşitli boyutlarda gaz boşluklu, bol eklemli, altere ve porfirik dokuludur. Hamuru ise ofitik dokudadır. Az da olsa yönlenmenin gözlemlendiği feldspat mikrolitleri, plajiyoklaz fenokristalleri, opak mineraller, çok az ojit fenokristalleri içermektedir (Timur ve diğ., 1994: 19). Andezitler ise koyu gri, açık gri ve gri renklidir. Porfirik dokuda olup plajiyoklaz labrador, andezin, ojit ve biyotit fenokristalleri içerir. Bünyesinde çok az da olsa hornblend ve opak mineraller bulunmaktadır. Hiyalopilitik dokulu bir hamura sahiptir (Timur ve diğ., 1994: 19-20). Lavlar oldukça fazla alterasyona uğramıştır.

Palandöken volkanitleri, Palandöken dağ sırasında Büyük Ejder Tepe (3176 m)'den itibaren kütlenin hemen hemen tüm batı bölümünde; Büyük Ejder Tepe'nin doğusunda ise silsilenin kuzeye bakan yamaçlarında yüzeylenmektedir. Birimin kalınlığı 1500-2000 m arasındadır (Gürbüz ve Gülbaş, 1999: 40). Bu formasyon kendinden daha yaşlı litolojik birimleri uyumsuz olarak örterken, daha genç olan Gelinkaya formasyonu ve alüvyonlar tarafından da uyumsuz olarak örtülmektedir. Innocenti ve diğerleri (1982), Çat'ın kuzeydoğusundan aldıkları kayaç örnekleri

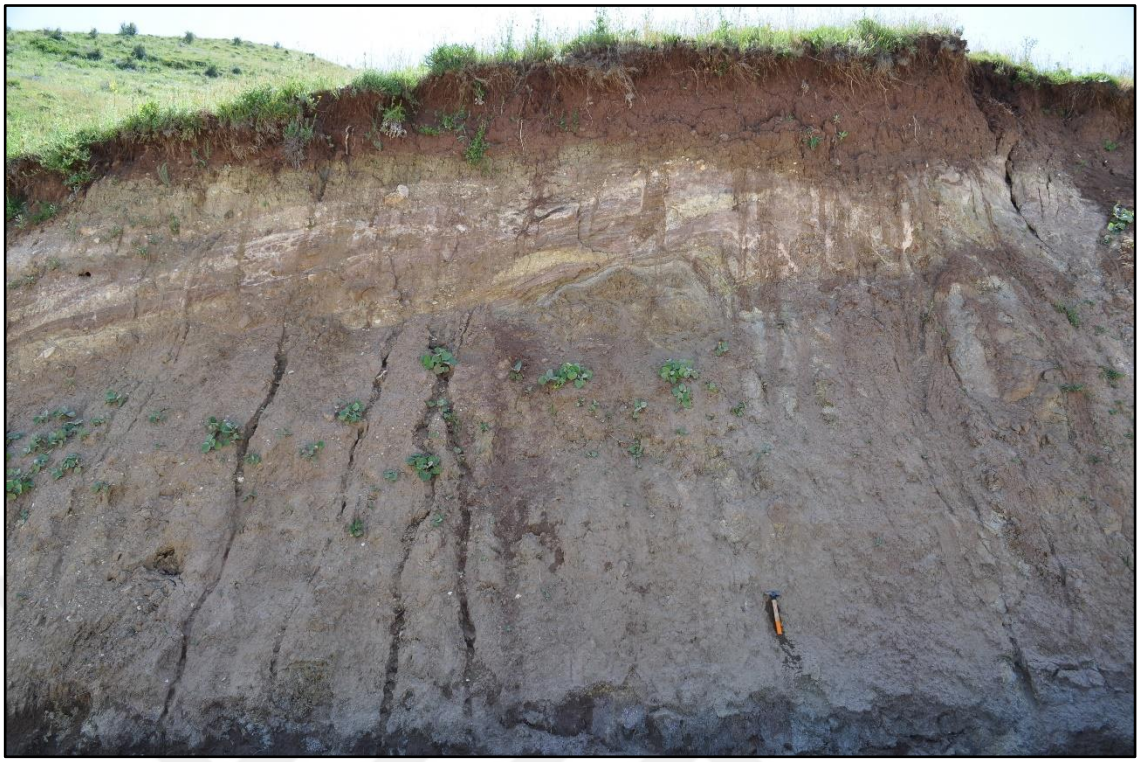
üzerinde yaptıkları radyometrik yaş tayinlerinde 6,8±0,5 ile 6,2±0,1 milyon yıl (Ercan ve diğ., 1990: 144); Keskin (1982), Palandöken volkanitlerinin tabanından aldığı örneklerden K/Ar yöntemi ile 9,9 ile 7,5 milyon yıl arasında değişen yaşlar elde etmişlerdir (Timur ve diğ., 1994: 20). Bu değerler, Palandöken volkanitlerinin Üst Miyosen volkanizmasıyla sahada yüzeylendiğini ortaya koymaktadır.



Fotoğraf 1.16. Palandöken Kayak Merkezindeki 27 numaralı pisti yarmasında mostra veren bazaltlar. Yer yer yatık soğuma çatlaklı sütunlar seçilebilmektedir.

1.1.2.2.2.2. Yastıktepe Formasyonu

Yastıktepe formasyonu ağırlıklı olarak akarsu, kısmen de limnik (göl) ortamda gelişmiştir. Birim genel olarak kırmızı, turuncumsu-morumsu konglomera, kırmızımsı kumtaşı ve kiltaşından oluşmaktadır. Yer yer jips ara katkıları da mevcuttur (Yılmaz ve diğ., 1989: 20). Konglomerayı oluşturan çakıltaşlarının türediği kayaçları başta ofiyolitik melanj olmak üzere formasyonun çevresinde yer alan daha eski komşu formasyonlar teşkil etmektedir. Çakıllar yuvarlaklaşmıştır ve orta derecede boylanma, genel olarak dereceli nadir olarak da çapraz katmanlanma göstermektedir. Formasyon Sarmasiyen (Üst Miyosen) olarak yaşlandırılmıştır (Yılmaz ve diğ., 1988: 16). Yastıktepe formasyonu sahada oldukça dar bir alanda; Seyfi Boğazı mevkiinde {Hündül Dağı (2325 m) kuzeyinde} gözlenmektedir (Fotoğraf 1.17).



Fotoğraf 1.17. Yastıktepe formasyonu Seyfi Boğazı mevkiinde {Hündül Dağı (2325 m) kuzeyi} dar bir alanda mostra vermektedir.

1.1.2.2.2.3. Çoraktepe Volkanitleri

Çoraktepe volkanitleri andezitik lav ve koyu gri-sarımsı, yer yer turuncumsu, kalın katmanlı ignimbritik tüflerden oluşmaktadır (Yılmaz ve diğ., 1988: 16). Camsı bir hamur içerisinde mika, amfibol, piroksen ve zonlu bir yapı gösteren plajiyoklaz mineralleri mevcuttur (Yılmaz ve diğ., 1989: 21).

Sahada Soğucak, Çayırtepe ve Şehitler mahalleleri güneyi ile Toparlak köyünün batısında görülmektedir. Çoraktepe volkanitlerinin alt seviyeleri, tatlı su göl çökellerinden meydana gelen Pliyosen Gelinkaya formasyonu (Arpat, 1965: 4) tarafından örtülmüştür (Fotoğraf 1.18). Konumuna bağlı olarak formasyonun Üst Miyosen yaşında olabileceği tahmin edilmiştir (Yılmaz ve diğ., 1989: 21).



Fotoğraf 1.18. Çoraktepe volkanitlerinin alt seviyeleri, Gelinkaya formasyonu tarafından örtülmüştür.

1.1.2.2.3. Pliyosen

1.1.2.2.3.1. Gelinkaya Formasyonu

Taban seviyesini akarsu, üst seviyelerini göl ortamına ait çökellerin oluşturduğu Pliyosen yaşlı formasyon, Arpat (1965) tarafından Gelinkaya formasyonu olarak isimlendirilmiştir (Arpat, 1965: 4). Yaş, kayaç özellikleri ve diğer formasyonlarla olan ilişkileri dikkate alındığında Akkuş (1965) ve Rathur (1965) aynı özellikleri gösteren birime Horasan formasyonu (Açıkgöz ve Yıldırım, 1994: 9), Tarhan (1992) Yolüstü formasyonu (Tarhan, 1991: 53) adını vermişlerdir. Gelinkaya formasyonu doğrultu atımlı faylara bağlı olarak gelişen ve onlar tarafından sınırlanan, güney kenarını Palandöken Dağları'nın oluşturduğu Erzurum ve Pasinler havzalarının taban ve dağlarla çevrili kenar kısımlarında gelişmiştir. Birim boz, gri ve sarımsı renkli çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, kiltaşı, marn, tüfit ve aglomera ardalanmasından (Gürbüz ve Gülbaş, 1999: 41) meydana gelmektedir (Fotoğraf 1.19). Formasyonun tabanını, kaynağı Palandöken volkanitleri olan çakıllardan oluşmaktadır. Çakıltaşları az yuvarlak ve yuvarlaktır. Kötü-orta boylanmalı ve tane desteklidir. Yer yer biniklenmeler görülmektedir. İstifin orta bölümü genel olarak ince taneli kırıntılı kayaçlar ve kumtaşlarının ardalanmasından meydana gelmektedir. Bu seviyede ayrıca tüf, tüfit ve aglomeralardan oluşan

volkanoklastikler de görülmektedir. Kumtaşlarında çapraz tabakalanma, derecelenme; kırıntılılarda ise paralel katmanlanma ve kayma-yığılma yapıları gözlemlenmektedir (Gürbüz ve Gülbaş, 1999: 42). Yine istifin bu seviyesinde, formasyonun havza kenarlarına karşılık gelen bölümlerinde, çökelmenin gerçekleştiği gölün seviye değişikliğine bağlı olarak suyun çekilme dönemlerine karşılık gelen alüvyal yelpaze ortamının görüldüğü çakıllardan oluşan tabakalar mevcuttur. Formasyonun üst bölümü kumtaşı, kırıntılı kayaçlar ve volkanoklastik materyallerden oluşmaktadır. Bu seviyede istifin kalınlığı artmış, kayaçları oluşturan unsurların tane boylar irileşmiştir (Gürbüz ve Gülbaş, 1999: 42). En üst seviye, akarsu sistemlerine bağlı gelişen birikinti yelpaze ortamında gelişmiştir. Formasyonun kalınlığı yaklaşık olarak 100-150 m dir (Tarhan ve diğ., 1992: 36).



Fotoğraf 1.19. Nenehatun köyünün kuzeydoğusunda akarsu ve göl sedimanlarından oluşan Gelinkaya formasyonu.

Gelinkaya formasyonu araştırma sahasında Alibezirgan, Gerdekkaya, Karavelet, Ağcalar, Çiçekli, Yukarıçakmak köyleri ve çevrelerinde; Kara Tepe (1934 m)'nin kuzey ve kuzeydoğusunda, Ovaköy kuzeyinde; Nenehatun, Uzunahmet ve Toparlak köyleri arasında; Şehitler köyü güneyi, batısı ve kuzeybatısında, Teke Deresivadisinde, Sünger Tepe (1921 m) batısı ve kuzeybatısında ve Güzelyurt, Turnagölü Tepe (2222 m), Taşlıgüney hattının kuzeybatısında yüzeylenmektedir.

1.1.2.2.4. Kuvaterner

1.1.2.2.4.1. Eski Alüvyon

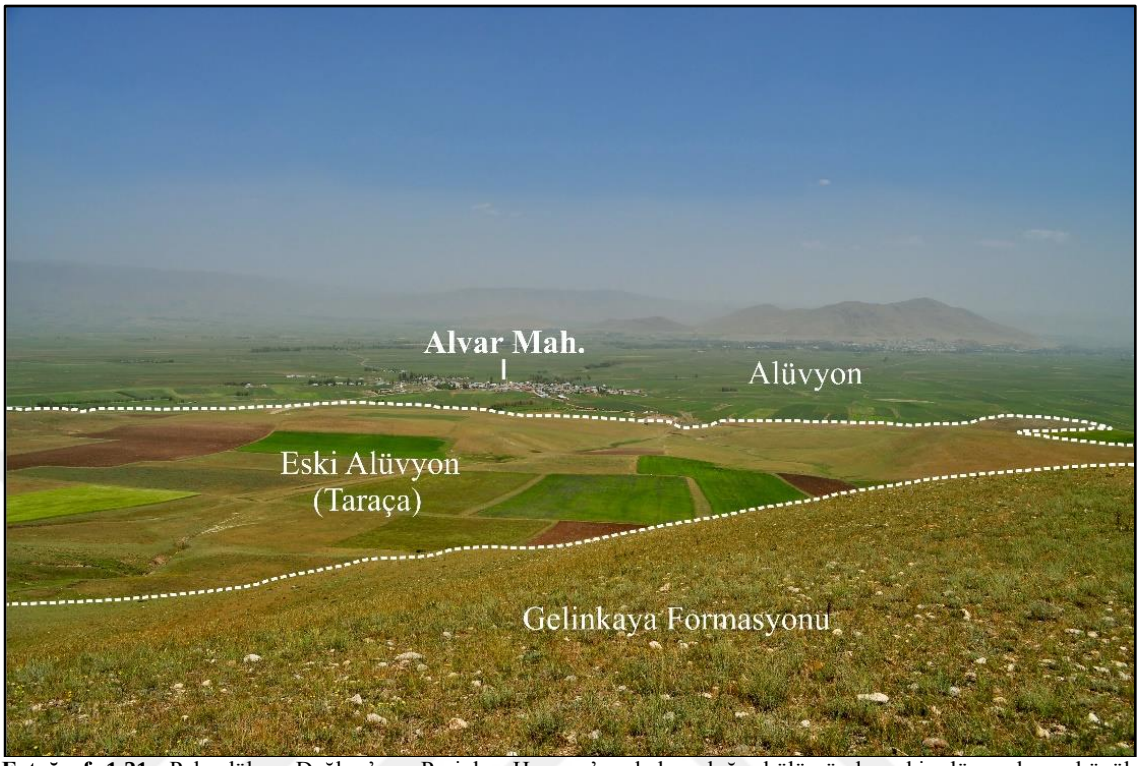
Araştırma sahasında eski alüvyonlar, birikinti yelpazeleri (Fotoğraf 1.20) ve taraçalara (Fotoğraf 1.21) karşılık gelmektedir. Palandöken Dağları'nın Erzurum Ovası'na bakan bölümünde birikinti yelpazelerinden meydana gelen kompleksin teşkil ettiği eski alüvyonlar, güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda Deveboynu geçidi ile Tepeköy arasında Erzurum Ovası tabanına kadar uzanmaktadır. Sahanın Pasinler Havzası'nda kalan bölümünde ise Yıkılgan ile Alibezirgan köyleri arasında uzanan alüvyal yelpaze ile bu noktadan itibaren sahanın doğu sınırına kadar taraçalar eski alüvyonları meydana getirir. Eski alüvyonların ana malzemesini Palandöken Dağları'ndaki Kuvaterner'den daha yaşlı litolojik birimler oluşturmaktadır.



Fotoğraf 1.20. Palandöken Dağları'nın Erzurum Havzası'na bakan batı bölümünde eski alüvyonlar birikinti yelpazelerine karşılık gelmektedir.

Eski alüvyonlarda, güncel alüvyonların aksine pekişmiş ve tutturulmuş, farklı akım ortamlarına bağlı olarak gelişen katmanlar mevcuttur (Fotoğraf 1.22). Bu tabakalarda kil boyutundan blok boyutuna kadar unsurlar bulunmaktadır. Tabakalardaki çakıllarda yer yer imbrikasyon görülmektedir. Tabakalar havzaya doğru eğimlidir. Genel olarak paralel, yer yer de merceksi tabakalanma görülmektedir. Eski alüvyonların Palandöken Dağları'na yakın olan üst kısımlarında unsurlar köşeli-az köşeliyken, havza

tabanına doğru unsurlar giderek yuvarlaklaşmaktadır. Havza tabanına doğru kalınlığı azalan eski alüvyonlar, güncel alüvyonlarla yanal geçişlidir.



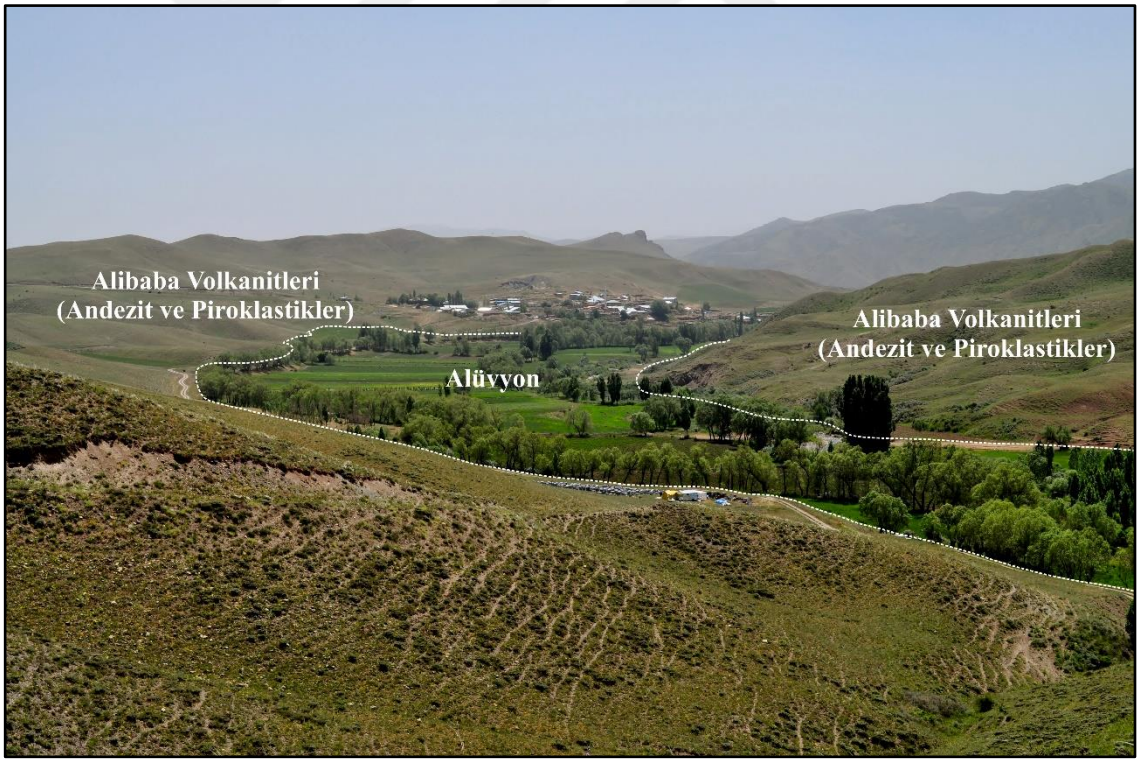
Fotoğraf 1.21. Palandöken Dağları'nın Pasinler Havzası'na kalan doğu bölümünde eski alüvyonların büyük bölümünü taraçalar teşkil etmektedir.



Fotoğraf 1.22. Eski alüvyonlarda, farklı dönemlerdeki iklim şartlarında akarsuların değişen akım karakterine göre farklı özelliklere sahip katmanlar gelişmiştir.

1.1.2.2.4.2. Alüvyon

Araştırma sahasında alüvyonlar Erzurum ve Pasinler havzaları ile sahadaki akarsuların vadilerinde görülmektedir (Fotoğraf 1.23). Erzurum ve Pasinler ovalarında yer alan alüvyonların kaynağını, bu iki depresyonu çevreleyen yüksek alanlardan aşındırılan unsurlar oluşturmaktadır. Saha sınırları içerisinde kalan akarsuların vadilerinde gelişen alüvyonların kaynağını ise Palandöken Dağları oluşturmaktadır. Alüvyonlar, çevrelerindeki yüksek alanlarda bulunan daha eski formasyonlara ait kaya kırıntı ve parçalarını içeren kil ile blok boyutunda değişen, tutturulmamış, genellikle kötü boylanmalı materyallerden oluşmaktadır. Çakıllar köşeli olabildikleri gibi yuvarlak da olmaktadır. Güncel alüvyonlar, eski alüvyonların aksine pekişmemiş ve tutturulmamıştır. Erzurum Havzası'ndaki alüvyonların kalınlığı 800-1200 m iken güneye, Palandöken Dağları'nın eteklerine doğru alüvyonları kalınlığı 400-500 m ye düşmektedir (Yarbaşı ve diğ., 2004: 212). Havza tabanındaki verimli tarım arazileri ile alüvyonların dağılışı, birbirine uymaktadır.



Fotoğraf 1.23. Bulkasım yerleşmesi batısında, Masat deresi vadisinde yer alan alüvyonlar.

1.1.2.2.4.3. Yamaç Molozu

Yamaç molozları sahada, yüksek ve eğimin fazla olduğu yamaçların etekleri ile fay dikliklerinin önünde yerçekimi ve sellerin etkisiyle çakıl ve blokların yamaç aşağı inerek eğimin azalması sonucu birikmesi sonucu görülmektedir. Farklı tür ve boyuttaki kayaçlardan oluşmaktadır. Kaya türlerini yüksekte yer alan litolojik birimler oluşturmaktadır. Unsurlar köşelidir, boylanma ve derecelenme görülmemektedir.

1.2. Bölgesel Tektonik ve Belli Başlı Makro–Tektonik Yapılar

Palandöken Dağları, Türkiye'nin tektonik birliklerinden Anatolidler bünyesinde yer almaktadır (Harita 1.3). Anatolidler esasen Orta ve Batı Anadolu kristalen kütlelerinden, bu masiflere bağlı olarak gelişen ofiyolitik ortamda, Üst Miyosen yaşlı serpantin ve radyolaritler ile bunların üzerine uyumsuz olarak gelen Tersiyer kayaçlardan meydana gelmektedir (Ketin, 1966: 25).



Harita 1.3. Türkiye'nin tektonik birlikleri.

Araştırma sahasında dört önemli tektonik döneme ait kayaçlar bulunmaktadır (Şaroğlu ve Güner, 1981: 40; Şaroğlu ve Yılmaz, 1986: 74). Bunlardan ilk dönemi metamorfikler temsil etmektedir (Boray, 1975: 84; Perinçek, 1980: 206; Yılmaz ve diğ., 1981: 38; Şaroğlu ve Yılmaz, 1986: 74). Metamorfik kayaçlar Hersinyen orojenezinden etkilenmiş (Erinç, 1953: 7) ve bu hareketler nedeniyle deformasyonlara uğramıştır. Palandöken Dağları'nda bu döneme ait kayaçlar yüzeylenmemektedir. Bunun nedeni, Üst Miyosen volkanizmasıyla yüzeylenen volkanitlerin, daha eski formasyonları örtmesidir. İkinci dönemde denizel ortamın da etkilerinin görüldüğü ofiyolitik karmaşıklar oluşmuştur. Üçüncü dönem aktif tektonik ve volkanik faaliyetlerle temsil

edilmektedir. Bu dönemde Paleosen-Eosen yaşlı volkanik kayaçlar ve Alt Miyosen yaşlı, taban bölümleri derin, üst kesimlerine doğru gittikçe sığlaşan bir denize ait çökeller yer almıştır. Bu çökeller, kendilerinden daha eski olan kayaçların üzerine diskordant olarak gelmiştir. Eosen-Alt Miyosen aralığında oluşan tektonik olaylara bağlı olarak ikinci dönemde oluşan ofiyolitik melanjlar, Paleosen-Alt Miyosen aralığındaki çökeller ile volkanitlere bindirmiştir (Yılmaz ve diğ., 1989: 26). Orta Miyosen'e kadar saha orojenik stilde hafif kıvrımlanmalar halinde şekillenmeye devam etmiştir (Erinç, 1953: 7). Dördüncü dönem, Geç Alt Miyosen'de Neotetis'in güney uzantısının daralmaya başlaması ve nihayetinde Orta Miyosen'de Bitlis Kenet Kuşağı'nda Anadolu levhası ile Arabistan levhasının çarpışmasıyla başlamış ve bu neotektonik dönemde Doğu Anadolu Bölgesi sıkışma tektonik rejiminin etkisi altına girmiştir (Şengör, 1980: 11). Bu dönemde deniz sahadan tamamen çekilmiş, saha kıvrımlanma özelliğini kaybederek yeni tektonik rejime masif kütle reaksiyonu göstermeye başlamıştır (Erinç, 1953: 9). Sıkışma rejime bağlı olarak bölgede güneybatı-kuzeydoğu doğrultulu sol yanal ve kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu sağ yanal doğrultu atımlı faylar, bindirmeler ve ters faylar ile açılma çatlakları gelişmiştir. Doğrultu atımlı faylara bağlı olarak horst-graben sistemi ortaya çıkmış, çökmeye başlayan graben bölümünde Erzurum ve Pasinler havzaları, yükselmeye başlayan horst bölümlerinde de güneyde Palandöken Dağları ile kuzeyde Dumlu ve Kargapazarı dağları belirmeye başlamıştır. Bu dönemden itibaren Erzurum ve Pasinler havzaları çökelme ortamı haline gelmiş, çevre yüksek alanların kaynağını teşkil ettiği denüdasyon ürünü unsurlar havza tabanında ve bu dağların etek kısımlarında çökelmeye başlamıştır. Yine bu dönemde oluşan açılma çatlaklarına bağlı olarak gelişen volkanizma ile Üst Miyosen yaşlı volkanitler yüzeye çıkmış ve daha eski formasyonları uyumsuz olarak örtmüştür. Sıkışma sonucu oluşan strese bağlı olarak gelişen doğrultu atımlı faylar nedeniyle Palandöken Dağları daha da yükselirken, Erzurum ve Pasinler havzaları çökmeye devam etmiştir. Erzurum ile Pasinler depresyonu ile onu çevreleyen kütleler arasındaki irtifa farkının artmasında salt faylanma değil, çöküntü alanında depolanan oldukça kalın alüvyal materyalin yaptığı ağırlık basıncının etkisi de olmalıdır.

1.2.1. Kıvrımlar

Araştırma sahasının çok büyük bir bölümünün volkanik örtü ile kaplanması nedeniyle, alttaki sedimanter birimleri geniş yüzlekler boyunca görmek mümkün değildir. Ancak sahanın uzak çevrelerinde kıvrım tektoniğine ait formları görmek mümkündür. Araştırma alanı içinde bu yapıları temsil eden örneklere rastlanmamış olması dolayısıyla bu konu detaylandırılmamıştır.

1.2.2. Faylar

Araştırma sahasındaki faylar, Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ile Doğu Anadolu Fayı (DAF)'nın kesişme noktası olan Karlıova'nın doğusunda, neotektonik dönemle birlikte başlayan, kıvrım ve bindirme tektoniği nedeniyle kıtasal levhanın kısalıp kalınlaşmasının (Şengör, 1980: 16) ürünüdürler. Doğu Anadolu Bölgesi'nde etkili olan sıkışma tektonik rejimine bağlı olarak sahada sol yanal ve sağ yanal doğrultu atımlı faylarla eğim atımlı normal faylar gelişmiştir. Araştırma sahasında sol yanal doğrultu atımlı faylar ile sağ yanal doğrultu atımlı faylar yer yer dar açılı olarak kesişmektedir. Faylanmaların denetiminde öncelikle şimdiki Erzurum-Pasinler yerleşmelerinin yer aldığı aynı isimle tanınan çökme alanı meydana gelmiş, depresyonu kateden faylar üzerinde sıcak, soğuk ve mineralli su kaynakları ortaya çıkmış, fay diklikleri üzerinde asılı vadiler meydana gelmiş, fay etekleri boyunca birikinti koni ve yelpazeleri gelişmiş, drenaj sisteminde ötelenmeler olmuş, yer yer büyük heyelanlar oluşmuş ve depremler meydana gelmiştir. Bunlara ek olarak derin faylar üzerinde volkanik faaliyetler oluşmuştur.

Konuyu doğal ortam insan ilişkileri açısından ele aldığımızda ise sahadaki yerleşmelerin faylara bağlı olarak gelişen depresyonlarda, alüvyal yelpaze rölyefi üzerinde ve jeotermal kaynaklarının çevrelerinde yoğunlaştığı görülmektedir.

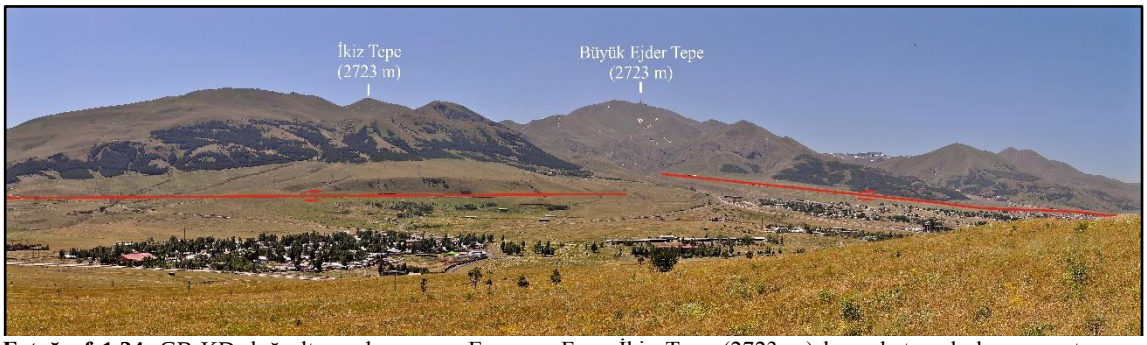
1.2.2.1. Sol Yanal Doğrultu Atımlı Faylar

Araştırma sahasında en yaygın olan faylar, transtansiyonal tektonik rejimlere özgü çek-ayır tipi mekanizmayla oluşan Erzurum-Pasinler çöküntüsünü meydana getiren sol yönlü doğrultu atımlı faylardır. Kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu bu faylar, DAF sistemine bağlı olarak gelişmiştir (Timur ve diğ.,1994: 26). Dolayısıyla Erzurum-Pasinler çöküntüsü ve onu kenarlardan küşatan dağlık saha DAF'nın kuzey kolu üzerinde yer almaktadır. Bu faylar güncel ve diri faylar içinde kabul edilmektedir

(Tarhan ve diğ., 1992: 40). Bölgede sol yanal doğrultu atımlı fayların fay sistemi içinde egemen olması, bölgedeki kuzey-güney yönlü sıkışma tektonik rejiminin göstergeleridir. Nitekim Erzurum ve Pasinler havzaları, Palandöken Dağları ve Palandöken Dağları'nın bu havzalara bakan yamaçlarında gelişen birikinti yelpazeleri ve yamaçların işlenme süreçleri fay kontrollü gelişmelerdir.

1.2.2.1.1. Erzurum Fayı

Doğan ve diğerleri (2004) tarafından Erzurum Fayı olarak isimlendirilen faya (Doğan ve diğ., 2004: 7), Dutçu Fayı da denilmektedir (Polat, 2003: 64). Erzurum Fayı, Yaylasuyu yerleşmesi kuzeydoğusundan başlamaktadır. Güzelyurt güneyinde yaklaşık 1 km kuzeye sıçrama yaptıktan sonra, kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda Taşlıgüney, Börekli, Tepeköy, Tuzcu yerleşmeleri ve Palandöken ilçesi hattı boyunca devam etmektedir. Fay, İkiz Tepe (2723 m)'nin kuzeybatısında kuzeye rotasyon yapmakta ve bu noktadan itibaren Nenehatun yerleşmesinin batısından geçerek Çobandede Dağı'na kadar uzanmaktadır (Fotoğraf 1.24). Yaklaşık 80 km uzunluğa (Doğan ve diğ., 2004: 7) sahip olan Erzurum Fayı sol yanal doğrultu atımlıdır ve eğim bileşeni de mevcuttur. Bu fay, bölgenin en uzun ve en aktif fayıdır (Doğan ve diğ., 2004: 7). Fay Üst Miyosen, Pliyosen ve Kuvaterner litolojik birimlerini kesmiş ve etkilemiştir. Buna göre Erzurum fayının Holosen yaşında olduğu ifade edilmektedir (Emre ve diğ., 2012)[4].



Fotoğraf 1.24. GB-KD doğrultusunda uzanan Erzurum Fayı, İkiz Tepe (2723 m) kuzeybatısında kuzeye rotasyon yaparak GGB-KKD doğrultusunda uzanmaktadır.

1.2.2.1.2. Sakalıkesik Fayı

Özbek yerleşmesinin doğusundan başlayan fay, kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda 11 km boyunca uzanmaktadır. Sakalıkesik ile Adaçay yerleşmeleri arasında Alt Miyosen yaşlı Adilcevaz formasyonu ile Kuvaterner yaşlı alüvyonları bu

[4] Emre ve diğ., 2012, 1/250000'lik harita çalışması olduğu için sayfa numarası verilmemiştir.

fay sınırlandırmaktadır. Kümbet deresi vadisi yer yer, çizgiselliği ile belirgin olan fayın çizgisi boyunca işlenmiştir.

1.2.2.1.3. Büyükgökçi Fayı

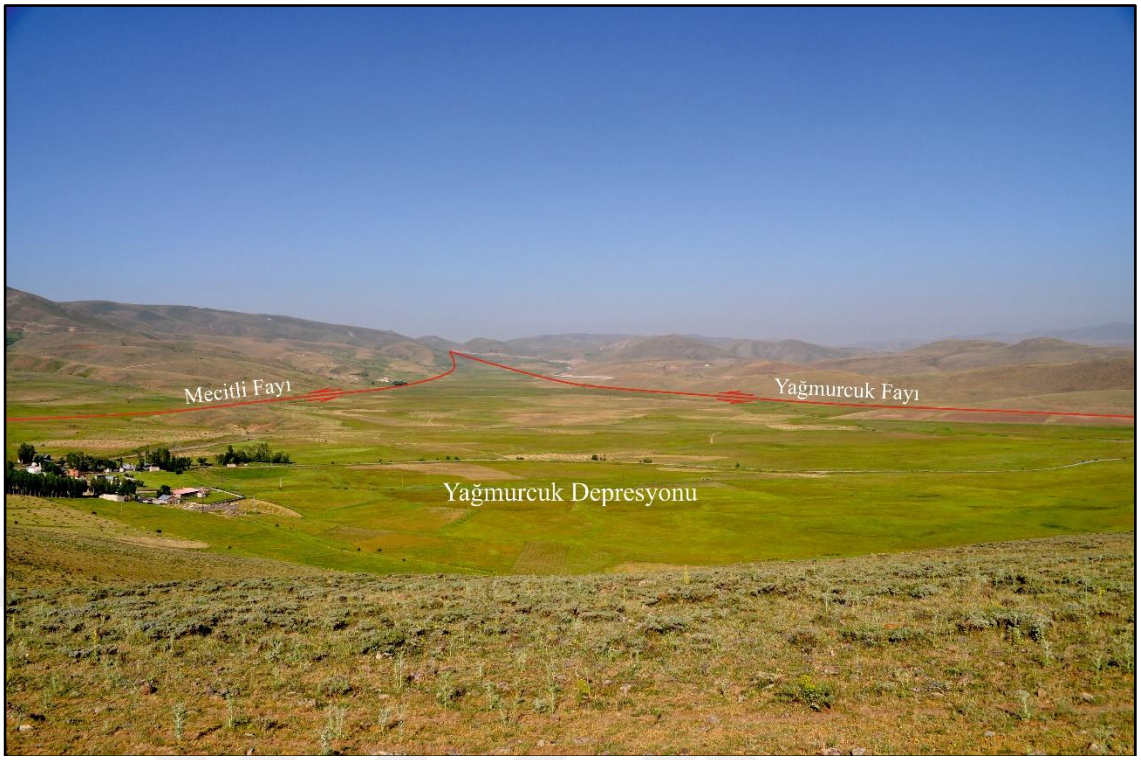
Bu fay, Yarmak yerleşmesinin kuzeydoğusunda Büyükgökçi Tepe (2393 m)'nin kuzey eteklerinden başlamakta ve Kırmızıtaş Dere vadisi boyunca kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda Çatbaşı Tepe (2428 m)'nin güneybatısına kadar uzanmaktadır. Yaklaşık 6 km uzunluğundaki sol yanal doğrultu atımlı fay, Üst Miyosen yaştaki Palandöken volkanitlerini kesmektedir. Büyükgökçi Fayı, geçtiği doğrultu üzerinde yer alan Akmezar ve Kındıra derelerinin yataklarında ötelenmeye sebep olmuştur.

1.2.2.1.4. Yağmurcuk Fayı

Fay, Polat (2003) tarafından isimlendirilmiştir (Polat, 2003: 64). Yağmurcuk Fayı, Köroğlu Tepe (2399 m)'nin güneydoğusundan başlamakta ve Yağmurcuk yerleşmesinin kuzeyine kadar uzanmaktadır. Bu fay ile güneyindeki Mecitli fayının hareketlerine bağlı olarak Yağmurcuk depresyonu meydana gelmiştir (Fotoğraf 1.25). Yağmurcuk depresyonu içerisinde akan Yağmurcukçayırı Deresi, fay çizgisine yerleşmiştir.

1.2.2.1.5. Mecitli Fayı

Yağmurcuk fayının hemen güneyinde Mecitli Fayı yer almaktadır. Mabeyin Tepe (2602 m)'nin kuzeybatı eteklerinde başlayan fay, doğu-batı doğrultusunda uzanmakta olup Karnıyırtık Dere vadisine ulaştıktan sonra güneydoğuya yönelerek bu vadinin yukarı bölümlerinde sonlanmaktadır.



Fotoğraf 1.25. Yağmurcuk Depresyonu, Yağmurcuk ve Meçitli faylarının denetiminde gelişmiştir.

1.2.2.1.6. Palandöken Fayı

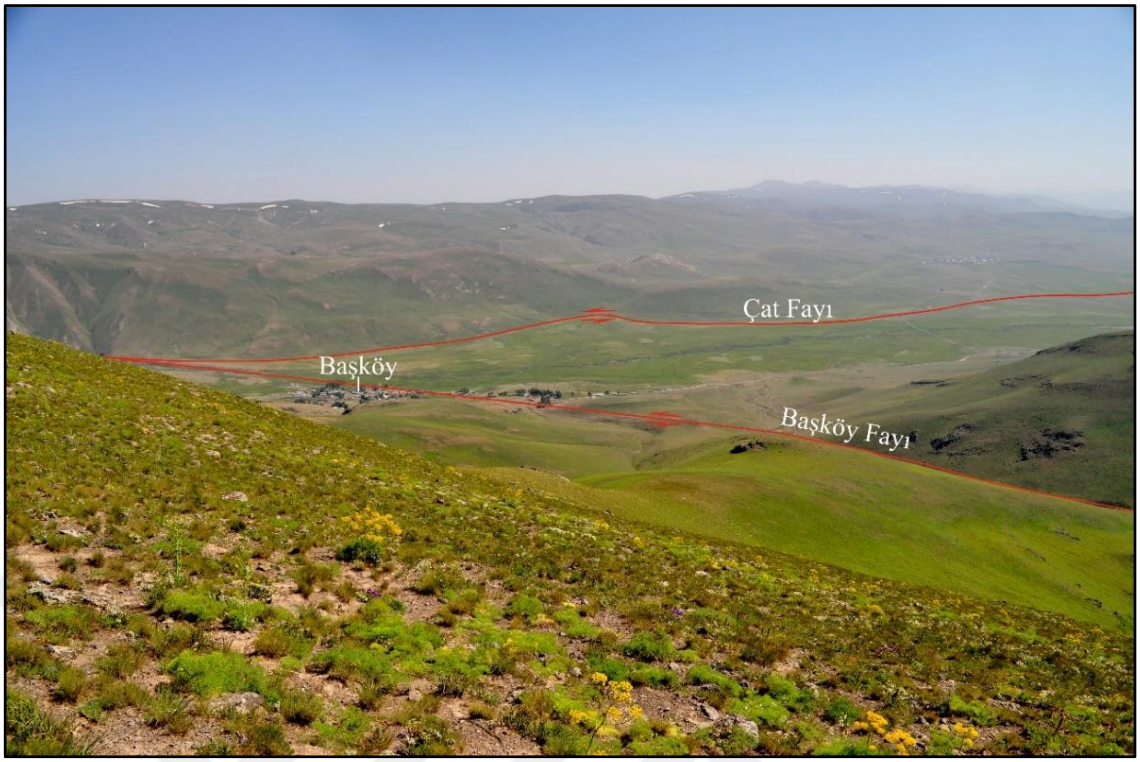
Yağmurcuk yerleşmesinin kuzeydoğusundan başlayan fay, Alamunyurdu Tepe (2552 m)'nin güneyinde tekrar ortaya çıktıktan sonra kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda Kalaylı Dağı'nın kuzeye bakan yamacını keserek Büyük Ejder Tepe (3176 m)'nin güneyine ulaşmaktadır. Bu noktadan itibaren kuzeye yönelen fay, Fakiriçmez Dere vadisini takip ederek Uzunahmet yerleşmesinin kuzeydoğusunda Pasinler Ovası'nda sonlanmaktadır. Palandöken Fayı yaklaşık olarak 36 km boyunca uzanmaktadır. Tabya Tepe (3017 m)'nin güneyinden kaynağını alan Fakiriçmez deresi, Palandöken fay çizgisini takip etmektedir. Büyük Ejder Tepe'nin güney ve güneydoğusunda, Fakiriçmez deresinin güneydoğuya bakan yamaçlarında bu fayın kanıtı olan façetalar açık bir şekilde görülmektedir (Fotoğraf 1.26).



Fotoğraf 1.26. Fakiriçmez Deresi Palandöken Fayı'nın fay çizgisine yerleşmiştir. Derenin güneydoğuya bakan yamaçlarında façetalar açık bir şekilde görülmektedir.

1.2.2.1.7. Çat Fayı

Çat ilçe merkezinin kuzeyinden başlayan Çat Fayı, güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda uzanarak Başköy depresyonuna ulaşmakta ve bu noktadan itibaren Değirmiçayır deresini takip ederek Çatderebaşı Tepe (2706 m)'nin güneybatısına kadar uzanmaktadır. Sol yanal doğrultu atımlı olan bu fay Holosen yaşlı (Emre ve diğ., 2012) olup, yaklaşık 30 km uzunluğundadır. Çat Fayı topografyadaki çizgiselliği ile açık bir şekilde gözlenebilmektedir. Başköy Depresyonu bu fayın denetiminde gelişmiştir (Fotoğraf 1.27). Fay boyunca bazı akarsuların drenajlarında ötelenmeler görülmektedir. Çat Fayı, Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitlerini ve Kuvaterner alüvyonlarını kesmektedir.



Fotoğraf 1.27. Başköy Depresyonu Çat Fayı'nın denetiminde gelişmiştir. Bu fay, Başköy'ün güneydoğusunda sağ yanal doğrultu atımlı Başköy Fayı ile kesişmektedir.

1.2.2.1.8. Taşlıgüney (Hanege) Fayı

Taşlıgüney Fayı, Yağmurcuk depresyonunun kuzeyinden başlamaktadır. Güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda 10 km boyunca uzanan sol yanal doğrultu atımlı bu fay, Karnıyırtık deresi vadisini kestikten sonra Teke Deresi vadisine ulaşmadan, Taşlıgüney doğusunda sonlanmaktadır. Burada Hanege deresi fay hattını izlemektedir.

1.2.2.1.9. Teke Deresi Fayı

Bu fay Teke Deresi yerleşmesinden başlayarak, Teke Deresi vadisini takip etmektedir. Karapınar deresinin yukarı çığırında bu dereye katılan tali kolları kesen fay, Büyük Ejder Tepe (3176 m)'nin güneydoğusunda Palandöken Fayı ile kesişerek son bulmaktadır. Fayın topografyada gözlemlenebilen uzunluğu yaklaşık olarak 12 km'dir. Teke Deresi Fayı, Eğerlidağ (2980 m)'nin güneyinde Palandöken volkanitleri ile Anadolu ada yayı volkano-sedimanter serisine ait litolojik birimleri sınırlandırmaktadır. Teke deresi vadisi yamaçlarında asılı vadilerin varlığı, derenin Erzurum-Çat karayoluna ulaştığı noktada vadinin her iki tarafında bulunan tabakaların hem yükseklik ve kalınlık hem de sedimantolojik özellikler bakımından birebir eşleşmesi, Teke Deresi vadisinin, bu fayın hareketleri ile gençleştiğinin göstergesidir. Bu gençleşme ile birlikte

Tekederesi, vadisini derine doğru aşındırmanın etkisiyle derinleştirmiş, ona tabi olan bazı yan kolların vadileri yüksekte kalmış, gençleşmeden önce tek parça olan eski alüvyonlardan müteşekkil birikinti yelpazesini işleyerek bu noktayı boşaltmış ve onu iki parçaya ayırmıştır. Bu kanıtların ışığı altında Teke Deresi Fayı'nın yaşının Holosen olması kuvvetle muhtemeldir.

1.2.2.1.10. Eğerli Dağı Fayı

Eğerli Dağı (2980 m)'nın kuzeyinde yer almaktadır. Hemen hemen birbirine paralel uzanan bu faylar basamak şeklinde ovaya doğru inmektedir. Fayların göstermiş olduğu basamaklı yapı, söz konusu fay birliğinin verev atımlı olabileceği fikrini akla getirmektedir (Timur ve diğ., 1994: 27).

1.2.2.1.11. Nenehatun Fayı

Daha önce Polat (2003) tarafından Çobandede Fayı (Polat, 2003: 64) olarak isimlendirilen fay, tarafımızdan Nenehatun Fayı olarak adlandırılmıştır. İkiz Tepe (2723 m) kuzeydoğusunda başlayan fay kuzeydoğu yönünde Deveboynu eşiğini geçerek Çobandede Dağı (2453 m)'na kadar uzanmaktadır. Nenehatun Fayı, Üst Miyosen volkanitler ile Pliyosen gölsel çökellerden oluşan litolojik formasyonları kesmektedir.

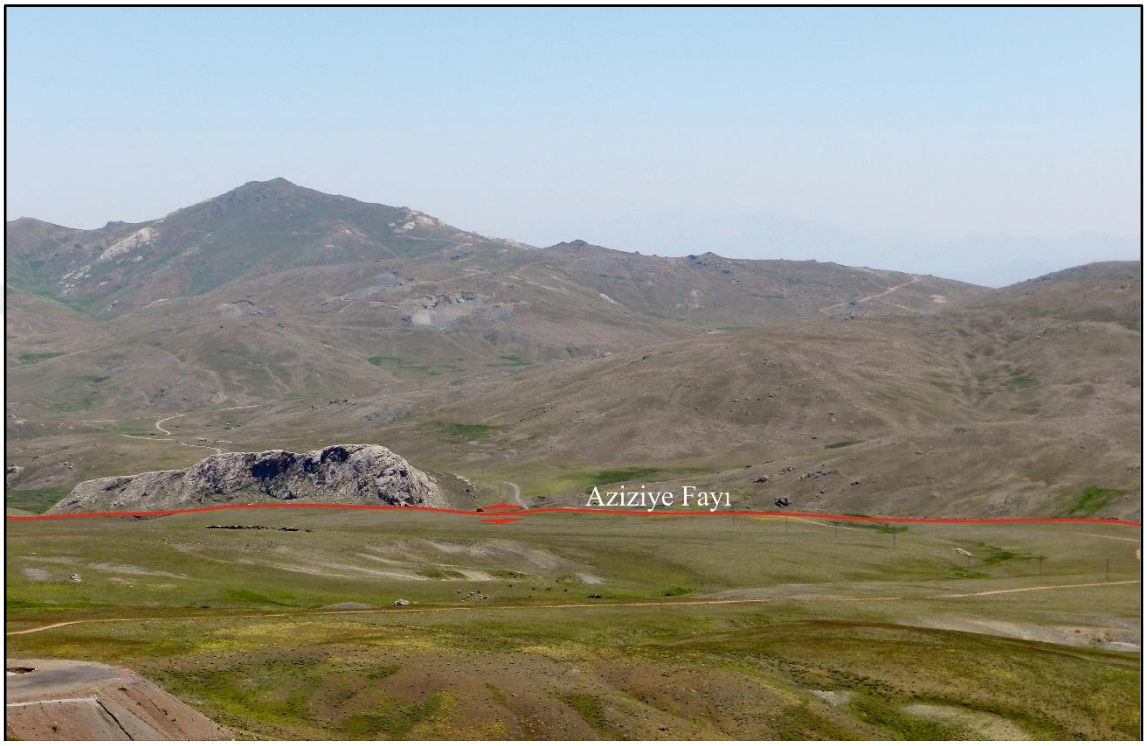
1.2.2.1.12. Uzunahmet Fayı

Nenehatun güneydoğusundan başlayan Uzunahmet Fayı kuzey-kuzeydoğu ve güney-güneybatı doğrultusunda uzanarak Küçük Tuy yerleşmesinin batısında sona ermektedir. Topografyada gözlemlenebilir uzunluğu yaklaşık 9 km olan sol yanal doğrultu atımlı fay aynı zamanda eğim atımına da sahiptir. Uzunahmet güneybatısında yer alan Uzunahmettabya Tepe (2083 m)'nin batıya bakan yamacında eğim atıma bağlı olarak meydana gelen fay dikliğinde Üst Miyosen yaşlı Çoraktepe volkanitleri üzerinde korniş gelişmiştir. Hamam deresi vadisi, bu fayın çizgiselliğini takip etmektedir. Fayın doğrultu hareketine bağlı olarak da Üst Miyosen yaşlı Güngörmez volkaniti, Pliyosen yaşlı Horasan ve Gelinkaya formasyonlarında ötelenmeler meydana gelmiştir. Bu durum Uzunahmet fayının Pliyosen'den genç olduğunu göstermektedir.

1.2.2.1.13. Aziziye Fayı

Aziziye Fayı, Yeniköy yerleşmesinin güneybatısından başlayıp, Yıkıkdağ Tepe (2790 m)'nin kuzeydoğusuna kadar uzanmaktadır. Genel doğrultusu K 34^{o} B olan fay,

birbirine paralel birkaç segmentten oluşmaktadır. Fayın yaklaşık uzunluğu 13 km'dir. Aziziye Fayı, Kretase yaşlı ofiyolit, ofiyolitik melanj ve pelajik kireçtaşlarını; Paleosen yaşlı kum ve kiltaşlarını, andezit ve piroklastikleri, hatta bu formasyonlar üzerinde gelişen bindirme yapılarını da keserek ötelemiştir. Aziziye Fayı morfolojik olarak çizgiselliğiyle sahada açık bir şekilde gözlemlenebilmektedir (Fotoğraf 1.28).



Fotoğraf 1.28. Aziziye Fayı çizgiselliği ile topografyada kolaylıkla seçilebilmektedir.

1.2.2.1.14. Çeperli Fayı

Yerlidağ Tepe (2874 m) ile Çeperli arasında yer alan fay K 44^{o} D doğrultusunda 7 km boyunca uzanmaktadır. Fay, Yerlidağ Tepe'nin doğusunda ofiyolitik karmaşığı kesmiştir. Çeperli güneyinde ise Eosen yaşlı Alibaba volkanitlerini, Alt Miyosen yaşlı Adilceaz formasyonunu, Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitlerini ötelemiştir.

1.2.2.1.15. Alibezirgan Fayı

Sığırlı yerleşmesinin kuzeybatısından başlayan sol yanal doğrultu atımlı Alibezirgan Fayı, K 44^{o} D doğrultusunda Korucuk doğusunda sonlanmaktadır. Fay, Alibezirgan Mahallesi batısında Palandöken volkanitleri ve Gelinkaya formasyonu ile eski alüyonları birbirinden ayırmaktadır. Bu fayın Korucuk doğusunda Kuru dereyi ötelediği açık bir şekilde görülmektedir. Güneybatıda ise Akkaya Tepe (2533m)

güneydoğusundan kaynağını alan Ahırcık deresi, Alibezirgan yerleşmesinden itibaren bu fayı izlemektedir. Fayın haritalanabilir uzunluğu yaklaşık 7 km'dir.

1.2.2.1.16. Ağcalar Fayı

Ağcalar Fayı, Alibaba Dağı (2931 m) ile Ağcalar yerleşmesi arasında kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda yaklaşık 7 km boyunca uzanmaktadır. Fay, Paleosen ve Üst Miyosen yaşlı volkanik materyaller ile Pliyosen yaşlı göl sedimanlarından oluşan litolojik birimleri keserek ötelemiştir. Söz konusu fayın düşük bir oranda da olsa eğim bileşeni vardır. Köroğlu Tepe'nin (2549 m) Pasinler Ovası'na bakan yamacında meydana gelmiş heyelanı, bu diri fayın tetiklemiş olması kuvvetle muhtemeldir.

1.2.2.1.17. Kiremitlik Tepe Fayı

Kiremitlik Tepe fayı, Erzurum il merkezi sınırları içerisinde, Atatürk Üniversitesi yerleşkesinin güneyinde Büyük ve Küçük Kiremitlik tepelerinin kuzeyinden geçerek bu tepeleri sınırlamaktadır. K 62^{o} D doğrultusunda uzanan sol yanal doğrultu atımlı fay, ters fay niteliklidir (Yarbaşı ve Bayraktutan, 2001: 63). Kiremitlik Tepe Fayı, Pliyosen yaşlı Gelinkaya formasyonu ile birikinti yelpazelerinin teşkil ettiği eski alüvyonları ayırmaktadır.

1.2.2.1.18. Yenişehir Fayı

Kiremitlik tepelerini güneyden sınırlandıran Yenişehir fayı, Yıldızkent, Yenişehir yerleşmeleri ile Yunus Emre Mahallesi arasında güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda uzanmaktadır. Yenişehir mevkisini K 30° D doğrultusunda kat eden fay, sol yanal atımlı ters fay nitelikli olup güneydoğuya 60-70^{o} eğimlidir (Yarbaşı ve diğ., 2003: 291). Küçük ve Büyük Kiremitlik tepeleri, Kiremitlik Tepe ve Yenişehir ters faylarının denetiminde gelişmiştir.

1.2.2.2. Sağ Yanal Doğrultu Atımlı Faylar

Palandöken Dağı'nda KAF sistemi içerisinde gelişmiş ve onların uzantısı olan, aktüel, sağ yanal doğrultu atımlı faylar bulunmaktadır. Bunlar Kükürtlü, Tepsicik, Tüysüz Taşağıl, Başköy, Karayazı, Alibaba, Alvar, Övenler faylarıdır. Bunlar DAF sisteminin devamı niteliğinde olan sol yanal doğrultu atımlı faylar tarafından kademeli bir şekilde kesilmektedir (Tarhan ve diğ., 1992: 40).

1.2.2.2.1. Kükürtlü Fayı

Kükürtlü fayı, Çat güneydoğusundan başlayarak Kızılşarak, Hatuncuk ve Kükürtlü hattını takip edip Kükürtlü kuzeybatısında Aşkale Fayı ile kesişerek sonlanan, kuzey 46^{o} batı doğrultusunda yaklaşık olarak 48 km boyunca gözlemlenebilen sağ yanal doğrultu atımlı bir faydır. Yer yer çizgiselliği belirgin olan fayın, eğim bileşeni de mevcuttur (Fotoğraf 1.29). Fayın geçtiği kimi yüzeylerde basınç sırtları görülmektedir. Fay, araştırma sahasında 4 km boyunca uzandığı bölümde Alt Miyosen yaşlı resifal kireçtaşları ve Üst Miyosen yaşlı volkanik birimleri kesmiş, kireçtaşlarında ötelenmelere sebebiyet vermiştir.



Fotoğraf 1.29. Çat güneydoğusundan başlayıp Kükürtlü kuzeybatısında Aşkale Fayı ile kesişen sağ yanal doğrultu atımlı Kükürtlü Fayı aynı zamanda eğim bileşenine de sahiptir.

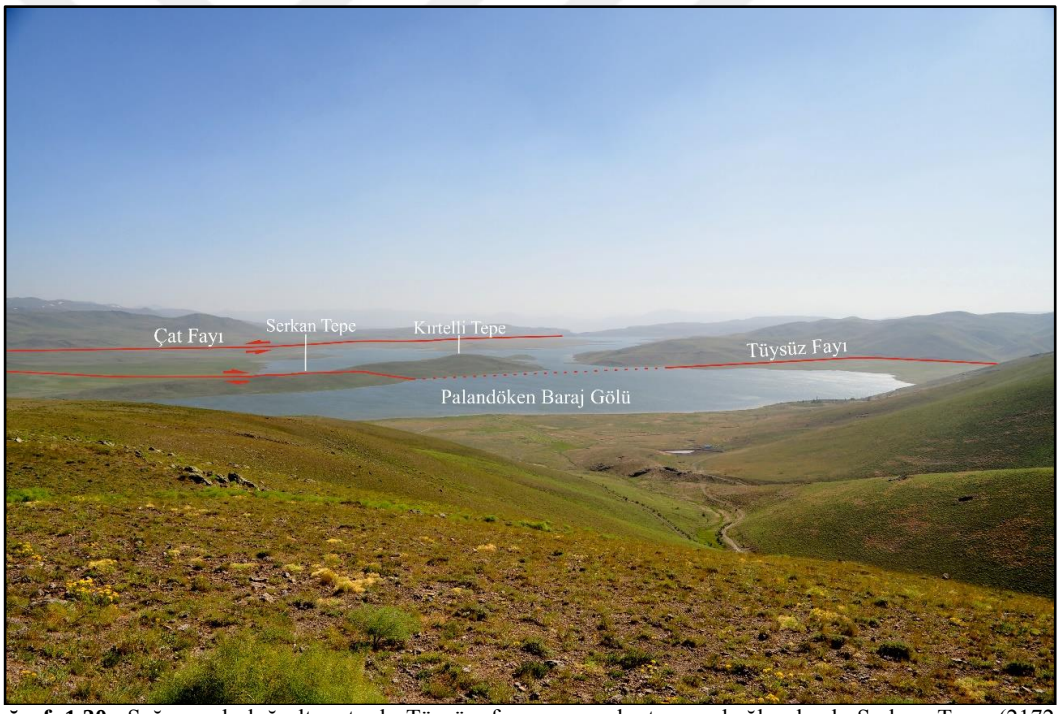
2.2.2.2. Tepsicik Fayı

Yaylabaşı Tepe (2333 m)'nin hemen doğusundan başlayan fay, kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda Yaylasuyu, Tepsicik ve Dereköy yerleşmeleri boyunca uzanarak Dereköy kuzeybatısına kadar yüzeyde izlenebilmektedir. Topografyada gözlemlenebilen uzunluğu yaklaşık 25 km olan fayın 6 km'lik güneydoğu bölümü araştırma sahasının sınırları dahilinde kalmaktadır. Sahada Alt Miyosen yaşlı Adilcevaz formasyonu ile Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitlerini kesen fay, Köroğlu Tepe

(2399 m)'nin güneyinde Adilcevaz formasyonunu oluşturan kireçtaşını ve Han deresini ötelemiştir.

1.2.2.2.3. Tüysüz Fayı

Kayşanlıbaşı Tepe (2473 m) güneydoğusundan başlayıp Çukurçayır yerleşmesi batısında sol yanal doğrultu atımlı Çat Fayı ile kesişen, kuzey 76^{o} batı doğrultusunda 11 km boyunca uzanan sağ yanal doğrultu atımlı fay Polat (2003) tarafından Tüysüz Fayı olarak adlandırılmıştır (Polat, 2003: 63). Fayın yanal atımına bağlı olarak Serkan Tepe (2172 m) güneydoğuya doğru kaymış (Fotoğraf 1.30), Küçük Lezgi Suyu vadisinin bu faya denk gelen bölümünde dirsek meydana gelmiştir (Polat, 2003: 63). Ayrıca Tüysüz Fayı, eski Tüysüz yerleşmesinin doğusunda Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitleri ile Kuvaterner alüvyonlarını ötelemiştir.



Fotoğraf 1.30. Sağ yanal doğrultu atımlı Tüysüz fayının yanal atımına bağlı olarak Serkan Tepe (2172 m) güneydoğuya kaymıştır.

2.2.2.4. Taşağıl Fayı

Taşağıl Fayı, Tüysüz Fayı'na hemen hemen paralel olarak uzanmaktadır. Doğrultusu kuzey 70^{o} batıdır. Başköy güneybatısı ile Topalhasan Tepe (2579 m) arasında yaklaşık olarak 8 km boyunca uzanmaktadır. Baraj gölü nedeniyle boşaltılan eski Taşağıl yerleşmesi tam bu fayın üzerinde yer almaktadır (Fotoğraf 1.31). Tuzla Çayı ile kesiştiği noktada, bu akarsuyun vadisini ötelemiştir. Ayrıca Üst Miyosen

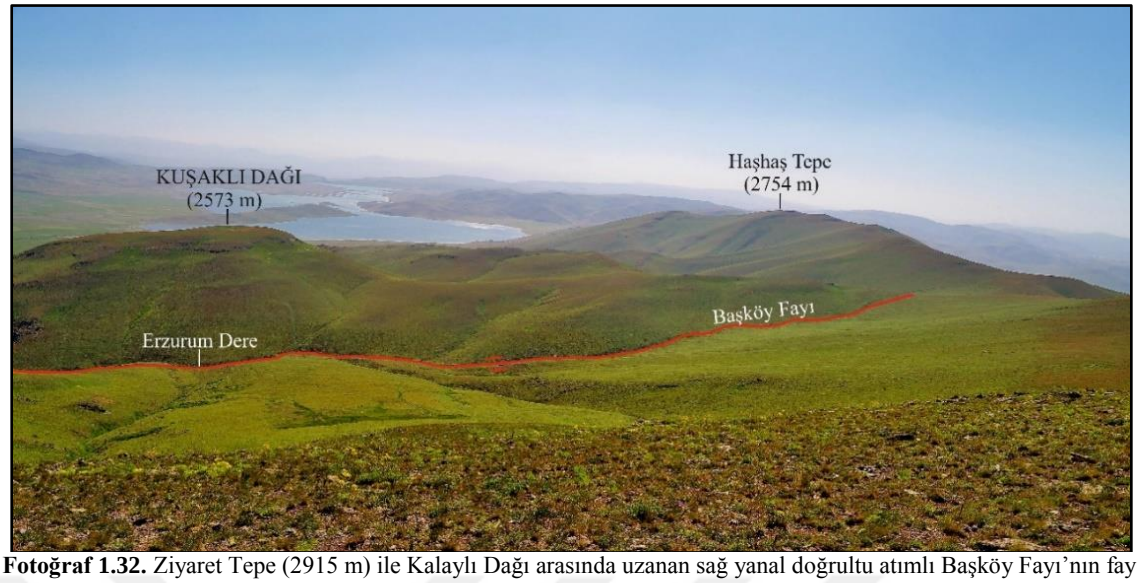
volkanik birimleri ve Kuvaterner yaşlı alüvyonları keserek ötelemiştir. Eğim bileşenlidir ve kuzeydeki blok yükselirken güney bloğu ise alçalmıştır.



Fotoğraf 1.31. Palandöken Barajı nedeniyle boşaltılan Taşağıl yerleşmesi, Taşağıl Fayı'nın üzerinde yer almaktadır.

1.2.2.2.5. Başköy Fayı

Sarp Tepe (2709 m)'nin kuzeybatısında Sarp Dere vadisinden başlayan fay Başköy yerleşmesinden, Kuşaklı Dağı (2573 m)'nın doğusundan geçerek Haşhaş Tepe (2754 m)'nin güneydoğusuna kadar uzanmaktadır. Haşhaş Tepe'ye kadar yaklaşık olarak 7 km boyunca uzanan fay bu noktada 650 m güneye sıçrama yapmaktadır. Fay, Sıçrama yaptıktan sonra Haşhaş Tepe'nin güneyinden geçerek kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanmakta ve Topalhasan Tepe (2579 m)'nin güneydoğusunda sonlanmaktadır. Başköy ile Sarp Tepe arasında Üst Miyosen volkanitler ile Kuvaterner alüvyonları arasında sınır teşkil eden Başköy Fayı, Haşhaş Tepe'nin güneydoğusunda Sarkan deresinin vadisini ötelemiştir. Başköy Fayı ile birlikte Taşağıl, Tüysüz ve Çat faylarının aktivitelerine bağlı olarak, günümüzde büyük bölümü Palandöken Baraj Gölü'nün suları altında kalan Başköy-Çatköy Depresyonu meydana gelmiştir. Güneyde Kuşaklı Dağı ile kuzeyde Ziyaret Tepe (2915 m) arasında fayın geçtiği kesimde Erzurum Dere vadisini kazmıştır (Fotoğraf 1.32).



Fotoğraf 1.32. Ziyaret Tepe (2915 m) ile Kalaylı Dağı arasında uzanan sağ yanal doğrultu atımlı Başköy Fayı'nın fay çizgisine Erzurum Dere vadisini işlemiştir.

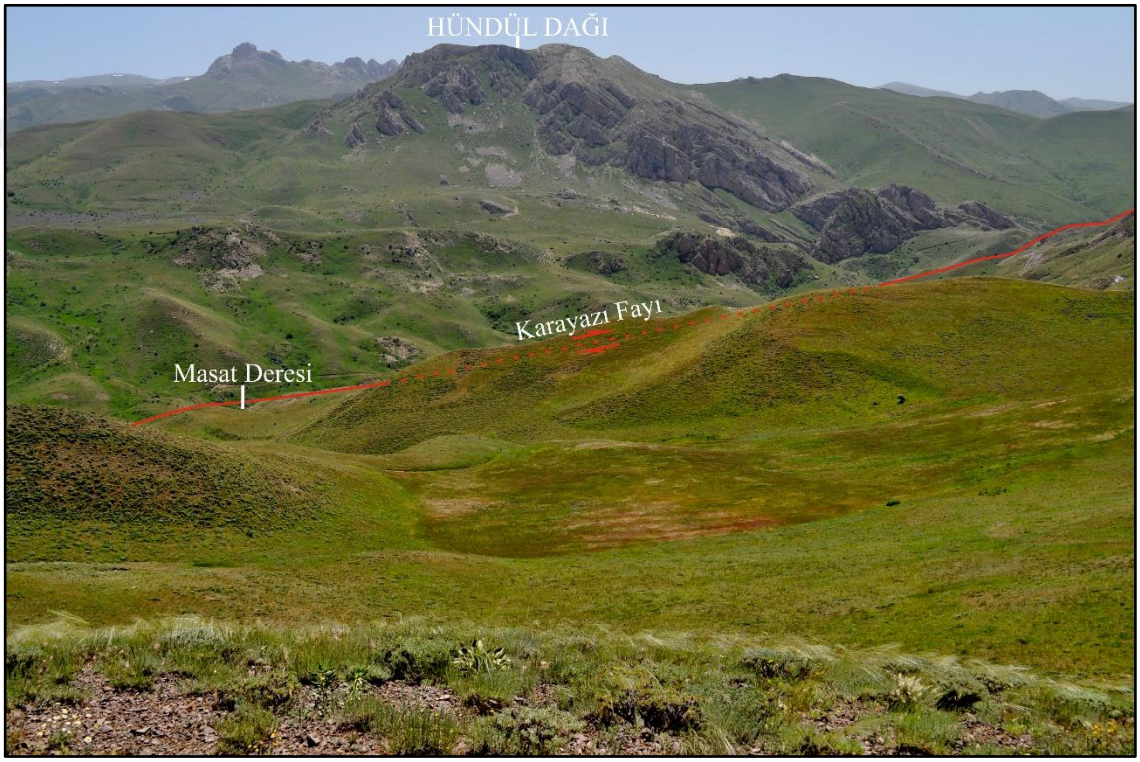
1.2.2.2.6. Alibaba Fayı

Alibaba Fayı, Şahvelet Dağları'nda yer alan Kandil Tepe (2922 m) ile Pasinler Ovası'ndaki Güllü yerleşmesi arasında kuzey 50^{o} batı doğrultusunda yaklaşık 16 km boyunca uzanmaktadır. Bu fay, Şahvelet Dağları'nda Söğütlü Dağı'nı ve ofiyolitik birimleri kuzeybatıya ötelemiştir. Araştırma sahasında ise Alibaba Dağı'nı Eosen'e ait Alibaba volkanitlerini ve Aziziye formasyonunu; Alt Miyosen yaşlı Adilcevaz formasyonunu ve bu formasyonun Alibaba volkanitlerinin üzerine geldiği bindirmeyi ve Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitlerini keserek kuzeybatıya ötelemiştir. Güllü yerleşmesi çevresinde yapılan gözlemlerde fayın yanal atımının yaklaşık olarak 1,5 km olduğu tespit edilmiştir.

1.2.2.2.7. Karayazı Fayı

Üzerindeki Karayazı ilçesine atıfla ilk kez Koçyiğit (1985) tarafından Karayazı fayı olarak isimlendirilmiştir (Koçyiğit, 1985: 67). Karayazı (Bayraktar) kuzeydoğusundan başlayan fay, Karaağıl köyüne kadar doğu-batı doğrultusunda uzanmaktadır. Bu noktada güneybatıya yaklaşık 3 km lik bir sıçrama yapmıştır. Karasu yerleşmesinin doğusundan itibaren kuzey 65^{o} batı doğrultusu kazanan fay, Kırgındere, Payveren, Sarıtaş, Karakoç yerleşmelerini takip etmektedir. Saha sınırları içerisinde kalan Bulkasım köyü güneydoğusunda Yaygı Dere vadisinde keskin bir dönüş yaparak doğu-batı istikameti kazanır ve Şahvelet Dağının önemli kütlelerinden biri durumundaki Hündül Dağı (2325 m)'nı keserek Köroğlu Tepe (2549 m) doğusunda sonlanır.

Karayazı fayı yüzeyde yer yer birkaç segment halinde takip edilebilmektedir. Fayın haritalanabilir uzanımı yaklaşık olarak 80 km'dir. Karayazı fayı aynı zamanda verev bileşene de sahiptir. Öyle ki fayın kuzey bloğu güney bloğuna oranla 70-80 m arasında yükselmiştir (Koçyiğit, 1985: 67). Araştırma sahası dahilinde 5,5 km uzanıma sahip olan Karayazı Fayı, Hündül Dağı ile Palandöken Dağları arasındaki sınırın da bir bölümünü oluşturmaktadır (Fotoğraf 1.33). Hündül Dağı kuzeyinde Alibaba volkanitleri ile Adilcevaz formasyonu arasında sınırı çizen bu fay, Köroğlu Tepe doğusunda aynı formasyonları ötelemiştir.



Fotoğraf 1.33. Karayazı Fayı, Bulkasım batısında Palandöken Dağları ile Hündül Dağı (Şahvelet Dağları) arasında sınırı çizmektedir.

1.2.2.2.8. Alvar Fayı

Alvar doğusunda yer alan fay, K 72^{o} B doğrultusunda 8 km boyunca izlenebilmektedir. Güncel alüvyonlar ile eski alüvyonları kesen fay, Otlukkapı kuzeydoğusunda bu birimleri ve Otlukkapı dere yatağını ötelemiştir. Otlukkapı deresinin yatağında yanal atıma bağlı olarak ötelenme görülürken, derenin hemen batısında yer alan Kürdi Dere'sinin yatağını kesmiş olmasına rağmen, akarsuyun akış çizgisinde ötelenmenin görülmemesi, vadinin faydan genç olduğunu göstermektedir.

1.2.2.2.9. Övenler Fayı

Övenler yerleşmesinin batısı ile Kurdi Deresi arasında görülen fay kuzeybatı-güneydoğu doğrultuludur. Kuvaterner alüvyonlarını kesen fay, Övenler Deresinin yatağını da kısmen ötelemiştir. Çizgiselliği belirgin olan fay yaklaşık 8 km boyunca izlenebilmektedir.

1.2.2.3. Normal Faylar

Doğrultu atımlı fayların egemen olduğu araştırma sahasında normal faylara Köroğlu Tepe (2549 m)'nin güneyinde tipik şekilde rastlanmaktadır.

1.2.2.3.1. Köroğlu Fayı

Fay, Palandöken Dağları'nın doğu bölümünde Köroğlu Tepe'nin güneyinde gözlemlenmektedir. Köroğlu Fayı, batıdan sol yanal doğrultu atımlı Ağcalar fayı ile kesişerek sonlanmaktadır. Doğu-batı doğrultusunda uzanan fayın Alt Miyosen resifal kireçtaşından oluşan kuzeydeki bloğu yükselirken, Eosen yaşlı Alibaba volkanitlerinden müteşekkil güneydeki blok alçalmıştır (Fotoğraf 1.34). Düşey atım yaklaşık olarak 14 m'dir.



Fotoğraf 1.34. Köroğlu Fayı. Alt Miyosen yaşlı Adilcevaz formasyonuna ait resifal kireçtaşından oluşan kuzeydeki blok yükselirken, Paleosen yaşlı Alibaba volkanitlerine ait litolojik birimden meydana gelen güney blok alçalmıştır.

2.2.4. Bindirmeler

Anadolu'daki paleotektonik dönem, Orta Miyosen'de Bitlis Kenet Kuşağı'ndaki kıta-kıta çarpışması ile yerini yeni bir tektonik düzenin aldığı neotektonik döneme bırakmıştır. Kuzey Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu Fayı arasında kalan Anadolu Levhası bu yeni rejimi batıya doğru hareketle karşılarken, Doğu Anadolu Bölgesi'nin bu iki fayın kesişme noktası olan Karlıova kavşağının doğusunda kalan bölümleri ise litosferin kuzey-güney yönlü kısalma ve kalınlaşması şeklinde tepki vermiştir. Araştırma sahasında gelişen faylarda olduğu gibi bindirmeler de bu tektonik evrime

bağlı kuzey-güney yönlü sıkışmanın ürünüdürler. Palandöken Dağları'nda bindirmeler, Büyük Ejder Tepe'nin doğusunda kalan, litolojik anlamda da batı bölümüne kıyasla daha kompleks bir görünüm sergileyen bölümünde görülmektedir.

Araştırma sahasında bindirmelerin oldukça karmaşık bir görünüm sergilemeleri nedeniyle adlamaya gidilmemiştir. Yeniköy ile bu yerleşmenin güneydoğusunda kalan ve araştırma sahası sınırları dışında kalan Geçit Mahallesi arasında, Üst Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı ofiyolitik karmaşık, Pre-Maestrihtiyen yaşlı Şahvelet ofiyolitleri üzerine; Şahvelet ofiyolitleri de Üst Miyosen yaşlı Çoraktepe volkanitlerinin üzerine bindirmiştir. Yeniköy'ün kuzeyinde Üst Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı Anadolu ada yayı volkano-sedimanter serisi ve Üst Kretase yaşlı Üzümpınar formasyonu, Eosen yaşlı Aziziye formasyonu üzerine bindirmiştir. Bu bindirmeye bağlı olarak Aziziye grubu, Şahvelet ofiyolitlerinin üzerine itilmiştir. Bu noktadan itibaren kuzeydoğuya doğru saha sınırları dahilinde kalan alanda Anadolu ada yayı volkano-sedimanter serisini teşkil eden ofiyolitik karmaşık ile Aziziye formasyonunun litolojik sınır ilişkisi bindirmelidir (Fotoğraf 1.35).

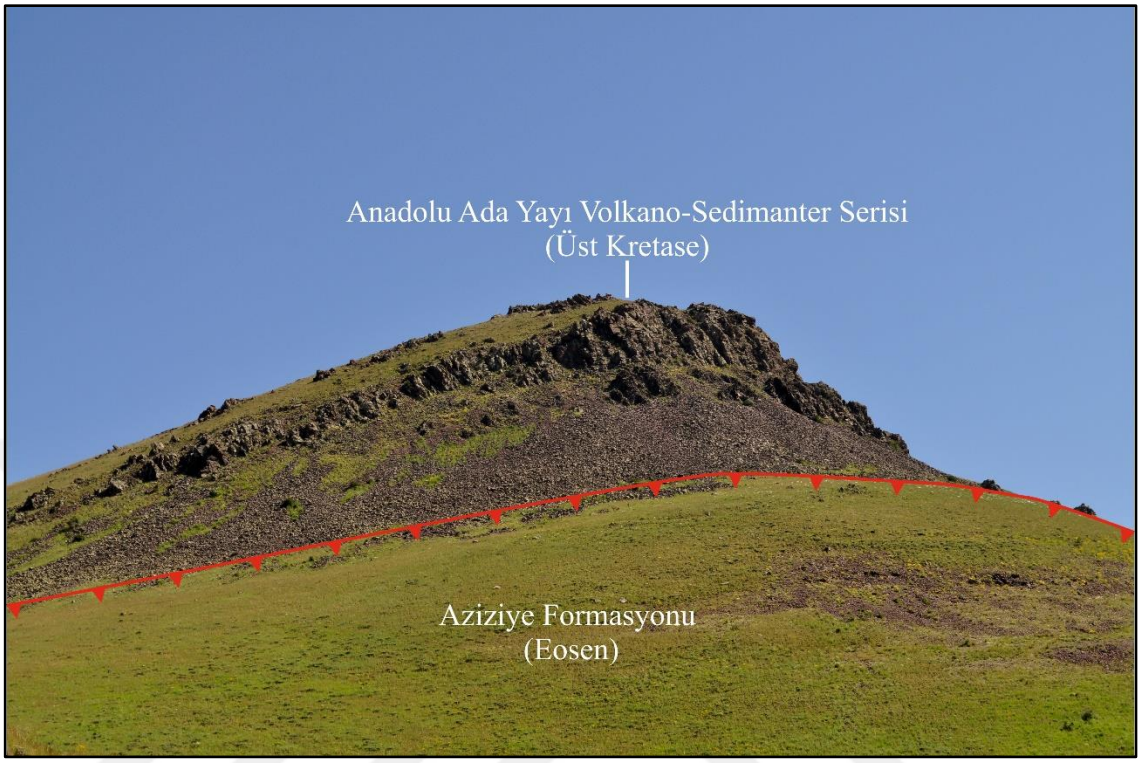
Kumlubaşı Tepe (2857 m), Yataklarbaşı Tepe (2927 m) ve Maden Dağı (Şahvelet Dağları) hattını izleyen Şahvelet ofiyolitleri kuzeydoğu-güneybatı ve doğu-batı doğrultularında Aziziye formasyonu ile Anadolu ada yayı volkano-sedimanter serisine bindirmiştir.

Yıkıkdağ Tepe (2790 m)'nin kuzeyinde Üst Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı Anadolu ada yayı volkano-sedimanter serisi, Eosen yaşlı Aziziye formasyonu üzerine bindirmiş; bu itilmenin etkisiyle de Aziziye formasyonu, Alt Miyosen yaşlı Adilcevaz formasyonuna bindirmiştir. Yıkıkdağ Tepe'nin doğusunda, sol yanal doğrultu atımlı Aziziye Fayı bu bindirmeyi kesmiş ve söz konusu fayın doğu bloğunda kalan tarafı kuzeydoğuya ötelenmiştir.

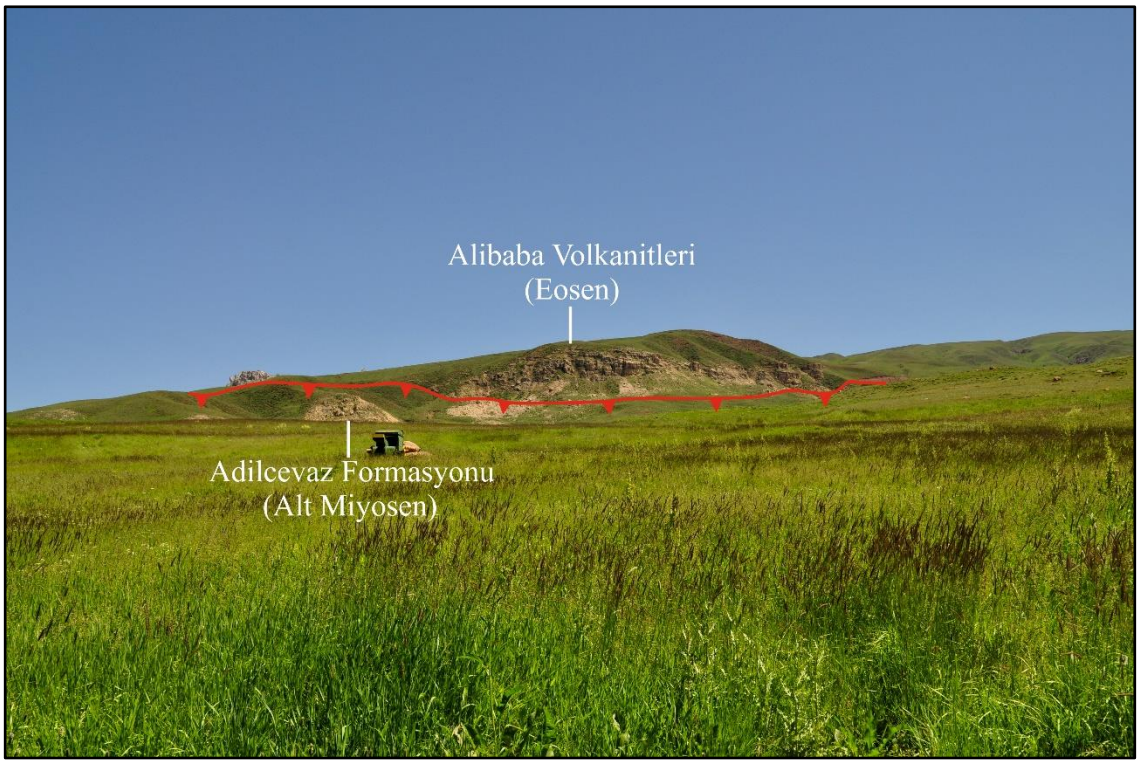
Çeperli yerleşmesinin güneyinde, Eosen yaşlı Alibaba volkanitleri, Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitleri üzerine bindirmiştir. Bu bindirme, sol yanal doğrultu atımlı Çeperli fayı ile kesilerek yaklaşık 400 m kuzeydoğuya ötelenmiştir.

Alibaba Dağı'nın güneyinde Üst Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı ofiyolitik karışık ile Üst Kretase yaşlı Şahvelet ofiyolitleri, Eosen yaşlı Aziziye formasyonu ile Alibaba volkanitleri üzerine bindirmiştir. Alibaba Dağı'nın kuzey bölümünde ise Alibaba volkanitleri Üst Miyosen yaşlı Adilcevaz formasyonu üzerine itilmiştir (Fotoğraf 1.36).

Dağın kuzeyinde bu bindirme, sağ yanal doğrultu atımı Alibaba Fayı tarafından kesilmiştir.



Fotoğraf 1.35. Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisini teşkil eden ofiyolitik karmaşık ile Aziziye formasyonunun litolojik sınır ilişkisi bindirmelidir. Fotoğraf Yerlidağ Tepe (2874 m)'nin güneyinden alınmıştır.



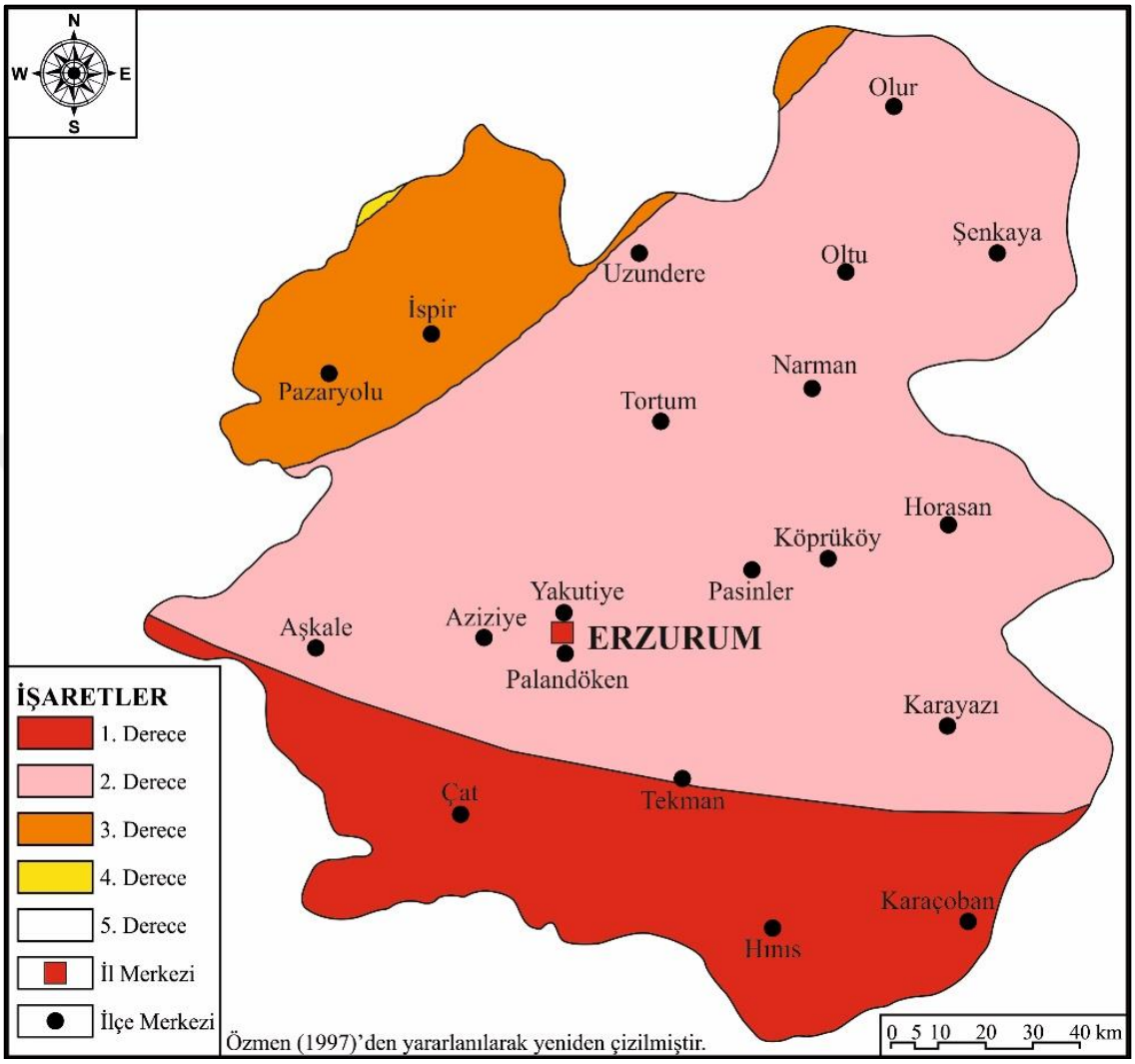
Fotoğraf 1.36. Alibaba Dağı (2931 m)'nın kuzey bölümünde Eosen yaşlı Alibaba volkanitleri, Alt Miyosen yaşlı Adilcevaz formasyonu üzerine bindirmiştir.

1.2.2.5. Depremler

Depremler yerkürenin jeolojik tarihi boyunca süregelen, insanın dünya üzerinde var olmaya başladığı andan itibaren onunla yüzleşmek zorunda kaldığı, büyük can ve mal kayıplarına neden olan doğal bir afettir. Anatolid ve Torid tektonik birliklerini Afro-Arabistan levhasından ayıran Neo-Tetis'in güney kolunun Geç Kretase'de kapanmaya başlaması ve güneyde Bitlis-Zagros hattında Orta Miyosen'de gerçekleşen Avrasya ile Arabistan levhalarının çarpışması, ülkemizin yer aldığı bölgede neotektonik dönemi başlatmıştır (Şengör, 1980: 11). Söz konusu kıta-kıta çarpışmasının etkisiyle Doğu Anadolu Bölgesi kuzey-güney yönünde sıkışarak yükselmeye, doğu-batı doğrultusunda da genişlemeye başlamıştır (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986: 73). Bu tektonik rejim Anadolu'da KAF ve DAF zonları başta olmak üzere birçok fay sisteminin gelişmesine ve buna bağlı olarak birçok levha ve levhacığın ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bunlardan en önemlisi KAF hattı boyunca batıya hareket eden Anadolu Levhası'dır. Palandöken Dağları ve çevresinde yer alan faylar da Afro-Arap levhası ile Avrasya levhalarının çarpışmalarına bağlı olarak gelişen ve günümüzde de devam etmekte olan kıta-kıta çarpışmasının ürünüdürler. Yukarıda özetlenen sistemin işleyişi nedeniyle Alp orojenik kuşağında yer alan ülkemiz depremsellik bakımından oldukça aktiftir. Bu bağlamda, Anadolu Levhası ile Karadeniz Dağları yayı arasında çarpışma-sıkışma kuşağı içerisinde yer alan (Atalay, 1978: 31) araştırma sahası da depremsellik bakımından oldukça aktiftir. Öyle ki Palandöken Dağları'nın güney bölümü I. dereceden deprem bölgesi iken, kuzey bölümü de II. dereceden deprem bölgesi sınırları dahilindedir (Harita 1.4).

Tarihsel dönemlerden itibaren günümüze kadar araştırma sahası ve çevresinde önemli can ve mal kayıplarına neden olan birçok deprem meydana gelmiştir. Meydana gelen bu depremler, sahadaki fayların aktif olduklarını göstermektedir. Tablo 1.1'de 1011-1887 yılları arasında meydana gelen tarihsel dönem depremleri incelendiğinde 1800-1887 yılları arasında yerin derinliklerinde biriken enerjinin, geçmiş dönemlere göre daha sık açığa çıktığı ve buna bağlı olarak daha fazla sismik hareketlilik olduğu görülmektedir (Tablo 1.1 ve Şekil 1.5). Tarihi kaynaklara bakıldığında sahada en fazla kaybın yaşandığı depremler tarihsel dönemdeki, 1456 ve 1458 yıllarında Erzurum ve Erzincan'da etkili olan ve 30000-32000 can kaybının meydana geldiği depremlerdir. Bunlardan başka 22.10.1875 tarihinde Erzurum ve 01.11.1875 tarihinde Erzurum-

Karlıova arasında meydana gelen 10 şiddetinde iki deprem daha kaydedilmiştir. Ne yazık ki bu depremlerle ilgili herhangi bir veri bulunmamaktadır.

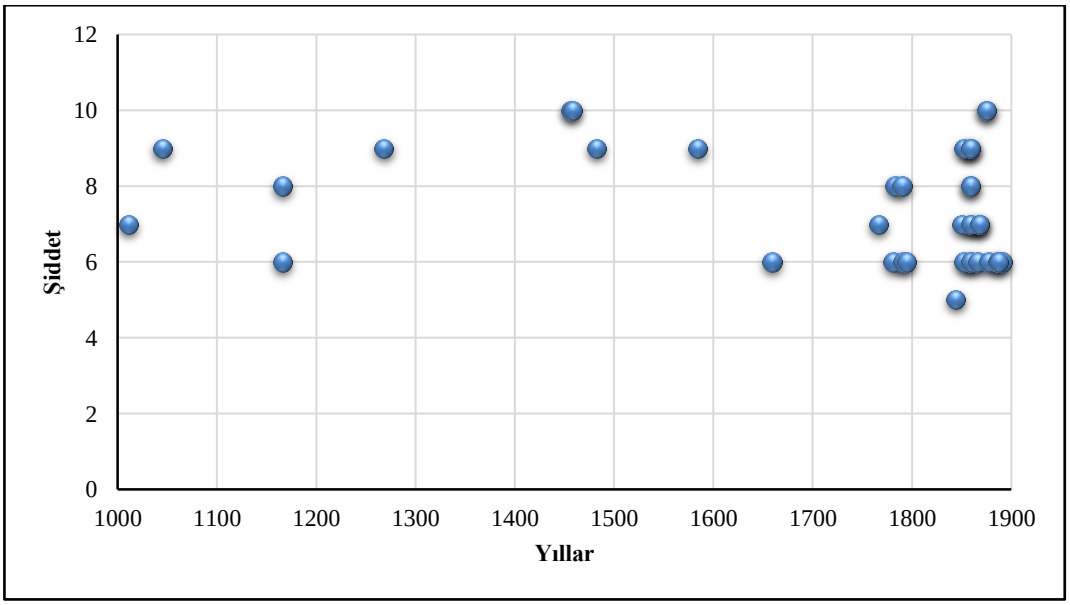


Harita 1.4. Erzurum ili deprem bölgeleri haritası.

Tablo 1.1. Palandöken Dağları ve çevresinde meydana gelen tarihsel dönem depremleri.

Sıra	*Tarih*	*Enlem (N)*	*Boylam (E)*	*Şiddet*	*Düşünceler*
1	1011	39.85	39.50	VII	Erzurum şehri ağır hasarlı
2	1045	39.75	39.50	IX	Erzurum şehri ağır hasarlı
3	1166	39.75	39.50	VI	Erzurum
4	1166	39.75	39.50	VIII	Erzurum hasarlı. 12000 ölü
5	1268	39.75	40.40	IX	Erzincan, Erzurum, 15000 ölü
6	1456	39.75	40.40	X	Erzurum-Erzincan 30000-32000 ölü
7	1458	39.75	40.40	X	Erzincan-Erzurum, 32000 ölü
8	21.12.1482	39.75	39.50	IX	Erzincan-Erzurum
9	17.06.1584	39.75	39.50	IX	Erzincan-Erzurum, 15000 ölü
10	1659	39.92	41.30	VI	Erzurum
11	1766	39.98	41.70	VII	Pasinler-Tortum-İspir
12	27.01.1781	39.92	41.30	VI	Erzurum, şehirde hasar
13	1783	39.75	39.50	VIII	Erzurum-Erzincan-Kiğı-Pülümür, 5000 ölü
14	1790	39.90	41.30	VIII	Erzurum
15	1791	39.00	43.70	VI	Van-Tebriz-Erzurum
16	1794	39.92	41.30	VI	Erzurum
17	01.01.1844	39.92	41.30	V	Erzurum
18	1850	39.90	41.30	VII	Erzurum
19	24.07.1852	39.90	41.30	IX	Erzurum
20	29.08.1852	39.90	41.30	VI	Erzurum
21	09.01.1859	39.90	41.30	VI	Erzurum
22	21.01.1859	39.98	41.70	VIII-IX	Erzurum-Pasinler
23	01-02.06.1859	39.92	41.30	VIII-IX	Erzurum, 15000 ölü
24	13.06.1859	39.98	41.30	VI	Erzurum
25	26.06.1859	39.98	41.30	VII	Erzurum
26	16.07.1859	39.98	41.30	VII	Erzurum
27	17.07.1859	39.98	41.30	IX	Erzurum
28	31.07.1859	39.98	41.30	VIII	Erzurum
29	03.12.1859	39.98	41.30	VIII	Erzurum
30	1891	39.98	41.30	VI	Erzurum
31	1866	39.92	41.30	VI	Erzurum
32	25.02.1868	40.20	42.10	VII	Erzurum-Kars
33	11.03.1868	40.20	42.10	VII	Erzurum-Kars
34	23.04.1868	40.20	42.10	VII	Erzurum-Kars
35	22.10.1875	39.90	41.70	X	Erzurum
36	01.11.1875	39.90	41.30	X	Erzurum-Karlıova
37	1877	69.92	41.30	VI	Erzurum
38	1886	39.90	41.30	VI	Erzurum ve Çevresi
39	1887	40.32	36.34	VI	Tokat ve Erzurum

Kaynak: Ergin ve diğ. (1967), http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-bilgileri/tarihsel-depremler



Şekil 1.5. Araştırma sahası ve çevresinde tarihsel dönemde (1011-1887) meydana gelen önemli depremlerin yıllara ve şiddetlerine göre dağılımı.

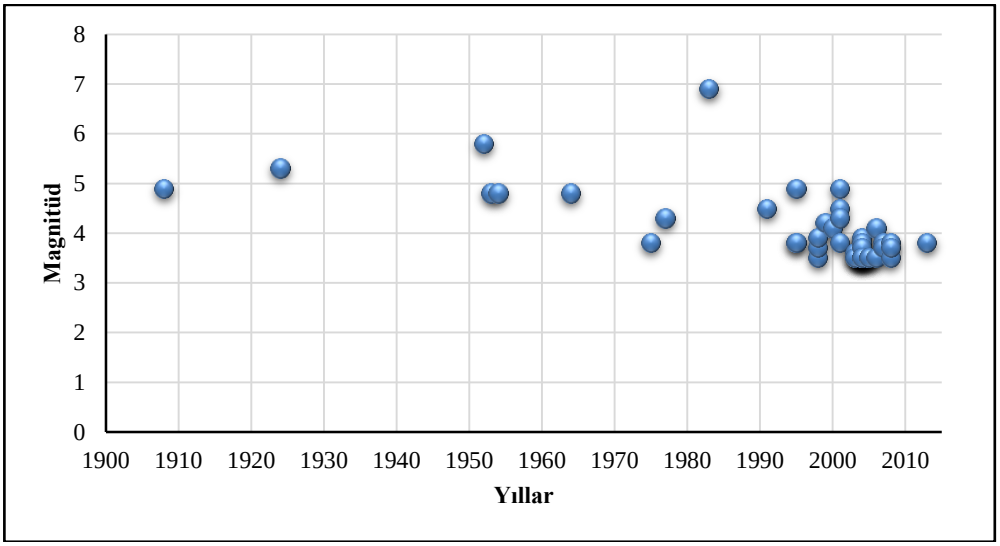
Palandöken Dağları ve çevresinde meydana gelen aletsel dönem depremleri incelendiğinde (Tablo 1.2), sıkışmaya bağlı olarak litosferde biriken enerjinin 2000-2004 yılları arasında açığa çıkmasıyla araştırma sahası ve yakın çevresinde sismik hareketliliğin yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 1.6) .

Tablo 1.2. Palandöken Dağları ve çevresinde meydana gelen aletsel dönem depremleri (1900-2015)[5].

Sıra	*Tarih*	*Saat*	*Enlem (N)*	*Boylam (E)*	*Derinlik (km)*	*Magnitüd*	*Merkez*
1	21.02.1908	00:00:01	39.9000	41.3000	5	4,9	Palandöken
2	27.09.1924	04:27:42	39.9200	41.4700	10	5,3	Gerdekkaya (Pasinler)
3	03.01.1952	06:03:55	39.9500	41.6700	40	5.8	Pasinler
4	15.12.1953	16:40:27	39.6100	41.0800	40	4,8	Budaklar (Çat)
5	05.06.1954	19:56:00	39.8000	41.3000	30	4,8	Palandöken
6	21.08.1964	16:49:02	40.0000	40.9000	20	4,8	Başçakmak (Aziziye)
7	14.07.1975	07:09:15	39.8800	41.2800	50	3,8	Palandöken
8	08.07.1977	18:59:44	39.6200	41.1500	53	4,3	Turnagöl (Tekman)
9	30.10.1983	07:12:27	40.3300	42.1870	11,6	6,9	Erzurum-Kars
10	24.04.1991	10:54:36	39.6500	41.1300	36	4,5	Karaşeyh (Çat)
11	29.01.1995	04:16:57	39.9800	40.9900	33	4,9	Paşayurdu (Aziziye)
12	23.04.1995	02:41:00	39.9200	41.2800	10	3,8	Yakutiye
13	05.07.1995	14:27:09	39.9300	41.5900	7	3,8	Alvar (Pasinler)
14	12.01.1998	12:36:32	39.9200	41.6500	2	3,5	Otlukkapı (Pasinler)
15	24.02.1998	06:45:58	39.7700	41.3300	2	3,7	Geçitköy (Tekman)
16	18.04.1998	10:57:11	39.9700	41.0100	0	3,9	Çiğdemli (Aziziye)
17	20.07.1999	04:22:43	39.6000	41.1800	11	4,2	Turnagöl (Tekman)
18	19.08.2000	21:26:13	39.8600	41.3600	4	4,1	Palandöken
19	29.05.2001	13:14:27	39.8600	41.5000	7	4,5	Taşağıl (Pasinler)
20	10.07.2001	21:42:04	39.8600	41.6200	10	4,9	Bulkasım (Pasinler)
21	15.07.2001	16:21:04	39.8400	41.3900	5	3,8	Çamlıca (Pasinler)
22	29.11.2001	19:36:42	39.7300	41.6200	20	4,3	Yoncalı (Tekman)
23	02.11.2003	15:49:57	39.7400	41.3400	5	3,6	Geçitköy (Tekman)
24	02.12.2003	02:39:04	39.9400	41.5000	17	3,5	Korucuk (Pasinler)
25	26.03.2004	15:04:53	39.9500	40.8800	10	3,8	Gökçebük (Aşkale)
26	27.03.2004	08:49:20	39.9800	41.0100	18	3,5	Paşayurdu (Aziziye)
27	28.03.2004	06:01:04	39.9300	40.8900	10	3,5	Atlıkonak (Aziziye)
28	28.03.2004	13:40:26	39.9000	40.9200	10	3,9	Atlıkonak (Aziziye)
29	12.04.2004	01:36:59	39.9000	40.8600	10	3,5	Kandilli (Aşkale)
30	27.04.2004	21:57:45	39.9700	40.8900	7	3,5	Başçakmak (Aziziye)
31	28.04.2004	20:03:55	39.9800	40.8600	7	3,5	Gökçebük (Aziziye)
32	15.05.2004	19:24:26	39.9200	40.9000	10	3,8	Atlıkonak (Aziziye)
33	15.06.2004	05:19:49	39.9200	40.8600	1	3,7	Kandilli (Aşkale)
34	01.07.2004	09:28:47	39.9100	40.8500	7	3,5	Kandilli (Aşkale)
35	23.10.2004	18:44:52	39.6800	41.0100	6	3,5	Yukarıçat (Çat)
36	05.04.2005	14:11:26	39.9640	41.4040	5	3,5	Büyük Tuy (Pasinler)
37	11.08.2005	23:27:06	39.6695	41.0150	8,9	3,5	Yukarıçat (Çat)
38	18.11.2005	19:58:38	39.8998	41.2528	2,9	3,5	Erzurum
39	21.03.2006	11:29:05	39.7800	41.7100	15	4,1	Akpınar (Tekman)
40	23.04.2006	15:50:24	39.6023	41.2575	5	3,5	Toptepe (Tekman)
41	07.05.2007	13:45:36	39.9537	41.6943	4,8	3,8	Altınbaşak (Pasinler)
42	12.05.2007	05:12:14	39.9437	41.6257	5	3,7	Alvar (Pasinler)
43	01.02.2008	05:36:57	39.9533	40.8720	5	3,5	Gökçebük (Aşkale)
44	12.08.2008	06:12:34	39.8338	41.5412	5	3,8	Çamlıca (Pasinler)
45	03.10.2008	23:37:24	39.7485	41.4015	5	3,7	Geçitköy (Tekman)
46	17.09.2013	03:14:47	39.7333	41.6002	5	3,8	Aşağıhanbeyi (Tekman)

Kaynak: Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi (http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-verileri/deprem-katologu).

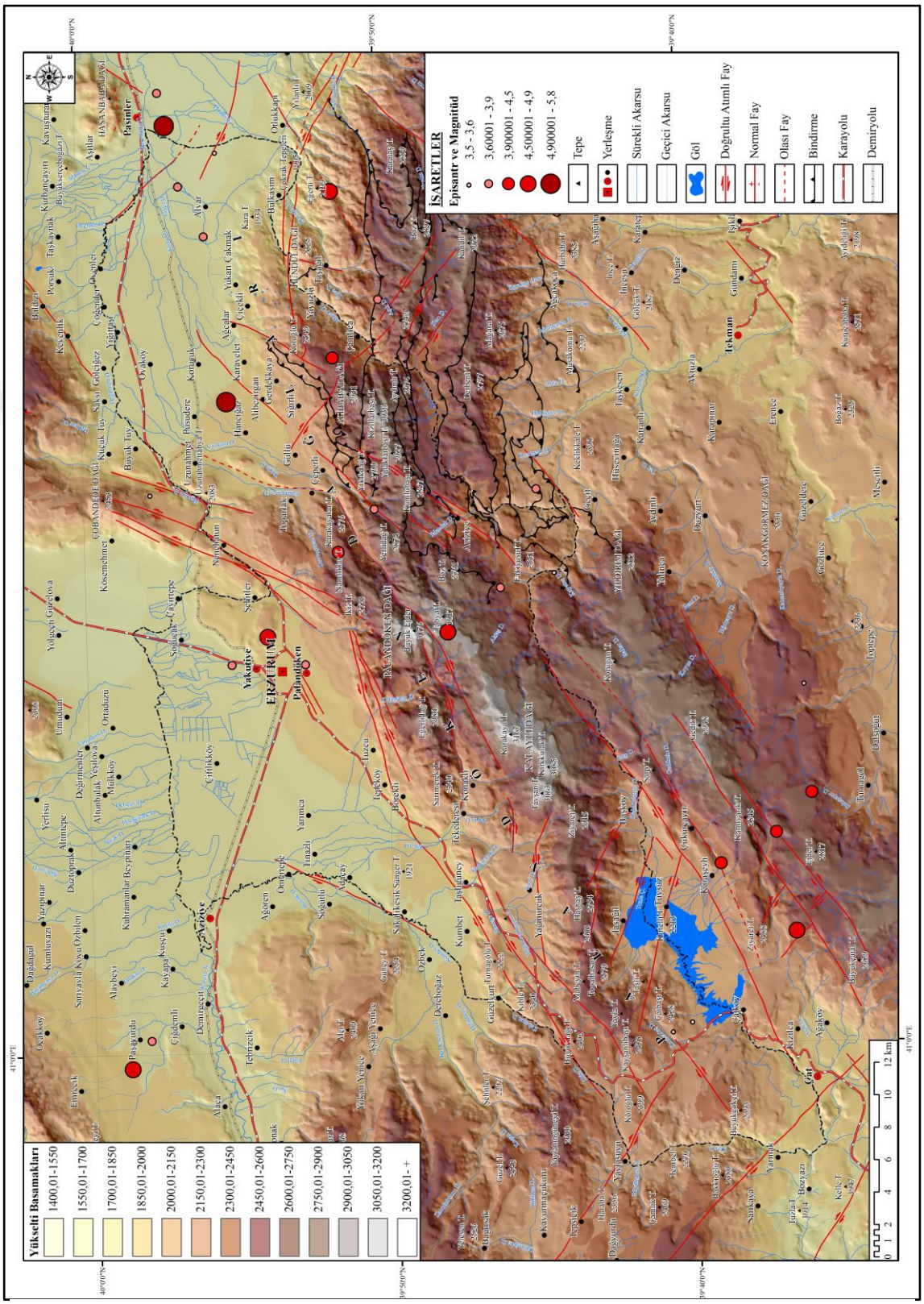
[5] Aletsel döneme ait deprem kayıtlarında magnitüdü 3,5'in altında çok fazla deprem olduğu için 3,5 ve üzerinde büyüklüğe sahip depremler listelenmiştir.



Şekil 1.6. Araştırma sahası ve yakın çevresinde aletsel dönemde (1900-2015) meydana gelen magnitüdü 3,5 ve üzeri olan depremlerin yıllara ve büyüklüklerine göre dağılımı.

Araştırma sahası ve çevresinde 1900'den günümüze meydana gelen en büyük deprem 30 Ekim 1983 Erzurum-Kars depremidir. Merkez üssü Horasan, Hasankale ve Narman arasında olmasına rağmen inceleme alanında da etkili olan deprem yerel saatle 07:12:27'de meydana gelmiştir. 6,9 büyüklüğündeki bu depremde 1147 kişi hayatını kaybetmiş, 1142 kişi yaralanmış ve 3350 konut yıkılmış ya da oturulamaz hale gelmiştir. Depremde can kaybının bu denli yüksek olması yapı malzemesi ve tekniğindeki kusurlardan kaynaklanmaktadır. Yapı-hasar ilişkisine bakıldığında özen gösterilmeden çevreden toplanan yuvarlak, düzensiz, çaplanmamış moloz taşlarının kolon ve kiriş destekleri olmadan çamurla birbirine tutturulması; tavan yapımında işlenmemiş ahşabın üzerine killi toprağın serilmesi ve her yıl üzerine yeni bir katın atılarak sıkıştırılmasıyla artan tavan ağırlığı felakete davetiye çıkartmıştır (Hoşgören ve diğ., 1984: 23).

Merkez üssü araştırma sahası içerisinde kalan depremleri dikkate aldığımızda en şiddetli deprem, 27.09.1924 tarihinde yerel saatle 04:27:42'de Hancığaz yerleşmesinin 2,3 km kuzeydoğusunda meydana gelen ve kayıtlara Gerdekkaya olarak geçen 5,3 büyüklüğündeki depremdir (Harita 1.5). Palandöken Dağları ve çevresindeki faylar hakkında açıklamalar yapılırken, doğrultu atımlı fayların sıçrama yapmaları ve uzanışlarında değişikliler meydana geldiğinden ve sol yanal doğrultu atımlı faylar ile sağ yanal doğrultu atımlı fayların kesiştiklerinden söz edilmişti. Sıçramaların gerçekleştiği fayların birbirleriyle kesiştiği bu alanlar potansiyel deprem alanları olup depremsellik bakımından riskli bölgelerdir.



Harita 1.5. Palandöken Dağları ve çevresindeki faylar ve bu faylarla bağlantılı meydana gelen magnitüd değeri 3,5 ve üzeri depremlerin episantr dağılışları.

1.3. Paleocoğrafya

Palandöken Dağları'nın temelini Mesozoyik yaşlı ofiyolitik melanj ve ofiyolitler oluşturmaktadır. Ofiyolitik karışık lav, piroklastik materyaller, kırıntı, fliş, platform karbonatları, olistostromal nitelikte rekristalize kireçtaşı, pelajik ve türbiditik tortullardan meydana gelmektedir (Tarhan, 1991: 14). Birimi oluşturan unsurlar incelendiğinde bu formasyonun gelişimi sırasında sahanın derin bir deniz ortamı halinde olduğu, deniz altında volkanik faaliyetlerin meydana geldiği anlaşılmaktadır. İstifin içeriğinde metalik ve ağır cevher minerallerinin bulunması, derin deniz ortamında gelişen denizaltı volkanizmasının kanıtını teşkil etmektedir (Tarhan, 1991: 17).

Deniz Eosen'de meydana gelen transgresyonla bölgeye yerleşmiştir. Bu dönemde deniz derin ve hareketli bir ortama sahiptir. Söz konusu Eosen denizinde gelişen çökellerin sınırlı alanlarda yayılış göstermesi, buna karşılık Alt Miyosen çökellerinin Doğu Anadolu Bölgesi'ni kaplayacak şekilde geniş bir alana yayılması Doğu Anadolu'da Eosen sonuna doğru denizin giderek sığlaştığını ve buna bağlı olarak hızlı çökelmeye zemin hazırlayacak tektonik etkinliğin ve morfolojik özelliklerin ortadan kalktığını göstermektedir. Bu sığ ve resifal deniz ortamında kireç taşları çökelmiştir. Ayrıca bu dönemde bölge volkanik faaliyetler bakımından zayıftır (Şaroğlu, 1986: 66). Eosen denizinde çökelen kayaçlar incelendiğinde durumunun stabil olmadığı, deniz seviyesinin yükselip alçaldığı ve bu salınımın birkaç dönem birbirini takip ettiği anlaşılmaktadır (Timur ve diğ., 1994: 28). Priyaboniyen'de (Üst Eosen) deniz bölgeden çekilmiş ve Oligosen'de kara ortamı haline gelmiştir. Bu dönemde Palandöken Dağları'nın bulunduğu saha ve çevresinde, karasal ortama ait çakıltaşı, kumtaşı, kiltaşı ve silttaşlarından oluşan istifler çökelmiştir. Geç Oligosen ile Miyosen başlarında Doğu Anadolu Bölgesi, batıdan gelen büyük bir transgresyonun etkisiyle denizaltında kalmıştır. Bu döneme ait sığ deniz marnları ile resifal kireçtaşlarında evaporit çökelimi görülmektedir (Şengör, 1980: 14). Bu durum çökelmenin gerçekleştiği denizel ortamın sığ ve sakin, iklim şartlarının da sıcak ve haliyle buharlaşmanın fazla olduğunu göstermektedir. Sahada Alt Miyosen'de resif oluşumunun gerçekleştiği denizel alanlarda, resifal kireçtaşlarıyla temsil edilen Adilcevaz formasyonu çökelmiştir. Alt-Orta Miyosen zaman aralığında deniz sığlaşmaya başlamış ve sığ deniz-lagün ortamına geçilmiştir. Orta-Üst Miyosen arasında deniz bölgeden tamamen çekilmiştir. Bu dönemde volkanik faaliyetler gelişmeye başlamış, sığ deniz ortamının yerini de göl ve

akarsu ortamları almıştır (Timur ve diğ., 1994: 28). Denizel çökellerin üzerine gölsel ve flüviyal sedimanların gelmesi Geç Miyosen'de bölgede başlayan bu regresyonu kanıtlamaktadır (Şengör, 1980: 14).

Miyosen volkanizması, Doğu Anadolu'da gerçekleşen dalma tektoniğinin bir sonucudur ve bu volkanizma 6 milyon yıl önce sona ermiştir (Şengör, 1980: 17). Orta-Üst Miyosen zaman aralığında denizin bölgeden çekilmesi, Orta Miyosen'de Bitlis Kenet Kuşağı'nda gerçekleşen kıta-kıta çarpışmasının etkisiyle Doğu Anadolu'nun kuzey-güney doğrultusunda sıkışarak yükselmesinin bir sonucudur (Şengör, 1980: 14; Şaroğlu, 1986: 67; Şaroğlu ve Yılmaz, 1986: 83; Timur ve diğ., 1994: 28).

Araştırma sahası ve çevresinin paleotektonik dönem sonu neotektonik dönem başındaki morfolojisi peneplen ya da peneplene yakın bir durumdaydı (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986: 89). Orta Miyosen'de Arabistan ile Avrasya plakalarının çarpışmasıyla başlayan neotektonik dönemle birlikte, sahanın paleotektonik rejimi ve paleocoğrafik görünümü büyük bir değişme eğilimine girmiştir. Bu dönem başlarında bölgede sedimantasyon düze yakın bir yereyde, sığ ve büyük göllerin oluşturduğu limnik ortamlarda ya da akarsuların etkili olduğu flüviyatif ortamlarda gerçekleşmiştir. Yukarıda da değinildiği gibi başta düze yakın özellikler gösteren topografya, kuzey-güney yönlü sıkışma tektonik rejiminin etkisiyle kıvrımlanmaya başlayarak ondülasyonlu bir vaziyet almaya başlamıştır. Bu dalgalı rölyefte antiklinaller sırtları, senklinaller de havzaları teşkil etmektedir. Bu dönemde sıkışmaya bağlı olarak gelişen dikey yönlü kabuk hareketleri ile sahada bloka halinde çökme ve yükselmeler meydana gelmiştir. Böylelikle Erzurum Havzası ile onu kuzeyden ve güneyden (Palandöken Dağları) sınırlayan dağlık alanlar ilk defa belirmeye başlamış, özellikle Erzurum depresyonunun batı bölümü daha fazla çökerek göl halini almıştır (Atalay, 1978: 26). Üst Miyosen'de bölgede kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu sol yanal doğrultu atımlı faylar, kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu sağ yanal doğrultu atımlı faylar, genel olarak kuzey-güney doğrultulu açılma çatlakları ve doğu-batı doğrultulu yüksek açılı bindirme yapıları oluşmuştur (Şengör, 1980: 16). Kuzeydoğu-güneybatı ve kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda gelişen bu faylar, araştırma sahası ve çevresindeki yüzey şekillerini uzun eksenlerinden farklı açılarla kesmiştir. Ancak bu durumda tektonizma, paleotektonik dönemin bakiyeleri olan aşınım düzlüklerini bozmamıştır. Bu bağlamda doğrultu atımlı fayların denetiminde olan yerlerde aşınım yüzeylerinin var olmaya ve evrimine devam

ettiği görülmektedir (Şaroğlu, 1986: 71). Erzurum depresyonunun bulunduğu saha, faylanmalara bağlı olarak çökerek graben durumuna gelirken kuzeyde Mescit ve Kargapazarı dağları ile güneyde Palandöken Dağları yükselerek horst durumuna gelmişlerdir (Atalay, 1978: 26). Yine bu dönemde açılma çatlaklarına bağlı olarak gelişen volkanizma ortaya çıkmıştır. Palandöken volkanitleri, bu volkanizmanın ürünüdürler (Timur ve diğ., 1994: 28-29). Üst Miyosen'de karasal çökellerin yer aldığı havzada, Pliyosen'de Erzurum Havzası'na özgü tatlı su sedimanlarından oluşan Gelinkaya formasyonunun çökelmiş olması, havza kenarlarının bu esnada yükseldiğini ve bu dönemden önce tek bir havza olan Erzurum, Pasinler ve Horasan havzalarının birbirinden bu dönemde ayrıldığını kanıtlamaktadır (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986: 83). Bu dönemde oluşan Gelinkaya formasyonu, Palandöken volkanitlerinin üzerine uyumsuz olarak çökelmiştir.

Kuvaterner'de sahada artan oranda dikey yönlü hareketler gelişmiştir. Erzurum depresyonunu kuzey ve güneyden sınırlayan faylar Erken Kuvaterner'deki bu tektonik faaliyetlerle gençleşmiştir. Erzurum depresyonunun tabanında çökelmiş olan Pliyosen yaşlı sedimanlardan oluşan tabakalar kırılarak deformasyonlara maruz kalmışlardır (Atalay, 1978: 26).

1.4. Sonuç

Araştırma sahasında, Paleozoyik dışında hemen bütün jeolojik zamanları temsil eden litolojik birimler yer almaktadır. bu durum, Paleozoyik temelin stratigrafik olarak en altta yer alması ve diğer kayaç birimlerinin, bu zamana ait kayaçları maskelemesinden kaynaklanmaktadır.

Palandöken Dağları'nda en geniş dağılışa sahip litolojik birimler, Neojen yaşlı volkanik ve tortul kayaçlardır (555 km^2-% 49). Yayılış bakımından ikinci sırada yer alan unsurlar Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır (411 km^2-% 36). Dağılış bakımından bu litolojik birimleri Üst Kretase (111 km^2-% 10), Paleojen (58 km^2-% 5) ve son olarak Triyas yaşlı birimler (% 1'den daha az) takip etmektedir.

Palandöken Dağları'nın temelini Üst Kretase yaşlı serpantinit, peridotit, gabro ve diyabazlardan oluşan Şahvelet ofiyolitleri ve lav, piroklastik materyaller, kırıntı, fliş, platform karbonatları, olistostromal nitelikte rekristalize kireçtaşı ile pelajik ve türbiditik tortullardan meydana gelen Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter

serisi oluşturmaktadır. Sahada en geniş yayılışa sahip litolojik birim, Miyosen volkanizmasının ürünü olan andezitik, bazaltik lavlar, tüf ve aglomeralardan oluşan Palandöken volkanitleridir (439 km^2, % 39).

Palandöken Dağları, tektonik olarak Anatolid Kuşağı içerisinde yer almaktadır. Sahanın günümüzdeki şeklini almasında en etkili tektonik hareketler, bölgenin yeni bir tektonik rejimin etkisine girdiği, Orta-Üst Miyosen'den itibaren başlayan ve günümüzde de devam eden neotektonik dönemde gerçekleşenlerdir. Bu dönemden itibaren bölgesel olarak sıkışan saha yükselmeye başlamış ve yine bu dönemde deniz sahadan tamamen çekilmiştir. Sahanın bu hareketlere adeta rijit bir kütle gibi karşılık vermesi sonucunda bölgede, güneybatı-kuzeydoğu doğrultulu sol yanal ve kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu sağ yanal doğrultu atımlı faylar, bindirmeler ve ters faylar ile açılma çatlakları gelişmiştir. Bölgede doğrultu atımlı faylara bağlı olarak horst-graben sistemi ortaya çıkmış, çökmeye başlayan graben bölümünde Erzurum ve Pasinler havzaları, yükselmeye başlayan horst bölümlerinde de güneyde Palandöken Dağları ile kuzeyde Dumlu ve Kargapazarı dağları belirmeye başlamıştır. Bu dönemden itibaren Erzurum ve Pasinler havzaları çökelme ortamı haline gelmiş, çevre yüksek alanların kaynağını teşkil ettiği aşınım ürünü unsurlar taşınarak havza tabanında ve bu dağların etek kısımlarında çökelmeye başlamıştır. Yine bu dönemde oluşan açılma çatlaklarına bağlı olarak gelişen volkanizma ile Üst Miyosen yaşlı volkanitler yüzeye çıkmış ve daha eski formasyonları uyumsuz olarak örtmüştür. Sıkışma sonucu oluşan strese bağlı olarak gelişen doğrultu atımlı faylar nedeniyle Palandöken Dağları daha da yükselirken, Erzurum ve Pasinler havzaları çökmeye devam etmiştir. Böylelikle araştırma sahasının günümüzdeki görünümü ortaya çıkmıştır.

Palandöken Dağları, Anadolu Levhası ile Karadeniz Dağları yayı arasında çarpışma-sıkışma kuşağı içerisinde yer almaktadır. Bu nedenle araştırma sahası depremsellik bakımından oldukça aktiftir. Depremsellik açısından Palandöken Dağları'nın güney bölümü I. dereceden deprem bölgesi sınırları içerisinde, kuzey bölümü de II. dereceden deprem bölgesi sınırları dahilinde kalmaktadır. Palandöken Dağları ve çevresinde tarihsel dönem içerisinde en fazla kayba neden olan depremler, 1456 ve 1458 yıllarında Erzurum ve Erzincan'da etkili olan ve 30000-32000 can kaybının meydana geldiği depremlerdir. 1900 yılından itibaren başlayarak günümüzde de devam eden aletsel döneme ait can ve mal kaybının en fazla olduğu deprem ise 30

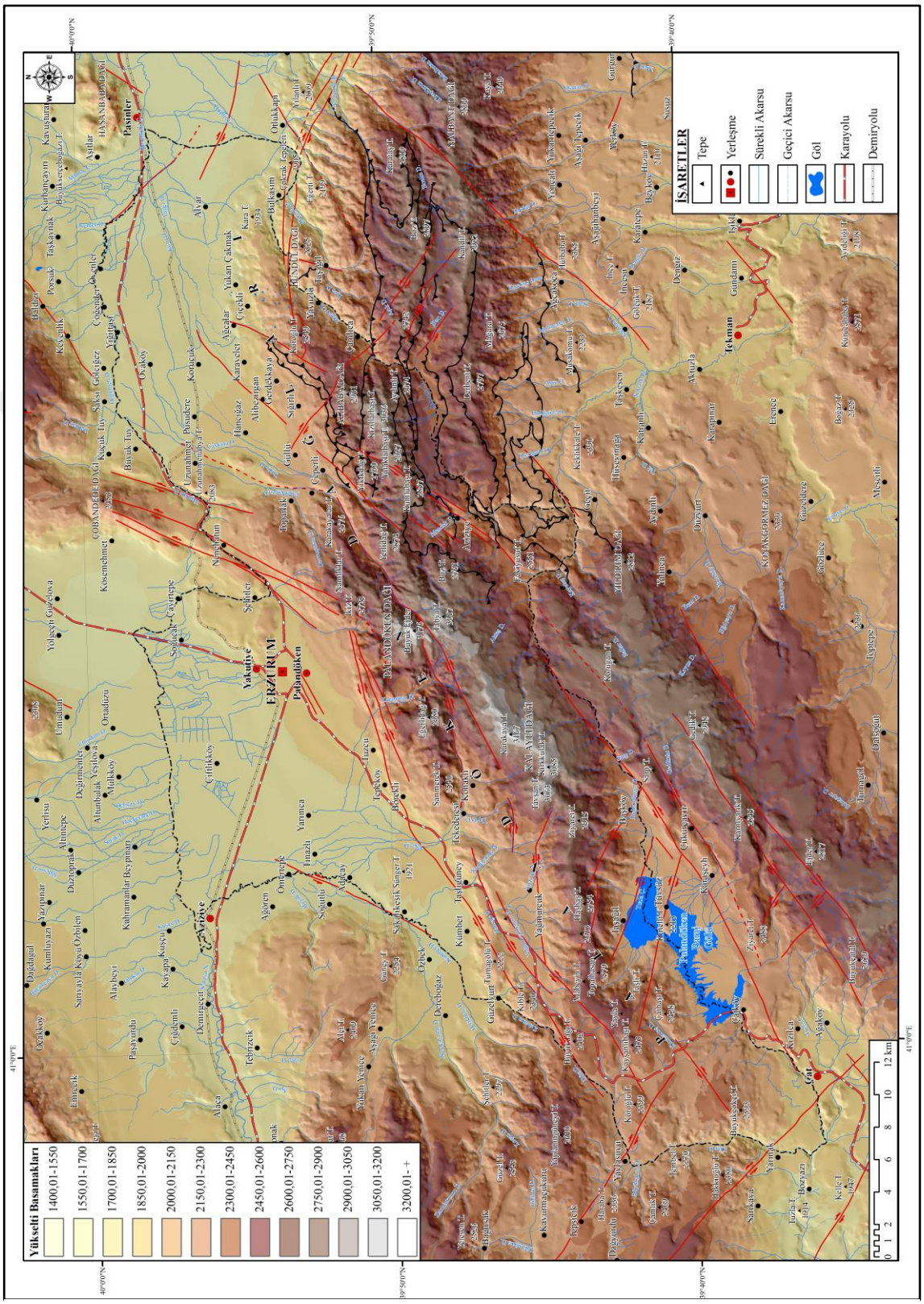
Ekim 1983 tarihinde meydana gelen Erzurum-Kars depremidir. Merkez üssü Horasan, Hasankale ve Narman arasında olmasına rağmen inceleme alanında da etkili olan deprem 6,9 büyüklüğünde olup 1147 kişinin hayatını kaybetmesine, 1142 kişinin yaralanmasına ve 3350 konutun da oturulamaz hale gelmesine neden olmuştur. Sonuç olarak Palandöken Dağları'nın günümüzdeki şeklini kazanmasını sağlayan tektonik hareketler, günümüzde de işleyişine devam etmektedir. Bu bağlamda depremsellik açısından oldukça hareketli olan ve geçmişte büyük can ve mal kayıpları ile sonuçlanan depremlere tanıklık etmiş olan Palandöken Dağları sınırları içerisinde yaşayan insanların deprem gerçeğini unutmayarak, depreme karşı hazırlıklı olması gerekmektedir. Ayrıca günümüzde Erzurum şehir merkezinin de bulunduğu çalışma alanında hızlı bir binalaşma söz konusudur. Bu nedenle binalar yapılırken zemin özelliklerinin dikkate alınması ve binaların depreme dayanıklı bir şekilde inşaa edilmesi gerekmektedir. Depremsellik açısından oldukça aktif olan Palandöken Dağları ve yakın çevresinde, gerek inşaat sektörü içerisinde olan mimar ve mühendislerin gerekse sahada yaşayan halkın, deprem gerçeğine karşı daha duyarlı olmaları gerekmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM

PALANDÖKEN DAĞLARI'NIN JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Temelini Üst Kretase yaşlı Şahvelet ofiyolitleri (serpantinit, peridotit, gabro, diyabaz) ve Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisinin (lav, piroklastik materyaller, kırıntı, fliş, platform karbonatları, olistostromal nitelikte rekristalize kireçtaşı ile pelajik ve türbiditik tortullar) oluşturduğu Palandöken Dağları, volkanik bir dağ sırasıdır. Palandöken Dağları günümüzdeki şeklini, bölgede etkili olan tektonik hareketler, volkanizma ve iklim kontrolündeki aşınma-birikme süreçleri sonucunda kazanmıştır. En yüksek noktasını Büyük Ejder Tepe'nin (3176 m) oluşturduğu Palandöken Dağları'nın nisbi yükseltisi 1544 m' dir (Harita 2.1). Palandöken Dağları'ndaki diğer önemli zirveler ise Karakaya Tepe (3167 m), Küçük Ejder Tepe (3095 m), Kırkkulak Tepe (3085 m), Tavşan (Ebuzülal) Tepe (3063 m), Kızıllarbaşı Tepe (3036 m), Tabya Tepe (3017 m), Eğerli Dağı Tepe (2980 m), Alibaba Tepe (2931 m), Yataklarbaşı Tepe (2927 m), Ziyaret Tepe (2915 m), Yerlidağ Tepe (2874 m), Kumlubaşı Tepe (2857 m), Yıkıkdağ Tepe (2790 m), İkiz Tepeler (2723 m), Sultanseki Tepe (2716 m), Mabeyin Tepe (2602 m), Haşhaş Tepe (2600 m), Topal Hasan Tepe (2579 m), Köroğlu Tepe (2549 m), Sarımerek Tepe (2540 m), Çatbaşı Tepe (2428 m), Taşlı Tepe (2410 m), Köroğlu Tepe (2399 m) ve Büyükgökçi Tepe'dir (2393 m).

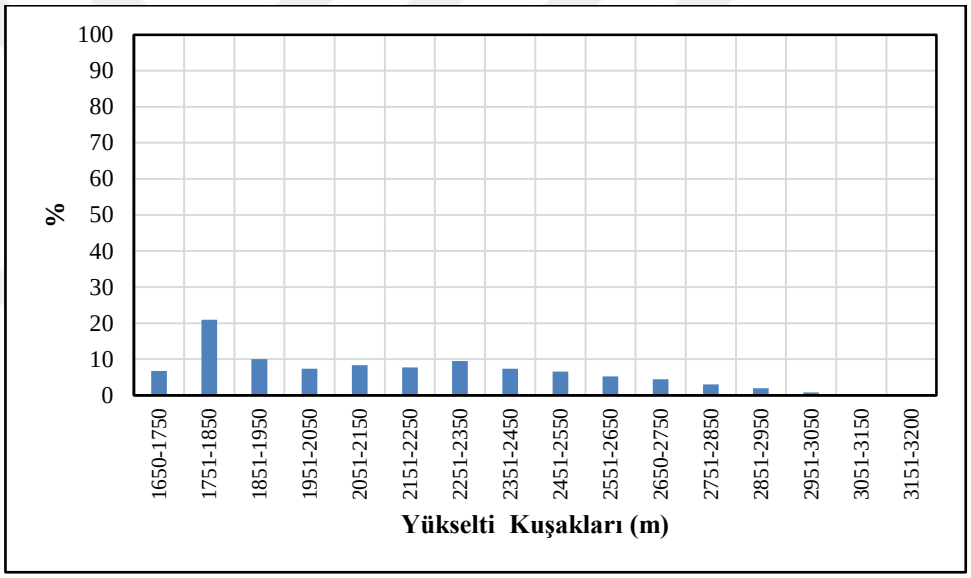
Yükseltinin 1632 m (Pasinler Ovası) ile 3176 m (Büyük Ejder Tepe) arasında değişmektedir. Palandöken Dağları'nda yükselti kuşaklarının alansal dağılışları incelendiğinde, 1600-1750 m arasındaki alanlar araştırma sahasının % 6,7'sini, 1750,01-1850 m arasındaki alanlar sahanın % 20,97'sini, 1850,01-1950 m arasındaki alanlar % 10'unu, 1950,01-2050 m arası alanlar % 7,3'ünü, 2050,01-2150 m arasındaki alanlar % 8,3'ünü, 2150,01-2250 m arasındaki alanlar araştırma sahasının % 7,7'sini, 2250,01-2350 m arasındaki alanlar sahanın % 9,5'ini, 2350,01-2450 m arasındaki alanlar % 7,3'ünü, 2450,01-2550 m arasındaki alanlar % 6,6'sını, 2550,01-2650 m arasındaki alanlar % 5,2'sini, 2650,01-2750 m arasındaki alanlar % 4,4'ünü, 2750,01-2850 m arasındaki alanlar % 3'ünü, 2850,01-2950 m arasındaki alanlar % 1,9'unu, 2950,01-3050 m arasındaki alanlar % 0,8'sini, 3050,01-3150 m arasındaki alanlar % 0,2'sini ve 3150 m üzerindeki alanlar ise araştırma sahasının % 0,01'ini oluşturmaktadır (Tablo 2.1, Şekil 2.1).



Harita 2.1. Palandöken Dağları ve çevresinin yükselti basamakları.

Tablo 2.1. Palandöken Dağları yükselti kuşaklarının kapladığı alanlar ve toplam alana oranları.

Yükselti Kuşakları (m)	*Kapladığı Alan (km^2)*	*Toplam Alana Oranı (%)*
1600-1750	76,42	6,7
1750,01-1850	238,21	21,0
18500,1-1950	113,66	10,0
1950,01-2050	83,23	7,3
2050,01-2150	94,66	8,3
2150,01-2250	88,03	77,0
2250,01-2350	107,81	9,5
2350,01-2450	83,02	7,3
2450,01-2550	74,83	6,6
2550,01-2650	59,15	5,2
2650,01-2750	50,46	4,4
2750,01-2850	33,85	3,0
2850,01-2950	21,89	1,9
2951,01-3050	8,85	0,8
3050,01-3150	1,86	0,2
3150,01- +	0,08	0,01



Şekil 2.1. Palandöken Dağları'nın hipsografik diyagramı.

Palandöken Dağları'nın jeomorfolojik durumunu ortaya koymak için, sahanın hipsometrik integrali hesaplanmış ve hipsometrik eğrisi oluşturulmuştur. Araştırma sahasının hipsometrik integral değeri aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır (Özdemir, 2014: 7).

$$H_{i=}\frac{\bar{H} - H_{min}}{H_{min} - H_{min}}$$

Formülde:

$\boldsymbol{H_i}$= Hipsometrik İntegral

$\boldsymbol{\bar{H}}$= Ortalama yükseklik

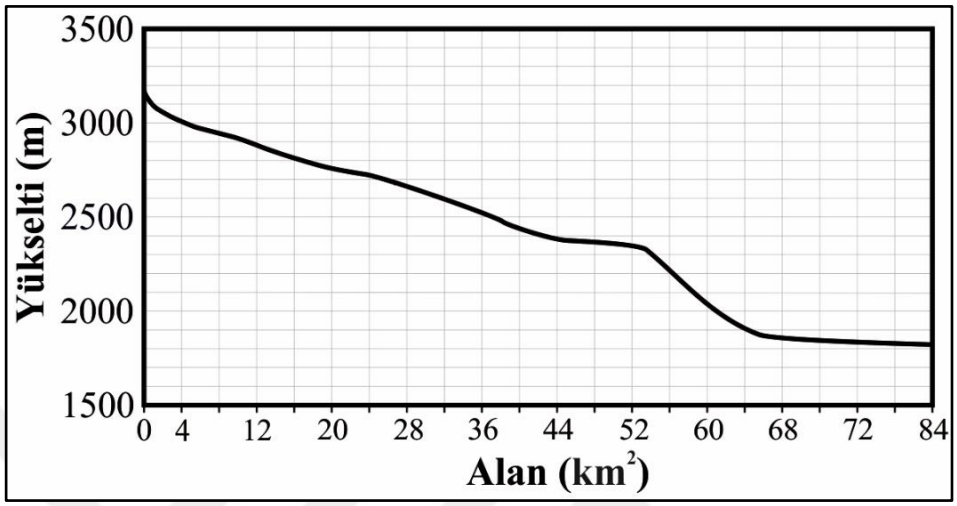
$\boldsymbol{H_{min}}$= Minimum yükseklik

$\boldsymbol{H_{max}}$= Maksimum yükseklik

Araştırma sahasının maksimum, minimum ve ortalama yükseklik değerleri Arc GIS 10.1 programı aracılığı ile belirlenmiştir. Buna göre Palandöken Dağları'nın hipsometrik integral değeri 0,34'tür. Bu değer sahanın gençlik evresinden olgunluğa geçiş döneminde olduğunu göstermektedir. Hipsografik eğride, eğrinin içbükey olması olgunluk evresindeki sahaları, dışbükey olması da gençlik safhasındaki alanları göstermektedir (Bayrakdar, 2012: 40). Şekil 2.2 incelendiğinde, Palandöken Dağları'na ait hipsografik eğri hem içbükey hem de dışbükey özellikler göstermektedir. Bu durum, sahanın dağlık olmasından ve jeomorfolojik özelliklerinin çeşitliliğinden kaynaklanmaktadır. Şekil 2.2'de 3100 m seviyesindeki içbükey eğri, Kalaylı Dağı (Karakaya Tepe-3167 m) üzerindeki yapısal düzlüğe karşılık gelmektedir. 2250-2500 m ve 2700-2900 m arasındaki içbükey eğriler de aşınım yüzeylerine karşılık gelmektedir. Eğrideki dışbükey bölümler ise faylanma sonucu gençleşen alanları temsil etmektedir. Araştırma sahasının dağlık ve yüksek bir alan olması, sahada yapısal düzlüklerin ve aşınım yüzeylerinin varlığının yanında faylara bağlı olarak gençleşmenin gerçekleşmesi ve morfolojinin sahip olduğu çeşitlilik, Palandöken Dağları'nın jeomorfolojik karakterini yansıtan hipsografik eğrinin dalgalı bir görünüme sahip olmasında etkili olmuştur.

Araştırma sahasının dağlık bir alan olması nedeniyle hem yüksek eğim değerleri görülmekte hem de eğim değerleri oldukça değişkenlik göstermektedir. Miyosen'den itibaren yükselmeye başlayan saha, Pliyosen ve Kuvaterner'deki tektonik hareketler ile gençleşmeye maruz kalmıştır. Bu gençleşme sonucunda eğim bileşenine sahip sol ve sağ yanal doğrultu atımlı faylar gelişmiş, akarsuların derine doğru aşındırması güçlenmiştir. Araştırma sahasında eğim değerlerinin yüksek olduğu alanlar vadi yamaçlarına, fay dikliklerine, kornişlere ve heyelan aynalarına karşılık gelmektedir. Eğim değerlerinin çok yüksek olmadığı alanlar ise bir dirsekle ovaya bağlanan birikinti

koni ve yelpazelerinden oluşan etek yüzeyleridir. Nitekim eğimin 0°-5° arasında değiştiği alanlar Palandöken Dağları'nın Erzurum, Pasinler, Sakalıkesik ve Başköy-Çatköy ovalarına karşılık gelen etek yüzeylerine, Yağmurcuk depresyonunun taban arazilerine, aşınım yüzeyleri ve yapısal düzlüklere karşılık gelmektedir.

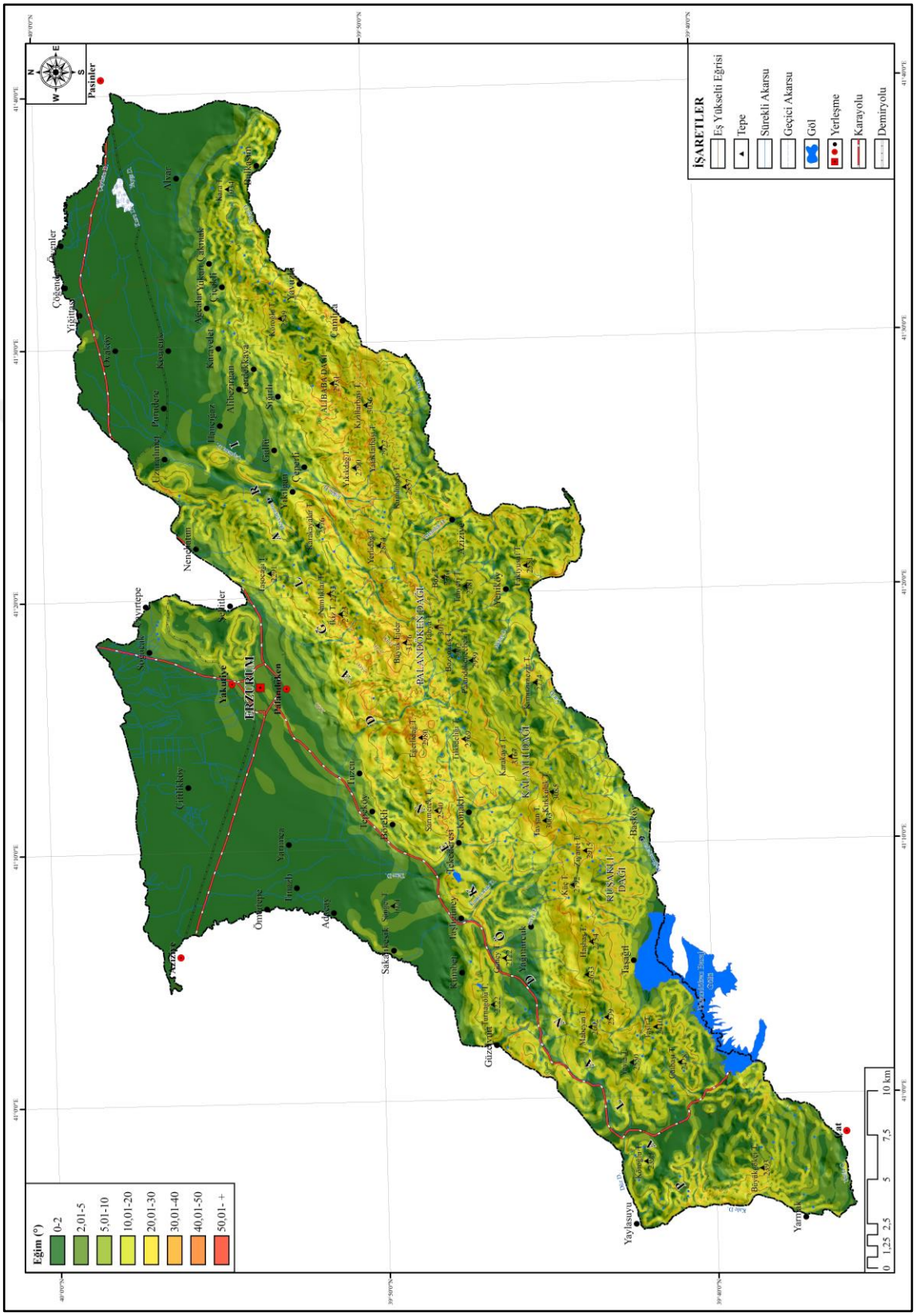


Şekil 2.2. Palandöken Dağları'nın hipsografik eğrisi.

Palandöken Dağları'nda 2000 m yükselti basamağından itibaren eğim değerlerinin belirgin bir şekilde arttığı görülmektedir (Harita 2.2). Araştırma sahasında belirli eğim değeri aralığındaki yerlerin kapladığı alanlar ve toplam yüzölçümüne oranları hesaplanmıştır (Tablo 2.2). Buna göre eğim değerlerinin 0-2° arasında olduğu alanlar araştırma sahasının % 33,9'unu, 2,01°-5° arasındaki alanlar % 15,2'sini, 5,01°-10° arasındaki alanlar % 16,1'ini, 10,01°-20° arasındaki alanlar % 23,5'ini, 20,01°-30° arasındaki alanlar % 9,6'sını, 30,01°-40° arasındaki alanlar % 1,6'sını ve 40,01°-50° arasındaki alanlar % 0,1'ini kaplamaktadır. Eğim değerlerinin 50°'nin üzerinde olduğu yerlerin sahada sahip olduğu alanın toplam yüzölçümüne oranı ise % 0,1 altındadır.

Tablo 2.2. Palandöken Dağları'nda eğim değerlerinin kapladığı alanlar ve araştırma sahasının toplam alanına oranları.

Eğim Miktarı (Derece)	Kapladığı Alan (km^2)	Toplam Alana Oranı (%)
0-2	385,15	33,9
2,01-5	172,76	15,2
5,01-10	182,79	16,1
10,01-20	266,47	23,5
20,01-30	109,62	9,6
30,01-40	18,63	1,6
40,01-50	0,5672	0,1
50,01- +	0,0028	0,0
TOPLAM	**1136**	**100**



Harita 2.2. Araştırma sahasının eğim haritası.

2.1. Jeomorfolojik Birimler

Palandöken Dağları jeomorfolojik anlamda yüksek ve geniş bir ana yer şeklidir. Bünyesinde çeşitli nedenlerle meydana gelmiş pek çok elemanter yerşekli birimi yer almaktadır. Bu birimler litolojik ve yapısal özelliklere göre biçimlenmiş birimlerden oluşmaktadır. Nitekim bu birmlerin temsilcileri arasında Palandöken dağlarının üyeleri durumundaki her biri ayrı bir zirveyi temsil eden ve farklı aşınmayla vücut bulan dağlar, yapısal düzlükler ve aşınım yüzeyleri, Pliyosen çökeller üzerinde gelişmiş dalgalı yüzeyler, badlands topografyası ve şapkasız peribacaları, glasiyal şekillerden sirkler, periglasiyal şekillerden tufurlar, girlandlar, çemberler ve soliflüksiyon taraçaları, kütle hareketleri sınıfında kaya düşmeleri, heyelanlar; lav akıntı yüzeyleri, birikinti koni ve yelpazeleri, akarsu taraçaları, vadiler (çentik vadiler, alüvyal tabanlı geniş tabanlı vadiler, boğaz vadiler, asılı vadiler) ve sırtlar yer almaktadır.

2.1.1. Dağlık Alanlar

Palandöken Dağları, Karasu-Aras büyük dağ sırası içinde yer alan ve epirojenik hareketlerle faylanarak oluşmuş çek-ayır (pull-apart) tipi bir grabenin (Keskin ve diğ., 1998: 365: Hisarlı ve diğ., 2016: 144) kenarında yüksekte kalan bir kütledir. Nitekim Palandöken Dağlarının bulunduğu saha kratojenik-Epirojenik stilde dikey hareketlere maruz kalmış, Neojen öncesi temel ve bunları örten volkanik örtü kırılmış ve blok şeklinde yükselme ve çökmelere uğramıştır (Atalay, 1978: 63). Palandöken Dağları'nın kuzeyinde uzanan Aşkale-Erzurum-Pasinler çöküntüsü ve Palandöken silsilesi bu devrede meydana gelmiştir. Kütle blok şeklinde dislokasyonlara maruz kalmakla kalmamış zaman içinde farklı aşınmaya maruz kalmıştır. Silsile üzerinde zirveleriyle dikkat çeken dağlara evrilmiştir. Bu dağlar, başta ana kütleye adını veren Palandöken Dağı (Büyük Ejder Tepe-3176 m) olmak üzere, Kalaylı Dağı (Karakaya Tepe-3167 m), Eğerli Dağı (Eğerlidağ Tepe-2980 m), Alibaba Dağı (Alibaba Tepe-2931 m), Konakgörmez Dağı (Topalhasan Tepe-2579 m) ve Kuşaklı Dağı (2573 m)'dır.

2.1.1.1. Palandöken Dağı

Karasu-Aras silsilesindeki Palandöken Dağlarına adını veren ve dağ sırasının en yüksek kütlesini oluşturan kütle Palandöken Dağıdır. Bu dağ ve çevresindeki diğer dağlar bir araya gelerek Palandöken Dağlarını meydana getirmektedir. Kabaca kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzanan Palandöken Dağlarının merkezi bir

noktasında en yüksek zirveyle temsil edilen Palandöken Dağı sahip olduğu jeomorfolojik özellikleriyle hem estetik hem de görsel değere sahip bir ünitedir.

Palandöken Dağında zirveyi Büyük Ejder Tepe (3176 m) oluşturmaktadır (Fotoğraf 2.1: Harita 2.3). Kütle üzerindeki diğer önemli zirveleri Küçük Ejder Tepe (3095 m), Tabya Tepe (3017 m), Bozyokuş Tepe (2962 m), Palandökencebeli Tepe (2959 m), Yerlidağ Tepe (2874 m), Tanyeri Tepe (2781 m), Boz Tepe (2761 m), Namlıklar Tepe (2753 m), İkiz Tepe (2723 m), Sultanseki Tepe (2718 m), Karakayalar Tepe (2576 m), Fakiyusuf Tepe (2551 m) ve Taşocağı Tepe (2291 m) oluşturmaktadır. Palandöken Dağları'nın doğusunda Alibaba Dağı (2931 m), batısında Kalaylı (3167 m) ve Eğerli (2980 m) dağları, kuzeyinde Erzurum Ovası ve Kargapazarı Dağları (3120 m), güneyinde ise Karagöl Dağları (3057 m) yer almaktadır.

Litolojik olarak Palandöken Dağı'nın temelini serpantinit, peridotit, gabro ve diyabazlardan müteşekkil Üst Kretase yaşlı Şahvelet ofiyolitleri oluşturmaktadır. Genel olarak Palandöken volkanitleri ile örtülü olan bu litolojik birim, Tanyeri Tepe (2959 m)'nin güneyinde yüzeylenmektedir. Büyük Ejder Tepe (3176 m)'nin güneyinde Üst Kretase yaşlı Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisi uzanmaktadır. Bu birim lav, piroklastik materyaller, kırıntı, fliş, platform karbonatları, olistostromal nitelikte rekristalize kireçtaşı ile pelajik ve türbiditik tortullardan meydana gelmektedir (Tarhan, 1991: 14). Palandöken Dağı üzerinde bulunan diğer bir litolojik birim, alt seviyelerinde kırıntılı ara katkıların yoğun olduğu, kırmızımsı renkte pelajik kireçtaşlarından meydana gelen Üst Senoniyen (Üst Kretase) yaşlı Üzümpınar formasyonudur (Yılmaz ve Uysal, 1988: 7). Bu formasyon Aziziye Mahallesi kuzeyinde ve Boz Tepe (2761 m) çevresinde gözlemlenmektedir. Yerlidağ Tepe (2874 m) ile Aziziye Mahallesi arasında, yaşı Maestrihtiyen ile Eosen arasında değişen (Yılmaz ve diğ., 1989: 15) Aziziye formasyonu yüzeylenmektedir. Kumtaşı, kiltaşı ve şeyl ardalanmasından oluşan birimin (Tanrıverdi, 1971: 7), Aziziye Mahallesi kuzeyinde ve Boz Tepe (2761 m) güneyinde Üst Senoniyen (Üst Kretase) yaşlı Üzümpınar formasyonu ve Yerlidağ Tepe (2874 m)'nin güneyinde Üst Kretase yaşlı Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisi ile olan dokanakları bindirmelidir. Büyük Ejder Tepe (3176 m)'nin güneyinden başlayarak Palandöken Dağı'nın kuzey bakan yamaçlarında ve Yerlidağ Tepe (2874 m) çevresinde Üst Miyosen yaşlı Palandöken Volkanitleri bulunmaktadır. Söz konusu formasyon en alt seviyesinde tüf ve

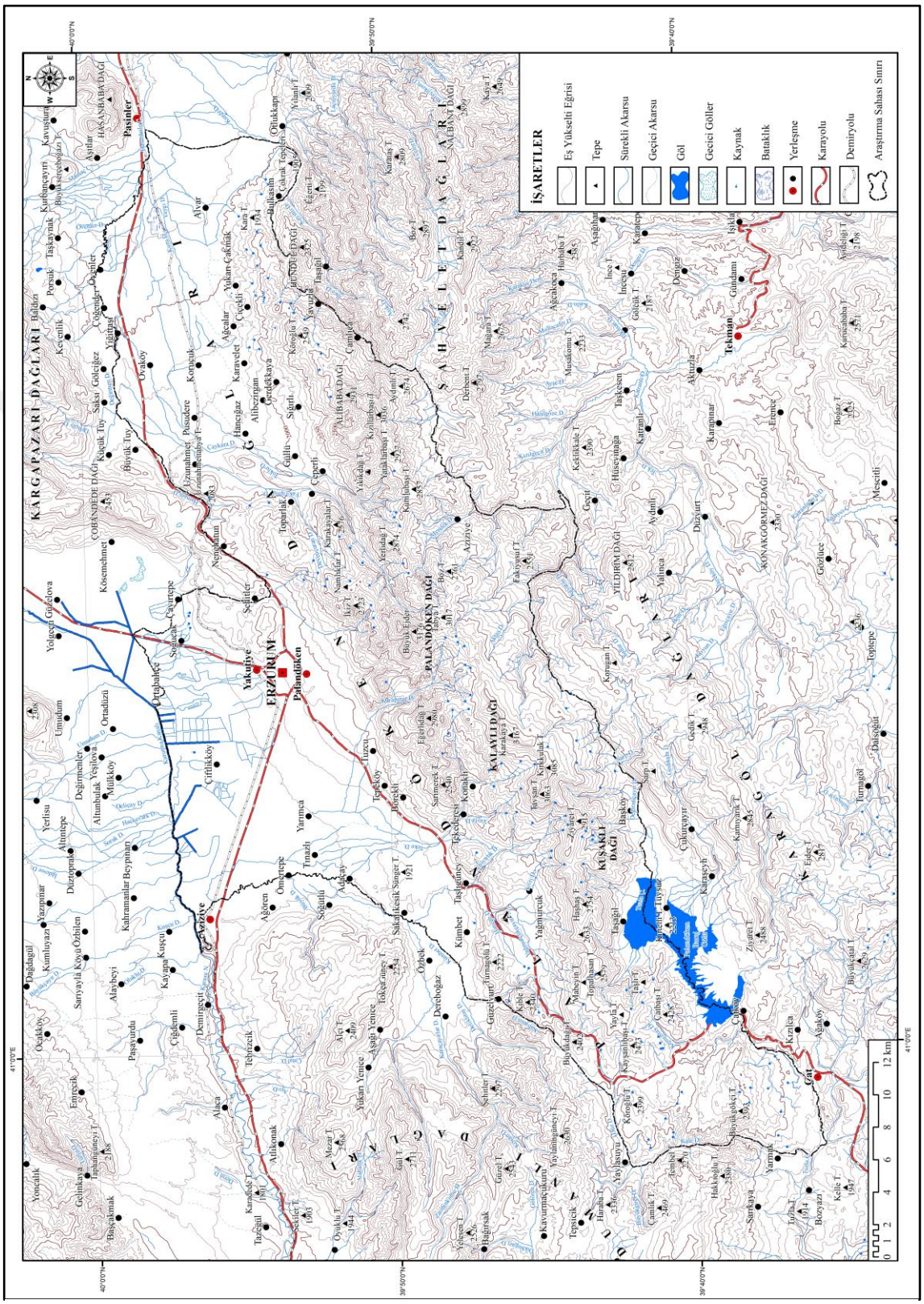
aglomeralar, orta seviyesinde andezitik ve bazaltik lavlar ile birlikte piroklastikler ve en üst seviyesinde de andezitik-bazaltik lavlardan oluşmaktadır. Dağın kuzeydoğu bölümünde Taşocağı Tepe (2291 m) çevresinde dar bir alanda Üst Miyosen yaşlı Çoraktepe volkanitleri yüzeylenmektedir. Bu litolojik birim andezitik lav ve koyu gri-sarımsı, yer yer turuncumsu, kalın katmanlı ignimbritik tüflerden oluşmaktadır (Yılmaz ve diğ., 1988-a: 16). Palandöken Dağı'nın kuzeydoğusunda, etek kesimine karşılık gelen alanda Pliyosen yaşlı Gelinkaya formasyonu yüzeylenmektedir. Tabanını, Palandöken volkanitlerine ait çakılların teşkil ettiği birim boz, gri ve sarımsı renkli çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, kiltaşı, marn, tüfit ve aglomera ardalanmasından meydana gelmektedir (Gürbüz ve Gülbaş, 1999: 41). Dağın Erzurum Ovası'na bakan kuzey eteklerinde, Kuvaterner yaşlı birikinti yelpazelerine karşılık gelen eski alüvyonlar ile güncel alüvyonlar yer almaktadır.

Palandöken Dağı'nın günümüzdeki görünümünü kazanmasında en büyük etken tektonik faaliyetlerdir. Bu yüksek alan, Anadolu ve Arap levhalarının çarpışması ve kabuksal kalınlaşma sırasında kırılarak bir kısım yerlerin çökmesi ve bir kısım yerlerin yüksekte kalması şeklinde gelişen olaylar sırasında kazanılmış rölyef enerjisine göre flüvyal, glasyal ve periglasyal etken ve süreçlerle aşındırılarak bugünkü özgün morfoloji kazanılmıştır. Sahada tektonik hareketliliğin en tipik göstergesi kütleyi baştanbaşa kateden ve morfolojisiyle arazide takip edilebilen faylardır. Nitekim Büyük Ejder Tepenin (3176 m) güneyinden geçen kuzeydoğu-güneybatı uzanımına sahip, sol yönlü doğrultu atımlı Palandöken ve Tekederesi fayları ile dağın kuzey eteklerinden geçen, yine kuzeydoğu-güneybatı doğrultu sol yönlü doğrultu atımlı Erzurum Fayı bu faylardandır.



Fotoğraf 2.1. Palandöken Dağları'nın merkezi bölümünde yer alan ve bu sıraya adını veren Palandöken Dağı'nın en yüksek noktası Büyük Ejder Tepe'dir (3176 m).

Palandöken Dağı'nın kuzeye bakan yamaçları ile güneye bakan yamaçları arasında belirgin bir asimetri bulunmaktadır. Erzurum Ovası'ndan itibaren güneye Palandöken Dağı'na doğru gidildikçe, Kayak Yolu mevkiinden itibaren eğim birden artmakta ve yükselti kısa mesafeler içerisinde 3176 m'ye ulaşmaktadır. Ancak bu kütlenin güneye bakan yamaçlarında durum farklıdır. Büyük Ejder Tepe (3176 m)'den itibaren güney sınırına kadar eğim kademeli olarak azalmaktadır. Nitekim dağın kuzeye bakan yamaçlarındaki akarsular, güneye bakan yamaçlardaki akarsulara göre vadilerini daha derin bir şekilde kazmıştır. Bu durum, Palandöken Dağı'nın kuzeye bakan yamaçlarında bulunan ve sahayı denetleyerek Erzurum Havzası ve Palandöken Dağları'nın oluşmasında etkili olan sol yönlü doğrultu atımlı Erzurum ve Eğerli Dağı faylarının eğim bileşenlerinden kaynaklanmaktadır.



Harita 2.3. Palandöken Dağları ve çevresinin topografya haritası.

Palandöken Dağı'nda 2250-2500m ve 2750-3000 m yükselti kademeleri arasında farklı yükseltilerde parçalanmış, az eğimli alanlar bulunmaktadır. Kütlenin kuzeye bakan yamaçlarında Erzurum ile Eğerli Dağı fayları arasında, Gölçükgöz Tepe (2800 m) ile Eğerli Dağı fayı arasında, Büyük Ejder Tepe (3176 m) ile Gölçükgöz Tepe (2800 m) arasında; dağın güneye bakan yamaçlarında da Tabya Tepe (3017 m) çevresinde ve güneyinde, Aziziye Mahallesi güneydoğusunda 2250-2600 m yükselti aralığında farklı yüksekliklerde ve Fakiyusuf Tepe (2551 m) güneydoğusunda görülen bu alanlar, eski bir aşınım yüzeyinin parçalarıdır. Bu yüzeylerden kuzey yamaçta yer alanlar Üst Miyosen yaşlı Palandöken Volkanitleri üzerinde gelişmiştir ve kuzey-kuzeybatıya eğimlidirler. Güney yamaçta ise 2750-3000 m arasındaki az eğimli yüzeyler Üst Kretase yaşlı Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisi üzerinde, 2250-2600 m yükselti aralığındaki yüzeyler de Üst Kretase yaşlı Şahvelet ofiyolitleri üzerinde gelişmiştir. Bu yamaçtaki yüzeyler, güney ve güneydoğuya eğimlidir.

Palandöken Dağı'nda hızlı kütle hareketlerinden heyelanlar, kaya düşmeleri ve döküntü akması (sürünmesi) ile toprak akmaları (soliflüksiyon) görülmektedir. Heyelanlar, Tabya Tepe (3017 m) güneyinde, Yerlidağ Tepe (2874 m) güneyinde; Büyük Ejder Tepe'nin doğusunda, Fakiriçmez Dere vadisi yukarı çığırında kuzeye dönük yamaçlarda ve Büyük Ejder Tepe'nin kuzeybatısında gözlemlenmektedir. Donma-çözülme süreçlerine bağlı olarak meydana konjelifraksiyon olayı sonucunda gelişen yamaç döküntüleri ve döküntü akmaları, Büyük Ejder Tepenin zirveye yakın yamaçlarında ve Kalaylı Dağı'nda (3167 m) yer alan sirklerin dik yamaçlarında dikkat çekmektedir. Yine aynı kesimlerde belirli bir toprak kalınlığına ulaşmış yamaçlarda günlük donma çözülme etkileriyle toprak akmaları oluşmakta ve akma yapıları üzerinde mikro ve makro soliflüksiyon taraçaları izlenmektedir.

Kütle üzerinde yine Tabya Tepe çevresindeki aşınım yüzeyine karşılık gelen düşük eğimli yamaçlarda periglasiyal şekillerden tufurlar, soliflüksiyon taraçaları, çemberler ve girlandlara rastlanmıştır. Bu şekiller periglasyal şekiller başlığı altında ayrıca ele alındığı için burada sadece bu küçük bilgiyle yetinilmiştir. Ayrıca Atalay (1978), donma-çözülme süreçlerine bağlı olarak Büyük Ejder Tepe (3176 m) çevresinde, konjelitürbasyon depolarının varlığına işaret etmiştir (Atalay, 1978: 50).

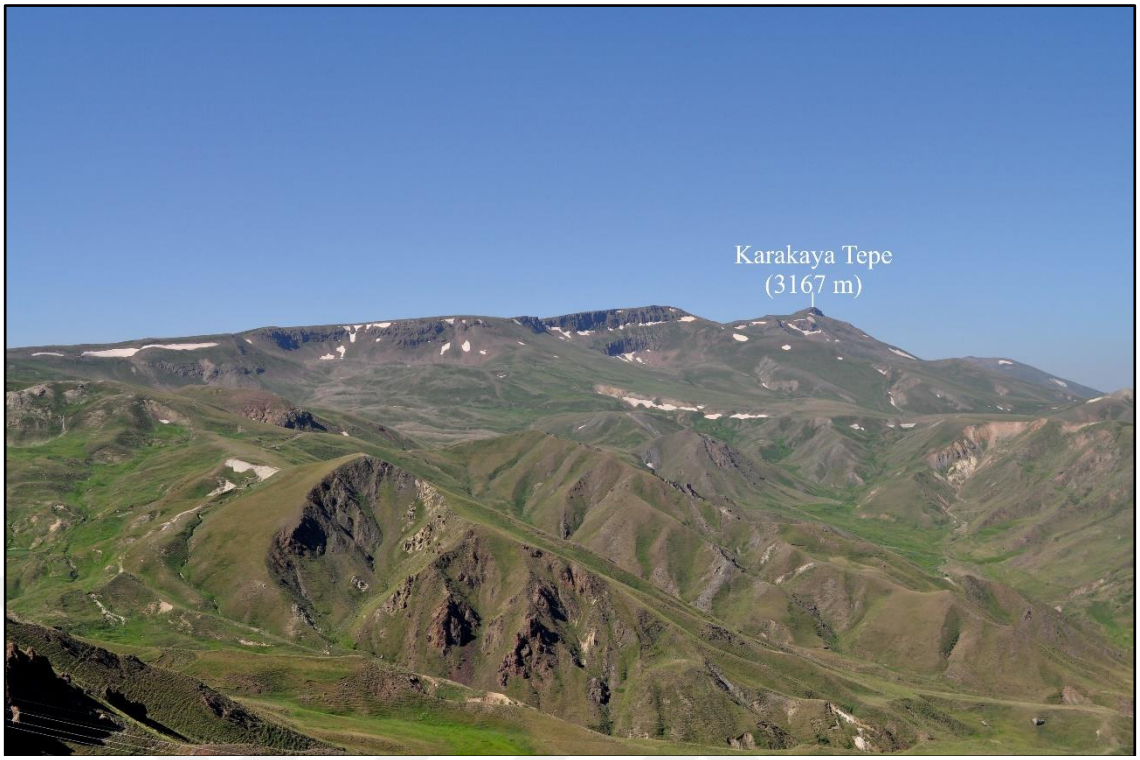
Palandöken Dağı'nın kuzeye dönük yamaçlarında merdiven basamakları şeklinde görülen fay diklikleri dikkat çekmektedir. Faylanmaya bağlı eğim bileşenleri belirgin sol yönlü doğrultu atımlı Erzurum Fayı'nda eğim yönünde görünür atım 220 m'yi bulmaktadır. Bu fayın hemen güneyindeki Kiremitlik Tepe (2013 m)'nin kuzey yamacında, ters eğim bileşenli sol yönlü doğrultu atımlı Kiremitlik Fayı'na bağlı olarak gelişen fay dikliğinin yüksekliği ise yaklaşık 90 m'dir.

Kütlenin Erzurum Ovası'na bakan bölümünde, Türbe Dere ve Hınısboğazı Dere mevkiinde 2270 m ve 2085 m arasında değişen yükseltilerden itibaren başlayarak ovaya doğru uzanan birikinti yelpazeleri gelişmiştir. Eğim değeri 0°-22° arasında değişen bu yelpazeler ovada yaklaşık 1800 m izohipsi civarında sonlanmaktadır. Yelpazenin güneye doğru kalınlığı 200 m'nin üzerindedir (Atalay, 1978: 53).

2.1.1.2. Kalaylı Dağı

Zirvesini Karakaya Tepe (3167 m)'nin oluşturduğu Kalaylı Dağı'nın doğusunda Palandöken Dağı (3176 m), batısında Konakgörmez Dağı (2579 m), kuzeyinde Eğerli Dağı (2980 m) ve Sakalıkesik Ovası, güneyinde Değirmiçayı Dere, Kuşaklı Dağı (2573 m) ve Çatköy-Başköy depresyonu yer almaktadır (Fotoğraf 2.2). Kalaylı Dağı'nın diğer önemli tepeleri Kırkkulak Tepe (3085 m), Tavşan Tepe (3063 m), Ziyaret Tepe (2915 m), Küç Tepe (2792 m), Tilkideliği Tepe (2769 m), Haşhaş Tepe (2754 m), Kapıkaya Tepe (2633 m) ve Güney Tepe (2122 m)'dir. Kütlenin tamamına yakın bölümünde Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitleri yüzeylenmektedir. Andezitik ve bazaltik lavlar, tüf ve aglomeralardan oluşan birim, kendinden daha eski litolojik birimleri örtmüştür. Ancak kütlenin kuzeydoğu bölümünde, bu volkanik örtünün sıyrıldığı alanlarda Üst Kretase yaşlı Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisi yüzeye çıkmıştır. Dağın yamaç bölümünde Pliyosen yaşlı Gelinkaya formasyonu ile Kuvaterner yaşlı eski alüvyonlar ve güncel alüvyonlar yüzeylenmektedir.

Kalaylı Dağı'nın şekillenmesinde de bütün Palandöken Dağlarını ilgilendiren tektonizma, glasiyal, periglasiyal ve flüviyal süreçler etkili olmuştur. Kütlede 2750-3000 m arasında, Palandöken formasyonuna ait bazaltlar üzerinde gelişmiş, güneydoğuya doğru 2°-20° arasında değişen eğime sahip yapısal bir yüzey bulunmaktadır. Dağın kuzeye bakan bölümünde, 2750 m ve 2000-2250 m yükselti basamaklarında aşınım yüzeyleri bulunmaktadır.



Fotoğraf 2.2. Kalaylı Dağı ve en yüksek noktası olan Karakaya Tepe (3167 m). Fotoğrafta, Karakaya Tepe'nin doğusunda, Kalaylı Dağı'nın kuzeye bakan yamaçlarında sirkler ve sirklerin hemen kuzeyinde 2750 m'de kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzanan aşınım yüzeyi görülmektedir.

Kalaylı Dağı, Pleyistosen'de daimi kar sınırı altında kalmış ve yüksek bölümlerinde sirk glasiyasyonu gelişmiştir. Bu glasiyasyona bağlı olarak kütlenin Tavşan Tepe (3063 m) ile Kalaylıbakır mevkii arasında kalan bölümünde, kuzeye bakan yamaçlarda 2700 m ve yukarısında sirkler gelişmiştir (Pamir ve Baykal, 1943: 1-2; Polat, 2003: 141). Söz konusu alanda, kuzeybatıya bakan bazaltlardan müteşekkil kornişin önünde beş adet sirk bulunmaktadır.

Dağlık kütlede, Ziyaret Tepe (2915 m)'nin kuzeybatı ve kuzeydoğuya eğimli yamaçlarında donma-çözünme sonucu gelişmiş periglasiyal şekillerden soliflüksiyon taraçaları ve girlandlar bulunmaktadır.

Kalaylı Dağı'nda Ziyaret Tepe (2915 m) ve Haşhaş Tepe (2754 m)'nin kuzeyinde, Yağmurcuk depresyonuna eğimli yamaçlarda sel yarıntıları gelişmiştir. Heyelanlar, Tavşan Tepe (3063 m)'nin kuzeydoğusunda ve Kalaylıbakır mevkiinde gözlemlenmektedir. Kalaylı Dağı'nın Sakalıkesik Ovası'na bakan yamacında Teke Deresi'nin, güneye bakan yamacında ise Sarkan Dere ve Koca Dere'nin oluşturduğu birikinti yelpazeleri bulunmaktadır.

Dağın yüksek bölümlerinde yer alan akarsuların vadileri "v" profillidir. Kuzeye akan Karnıyırtık ve Teke derelerinin yukarı çığırları ve onlara tabi olan kollarının vadileri "v" profilli iken, söz konusu akarsuların Sakalıkesik ovasında akışlarına devam ettikleri vadileri, alüvyal tabanlı geniş vadidir.

2.1.1.3. Eğerli Dağı

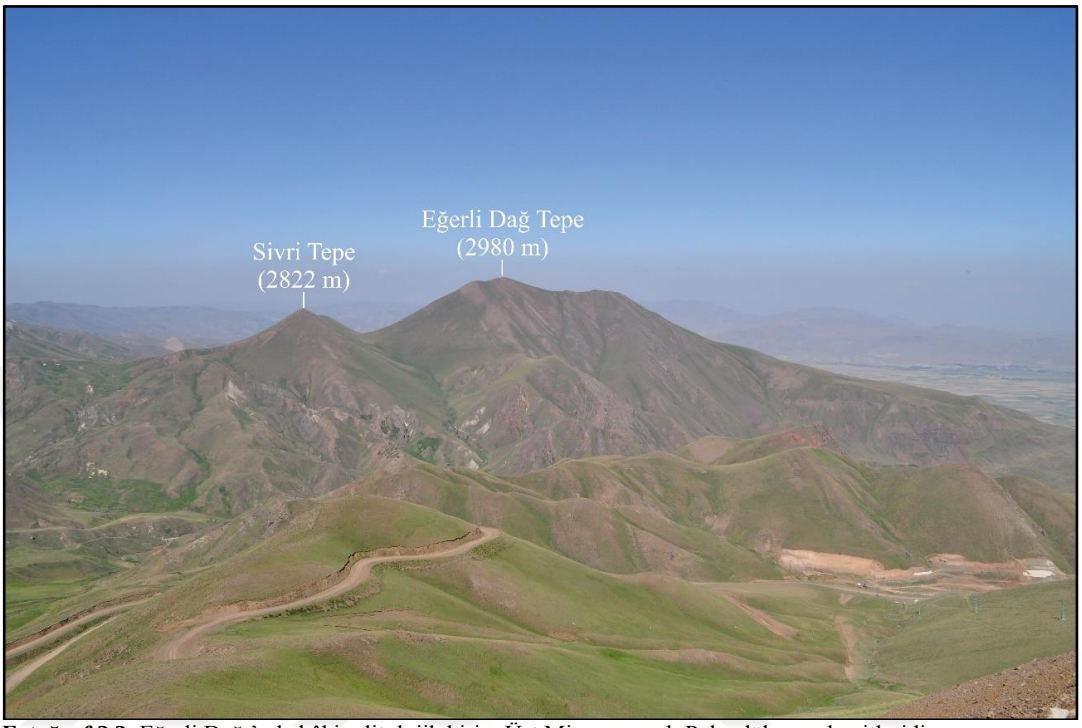
Palandöken Dağları'nın merkezi bölümünde yer alan Eğerli Dağı'nın en yüksek noktası Eğerli Dağ Tepe (2980 m)'dir (Fotoğraf 2.3). Eğerli Dağı'nın diğer önemli yükseltileri Sivri Tepe (2822 m), Küçük Eğerli Tepe (2718 m), Arapgüneyi Tepe (2693 m) ve Sarımerek Tepe (2540 m)'dir. Eğerli Dağı'nın doğusunda Palandöken Dağı (3176 m), batısında Sakalıkesik Ovası, kuzeyinde Erzurum Ovası ve güneyinde Kalaylı Dağı (3167 m) bulunmaktadır.

Eğerli Dağı'nda hâkim litolojik birim Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitleridir. Kütlenin batısında dar bir alanda taban seviyesini akarsu, üst seviyelerini de göl ortamına ait çökellerin oluşturduğu Pliyosen yaşlı Gelinkaya formasyonu yüzeylenmektedir. Dağın kuzey eteğinde, birikinti yelpazelerine karşılık gelen alanlarda Kuvaterner yaşlı eski alüvyonlar dağılış göstermektedir. Tuzcu ve Tepeköy yerleşmeleri arasında gelişen bu yelpazeler Erzurum ve Eğerli Dağı faylarına bağlı olarak oluşmuştur.

Polat (2003), Eğerli Dağı'nın yıpranmış bir volkan konisi; Sivri Tepe (2822 m), Küçük Eğerli Tepe (2718 m) ve Sivri Tepe'nin kuzeydoğusundaki tepelerin de krateri olmayan koniler olduğunu ifade etmiştir (Polat, 2003: 133). Eğerli Dağı'nın krateri, doğudan Kırkdeğirmenlerboğazı Dere ve batıdan Eğerli Dere'sinin tabileri tarafından parçalanarak eğer görünümü kazanmış ve günümüzde kraterin sadece kuzey ve güney bölümü sağlam kalmıştır. Dağlık kütleyi oluşturan tabakaların kuzeye ve güneye dalımlı olmaları, dağın volkan konisi olduğuna kanıt teşkil etmektedir (Polat, 2013: 133).

Depresyonun kenarı boyunca Eğerli Dağı'nın kuzeye bakan bölümünde 2250-2500 m yükseltileri arasında, fay basamakları açık bir şekilde gözlemlenebilmektedir. 2500 m yükseklikte bulunan fay ile 2400 m yükseklikte yer alan diğer fay arasında, kuzeye doğru eğimli bir aşınım yüzeyi mevcuttur (Fotoğraf 2.4). Ayrıca bu dağın kuzeye bakan bölümünde, Eğerli Dağı faylarına bağlı olarak gelişen iki fay dikliği bulunmaktadır (Harita 2.4). Bu fay dikliklerinden yukarıda yer alanın yüksekliği

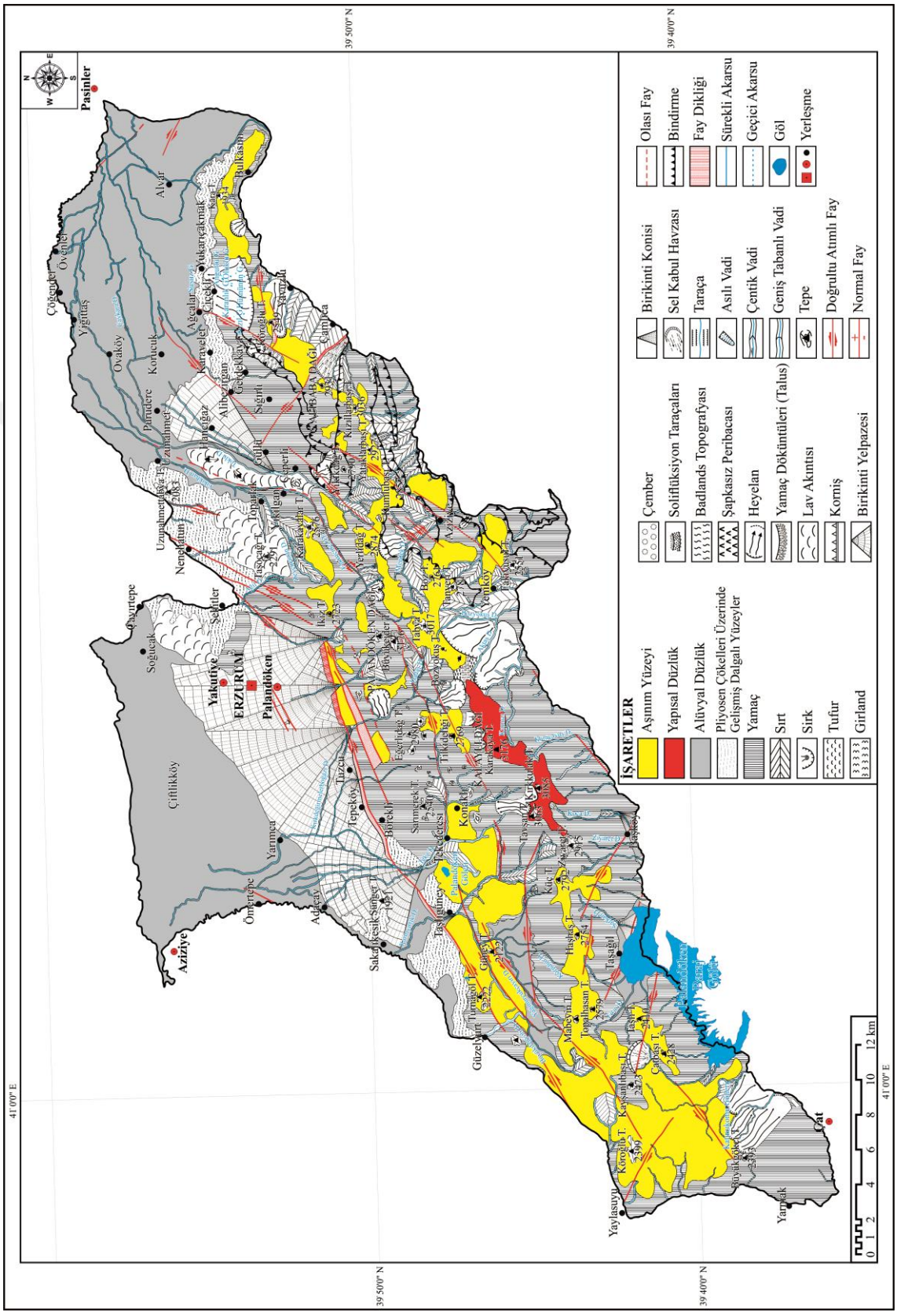
yaklaşık 180 m, aşağıda yer alanın yüksekliği ise yaklaşık 210 m'dir. Dağın doğu yamacından, Kırkdeğirmenlerboğazı Dere'ye katılan geçici akarsuların vadilerinden ikisi gençleşmeye bağlı olarak yükselmiş ve asılı vadi halini almıştır. Eğerli Dağı'ndan akışa geçen akarsuların boyları kısa olup vadileri çentik vadidir.



Fotoğraf 2.3. Eğerli Dağı'nda hâkim litolojik birim Üst Miyosen yaşlı Palandöken vokanitleridir.



Fotoğraf 2.4. Eğerli Dağı (2980 m)'nın kuzey yamacında, fayların meydana getirdiği basamaklar açık bir şekilde görülmektedir. En üst seviyedeki iki fay arasında parçalanmış ve kuzeye doğru eğimlenmiş aşınım yüzeyi bulunmaktadır.



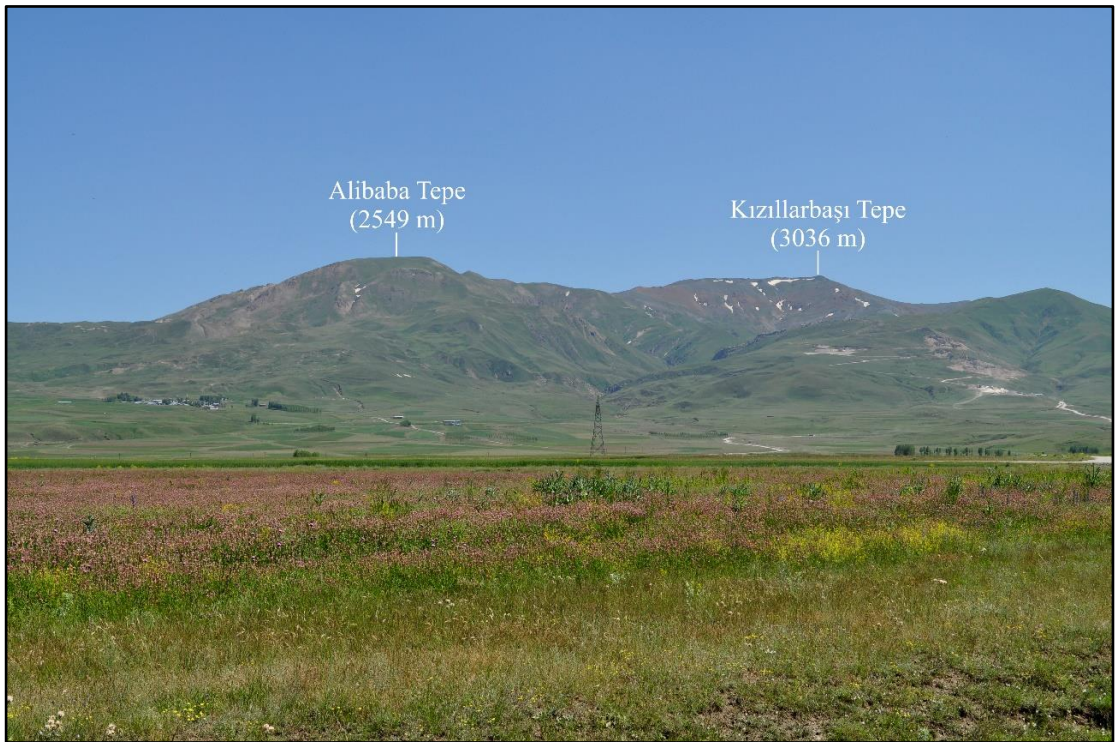
Harita 2.4. Palandöken Dağları'nın jeomorfoloji haritası (Atalay 1978'den kısmen faydalanılmıştır).

2.1.1.4. Alibaba Dağı

Alibaba Dağı, Palandöken Dağları'nın doğu bölümünü oluşturmaktadır. En yüksek noktası, Kızıllarbaşı Tepe (3036 m) olmasına rağmen kütleye, 2931 m yüksekliğe sahip Alibaba Tepesi'ne ithafen bu isim verilmiştir. Alibaba Dağı üzerinde yükselen diğer önemli tepeler Yataklarbaşı Tepe (2927 m), Kumlubaşı Tepe (2857 m), Yıkıkdağ Tepe (2790 m), Köroğlu Tepe (2549 m) ve Kara Tepe (1934 m)'dir. Alibaba Dağı'nın doğusunda Şahvelet Dağları (2922 m) ve Pasinler Ovası, batısında Palandöken Dağı (3176 m), kuzeyinde Pasinler Ovası ve güneyinde Şahvelet Dağları yer almaktadır.

Alibaba Dağı, Palandöken Dağ sırasını oluşturan diğer dağların aksine, litolojik birimler açısından oldukça çeşitlilik arz etmektedir. Bu bağlamda kütleyi meydana getiren en yaşlı birim, aynı zamanda Palandöken Dağları'nın da temelini oluşturan serpantinit, peridotit, gabro ve diyabazlardan müteşekkil Üst Kretase yaşlı Şahvelet ofiyolitleridir. Bu litolojik birim dağda, Kumlubaşı Tepe (2857 m), Yataklarbaşı Tepe (2927 m) ve Kızıllarbaşı Tepe (3036 m) hattı boyunca güneybatı kuzeydoğu doğrultusunda yüzeylenmektedir. Bu birim Kumlubaşı Tepe (2857 m)'nin güneydoğusunda, sol yönlü doğrultu atımlı Aziziye fayı tarafından kesilmiş ve ötelenmiştir. Kumlubaşı Tepe (2857 m), Yataklarbaşı Tepe (2927 m) ve Kızıllarbaşı Tepe (3036 m)'nin güneyinde Üst Kretase yaşlı Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisi yayılış göstermektedir. Piroklastik materyaller, kırıntı, fliş, platform karbonatları, olistostromal nitelikte rekristalize kireçtaşı ile pelajik ve türbiditik tortullardan meydana gelen litolojik birimin Şahvelet ofiyolitleri ile olan ilişkisi bindirmelidir (Tarhan, 1991: 14). Gri-yeşilimsi renkli gabroların oluşturduğu Paleosen yaşlı Yaylasırtı gabrosu, kütlede sınırlı bir yayılışa sahiptir. Kızıllarbaşı Tepe'nin (3036 m) güneydoğusunda, Şahvelet deresinin vadisi içerisinde çok dar bir alanda yüzeylenmektedir. Alibaba Dağı'nda diğer bir litolojik unsur, Paleosen yaşlı Aziziye formasyonudur. Kumtaşı, kiltaşı ve şeyl ardalanmasından oluşan bu birim, Çamlıca ve Yavuzlu yerleşmeleri çevresi ile Yerlidağ Tepe (2874 m)'nin güneyinde belirgin bir şekilde gözlemlenebilmektedir. Alibaba Dağı'nda en geniş yayılış gösteren litolojik unsur, Eosen yaşlı Alibaba volkanitleridir. Bu birimin asli unsuru porfirik dokulu andezittir. Söz konusu volkanitleri oluşturan diğer unsurlar ise sarımsı, gri, kırmızı renkli tüflerle, andezit blokları ve kısmen de volkanik kumlardan oluşan piroklastik materyallerdir. Genel olarak kırmızı, turuncumsu-morumsu konglomera, kırmızımsı

kumtaşı ve kiltaşından oluşan Sarmasiyen (Üst Miyosen) Yastıktepe formasyonu ağırlıklı olarak akarsu, kısmen de limnik (göl) ortamda gelişmiştir (Yılmaz ve diğ., 1988-a: 16). Dağlık kütlede en az yüzölçümüne sahip olan bu formasyon, Köroğlu Tepe (2549 m) doğusunda, Seyfi Boğazı mevkiinde yüzeylenmektedir. Köroğlu Tepe (2549 m) ve Alibaba Dağı'nın kuzeye dönük yamaçlarında, Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki denizel Maestrihtiyen-Alt Miyosen havzasının en son sedimanlarından olan Adilcevaz formasyonu bulunmaktadır (Tarhan ve diğ., 1992: 19). Egemen kayaç türünü resifal kireçtaşının teşkil ettiği ve kısmen de çakıltaşı, marn, tüfit, jips, anhidrit ara katkıları içeren litolojik birim, Eosen yaşlı Alibaba volkanitlerinin üzerine bindirmiştir. Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitleri, kütlenin kuzeye bakan tüm yamacı boyunca 1800-2000 m yükseklikleri arasında ve Köroğlu Tepe'nin (2549 m) kuzeydoğusunda yüzeylenmektedir. Adilcevaz formasyonu, Alibaba Tepe'nin (2931 m) kuzeybatısında, sağ yönlü doğrultu atımlı Alibaba fayı tarafından kesilmiştir. Bu litolojik birimin kuzeyinde boz, gri ve sarımsı renkli çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, kiltaşı, marn, tüfit ve aglomera ardalanmasından meydana gelen Pliyosen yaşlı Gelinkaya formasyonu bulunmaktadır. Gelinkaya formasyonu, Palandöken volkanitlerinin üzerine uyumsuz olarak yerleşmiştir. Alibaba Dağı'nın kuzey eteklerinde ise Kuvaterner yaşlı eski alüvyonlar ile güncel alüvyonlar yer almaktadır (Fotoğraf 2.5).



Fotoğraf 2.5. Palandöken Dağları'nın doğu bölümünde bulunan Alibaba Dağı'nın (2549 m) Pasinler Ovası'na bakan bölümünde Çeperli fay dikliği, sel yarıntıları, taraçalar, birikinti yelpazesi ve aşınım-dolgu yüzeyleri görülmektedir.

Alibaba Dağı (2549 m), farklı yönlerden basınçlara maruz kaldığı için değişik özellikte fayların gelişmesine sahne olmuştur. Nitekim bu basınçlara bağlı olarak gelişen kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı sol yönlü doğrultu atımlı faylar (Aziziye, Çeperli, Ağcalar ve Alibezirgan fayları), kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı faylar (Alibaba, Karayazı, Alvar ve Övenler fayları) ile normal fay (Köroğlu Fayı) ve bu faylara ait diklikler kütle üzerinde oldukça belirgindir. Faylar dışında dağın kuzey ve güney yamaçlarında bindirmeler mevcuttur. Bindirmenin etkisi ile dağın Pasinler Ovası'na bakan yamaçlarında Gerdekkaya yerleşmesi doğusundan itibaren Palandöken Dağı'na (3176 m) kadar kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda Orta Miyosen yaşlı Adilcevaz formasyonu, Eosen yaşlı Alibaba volkanitleri üzerine binmiştir. Güney yamaçta ise Kumlubaşı Tepe (2857 m), Yataklarbaşı Tepe (2927 m) ve Kızıllarbaşı Tepe (3036 m) hattının güneyinde, Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisine ait birimler, Şahvelet ofiyolitleri üzerine binmiştir.

Alibaba Dağı'nın zirve hattı boyunca, 1750-2000 m ve 2750-3000 m yükselti basamaklarında aşınım yüzeyleri bulunmaktadır. Bu aşınım yüzeylerinin tamamı, porfirik dokulu andezit ve sarımsı, gri, kırmızı renkli tüflerle, andezit blokları ve kısmen de volkanik kumlardan oluşan Eosen yaşlı Alibaba volkanitleri üzerinde görülmektedir. Dağda, Yıkıkdağ Tepe'nin (2790 m) güneyinde, Köroğlu Tepe'nin (2549 m) güney ve kuzeybatısında, Çiçekli yerleşmesinin güneyinde ve Bulkasım yerleşmesinin kuzeybatısında heyelanlar görülmektedir. Bitki örtüsünün zayıf ve yağışın düzensiz olması nedeniyle Yavuzlu yerleşmesinin kuzeybatısında Alibaba volkanitleri üzerinde badlands topografyası gelişmiştir. Yine bitki örtüsünün zayıf ve yağışın düzensiz olması sebebi ile Kızıllarbaşı Tepe (3036 m) ve Yataklarbaşı Tepe'nin (2927 m) kuzey ve güney yamaçlarında, Üst Kretase yaşlı Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisine ait unsurlar ile Şahvelet ofiyolitleri üzerinde sel yarıntıları gelişmiştir.

Alibaba Dağı'nın kuzeye bakan yamaçları, güneye bakan yamaçlarına oranla daha fazla parçalanmıştır. Kütlede çentik vadiye sahip geçici akarsular, sırtlarla birbirlerinden ayrılmışlardır. Ayrıca dağın Pasinler Ovası'na bakan yamaçlarında, litolojik birimlerdeki mukavemet farklarından dolayı asimetrik vadiler gelişmiştir. Kütlenin kuzey yamacında Pasinler Ovası'na doğru Kuvaterner yaşlı eski ve güncel alüvyonlar üzerinde akışına devam eden akarsuların vadileri, alüvyal tabanlı geniş vadidir. Söz konusu bu yamaçlarda Bulkasım kuzeydoğusundan başlayarak batıda Alibezirgan

yerleşmesine kadar uzanan 1750-1850 m yükselti basamağındaki alanda, havzadaki eski göle bağlı olarak çökelen Pliyosen yaşlı Gelinkaya formasyonuna karşılık gelen ondülasyonlu yüzeyler bulunmaktadır. Boz, gri ve sarımsı renkli çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, kiltaşı, marn, tüfit ve aglomera ardalanmasından (Gürbüz ve Gülbaş, 1999: 41) meydana gelen bu taraçaların yüksekte kalan bölümlerinde, sel yarıntıları bulunmaktadır. Dağlık kütlenin Pasinler Ovası'na komşu olan ve eğimin 0°-2° arasında değiştiği bölümlerinde akan akarsuların vadi yamaçlarında, gençleşmeye bağlı olarak oluşan akarsu taraçaları da bulunmaktadır.

2.1.1.5. Konakgörmez Dağı

Konakgörmez Dağı, Palandöken Dağları'nın batı kesiminde yer almaktadır. En yüksek noktasını 2602 m yüksekliğe sahip Mabeyin Tepe oluşturmaktadır. Konakgörmez Dağı'ndaki diğer önemli yükseltiler Topalhasan Tepe (2579 m), Yayla Tepe (2550 m), Kayşanlıbaşı Tepe (2473 m), Çatbaşı Tepe (2428 m), Taşlı Tepe (2410 m), Köroğlu Tepe (2399 m) ve Büyükgökçi Tepe'dir (2393 m). Kütleyi oluşturan formasyonlardan en yaşlısı, Büyükgökçi Tepe'nin (2393 m) batısında bulunan ve lav, piroklastik materyaller, kırıntı, fliş, platform karbonatları, olistostromal nitelikte rekristalize kireçtaşı ile pelajik ve türbiditik tortullardan meydana gelen Üst Kretase yaşlı Anadolu Volkano-Sedimanter serisidir. Çatbaşı Tepe'nin (2428 m) batısında dar bir alanda, Alt Miyosen yaşlı Erzani üyesine ait unsurlar yüzeylenmektedir. Bu litolojik birim çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşlarından oluşmaktadır. Bu birimin hemen kuzeyinde, Kayşanlıbaşı Tepe (2473 m) ile Köroğlu Tepe (2399 m) arasında, resifal kireçtaşı, kısmen de çakıltaşı, marn, tüfit, jips, anhidrit ara katkıları içeren Orta Miyosen yaşlı Adilcevaz formasyonu bulunmaktadır. Kütlede en geniş yayılışa sahip litolojik birim Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitleridir. Palandöken volkanitleri en alt seviyesinde tüf ve aglomeralar, orta seviyesinde andezitik ve bazaltik lavlar ile birlikte piroklastikler ve en üst seviyesinde de andezitik-bazaltik lavlardan oluşmaktadır. Topalhasan Tepe'nin (2579 m) güneyinde, Başköy-Çatköy Depresyonu'na karşılık gelen bölümde, Palandöken Baraj Gölü'ne kadar Kuvaterner yaşlı güncel alüvyonlar bulunmaktadır.

Konakgörmez Dağı'nın (2602 m) zirve bölümü, aşınım yüzeyine karşılık gelmektedir (Fotoğraf 2.6). Bu kütle, jeomorfolojik açıdan oldukça sade bir görünüme

sahiptir. Büyükgökçi Tepe'nin (2393 m) doğusunda üç heyelan bulunmaktadır. Bu dağdan kaynağını alan akarsuların vadileri "V" profillidir. Ayrıca dağın batı bölümünde 2250-2400 m yükseltileri arasında 2°-10° arasında güneye eğimli aşınım yüzeyleri bulunmaktadır.



Fotoğraf 2.6. Konakgörmez Dağı'nın (2602 m) zirve bölümü aşınım yüzeyine karşılık gelmektedir. Ön planda ise dönel kayma şeklinde gerçekleşmiş heyelan görülmektedir.

2.1.1.6. Kuşaklı Dağı

Kuşaklı Dağı, Palandöken Dağ sırasını oluşturan dağlar içerisinde en küçüğüdür. 2573 m yükseklikteki kütle Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitlerinden oluşmaktadır. Başköy-Çatköy Depresyonu'na bakan yamaçlarının depresyona ulaştığı bölümde, sınırlı bir alanda güncel alüvyonlar yüzeylenmektedir.

Güneyde, Karagöl Dağları (3057 m) üzerinde yükselen Sarp Tepe'nin (2709 m) kuzeybatısında, Sarp Dere vadisinden başlayıp Başköy yerleşmesinden geçerek Haşhaş Tepe'ye (2754 m) kadar uzanan sağ yönlü doğrultu atımlı Başköy fayının, bu kütleyi Kalaylı Dağı'ndan (3167 m) ayırmış olması muhtemeldir. Dağın zirvesi, aşınım yüzeyi durumundadır (Fotoğraf 2.7). Dağın güneye bakan yamaçlarından akışa geçen Selbastı ve Erzurum dereleri, taşıdıkları yüklerini Başköy-Çatköy depresyonuna ulaştıkları ve eğimin azaldığı alanlarda biriktirerek birikinti konileri oluşturmuşlardır.



Fotoğraf 2.7. Sağ yönlü doğrultu atımlı Başköy fayının, Kuşaklı Dağı'nı Kalaylı Dağı'ndan (3167 m) ayırmış olması muhtemeldir. Kuşaklı Dağı'nın (2573 m) zirve bölümü aşınım yüzeyi durumundadır.

2.1.2. Yapısal Düzlükler

Kalaylı Dağı'nda (3167 m) 2750-3000 m'ler arasında uzanan, güneye doğru 6°-22° arasında eğime sahip olan yüzey, Atalay tarafından "*bünye platformu*" olarak tanımlanmıştır (Atalay, 1978: 37). Aşınmaya maruz kalan bu yüzey, yaşı 9,9 ile 7,5 milyon yıl arasında değişen (Timur ve diğ., 1994: 20) Palandöken volkanitlerine ait bazaltlar üzerinde bulunmaktadır (Fotoğraf 2.8). Yüzey, sularını Başköy-Çatköy depresyonuna ulaştıran İkisuarası Dere, Kırmızı Dere, Karaçavuş Dere, Uzun Dere ve Karataş Dere ile sürekli ve geçici akışa sahip tabileri tarafından işlenmektedir. Bu eğimli yüzey üzerinde eğim, bakı, donma-çözünme süreçlerine bağlı olarak yoğun bir şekilde gerçekleşen fiziksel parçalanmanın ürünü olan malzemenin fazla olması, söz konusu derelerin bu malzemeleri taşıyarak Başköy-Çatköy depresyonuna ulaştıkları ve eğimin birden azaldığı alanlarda taşınan malzemeleri biriktirmeleri ve bunun sonucunda birikinti konilerinin oluşumuna neden olmuştur (Polat, 2003: 140).



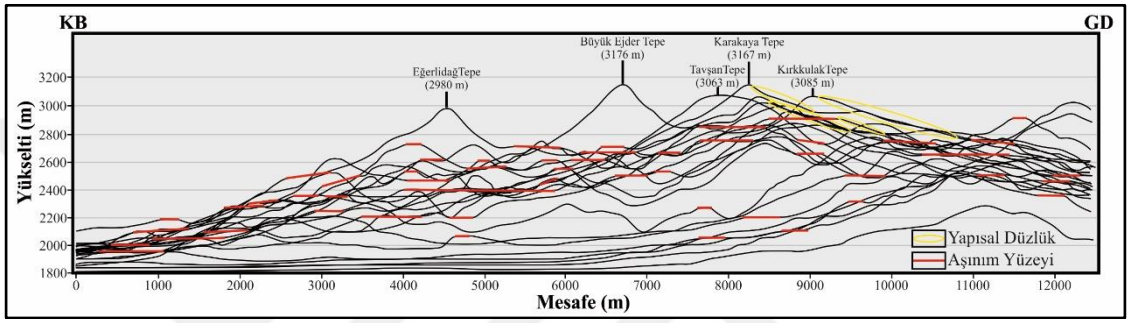
Fotoğraf 2.8. Kalaylı Dağı'nda (3167 m) 2750-3000 m'ler arasında uzanan, Üst Miyosen yaşlı Palandöken Volkanitleri'ne ait bazaltlar üzerinde gelişmiş olan, güneye doğru 6°-22° arasında eğime sahip yapısal düzlük.

2.1.3. Aşınım Yüzeyleri

Palandöken Dağları'nda yereyin, akarsu aşındırma faaliyetlerine bağlı olarak tesviye edilmesi sonucunda meydana gelmiş, düz veya hafif eğimli bir görünüme sahip aşınım yüzeylerine farklı yükseltilerde rastlanmaktadır. Araştırma sahasında, aşınım faaliyetlerinin en üst seviyede olduğu üç farklı dönemden söz etmek mümkündür. Bu dönemlerde, Erzurum havzasında bulunan ve yerel taban seviyesini teşkil eden göl seviyelerine göre, gölün çevresindeki alanlar tesviye edilmişlerdir (Atalay, 1978: 38). Birinci aşınma evresi olan Üst Miyosen'de, havzada bulunan göllerin seviyelerine göre volkanik alanlar geniş ölçüde tesviye edilmiştir. Palandöken Dağları'nın güneye bakan yamaçlarında yuvarlak çakıllardan oluşan depoların bulunması, Erzurum havzasını çevreleyen volkanik kütlelerin aşındığını ve belirli bir yüzeye göre tesviye edildiğini kanıtlamaktadır. Fakat bu döneme ait aşınım yüzeylerini, flüviyal süreçlere bağlı olarak oldukça fazla parçalandıkları için sahada net olarak tespit etmek mümkün değildir (Atalay, 1978: 38).

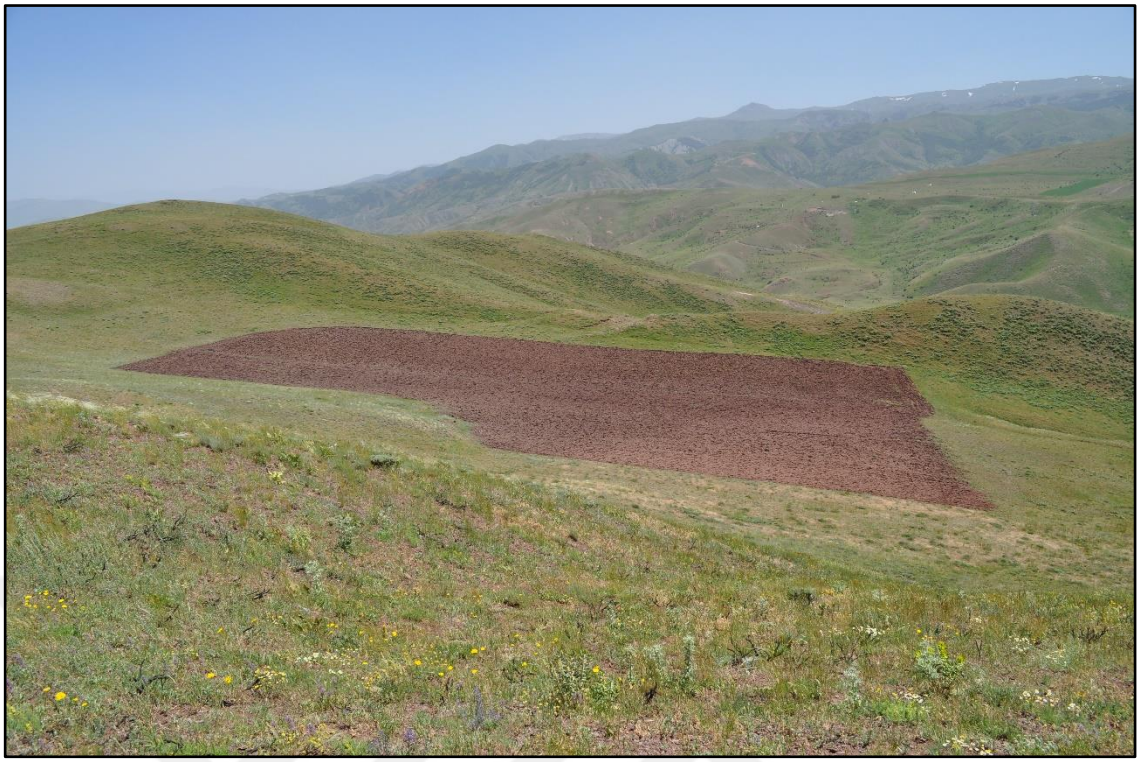
Atalay, Pliyosen'de başlayan ve Kuvaterner'e kadar devam eden ikinci aşınım dönemine ait olan aşınım yüzeylerinin 2000-2100 m'ler arasında; Kuvaterner sırasında, havza dış drenaja bağlanmadan önce, sığ göllerin seviyelerine göre aşınmış yüzeylerin

de 1900-1950 m'ler arasında yer aldığını ifade etmiştir (Atalay, 1978: 38-39). Ancak arazide yaptığımız gözlemler sırasında, Kalaylı Dağı üzerinde 2750-3000 m arasında bulunan yapısal düzlük dışında, 2200-3000 m'ler arasında da yapısal düzlükler dışında düz veya hafif eğimli yüzeylere rastlanmıştır (Şekil 2.3). Havzanın Pliyosen ve Kuvaterner'de çok yönlü ve kuvvetli basınçların etkisiyle faylarla parçalanması, çarpılması ve yükselmesi neticesinde aşınım yüzeylerinin farklı yüksekliklere yerleşmeleri ve farklı yönlerde eğimlenmeleri nedeni ile Palandöken Dağları'nda farklı seviyelerde bulunan aşınım yüzeyleri tarafımızca yaşlandırılamamıştır.



Şekil 2.3. Palandöken Dağları'na ait süperimpoze profil.

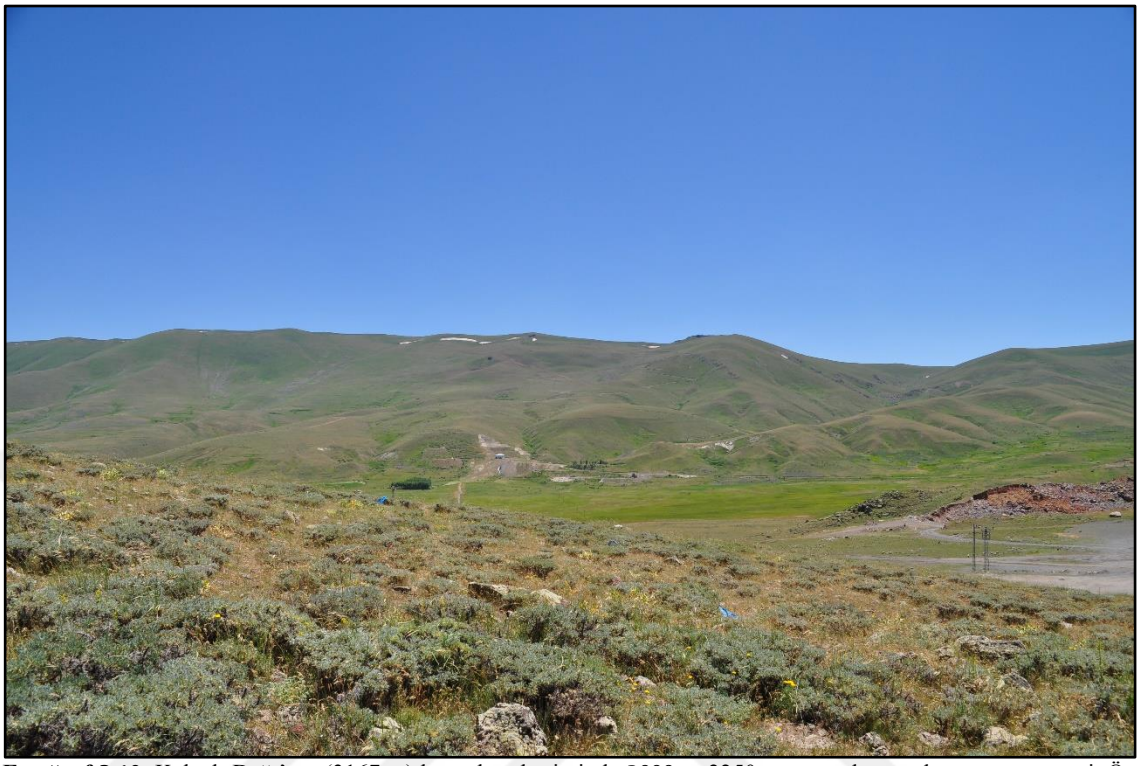
Alibaba Dağı'nın doğu kesiminde 1900-2000 m'ler arasında kuzeydoğuya eğimli olan yüzey, araştırma sahasında en alçak yükselti kademesinde yer alan aşınım yüzeyidir. Bu yüzeyin eğimi, 2°-10° arasında değişmektedir. Aşınım yüzeyinin üzerinde bulunan Kara Tepe'ye (1934 m) ithafen bu aşınım yüzeyine Kara Tepe aşınım yüzeyi adı verilmiştir. Kara Tepe aşınım yüzeyi, birbirinden farklı yaş ve özelliğe sahip iki litolojik birim üzerinde gelişmiştir. Bu birimlerden ilki gri, koyu gri, morumsu renkli porfirik andezit ile sarımsı, gri, kırmızı renkli tüflerle, andezit blokları ve kısmen de volkanik kumlardan müteşekkil piroklastik materyallerden oluşan Eosen yaşlı Alibaba volkanitleridir. Kara Tepe aşınım yüzeyinin üzerinde geliştiği diğer litolojik birim ise en alt seviyesinde tüf ve aglomeralar, orta seviyesinde andezitik ve bazaltik lavlarla birlikte piroklastikler ve en üst seviyede de andezitik-bazaltik lavların oluşturduğu Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitleridir. Kara Tepe aşınım yüzeyi üzerindeki muhtelif alanlarda, çevre köylerde yaşayan insanlar tarımsal faaliyetlerde bulunmaktadır (Fotoğraf 2.9).



Fotoğraf 2.9. Kara Tepe aşınım yüzeyi üzerinde muhtelif alanlarda, civar köylerde yaşayan insanlar, tarımsal faaliyetlerde bulunmaktadırlar.

Araştırma sahasında 2000 m-2250 m seviyeleri arasındaki aşınım yüzeyleri, Çeperli güneybatısında Sultan Sekisi Tepe (2716 m) ve Gölçükgöz Tepe'nin (2800 m) kuzeyinde, Erzurum ve Eğerli Dağı faylarına bağlı olarak gelişen fay basamaklarının alt seviyelerine karşılık gelen sınırlı bir alanda, Tuzcu ile Tekederesi yerleşmeleri arasında, Kalaylı Dağı'nın (3167 m) kuzeybatı kesiminde Konaklı, Tekederesi, Taşlıgüney yerleşmeleri ile Turnagölü Tepe (2222 m) ve Konakgörmez Dağı'nın (2602 m) güneybatı bölümünde bulunmaktadır (Fotoğraf 2.10). Dalgalı bir görünüme sahip bu aşınım yüzeyleri, kuzeybatıya doğru eğimlidir. Eğim değerleri 2°-20° arasında değişen yüzeyler, genel olarak Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitleri üzerinde gelişmiştir. Konakgörmez Dağı'nın (2602 m) güneybatı kesiminde, Kayşanlıbaşı Tepe (2473 m) güneyinde Alt Miyosen yaşlı çakıltaşı, çamurtaşı, kumtaşı, kumlu-çakıllı-siltli çamurtaşları ile Köroğlu Tepe (2399 m) ve Kayşanlıbaşı Tepe (2473 m) arasında dar bir alanda yüzeylenen Orta Miyosen yaşlı çakıltaşı, marn, tüfit, jips ve anhidrit ara katkılı resifal kireçtaşları, bu yüzeylerin geliştikleri diğer litolojik birimlerdir. Bu yüzeyler yer yer akarsular tarafından derin bir şekilde yarılmıştır. Konakgörmez Dağı'nın güneybatı bölümünde sol yönlü doğrultu atımlı Yağmurcuk ve Büyükgökçi fayları ve sağ yönlü

doğrultu atımlı Tepsicik, Tüysüz ve Taşağıl faylarının çizgisellikleri, bu aşınım yüzeyleri üzerinde oldukça belirgindir.



Fotoğraf 2.10. Kalaylı Dağı'nın (3167 m) kuzeybatı kesiminde 2000 m-2250 m arasında yer alan aşınım yüzeyi. Ön bölümde sol yönlü doğrultu atımlı Hanege fayı ve bu fayın dikliğinde gelişmiş fay façetaları görülmektedir.

Palandöken Dağları'nda 2250 m-2500 m yükselti basamağında yer alan aşınım yüzeylerinin batı bölümünde bulunanları geniş alanlı olup devamlılık arz ederken, merkezi ve doğu bölümündekiler ise tektonik hareketler nedeniyle parçalanarak küçülmüş, çarpılmış ve eğimlenmişlerdir. Sahanın batı bölümünde, 2250 m-2500 m arasında yer alan aşınım yüzeyleri Kuşaklı Dağı (2573 m), Küç Tepe (2792 m), Haşhaş Tepe (2754 m) ile Konakgörmez Dağı'nın (2602 m) kuzeydoğu bölümünü teşkil eden zirve hattı boyunca (Fotoğraf 2.11) bir bütün halinde, Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitleri üzerinde uzanmaktadır. Atalay (1978), Kalaylı Dağı'nın (3167 m) güneybatısından itibaren başlayıp Konakgörmez Dağı üzerinde devam eden bu yüzeyin "*yapı platformu*" olduğunu ifade etmiştir (Atalay, 1978: 37). Bu yüzeyde, Kalaylı Dağı'nda 2750-3000 m arasında bulunan güneye eğimli yapısal düzlükte olduğu gibi ekshümasyon (sıyrılma) sonucunda bazalt tabakasının yüzeye çıkması söz konusu değildir. Öyle ki Kalaylı Dağı'ndaki yüzey, toprak gruplarının dağılışı açısından sahada çıplak kayalıkların görüldüğü tek yer iken; Kuşaklı Dağı, Küç Tepe, Haşhaş Tepe ile Konakgörmez Dağı'nın (2602 m) kuzeydoğu bölümü zirve hattını takip eden bu

yüzeylerde ise litosol topraklar dağılış göstermektedir. Bu nedenle bahsi geçen yüzey, yapı platformundan çok aşınım yüzeyi özelliği göstermektedir.



Fotoğraf 2.11. Konakgörmez Dağı'nın (2602 m) zirve bölümüne karşılık gelen, üzerinde geven (*Astragalus sp.*) ve sığırkuyruklarının (*Verbascum sp.*) yoğun olarak yayılış gösterdiği aşınım yüzeyinden bir görünüm.

Palandöken Dağları'nın merkezi bölümünde 2250-2500 m'ler arasında yer alan aşınım yüzeyleri yukarıda da söz edildiği üzere parçalanarak alanları daralmış ve eğimlenmişlerdir. Bu yüzeyler, dağın Erzurum Ovası'na bakan bölümünde Eğerli Dağ'ın (2980 m) kuzeyinde ve Gölçükgöz Tepe'nin (2800 m) Erzurum ve Eğerli Dağ faylarına bağlı olarak gelişen fay basamaklarının üst kısmına karşılık gelen dar bir alanda bulunmaktadır. Bu yüzeyler de Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitleri üzerinde gelişmiştir. Bu aşınım yüzeyleri, hemen kuzeylerinde bulunan 2000-2250 m yükselti kuşağındaki aşınım yüzeyleri ile aynı yüzeyler olmalarına rağmen, Erzurum ve Eğerli Dağ faylarının denetimi ile parçalanmışlar ve fayların eğim atımlarına bağlı olarak farklı yüksekliklerde konumlanmışlardır. Nitekim bu yüzeyler birbirlerinden, 200 m'yi bulan bir fay dikliği ile ayrılmaktadır. Kuzey-kuzeybatıya eğimli bu yüzeylerin eğim değerleri 5°-20° arasında değişmektedir. Palandöken Dağları'nın merkezi bölümünde yer alan diğer aşınım yüzeyi, dağın güneye dönük yamacında Fakiyusuf Tepe'nin (2551 m) kuzeyinde yer almaktadır. Bu aşınım yüzeyi, dağın kuzey bölümünde aynı seviyede bulunanlardan farklı olarak, Üst Kretase yaşlı lav, piroklastik

materyaller, kırıntı, fliş, platform karbonatları, olistostromal nitelikte rekristalize kireçtaşı ile pelajik ve türbiditik tortullardan meydana gelen (Tarhan, 1991: 14) Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisi ile yine Üst Kretase yaşlı serpantin, peridotit, gabro ve diyabazların oluşturduğu Şahvelet ofiyolitleri üzerinde gelişmiştir. Güneye doğru 0°-5° arasında değişen değerlerde eğime sahip olan bu yüzey üzerinde bitki örtüsünün zayıf, yağışların düzensiz olması nedeniyle yer yer sel yarıntıları gelişmiştir. 2250-2500 m'ler arasında yer alan aşınım yüzeylerinden sonuncusu, Alibaba Dağı'nın (2931 m) doğu bölümünde, Köroğlu Tepe'nin (2549 m) kuzeydoğusunda bulunmaktadır. Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitleri üzerinde yer alan güneydoğuya eğimli bu yüzeyin, sağ yönlü doğrultu atımlı Karayazı fayının denetiminde, hemen güneybatısında Köroğlu Tepe çevresinde bulunan aşınım yüzeyinden koparılmış olması kuvvetle muhtemeldir. Bu aşınım yüzeyinin eğim değeri 0°-5° arasında değişmektedir.

2500-2750 m'ler arasındaki aşınım yüzeyleri Eğerli Dağı (2980 m) ile Kalaylı Dağı (3167 m) arasında (Fotoğraf 2.12), Küçük Ejder Tepe (3095 m) kuzeydoğusunda, İkiz Tepe (2723 m) çevresi ve kuzeydoğusunda, Alibaba Tepe (2931 m) ile Köroğlu Tepe (2549 m) arasında ve Aziziye Mahallesi batısında yer almaktadır. Bu aşınım yüzeylerinden Eğerli Dağı (2980 m) ile Kalaylı Dağı (3167 m) arasında yer alan Üst Kretase yaşlı Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisi üzerinde; Küçük Ejder Tepe (3095 m) kuzeydoğusu ile İkiz Tepe (2723 m) çevresi ve kuzeydoğusunda olanı ise Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitleri üzerinde gelişmiştir. Alibaba Tepe (2931 m) ile Köroğlu Tepe (2549 m) arasında yer alan yüzey Eosen yaşlı Alibaba volkanitleri üzerinde, Aziziye Mahallesi batısındaki yüzey ise Paleosen yaşlı kumtaşı, kiltaşı, şeyllerden oluşan Aziziye formasyonu üzerinde bulunmaktadır.

Araştırma sahasında 2750-3000 m arasındaki aşınım yüzeyi doğuda Alibaba Dağı (2931 m) zirve bölümünden başlayıp Kızıllarbaşı Tepe (3036 m), Yataklarbaşı Tepe (2927 m), Kumlubaşı Tepe (2857 m), Yerlidağ Tepe (2874 m) Tabya Tepe (3017 m) hattı boyunca uzanmaktadır. Güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda uzanan bu aşınım yüzeyi, Üst Kretase yaşlı Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisi ve Şahvelet ofiyolitleri ile Eosen yaşlı Alibaba volkanitleri üzerinde bulunmaktadır. Eğim değerleri 0°-20° arasında değişen bu aşınım yüzeyi, dağın kuzey yamaçları ile güney yamaçlarında bulunan akarsu havzalarının su bölümü çizgisini oluşturmaktadır.



Fotoğraf 2.12. Kalaylı Dağı (3167 m) ile Eğerli Dağ (2980 m) arasında 2500-2750 m'ler arasında bulunan aşınım yüzeyi. Yüzeyin doğu kenarında eski heyelanlar görülmektedir.

2.1.4. Pliyosen Çökeller Üzerinde Gelişmiş Dalgalı Yüzeyler

Pliyosen yaşlı çökeller üzerinde gelişen dalgalı yüzeylerin varlığı, daha önce Atalay tarafından ifade edilmiştir (Atalay, 1978: 10). Alt-Orta Miyosen süresince, sahada var olan deniz sığlaşmış ve sığ deniz-lagün ortamına geçilmiştir. Orta-Üst Miyosen zaman aralığında söz konusu deniz sahadan tamamen çekilmiştir. Üst Miyosen'de, özellikle Pliyosen'de saha göl ve akarsu ortamı haline gelmiştir (Timur ve diğ., 1994: 28). Pliyosen'de tamamen tatlı su ortamına geçilen sahada yine bu dönemde, havza kenarları yükselerek daha önceleri tek bir havza olan Erzurum, Pasinler ve Horasan havzaları birbirinden ayrılmıştır (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986: 83). Böylelikle, Pliyosen'deki bu göl ortamında boz, gri ve sarımsı renkli çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, kiltaşı, marn, tüfit ve aglomera ardalanmasından (Gürbüz ve Gülbaş, 1999: 41) oluşan Gelinkaya formasyonu çökelmiştir. Palandöken Dağları'nın kuzeye bakan yamaçlarında yer alan ve Pliyosen gölünün çökelme ortamına karşılık gelen bu yüzeylerin büyük bir bölümü, Kuvaterner volkanizması ile açığa çıkan bazaltik karakterdeki lavlar tarafından örtülmüştür. Günümüzde bu yüzeylerin sahada gözlemleyebildiğimiz bölümleri, Palandöken Dağları'nın Erzurum ve Pasinler ovalarına bakan kuzey eteklerinde Alibezirgan, Gerdekkaya, Çiçekli ve Bulkasım yerleşmelerinin kuzeyini takip eden bir

hat boyunca; İkiz Tepe (2723 m) ile Yıkılgan arasındaki hattın kuzeyinde Erzurum Ovası'na doğru ve araştırma sahasının doğu bölümünde, Güzelyurt Taşlıgüney yerleşmeleri arasındaki hattın kuzeyinde eski alüvyonların hemen gerisinde dalgalı bir yüzey oluşturmaktadır. Bu yüzeyler inceleme alanının genelinde 70,9 km^2'lik bir alan kaplamaktadır.

2.1.5. Badlands (Kırgıbayır) Topografyası ve Şapkasız Peribacaları

Yarı kurak iklim şartlarının etkili olduğu ve bitki örtüsü bakımından zayıf araştırma sahasında, sellenme sularının yamaçları işlemesi sonucunda dar, derin ve genellikle birbirleriyle birleşmiş küçük ve sık vadicikler ile onları birbirinden ayıran keskin sırtlardan oluşan badlands topografyası gelişmiştir. Bu alanlar sahada Türbe Dere vadisinde (Polat, 2003: 132), Büyük Ejder Tepe'nin (3176 m) güneybatısında ve Yavuzlu yerleşmesi kuzeydoğusunda görülmektedir. Yavuzlu yerleşmesinin kuzeydoğusunda, Masat deresi vadisinde bulunan badlands topografyası Eosen yaşlı gri, koyu gri ve morumsu renkli porfirik dokulu andezitler ile sarımsı, gri, kırmızı renkli tüflerle, andezit blokları ve kısmen de volkanik kumlardan oluşan Alibaba volkanitleri üzerinde oluşmuştur. 1950 m-2000 m arasında, dar bir yükselti aralığında görülmektedir. Sellenme sonucu ortaya çıkan yarıntıların talvegleri ile onları birbirinden ayıran keskin sırtların arasındaki yükselti farkı önemsizdir (Fotoğraf 2.13). Bu özelliğe sahip badlands topografyaları henüz gelişim aşamasındaki bir topografyayı temsil etmektedir (Kopar ve Çakır, 2012: 1021).

Türbe Dere vadisi ve Büyük Ejder Tepe'nin güneybatısında bulunan badlands topografyaları, Üst Miyosen yaşlı tüf, aglomera, andezitik ve bazaltik lavlar ile piroklastik materyallerden meydana gelen litolojik birim (Palandöken volkanitleri) üzerinde gelişmiştir. Ancak söz konusu bu iki topografya aynı litolojik birimin farklı unsurları üzerinde gelişme göstermiştir. Türbe Dere vadisi yamaçlarında yer alan badlands topografyası, Palandöken volkanitlerinin en alt seviyesini oluşturan tüfler üzerinde gelişmiştir. Büyük Ejder Tepe'nin (3176 m) güneybatısındaki badlands topografyası ise Palandöken volkanitlerinin orta seviyesini teşkil eden piroklastik materyallerden oluşan Teke deresi fay façetası üzerinde oluşmuştur. Bu topografyada, diğerlerinden farklı olarak yarıntılar daha derin, aralıklı sırtlar çoğunluktadır. Yine sahada görülen diğer badlands topografyalarından farklı olarak bu topografyada, selektif aşındırmaya bağlı olarak gelişmekte olan peribacaları mevcuttur (Fotoğraf 2.14).

Peribacaları, erozyonal süreçlere bağlı olarak yamaçların gerilemesi sonucunda ortaya çıkmışlardır. Bu peribacalarında, tipik özellikleri olan şapka kayası bulunmamaktadır.



Fotoğraf 2.13. Yavuzlu kuzeydoğusunda sarımsı, gri, kırmızı renkli tüfler üzerinde gelişen badlands topografyası. Topografyada, yarıntıların talvegleri ile onları birbirinden ayıran keskin sırtların arasındaki yükselti farkı önemsizdir.



Fotoğraf 2.14. Büyük Ejder Tepe'nin (3176 m) güneybatısında, Teke Deresi Fayı'na ait bir façetanın aşınarak geriletilmesi ve bu sırada oluşan badland yüzeyler ve peribacaları.

2.1.6. Glasiyal Şekiller

2.1.6.1. Sirkler

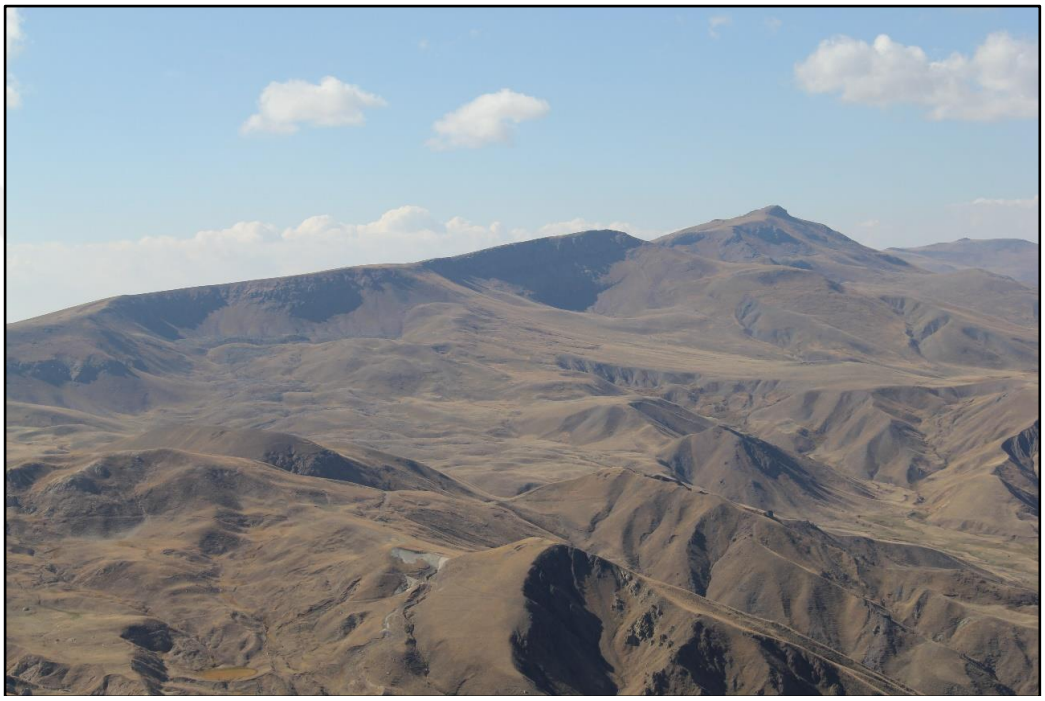
Sahayla ilgili literatürde Palandöken Dağındaki buzullaşma ve buzul şekillerine dair çeşitli tespitler vardır. Nitekim Atalay (1978) Palandöken Dağlarında buzullaşmaya yer vermemiş ve sirklerin bulunduğu kesimde periglasiyal şartların hüküm sürdüğünü ve bu sahalarda şiddetli donma çözülme ortamında gelişmiş materyallerin oluştuğunu ifade etmiştir (Atalay, 1978: 50). Buna mukabil Pamir ve Baykal (1943), Kalaylı Dağı'nın (3167 m) kuzeybatıya bakan yamaçlarında belirgin biçimde sirklerin bulunduğunu ve sirklerin tabanının bazalt kornişlerinin dik cephelerinden kopan kaya parçalarıyla dolduğunu belirtmiştir (Pamir ve Baykal, 1943: 1-2). Erinç (1953) de Palandöken Dağları'nın iklim şartlarının kurak olması nedeniyle sahada buzullaşmanın sınırlı olduğunu ve sadece dağın kuzeye bakan yamaçlarında sirklerin bulunduğunu bildirmiştir (Erinç, 1953: 16-17, 94). Bu konuyu daha yakından irdeleyen Polat (2003) Palandöken Dağlarının kuzeye bakan yamaçlarında sirklerin geliştiğini ve kontinental koşullardan dolayı buzullaşmanın vadi buzulu oluşmasına imkân vermediğine değinmiştir (Polat, 2003: 144).

Palandöken silsilesinin en dikkat çeken yükselimlerinden biri olan Kalaylı Dağı'nın kuzeybatıya bakan yamaçlarında bazaltik kayaçlardan meydana gelen kornişlerin cephelerinde Pleistosen'in Würm buzullaşmasına ait olduğunu düşündüğümüz hilal şeklinde 5 tane sirk yer almaktadır (Fotoğraf 2.15, 16). Bu sirklerden 3'ü büyük 2'si küçüktür. Eğim yönündeki ağızları açık olan ve ters eğimli yüzeylerin enkazla kaplı olduğu sirkler buzulun ağırlıklı olarak sadece kuzeye bakan yamaçta tutunması ve neve (firn) buzulu şartlarına sahip olması dolayısıyla sirk buzulu şeklinde gelişme göstermiş olmalıdır.

Palandöken dağı üzerinde uzaklardan bile seçilebilen bu sirkleri hava fotoğrafları ve 1/25.000 ölçekli topografya haritalarından (İ46-b3, İ46-b4) tespit etmek mümkündür. Bu sirklerden en büyüğü Tavşan (Ebuzülal) Tepe (3063 m), Kırkkulak Tepe (3085 m) ve Beşik Tepe (3030 m) ile çevrili olan Kırkkulak sirkidir. 2700 m'de yer alan sirk tabanı, yaklaşık 350 m yüksekliğe sahip yamaçlarla çevrilidir. Sirkin taban çapı 300 m'nin üzerindedir. Kırkkulak sirkinin önünde, kuzeybatıya doğru Konaklı yerleşmesi güneyine kadar moren depoları inmektedir. Bu depolar Kırkkulak Deresi ve tabileri

tarafından yarılmıştır. Moren deposu, Konaklı Kayak Merkezi'nin inşaası sırasında tahrip olmuş ve ilksel özelliğini kaybetmiştir. Deponun konumundan, sirk buzulunun 2500 m'ye kadar sarkmış olması muhtemeldir (Polat, 2003: 143).

Kırkkulak sirkinin batı yamacında, Tavşan (Ebuzülal) Tepe ile Kırkkulak Tepe arasında zemin yüksekliği 2800 m, taban çapı 250 m olan bir sirk mevcuttur. Bu sirkin tabanı, çözülme sonucu taban düşen çeşitli büyüklüklerde materyallerle doludur. Kırkkulak sirki ile bu sirk arasında 100 m nispi yükselti farkı vardır (Polat, 2003: 143).



Fotoğraf 2.15. Kalaylı Dağı'nın (3167 m) kuzeybatıya bakan yamaçlarında bazalt kornişlerinin hilal şeklinde gerilediği alanlarda sirkler açık bir şekilde görülmektedir.



Fotoğraf 2.16. Kalaylı Dağı'nın (3167 m) kuzeybatıya bakan yamaçlarında bazalt kornişlerinin hilal şeklinde gerilediği alanlarda beş adet sirk bulunmaktadır.

Katarkaya Tepe (3090 m)'nin kuzeydoğusunda yer alan sirkin taban yükseltisi 2995 m'dir. Sirkin hemen gerisindeki yamacın yüksekliği 100 m'dir. Sirk tabanı, onu çevreleyen yamaçlardan fiziksel parçalanma sonucu kopan yamaç döküntüleri ile doludur. Sirk tabanının çapı 100 m'dir. Bu sirk hemen doğusundaki sirkten bir sırt ile ayrılmaktadır. Polat tarafından Katarkaya sirki olarak adlandırılan bu sirkin taban yüksekliği 2930 m'dir. Sirki çevreleyen yamacın yüksekliği 100 m'nin üzerinde olup, çapı 300 m'dir (Polat, 2003: 144). Sirkin tabanı, hemen gerisinde yükselen bazalt kornişten, özellikle donma-çözünmeye bağlı olarak gelişen fiziksel parçalanma sonucu kopan unsurlarla doludur. Bu unsurlardan bazılarının uzun ekseni 2 m, kısa ekseni 1,5 m'yi geçmektedir (Fotoğraf 2.17). Bu sirkin ön bölümünde, kuzeybatıya doğru uzanan moren depoları bulunmaktadır (Fotoğraf 2.18).

Katarkaya sirkinin doğusunda, Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitlerinin üst seviyesini oluşturan bazaltlardan müteşekkil kornişlerin önünde gelişmiş başka bir sirk daha bulunmaktadır. Taban yüksekliği 2875 m olan bu sirk kuzeydoğuya bakmaktadır. Sirk tabanının hemen gerisinde yükselen dik yamaç 180-190 m yüksekliğe sahiptir (Polat, 2003: 144). Bazalt kornişlerinin iki basamak halinde olduğu yamaçlarda, periglasiyal süreçlere bağlı olarak gerçekleşen kütle hareketlerinden konjelifraksiyon ürünleri olan yamaç döküntüleri bulunmaktadır (Fotoğraf 2.19).



Fotoğraf 2.17. Sirk tabanları, onların gerisinde dik bir şekilde yükselen yamaçlardan kopan kayalarla doludur. Bazı kayaların uzun eksenleri 2 m, kısa ekseni 1,5 m'yi geçmektedir.

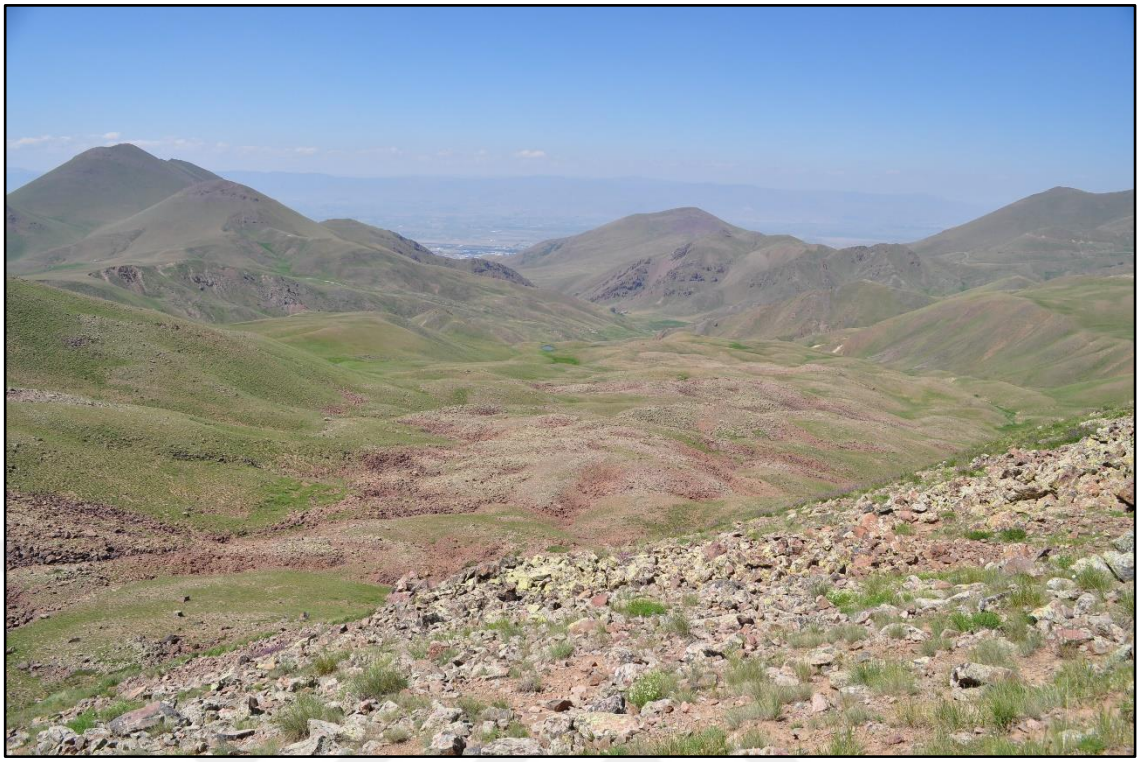


Fotoğraf 2.18. Katarkaya sirkinin tabanı, hemen gerisinde yükselen bazal kornişten, özellikle donma-çözünmeye bağlı olarak gelişen fiziksel parçalanma sonucu düşen kayalarla doludur. Ön bölümde ise kuzeybatıya uzanan moren depoları görülmektedir.

Kalaylı Dağı'nın (3167 m) doğu bölümünde, Alieşref uçurumunun bulunduğu kesimde Polat tarafından Alieşref sirki olarak adlandırılan sirk bulunmaktadır (Polat, 2003: 144). Kalaylı Dağı üzerindeki bazaltlardan oluşan kornişlerin en doğu bölümünde yer alan bu sirkte iki sirk yuvası gelişmiştir. Kuzeybatıya dönük bu sirklerden en belirgin olanı güneydoğudakidir. Çapı yaklaşık 600 m olan sirkin taban yüksekliği 2860 m'dir. Sirkin önünde eğim doğrultusunda kuzeybatıya doğru yayılan morenler görülmektedir (Polat, 2003: 144) (Fotoğraf 2.20).



Fotoğraf 2.19. Katarkaya sirkinin doğusunda yer alan sirkin bazalt kornişlerinden oluşan yamaçları iki basamak halindedir. Bu yamaçlarda konjelifraksiyon sonucu gelişen yamaç dökütüleri bulunmaktadır.



Fotoğraf 2.20. Alieşref sirkinin hemen önünde, kuzeybatıya doğru eğim boyunca yayılan moren depoları.

2.1.7. Periglasiyal Şekiller

Araştırma sahasının dağlık bir kütle olması, karasal iklim şartlarının daha da sertleşmesine neden olmaktadır. Özellikle kış şartlarının ağır geçmesi, kasım sonu aralık ayı başlarında 2900-3000 m'nin üzerine kar şeklinde düşen yağışların temmuz ayı sonuna kadar yerde kalması, bu yüksekliklerde periglasiyal şartların gelişmesinde etkili olmuştur. İklim, eğim, litoloji, bitki örtüsü vb. gibi şartlara bağlı olarak araştırma sahasında periglasiyal şekillerden tufurlar, çemberler, girlandlar ve soliflüksiyon taraçaları görülmektedir.

2.1.7.1. Tufurlar

Tufurlar, periglasiyal bölgelerde bitki örtüsü ile kaplı topraktaki suyun donarak buz çekirdekleri oluşturması ve bu çekirdeklerin üzerlerinde bulunan toprağı yukarıya doğru itip yükseltmeleri ile meydana gelen toprak tümsekleridir. Tufurların meydana gelmesinde mikrosoliflüksiyon olayı da etkili olmaktadır (Hoşgören, 2014: 306). Tufurlar araştırma sahasında, Tabya Tepe'nin (3017 m) güneybatısında, 2900 m ve üzerindeki güneye doğru eğimli alanlarda gözlemlenmektedir (Fotoğraf 2.21). Tabya Tepe'nin (3017 m) güneybatısında tufurların geliştiği yüzeyler, 2°-20° eğime sahip olup

üzerlerinde alpin çayırlarından koyun yumağı (*Festuca Ovina*) tutunmuştur. Arazi çalışmaları sırasında yapılan ölçümler sonucunda tufurların boylarının 13 cm ile 63 cm, enlerinin 10 cm ile 48 cm ve yüksekliklerinin de 9 cm ile 26 cm arasında değiştikleri belirlenmiştir.



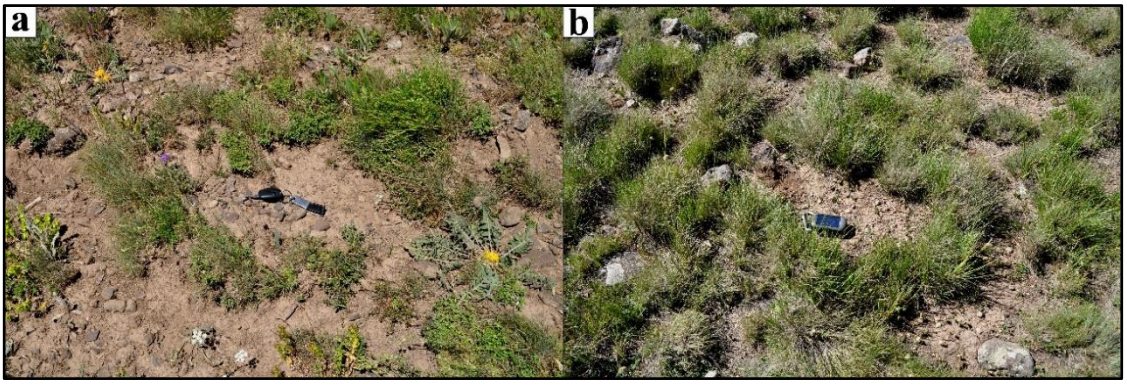
Fotoğraf 2.21. Periglasiyal şekillerden olan tufurlar araştırma sahasında, Tabya Tepe'nin (3017 m) güneybatısında, 2900 m'nin üzerindeki 2°-10° arasında güneye doğru eğimli alanlarda görülmektedir.

2.1.7.2. Girlandlar

Araştırma sahasında görülen diğer bir periglasiyal yerşekli girlandlardır. Genel olarak yarım ay şeklindeki girlandların ön cepheleri alpin bitkilerle kaplıdır. Alpin bitkilerin hemen arkasında küçük kaya parçalarıyla kaplı, düz ya da düze yakın bir alan bulunmaktadır (Türkeş ve Öztürk, 2011: 247). Girlandların şekilsel özellikleri üzerinde etkili olan başlıca etmenler eğim değerleri, litoloji, girlandın gerisinde mevcut olan ayrışma sonucu ortaya çıkmış malzeme ve girlandın ön cephesinde bulunan bitkinin özelliğidir (Öztürk, 2012: 82).

Araştırma sahasında girlandlar Tabya Tepe'nin (3017 m) güneybatısında 2900 m, Ziyaret Tepe'nin güney yamaçlarında 2850 m ve yine Ziyaret Tepe'nin kuzey yamaçlarında 2800 m'den yüksek bölümlerde görülmektedir. Girlandların geliştiği yüzeylerin eğim değerleri Tabya Tepe'nin güneybatısında 2°-20°, Ziyaret Tepe'nin kuzey ve güney yamaçlarında ise 2°-30° arasında değişmektedir. Saha çalışmaları esnasında yapılan ölçümlerde girlandların boylarının 33 cm ile 112 cm, enlerinin ise 21 cm ile 96 cm arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Araştırma sahasında girlandlar, Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitlerinin unsuru olan bazaltlar üzerinde gelişmiştir. Bu yamaçlar ekshümasyon sonucunda çıplaklaşmaya başlayarak fiziksel parçalanma ve kimyasal ayrışmaya uygun hale gelmektedir. Günlük ve yıllık sıcaklık farklarının fazlalığına bağlı olarak ve donma-çözünme süreçlerinin etkisiyle bazaltlarda çatlaklar oluşmaktadır. Girlandların görüldüğü yüksekliklerde yağan kar 8-9 ay arasında yerde kalmaktadır. Kar suları, bu çatlaklarda yıllık, hatta sonbahar sonu ve ilkbahar başlarında günlük olarak tekrar tekrar donup çözünmektedir. Bu duruma bağlı olarak, çatlakların boyutları zamanla genişler ve yamaçlarda ayrışan ve taşınan unsurlar bu çatlaklarda birikmeye başlar. Buna ek olarak yüzeyde, buzun etkili olduğundan hariç olarak fiziksel parçalanma sonucu oluşan bazalt parçaları da bulunmaktadır. Aşınma sonucu ortaya çıkan bu malzemeler yamaç eğimi doğrultusunda sellenme suları ile birlikte taşınır. Çatlaklarda ve yamaçlardaki iri unsurlar arasına yerleşen çok daha küçük ayrışma ürünleri, kalın olmayan bir toprak örtüsü meydana getirmiştir. Zamanla bu toprak örtüsü üzerinde Alpin bitkiler gelişme göstermiştir. Zamanla büyüyen bu bitkiler, sellenme suları ile eğim doğrultusunda taşınan ayrışma ürünlerini, arkalarında tutmaya başlamıştır. İlerleyen süreçte Alpin bitkilerin arkasında biriken ayrışma ürünleri, düz ya da düze yakın bir zemin oluşturmuştur. Zamanla Alpin bitkilerin arkasında tutulan ayrışma unsurlarının miktarının artmasına ve yerçekimine bağlı olarak bitki eğim doğrultusunda hilal şeklini almıştır. Girlandların morfolojik karakterleri üzerinde bakı şartları önemli bir unsurdur. Çünkü güneye dönük yamaçlarda güneşlenme süresi ve şiddetinin fazla olması nedeniyle fiziksel parçalanma ve buharlaşma daha fazla olmaktadır. Buna bağlı olarak güneyde gelişen girlandların bitkileri daha zayıf ve gerilerinde tuttukları kaya parçaları daha büyükken (Fotoğraf 2.22-a), kuzeye bakan yamaçlarda bulunan girlandların bitkileri daha gür, arkalarında tuttukları unsurlar nispeten daha incedir (Fotoğraf 2.22-b).



Fotoğraf 2.22. Girlandların morfolojik özellikleri üzerinde bakı oldukça etkilidir. Nitekim Ziyaret Tepe'nin (2915 m) güneye dönük yamaçlarında güneşlenme süresi ve şiddetinin fazla olması nedeniyle fiziksel parçalanma ve buharlaşma daha etkili ve fazladır. Buna bağlı olarak güneyde gelişen girlandların bitkileri daha zayıf ve gerilerinde tuttukları kaya parçaları daha büyükken (a), kuzeye bakan yamaçlarda bulunan girlandların bitkileri daha gür, arkalarında tuttukları unsurlar nispeten daha incedir (b).

2.1.7.3. Çemberler

Çemberler, Tabya Tepe'nin (3017 m) güneybatısında 2900 m'nin üzerinde, eğimin 0°-20° arasında olduğu, diğer bir ifade ile düz ya da düze yakın yüzeylerde gelişme göstermektedir (Fotoğraf 2.23). Sahadaki çemberlerin oluşmasında koyun yumağı bitkisi (*Festuca Ovina*) etkili olmuştur. Çemberlerin şekilleri tipik dairedir. Çemberlerin merkezi kısmı genç bir çemberde bitkilerden, olgunluk safhasındaki bir çemberde bitki köklerinden ve ihtiyarlık safhasında olan bir çemberde ise bitki kök kalıntıları, toprak örtüsü ve kaya parçalarından oluşmaktadır (Öztürk, 2012: 99).

Çemberler, Tabya Tepe'nin güneybatısında düz ve düze yakın alanlarda, Koyun yumağının (*Festuca Ovina*) toprak üzerinde tutunması ile oluşumuna başlamıştır. Eğim değerlerinin çok düşük olması sebebiyle koyun yumakları herhangi bir basınca maruz kalmadan her yöne doğru eşit bir şekilde büyümeye başlamışlardır. Bu bitkiler büyüdükçe ve çoğaldıkça kökleri merkezi kesimde toplanarak tipik dairesel bir görünüm kazanmıştır. Bu şekilleri, gençlik safhasına karşılık gelmektedir. İlerleyen safhada, eski döneme ait yumak otlarının kökleri kurur ve kuruyan bu kökler çemberin merkezi kısmında toprak ve kaya parçalarının üzerlerini örterek dışbükey bir şekil alır. Çemberler gelişimlerine devam ederler ve zamanla merkezi bölümdeki toprak ve kaya parçaları yavaş yavaş yüzeye çıkmaya başlar. Böylelikle çemberler olgunluk safhasına ulaşmış olurlar. Sahada çemberlerin görüldüğü alanlar sürekli ve şiddetli rüzgârların etkisinde olduğu için, merkezi kısımda çürüyen koyun yumağının kökleri, bu rüzgârların etkisiyle taşınır. Böylece çemberlerin merkezi bölümü zemindeki toprağın seviyesine geriler. Gelişimine devam eden çemberler, ihtiyarlık safhasında komşu

çemberlerle birleşerek alanını genişletir, daha sonra aşınma faaliyetlerinin etkisiyle zemin seviyesine ulaşır ve ortadan kalkarlar. Sahada yapılan ölçümlerde gençlik ve olgunluk safhasında olan çemberlerin çaplarının 47 cm ile 78 cm arasında değiştiği tespit edilmiştir.



Fotoğraf 2.23. Tabya Tepe'nin (3017 m) güneybatısında 2900 m'nin üzerinde, düz ve düze yakın alanlarda gelişen çemberlerden bir görünüm. Fotoğraftaki çember olgunluktan ihtiyarlık evresine geçiş sürecindedir.

2.1.7.4. Soliflüksiyon Taraçaları

Palandöken Dağları'nda soliflüksiyon olayına bağlı olarak gelişen soliflüksiyon taraçaları Büyük Ejder Tepe'nin (3176 m) güneyinde, Tabya Tepe (3017 m) güneydoğusunda, Ziyaret Tepe (2915 m) çevresinde, kuzeye ve güneye eğimli yamaçlarda 2700 m seviyesine kadar görülmektedir (Fotoğraf 2.24). Sahada, ilkbahar mevsimiyle birlikte sıcaklıkların artmasına bağlı olarak kar örtüsü ve toprak suyunun donmuş kısımları erimeye başlamaktadır. Topraktaki buzun erimesiyle birlikte önceden buzun doldurduğu boşluklar, erime sonucu açığa çıkan su ile dolmaktadır. Kar erimeleri ile birlikte açığa çıkan suların da toprağa sızmasıyla toprağın üst seviyesinin likiditesi artmaktadır. Nitekim toprağın üst bölümünün buzu çözülmüş ve suya doygun hale gelmiş olur. Toprağın üst bölümü çözülmüş durumdayken derin bölümü donmuş haldedir ve bu nedenle geçirimsizdir. Böylelikle toprağın üst bölümünden daha derine suyun sızması mümkün olmamaktadır. Bütün bu şartlarda suya doygun halde olan

toprağın yüzey bölümü, eğim doğrultusunda akma şeklinde hareket eder (Turoğlu, 2009: 43-44). Bu hareket esnasında taraçaya benzeyen basamak veya sahanlıklar gelişir.



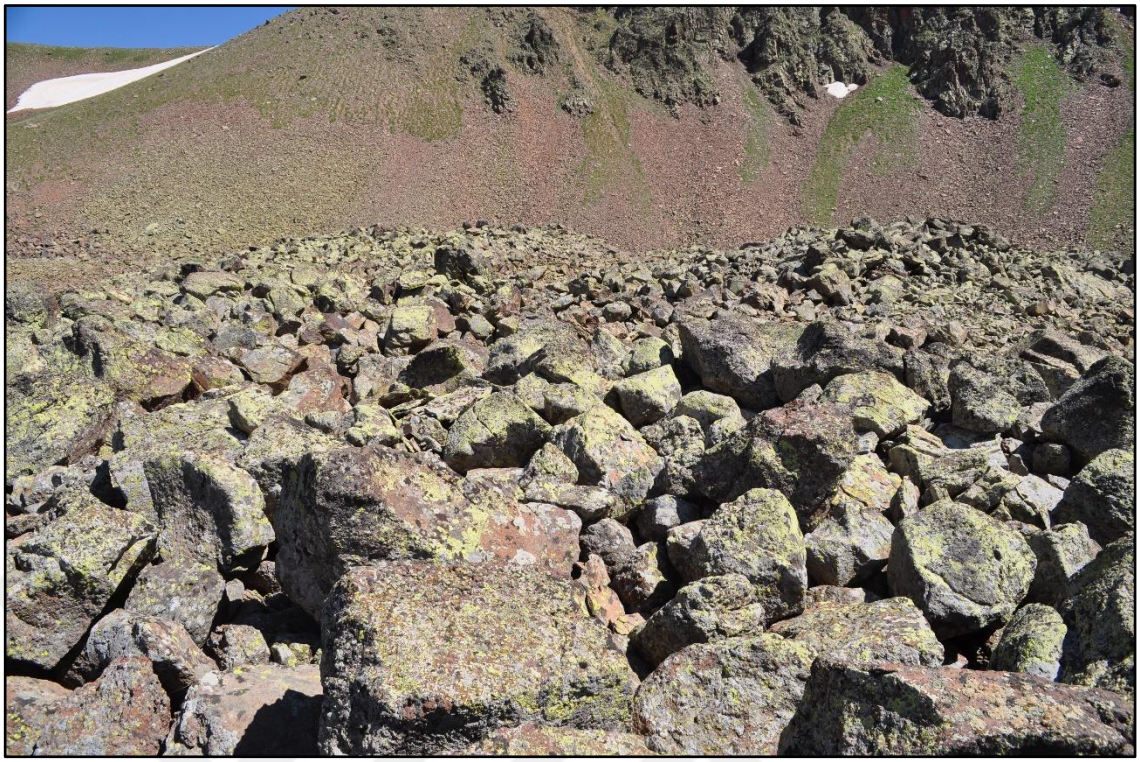
Fotoğraf 2.24. Ziyaret Tepe (2915 m) batısında soliflüksiyon taraçalarından bir görünüm.

2.1.8. Kütle Hareketleri

Araştırma sahasında görülen başlıca kütle hareketleri, kaya düşmeleri ve yamaç döküntü (talus) akmaları, heyelanlar ve soliflüksiyon olayıdır.

2.1.8.1. Kaya Düşmeleri ve Yamaç Döküntüleri (Talus)

Palandöken Dağları'nda kaya düşmeleri ve yamaç döküntüleri (talus), Kalaylı Dağı (3167 m) ve Büyük Ejder Tepe'nin (3176 m) yamaçlarında, 2900 m yükselti basamağı üzerinde görülmektedir. Her iki lokasyonda da kaya hareketlerinin malzemesini, Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitlerinin en üst seviyesi olan bazaltlar oluşturmaktadır. Sahada etkili olan iklim şartları, bazaltlardaki çatlakların artmasına ve bu çatlakların boyutlarını genişleterek farklı büyüklüklerde parçaların kopmasına uygun koşulları hazırlamaktadır. Kaya düşmeleri, Kalaylı Dağı'nın (3167 m) zirve kesiminde bulunan bazalt kornişlerinden sirklerin tabanlarına doğru olmaktadır. Konjelifraksiyon sonucunda kornişlerden kopan büyük bloklar, yamacın eğimi doğrultusunda yuvarlanarak, sirklerin tabanını doldurmuştur (Fotoğraf 2.25).



Fotoğraf 2.25. Kalaylı Dağı'nda (3167 m) bazalt kornişlerinden donma-çözülmeye bağlı fiziksel parçalanma sonucu kopan kayalar, sirk tabanlarını doldurmuştur.

Büyük Ejder Tepe'nin (3176 m) yamaçlarında ve Kalaylı Dağı'nda (3167 m) bulunan sirklerin hemen ardında yükselen dik yamaçlarda konjelifraksiyona bağlı olarak gelişen yamaç döküntüleri (talus) bulunmaktadır (Fotoğraf 2.26). Söz konusu alanlarda eğimin 30° ve üzerinde olduğu yamaçlarda, donma-çözülme süreçlerine bağlı olarak gelişen fiziksel parçalanma sonucu ana kayadan kopan, boyutları birkaç cm ile 15 cm arasında değişen köşeli bazalt parçalarının, eğim doğrultusunda yamaç aşağı hareket etmesi ve yamaçlarda yığılması sonucunda oluşurlar. Üzerlerinde herhangi bir örtü bulunmayan bu fiziksel parçalanma ürünleri, son derece duraysız ve yamaç emniyeti açısından güvensizdir (Turoğlu, 2009: 50).



Fotoğraf 2.26. Sahadaki diğer bir kaya hareketi de konjelifraksiyona ürünü olan yamaç döküntüleri ve döküntü akmaları.

2.1.8.2. Heyelanlar

Heyelanlar toprakların, kayaların veya toprak kaya birleşiminden meydana gelen yüzey parçalarının, özellikle yerçekiminin etkisiyle yerlerinden koparak yamaçların eğimi doğrultusunda hareket etmeleri ve bunun sonucunda meydana gelen şekillerdir (Hoşgören, 2014: 135). Heyelanın meydana gelmesinde jeolojik, jeomorfolojik, meteorolojik ve beşeri etmen ve süreçler etkili olmaktadır (Kopar, 2010: 192). Araştırma sahasının dağlık bir alan olması nedeniyle, çalışma sınırları içerisinde büyüklü küçüklü birçok heyelan bulunmaktadır. Söz konusu heyelanlardan büyük ve önemli olanları hakkında aşağıda bilgiler verilecektir.

2.1.8.2.1. Çiçekli Heyelanı

Çiçekli heyelanı Erzurum'a 32 km mesafede, Pasinler ilçesine bağlı Çiçekli Mahallesi sınırları içinde yer almaktadır. Çiçekli Mahallesi'nin güneyinde, Palandöken Dağları'nın kuzeye bakan yamaçlarında meydana gelmiş olan heyelan, 6,38 km^2 yüzölçüme sahiptir. Güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda olan Çiçekli heyelanı, 39°54'16.18"- 39°56'12.87" K ve 41°32'37.19"- 41°33'54.47" D koordinatları arasında bulunmaktadır. Heyelan, porfirik dokulu andezit ve sarımsı, gri, kırmızı renkli tüflerle,

andezit blokları ve kısmen de volkanik kumlardan oluşan Eosen yaşlı Alibaba volkanitlerinin, yamaç eğimi boyunca kuzeye doğru kayması sonucunda oluşmuştur (Fotoğraf 2.27). Çiçekli heyelanının oluşumunda litolojik, tektonik, topografik, klimatolojik, hidrografik ve beşeri unsurlar etkili olmuştur.



Fotoğraf 2.27. Çiçekli heyelanı, Eosen yaşlı Alibaba volkanitlerinin, yamaç eğimi boyunca kuzeye doğru kayması sonucunda oluşmuştur.

Heyelanın meydana geldiği sahada litolojik açıdan tüf, andezit blokları ve volkanik kumlardan müteşekkil pekişmemiş ve gözenekli piroklastik materyallerin varlığı heyelanın gerçekleşmesinde rol oynamıştır. Yağış ve kar erimeleri sonucunda açığa çıkan suların pekişmemiş piroklastik materyal içindeki gözenekleri doldurması, yüksek eğim değeri ve tektonik hareketlerin etkisiyle kayma hareketini kolaylaştırmıştır.

Çalışma alanı, tektonik açıdan oldukça hareketli bir bölgedir. 2. dereceden deprem bölgesi olan sahada tarihsel ve aletsel dönemler boyunca, aralarında büyük can ve mal kaybı ile sonuçlanan birçok deprem olmuştur (bknz. syf. 67-68). Normal eğim ve doğrultu atımlı birçok fayın yer aldığı sahada meydana gelen depremlerin, heyelanı tetiklemiş olması kuvvetle muhtemeldir. Çiçekli heyelanının, kuzeyden ve batıdan faylarla sınırlanmış olması; özellikle heyelanın batı sınırının, aynı zamanda eğim bileşenine de sahip sol yanal doğrultu atımlı Ağcalar fayının doğrultusuyla uyumlu olması bu durumu destekler niteliktedir.

Sahada kuvvetli eğim şartlarının varlığı heyelanların meydana gelmesinde etkili olmuştur. Bilindiği üzere eğimin fazla olması, diğer faktörlerin de bir araya gelmesi ile birlikte kütlenin hareket etmesini daha da kolaylaştırmaktadır. Nitekim doğu-batı doğrultusunda Çiçekli heyelanının taç bölümü hizası takip edildiğinde, bütünlüğünü

kaybetmemiş kuzeye eğimli yamaçların 34°- 46° arasında yüksek eğim değerlerine sahip oldukları görülmektedir.

Pasinler meteoroloji istasyonu verilerine göre, heyelanın gerçekleştiği sahada yıllık yağış tutarı 355,5 mm'dir. Yıllık yağışın en fazla düştüğü mevsim ilkbahardır (128,1 mm-% 36). İlkbahar mevsimi yağışların yüksek olması yanında hava sıcaklıklarının yükselmeye başladığı ve buna bağlı olarak da karların eridiği dönemdir. Artan yağış miktarı ile birlikte eriyen kar sularının zemine sızarak doygunluğu arttırması, heyelanın gerçekleşmesinde etkili olan diğer önemli faktördür.

Çiçekli heyelanı bünyesinde kayma, çökme, akma ve sürünme gibi farklı türde hareketlerin olduğu karışık tip (Atalay ve Bekaroğlu, 1975: 73) bir heyelandır. Heyelanda ilk kütle hareketi, Köroğlu Tepe'nin (2549 m) hemen kuzeyinde Haznedar Bayırı mevkinde başlamış ve yamaç eğiminin azaldığı Yukarı Çakmak Mahallesi'nin güneyinde sonlanmıştır. Heyelanın güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda uzunluğu 4 km, doğu-batı doğrultusunda genişliği ise 1,56 km'dir. Çiçekli heyelanı gerileme (baş veya taç) bölümü, boyuna bozulma bölümü, topuk ve etek yelpazesi olmak üzere dört bölümden meydana gelmektedir. Esas heyelan aynasının eğimi 46°-50° arasındadır. Baş bölümünün gerisinde, ters eğime sahip alanda kurak dönemde alanı oldukça daralan bir göl bulunmaktadır. Yayvan sırtlardan oluşan dalgalı bir görünüme sahip heyelan enkazı üzerinde büyüklü küçüklü 22 göl bulunmaktadır. Heyelan enkazı üzerinde genel olarak büyükbaş hayvanlar otlatılırken, heyelanın etek kısmında tarımsal faaliyetler yapılmaktadır.

2.1.8.2.2. Yavuzlu Heyelanı

Yavuzlu heyelanı, Pasinler ilçesine bağlı Yavuzlu Mahallesi sınırları içinde yer almaktadır. Hareketin batı–doğu doğrultusunda gerçekleştiği heyelan, 39°53'4.55"-39°53'37.79" K paralelleri ile 41°30'23.63"-41°33'1.10" D meridyenleri arasında bulunmaktadır. Karışık tip bir heyelan olan Yavuzlu heyelanının batı–doğu doğrultusunda uzunluğu 3,77 km, kuzey–güney doğrultusunda genişliği ise 1,15 km'dir. Yavuzlu heyelanı, Çiçekli heyelanında olduğu gibi litolojik olarak Eosen yaşlı Alibaba volkanitleri üzerinde gerçekleşmiştir. Alibaba volkanitlerinin unsurlarından olan piroklastik materyaller heyelanın oluşmasında asıl etkili faktör olmamakla birlikte, bu materyalin gözenekli yapısı hareketin gerçekleşmesini nispeten kolaylaştırmıştır.

Heyelanın gerçekleşmesindeki ana unsurların, yakın çevresinde bulunan faylar ve yine yakın çevrenin hidrografik-topografik özellikleri olması kuvvetle muhtemeldir. Yavuzlu heyelanının batısında uzanan sol yanal doğrultu atımlı Ağcalar fayının varlığı ve özellikle Köroğlu fayının, heyelanın kuzey sınırını teşkil etmesi ile heyelanın doğu bölümünde Masat deresinin varlığı bu durumu destekler niteliktedir. Bu hususlar dikkate alındığında heyelanın gerçekleşmesinde iki durumdan söz edilebilir. Bunlardan ilki, heyelanın yakın çevresindeki faylara bağlı olarak oluşan sismik hareketler sonucunda gerçekleşmiş olmasıdır. Diğeri ise Masat deresinin vadisini yarması ve buna bağlı olarak yamaç duraylılığının bozulması sonucunda Köroğlu fayı tarafından kesilen litolojinin, yerçekiminin etkisiyle eğim doğrultusunda hareket etmiş olmasıdır.

Yavuzlu heyelanında ilk hareket, Nusretbeyyayla mevkindeki Çıplak Tepe'de (2463 m) başlamıştır. Heyelanın gerçekleşmesi ile yaklaşık 1,57 km^2'lik bir alanda, 300 m derinliğe yakın materyal hareket etmiş ve bu hareket Masat Deresi vadisinde sonlanmıştır. Heyelanın taç kısmı Çıplak Tepe'nin zirvesinin de yer aldığı basık bir yüzeydir. Taç kısmının hemen altında bulunan esas aynanın eğim değeri 30°-34° arasındadır. Taç kısmının altındaki esas ayna ile heyelanın baş bölümü arasındaki alan, ondülasyonlu bir görünüme sahiptir. Baş bölümünün hemen gerisindeki ters eğime sahip alanda yedi adet göl bulunmaktadır. Heyelanın baş bölümü üzerinde tali bir ayna vardır. Bu tali aynanın eğim değeri de 26°-30° arasındadır. Yavuzlu heyelanında, aynadan itibaren eteğe kadar olan bölümde kayma izleri oldukça belirgindir. Heyelanın topuk kısmında kabarma bölümü bulunmaktadır. Bu bölümde kayma hareketine bağlı olarak basınç tümsekleri, enine sırtlar ve ters eğimli yüzeyler gelişmiştir. Heyelanın en uç bölümünü, Masat deresinin yatağını doğuya doğru öteleyen yelpaze kısmı oluşturmaktadır. Yaklaşık 3 km^2 yüzölüçümüne sahip heyelan üzerinde geçici ve sürekli olmak üzere yirmiden fazla göl bulunmaktadır. Yavuzlu heyelan enkazı üzerinde, özellikle göllerin çevresinde yoğun bir şekilde hayvancılık faaliyeti yapılmadır (Fotoğraf 2.28). Ayrıca heyelan enkazı üzerinde eğimin az olduğu alanlarda tarımsal faaliyetler de yürütülmektedir.



Fotoğraf 2.28. Yavuzlu heyelanı enkazı üzerinde, özellikle enkaz üzerinde gelişen göllerin çevresinde yoğun bir şekilde büyükbaş hayvancılık faaliyeti yapılmaktadır.

2.1.8.2.3. Düzçayır Heyelanı

Düzçayır heyelanı, Pasinler'e bağlı Bulkasım Mahallesi sınırları içinde kalan Düzçayır mevkinde meydana gelmiştir. 39°54'10.97"-39°54'42.71" K ve 41°34'33.37"-41°35'14.56" D koordinatları arasında bulunan heyelanın alanı yaklaşık 1 km^2'dir. Kayma hareketinin kuzeybatıdan güneydoğuya doğru gerçekleştiği heyelanın uzunluğu 1,37 km, genişliği 1,07 km'dir. Düzçayır heyelanı karışık tip bir heyelan olup akma, çökme, kayma, sürünme gibi hareketler gelişmiştir. Gerçekleşme tarih bilinmeyen heyelanın meydana gelmesinde sahanın litolojik, topografik, tektonik, klimatolojik ve hidrografik özellikleri etkili olmuştur.

Düzçayır heyelanı, Miğitaşı sırtının güneydoğuya bakan yamaçlarından başlayarak, Eosen yaşlı Alibaba volkanitlerinin Masat deresi vadisine doğru kaymasıyla oluşmuştur. Alibaba volkanitlerinin unsurlarından olan tüf, andezit blokları ve volkanik kumlardan müteşekkil piroklastik materyallerin pekişmemiş ve gözenekli yapısı ile sahadaki ilkbahar yağmurları ve bu mevsimde havaların ısınması neticesinde ortaya çıkan kar sularının buluşması, kayma hareketini kolaylaştırmıştır. Nitekim piroklastik materyaller arasındaki gözeneklerin yağmur ve kar suları ile dolması, materyali oluşturan unsurlar arasındaki bağın zayıflamasına neden olmuştur.

Pasinler Meteoroloji İstasyonu verilerine göre heyelanın meydana geldiği sahaya, yıllık 355,5 mm yağış düşmektedir. Yıllık yağışın en fazla düştüğü mevsim, 128,1 mm'lik tutarla ilkbahardır (% 36). İlkbahar yağışlarına ek olarak sıcaklığın yükselmeye başlaması ile açığa çıkan kar sularının da zemine sızması ve eğim doğrultusunda

yüzeysel akışa geçmesi, zeminin suya doygun hale gelmesine ve heyelan kütlesinin hareket etmesine uygun ortamı hazırlamıştır.

Topografik açıdan bakıldığında heyelanın meydana geldiği sahanın dağlık olması, heyelanın oluşumunda etkili diğer bir unsurdur. Hareketin gerçekleştiği alan dikkate alındığında eğim değerleri 18° ile 34° arasında değişmektedir. Sürekli ve yüksek eğim değerleri, yerçekiminin etkisini artırmakta ve dolayısıyla heyelan mekanizmasının işleyişini kolaylaştırmaktadır.

Heyelan bölgesinin hidrografik özellikleri, heyelanın gerçekleşmesinde etkili olan diğer bir husustur. İlkbahar mevsiminde kar erimeleri sonucunda seyelanların gerçekleşmesi, yukarıda da değinildiği üzere kütlenin hareketini kolaylaştırmaktadır. Ancak asıl hidrografik etken Masat deresinin vadisini işlemesidir. Masat deresinin vadisini derine doğru işlemesi yamacın mukavemetini bozarak kütle hareketine neden olmuştur. Muhtemelen bu durum heyelanın meydana gelmesinde en etkin rol oynayan faktördür. Ancak yağış ve kar erimeleri sonucu açığa çıkan suların yanında, sahadaki sismik hareketlerin de Düzçayır heyelanını tetiklemiş olması kuvvetle muhtemeldir.

Düzçayır heyelanının taç kısmı, Miğitaşı sırtı üzerinde bulunan 2038 m rakımlı tepeye karşılık gelmektedir. Taç kısmının hemen altında 26°-30° arasında değişen eğimi ile esas ayna bulunmaktadır. Taç kısmına 486 m mesafede heyelanın baş bölümü bulunmaktadır. Baş bölümünün hemen gerisinde yer alan ters eğime sahip alanda iki adet göl bulunmaktadır. Baş bölümü ile heyelanın topuk bölümü arasında bulunan boyuna bozulma bölümü, yayvan sırtlara sahip dalgalı bir görünüme sahiptir. Boyuna bozulma bölümü, geçici akarsular tarafından yarılmıştır (Fotoğraf 2.29). Boyuna bozulma bölümünün her iki tarafında yan aynalar belirgin şekilde görülmektedir. Heyelanın topuk bölümünde kayma hareketlerine bağlı olarak basınç tümsekleri, enine sırtlar ve ters eğimli yüzeyler gelişmiştir. Heyelanın en uç bölümünü, Masat deresi vadisinde son bulan etek kısmı oluşturmaktadır. Bu bölüm, kayma hareketine bağlı olarak yığılan heyelan materyalinden oluşmaktadır. Masat dere vadisine doğru eğimli olan bu bölüm üzerinde bir göl bulunmaktadır. Ayrıca yine heyelanın etek bölümünde, eğimin uygun olduğu alanlarda tarımsal faaliyetler gerçekleştirilmektedir.



Fotoğraf 2.29. Düzçayır heyelanının boyuna bozuma bölümünde, yayvan sırtlardan oluşan dalgalı yüzey geçici akarsular tarafından yarılmıştır.

2.1.8.2.4. Bozyokuş Heyelanı

Bozyokuş heyelanı, Bozyokuş Tepe'nin güneyinde 39°49'15.50"-39°50'26.32" K paralelleri ile 41°21'17.80"-41°22'24.19" D meridyenleri arasında yer almaktadır. Heyelan, Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitlerinin unsurlarından olan piroklastik materyallerin, Birdal sırtı ile Ayvazoğlu sırtı arasındaki koridor boyunca Bozyokuş dere ve Aktaş dere su kavuşum noktasına doğru kayması ile gerçekleşmiştir.

Heyelan litolojik olarak tüf, aglomera, piroklastikler ile andezitik ve bazaltik lavlardan oluşan Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitleri üzerinde, piroklastiklerin hâkim olduğu bir alanda meydana gelmiştir. Piroklastik materyalin heterojen ve pekişmemiş yapısının, kayma hareketini kolaylaştırmış olması muhtemeldir.

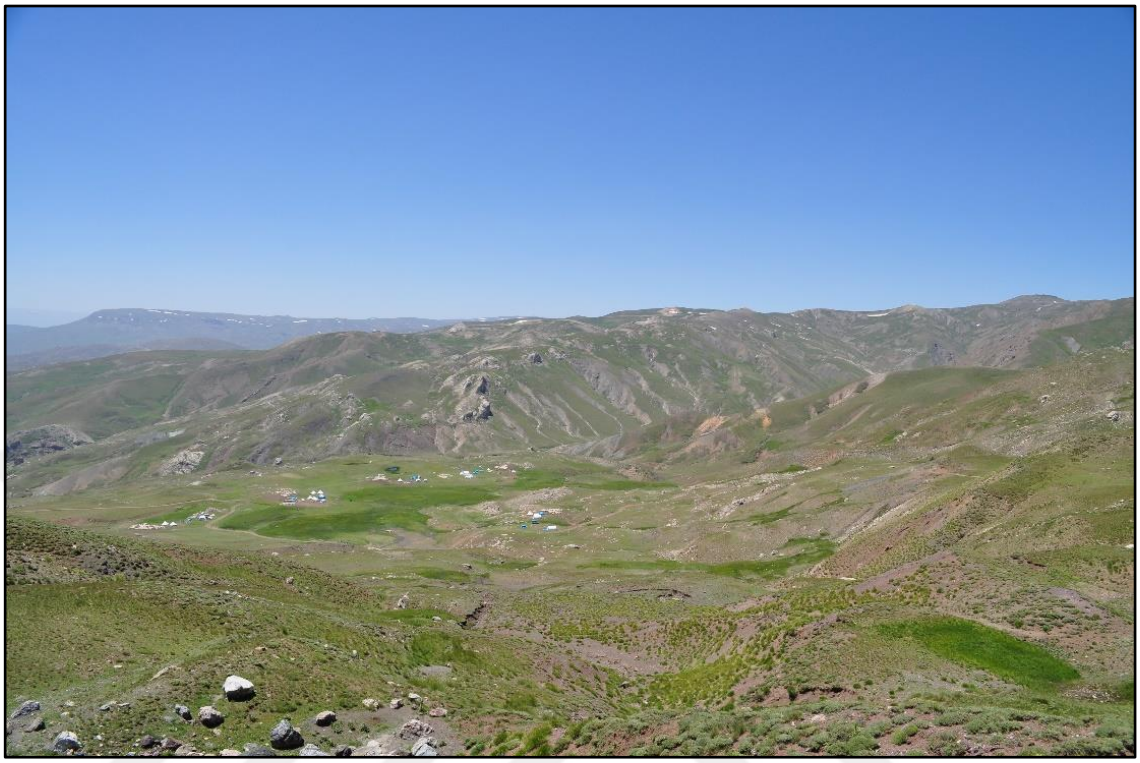
Gökoğlan Meteoroloji İstasyonu verilerine göre heyelanın gerçekleştiği sahada yıllık yağış tutarı 474,3 mm'dir. Yıl boyunca alınan bu yağışın büyük bölümü sonbahar (144,3 mm-% 30,4) ve ilkbahar mevsimlerinde (143,3 mm-% 30,2) düşmektedir. İlkbahar mevsiminde sonbahardan farklı olarak, havaların ısınmasıyla eriyen kar suları düşen yağışla birleşerek zemine sızan su miktarını arttırmaktadır. Bu durum hem klimatik hem de hidrografik olarak heyelan hareketine zemin hazırlayan bir durumdur.

Heyelan sahası ve çevresi 1. ve 2. dereceden deprem kuşakları üzerinde yer almaktadır. Normal ve doğrultu atımlı birçok fayın bulunduğu sahada tarihsel ve aletsel dönemler süresince birçok deprem meydana gelmiştir. Nitekim magnitüdü 3'ün altında olan depremler değerlendirme dışında bırakıldığında, heyelanın hemen doğusundaki Aziziye Mahallesi ve Tekman ilçesinin kuzey mahallelerinde 1995-2008 yılları arasında magnitüdü 3,5-4,9 arasında birçok deprem olmuştur. Sismik olarak bu kadar aktif bir sahada, oluşan depremlerin heyelan mekanizmalarını harekete geçirmiş olması kuvvetli bir olasılıktır.

Bozyokuş heyelanı kayma, çökme ve akma şeklindeki hareketlerin bir arada olması nedeniyle karışık tip bir heyelandır. Bozyokuş Tepe'nin (2962 m) güneye bakan yamacından başlayan hareket, Birdal sırtı ile Ayvazoğlu sırtı arasındaki koridor boyunca güneydoğuya devam ederek Bozyokuş dere ve Aktaş dere su kavuşum noktasında durmuştur. Heyelanın taç kısmından itibaren etek bölümüne kadar olan kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzunluğu 2,28 km, boyuna bozulma bölümünde doğu-batı doğrultusunda genişliği ise 1,22 km'dir. Bozyokuş heyelanının taç kısmı ile baş bölümü arasındaki alan dikkate alındığında, heyelan sonucunda yaklaşık 1 km'lik bir mesafenin boşaltıldığı söylenebilir. Bozyokuş heyelanı taç bölümü, taç bölümü ile baş bölümü arasındaki gerileme bölümü, baş bölümü, iki sırt arasındaki koridor boyunca hareket eden kütlenin dağıldığı boyuna bozulma bölümü, topuk ve son olarak heyelanın sonlandığı oldukça dar olan etek yelpazesi bölümünden oluşmaktadır. Taç bölümünün hemen altında yer alan esas aynanın eğim değeri 38°'dir. Esas ayna ile baş bölümü arasında eğim değerlerinin nispeten düşük olduğu dalgalı yüzeyler bulunmaktadır. Bu alan üzerinde kurak dönemde kuruyan göllerin izleri görülmektedir. Baş bölümü üzerinde oldukça belirgin olan tali ayna bulunmaktadır. Boyuna bozulma bölümünün doğu kenarında düşey mesafesi 20-30 m arasında değişen bir yan ayna bulunmaktadır. Heyelanın topuğu üzerinde kabarma bölümü vardır. Bu bölümde kütle hareketine bağlı olarak oluşan enine sırtlar, basınç tümsekleri, oluklar ve ters eğimli yüzeyler yer almaktadır. Kabarma bölümünde bulunan ters eğimli alanlarda, üç adet sürekli göl bulunmaktadır. Bu göllerin alanları oldukça küçüktür.

Bozyokuş heyelan ünitesi üzerinde 16 göl bulunmaktadır. Bu göllerden 4'ü bütün yıl su tutabilirken, geri kalan 12 göl yaz döneminde kurumaktadır. Heyelan üzerinde çayır ve göllerin varlığı, büyük baş hayvan besiciliği yapanların dikkatini çekmiştir.

Nitekim yaz mevsiminde Bozyokuş heyelanı üzerinde birçok çadır kurularak yaylacılık faaliyetleri yürütülmektedir (Fotoğraf 2.30).



Fotoğraf 2.30. Bozyokuş heyelanı. Heyelanın boyuna bozulma bölümü üzerinde yaz döneminde yaylacılık faaliyetleri yapılmaktadır.

2.1.8.2.5. Fakiriçmez Heyelanı

Fakiriçmez heyelanı, Palandöken ilçesine bağlı Yıkılgan Mahallesi'nin 9 km güneybatısında bulunmaktadır. Fakiriçmez deresinin kuzeybatıya bakan yamacında meydana gelen heyelanın koordinatları 39°49'59.08"-39°50'34.15" K ve 41°19'15.37"-41°19'46.83" D'dur. Güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda, Fakiriçmez Dere vadisinde son bulan heyelanın alanı 1,3 km^2, uzunluğu 1,4 km ve genişliği de 1,0 km'dir (Fotoğraf 2.31).

Heyelan, Palandöken Dağları'nın temelini oluşturan Kretase yaşlı Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisinin bulunduğu litolojide gerçekleşmiştir. Anadolu ada yayı volkanoklastik sedimanter serisi lav, piroklastik materyaller, kırıntı, fliş, platform karbonatları, olistostromal nitelikte rekristalize kireçtaşı ile pelajik ve türbiditik tortullardan oluşmaktadır (Tarhan, 1991: 14). Kil minerali oranının fazla olduğu türbiditik tortulların varlığı ve seriyi oluşturan unsurların heterojen yapısı heyelanın meydana gelmesinde etkin rol oynamış olmalıdır.



Fotoğraf 2.31. Fakiriçmez heyelan ünitesi. Asıl kopmanın Fakiriçmez Tepe'nin (2492 m) kuzeybatı yamacında olduğu hareket, Fakiriçmez dere vadisinde sonlanmıştır.

Heyelanın gerçekleştiği sahada yıllık yağış miktarı 355,5 mm'dir. Yıl boyunca yağışın en fazla olduğu mevsim 128,1 mm ile ilkbahardır. İlkbahar mevsimi, en fazla yağışın kaydedildiği mevsim olmasının yanı sıra sıcaklık artışına bağlı olarak karları erimeye başladığı mevsimdir. İlkbahar mevsiminde düşen yağışlarla birlikte eriyen kar sularının zemine sızması, heterojen ve gözenekli litolojinin eğim doğrultusunda daha kolay hareket etmesine neden olmaktadır. Ayrıca heyelan üzerindeki çukur alanlarda yağış ve kar erimelerine bağlı olarak gelişen göllerde suların toplanması ve buralardan zemine sızması, hareket üzerinde etkili olmaktadır.

Heyelan sahası sol yanal doğrultu atımlı Palandöken fayı üzerinde yer almaktadır. İkinci dereceden deprem kuşağı üzerinde bulunan araştırma sahası ve çevresinde tarihsel ve aletsel dönemler boyunca birçok deprem meydana gelmiştir. Depremlerin, kütle hareketlerini tetiklediği gerçeği göz önünde bulundurulduğunda, Fakiriçmez heyelanı mekanizmasını harekete geçiren unsurlar arasında yakın çevredeki sismik hareketlerin de olması muhtemeldir.

Fakiriçmez heyelanı, sistemi ve oluşum şekli açısından karışık tip bir heyelandır. Heyelanda akma, kayma ve çökme şeklinde hareketler birlikte işlemiştir. Oluşum tarihi

bilinmeyen heyelanda ilk hareket 2492 m rakımlı Fakiriçmez Tepe'nin kuzeybatıya bakan yamacında başlamış ve Fakiriçmez Dere vadisinde (2230–2200 m) son bulmuştur. Heyelanın başlama ve bitiş noktaları arasında güneydoğu-kuzeybatı doğrultusunda uzunluğu 1413 m, kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda genişliği ise 1014 m'dir.

Fakiriçmez heyelanı, asıl kopmanın meydana geldiği Fakiriçmez Tepe'ye karşılık gelen taç bölümü ile baş bölümü arasındaki gerileme bölümü, Fakiriçmez Tepe'nin kuzeybatıya bakan yamaçlarından koparak dağılan boyuna bozulma bölümü, topuk bölümü ve oldukça dar olan ve heyelanın sonlandığı etek bölümünden oluşmaktadır. Taç bölümünün hemen altında esas ayna bulunmaktadır. Kayma yönünde içbükey şekildeki aynanın eğim değeri 38-42° arasındadır. Esas ayna ile baş arasındaki 300 m'lik alan, dalgalı ve eğimin az olduğu bir yapıdadır. Bu alan üzerinde oldukça küçük, yağışın fazla ve kar erimesinin olduğu dönemlerde suyun tutulduğu, sıcak dönemde kuruyan dokuz göl bulunmaktadır. Baş üzerinde çok yüksek ve belirgin olmayan bir tali ayna bulunmaktadır. Heyelanın batı kenarında bulunan yan ayna, neredeyse heyelanın eteğine kadar görülmektedir. Heyelanın batı kenarındaki bu aynanın yüksekliği 40-50 m arasında değişmektedir. Heyelanın topuğu üzerinde, kayma hareketine bağlı olarak gelişen tali ayna, basınç tümsekleri, enine sırtların ve ters eğimli yüzeylerin bulunduğu kabarma bölümü yer almaktadır. Bu bölümde az da olsa enine çatlaklara rastlanmaktadır. Fakiriçmez heyelanı, oldukça dar olan etek bölümü ile Fakiriçmez Dere vadisinde son bulmaktadır.

2.1.8.2.6. Sultansekisi Heyelanı

Palandöken ilçesi sınırları içinde bulunan Sultansekisi heyelanı, Erzurum şehir merkezinin 7 km güneyinde yer almaktadır. Doğu-batı doğrultusunda uzanan heyelanın uzunluğu 1,91 km, genişliği asıl kopma bölümünde 1,90 km, etek bölümünde 1,02 km olup alanı 2,39 km^2'dir. Sultansekisi heyelanının koordinatları 39°50'2.82"-39°51'3.10" K ve 41°15'1.71"-41°16'21.97" D'dur.

Heyelan, Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitleri üzerinde gelişmiştir. Palandöken volkanitleri tüf ve aglomeralar, andezitik ve bazaltik lavlar ile piroklastiklerden oluşmaktadır. Heyelanların oluşumunda, hareketin gerçekleştiği litoloji belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, Sultansekisi heyelanının

gerçekleştiği litoloji dikkate alındığında kayma hareketinin meydana geldiği unsurlar, piroklastik materyallerdir. Piroklastiklerin gözenekli yapısı ve mukavemetinin düşük olması, suyla doyduğunda kayma hareketinin gerçekleşmesini kolaylaştırmaktadır. Palandöken volkanitindeki piroklastikler materyallerin, heyelanın meydana gelmesinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Heyelanın gerçekleştiği sahada yıllık yağış tutarı 395,5 mm'dir. Bu yağışın büyük kısmı 151,9 mm (% 38,4) ile ilkbahar mevsiminde düşmektedir. Aynı zamanda, bu dönemde havaların ısınmaya başlamasıyla erimeye başlayan karlardan açığa çıkan kar sularının da ilkbahar yağmurlarına eklenmesi ile zemine sızan su miktarı artmaktadır. Bu durum, heyelanı kolaylaştıran diğer bir etkendir. Heyelanın gerçekleşmesinden sonra aynı klimatolojik şartlar, heyelan üzerinde suyun toplanmasına elverişli alanlarda geçici ve sürekli göllerin oluşmasına da neden olmaktadır. Bu durumda ise göllerden, kayan enkaza sızan su miktarı artmakta ve akma hareketlerinin gerçekleşmesine sebep olmakta ya da hareketi kolaylaştırmaktadır.

Heyelanın meydana geldiği alan, ikinci dereceden deprem kuşağı içerisinde bulunmaktadır. Heyelanın kuzey kenarı, olası bir faya karşılık gelmekte ve heyelanın hemen kuzeyinde basamaklı bir fay sistemi bulunmaktadır. Ayrıca çalışma sahası sınırları içerisinde ve çevresinde birçok normal, ters ve doğrultu atımlı faylar bulunmaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi sahanın geçmiş dönemlerde büyük can ve mal kayıplarına da sebep olan sismik hareketliliği ya da heyelan ünitesinin hemen yakınında bulunan faylarda meydana gelmiş bir hareketin Sultansekisi heyelanını tetiklemiş olması mümkündür.

Heyelanın tetiklenmesinde litolojik, klimatolojik ve tektonik etmenlere ek olarak sahanın hidrografik özelliklerinin de göz önünde bulundurulması gereklidir. Çünkü heyelanın gerçekleştiği Sultansekisi Tepe (2718 m) ile Kapıkaya Tepe (2664 m) arasındaki sırtın batısındaki vadide akan Kırkdeğirmenlerboğazı Dere, vadisini yararken yamacın duraylılığını bozup kütlenin yamaç eğimi boyunca hareket etmesine sebep olması da diğer bir ihtimaldir.

Heyelan, Sultansekisi Tepe ile Kapıkaya Tepe arasındaki sırtın batı bölümünün kayması ile başlamış ve Kırkdeğirmenlerboğazı Dere vadisinde son bulmuştur. Oluşum tarihi bilinmeyen heyelan karışık tip bir heyelandır. Heyelan baş bölümü, kayan

materyalin hareket ettiği düzlem boyunca dağıldığı boyuna bozulma bölümü, topuk ve heyelanın en uç bölümü olan ve Kırkdeğirmenlerboğazı Dere yatağında sonlanan etek bölümünden oluşmaktadır. Heyelanda ilk kayma hareketi, Kırkdeğirmenlerboğazı ile Karnıyarık derelerini birbirinden ayıran ve Sultansekisi Tepe ile Kapıkaya Tepe arasında uzanan sırtta meydana gelmiştir (Fotoğraf 2.32). Kırkdeğirmenlerboğazı ile Karnıyarık dereleri arasındaki su bölümü çizgisini teşkil eden bu bölüm aynı zamanda heyelanın taç bölgesidir. Kaymanın gerçekleştiği bu bölümün hemen altında, oldukça belirgin olan esas ayna bulunmaktadır. Esas aynanın eğim değeri 50°'nin üzerindedir. Esas ayna ile baş bölümü arasında 500-520 m'lik bir mesafede vardır. Esas ayna ile baş bölümü arasındaki bu alan, koparak hareket eden materyalin oluşturduğu, eğim değeri 6°-14° arasında değişen dalgalı bir görünüme sahiptir. Baş bölümünün hemen arkasında, ters eğime sahip alanda geçici bir göl bulunmaktadır. Bu çukur alanda biriken sular, heyelanın gövdesine sızmaktadır.



Fotoğraf 2.32. Sultansekisi Tepe ile Kapıkaya Tepe arasındaki sırtın batı bölümünün kayması ile oluşmuştur.

Heyelan kütlesi üzerinde kaymaya bağlı bozulma izleri oldukça belirgindir. Kayma düzleminin güney kenarında yan ayna bulunmaktadır. Bu aynanın düşey mesafesi 150-170 m arasında değişmektedir. Ancak heyelanın kuzey kenarında yan ayna belirgin değildir. Boyuna bozulma bölümünün hemen altında, heyelanın topuk

bölümü yer almaktadır. Bu bölümde belirgin bir basınç tümseği bulunmaktadır. Topuk üzerinde basınç tümseğinin yanı sıra enine sırtlar, oluklar ve yer yer ters eğime sahip yüzeyler bulunmaktadır. Heyelan kütlesinin son bölümünü etek oluşturmaktadır. Heyelan topuğunun hemen önünde başlayan etek bölümü Kırkdeğirmenlerboğazı deresinde son bulmaktadır. Bu bölüm üzerinde yer yer oldukça basık sırtlar ve enine çatlaklar görülmektedir.

2.1.8.2.7. Kayakla Atlama Kuleleri (Büyük Kiremitlik Tepe) Heyelanı

Palandöken Dağlarının kuzeyinde 39°53'29.01"-39°53'35.95" kuzey ve 41°15'05.51"-41°15'11.68" doğu boylamları arasında yer alan ve kısa adı atlama kuleleri olan spor tesisi Erzurum il merkezinde, Atatürk Üniversitesi yerleşkesinin hemen güneyinde, yerleşkeden Erzurum-Bingöl karayolu ile ayrılan Büyük Kiremitlik Tepe (2013 m) üzerinde yer almaktadır. 2011 Dünya Üniversiteler Arası Kış Oyunları (Universiade) organizasyonu için 94 milyon TL ihale bedeli ile 2 Mayıs 2010 tarihinde kulelerin yapımına başlanmıştır. İnşaat, 2010 yılı sonunda tamamlanmış ve 27 Ocak 2011 tarihinde açılışı yapılan 2011 Dünya Üniversiteler Kış Oyunları ile kullanılmaya başlanmıştır. Tesiste 20, 40, 60, 95 ve 125 m olmak üzere beş kayakla atlama kulesi ve pisti, gözlem binası, sporcu odaları, yönetim odası ve spor salonu bulunmaktadır. Ancak önemli bir yatırım olan tesis, 15.07.2014 tarihinde saat 15:00 sıralarında meydana gelen talihsiz bir heyelan nedeniyle kullanılamaz hale gelmiştir (Fotoğraf 2.33). Heyelanlı sahanın koordinatları 39°53'29.01"-39°53'35.95" Kuzey ve 41°15'05.51"-41°15'11.68" Doğu'dur.

Kayakla atlama kuleleri heyelanının meydana gelmesinde zemin özellikleri ve beşeri kusurlar olduğu anlaşılmaktadır[6].

Heyelan, Pliyosen yaşlı Gelinkaya formasyonu üzerinde meydana gelmiştir. Formasyon boz, gri ve sarımsı renkli çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, kiltaşı, marn, tüfit ve aglomera ardalanmasından meydana gelmektedir (Gürbüz ve Gülbaş, 1999: 41). Heyelanın meydana geldiği alanda Gelinkaya formasyonu dışında, 95 ve 125 m'lik atlama kulelerinin batısında, atlama esnasında yan rüzgârın etkisini azaltmak amacıyla yapılan dolgu bir bölüm bulunmaktadır. Tablo 2,3'te Gelinkaya formasyonu ve dolgu

[6] Heyelan sahasıyla ilgili çalışmalar yapmak amacıyla birtakım girişimler yapılmış, ancak ilk zamanlar olayın henüz taze olması sonra da hukuksal süreçlerin devam ettiği gerekçesiyle inceleme izni alınamamış ve buna benzer diğer nedenlerden dolayı yerinde ayrıntılı inceleme yapılamamıştır.

malzemesi üzerinde yapılan analizlerin sonuçları bulunmaktadır. Tabloya göre Gelinkaya formasyonunun % 98'inin, dolgu malzemesinin de % 90'ının siltli kum ve kilden oluştuğu görülmektedir. Bu ince unsurlu malzemelerin, özellikle de kilin suyla doyması, kütle hareketini kolaylaştırmış gözükmektedir.



Fotoğraf 2.33. 2011 Dünya Üniversiteler Kış Oyunları için Büyük Kiremitlik Tepe üzerine yapılan kayakla atlama kuleleri 15 Temmuz 2014 saat 15:00 sıralarında meydana gelen heyelanla kullanılamaz hale gelmiştir.

Erzurum Meteoroloji İstasyonu verilerine göre, heyelanın meydana geldiği sahanın yıllık toplam yağış tutarı 395,5 mm'dir. Yıllık toplam yağış miktarının 151,9 mm'si (%38,4) ilkbahar mevsiminde düşmektedir. Yaz mevsiminde düşen toplam yağış tutarı ise 86,2 mm'dir (% 21,8). İlkbahar mevsiminde düşen yağışlarla beraber ilkbahar mevsiminde havların ısınmasına bağlı olarak kar sularının da açığa çıkmasıyla zeminin suya doygunluğu iyice artmıştır. Heyelan temmuz ayında meydana geldiği için, son üç ayın uzun yıllık ortalama toplam yağış tutarlarına bakmak yerinde olacaktır. Erzurum Meteoroloji İstasyonunun 1950-2014 yılları arasındaki kayıtlarına göre mayıs ayı toplam yağış tutarı ortalaması 70,3 mm, haziran ayı toplam yağış tutarı ortalaması 46,7 mm ve temmuz ayı toplam yağış tutarı ortalaması ise 25,8 mm'dir[7]. Ancak heyelanın gerçekleştiği 2014 yılı mayıs, haziran ve temmuz aylarında, Erzurum şehrine

[7] http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ERZURUM (Son Erişim Tarihi: 13.03.2015).

ortalamanın üzerinde yağış düşmüştür. Hatta 26 Mayıs 2014 ve 23 Temmuz 2014 tarihlerinde sel felaketleri meydana gelmiştir. 2014 yılı ilkbahar sonu ve yaz başında meydana gelen bu anormal yağış hareketliliği, kütlenin hareket etmesini kolaylaştıran bir diğer doğal faktör olduğu düşünülmektedir.

Tablo 2.3. Kayakla atlama kuleleri heyelanının hemen ardından, heyelan alanından alınan Gelinkaya formasyonu ve dolgu malzemesi üzerinde yapılan analizler.

Deneyler		**Gelinkaya Formasyonu**	**Dolgu Malzemesi**
Elek Analizi	Çakıl Yüzdesi (% > 4,75 mm)	2	10
	Kum Yüzdesi (0,074 mm < % < 4,75 mm)	73	70
	İnce Tane Yüzdesi (% < 0,074 mm)	25	20
Hidrometre Deneyi	Kil Tane Boyu Yüzdesi	-	2
Atterberg Kıvam Limitleri	Likit Limit (LL, %)	37	35
	Plastik Limit (PL, %)	37	29
	Plastisite İndisi (Ip, %)	0 (Plastik değil)	6
USCS Zemin Sınıflandırması		Siltli Kum (İnce taneli kısım düşük plastisiteli kil)	Siltli Kum (İnce taneli kısım düşük plastisiteli kil)

Kaynak: http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/0a205a480bac18a_ek.pdf?tipi=80&turu=H&sube=0 (Son Erişim Tarihi: 23.03.2015).

Büyük Kiremitlik Tepe'nin topografik özellikleri de heyelanın gerçekleşmesinde etkili olmuştur. Kuzey ve güneyden faylarla sınırlandırılan tepenin, heyelanın meydana geldiği kuzeye eğimli yamacının eğim değeri yaklaşık 18,3°'dir. Zeminin suya doygun

siltli kum ve kilden oluşan bir litolojik birimden oluşması ve yüksek eğim kaymayı kolaylaştırmış olmalıdır.

İkinci dereceden deprem kuşağı içinde bulunan Büyük Kiremitlik Tepe, kuzeyden ve güneyden doğrultu atımlı faylarla sınırlanmıştır. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi verilerine göre 15 Temmuz 2014 tarihinde, heyelanın meydana geldiği saha ve yakın çevresinde herhangi bir sismik hareketlilik kaydedilmemiştir.

Kayakla atlama kuleleri heyelanını hazırlayan unsurlar arasında insani kusurlardan da söz edilmektedir. Bunlar arasında kulelerin yapıldığı yerin yanlış seçildiği, inşaat sırasında bütünüyle alüvyonlardan meydana gelen bir zeminde gerekli inşa tedbirlerinde ihmalkârlık yapıldığı, titiz davranılmadığı gibi hususlar gazetelerde ve bilim çevrelerinde tartışılmıştır.

Dönel kayma şeklinde gerçekleşen heyelanın alanı 34315 m^2, güneydoğu-kuzeybatı doğrultusunda uzunluğu 219 m, doğu-batı doğrultusunda eni ise 199 m'dir. Yamacı üst bölümünden başlayan kayma hareketi, yamacın alt bölümünde bulunan ters eğime sahip durma rampasının alt bölümünde sonlanmıştır. Kopmanın gerçekleştiği taç bölümünün hemen altında esas ayna oldukça belirgindir. Yüksekliği 10-11 m olan aynanın eğimi değeri neredeyse dik açıdadır (90°). Heyelan sonucunda kopan ünitenin üst bölümü, diğer bir ifadeyle baş bölümü ile ayna arasında kalan enkaz kısmının üst bölümü ters eğimlidir. Baş bölümünün hemen altında bulunan boyuna bozulma bölümünde, ikincil kaymalara bağlı olarak tali bir ayna gelişmiştir. Heyelanın en uç bölümü olan etek bölümünde enkaz yığılımı olmuştur

Heyelanın gerçekleşmesinin hemen ardından, tesisin yeniden inşası kapsamında enkaz kaldırma çalışmaları başlatılmıştır. Enkaz kaldırma çalışmaları sonucunda ana heyelan enkazının bulunduğu alandan 300000 m^3 hafriyat alınmıştır. Enkaz kaldırma çalışmalarını takiben, heyelan önleme çalışmalarına başlanmıştır. Bu kapsamda fore kazık çalışmalarına başlanmıştır. Bu çalışmalar sonucunda heyelanın gerçekleştiği yamaçta, aralarında 30 cm mesafe bulunan 30, 36 ve 40 m yüksekliğinde, 120 cm çapında toplam 830 fore kazık inşa edilmiştir (Fotoğraf 2.34). Bu çalışmalar sırasında 7000 ton demir kullanılmıştır. Dikilen kazıklar 170 cm yüksekliğindeki kazık kirişleri ile birbirlerine bağlanmıştır. İnşa edilen kazıkların, meydana gelecek bir heyelanda

taşıma kapasitesini belirlemek için yatay test uygulaması yapılmıştır. Bu testin sonucunda, heyelanın gerçekleştiği alanda gerçekleşecek ikinci bir heyelanın yaratacağı basınç 75 ton/m^2 olarak hesaplanmasına karşın, bu kazıklar 150 ton/m^2 yüklenerek denemiştir. Sonuç olarak kazıklar 5 cm esneyip tekrar eski konumlarını almışlardır. Bitiş süresi için 8 ay öngörülen heyelan çalışmalarının maaliyeti yaklaşık olarak 32 milyon TL'dir. Heyelan önleme çalışmalarının tamamlanmasının ardından, 1 yıl sürmesi planlanan ve maaliyeti yaklaşık 30 milyon TL olan üst yapı çalışmaları başlayacaktır.



Fotoğraf 2.34. Kayakla atlama kuleleri heyelanının meydana geldiği yamaçta, heyelan önleme çalışmaları kapsamında yamaç boyunca altı seviyede, aralarında 30 cm mesafe bulunan 30, 36 ve 40 m yüksekliğinde, 120 cm çapında toplam 830 fore kazık zemine dikilmiştir.

2.1.8.2.8. Katırcıkomu Heyelanı

Heyelan, Çat ilçe merkezinin 4,3 km kuzeybatısında, Katırcıkomu mevkiinde yer almaktadır. Sahip olduğu 7 km^2'lik alanı ile oldukça büyük bir heyelan ünitesidir. Şekilsel olarak üçgeni andıran heyelanın kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzunluğu 4,1 km, kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda genişliği ise 2,30 km'dir. Katırcıkomu heyelanı 39°36'54.41- 39°39'7.27" K ve 40°57'19.60"- 40°59'15.35" D koordinatları arasında bulunmaktadır.

Heyelanın meydana geldiği sahanın litolojisi güneydoğuya eğimli Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitlerinden oluşmaktadır. Bu formasyon tabanda tüf ve aglomeralardan, orta seviyede piroklastik materyallerle birlikte andezitik ve bazaltik lavlardan ve en üst seviyede andezitik ve bazaltik lavlardan oluşmaktadır. Ancak heyelanın meydana geldiği alanda hâkim olan litolojik unsur tüflerdir. Tüflerin gözenekli ve düşük mukavemete sahip yapısı, diğer faktörlerin etkisiyle (yağmur, kar suları, depremler vb.) kaymayı kolaylaştırmaktadır.

Çat Meteoroloji İstasyonu verilerine göre sahada yıllık yağış tutarı 310,3 mm'dir. Yıllık yağışta en fazla paya sahip mevsim 104,8 mm (% 33,8) ile sonbahar mevsimidir. Yıllık yağış tutarında sonbahar mevsimini takip eden mevsim 94,5 mm (% 30,5) ile ilkbahar mevsimidir. İlkbahar mevsiminde söz edilmesi gereken husus, bu mevsimde düşen yağışlara ek olarak havaların ısınması nedeniyle karların erimeye başlamasıdır. Erimeye bağlı olarak açığa çıkan kar suları, ilkbahar yağmurlarıyla birlikte zemine sızan su miktarını arttırmaktadır. Sahada bulunan tüflerin suyla doyduğunda hareketinin kolaylaşacağı düşünüldüğünde yağmur ve eriyen kar suları, hareketi kolaylaştıran bir etki yapmaktadır.

Heyelanın meydana geldiği alan, birinci dereceden deprem kuşağı içinde bulunmaktadır. Sahada DAF'nın kuzey segmentini oluşturan sol yanal doğrultu atımlı faylar ile KAF'nın doğu bileşenleri olan sağ yanal doğrultu atımlı faylar yoğun olarak bulunmaktadır. Özellikle arazide tespit edilebilen uzunluğu 6 km olan sol yanal doğrultu atımlı Büyükgökçi fayı, heyelanın taç bölümünün hemen kuzeyinden geçmektedir. Fay yoğunluğunun oldukça yüksek olduğu saha, doğal olarak sismik açıdan hareketlidir. Araştırma sahası ve yakın çevresinde tarihsel dönemlerde oldukça fazla can ve mal kaybına neden olan birçok deprem meydana gelmiştir. Aletsel dönem rasatları incelendiğinde 1953-2004 yılları arasında merkez üssü Çat ilçesi sınırları içinde kalan magnitüdü 3,5-4,8 arasında değişen üç deprem kaydedilmiştir. Heyelanları tetikleyen unsurların arasında depremlerin de bulunması, Katırcıkomu heyelanın oluşumunda, saha ve yakın çevresindeki sismik hareketliliğin de etkili olabileceği fikrini akla getirmektedir.

Katırcıkomu heyelanının meydana gelmesinde diğer bir etken, sahanın topografik özellikleridir. Eğim, yerçekiminin etkisiyle kütle hareketlerinin gelişiminde önemli bir

bileşendir. Araştırma sahasının dağlık bir alan olması nedeniyle, sahada yüksek değerlerde ve sürekli bir eğim mevcuttur. Heyelanın gerçekleştiği alanın eğim değerleri incelendiğinde, kayma hareketinin gerçekleştiği alanın eğiminin 16°-22° arasında olduğu tespit edilmiştir. Heyelanın gerçekleştiği alanda yer yüzeyinin sahip olduğu bu eğim değerleri, kayma hareketini kolaylaştırmıştır.

Katırcıkomu heyelanı kayma, çökme ve akma şeklindeki hareketlerin birlikte işlemesi nedeniyle karışık tip bir heyelandır. Heyelanda ilk ve en büyük hareket Büyükgökçi Tepe'nin (2393 m) kuzeydoğusunda, heyelana da ismini veren Katırcıkomu mevkiinde başlamıştır. Bu noktadan güneydoğuya doğru başlayan hareket, Tuzla çayı vadisinde son bulmuştur. Tuzla çayı vadisi, bu harekete bağlı olarak güneydoğuya doğru ötelenmiştir. Heyelanın etkilediği alanın kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzunluğu 4,1 km, kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda genişliği ise 2,30 km'dir. Heyelanın taç bölümünün hemen önünde neredeyse dik açıya sahip esas ayna açık bir şekilde görülmektedir (Fotoğraf 2.35). Esas aynanın yüksekliği 15-20 m arasında değişmektedir. Esas ayna ile baş bölümü arasındaki 726 m'lik alanda kayan heyelan enkazının oluşturduğu yayvan sırtlardan oluşan dalgalı bir yüzey bulunmaktadır. Ayrıca bu bölümde, dalgalı yüzey üzerinde bulunan çukur alanlarda kimi sıcak dönemde kuruyan altı göl bulunmaktadır.



Fotoğraf 2.35. Katırcıkomu heyelan ünitesi. Heyelanda neredeyse dik eğime sahip esas ayna açık bir şekilde görülmektedir. Esas aynanın hemen önünde, baş bölümü arasında kalan yayvan sırtlardan oluşan ondülasyonlu yüzeyler görülmektedir.

Baş bölümü ile topuk arasındaki yaklaşık 2 km uzunluğunda boyuna bozulma bölümü bulunmaktadır. Kaymaya ait izlerin belirgin olduğu bu bölümün kenarlarında yer yer yan aynalar görülebilmektedir. Yan aynaların düşey mesafeleri 10-15 m arasında değişmektedir. Boyuna bozulma bölümünün hemen önünde heyelanın topuğu bulunmaktadır. Topuk üzerinde kabarma bölümleri oldukça açık bir şekilde gözlemlenebilmektedir. Bu bölümde, heyelanın neden olduğu deformasyona bağlı olarak basınç tümsekleri, belli belirsiz enine sırtlar, ters eğime sahip alanlar ve oluklar bulunmaktadır. Bu bölüm üzerinde hayvan yemi olarak kullanılmak üzere çayır yetiştiriciliği yapılmaktadır. Heyelanın son bölümünü etek oluşturmaktadır. Topuk bölümünün bitiminde başlayan etek bölümü, Tuzla Çayı vadisinde son bulmaktadır. Etek bölümü üzerinde de aynı doğrultuya sahip basık sırtlar bulunmaktadır. Söz konusu sırtlar, heyelan kütlesinin eğim doğrultusunda plastik zemime uyguladığı basınç sonucunda oluşmuş sırtlardır (Kopar, 2010: 205). Etek bölümünün Tuzla çayı vadisine ulaştığı kesimlerde yer yer oldukça küçük ikincil heyelanlar gelişmiştir.

Heyelan üzerinde, tarafımızdan Katırcıkomu Gölleri olarak isimlendirilen birçok göl bulunmaktadır (Fotoğraf 2.36). Heyelandan yüksek alanlarda çıkan kaynaklardan da beslenen bu göllerin bazılar yıl boyunca su bulundurmaktadır.



Fotoğraf 2.36. Katırcıkomu heyelanı üzerinde bulunan çukur alanlarda suların tutulması sonucunda birçok göl gelişmiştir.

2.1.8.2.9. Elmaağacı Heyelanı

Elmaağacı heyelanı, Çat ilçesine bağlı Elmaağacı mevkiinde, Katırcıkomu heyelanının hemen doğusunda bulunmaktadır. 499476 m^2'lik alana sahip heyelan, 39°38'0.78"-39°38'33.59" kuzey ve 40°59'13.88"-40°59'39.67" doğu koordinatları arasında yer almaktadır.

Elmaağacı heyelanı, Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitlerinin asli unsurlarından olan tüflerin yüzeylendiği bir alanda meydana gelmiştir. Tüflerin

heterojen, gözenekli ve düşük dirençli yapısı ve sahada heyelanı doğuracak ortamsal koşulların olgunlaşması nedeniyle heyelan gerçekleşmiştir

Nitekim heyelan sahası, birinci dereceden deprem kuşağı içerisinde yer almaktadır. Heyelanın geliştiği alanın yakın çevresinde birçok fayın varlığı da bilinmektedir. Bu saha ve çevresinde, tarihsel dönemde büyük can ve mal kayıplarına neden olan büyük depremler olmuştur. Tarihsel dönemde gerçekleşen depremlerin yanında aletsel dönemde de dış merkezi (episantırı), heyelanın gerçekleştiği alana yakın yerlerde depremler meydana gelmiştir. Meydana gelen bu depremlerin, kayma hareketinin gerçekleşmesini tetikleyen bir unsur olması kuvvetli bir olasılıktır.

Elmaağacı mevkiinde heyelanı kolaylaştıran diğer bir etken de sahanın topografik özellikleridir. Palandöken Dağları'nın doğu bölümü olan bu bölümde yamaç güneydoğuya 6°-10° arasında değişen değerlerle eğimlidir. Bu eğim değeri hem kayma hareketini kolaylaştırmış hem de enkazın hareket yönünü belirlemiştir.

Çat Meteoroloji İstasyonu verilerine göre sahada yıllık yağış tutarı 310,3 mm'dir. Bu yağış tutarının en fazla düştüğü mevsim 104,8 mm (% 33,8) ile sonbahardır. Yıllık yağış tutarının mevsimlere göre dağılışında sonbaharı takip eden mevsim 94,5 mm (% 30,5) ile ilkbahardır. Burada ilkbahar mevsimine değinilmesinin sebebi, bu mevsimde düşen yağışlara ek olarak havaların ısınmasıyla açığa çıkan kar sularıdır. Kış mevsimi süresince depolanan karların erimesi ile açığa çıkan kar suları, ilkbahar yağmurlarıyla birlikte zemine sızan su miktarını arttırmaktadır. Sahada bulunan tüflerin gözenekleri suyla doyduğunda, kütlenin hareketini kolaylaştırıcı bir etki yapmaktadır.

Heyelan üzerinde etkili olan diğer bir husus da sahanın hidrografik özellikleridir. Sahada yapılan arazi çalışmaları esnasında, Elmaağacı heyelanın taç bölümünün kuzey ve kuzeybatısındaki yüksek alanlarda birçok kaynak tespit edilmiştir. Çıktıkları noktadan başlayarak eğim doğrultusunda hareket eden bu kaynak suları nedeniyle zemine sızma artmakta ve zemin suya doygun hale getirmektedir. Bu durumda herhangi bir nedenle başlayan heyelan hareketiyle birlikte kütlenin kayması kolaylaşmıştır. Hidrografik özellikler konusunda diğer bir husus, heyelanın güneydoğusunu sınırlandıran Tuzla Çayı'dır. Tuzla Çayı'nın yatağını derine kazması sonucunda yamaç, eğim doğrultusuna ters olarak kesilmiştir. Bu durum yamacın duraylılığını bozmuştur.

Denge durumunu kaybeden yamaç, düşük eğim koşullarında bile hareket etmeye eğilimlidir. Bu durumun da heyelanın gerçekleşmesini kolaylaştırdığı açıktır.

Oluşum tarihi bilinmeyen heyelan karışık tip bir heyelandır (Fotoğraf 2.37). Heyelan baş bölümü, kayan materyalin hareket ettiği düzlem boyunca dağıldığı boyuna bozulma bölümü, topuk bölümü ve heyelanın en uç bölümü olan ve Tuzla Çayı yatağında sonlanan etek bölümünden oluşmaktadır. Heyelanın kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzunluğu 1204 m, genişliği de 575 m'dir. Heyelan, Elmaağacı mevkiine karşılık gelen yayvan tepenin güneydoğuya eğimli yamacının kayması ile başlamış ve Tuzla Çayı vadisinde son bulmuştur. İlk kayma hareketinin gerçekleştiği bölümün hemen altında, oldukça belirgin olan esas ayna bulunmaktadır. Esas aynanın eğim değeri yaklaşık 30°'dir. Esas ayna ile baş bölümü arasında 417 m'lik bir mesafede vardır. Esas ayna ile baş bölümü arasındaki bu alan, koparak hareket eden materyalin oluşturduğu, yer yer yayvan sırtlardan oluşan dalgalı bir görünüme sahiptir. Baş bölümünün hemen arkasında, dalgalı yüzey üzerindeki çukur alanlarda üç göl bulunmaktadır. Bu göllerde biriken sular, heyelanın gövdesine sızmaktadır. Heyelan kütlesi üzerinde kaymaya bağlı olarak gelişen izler oldukça belirgindir. Kayma düzleminin her iki kenarında yan aynalar bulunmaktadır. Bu aynanın düşey mesafesi 10-12 m arasında değişmektedir. Boyuna bozulma bölümünün hemen altında, heyelanın topuk bölümü yer almaktadır. Bu bölümde belirgin bir basınç tümseği bulunmaktadır. Topuk üzerinde basınç tümseğinin yanı sıra enine sırtlar, oluklar ve yer yer ters eğime sahip yüzeyler bulunmaktadır. Heyelan kütlesinin son bölümünü etek oluşturmaktadır. Heyelan topuğunun hemen önünde başlayan etek bölümü, güneydoğuya doğru ötelediği Tuzla Çayı vadisinde son bulmaktadır. Bu bölüm üzerinde yer yer oldukça basık sırtlar ve enine çatlaklar görülmektedir. Etek bölümünün Tuzla Çayı vadisi ile buluştuğu alanda yer yer küçük ölçekli ikincil heyelanlar meydana gelmiştir.



Fotoğraf 2.37. Çat ilçesine bağlı Elmaağazı mevkiinde meydana gelmiş olan Elmaağacı heyelanı, karışık tip bir heyelandır.

2.1.8.3. Soliflüksiyon

Soliflüksiyon, donma-çözülme döngüsü ve don kabarması ile ilişkili olan, yüzey ve yüzeyin hemen altındaki çözülmüş, suya doygun toprak kütlesinin daha alttaki çözülmemiş donuk toprak tabakası üzerinde, eğim doğrultusundaki yavaş hareketidir (Andersson, 1906: 95; Goudie, 2006: 984). Bu hareket, donma sürünmesi ve erimiş buzun yoğun olarak bulunduğu çökellerin, oldukça yavaş bir şekilde eğim doğrultusunda akışından oluşan geliflüksiyon olaylarının birlikte işlemesi sonucunda gelişmektedir (Huggett, 2011: 168).

Palandöken Dağları'nda soliflüksiyon olayı 2700 m ve üzerindeki yüksek bölümlerde görülmektedir. Araştırma sahasının bu bölümlerinde sıcaklıklar, kasım ayından itibaren 0° C'nin altına düşmektedir. Kasım ayı sonunda donmaya başlayan zemin, kış mevsimi boyunca hatta mart ayında da donmuş durumdadır. Beş aylık süre boyunca donuk halde bulunan zeminin üst bölümü, mart ayı sonlarına doğru çözülmeye başlar. 2700 m'nin üzerindeki alanlarda nisan ayı sonlarından itibaren başlayan çözülme süreci, zirvede haziran sonu-temmuz başını bulmaktadır. Söz konusu rakımda çözülme başlasa da bu ayda sıcaklıklar gece 0° C'nin altına düştüğü için günlük donma ve çözülme süreçleri işlemektedir. Mevsimlik ve günlük donma-çözülme süreçlerine bağlı

olarak 2700 m'nin üzerindeki alanlarda, gözeneklerindeki buzun erimesiyle suya doygun hale gelen yüzey, derin bölümdeki henüz çözülmemiş donuk haldeki kütle üzerinde eğim doğrultusunda oldukça yavaş bir şekilde hareket etmekte ve böylece soliflüksiyon hadisesi gerçekleşmektedir. Soliflüksiyon hareketinin sonucunda Büyük Ejder Tepe'nin (3176 m) güneyinde, Tabya Tepe (3017 m) güneydoğusunda, Ziyaret Tepe (2915 m) çevresinde kuzeye ve güneye eğimli yamaçlarda 2700 m seviyesine kadar soliflüksiyon taraçaları görülmektedir.

2.1.9. Lav Akıntı Yüzeyleri

Araştırma sahasında bulunan lav akıntı yüzeyleri, Miyosen sonu Kuvaterner başlarında gelişen ikinci volkanik faaliyetlerin bir ürünüdür. Palandöken Dağları'ndaki fissürlerden çıkan bazaltik lavlar, ilk volkanik faaliyetlerin ürünü ve aşınmış olan eski volkanik yüzeylerle Pliyosen çökellerinin üzerini kısmen örtmüştür. Bu genç bazaltlar, daha eski andezitlerin üzerini diskordant olarak örtmüştür. Söz konusu lav akıntıları, yüksekte kalan ve Palandöken Dağları'nın kuzeyindeki havzalara doğru eğimli lav platolarının oluşmasına neden olmuşlardır (Atalay, 1978: 23). Palandöken Dağları'nın kuzeye dönük yamaçlarında, Erzurum Ovası'nın doğu ve Pasinler Ovası'nın batı bölümlerine komşu alanlarda gözlemlenebilen bu akıntılar yaklaşık olarak 19 km^2'lik bir alanda görülmektedir. Sahada Yakutiye ilçesi kuzeydoğusundan başlayıp Çayırtepe yerleşmesi güneyine kadar, Taşocağı Tepe (2291 m) çevresinde ve en doğuda Çeperli yerleşmesinin batısındaki Çataldağ Tepe'den başlayıp (2482 m) güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda Uzunahmet yerleşmesi güneyine kadar uzanan alanda lav akıntıları oluşmuş ve lav akıntılarıyla şekillenen yüzyler gelişmiştir. Lav akıntılarının en belirgin şekilde gözlendiği lokasyon ise en doğudaki Çataldağ Tepe'den başlayıp güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda Uzunahmet yerleşmesi güneyine kadar uzanan bölümdür. Bu alanda lavların doğu bölümü Toklu Dere tarafından, batı bölümü de Fakiriçmez Dere tarafından kesilmiştir. Nitekim lav akıntılarıyla şekillenen (Fotoğraf 2.38).



Fotoğraf 2.38. Çataldağ Tepe'den başlayıp (2482 m) güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda Uzunahmet yerleşmesi güneyine kadar uzanan lav akıntısı doğudan Toklu Dere, batıdan Fakiriçmez Dere tarafından işlenerek bir plato yüzeyi görünümü kazanmıştır.

2.1.10. Birikinti Koni ve Yelpazeleri

Palandöken Dağları'nın kuzeye bakan yamaçları ile Başköy depresyonuna bakan güneybatı bölümünde tipik birikinti koni ve yelpazeleri bulunmaktadır. Atalay ve Polat tarafından yapılan önceki çalışmalarda, bu alanlardaki birikinti koni ve yelpazelerinin genel özellikleri hakkında açıklamalar yapılmıştır (Atalay, 1978: 53-54; Polat, 2003: 290-291; Polat, 2003: 384). İnceleme alanındaki tüm birikinti konileri tektonik kökenli olup, sahanın klimatolojik özelliklerinin denetiminde gelişmiştir.

2.1.10.1. Birikinti Konileri

Araştırma sahasında birikinti konileri Palandöken Dağları'nın güneybatı bölümünde, bu dağ sırasının Başköy depresyonuna bakan yamaçlarında tespit edilmiştir. Doğu-batı doğrultusunda sıralanan bu koniler Ziyaret, Erzurum, Selbastı, Haşhaş, Taşlı, Şeytan ve Fırın derelerinin taşıma ve biriktirme faaliyetlerine bağlı olarak gelişmişlerdir. Bu dereler sürekli akışa sahip değillerdir. İlkbahar mevsiminde sıcaklıkların yükselmesine pararlel olarak yağmur ve kar sularından yüzey akışa katılımların artmasıyla yüksek bir debiyle akmaya başlayan dereler beraberlerinde bol miktarda alüvyon taşımaktadır. Nitekim akım devresinde çukur sahalara taşınan ve

buralarda biriktirilen materyaller birikinti koni ve yelpazelerinin gelişmesini sağlamaktadır. Başköy depresyonuna taşınan malzemelerle oluşan birikinti konisi bu konuda önemli bir örnek (Polat, 2003: 384). Bunun dışında kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda gelişen birikinti konileri, eğim bileşeni de olan sağ yanal doğrultu atımlı Taşağıl fayının denetiminde oluşmuştur. Tektonik hareketlerin kontrolünde artan yavaşlayan flüvyal etkinlikler diğer bileşenlerle (iklim, topografik koşullar gibi) beraber koni gelişiminde belirleyici olmuştur. Konilerin proksimal (ana gövdeye yakın başlangıç) bölümlerinin başlangıç yüksekliği 2145 m ile 2231 m arasında değişmektedir. Birikinti konilerinin Palandöken Baraj Gölü altında kalan kısımları hariç olmak üzere uzunlukları da 500 m ile 1,36 km arasında değişmektedir. Konilerden Ziyaret ve Erzurum derelerinin oluşturdukları hariç tümü, Palandöken Baraj Gölü'nün altında kalmıştır. Konilerin kaynak materyalini Palandöken volkanitleri teşkil etmektedir. Birikinti konileri Başköy depresyonunda kaynak malzemesini oluşturan Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitlerinin üzerlerini örtmüşlerdir. Bahsi geçen birikinti konilerinin eğim değerleri 6°-18° arasında değişmektedir. Taşağıl yerleşmesi, Haşhaş derenin oluşturduğu birikinti konisi üzerinde kurulmuştur. Ancak Palandöken Barajı'nın yapılması sonucunda bu yerleşme boşaltılmıştır (Fotoğraf 2.39). Günümüzde, bu birikinti konilerinin düşük eğim değerlerine sahip göl kıyısına yakın bölümlerinde ekip biçme faaliyetleri yapılmaktadır.



Fotoğraf 2.39. Haşhaş deresinin oluşturduğu birikinti konisi üzerinde Taşağıl yerleşmesi kurulmuştur. Ancak Palandöken Barajı inşaatının tamamlanıp, baraj gövdesinin gerisinde su tutulmaya başlanması ile bu yerleşme tahliye edilmiştir.

2.1.10.2. Birikinti Yelpazeleri

Birikinti yelpazeleri, Palandöken Dağlarının Erzurum ve Başköy depresyonuna bakan tarafında depresyon tabanını meydana getiren düzlüklerle dağlık saha arasında yer almaktadır.

Palandöken Dağları'nın Erzurum Ovası'na bakan bölümünde, doğuda Deveboynu geçidi ile batıda Taşlıgüney (Hanege) yerleşmesi arasında sıralamaktadır. Söz konusu birikinti yelpazelerini doğudan batıya doğru Türbe, Hınısboğazı (Karnıyarık), Kırkdeğirmenlerboğazı ve Teke dereleri oluşturmuştur. Bu yelpazelerin oluşması ve gelişmesinde özellikle sol yanal doğrultu atımlı Erzurum fayı etkili olmuştur. Gerçekten bölgesel tektonik hareketlere bağlı olarak Palandöken Dağları'ndaki gençleşme evrelerinde yereye kopya olan akarsular yataklarını aşındırmış ve yüksek miktarda alüvyonla yüklü şekilde depresyon tabanına ulaşarak taşıdıkları yükü eğimin azaldığı kesimlerde biriktirmek suretiyle alüvyal yelpazelerin gelişmesini sağlamıştır Bu bağlamda birikinti yelpazelerinin ana kayacını Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitleri oluşturmaktadır. Apeks (tepe) noktaları 2085-2270 m arasında değişen bu yelpazeler, ovaya doğru genişleyerek güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda 3,5 km ile 8,7 km arasında uzanmaktadır. Birikinti yelpazeleri, proksimal bölümlerinde 18° ile 22° arasında değişen eğim değerlerine sahiptir. Ovaya doğru eğim azalmakta ve distal (uzak uç-etek) bölümde yatay duruma geçerek sonlanmaktadır. Hınısboğazı deresinin oluşturduğu birikinti yelpazesi dışındaki diğer yelpazelerin bütünlüğü bozulmamıştır. Ancak Hınısboğazı deresinin oluşturduğu yelpazenin bütünlüğünü, Kiremitlik Tepe fayına bağlı olarak gelişen Büyük ve Küçük Kiremitlik tepe yükselimleri bozmuştur (Polat, 2003: 291). Türbe, Hınısboğazı ve Kırkdeğirmenlerboğazı derelerinin oluşturduğu yelpazeler üzerinde Erzurum şehri bulunmaktadır (Fotoğraf 2.40).

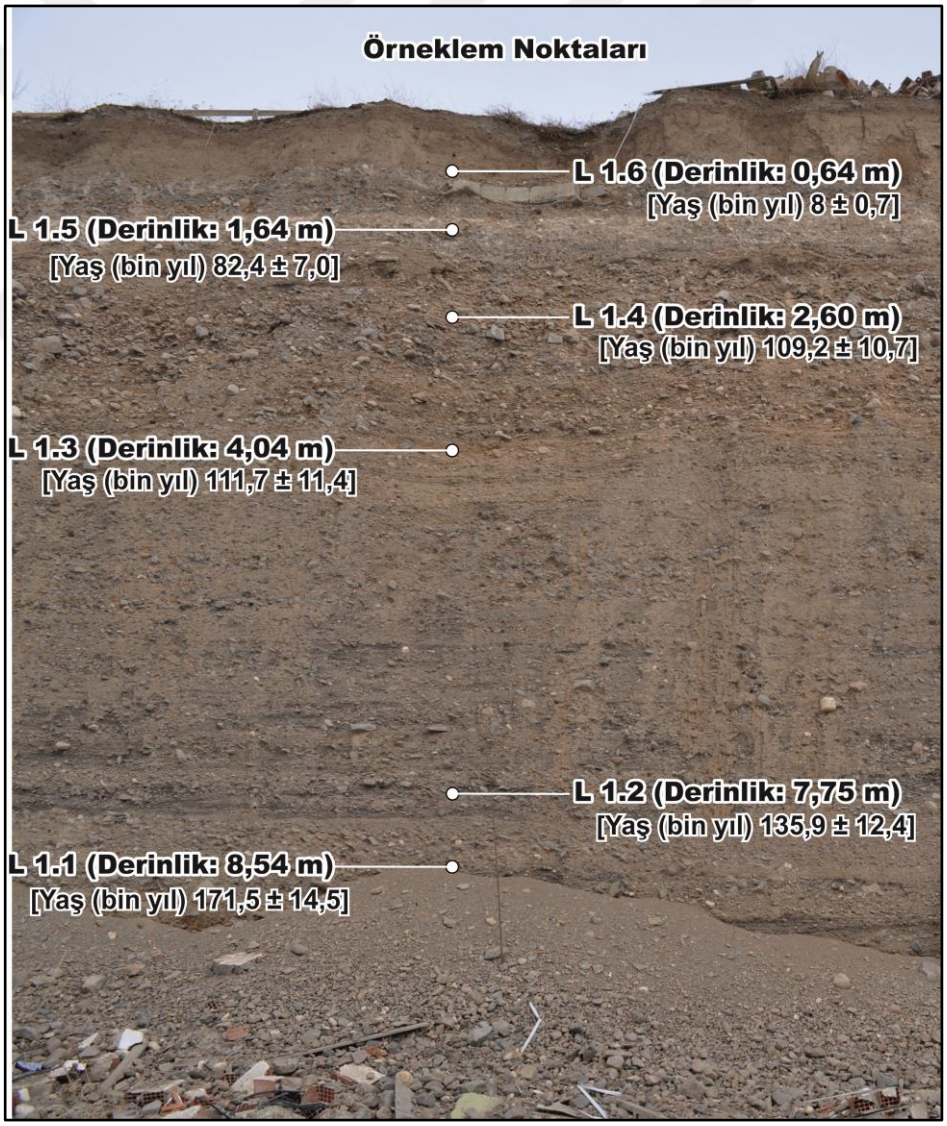


Fotoğraf 2.40. Türbe, Hınısboğazı (Karnıyarık), Kırkdeğirmenlerboğazı ve Teke derelerinin oluşturduğu birikinti yelpazelerinin oluşumunda ana etken sol yanal doğrultu atımlı Erzurum fayıdır. Fotoğrafta görünün Türbe ve Hınısboğazı derelerinin oluşturduğu birikinti yelpazeleri ve bu yelpazelerin üzerinde kurulup büyüyen Erzurum şehri görülmektedir.

Hınısboğazı derenin oluşturduğu birikinti yelpazesinin içyapısı, üzerindeki temel kazıları sırasında açılan dev hafriyat çukurları sayesinde ayrıntılı bir şekilde tarafımızdan incelenmiştir. Yelpazenin proksimal (başlangıç), medyal (orta) ve distal (uzak) bölümlerindeki temel açmalarında incelemeler yapılmıştır. Genel olarak istifin proksimal bölümünde bulunan malzemeler, medyal ve distal bölümdekilere göre daha büyük ve köşelidir. Medyal bölüme doğru enerjinin azalması sonucunda proksimal bölüme oranla tane boyutları küçülmüştür. Aynı zamanda taşıma mesafesinin artmasına bağlı olarak unsurların köşeli olma durumu azalmış ve bu bölümde nispeten daha az köşeli unsurlar istiflenmiştir. Distal bölümde ise akarsuyun taşıma enerjisinin daha da azalması ile çok daha küçük unsurlar çökelmiştir. Bu bölümün, yelpazenin en uzak bölümü olması nedeniyle istifteki unsurlar iyice yuvarlaklaşmıştır.

Yelpazenin medyal bölümüne karşılık gelen bir temel açmasında farklı özelliklere sahip dokuz katman tespit edilmiştir. Bu katmanlarda yer yer merceksi ve çapraz tabakalanma görülmektedir. Yine bu yarmada yer yer paleosol ve paleo taşkın seviyeleri bulunmaktadır. Yarmanın yaklaşık 9 m'lik bir bölümünden, çökelme evrelerini belirlemek amacıyla altı farklı seviyeye 8 cm çapında ve 80 cm uzunluğunda borular çakılarak ışık uyarımlı lüminesans (OSL) tarihlendirmesi yapmak için örnekler alınmıştır (Fotoğraf 2.41). Bu birimler eskiden yeniye doğru moloz akması (171±14,5 bin yıl), örgülü yatak (135,9±12,4 bin yıl), taşkın (111,7±11,4 bin yıl), aşırı doygun moloz akması (109,2±10,7 bin yıl), pedojenik karbonat birikim zonu (82,4±7 bin yıl) şeklinde sıralanmaktadır. Karbonat birikim zonu üzerine gelen ve 43 cm kalınlıkta bir toprak katmanı ile sonlanan en üst birim ise göreceli olarak daha ince taneli ve blok boyutlu unsurlardan oluşmaktadır. Bu birim, inceleme alanında 8 bin yıl öncesine giden (± 0,7 bin yıl) en genç çökelme evresini göstermektedir. Elde edilen yaş verileri yelpazenin sadece 9 m'lik bir bölümünü içermektedir. Örneklem noktasının altında kalan bölümler şüphesiz daha eski çökelme evrelerine karşılık gelmektedir. Görünür istiften aldığımız en alt örnek (L 1.1–8,54 m), denizel izotop evrelerinden (Marine Isotope Stages–MIS) glasiyal MIS 6'nın erken dönemlerine karşılık gelmektedir. Bu birimin üzerinde MIS 5e dönemine ait, örgülü akarsu yatağı ortamında çökelmiş birim bulunmaktadır. Bu birimin üzerindeki taşkın seviyesinin (derinlik 4,04 m), hata payı göz önünde bulundurulduğunda glasiyal MIS 5d evresinden, interglasiyal MIS 5e'ye geçişte birikmiş olması muhtemeldir. Glasiyalden interglasiyale geçişte sıcaklıkların

yükselmesi ile kar ve buzulun eriyerek çekilmesi ve muhtemelen artan yağışlar nedeniyle yükselen akım seviyesinin katastrofik taşkınlara sebep olması, bu seviyelerin gelişimini mümkün kılmış olabilir. Bu seviyenin üzerinde, hata payı dikkate alındığında soğuk MIS 5c evresinden MIS 5c'ye geçişi karakterize eden aşırı doygun moloz akmasından oluşan birim yer almaktadır. Bu birimin üzerinde 1,64 m derinlikte MIS 4'ten MIS 5'e geçişi ya da MIS 5b'deki soğuk-kurak iklim şartlarına işaret eden karbonat birikim katmanı bulunmaktadır. İstifin 0,64 m derinlikteki güncel toprak katı ise 8 bin yıl ile (± 0,7 bin yıl) Holosen'e tarihlenmiştir. Bu istifin detaylı incelenmesinden elde edilen sonuçlara göre Palandöken yelpaze kompleksini oluşturan bu birikinti yelpazelerinin kökeni tektonik olup, fasiyes inşası iklimin denetiminde gerçekleşmiştir.

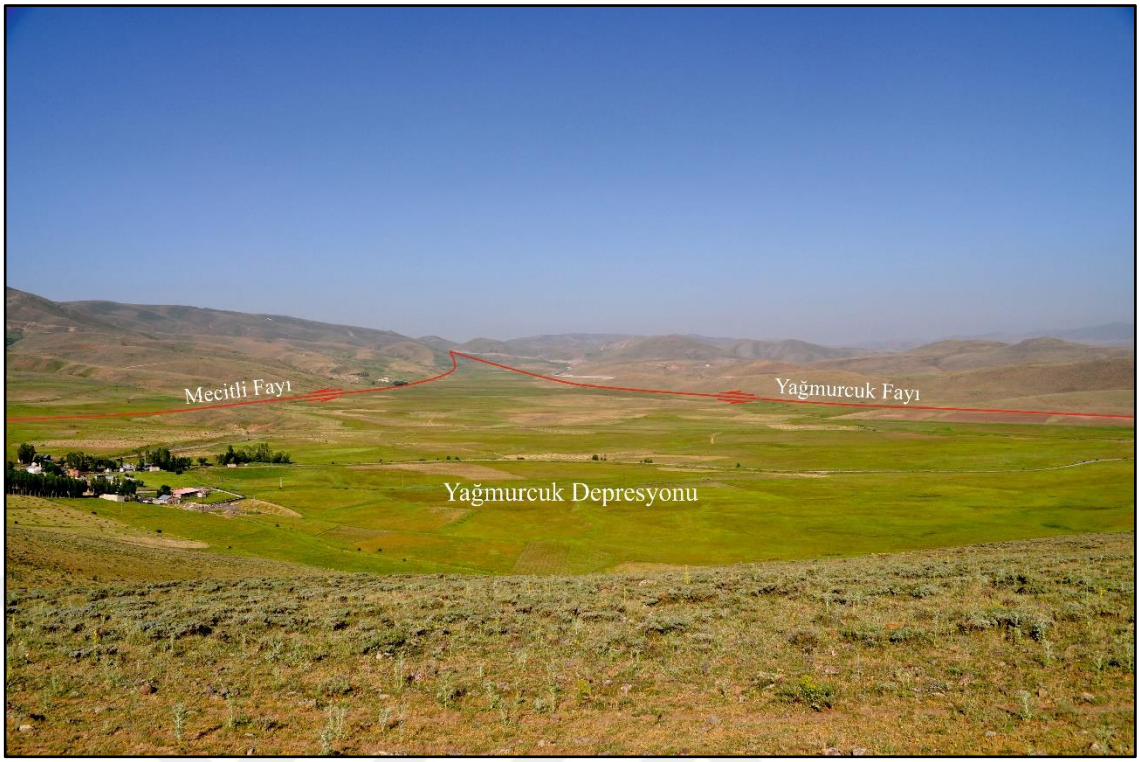


Fotoğraf 2.41. Hınısboğazı deresinin oluşturduğu birikinti yelpazesinin medyal kısmına karşılık gelen temel yarmasından alınan örneklerin derinlikleri ve ışık uyarımlı lüminesans (OSL) yaşları.

İnceleme alanında yer alan son birikinti yelpazesi, Palandöken Dağları'nın Başköy depresyonuna bakan bölümünde, Sarkan Dere'nin oluşturduğu yelpazedir. Bu yelpazenin büyük bölümü günümüzde, Palandöken Baraj gölünün suları altında kalmıştır. Apeks bölümü 2210 m yükseklikte bulunan yelpazenin, göl suları altında kalmayan bölümünün uzunluğu kuzeybatı–güneydoğu doğrultusunda 1,65 km ve genişliği de yaklaşık 2 km'dir. Yelpazenin su üzerinde kalan bölümünün eğim değeri 22° (proksimal bölümde) ile 6° (göle doğru) arasında değişmektedir. Yelpazede tarıma uygun alanlar tarımsal etkinlikler için değerlendirilmektedir. Bunun dışındaki alanlar ise otlak ve mera alanı olarak değerlendirilmektedir

2.1.11. Depresyonlar

Araştırma sahası sınırları içerisinde yer alan ve Erzurum Depresyonundan kısmen izole şartlara sahip tek depresyon, Palandöken Dağları'nın doğu bölümünde bulunan Yağmurcuk depresyonudur. Yaklaşık 11 km^2'lik bir yüzölçümüne sahip olan depresyonun uzunluğu kuzeydoğu–güneybatı doğrultusunda 7,5 km, en geniş bölümünde ise doğu–batı doğrultusunda genişliği 2,5 km'dir. Tamamı alüvyonla kaplı depresyonun içerisinden Yağmurcukçayırı deresi akmaktadır. Eğimin 0° ile 6° arasında değiştiği depresyon içerisinde Yağmurcukçayırı deresi menderesler çizerek akmaktadır. Depresyon oluşum itibariyle küçük ölçekli bir çek-ayır (pull-apart) havza karakterindedir. Yağmurcuk depresyonu, Köroğlu Tepe (2399 m)'nin güneydoğusundan başlayıp Yağmurcuk yerleşmesinin kuzeyine kadar kuzeydoğu–güneybatı doğrultusunda uzanan sol yanal doğrultu atımlı Yağmurcuk fayı ile bu fayın hemen güneyindeki, Mabeyin Tepe (2602 m)'nin kuzeybatı eteklerinde başlayıp doğu-batı doğrultusunda uzanarak Karnıyırtık Dere vadisine ulaşıp bu noktadan sonra güneydoğuya yönelerek bu vadinin yukarı bölümlerinde sonlanan sol yanal doğrultu atımlı Mecitli fayının hareketlerine bağlı olarak oluşan tansiyonel gerilme sonucunda oluşmuştur (Fotoğraf 2.42). Su ve toprak olanakları açısından oldukça elverişli olan depresyonda tarımsal faaliyetler sürdürülmektedir.



Fotoğraf 2.42. Kuzeyinde Yağmurcuk Fayı, güneyinde Mecitli Fayı bulunan Yağmurcuk depresyonu, her ikisi de sol yanal doğrultu atımlı olan bu fayların işleyişine bağlı olarak ortaya çıkan tansiyonel gerilme sonucunda oluşmuş küçük bir çek-ayır (pull-apart) havzadır.

2.1.12. Akarsu Taraçaları

Araştırma sahasında taraçalara, Palandöken Dağları'nın kuzeye bakan bölümünde, eğimin oldukça azaldığı Erzurum ve Pasinler ovalarına komşu alanlarda rastlanmaktadır. Palandöken Dağları sınırları içerisinde Teke Deresi'nin Erzurum Ovası'na ulaştığı alanda vadinin doğu bölümünde, vadi tabanından 20-30 m yükseklikte bulunan ve Kırkdeğirmenlerboğazı Dere vadisinin vadi tabanından 10 ve 70 m yüksekliklerde yer alan akarsu taraçalarının varlığı daha önce Atalay tarafından tespit edilmiştir (Atalay, 1978: 48). Bu taraçalar dışında sahada başka akarsu taraçaları da bulunmaktadır. Palandöken Dağları'nın doğu bölümünde, Ovaköy güneydoğusunda batı–doğu doğrultusunda akan Çaykara deresinin Pasinler Ovası'na yakın bölümlerinde, vadi tabanından 10 m ve 20 m yükseklikte iki taraça seviyesi bulunmaktadır. Bununla birlikte silsilenin batı bölümünde, araştırma sahasının güneybatı sınırını da oluşturan Tuzla Çayı'nın araştırma sahası içerisinde kalan bölümünde, güncel vadi tabanından 30 m ve 50 m yüksekliklerde iki taraça seviyesi tespit edilmiştir. Ancak bu seviyeler sözü edilen alanda kısa bir mesafe boyunca gözlemlenebilmektedir. Bunun nedeni ise araştırma sahasının güneybatısında, Tuzla Çayı vadisinin saha sınırları içerisinde yer alan kısımlarının büyük bir bölümünün heyelanlar sonucunda deformasyona

uğramasıdır. Heyelanlar sonucunda vadi eski görünümünü kaybetmiş ve Tuzla Çayı'nın yatağı, hareket eden heyelan enkazı nedeniyle ötelenmiştir.

2.1.13. Vadiler

İnceleme alanında enine profillerine göre 3 tip vadi şekli görülmektedir. Bunlar çentik vadiler, alüvyal tabanlı geniş vadiler ve boğaz vadilerden oluşmaktadır. Palandöken Dağları'nın zirvesi ile eğimin azaldığı etek bölümüne kadar olan yüksek eğim değerlerine sahip alanda, ana akarsu vadileri ile bu vadilere dâhil olan yan kollar ve geçici akarsuların vadileri çentik vadidir. Etek bölümü ile araştırma sahasına sınır çizen vadiler arasındaki sahada alüvyal tabanlı geniş vadiler yer almaktadır. Araştırma sahasının doğu ve batı bölümünde de boğaz vadiler bulunmaktadır. Bu vadilerin boyuna profillerinde yer yer asılı vadi şekilleri görülmektedir.

2.1.13.1. Çentik Vadiler

Çentik vadiler, henüz genç vadiler oldukları için araştırma sahasında bulunan en yaygın vadi şeklidir. Palandöken Dağlarındaki ana akarsulara bağlanan 2. 3. Derece ve daha üstü yan kolların hemen tamamına yakını tabansız genç vadilerden oluşmaktadır. Volkanik kayaçların geçirimli olması ve kaynakların yetersiz olması dolayısıyla ana akarsulara bağlanan yan kolların hemen hemen hepsi geçici akarsulardan oluşmaktadır. Vadi kuruluşunun yakın tarihli olması yüzünden bu akarsuların vadilerinde henüz taban oluşmamıştır ve yamaçlar dikliğini korumaktadır. Nitekim sahadaki drenaj sisteminin gelişim aşamasında en büyük paya sahip olan bu tip vadilerde, vadi tabanından ziyade vadi yamaçlarının işlenmesi ön plandadır ve enine profilleri "V" şeklindedir (Fotoğraf 2.43). Masat, Kızıllar, Çiftgözeler, Maden, Deveuçuran, Ağıl, Yıkıkhan, Fakiriçmez, Kumlu, Toklu, Mendek, Türbe, Gökdaş, Germik, Hezan, Kızılgeçit, Kadımezarı, Bozyokuş, Aktaş, Kırmızı, Dadaş, Karapınar, Kırıkdeğirmenlerboğazı, Kırkkulak, Karaçavuş, Yayla, Teke, Karnıyırtık, Hanege, Sivri, Demirbaşın, Körüdun, Koca, Ziyaret, Erzurum, Sarkan, Fırın, Ayı, Şan, Kırmızıtaş, Büyükdağyolu ve Kale dereleri ile bu vadilere dâhil olan yan kolların enine profilleri çentik vadi tipindedir. İnceleme alanındaki çentik vadilerin yarılma dereceleri ve vadi yamaçlarının simetrileri, işledikleri litolojiye göre farklılıklar göstermektedir.



Fotoğraf 2.43. Palandöken Dağları'nın yüksek bölümlerindeki ana akarsular, bunlara katılan yan kollar ve geçici akarsu vadilerinin enine profilleri çentik vadi özelliğindedir.

2.1.13.2. Alüvyal Tabanlı Geniş Vadiler

Alüvyal tabanlı geniş vadiler, derine doğru aşındırmanın neredeyse durduğu, ancak yana doğru aşındırmanın ve biriktirmenin ön planda olduğu vadilerdir (Erinç, 2000: 424). Alüvyal tabanlı geniş vadiler, Palandöken Dağları'nın kuzeye dönük yamaçlarında eğim değerlerinin düşük olduğu Erzurum ve Pasinler ovalarına komşu bölümlerinde, Yağmurcuk depresyonunda, batıda Sakalıkesik ovasına sınır olan bölümlerinde ve araştırma sahasının güneybatı bölümünde Başköy depresyonuna komşu olan bölümlerde yer almaktadır.

Araştırma sahasındaki tüm geniş tabanlı alüvyal vadiler, alüvyonlar üzerinde gelişmiştir. Bu durum, litolojik olarak kil ile blok boyutunda değişen tutturulmamış, genellikle kötü boylanmalı alüvyonun akarsu tarafından kolay kazılmasından ve eğimin azalmasına bağlı olarak akarsuyun derine doğru aşındırma yapacak kadar yüksek enerjiye sahip olmamasından kaynaklanmaktadır.

İnceleme alanında alüvyal tabanlı geniş vadilere sahip olan başlıca akarsular Hasankale Çayı, Yaygı Dere, Çaykara deresi, Yıkıkhan deresi, Çayırtepe deresi, Pulur Çayı, Yağmurcukçayırı ve Küçüklezgi suyudur. Bu akarsuların yanı sıra

Kırkdeğirmenlerboğazı, Teke, Karnıyırtık ve Kabanın derelerinin aşağı çığırları da alüvyal tabanlı geniş vadi karakterindedir. Küçüklezgi suyunun vadisi 2100-2150 m yükselti basamağında yer alırken, Palandöken Dağları'nın kuzeye bakan yamaçlarının eteklerinde akışını sürdüren akarsular 1800-1850 m yükselti basamağında yer almaktadır. Yukarıda isimleri geçen akarsulara ait alüvyal tabanlı geniş vadilerin genişlikleri 20 m ile 350 m arasında değişmektedir.

Alüvyal tabanlı geniş vadilerde iki yatak bulunmaktadır. Bu yataklardan ilki, akarsuların güncel olarak kullandığı çekik yatağı, diğeri de akışın oldukça arttığı ve adından da anlaşılacağı üzere akarsuların taşkın dönemlerinde kullandığı taşkın yatağıdır. Akarsuların hâlihazırdaki yataklarından taşarak kenarlardaki kısımları kullanmasının nedeni ilkbahardaki yağmur şeklindeki yağışlar ile kar ve buz erimelerinden yüzey akışa katılan sulardır. Nitekim araştırma sahasında yıllık ortalama toplam yağış tutarları 310,3 mm ile 474,3 mm arasında değişmektedir. Bu yağış tutarlarında da en yüksek pay ilkbahar mevsimine aittir. Bununla beraber kış mevsiminde düşen yağışlar genel olarak kar şeklindedir. Kış aylarında sıcaklıklarının 0°C'nin altında seyretmesi nedeniyle, kar şeklinde düşen yağışlar depolanmaktadır. İlkbahar mevsiminin gelmesiyle birlikte artan sıcaklıklara bağlı olarak depolanan karlar erimeye başlamakta ve açığa çıkan sular ilkbahar yağışları ile birleşerek akarsuların debilerini arttırmaktadır. Bu bağlamda akarsular hâlihazırdaki yataklarının dışına çıkarak taşkın yataklarında akmaktadırlar. Bu durumların afete dönüşmemesi için akarsuların yataklarında ıslah çalışmaları yapılmıştır. Bunlardan en önemlileri Hasankale ve Pulur çaylarıdır. Nitekim Pulur Çayı'nda 20-23 Şubat 2004 tarihlerinde meydana gelen yoğun kar yağışına bağlı olarak düşen karın, ilerleyen günlerde ani sıcaklık yükselmesi ve rüzgârın etkisiyle hızla erimeye başlaması ve buna ek olarak sağanak şeklinde düşen yağışın da eriyen kar sularına dâhil olmasıyla akım daha da artmış ve sonuçta 4-6 Mart 2004 tarihinde taşkın olayı meydana gelmiştir (Kopar ve diğ., 2005: 190). İlkbahar mevsimi sonlarına doğru genellikle akarsular çekik yataklarına gerilerler. Ancak bu dönemde tarımsal faaliyetlerde kullanılmak amacıyla akarsulardan aşırı miktarda su çekilmesi ve zemine sızma nedeniyle, Palandöken Dağları'na komşu ovalara yakın bölümlerdeki alüvyal tabanlı geniş vadilerde akan akarsular kurumaktadır (Fotoğraf 2.44). Bu dönemlerde söz konusu alanlarda kuru geniş tabanlı alüvyal vadilere sıklıkla rastlanmaktadır.



Fotoğraf 2.44. Çaykara Deresi'nin aktığı geniş tabanlı alüvyal vadi. Haziran ayı sonunda çekilen bu fotoğrafta, akarsuyun yakın çevresindeki alanlarda yapılan tarımsal faaliyetlerde kullanılmak amacıyla aşırı su çekilmesi ve zemine sızmaların da etkisiyle yataklar tamamen kurumaktadır.

2.1.13.3. Boğaz Vadiler

Boğaz vadiler, derine doğru aşındırmanın çok hızlı gerçekleştiği, bu nedenle de yamaçların neredeyse dik açıya sahip olduğu ve tabanlarının tamamen akarsularla kaplı olduğu vadi tipidir (Erinç, 2000: 423). Araştırma sahasında boğaz vadilere, Kale Dere ve Masat deresi mecralarında rastlanılmaktadır. Bu vadiler, doğuda Masat deresinin şekillendirdiği Seyfi Boğazı ve batıda Kale Dere'nin yardığı Kale Boğazı'dır. Bu akarsular aynı zamanda araştırma sahasının sınırlarını oluşturduğu için Seyfi Boğazı'nın kuzey bölümü, Kale Boğazı'nın ise doğu bölümü inceleme alanının sınırları içerisinde kalmaktadır.

2.1.13.3.1. Seyfi Boğazı

Seyfi Boğazı, Pasinler ilçesine bağlı Bulkasım Mahallesi'nin 4 km batısında bulunmaktadır. Doğu–batı doğrultusunda 277 m uzunluğunda olan boğaz, Masat deresi tarafından 70 m'den fazla yarılmıştır. Seyfi Boğazı Masat deresinin, Alt Miyosen yaşlı kısmen çakıltaşı, marn, tüfit, jips, anhidrit ara katkılı resifal kireçtaşından (Tarhan, 2007: 18) oluşan litolojiyi derine doğru aşındırma ile işleyerek oluşturduğu sürempoze (epijenik, İng: superimpoze) karakterde bir boğazdır. Boğazın bulunduğu alan, sağ

yanal doğrultu atımlı ve aynı zamanda eğim bileşenine de sahip Karayazı fayının batı bölümüne karşılık gelmektedir. Holosen'de (Emre ve diğ., 2012) gelişen fayın yanal hareketi sırasında kuzeyde kalan blok, güneydekine göre 70-80 m kadar yükselmiştir (Koçyiğit, 1985: 67). Akarsu büyük oranda fayın çizgiselliklerini takip ederek örtü birimlerini kesmiştir.

2.1.13.3.2. Kale Boğazı

Kale Boğazı, Çat ilçesine bağlı Yarmak Mahallesi'nin yaklaşık 1 km kuzeydoğusunda yer almaktadır. Kuzeydoğu–güneybatı doğrultusunda uzanan boğaz, 56 m gibi kısa bir uzunluğa ve yaklaşık 40 m derinliğe sahiptir (Fotoğraf 2.45). Kale Boğazı, Alt Miyosen yaşlı Adilcevaz formasyonuna ait kireçtaşı üyesine karşılık gelen bir litoloji üzerinde açılmıştır. Adilcevaz formasyonuna ait bu üye kısmen mercek, kama ve ara katkılı şekilde ince kireçtaşı olarak kısmen de oldukça kalın, sığ resifal kireçtaşı, tüflü-killi kireçtaşı ve kalkarenitten oluşmaktadır (Tarhan, 1998: 7). Kale Boğazı da Seyfi Boğazı gibi sürempoze karakterde bir boğazdır. Akarsu örtü birimlerinden kaynak alanı yönünde geriye aşınımla yatağını derinleştirmiştir. Akarsuyun boyuna profilinde yükselmeye koşut herhangi bir yarılım kaydedilmemiştir.



Fotoğraf 2.45. Kuzeydoğu–güneybatı doğrultusunda 56 m uzunluğa yaklaşık 40 m derinliğe sahip Kale Boğazı karakterlidir.

2.1.13.4. Asılı Vadiler

İnceleme alanı sınırları içerisinde, Teke ve Kırkdeğirmenlerboğazı derelerinin ana vadilerinin kenarlarında bulunan asılı vadiler daha önce Atalay tarafından tespit edilmiştir (Atalay, 1978: 46). Konaklı Mahallesi'nin hemen kuzeyinde, Teke deresi vadisinin güneye bakan yamacında üç, Kırkdeğirmenlerboğazı Dere'nin yukarı çığırında da iki asılı vadi bulunmaktadır (Fotoğraf 2.46). Bu asılı vadilerin gelişiminde eğim bileşenli sol yönlü Teke deresi fayı etkili olmuştur. Tavan bloğunun taban bloğuna göre eğim atımla belirgin bir mesafede yer değiştirmesi yüzünden vadinin kaynak tarafındaki bölümü ağız tarafındaki bölümüne göre askıda kalmıştır. Bu durum genç vadinin boyuna profilinde belirgin bir eğim kırıklığı oluşturmuştur. Akarsu kırık düzleminden alttaki bloğa çağlayan yaparak yoluna devam etmektedir.



Fotoğraf 2.46. Kırkdeğirmenlerboğazı Dere'nin yukarı çığırında, vadinin batı yamacı üzerinde asılı vadiler bulunmaktadır.

2.2. Sonuç

Palandöken Dağları, Karasu-Aras sıradağlarının önemli bir halkasını meydana getiren önemli bir tektonik kütledir. Üst Miyosen-Pliyosen evresinde çek-ayır tipi tansiyonel tektonik rejim içinde sol yönlü doğrultu atımlı faylarla şekillenen bölgede kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu çöküntü alanları ve bu çöküntülerin kenarında yüksek yerler ortaya çıkmıştır. Palandöken Dağları bu rejimin şekillendirdiği yüksek rölyefe karşılık gelmektedir. Palandöken Dağlarının litolojik bakımdan temelini Üst Kretase

yaştaki Şahvelet ofiyolitleri ve Anadolu ada yayı volkanoklastik-sedimanter serisi oluşturmakta ve bunların üzerine örtü birimleri şeklinde başta Palandöken volkanitleri olmak üzere diğer Tersiyer yaşta volkanik ve sedimanter kayaç birimleri gelmektedir. Palandöken günümüzdeki görünümünü, sözü geçen epirojenik hareketler ve faylanma, volkanizma gibi iç etken ve süreçler yanında, mekanik parçalanma, akarsular, buzullar, donma-çözülme gibi dış etken ve süreçler sayesinde oldukça uzun sayılabilecek bir aşınım devresi içinde kazanmıştır. Palandöken Dağları kendi içinde farklı aşınmayla belirmiş dağlarla bütünlük sunmaktadır. Bu dağlar; Palandöken Dağı (Büyük Ejder-3176 m), Kalaylı Dağı (Karakaya Tepe-3167 m), Eğerli Dağı (Eğerlidağ Tepe-2980 m), Alibaba Dağı (Kızıllarbaşı Tepe-3036 m), Konakgörmez Dağı (Mabeyin Tepe-2602 m) ve Kuşaklı Dağı (2573 m)'dır. Palandöken Dağları'nın hipsometrik integral değeri 0,34'tür. Bu değer, dağ sırasının jeomorfolojik anlamda gençlik evresinden olgunluk evresine doğru geçişinin başladığını göstermektedir. İnceleme alanının çizilen hipsografik eğrisinde hem iç bükey hem de dış bükey eğriler göstermesinde sahanın dağlık ve yüksek bir alan olması, sahada yapısal düzlüklerin ve aşınım yüzeylerinin bulunması buna karşılık sahanın gençleşmesi ve sahanın jeomorfolojik çeşitliliğinin fazla olması etkili olmuştur. Palandöken Dağları, kaynağını kendisinden alan akarsular tarafından genellikle derin bir şekilde yarılmıştır. Buna bağlı olarak dağın bazı bölümleri plato karakteri göstermektedir. Araştırma sahasında sırayı tamamlayan dağlar dışında yapısal düzlükler ve aşınım yüzeyleri, Pliyosen çökeller üzerinde gelişmiş dalgalı yüzeyler, badlands topografyası ve şapkasız peribacaları, glasiyal şekillerden sirkler, periglasiyal şekillerden tufurlar, girlandlar, çemberler ve soliflüksiyon taraçaları, kütle hareketlerinden kaya düşmeleri, heyelanlar ve soliflüksiyon; lav akıntıları, birikinti koni ve yelpazeleri, depresyonlar, akarsu taraçaları, çentik vadiler, alüvyal tabanlı geniş tabanlı vadiler, boğaz vadiler, asılı vadiler ile derin bir şekilde yarılmış olan çentik vadileri birbirinden ayıran sırtlardan oluşan jeomorfolojik birimler bulunmaktadır. Bu bakımdan Palandöken Dağları, jeomorfolojik çeşitliliğine jeolojik zenginlikleri de dahil etmek şartıyla oldukça yüksek bir jeoçeşitlilik göstermektedir. Araştırma sahasında morfolojik olarak en büyük sorun şiddetli erozyondur. Sahanın dağlık ve yüksek eğim değerlerine sahip olması, bitki örtüsünün zayıf olması, özellikle fiziksel parçalanmanın oldukça etkili olması erozyon oranının yüksek olmasının başlıca nedenleri arasındadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. PALANDÖKEN DAĞLARI'NIN İKLİM ÖZELLİKLERİ

İklim, Dünya'nın herhangi bir yerinde meydana gelen hava olaylarının uzun yıllar boyunca gözlemlenen ortalama özellikleri ile birlikte, bu olayların gerçekleşme sıklıklarının zamana göre dağılımlarının, bu olaylarda gözlemlenen ekstrem değerlerin, şiddetli hava olaylarının ve atmosferdeki tüm değişkenlerin birleşimidir (Türkeş, 2010: 54). Bu bağlamda yeryüzünün şekillenmesinde etkili olan dış etmen ve süreçler, morfojenetik bölgeler, hidrografik unsurlar (akarsu tipleri ve rejimleri, göller ve göl sularının kimyasal özellikleri, yeraltı suları, denizler ve okyanuslar), doğal bitki örtüsü (bitki türleri, miktarları, biçimleri ve dağılışları), toprak özellikleri (oluşumu, dağılışı ve özellikleri); insanların Dünya üzerindeki dağılışları ve ekonomik faaliyetleri, hatta karakterleri bile iklimin denetimindedir (Erol, 1999: 1-2). Bu nedenle herhangi bir yerin iklim özelliklerinin bilinmesi, iklimle bağlantılı olaylar arasında sebep-sonuç ilişkileri kurulabilmesi açısından son derece önemlidir (Kopar, 2001: 92).

Türkiye'nin iklim özellikleri üzerinde belirleyici olan faktörler ülkemizin konumu, genel atmosfer sirkülasyon şartlarıyla ilişkili planeter faktörler ile yurdumuzun coğrafi özelliklerine bağlı olarak gelişen termik ve dinamik değişkenlerdir (Erinç, 1984: 294). Özellikle Doğu Anadolu'nun yüksek bir bölge olması ve topografik koşulların kısa mesafelerde değişkenlik göstermesi, bölgede hâkim olan makroklimatik koşullar içerisinde yerel iklim alanlarının ortaya çıkmasında önemli bir etken olmuştur.

Dünya genelinde yapılan iklim sınıflandırmasına göre kıtaların batı bölümlerinde görülen subtropikal iklim kuşağının Akdeniz İklim Bölgesi'nde yer alan Türkiye, hava kütlelerine göre yapılan iklim sınıflandırmasına göre de orta enlem iklimleri gurubu içerisinde yer almaktadır. Orta kuşakta yer alan ülkemiz yaz mevsiminde güney merkezli tropikal (sıcak) hava kütlesinin, kış mevsiminde ise hem kuzeyden gelen polar (soğuk) hem de çekirdeği güneyde bulunan tropikal hava kütlelerinin etkisi altında kalmaktadır. Bu özellikleri nedeniyle ülkemiz, hava kütlelerinin geçiş kuşağında yer almaktadır (Atalay, 2004: 98). Yaz mevsiminde Türkiye, maritim polar (mP) ve kontinental polar (cP) hava kütlelerinin 60^{o} kuzey enlemine doğru çekilmesine bağlı olarak, alanını kuzeye doğru genişleten maritim tropikal (mT) ve kontinental tropikal (cT) hava kütlelerinin hâkimiyeti altındadır. Bu dönemde sıcaklıklar oldukça yüksek

seyretmektedir ve buna ek olarak yağış azlığının da etkisiyle kurak şartlar etkili olmaktadır. Türkiye, kış mevsiminde ise aktif bir frontojenez alanı durumundadır. Ekim ayından itibaren kış mevsimi süresince, alanını güneye doğru genişleten mP ve cP hava kütleleri Anadolu üzerinde etkilidir. Kuru cP hava kütlesinin egemen olduğu dönemlerde açık ama oldukça soğuk olan ülkemiz, mP hava kütlesinin etkili olduğu dönemlerde yağışlıdır (Koçman, 1993: 5-6).

Doğu Anadolu Bölgesi'nin Erzurum-Kars Bölümünde yer alan Palandöken Dağları, karasal iklim dinamikleri tarafından denetlenmektedir. Araştırma sahasının engebeli bir topografyaya sahip olması nedeniyle hava şartları değişken durumlar göstermektedir.

Çalışma sahasının iklim özelliklerini ortaya koyabilmek amacıyla saha sınırları içinde ve yakın çevresinde yer alan meteoroloji istasyonlarının (Erzurum, Palandöken Kayak Merkezi, Çat, Pasinler, Horasan, Gökoğlan ve Tercan) verilerinden faydalanılmıştır. Bu istasyonlardan Erzurum, Palandöken Kayak Merkezi[8], Horasan ve Tercan (Erzincan) meteoroloji istasyonları faal durumdayken Gökoğlan meteoroloji istasyonu 1994, Çat meteoroloji istasyonu 1998 ve Pasinler meteoroloji istasyonu ise 2001 yılında kapatılmıştır (Tablo 3. 1). 2010 yılından itibaren düzenli rasat yapmaya başlayan Palandöken Kayak Merkezi meteoroloji istasyonunda yağış rasadı yapılmamaktadır. Bu istasyonun verilerine Palandöken Dağı'nda yer alması, sıcaklık ve rüzgâr şartları hakkında fikir vermesi nedeniyle yer verilmiştir. Bu bölümde kullanılan tüm veriler Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınmıştır.

Tablo 3.1. Araştırma sahası ve çevresinde bulunan meteoroloji istasyonları ve genel özellikleri.

İstasyon Adı	İstasyon No	Enlem	Boylam	Yükseklik (m)	Rasat Yılları[9]	Durum
Erzurum	17096	39° 57' K	41° 10' D	1758	1960-2014	Açık
Palandöken	17777	39° 49' K	41° 18' D	2937	2010-2014	Açık
Pasinler	3084	39° 58' K	41° 39' D	1660	1965-2001	Kapalı
Horasan	17690	40° 01' K	42° 10' D	1540	1968-2014	Açık
Gökoğlan	4003	39° 31' K	41° 15' D	2175	1988-1994	Kapalı
Çat	3814	39°36' K	40° 58' D	1920	1984-1998	Kapalı
Tercan	17718	39° 46' K	40° 23' D	1429	1961-2014	Açık

[8] Palandöken Kayak Merkezi meteoroloji istasyonunun adı, tablolarda Palandöken olarak kısaltılmıştır.

[9] İklim elemanları ile ilgili ortalama değerlerde yukarıda verilen rasat yıllarına ait verilerden faydalanılmıştır. Ancak sıcaklık ve yağış değerlerinin uzun yıllık seyirleri ve gerekli görülen diğer konularda Erzurum, Pasinler, Horasan ve Tercan meteoroloji istasyonlarına ait 1960 öncesi verilere de başvurulmuştur.

3.1. PLANETER FAKTÖRLER

Yaşamın temel unsuru olan güneş, aynı zamanda atmosferde meydana gelen olayların da birincil enerji kaynağıdır. Bu bağlamda güneş radyasyonu herhangi bir yerin güneşlenme süresine, güneş ışınlarının ufuk düzlemi ile yaptığı açıya, bulutluluğa, hava kütlelerinin mevsimlik durumuna, kontinentalite derecesine ve orografya şartları gibi coğrafi faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Sür, 1977: 12). Bu nedenle araştırma sahasının iklim elemanları ve iklim özellikleri hakkında açıklamalar yapılmadan önce sahanın jenetik-dinamik faktörleri üzerinde durulacaktır.

3.1.1. Güneşlenme Süresi ve Şiddeti

Araştırma sahası ve çevresinde güneşlenme süresi ve şiddetine ait rasatlar sadece Erzurum ve Tercan meteoroloji istasyonlarında yapılmaktadır[10]. Güneşlenme süresi ve şiddetine ait aylık ortalama verilere bakıldığında güneyde yer alan Tercan (39^o 7769' K-40^o 3906' D) ile Erzurum'un (39^o 9529' K-41^o 1897' D) güneşlenme sürelerinin birbirine çok yakın; ancak güneşlenme şiddetinin Tercan'da, Erzurum'a göre nispeten biraz daha fazla olduğu görülmektedir (Tablo 3.2). Güneşlenme şiddetinde görülen bu fark, az da olsa mevcut olan enlem farkına bağlı olarak Güneş'ten gelen enerjiden, yansıma ve enerjinin absorbe edilmesine neden olan jeomorfolojik (eğim, bakı ve yükselti), litolojik, toprak ve bitki örtüsü ile nemlilik, bulutluluk vb. gibi özelliklerden kaynaklanmaktadır.

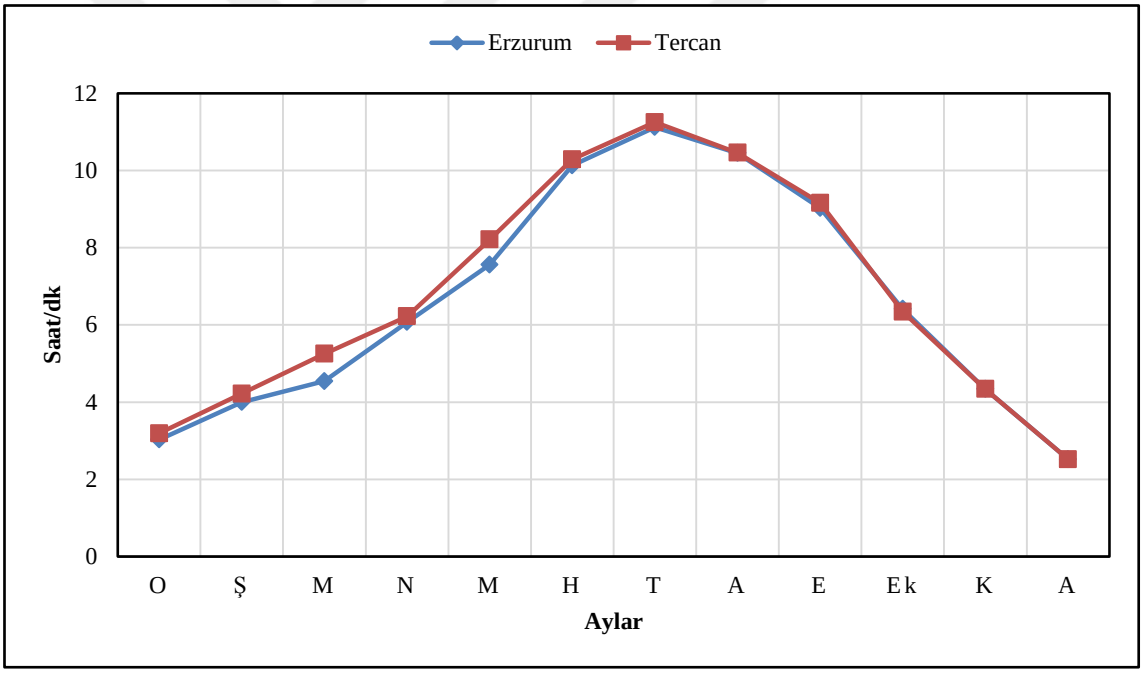
Tablo 3.2. Erzurum ve Tercan'da aylık ortalama güneşlenme süresi ve şiddeti.

Meteoroloji İstasyonları	AYLAR												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	
Erzurum (Saat-dk)	3,03	4,00	4,54	6,07	7,56	10,13	11,12	10,45	9,03	6,41	4,34	2,52	7,00
Erzurum (cal/cm^2)	191,20	274,60	355,20	386,70	448,30	520,90	534,40	473,70	403,70	279,70	192,60	156,40	351,45
Tercan (Saat-dk)	3,19	4,22	5,25	6,22	8,21	10,29	11,25	10,46	9,16	6,34	4,34	2,52	7,19
Tercan (cal/cm^2)	200,20	287,80	361,20	412,20	496,60	582,40	584,90	527,90	435,20	293,20	197,30	157,10	378,00

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerinden.

[10] Palandöken Dağları ve çevresinde bulunan diğer istasyonlarda (Pasinler, Horasan, Çat ve Gökoğlan) güneşlenme süresi ve şiddeti rasatlarının yapılmaması nedeniyle, yükselti ve enlem özellikleri bakımından araştırma sahasına yakın özellikler gösteren Tercan Meteoroloji İstasyonu, karşılaştırma istasyonu olarak belirlenmiştir.

Tercan'da güneşlenme süresi, günlük 7 saat 19 dakika/gün iken Erzurum'da 7 saat dakika/gündür. Mevsimlere göre bakıldığında, havanın kapalı ve günlerin kısa olduğu kış aylarında güneşlenme süresi 4 saat ve altında seyretmektedir (Erzurum: Aralık: 2:52, Ocak: 3:03 ve Şubat: 4 saat; Tercan: Aralık: 2:52, Ocak: 3:19 ve Şubat: 4:22 saat). Güneşlenme sürelerinin en uzun olduğu yaz aylarında ise güneşlenme süresi 10 saatin üzerindedir (Erzurum: Haziran: 10:13, Temmuz: 11:12 ve Ağustos: 10:45; Tercan: Haziran: 10: 9, Temmuz: 11:25 ve Ağustos: 10:46 saat). En düşük güneşleme süresi kış mevsimine karşılık gelmektedir (Şekil 3.1). Bahar aylarında ise güneşlenme süreleri geçiş özellikleri göstermektedir. Güneşlenme süreleri ilkbahar mevsiminde günlerin uzaması ve bulutluluğun azalmasına bağlı olarak yükselme, sonbahar mevsiminde ise gündüz sürelerinin giderek azalması ve bulutluluk oranının artmasına bağlı olarak da azalma eğilimindedir.



Şekil 3.1. Erzurum ve Tercan'da aylık ortalama güneşlenme sürelerinin yıllık seyri.

Erzurum ve Tercan'da güneşlenme süreleri ve şiddetleri yaz mevsiminde maksimuma ulaşmaktadır. Güneşlenme süresinin en uzun olduğu ay, her iki istasyonda da temmuz ayıdır (Erzurum: 11 saat 12 dakika/gün, Tercan: 11 saat 25 dakika/gün). Sonbaharda azalmaya başlayan bu değerler, aralık ayında minimuma düşmektedir (Erzurum: 2 saat 52 dakika/gün, Tercan: 2 saat 52 dakika/gün).

Yıllık radyasyon miktarı, güneş ışınlarının geliş açıları ile bakı ve yamaç eğimi durumlarına bağlı olarak değişmektedir (Koçman, 1989: 46). Güneş ışınlarının geliş açıları mevsimlere göre farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle araştırma sahasına güneş ışınlarının geliş açılarını belirlemek için hesaplamalar ve çizimler yapılmıştır (Tablo 3.3, Şekil 3.2). Yapılan bu hesaplamalara göre, Palandöken Dağları'na güneş ışınlarının geliş açısının minimum değerine doğal olarak 21 Aralık'ta ulaşılmaktadır (Erzurum: 26° 36', Tercan: 26° 47', Pasinler: 26° 31' ve Çat: 26° 57'). Güneş ışınlarının düşme açısının maksimum değerine ise 21 Haziran'da ulaşılmaktadır (Erzurum: 73° 30', Tercan: 73° 41', Pasinler: 73° 29' ve Çat: 73° 51'). İlkbaharda güneşlenme şiddeti giderek artarken, sonbaharda ise durum tersine dönmekte ve güneşlenme şiddeti azalmaktadır. Bu dört istasyonda yıl boyunca görülen maksimum ve minimum deklinasyon açıları arasındaki fark 46°'nin üzerindedir.

Tablo 3.3. Erzurum, Tercan, Pasinler ve Çat'ta Güneş'in belirli tarihlerde ufuk düzlemi üzerindeki yükseltisi.

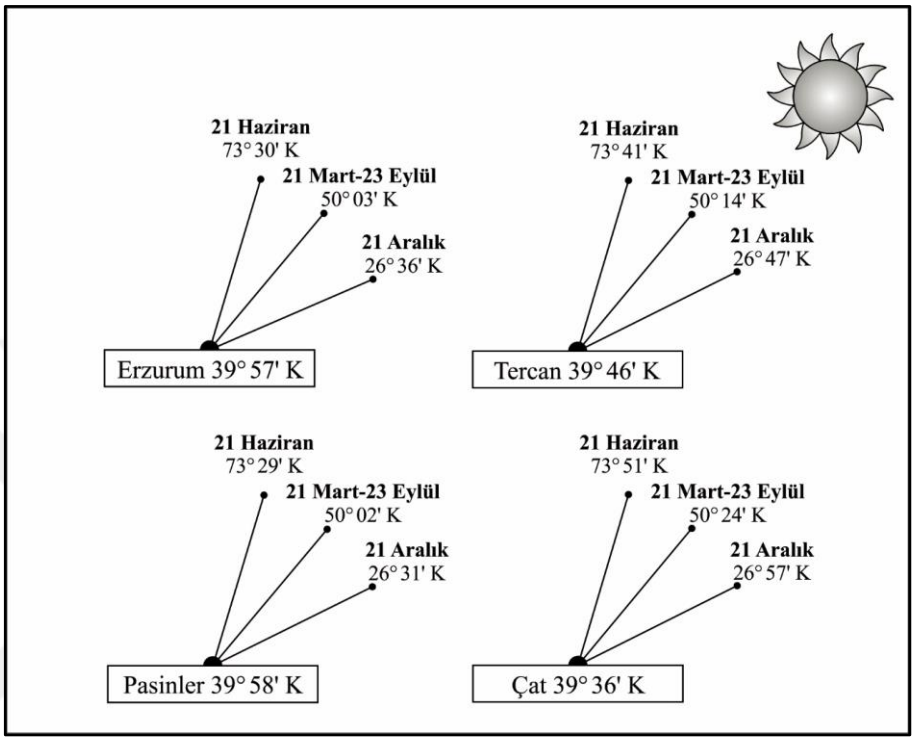
Erzurum 39° 57' K	**Tercan 39° 46' K**
21 Haziran: 73° 30' 21 Mart-23 Eylül: 50° 03' 21 Aralık: 26° 36'	21 Haziran: 73° 41' 21 Mart-23 Eylül: 50° 14' 21 Aralık: 26° 47'
Pasinler 39° 58' K	**Çat 39° 36' K**
21 Haziran: 73° 29' 21 Mart-23 Eylül: 50° 02' 21 Aralık: 26° 31'	21 Haziran: 73° 51' 21 Mart-23 Eylül: 50° 24' 21 Aralık: 26° 57'

Güneş ışınlarının yeryüzüne geliş açılarına bağlı olarak güneş radyasyonu değerleri artmakta ya da azalmaktadır. Güneş ışınlarının yeryüzüne dik açıya (90°) yakın ulaştıkları yaz aylarında, güneşlenme şiddeti yıl içerisindeki en yüksek değerlerine ulaşmaktadır.

Araştırma sahasında güneşlenme şiddetinin en yüksek olduğu ay temmuzdur (Erzurum: 534,40 cal/cm^2, Tercan: 584,90 cal/cm^2). Kış mevsiminde ise güneşlenme şiddeti yıl içerisindeki en düşük değerlerine ulaşmaktadır. Güneşlenme şiddetinin en düşük olduğu ay, güneş ışınlarının Kuzey Yarım Küre'ye en dar açı ile ulaştığı aralık ayıdır (Erzurum: 156,40 cal/cm^2, Tercan: 157,10 cal/cm^2). Karşılaştırma istasyonu olan Tercan'da güneşlenme şiddetinin yıl boyunca Erzurum'dan yüksek olmasının temel nedeni, Tercan'ın Erzurum'a göre nispeten daha güneyde yer almasındandır.

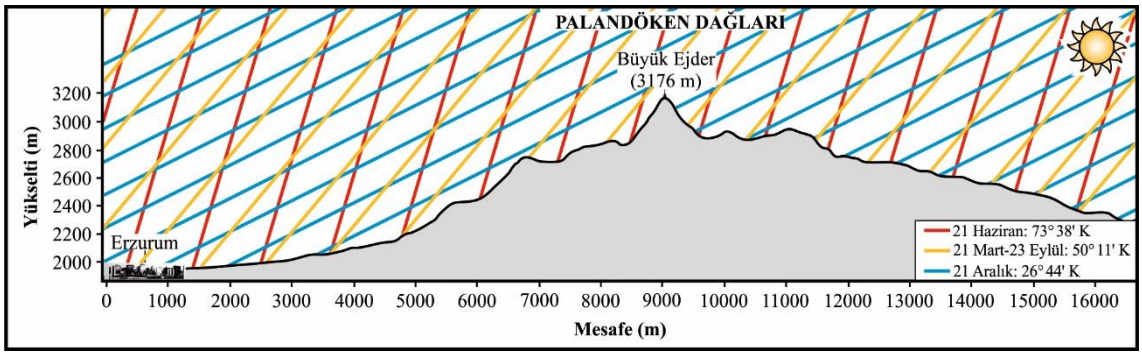
Yüksekliğe bağlı olarak sadece sıcaklık düşmemektedir. Yüksekliğin artmasına bağlı olarak aynı zamanda atmosfer basıncı ve hava yoğunluğu da azalmaktadır. Yüksekliğin fazla olduğu sahalarda yoğunluğun azalması nedeniyle atmosfer, Güneş'ten

gelen radyasyonu daha düşük oranlarda emer ve daha az yansıtır. Be sebeple yükseltinin artmasıyla birlikte güneşlenme (insolasyon) şiddeti de artar (Türkeş, 2010: 127). Bu duruma göre Palandöken Dağları'nın yüksek kesimlerinde güneşlenme şiddeti, etek kısımlarına göre daha fazladır.



Şekil 3.2. Erzurum, Tercan, Pasinler ve Çat'ta Güneş'in belirli tarihlerde ufuk düzlemi üzerindeki yükseltisi.

Palandöken Dağları'nda güneş ışınlarının geliş açıları, bakı ve eğim durumuna göre farklılıklar göstermektedir. Bu bağlamda silsilenin güneye bakan yamaçları, yıl boyunca kuzeye bakan yamaçlarına oranla daha fazla güneş radyasyonuna maruz kalmaktadır. Özellikle, güneş ışınlarının Kuzey Yarım Küre'ye en dar açıyla geldiği kış mevsiminde güney yamaçlar, kuzey yamaçlara göre daha avantajlıdır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Palandöken Dağları'nın güney yamaçları yıl boyunca, özellikle kış mevsiminde güneşlenme şiddeti bakımından daha avantajlıdır.

Yukarıda açıklandığı üzere Palandöken Dağları'nın güneye bakan yamaçları, yaz aylarında, kış aylarına oranla daha fazla ışık ve enerji almaktadır. Bu durum, sahada fiziksel parçalanma, buharlaşma, bitki örtüsünün dağılışı, kar örtüsünün yerde kalma süresi vb. gibi hadiseler üzerinde etkili olmaktadır.

3.1.2. Genel Atmosfer Çevrim Koşulları ve Sahayı Etkileyen Hava Kütleleri

Akdeniz Havzası'nda yer alan ülkemiz, kuzeyde batı rüzgârları sisteminin etkili olduğu Orta ve Batı Avrupa'nın her mevsimi yağışlı ılıman karakterli iklimi ile Doğu Avrupa'nın karasal iklimi ve güneyde subtropikal yüksek basınç rejiminin etkisinde bulunan yıl boyunca kurak tropikal bölge arasında geçiş kuşağı üzerinde bulunmaktadır (Koçman, 1993: 1). Türkiye'de etkili olan hava kütleleri, yıllık atmosfer dolaşım şartlarına bağlı olarak mevsimlere göre değişiklikler göstermektedir. Kış mevsiminde kutupsal (cP ve mP), yaz mevsiminde ise tropikal (cT ve mT) hava kütleleri ülkemizde ve dolayısıyla sahada etkili olmaktadır.

3.1.2.1. Kış Mevsiminde Etkili Olan Hava Kütleleri

Anadolu'da ekim sonunda başlayıp mayısa kadar devam eden sürede, Akdeniz Havzası'nda karşılaşan hava kütlelerine bağlı olarak gelişen cephe sistemleri ve alçak basınç merkezleri, kış mevsiminde meydana gelen hava olaylarının karakterlerini belirlemektedir. Kış mevsiminde ülkemize, merkezi Doğu Avrupa üzerinde bulunan ve alanını genişleten yüksek basınç merkezi ile ilişkili olarak kuzey, kuzeydoğu ve doğudan cP hava kütleleri sokulmaktadır. Bu nedenle Doğu Anadolu Bölgesi kış mevsiminde, yüksek basınç rejiminin etkisinde kalmaktadır. Söz konusu yüksek basınç alanı, kış mevsiminde Balkanlar üzerinden gelen nemli alçak basınç sisteminin bölgeye sokulmasını engellemektedir (Koçman, 1993: 3).

Kış mevsiminde ülkemizi etkileyen diğer bir hava kütlesi de mP hava kütlesidir. Balkanlar üzerinden Türkiye'ye ulaşmaktadır. Bu hareketi sırasında geçtiği denizlerden bünyesine nem alarak karasız hale gelmektedir. Bu kararsız mP hava kütlesinin, kıyılarımıza ulaştığında orografik şartlara bağlı olarak yükselmesiyle yağışlar meydana gelmektedir. Yine bu mevsimde, etki alanları daralmış olmasına rağmen Anadolu'ya güneyden sokulan cT ve mT hava kütleleri de etkili olmaktadır. Tropikal hava kütleleri, ülkemize Hazar Havzası üzerinden sokulan cP hava kütleleriyle karşılaşarak frontal siklojenezlerin oluşmasına ve buna bağlı olarak da cephe yağışlarının meydana

gelmesine neden olmaktadır. Doğu Anadolu ve İç Anadolu bölgelerinde kış mevsimindeki kar yağışları bu sisteme bağlı olarak meydana gelmektedir (Erinç, 1984: 300).

3.1.2.2. Yaz Mevsiminde Etkili Olan Hava Kütleleri

İlkbahar mevsimi ile polar cephe zayıflamaya ve batı rüzgârlarının etkisiyle kuzeye doğru çekilmeye başlar. Doğu Avrupa'nın ısınmaya başlaması ve Azor antisiklonunun kuzeyde Avrupa üzerinde yayılmasıyla, Akdeniz Havzası ve dolayısıyla Türkiye, tropikal hava kütlelerinin etkisine girmeye başlar.

Yaz mevsiminin gelmesine bağlı olarak polar cephenin 60° kuzey enlemi yakınlarına kadar çekilmesi nedeniyle Güney Asya alçak basıncı Basra Körfezi çevresinde genişler. Basra Körfezi ve Güney İran çevresinde oluşan ve etki alanını genişleten cT hava kütlesi, bu mevsimde Anadolu'ya sokulmaya başlamaktadır. Karasal kökenli tropikal hava kütlesinin hâkim olduğu dönemlerde, bu kütlenin kararlı olması nedeniyle ülkemizde sıcak ve kurak ortam şartları görülmektedir. Yaz mevsiminde ayrıca mT hava kütleleri de Türkiye üzerinde etkili olmaktadır. Azor antisiklonunun, Akdeniz Havzası üzerine yayılmasına bağlı olarak temelde nemli olan bu tropikal hava kütlesi, Orta Avrupa ve Balkanlar üzerinden ülkemize ulaşmaktadır. Ancak bu nemli hava kütlesinin kat ettiği yol karasal olduğu için değişime uğramakta ve Anadolu'ya sıcak ve kurak karakterli bir hava kütlesi olarak ulaşmaktadır (Koçman, 1993: 6). Türkiye'nin dağlık bir ülke olması ve orografik olarak büyük değişkenlik göstermesi nedeniyle, ülkemizin tamamını etkisine alan hava kütleleri yerel olarak farklılıklar göstermektedir. Diğer bir ifadeyle Anadolu üzerinde tek bir hava kütlesi etkili olmasına rağmen her yer aynı sıcaklığa ya da yağış özelliklerine sahip değildir.

3.2. COĞRAFİ FAKTÖRLER

Genel atmosfer dolaşımına bağlı hava kütleleri, herhangi bir sahanın ikliminde tek başına belirleyici değildir. Coğrafi faktörleri teşkil eden yükselti, orografik yapı ve karasallık, bir yerin makroklima özelliklerinde farklılaşmalara sebep olarak iklimin bölgesel anlamda değişmesine neden olmaktadır (Erinç, 1984: 301).

3.2.1. Yükselti

Türkiye, ortalama yükseltinin 1132 m'yi bulduğu yüksek bir ülkedir. Buna mukabil ortalama yükselti, özellikle Doğu Anadolu Bölgesi'nde yaklaşık 2000 m'dir. Ayrıca bölgesel olarak kısa mesafeler içerisinde oldukça fazla seviye farkları görülmektedir.

Palandöken Dağları ile çevresindeki depresyonlar arasında belirgin bir yükselti farkı söz konusudur. Kuzeyde ortalama yüksekliği 1800 m olan depresyonlardan (Erzurum ve Pasinler ovaları), 3176 m (Büyük Ejder Tepe) yükseklikteki zirvesi arasında 1376 m'lik bir yükselti farkı bulunmaktadır. Bu yükseklik farkı, Palandöken Dağları'nın etek kısımları ile en yüksek noktası arasında iklim olaylarının farklılaşmasına neden olmaktadır. Yükseklik farkı sıcaklık, yağış miktarı ve türü, kar kalınlığı, karın yerde kalma süresi, ilk ve son karın düşme zamanları, don olayı vb. gibi birçok iklimsel unsurda farkların görülmesine neden olmaktadır. Örneğin temmuz ayında ova tabanında (1757 m) 19,3 °C olan sıcaklığın, 3000 m izohipsi çevresinde 13 °C'ye düşmesi bunu kanıtlamaktadır.

3.2.2. Orografik Yapı

Dağlık alanlar, hava kütlelerine engel teşkil ederek onların yayılmalarını engellemekte ve hareket yönlerini değiştirmektedir. Bunun yanında dağlarda, çevrelerindeki alçak sahalara göre farklı iklim şartları görülmektedir. Palandöken Dağları'nda yağış ve sıcaklık değerleri, çevresindeki alçak alanlara göre değişmektedir. Öyle ki yıllık ortalama ve yaz mevsimine ait sıcaklık değerleri, çevresindeki depresyonlara göre daha düşük seyretmektedir. Kış mevsimi sıcaklık ortalamaları ise sıcaklığın yükseklikle ters orantılı olarak değişmesi kanununa karşılık istisnai bir durum göstererek, çevresindeki alçak alanlardan nispeten sıcaktır. Bu durum kış mevsiminde Palandöken Dağları'nı çevreleyen depresyonlarda gerçekleşen inversiyon olayı ile alakalıdır. Yağışlar, orografik şartların kontrolünde, çevresindeki alçak sahalara göre artış eğilimi göstermektedir.

Bakı, güneşten gelen enerjinin alınmasında etkilidir. Yüksek sahaların kuzey ve güney yönlerine bakan yamaçları arasında sıcaklık değerlerinde farklılıklar vardır. Palandöken Dağları'nın güneye bakan yamaçları, kuzeye bakan yamaçlarından daha fazla Güneş radyasyonuna maruz kalmaktadır. Güneş radyasyonuna daha fazla maruz

kalan yamaçlarda ısınma daha fazla olacağından, hem sıcaklık hem de buharlaşma miktarı da fazla olacaktır. Bunun sonucu olarak kuzeye bakan yamaçlar daha nemli ve serin, güneye bakan yamaçlar ise daha sıcak ve kurak olacaktır. Ayrıca bu durum karların erimesinde de etkilidir. Palandöken Dağları'nın kuzeye bakan bölümlerinde karın yerde kalma süresi, güneye bakan yamaçlarına oranla daha fazladır. Bakı aynı zamanda bitki örtüsünün dağılışı ve tarımsal faaliyetler üzerinde de etkili olmaktadır.

Eğim şartları da güneşten alınan enerji üzerinde etkilidir. Eğim, konuma göre güneş ışınlarının geliş açısını, buna bağlı olarak güneş ışınlarının yansımasını ve ısınmayı etkilemektedir.

3.2.3. Karasallık

Karasallık, denizel etkilerin karaların iç kısımlarına doğru gidildikçe azalmasına bağlı olarak havadaki bağıl nem miktarının azalması durumudur. Üç tarafı denizlerle çevrili Anadolu'da denizelliğin etkisi, kıyılardan iç kısımlara ve batıdan doğuya doğru gidildikçe azalmaktadır. Anadolu'nun kuzey ve güneyinde kıyıya paralel uzanan dağ sıralarının etkisiyle denizellik, kıyı şeridinde dar alanlarla sınırlanmıştır. Ülkemizde karasallık Doğu Anadolu Bölgesi'nde en yüksek seviyesine ulaşmaktadır.

Araştırma sahasının karasallık derecesi Erzurum, Palandöken Kayak Merkezi, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan meteoroloji istasyonlarına ait veriler esas alınarak Sezer formülü aracılığıyla belirlenmeye çalışılmıştır. Formül, kantitatif olarak karasallık derecesini en gerçekçi haliyle verebilmek için, karasallığın termik rejim üzerindeki etkisinin bir sonucu olan yıllık sıcaklık amplitüdü, küresel anlamda karasallığın ana eğilimini kontrol eden coğrafi konum ve karasallığın nedeni olan ve onun şiddeti üzerinde etkili olan denizden uzaklık ve yükselti arasındaki bağıntıya dayanmaktadır (Sezer, 1990: 128). Sezer formülünde sıcaklık farkı, enlem, yükselti, denizden uzaklık gibi özelliklerin dikkate alınması, sonuçların gerçekleri yansıtma olasılığını arttırmaktadır.

Sezer karasallık formülü (Sezer, 1990: 128-129):

$$C = \frac{1.614\,xA}{\operatorname{csc}(\phi + \frac{h}{125} + \frac{L}{111})} \qquad (5)$$

Formülde:

***C*=** "%" olarak karasallık indisi.

1.614= Oymyakon'un karasallık derecesini C= % 100 yapan ve istasyonların karasallık bakımından Oymyakon'a göre karşılaştırılmasını sağlayan sabit sayı.

A= "°C" olarak yıllık sıcaklık amplitüdü.

csc= Kosekant.

ϕ= Derece cinsinden coğrafi enlem.

h= Metre cinsinden yükseklik.

125= Metre olarak verilen yükselti değerinin, derece olarak coğrafi enleme çevrilmesini sağlayan sabit sayı.

L= En yakın, fakat jeomorfolojik açıdan en uygun denize uzaklık (kilometre olarak yaklaşık uzaklık).

111= Kilometre olarak verilen denizden uzaklık değerinin, derece olarak coğrafi enleme çevrilmesini sağlayan sabit sayı.

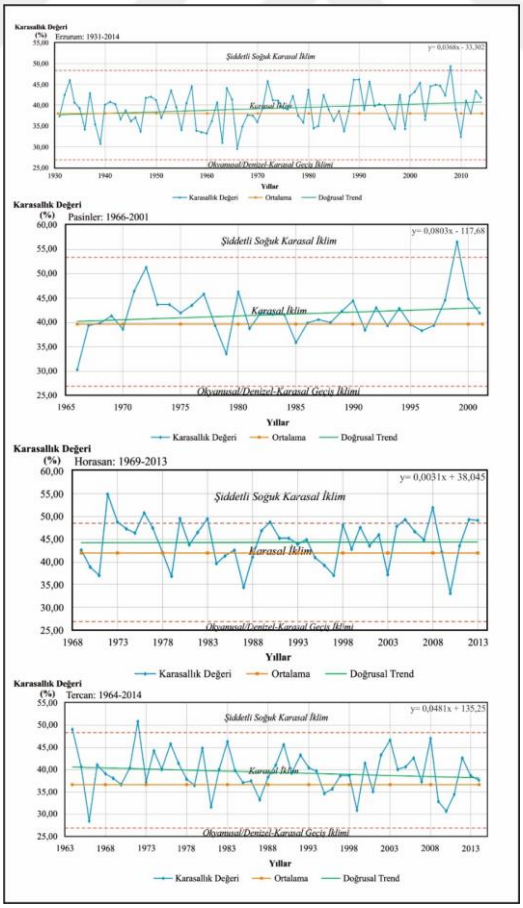
Formülün uygulanması sonucu elde edilen % cinsinden karasallık indis değeri, Sezer formülünün sınır değerleri göz önünde bulundurularak (Tablo 3.4), o sahanın karasallık koşuları hakkında bilgi verir.

Tablo 3.4. Karasallık derecesinin belirlenmesinde kullanılan Sezer formülünün sınır değerleri.

SEZER FORMÜLÜNE GÖRE KARASALLIK	
İklim Tipleri	**Sınıf Değerleri (%)**
Ekstrem Okyanusal İklim	00,00-10,74
Okyanusal/Denizel İklim	10,75-21,49
Okyanusal/Denizel-Karasal Geçiş İklimi	21,50-26,87
Karasal İklim	26,88-48,37
Şiddetli Soğuk Karasal İklim	48,38-75,24
Ekstrem Soğuk Karasal İklim	75,25-100

Sezer formülü sonucunda karasallık dereceleri Erzurum'da % 38,02, Palandöken Dağı'nda % 33, Pasinler'de % 40, Horasan'da % 41,93, Gökoğlan'da % 42,02, Çat'ta % 36,19 ve Tercan'da % 36,65 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre Palandöken Dağları ve çevresi "*Karasal İklim*" sınıfına dahil olmaktadır.

Karasallığın yıllara göre seyrini ve eğilimini ortaya koymak için Erzurum, Pasinler, Horasan ve Tercan meteoroloji istasyonlarına ait uzun yıllık verileri kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Genel itibariyle, söz konusu istasyonlarda karasallık değerleri dalgalı bir seyir izlemektedir. Erzurum'da 2008 yılında (% 49,23), Pasinler'de 1999 yılında (% 56,53); Horasan'da 1972 (% 54,82), 1973 (% 48,70), 1976 (% 50,66), 1980 (% 49,49), 1983 (% 49,49), 1990 (% 48,70), 2005 (% 49,23) ve 2008 (%51,83) yıllarında; Tercan'da da 1964 (% 49,12) ve 1972 yıllarında (% 50,77) karasallık değerleri, karasal iklim sınırlarını aşarak şiddetli "*Soğuk Karasal İklim*" özellikleri göstermiştir. Bu istasyonlar için hesaplanan uzun yıllık karasallık değerlerine uygulanan doğrusal trend hesaplamaları sonucunda Erzurum, Pasinler ve Horasan'da karasallık değerlerinin artış eğiliminde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tercan'da ise karasallığın azalma trendinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.4). Bu sonuçlara bağlı olarak Palandöken Dağları ve çevresinde karasallık, denizel etkilerden uzaklık ve yükseltinin etkilerini yansıtmaktadır ve genel bir ifade ile sahada karasallık doğuya doğru ve yükseklere çıkıldıkça artmaktadır.



Şekil 3.4. Erzurum, Pasinler, Horasan ve Tercan istasyonlarında, Sezer formülü yoluyla hesaplanan karasallığın yıllara göre dağılışı, ortalamaları ve doğrusal trendleri.

3.3. İKLİM UNSURLARI

3.3.1. Sıcaklık

3.3.1.1. Ortalama Sıcaklıklar ve Termik Rejim

Araştırma sahası ve çevresinde bulunan meteoroloji istasyonlarının verileri incelendiğinde, yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde farklılıklar görülmektedir (Tablo 3.5). Bu farklılıkların görülmesindeki etken temelde enlem değildir. Çünkü verilerinden istifade edilen istasyonların enlem değerleri birbirine çok yakındır. Yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde görülen farkların asıl sebebi, sahanın jeomorfolojik özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Yıllık ortalama sıcaklığın en düşük olduğu istasyon 3,4 °C ile Palandöken'dir. Yıllık ortalama sıcaklıklarda en düşük değerin Palandöken Dağları'nda görülmesi, onun dağlık bir alan olması ve dolayısıyla çevresindeki istasyonlar ile arasında ciddi yükseklik farkının var olmasından kaynaklanmaktadır. Diğer istasyonlar arasındaki farklar da yine orografik şartlara bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda söz konusu istasyonların yıllık ortalama sıcaklıklarına bakıldığında 1758 m yükseklikteki Erzurum meteoroloji istasyonunda 5,5 °C, 1660 m'deki Pasinler'de 6,4 °C, 1540 m yüksekliğe sahip Horasan'da 6,5 °C, 2175 m'deki Gökoğlan'da 3,6 °C, 1920 m irtifadaki Çat'ta 6 °C ve 1429 m yüksekliğe sahip Tercan'da 8,4 °C'dir.

Tablo 3.5. Palandöken Dağları ve çevresindeki meteoroloji istasyonlarının yıllık ortalama sıcaklık değerleri.

Meteoroloji İstasyonları	AYLAR												Yıllık (°C)
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	
Erzurum	-9,5	-8,2	-2,4	5,3	10,6	14,9	19,3	19,3	14,5	7,9	0,6	-6,1	**5,5**
Palandöken	-6,8	-6,6	-4,6	1,8	6,4	11,0	15,2	15,7	10,9	4,7	-2,0	-4,4	**3,4**
Pasinler	-10,1	-8,6	-1,9	7,4	11,9	16,0	20,3	20,3	15,9	9,1	1,5	-5,4	**6,4**
Horasan	-11,0	-9,1	-1,2	7,5	12,4	16,9	21,2	21,2	16,1	9,2	1,3	-6,5	**6,5**
Gökoğlan	-12,6	-11,6	-4,9	4,0	8,8	13,2	18,0	17,7	14,0	8,5	-3,4	-8,1	**3,6**
Çat	-5,7	-6,3	-3,5	6,0	10,6	14,9	19,1	19,7	15,9	8,0	0,5	-7,3	**6,0**
Tercan	-6,8	-5,1	1,2	8,4	13,4	17,8	22,1	22,0	17,2	10,7	3,3	-3,0	**8,4**

Kaynak: MGM verilerinden.

Kış mevsimine ait ayların sıcaklık ortalama değerlerinin Palandöken Dağları'na göre Erzurum, Pasinler, Horasan ve Gökoğlan istasyonlarında çok düşük olduğu ve yıllık ortalama sıcaklıkları da aşağı çektiği görülmektedir. Bunun nedeni, depresyon içerisinde inversiyon (sıcaklık terselmesi) olayının görülmesidir. Bu olay, kış mevsiminde Sibirya Yüksek Basıncına bağlı olarak İç ve Doğu Anadolu Bölgeleri'nde uzun süreler boyunca yüksek basınç şartlarının hâkim olması ile ilişkilidir. Nitekim Erzurum ve Pasinler ovalarında hafif rüzgârlı ya da durgun, nemli ancak yağışsız bir hava ve şiddetli yer radyasyonu sonucunda gerçekleşen ve kuru karakterdeki soğuklarla

kendini gösteren yüksek basıncın uzun bir dönem boyunca bölgede etkili olduğu kış aylarında inversiyon olayı görülmektedir (Nişancı, 1986: 322; Kopar, 2009: 57). Araştırma sahasında gerçekleşen inversiyon tipi, depresyonlarda görülen, zemine yakın havanın türbülans (karışma) yeteneğini henüz kaybetmediği yüksekliklerdeki inversiyondur (Dayan, 1993: 11). Zeminle temas eden havanın, alt bölümünde aşırı soğuması nedeniyle yükseldikçe sıcaklık artmaktadır. Bu nedenle Palandöken Dağları'nda kış aylarının sıcaklık ortalamaları, çevresindeki alçak alanlardan nispeten biraz daha yüksektir.

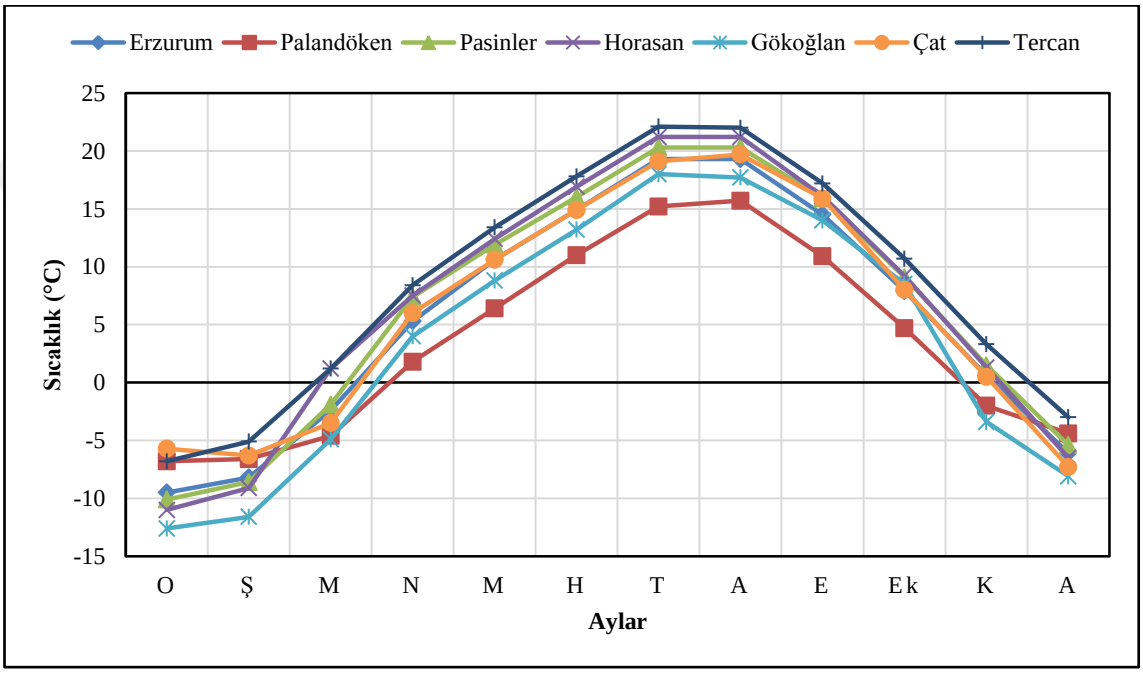
Araştırma sahasının termik rejimini ortaya koyabilmek için sıcaklığın yıl içerisindeki değişiminin incelenmesi gerekmektedir. Şekil 3.5 incelendiğinde, Palandöken Dağları ve çevresinde kış mevsimlerinin oldukça sert, yazların ise sıcak geçtiği söylenebilir. Bahar aylarında ise sıcaklıklar dereceli bir şekilde azalmakta ve yükselmektedir. Nitekim Palandöken Dağları'nda sıcaklıklar nisan ayında 0 °C'nin üzerine çıkarak yükselmeye başlamakta, ağustos ayında en yüksek değerine ulaşmakta (15,7 °C) ve ekim ayında ani bir düşüşle (4,7 °C) kasım ayında 0 °C'nin altına düşmektedir.

Yıllık ortalama sıcaklıklar minimum değerlerine, Çat istasyonu hariç (Aralık: -7,3 °C), tüm istasyonlarda Ocak ayında (Erzurum: -9,5 °C; Palandöken: -6,8 °C; Pasinler: -10,1 °C; Horasan: -11 °C; Gökoğlan: -12,6 °C; Tercan: -6,8) düşmektedir. Maksimum sıcaklıklara ise Erzurum, Pasinler ve Horasan istasyonlarında temmuz ve ağustosta (Erzurum: 19,3 °C; Pasinler: -20,3 °C; Horasan: 21,2 °C); Palandöken, Çat ve Tercan'da ağustos ayında (Palandöken: 15,7 °C; Çat: 19,7 °C; Tercan: 22 °C)ve Gökoğlan istasyonunda da temmuz ayında ulaşılmaktadır.

Araştırma sahasının deniz etkilerinden uzak olması sebebiyle bağıl nemin az, karasallık derecesinin fazla olması, yükseklik nedeniyle atmosferin seyrelmesi ve buna bağlı olarak günlük ve mevsimlik aşırı ısınma ve çabuk soğuma, kış mevsiminde kar örtüsü nedeniyle zemin albedosunun fazla olması araştırma sahası ve çevresinde yıllık amplitüd değerlerini yükseltmektedir. Palandöken Kayak Merkezi meteoroloji istasyonunun verilerine göre Palandöken Dağları'nda yıllık amplitüdü değeri 22,5 °C'dir. Diğer istasyonlara bakıldığında yıllık amplitüdü değerleri Erzurum ve Tercan'da 28,8 °C, Pasinler'de 30,4 °C, Horasan'da 32,2, Gökoğlan'da 30,6 °C, Çat'ta 27 °C'dir.

Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da yıllık amplitüd değerlerinin Palandöken Dağları'ndan yüksek olmasının nedeni kış mevsiminde depresyonlarda meydana gelen inversiyon olayının kış mevsimi ortalama sıcaklık değerlerini aşırı düşürmesidir.

Yukarıda yıllık ortalama sıcaklıklar ve seyri hakkında yapılan açıklamalar ışığında, araştırma sahasının termik rejim tipi "*Karasal Doğu Anadolu Termik Rejimi*"dir.



Şekil 3.5. Palandöken Dağları ve çevresindeki meteoroloji istasyonlarında aylık ortalama sıcaklıkların seyri.

3.3.1.2. Ortalama Yüksek, Ortalama Düşük Sıcaklıklar ve Mutlak Ekstrem (En Yüksek-En Düşük) Sıcaklıklar

Herhangi bir yerin sıcaklık özelliklerini doğru bir şekilde ortaya koyabilmek için o yere ait aylık ortalama yüksek sıcaklıklar, aylık ortalama düşük sıcaklıklar ve ekstrem sıcaklıkların (en düşük ve en yüksek sıcaklıklar) açıklanması büyük önem arz etmektedir.

3.3.1.2.1. Ortalama Yüksek Sıcaklıklar

Araştırma sahası ve çevresinde ortalama yüksek sıcaklıklar, Palandöken ve Gökoğlan istasyonları dışında birbirine yakın değerler göstermektedir (Tablo 3.6, Şekil 3.6). Palandöken Dağı ve araştırma sahasının güneyinde bulunan Gökoğlan'da yıllık

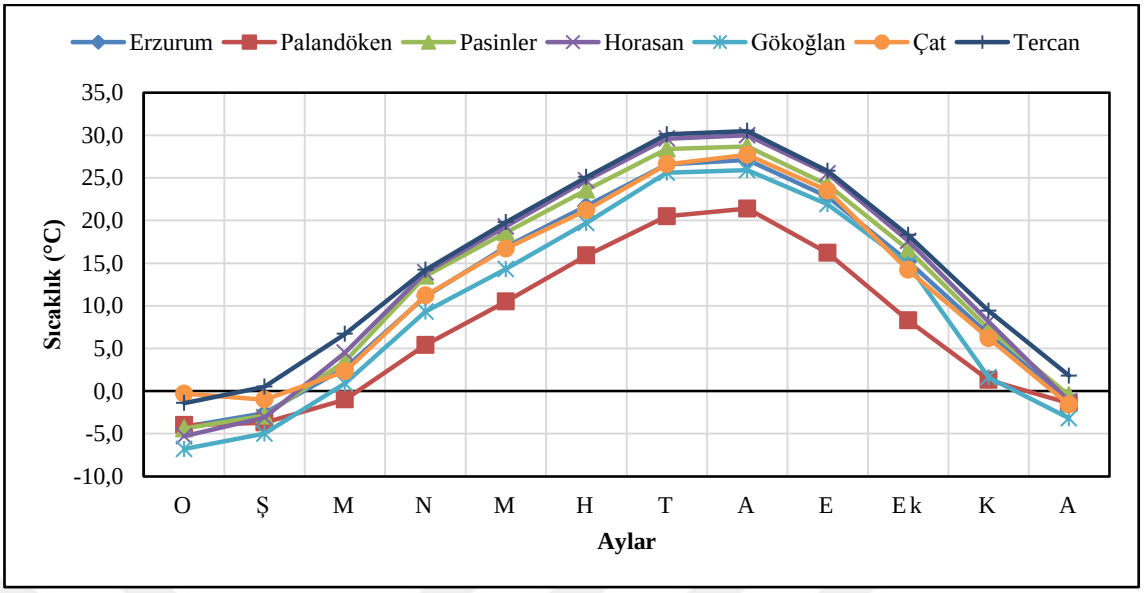
ortalama sıcaklıklar gibi ortalama yüksek sıcaklıkların da düşük olmasının nedeni bu iki yerin, diğer istasyonların bulunduğu yerlerden yüksek olmalarıdır. Bu iki istasyon haricindeki diğer istasyonlarda değerlerin birbirine yakın seyretmesi, sahada aynı hava kütlelerinin etkili olmasına, aralarında fazla yükseklik farkının bulunmamasına, güneşlenme süresi ve şiddeti ile bulutluluk oranı bakımından yakın özelliklere sahip olmalarına bağlıdır. Nitekim yıllık ortalama yüksek sıcaklıklar Erzurum'da 11,9 °C, Pasinler'de 13,1 °C, Horasan'da 13,6 °C, Çat'ta 12,2 °C ve Tercan'da 15,1 °C'dir. Yükseltinin sıcaklık üzerindeki etkisine bağlı olarak bu değer Palandöken Dağı'nda 7,5 °C ve Gökoğlan'da 9,9 °C'dir. Ancak saha ve çevresindeki istasyonların yıllık ortalama sıcaklıkları ile ortalama yüksek sıcaklıkları arasındaki fark, karasallık nedeniyle yüksektir. Ortalama sıcaklık ile ortalama yüksek sıcaklıklar arasındaki fark Erzurum'da 6,4 °C, Palandöken Dağı'nda 4,1 °C, Pasinler ve Tercan'da 6,7 °C, Horasan'da 7,1 °C, Gökoğlan'da 6,3 °C, Çat'ta 6,2 °C'dir.

Palandöken Dağları ve çevresindeki tüm istasyonlarda ortalama yüksek sıcaklıkların en yüksek olduğu ay Ağustos'tur (Erzurum: 27,1 °C, Palandöken: 21,4 °C, Pasinler: 28,7 °C, Horasan: 30 °C, Gökoğlan: 25,9 °C, Çat: 27,7 °C, Tercan: 30,5 °C). Ortalama yüksek sıcaklıkların en düşük olduğu ay ise Çat hariç (Aralık), diğer istasyonlarda ocak ayıdır (Erzurum: -4,2 °C, Palandöken: -4,0 °C, Pasinler: -4,4 °C, Horasan: -5,3 °C, Gökoğlan: -6,8 °C, Çat: -1,6 °C, Tercan: -1,4 °C).

Tablo 3.6. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama yüksek sıcaklıklar.

Meteoroloji İstasyonları	AYLAR												Yıllık (°C)
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	
Erzurum	-4,2	-2,6	2,7	11,1	16,9	21,7	26,6	27,1	22,8	15,2	6,6	-1,2	**11,9**
Palandöken	-4,0	-3,7	-1,0	5,4	10,5	15,9	20,5	21,4	16,2	8,3	1,3	-1,4	**7,5**
Pasinler	-4,4	-2,9	3,5	13,5	18,6	23,6	28,4	28,7	24,2	16,6	7,3	-0,5	**13,1**
Horasan	-5,3	-3,1	4,5	13,9	19,3	24,7	29,6	30,0	25,5	17,6	8,1	-1,2	**13,6**
Gökoğlan	-6,8	-5,0	0,9	9,3	14,3	19,7	25,6	25,9	21,9	14,9	1,6	-3,2	**9,9**
Çat	-0,3	-1,0	2,3	11,2	16,7	21,2	26,6	27,7	23,5	14,2	6,2	-1,6	**12,2**
Tercan	-1,4	0,5	6,7	14,2	19,8	25,1	30,1	30,5	25,8	18,3	9,4	1,8	**15,1**

Kaynak: MGM verilerinden.



Şekil 3.6. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama yüksek sıcaklıkların aylık değişimleri.

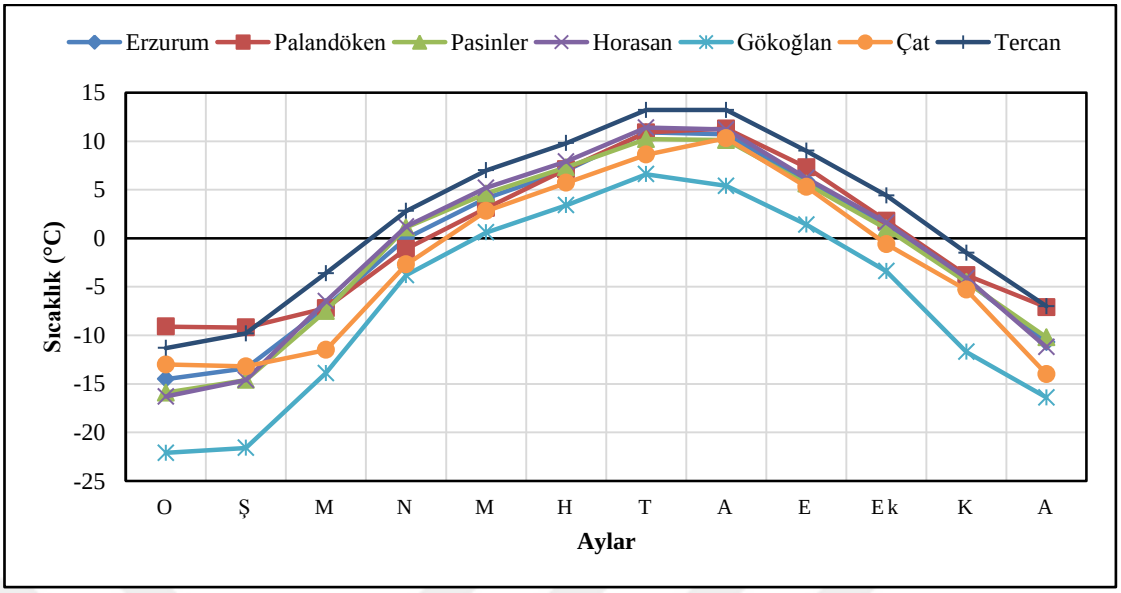
3.3.1.2.2. Ortalama Düşük Sıcaklıklar

Palandöken Dağları'nın iklim özelliklerini ortaya koymak amacıyla değerlendirilen meteoroloji istasyonlarından Erzurum, Pasinler, Horasan ve Tercan'da nisan-ekim aylarını kapsayan yedi aylık dönemde ortalama düşük sıcaklıklar 0°C'nin üzerindedir (Tablo 3.7). Diğer istasyonlarda ortalama düşük sıcaklıkların 0°C'nin üzerinde olduğu dönemler Palandöken Dağı'nda mayıs-ekim aylarını içine alan altı ay, Gökoğlan ve Çat istasyonlarında da mayıs-eylül dönemini kapsayan beş aydır. Yıllık ortalama düşük sıcaklık değerleri -6,3 °C (Gökoğlan) ile 2,2 °C (Tercan) arasında değişmektedir. Değerlendirmeye alınan meteoroloji istasyonlarında ortalama düşük sıcaklıklarda minimum değerler Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan ve Tercan'da ocak (Erzurum: -14,5 °C, Pasinler: -15,9 °C, Horasan: -16,3 °C, Gökoğlan: 22,1 °C ve Tercan: -11,3 °C), Palandöken Dağı'nda şubat (-9,2 °C) ve Çat'ta aralık (-14 °C) aylarına karşılık gelmektedir. Yaz mevsimi içerisinde ortalama düşük sıcaklıkların 0°C'nin altında kaydedildiği tek istasyon Gökoğlan'dır (Şekil 3.7).

Tablo 3.7. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama düşük sıcaklıklar.

Meteoroloji İstasyonları	AYLAR												Yıllık (°C)
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	
Erzurum	-14,5	-13,4	-7,1	0,0	4,1	7,0	10,9	10,7	5,9	1,4	-4,4	-10,7	**-0,8**
Palandöken	-9,1	-9,2	-7,2	-1,1	3,1	7,1	10,9	11,3	7,3	1,8	-3,8	-7,1	**0,3**
Pasinler	-15,9	-14,6	-7,5	1,1	4,6	7,3	10,2	10,1	5,6	1,0	-4,5	-10,2	**-1,1**
Horasan	-16,3	-14,6	-6,5	1,2	5,2	7,9	11,4	11,2	6,2	1,6	-4,1	-11,2	**-0,7**
Gökoğlan	-22,1	-21,6	-13,9	-3,8	0,6	3,4	6,6	5,4	1,4	-3,4	-11,7	-16,4	**-6,3**
Çat	-13,0	-13,2	-11,5	-2,7	2,8	5,7	8,6	10,3	5,3	-0,6	-5,3	-14,0	**-2,3**
Tercan	-11,3	-9,8	-3,6	2,8	7,0	9,8	13,2	13,2	9,0	4,4	-1,5	-7,0	**2,2**

Kaynak: MGM verilerinden.



Şekil 3.7. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama düşük sıcaklıkların aylık değişimleri.

Tablo 3.7 ve şekil 3.7 incelendiğinde, kış aylarında ortalama düşük sıcaklık değerlerinin diğer istasyonlara göre Palandöken Dağı'nda daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, Doğu Anadolu Bölgesi'nin büyük bir bölümünü etkisi altına alan cP hava kütlesinin depresyonlarda inversiyon olayına sebep olarak alçak sahalarda sıcaklıkları aşırı düşürmesidir.

3.3.1.2.3. En Yüksek Sıcaklıklar

Maksimum sıcaklıklar olarak da ifade edilen en yüksek sıcaklıklar, insan sağlığı ve insan temelli faaliyetlerde, özellikle ziraat alanında büyük sıkıntılara sebep olmaktadır. Bununla beraber bitki örtüsü de maksimum sıcaklıklardan olumsuz anlamda etkilenmektedir. Sahada karasallığın yüksek olmasının etkisiyle amplitüd değerleri yüksek olmakta ve bu durum da fiziksel parçalanmanın daha etkili işlemesine neden olmaktadır.

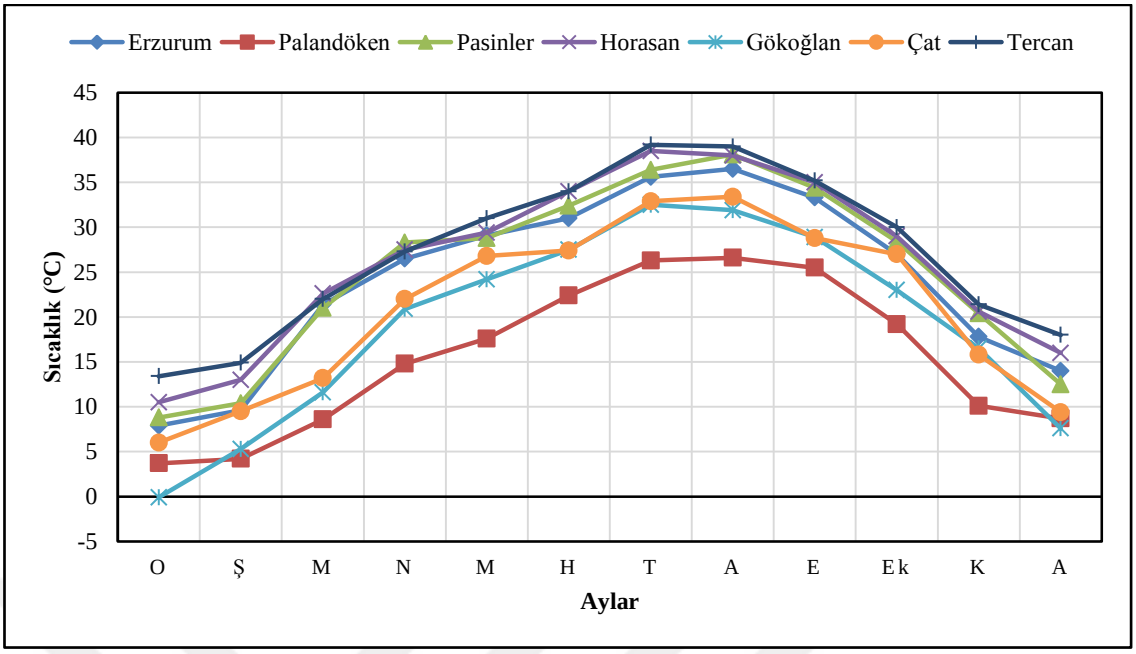
Araştırma sahasında maksimum sıcaklıkların yıl içindeki değişimi, yıllık ortalama sıcaklıkların seyri ile benzerlik göstermektedir (Şekil 3.8). Değerlendirmeye alınan istasyonların en yüksek sıcaklıklar ile yıllık ortalama sıcaklıkları arasında, karasallığın etkisiyle oldukça büyük farklar söz konusudur (Tablo 3.8). En yüksek sıcaklıkların maksimum değerleri Tercan'da 30 Temmuz 2000'de kaydedilen 39,2 °C ile 15 Ağustos 2014 tarihinde Palandöken Dağı'nda kaydedilen 26,6 °C arasında değişmektedir. Maksimum sıcaklıklar Horasan, Gökoğlan ve Tercan'da temmuz; Erzurum, Palandöken

Dağı, Pasinler ve Çat'ta da ağustos aylarındadır. En yüksek sıcaklıklar ile yıllık ortalama sıcaklıklar arasındaki farkın çok yüksek olduğundan daha önce söz edilmiştir. Bu bağlamda, yaz mevsiminde araştırma sahası ve çevresinde maksimum sıcaklıklar ile yıllık ortalama sıcaklıklar arasındaki fark Erzurum'da 20,2 °C, Palandöken Dağı'nda 10,9 °C, Pasinler'de 17,8 °C, Horasan'da 17,3 °C, Gökoğlan'da 14,5 °C, Çat'ta 13,7 °C ve Tercan'da 39,2 °C'dir. Kış mevsiminde en yüksek sıcaklıklar ile yıllık ortalama sıcaklıklar arasındaki farkın en fazla olduğu aylar, Pasinler ve Gökoğlan hariç (şubat) diğer istasyonlarda aralık ayıdır. Yıllık ortalama sıcaklıklar ile en yüksek sıcaklıklar arasındaki fark Erzurum'da 20,1 °C, Palandöken Dağı'nda 13,1 °C, Pasinler'de 19 °C, Horasan'da 22,5 °C, Gökoğlan'da 16,9 °C, Çat'ta 25,3 °C ve Tercan'da 21 °C'dir. Ancak asıl yüksek farklar Gökoğlan hariç tüm istasyonlarda Mart ayında görülmektedir (Erzurum'da 23,8 °C, Palandöken Dağı'nda 13,2 °C, Pasinler'de 22,9 °C, Horasan'da 23,8 °C, Gökoğlan'da 16,9 °C, Çat'ta 25,5 °C ve Tercan'da 20 °C).

Tablo 3.8. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da en yüksek sıcaklıklar, en yüksek sıcaklık günü ve yılı.

Meteoroloji İstasyonları	Meteorolojik Unsur	AYLAR												Yıllık (°C)
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	
Erzurum	En Yüksek Sıcaklık (°C)	7,9	9,6	21,4	26,5	29,1	31,0	35,6	36,5	33,3	27,0	17,8	14	**36,5**
	En Yüksek Sıcaklık Günü	23	14	28	25	23	30	31	11	1	4	6	4	**11**
	En Yüksek Sıcaklık Yılı	1966	1979	2001	2008	1962	2000	2000	2006	2006	1981	1990	2005	**2006**
Palandöken	En Yüksek Sıcaklık (°C)	3,7	4,2	8,6	14,8	17,6	22,4	26,3	26,6	25,5	19,2	10,1	8,7	**26,6**
	En Yüksek Sıcaklık Günü	10	4	31	29	24	30	25	15	19	1	7	1	**15**
	En Yüksek Sıcaklık Yılı	2014	2013	2013	2013	2013	2014	2014	2014	2012	2012	2012	2012	**2014**
Pasinler	En Yüksek Sıcaklık (°C)	8,8	10,4	21,0	28,3	28,8	32,4	36,4	38,1	34,4	28,4	20,4	12,5	**38,1**
	En Yüksek Sıcaklık Günü	5	14	28	19	31	9	31	8	8	20	3	1	**8**
	En Yüksek Sıcaklık Yılı	1991	1979	2001	1985	1990	1966	1973	1975	1981	1973	1990	1990	**1975**
Horasan	En Yüksek Sıcaklık (°C)	10,5	13,0	22,6	27,5	29,4	34,0	38,5	38,0	35,0	29,0	20,6	16,0	**38,5**
	En Yüksek Sıcaklık Günü	2	19	28	27	30	30	31	11	2	1	7	4	**31**
	En Yüksek Sıcaklık Yılı	2010	2010	2001	2008	1999	2000	2000	2006	1995	2004	2012	2005	**2000**
Gökoğlan	En Yüksek Sıcaklık (°C)	-0,1	5,3	11,6	20,9	24,2	27,5	32,5	31,9	28,9	23,0	16,5	7,6	**32,5**
	En Yüksek Sıcaklık Günü	1	28	23	22	31	30	31	21	1	5	2	2	**31**
	En Yüksek Sıcaklık Yılı	1994	1989	1989	1989	1990	1989	1989	1994	1993	1994	1990	1990	**1989**
Çat	En Yüksek Sıcaklık (°C)	6,0	9,5	13,2	22,0	26,8	27,4	32,9	33,4	28,8	27,0	15,8	9,4	**33,4**
	En Yüksek Sıcaklık Günü	21	2	25	29	29	29	13	5	1	16	15	1	**5**
	En Yüksek Sıcaklık Yılı	1987	1987	1989	1989	1985	1989	1986	1987	1985	1997	1985	1987	**1987**
Tercan	En Yüksek Sıcaklık (°C)	13,4	14,9	22,0	27,3	31,0	34,0	39,2	39,0	35,2	30,0	21,4	18,0	**39,2**
	En Yüksek Sıcaklık Günü	16	21	28	25	31	14	30	13	5	2	1	6	**30**
	En Yüksek Sıcaklık Yılı	1963	2014	2001	2008	1994	2010	2000	2006	1977	1999	1966	2010	**2000**

Kaynak: MGM verilerinden.



Şekil 3.8. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da en yüksek sıcaklıkların aylara göre seyri.

En yüksek sıcaklıkların kış aylarında, Gökoğlan hariç diğer meteoroloji istasyonlarında 0 °C'nin üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durum, değerlerin kaydedildiği dönemde Anadolu'da Batı rüzgârlarının etkisine bağlı olarak tropikal hava kütlelerinin baskınına maruz kalmasıdır (Nişancı, 1975: 4). Palandöken Dağları'nda dört mevsim boyunca en yüksek sıcaklıklar ile yıllık ortalama sıcaklıklar arasındaki farkın az olmasının nedeni yükseltidir. Çevresine göre yüksek olan silsilede kış mevsiminde sıcaklıklar, çevresindeki alçak sahalar kadar aşırı düşmemekte; yaz mevsiminde ise yine yüksekliğin etkisine bağlı olarak, diğer istasyonların yer aldığı alçak sahalara göre daha serin olmaktadır.

3.3.1.2.4. En Düşük Sıcaklıklar

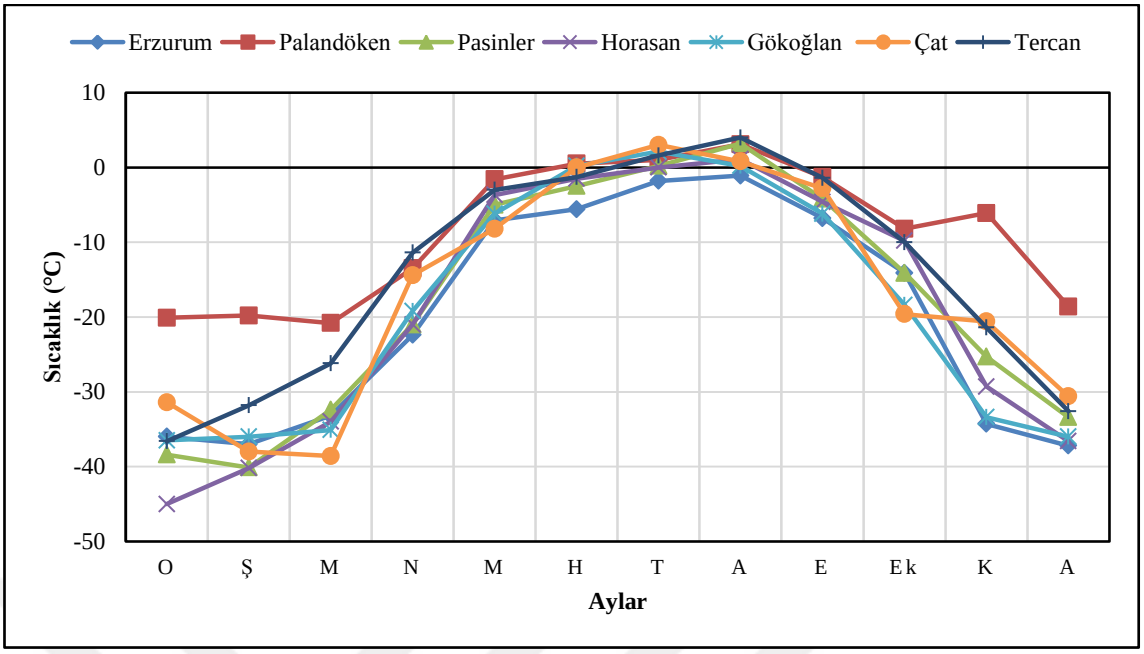
En düşük sıcaklıklar da en yüksek sıcaklıklarda olduğu gibi insan faaliyetlerini olumsuz etkilemektedir. Özellikle Palandöken Dağları eteklerinde geçimini tarımdan sağlayan halk için çok önemlidir. Sıcaklıklardaki beklenmedik düşüşler, çiçeklenme döneminde ürünlerin zarar görmesine ya da hasat döneminin uzamasına neden olmaktadır. Sıcaklıkların göstermiş oldukları anomalilerin aynı zamanda jeomorfolojik açıdan da etkileri vardır. Sıcaklıkların aşırı düşük ya da aşırı yüksek olması, kayaçların termik genliğini etkileyerek fiziksel parçalanmanın etkisini arttırmaktadır (Kopar, 2007: 69).

En düşük sıcaklıkların görüldüğü aylar Palandöken Dağı, Horasan ve Tercan'da ocak; Pasinler'de şubat ve Erzurum'da aralık aylarıdır. Araştırma sahası ve çevresine bakıldığında en düşük sıcaklık 20 Ocak 1972'de Horasan'da kaydedilmiştir (-45 °C). Aynı aya ait yıllık sıcaklık ortalaması ile arasındaki fark 34 °C'dir. Palandöken Dağı'nda ise en düşük sıcaklık 20 Ocak 2012'de -20,1 °C olarak kaydedilmiştir. Erzurum'da diğer meteoroloji istasyonlarından farklı olarak en düşük sıcaklık değerlerinde yılın on iki ayında da 0 °C'nin altında sıcaklıklar görülmüştür (Tablo 3.9). Şekil 3.9 incelendiğinde Palandöken, Gökoğlan ve Çat'ta haziran, temmuz ve ağustos ayları; Pasinler, Horasan ve Tercan'da da temmuz ve ağustos ayları dışındaki aylarda en düşük sıcaklıklar 0 °C'nin altındadır. Kış mevsiminde görülen en düşük sıcaklıklar, kontinental polar hava kütlesinin oldukça etkili olmasına ve inversiyona; diğer mevsimlerde görülen en düşük sıcaklıklar ise polar kökenli hava kütlesi baskınlarına bağlanabilir. Kış döneminde en düşük sıcaklık değerinin Palandöken Dağları'nda görülmemesinin nedeni daha önce de değinildiği gibi onu çevreleyen depresyonlarda sıcaklık terselmesi olayının gerçekleşmesidir.

Tablo 3.9. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da en yüksek sıcaklıklar, en düşük sıcaklık günü ve yılı.

Meteoroloji İstasyonları	Meteorolojik Unsur	AYLAR												Yıllık (°C)
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	
Erzurum	En Düşük Sıcaklık (°C)	-36,0	-37,0	-33,2	-22,4	-7,1	-5,6	-1,8	-1,1	-6,8	-14,1	-34,3	-37,2	**-37,2**
	En Düşük Sıcaklık Günü	23	6	15	1	8	3	11	19	23	31	23	28	**28**
	En Düşük Sıcaklık Yılı	1995	1991	2000	2003	2003	1997	1992	1987	1987	2003	2001	2002	**2002**
Palandöken	En Düşük Sıcaklık (°C)	-20,1	-19,8	-20,8	-13,5	-1,6	0,5	1,0	3,1	-1,3	-8,2	-16,1	-18,6	**-20,1**
	En Düşük Sıcaklık Günü	20	3	17	13	14	13	2	5	26	20	25	9	**20**
	En Düşük Sıcaklık Yılı	2012	2014	2012	2011	2011	2014	2012	2013	2014	2014	2011	2013	**2012**
Pasinler	En Düşük Sıcaklık (°C)	-38,4	-40,1	-32,4	-21,0	-5,0	-2,5	0,2	3,2	-4,2	-14,1	-25,3	-33,4	**-40,1**
	En Düşük Sıcaklık Günü	31	2	4	3	9	3	11	30	30	20	28	7	**2**
	En Düşük Sıcaklık Yılı	1980	1980	1985	1976	2000	1997	1992	1988	1992	1977	1967	1994	**1980**
Horasan	En Düşük Sıcaklık (°C)	-45,0	-40,2	-34,0	-21,0	-3,7	-1,5	0,0	1,1	-4,6	-9,8	-29,3	-36,6	**-45,0**
	En Düşük Sıcaklık Günü	20	1	4	1	2	3	11	13	28	30	23	28	**20**
	En Düşük Sıcaklık Yılı	1972	1972	1985	2003	1984	1997	1992	1968	1969	1973	2001	2002	**1972**
Gökoğlan	En Düşük Sıcaklık (°C)	-36,5	-36,0	-35,1	-19,2	-6,2	0,2	2,1	0,2	-6,2	-18,4	-33,4	-36,0	**-36,5**
	En Düşük Sıcaklık Günü	22	10	1	2	6	4	2	30	27	30	29	5	**22**
	En Düşük Sıcaklık Yılı	1988	1994	1994	1988	1990	1994	1994	1988	1993	1993	1993	1994	**1988**
Çat	En Düşük Sıcaklık (°C)	-31,4	-38,0	-38,6	-14,4	-8,2	0,0	3,0	0,8	-2,8	-19,6	-20,6	-30,6	**-38,6**
	En Düşük Sıcaklık Günü	17	23	2	1	4	1	28	19	20	19	29	28	**2**
	En Düşük Sıcaklık Yılı	1985	1985	1985	1987	1985	1989	1985	1987	1985	1984	1986	1987	**1985**
Tercan	En Düşük Sıcaklık (°C)	-36,6	-31,8	-26,2	-11,4	-3,0	-1,3	1,6	4,0	-1,4	-10,0	-21,4	-32,6	**-36,6**
	En Düşük Sıcaklık Günü	20	1	9	5	1	5	11	19	27	31	28	28	**20**
	En Düşük Sıcaklık Yılı	1972	1972	1992	2004	1984	1967	1992	1987	1969	2003	1967	2002	**1972**

Kaynak: MGM verilerinden.



Şekil 3.9. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da en düşük sıcaklıkların aylara göre seyri.

3.3.1.3. Don Olaylı Günler

Sıcaklığın 0 °C'nin altında olduğu günler *don olaylı gün*, -10 °C'nin altındaki günler ise *şiddetli don olaylı gün* olarak kabul edilmektedir (Erinç, 1984: 451). Araştırma sahasında ekim ayından itibaren soğuk hava kütleleri etkili olmaya başlar. Kuzey merkezli bu soğuk hava kütlelerinin etkisiyle birlikte, yükselti ve kar örtüsüne bağlı olarak albedonun (yansıma oranı) ve aşırı soğumanın yüksek olması nedeniyle kış mevsiminde şiddetli don olayları görülmektedir. Yine aynı nedenlere bağlı olarak ilkbahar başında don olaylı gün sayısı fazladır

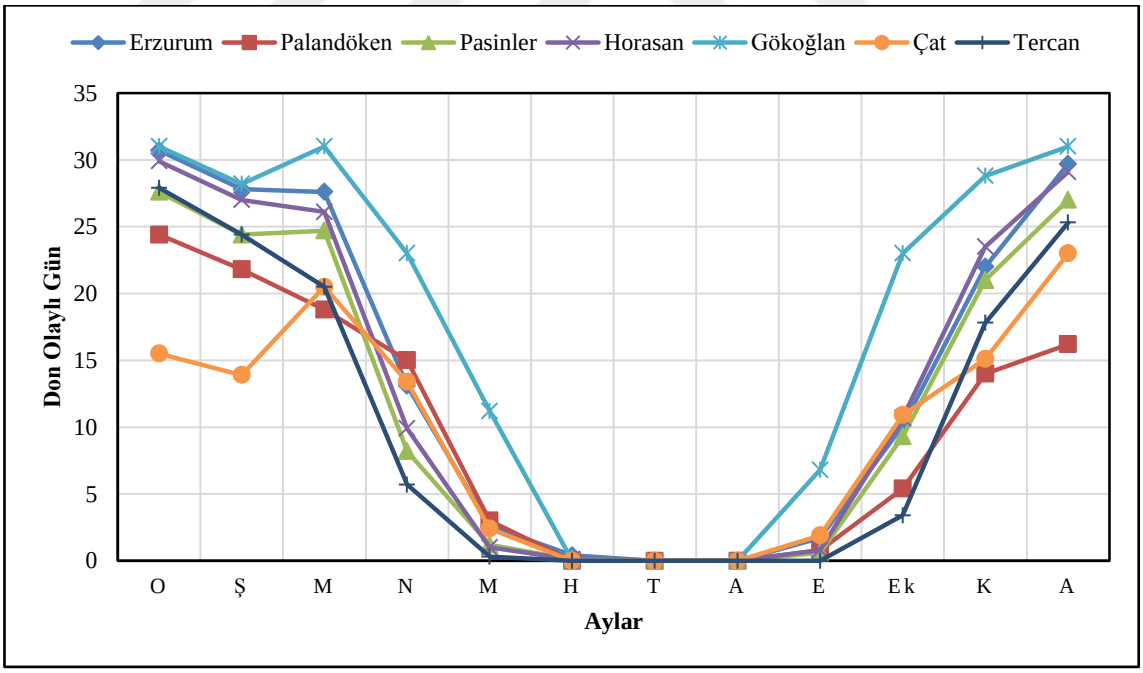
Palandöken Dağları ve çevresinde don olaylı günlerin sayısına bakıldığında, 116 günün üzerinde olduğu görülmektedir (Tablo 3.10). Değerlendirilen tüm istasyonların ortalaması alındığında 149 günlük bir değer ortaya çıkmaktadır. Bu durum, araştırma sahasının yılın önemli sayılabilecek bir bölümünde (% 40,8) don olayına maruz kaldığını göstermektedir. Gökoğlan, 214 gün ile don olayının en fazla görüldüğü istasyondur. Gökoğlan'ı 165,7 gün ile Erzurum, 158,1 gün ile Horasan, 144,1 gün ile Pasinler, 125,3 gün ile Tercan, 119,4 gün ile Palandöken Dağı ve 166,6 gün ile Çat izlemektedir.

Tablo 3.10. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da don olaylı günler.

Meteoroloji İstasyonları	AYLAR												Yıllık (Gün)
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	
Erzurum	30,7	27,8	27,6	13,1	2,6	0,4	-	-	1,7	10,1	22,0	29,7	**165,7**
Palandöken	24,4	21,8	18,8	15,0	3,0	-	-	-	0,8	5,4	14,0	16,2	**119,4**
Pasinler	27,6	24,4	24,7	8,2	1,2	0,1	-	-	0,6	9,3	21,0	27,0	**144,1**
Horasan	29,9	27,0	26,1	9,9	1,0	0,1	-	-	0,8	10,7	23,5	29,1	**158,1**
Gökoğlan	31,0	28,2	31,0	23,0	11,2	-	-	-	6,8	23,0	28,8	31,0	**214**
Çat	15,5	13,9	20,5	13,4	2,4	-	-	-	1,9	10,9	15,1	23,0	**116,6**
Tercan	27,9	24,4	20,5	5,7	0,3	-	-	-	-	3,4	17,8	25,3	**125,3**

Kaynak: MGM verilerinden.

Don olayları, Tercan dışındaki tüm istasyonlarda eylülde başlamaktadır (Şekil 3.10). Gökoğlan'da ocak, mart ve aralık aylarının tamamı don etkisindedir. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan ve Tercan istasyonlarında don olayının en fazla görüldüğü ay ocaktır. Çat'ta ise aralık ayı don olayının en fazla görüldüğü aydır. Yaz mevsiminde Erzurum, Pasinler ve Horasan'da haziran ayında, bir günden az olmak kaydıyla don olayı görülmektedir. Bunlar dışında Palandöken Dağı, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da yaz mevsiminde don olayına rastlanmamaktadır. Sonbahar mevsimine bakıldığında, Tercan'da eylül ayında don olayı görülmemektedir. Tercan dışında araştırma sahası ve çevresinde sonbahar aylarının hepsinde don olayı görülmektedir.



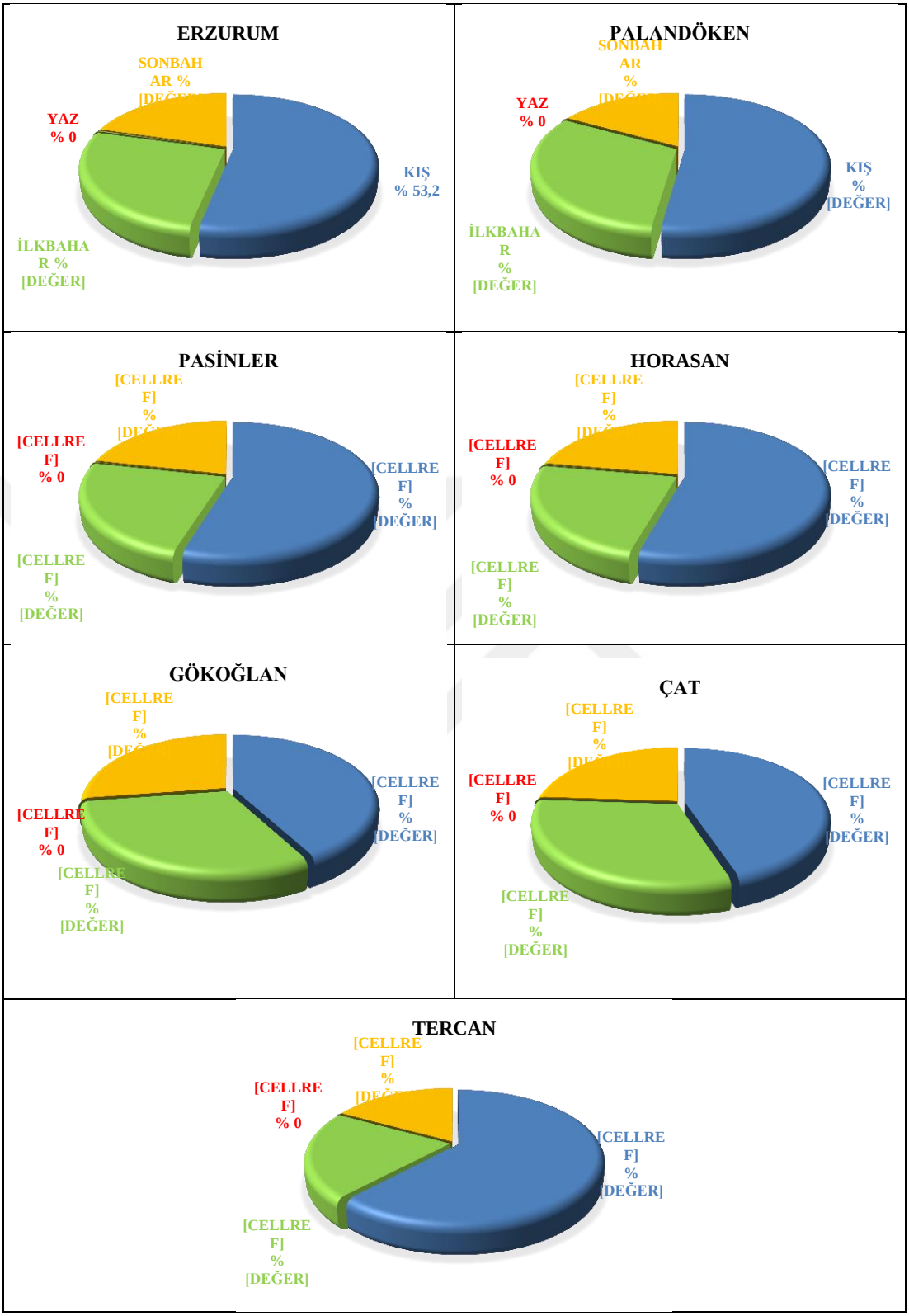
Şekil 3.10. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da don olaylı günlerin uzun yıllık ortalama aylık durumu.

Don olayının mevsimlere göre dağılışı incelendiğinde, tüm istasyonlarda benzer bir eğilim vardır. Bu bağlamda araştırma sahasındaki meteoroloji istasyonlarının tamamında kış, don olayının en çok gerçekleştiği mevsimdir (Erzurum: % 53,2; Palandöken Dağı: % 52,3; Pasinler: % 54,8; Horasan: % 54,4; Gökoğlan % 42,1; Çat: % 44,9; Tercan: % 61,9). İlkbahar mevsiminde don olaylı gün sayısının fazla olması dikkat çekicidir (Tablo 3.11 ve Şekil 3.11). Bu mevsimde polar hava kütlelerinin tamamen sahayı terk etmemesinin yanında, kar örtüsünün yerde kalması nedeniyle albedo ve zeminden soğumanın fazla olması, ilkbaharda don olaylı gün sayısının fazla olmasına yol açmaktadır. Vejetasyon devresi geç başlasa da, ilkbahar mevsiminde meydana gelen don olayları, tarımsal faaliyetler açısından tehlike az etmektedir.

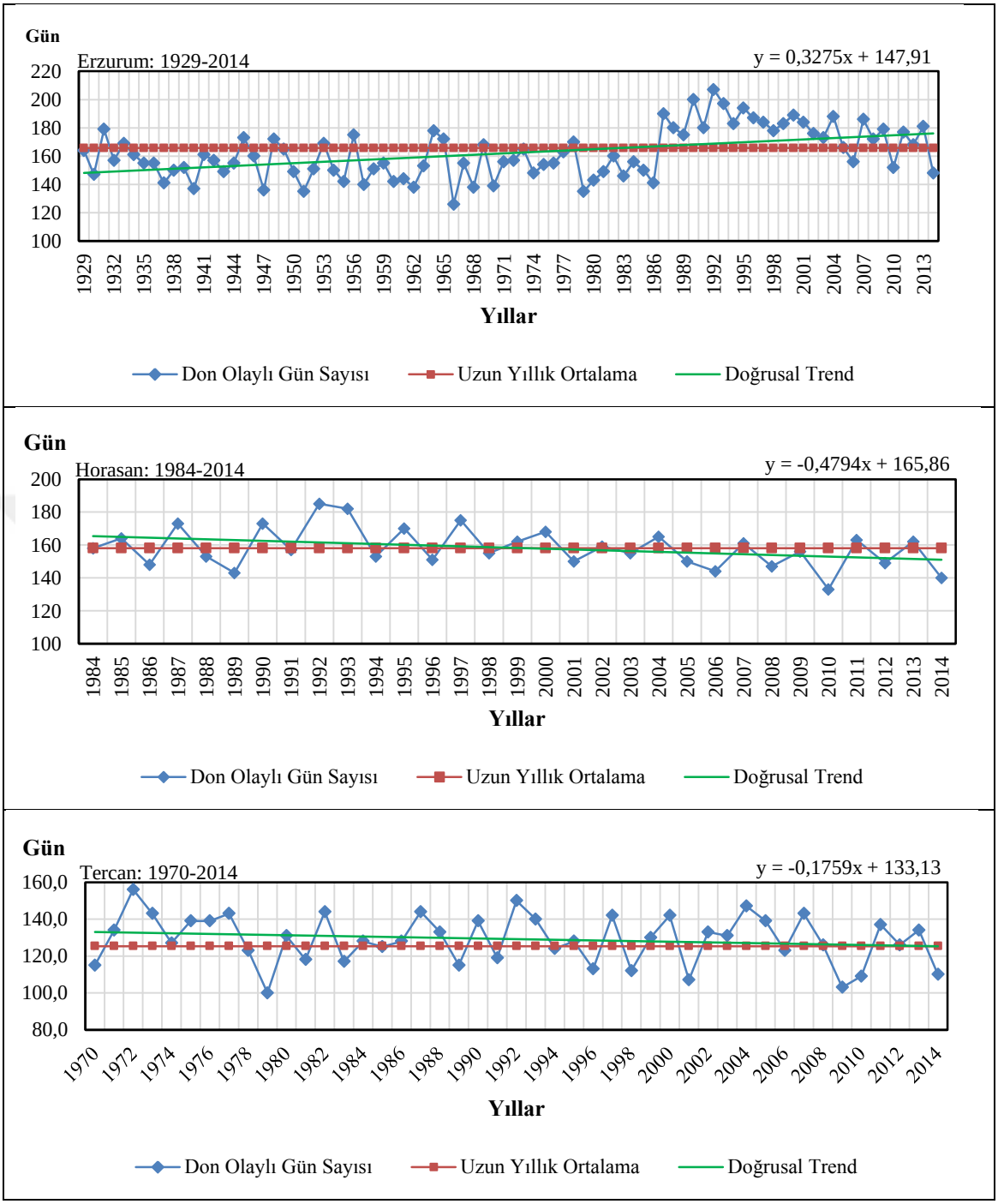
Tablo 3.11. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da don olaylı günlerin mevsimlere göre dağılışları ve yüzdelik oranları.

İstasyonlar	Kış	%	İlkbahar	%	Yaz	%	Sonbahar	%
Erzurum	88,2	53,2	43,3	26,1	0,4	0,2	33,8	20,4
Palandöken	62,4	52,3	36,8	30,8	0,0	0,0	20,2	16,9
Pasinler	79,0	54,8	34,1	23,7	0,1	0,1	30,9	21,4
Horasan	86,0	54,4	37,0	23,4	0,1	0,1	35,0	22,1
Gökoğlan	90,2	42,1	65,2	30,5	0,0	0,0	58,6	27,4
Çat	52,4	44,9	36,3	31,1	0,0	0,0	27,9	23,9
Tercan	77,6	61,9	26,5	21,1	0,0	0,0	21,2	16,9

Don olaylı gün sayısının uzun yıllık seyrini ve eğilimleri ortaya koymak için Erzurum, Horasan ve Tercan istasyonlarının verilerinden yararlanılmıştır. Diğer istasyonların don olaylı gün sayılarına ait kayıtların yetersiz olması trend hesaplamasında sağlıklı sonuç vermeyeceği için kullanılmamıştır. Don olaylı günlerin söz konusu istasyonlardaki uzun yıllık seyri oldukça değişkendir. Doğrusal trend analizi sonuçlarına göre Erzurum'da don olaylı günlerde artış, Horasan ve Tercan'da ise azalma tespit edilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.11. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da don olaylı günlerin mevsimlere göre dağılışları ve oranları.



Şekil 3.12. Erzurum, Horasan ve Tercan'da don olaylı günlerin uzun yıllık seyri, uzun yıllık ortalamaları ve doğrusal trendleri.

3.3.1.4. Sıcaklıkların Alansal Dağılışı

Palandöken Dağları ile kuzeyinde yer alan Erzurum ve Pasinler depresyonları ve güneyindeki nispeten alçak sahalar arasında sıcaklık dağılışı bakımından farklılıklar mevcuttur. Dağların tek ya da sıra halinde olması, doğrultuları, yükseklikleri, eğim ve bakı özellikleri, bu morfolojik birimlerde sıcaklığın alansal dağılışında değişikliklere neden olmaktadır (Erol, 1999: 90).

Araştırma sahasında sıcaklıkların alansal dağılışını göstermek amacıyla yıllık ortalama, ocak ve temmuz aylarına ait sıcaklık dağılış haritaları hazırlanmıştır. Bu haritalar hazırlanırken Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan meteoroloji istasyonlarına ait sıcaklık verileri kullanılmıştır. Sıcaklıkların araştırma sahası sınırları içerisindeki alansal değişimleri, sahanın orografik özellikleri ön planda tutulmak şartıyla, spline enterpolasyon yöntemi kullanılarak ArcGis 10.2.1 programı aracılığıyla hazırlanmıştır.

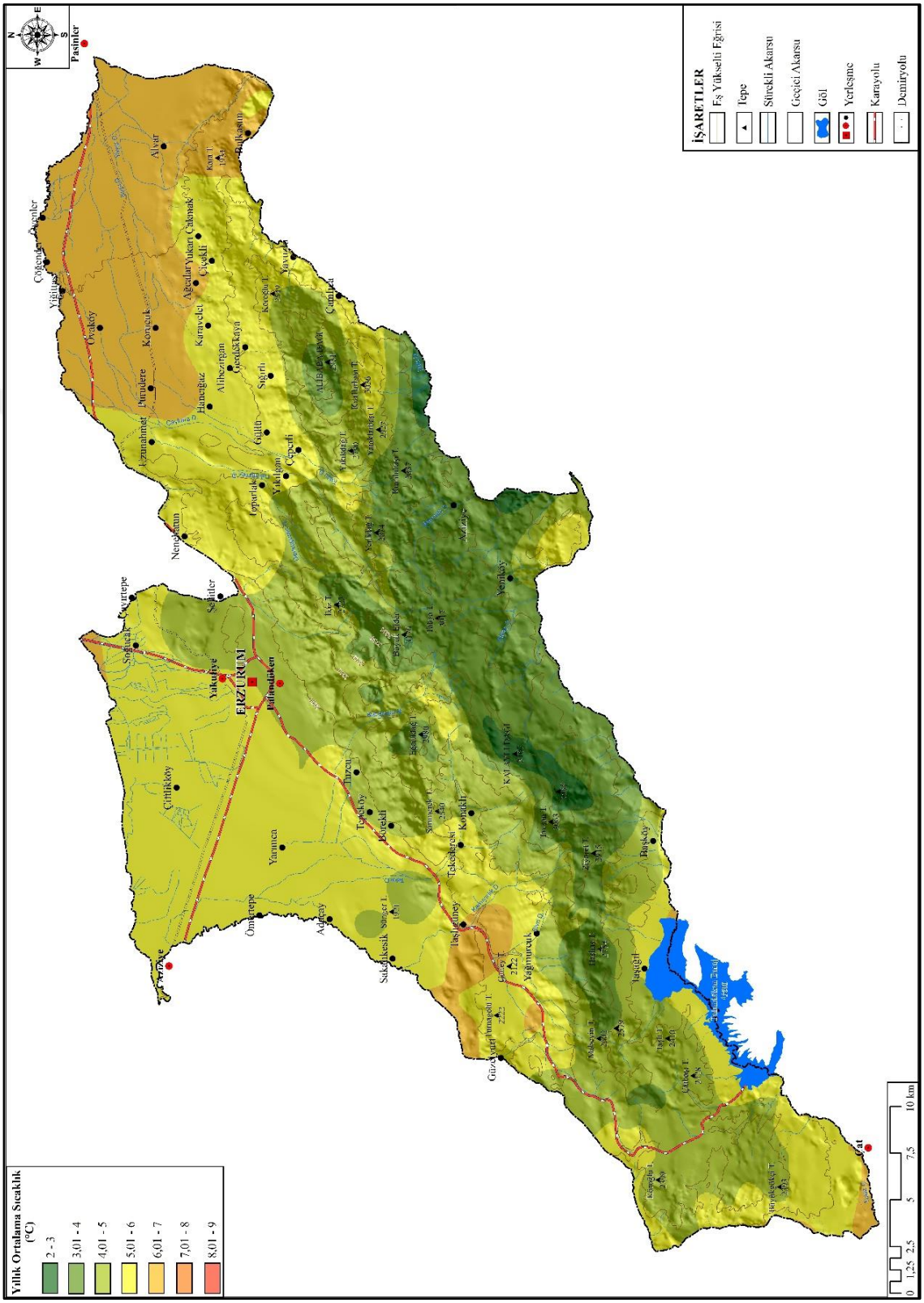
Palandöken Dağları'nda yıllık gerçek sıcaklıkların dağılışını gösteren harita incelendiğinde, 1800-2000 m arasındaki bölümlerinde sıcaklığın 5 ile 6 °C arasında olduğu görülmektedir. Ancak Yağmurcuk ile Güzelyurt ve Taşlıgüney arasında yer alan depresyonda sıcaklıklar 6-7 °C arasındadır. Araştırma sahasının Pasinler Ovası'na doğru alçalan doğu bölümünde sıcaklıklar 5 ile 7 °C arasında dağılmaktadır. Palandöken Dağları'nın 3000 m'yi aşan bölümlerinde sıcaklıklar yükseltinin etkisiyle 2-3 °C'ye düşmektedir (Harita 3.1). Buna göre sahanın zirve kesimiyle kuzeydeki piedmont düzlükleri arasında yıllık ortalama 5 °C'lik bir fark ortaya çıkmaktadır. Palandöken Dağları'nın güneye bakan bölümünde, Başköy ve Çamlıca arasında durum farklıdır. Gerek bu bölümde etek kısmının kuzeye bakan yamaçlar kadar alçalmaması, gerekse güneyde yer alan Karagöl Dağları'nın adeta bir set oluşturması, araştırma sahasının bu kesiminde ortalama sıcaklık değerlerinin düşük seyretmesine neden olmaktadır. Bu sebeple, söz konusu kesim ile zirve arasında yıllık ortalama sıcaklık değerleri arasındaki fark 3 °C'dir.

Palandöken Dağları ve çevresinde yılın en soğuk ayı olan ocakta sıcaklığın dağılışına baktığımızda, temelde bazı özel nedenlerden dolayı dağın sadece kuzeye bakan yamacı için "yükseklik arttıkça sıcaklık düşer" prensibine aykırı bir durum göze çarpmaktadır (Harita 3.2). Nitekim Ocak ayı gerçek sıcaklık dağılış haritası

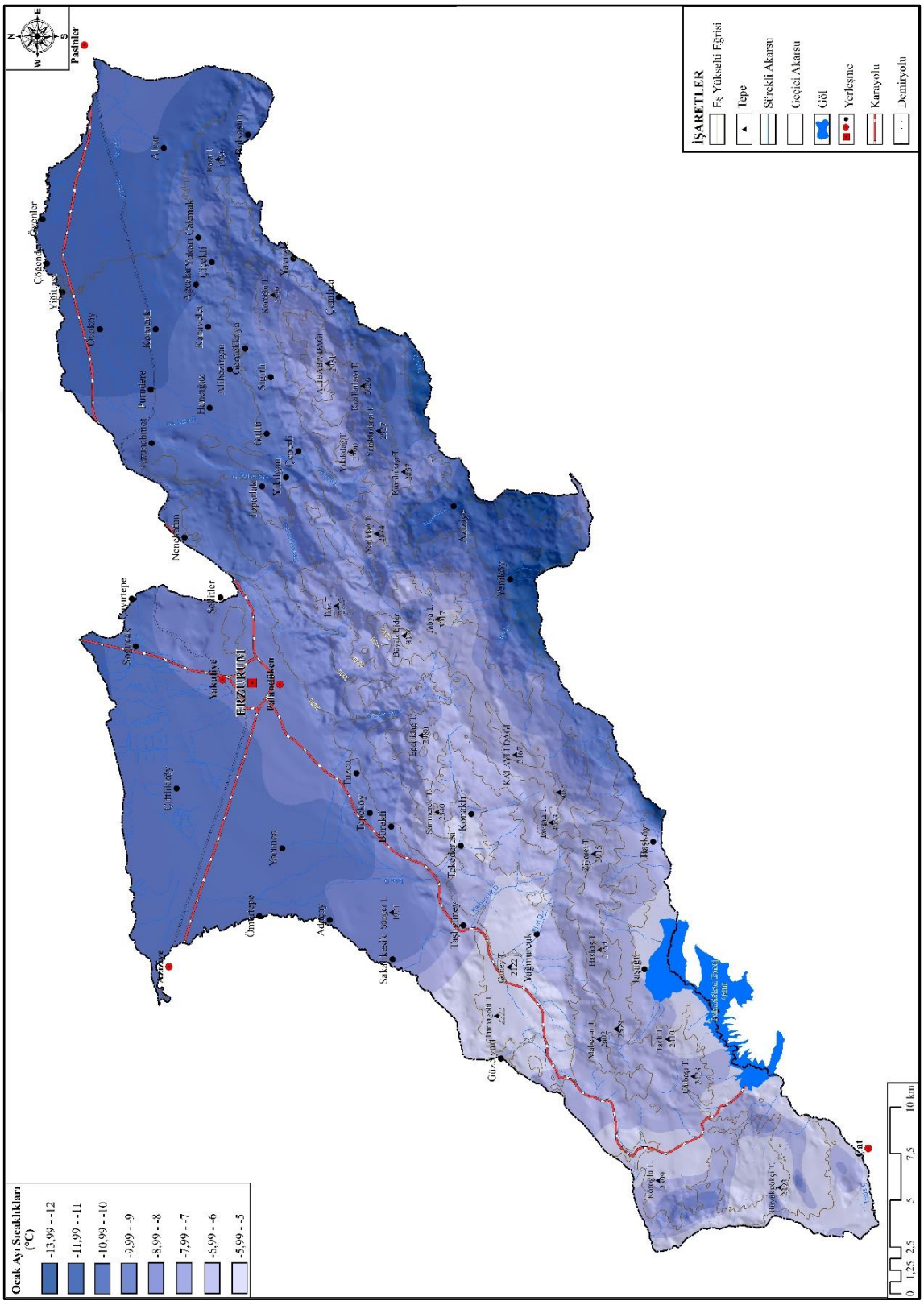
incelendiğinde, Palandöken Dağları'nın zirvesinde {Büyük Ejder Tepe (3176 m)} ocak ayı sıcaklığı yaklaşık -6 °C iken, inceleme alanının Erzurum ve Pasinler depresyonlarına bakan bölümlerinde, kuzey sınırı ile 2000 m izohipsi arasında kalan yerlerde -10 ile -8 °C arasında dağıldığı görülmektedir. Güneyde; Başköy, Yeniköy, Aziziye mahalleleri ile Yataklarbaşı Tepe (2927 m) ve Kızıllarbaşı Tepe'nin (3036 m) güneyinden geçen 2500 m izohipsinin altında ocak ayı sıcaklıklarının -12 ile -10 °C arasında dağıldığı görülmektedir. Ocak ayı sıcaklıklarının Palandöken Dağları'nın yüksek kesimlerinde daha yüksek iken etek kısımlarında daha düşük olması daha önceki başlıklar altında da değinildiği gibi inversiyon olayından kaynaklanmaktadır. Bu durum, Palandöken Dağları'nın eteklerinde bulunan alçak sahalarda ocak ayı sıcaklıklarının düşük olmasını açıklamaktadır.

Sıcaklıkların yaz mevsimindeki dağılışına bakıldığında yıllık ortalama sıcaklıkların dağılışıyla hemen hemen benzer oldukları görülmektedir. Yıllık ortalama sıcaklıklarda olduğu gibi yaz mevsiminde de Palandöken Dağları'nda zirveye gidildikçe sıcaklıkların dengeli seyrettiği yaz mevsiminde yükseltinin etkisi ile sıcaklıklar düşmektedir (Harita 3.3). Araştırma sahasının Erzurum Ovası'na bakan bölümünde 1800-2000 m, Pasinler ovasına bakan bölümünde de 1700-2000 m izohipsleri arasında kalan alanlarda temmuz ayı sıcaklık ortalaması 21-18 °C arasında dağılmaktadır. Sahanın batı bölümüne bakıldığında, yıllık ortalama sıcaklıkların dağılışında olduğu gibi Yağmurcuk ile Güzelyurt ve Taşlıgüney arasında yer alan alçak alanlarda temmuz ayında sıcaklıklar 18-19 °C arasında seyretmektedir. Palandöken Dağları'nın yüksek alanlarını teşkil eden 3000 m yükselti basamağının üzerinde sıcaklık 15 °C civarında seyretmektedir. Araştırma sahasının güney bölümünde Başköy ve Çamlıca arasında kalan sahada, yıllık sıcaklıkların alansal dağılışında da söz edildiği gibi, kuzeye göre yükseklik farkının az olması sebebiyle temmuz sıcaklıklarının dağılışında, büyük farklar yoktur.

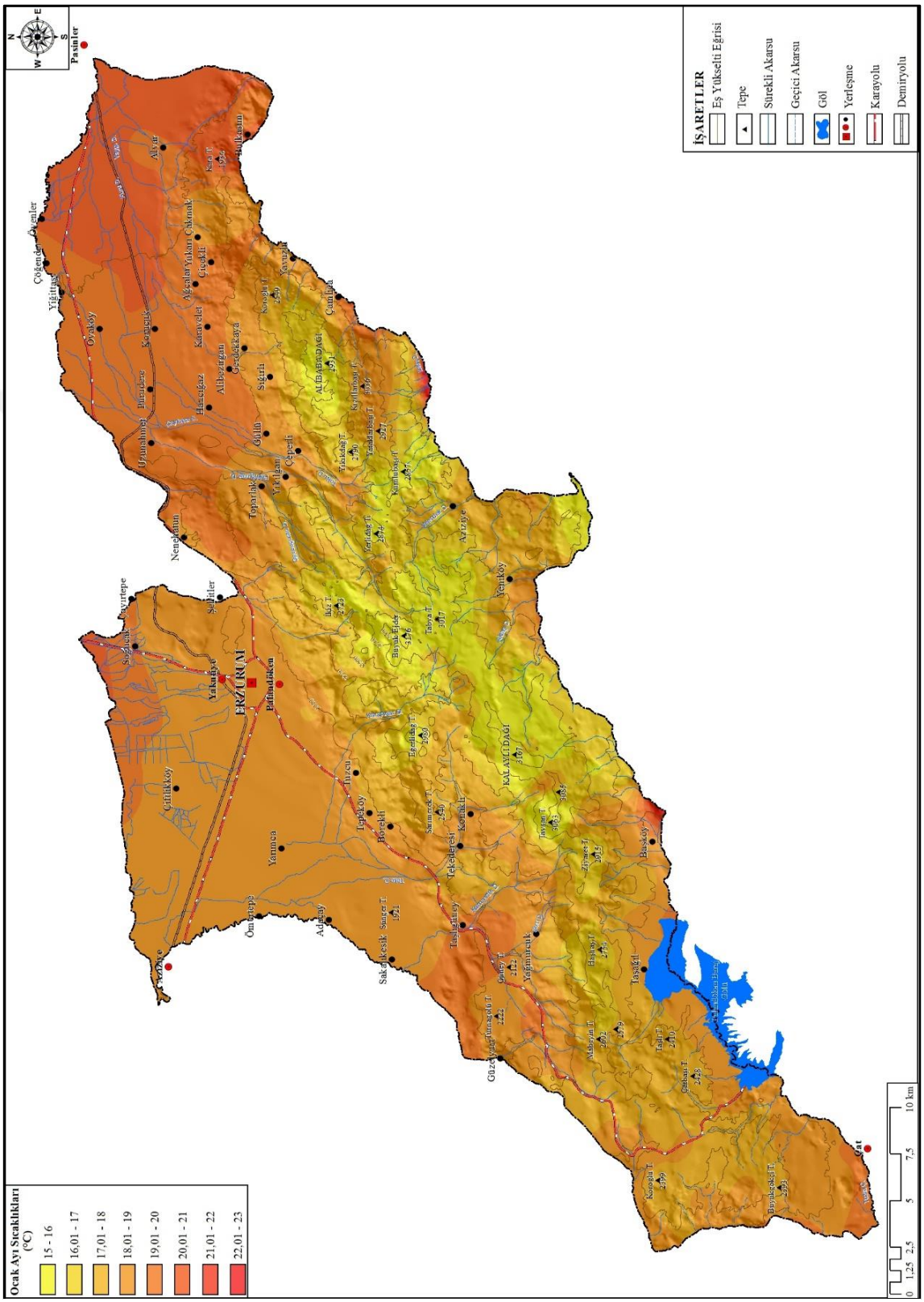
Sıcaklığın alansal dağılışını ortaya koymak amacıyla hazırlanan üç haritada (Harita 3.1, 3.2, 3.3), Palandöken Dağları'nın yüksek bölümlerine göre sıcaklıkların her zaman biraz daha yüksek olduğu alanlar göze çarpmaktadır. Bu sıcak alanlar, söz konusu yüksek sahalardaki korunaklı vadilere karşılık gelmektedir.



Harita 3.1. Palandöken Dağları'nın yıllık gerçek ortalama sıcaklık dağılış haritası.



Harita 3.2. Palandöken Dağları'nın ocak ayı gerçek sıcaklık dağılış haritası.



Harita 3.3. Palandöken Dağları'nın temmuz ayı gerçek sıcaklık dağılış haritası.

3.3.2. Atmosfer Basıncı ve Rüzgârlar

3.3.2.1. Basınç Durumu

Atmosferi meydana getiren gazların yerçekimine bağlı olarak yeryüzünün ya da atmosfer içerisindeki herhangi bir yüzeyin birim alanı üzerine uyguladığı kuvvete *hava basıncı* veya *atmosfer basıncı* denir (Türkeş, 2010: 144). Atmosfer basıncı, sıcaklığa ve yüksekliğe bağlı olarak değişmektedir. Yaz mevsiminde sıcaklığın artmasına bağlı olarak hava ısınmakta ve hacmi genişlemektedir. Hacmi genişleyen havanın yoğunluğu azalacağından, basınç da azalmaktadır. Sonbahar mevsimiyle başlayan soğuma sürecinde havanın da soğumasıyla, yoğunluğu artan havanın basıncı da yükselmektedir. Bununla birlikte deniz seviyesinden yükseklere çıkıldıkça yerçekimi etkisinin giderek azalmasına bağlı olarak atmosfer basıncı düşmektedir.

Araştırma sahasının basınç şartları, sahayı yıl içerisinde etkileyen hava kütleleriyle doğrudan ilişkilidir. Anadolu'da yıl boyunca etkili olan farklı hava kütleleri, sıcaklıklar üzerinde etkili olurken, aynı zamanda basınç değerlerini de etkilemektedir. Ülkemiz ekim ayından itibaren kuzey ve kuzeydoğudan sokulan kontinental polar hava kütlesinin etkisine girmektedir. Bu hava kütlesinin basınç değerleri üzerindeki yükseltici etkisi, sahaya ait ekim ayı basınç değerlerinde görülmektedir (Tablo 3.12). İlkbaharın gelmesiyle birlikte alanı daralmaya başlayan polar hava kütlesinin kuzeye doğru çekilmesi ve güney merkezli tropikal hava kütlesinin, yani Basra alçak basıncının alanını genişletmesiyle havalar ısınmaya başlamakta ve Anadolu'da siklon rejimi etkili olmaktadır.

Araştırma sahasının basınç özelliklerini ortaya koymak amacıyla Erzurum, Horasan ve Tercan meteoroloji istasyonlarının verilerinden yararlanılmıştır. Palandöken Dağı, Pasinler, Gökoğlan ve Çat istasyonlarında basınç değerlerine ait veriler bulunmadığı için bu istasyonlar değerlendirmeye dâhil edilmemiştir. Palandöken Dağları ve çevresinde, yükseltinin basınç üzerindeki etkisine bağlı olarak, yıl boyunca basınçlar 1013 mb'ın altındandır. Erzurum, Horasan ve Tercan'da ortalama basıncın yıllık seyri benzerdir. Ağustos ayından itibaren yükselmeye başlayan ortalama basınç değerleri, Erzurum ve Horasan'da ekim ayında, Tercan'da ise kasım ayında maksimum değerlerine ulaşmaktadır (Erzurum: 820,1 mb, Horasan: 847,6 mb, Tercan: 859,9 mb). Yukarıda da söz edildiği gibi bu durum, ekim ayından itibaren kontinental polar hava

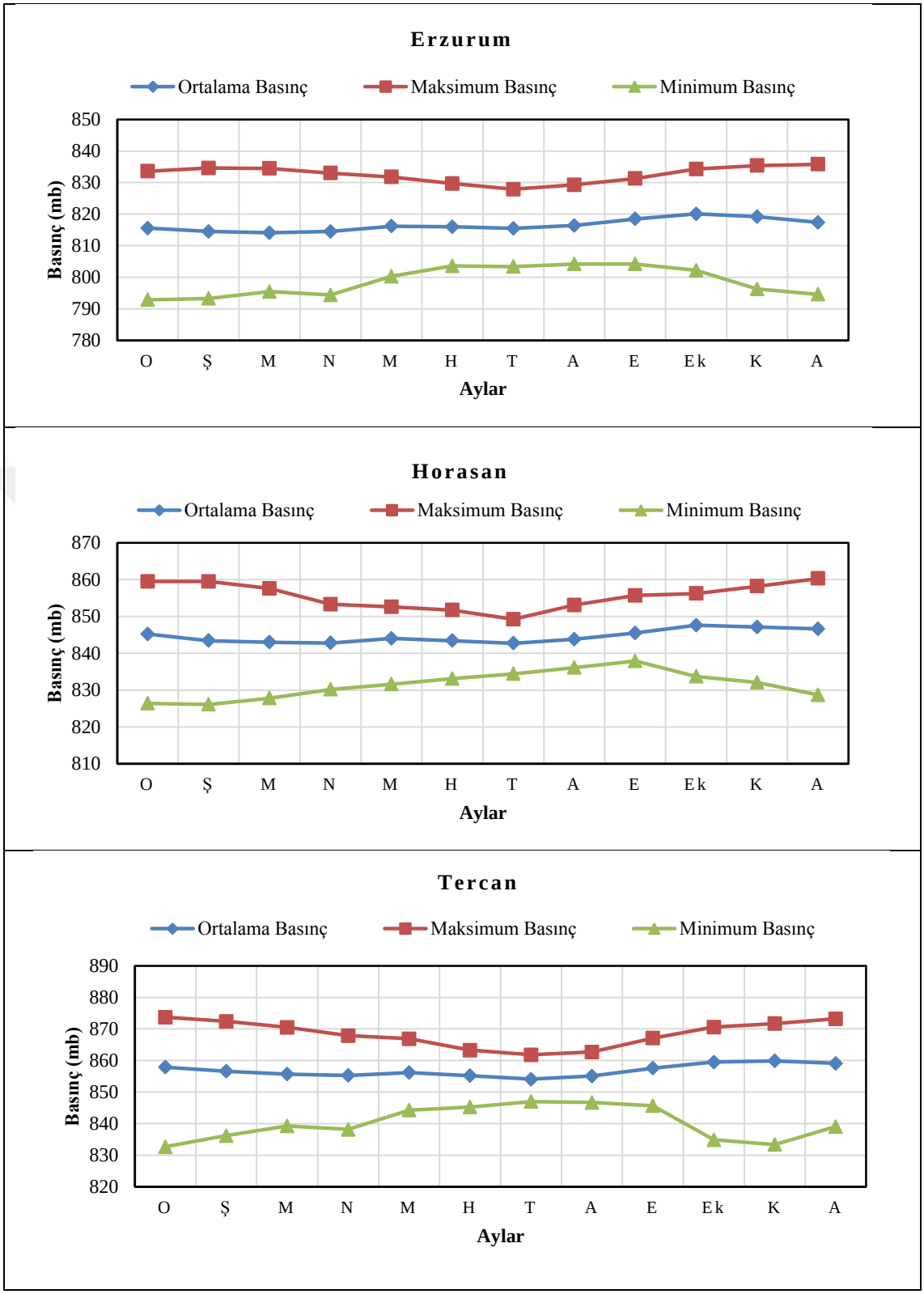
kütlelerinin ve buna bağlı olarak Sibirya antisiklonunun sahada etkili olmasından kaynaklanmaktadır. Erzurum ve Horasan'da ekim ayından itibaren, Tercan'da ise kasım ayından itibaren basınç değerleri düşme eğilimine girmekte ve temmuz ayında en düşük değerlerine ulaşmaktadır (Erzurum: 815,5 mb, Horasan: 842,7 mb, Tercan: 854,1 mb).

İnceleme alanındaki basınç genliği mevsimlere göre değişim göstermektedir. Yıl içerisinde basınç genliğinin en yüksek olduğu mevsim kıştır (Şekil 3.13). Bu dönemde gerçekleşen cephe geçişleri, basınç genliğinin artmasına neden olmaktadır. İlkbahar mevsimiyle birlikte azalma eğilimine giren basınç genliği, cephe geçişlerinin olmaması sebebiyle yaz mevsiminde en düşük değerlerine ulaşmaktadır. Sonbahar mevsiminin gelmesiyle, basınç genliği tekrar artış eğilimine girmektedir. Değerlendirmeye alınan istasyonlardan Erzurum ve Horasan'da basınç genliğinin en yüksek olduğu ay şubat iken (Erzurum: 41,3 mb, Horasan: 33,4 mb), Tercan'da bu ay ocaktır (Tercan: 41,0 mb). Basınç genliğinin en az olduğu ay ise üç istasyonda da temmuzdur (Erzurum: 24,5 mb, Horasan: 14,8 mb, Tercan: 14,8 mb).

Tablo 3.12. Erzurum, Horasan ve Tercan'da ortalama, en yüksek ve en düşük basınç ve genlik değerleri.

İstasyon	Unsur	AYLAR												Yıllık
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	
Erzurum	Ortalama Basınç (mb)	815,6	814,5	814,1	814,5	816,2	816,0	815,5	816,4	818,5	820,1	819,2	817,4	**816,5**
	Maksimum Basınç (mb)	833,6	834,6	834,5	833,0	831,8	829,7	827,9	829,3	831,3	834,3	835,4	835,8	**838,8**
	Minimum Basınç (mb)	792,9	793,3	795,5	794,4	800,3	803,6	803,4	804,2	804,2	802,2	796,3	794,6	**792,9**
	Genlik	40,7	41,3	39,0	38,6	31,5	26,1	24,5	25,1	27,1	32,1	39,1	41,2	**41,3**
Horasan	Ortalama Basınç (mb)	845,2	843,4	843,0	842,8	844,0	843,4	842,7	843,8	845,5	847,6	847,1	846,6	**844,6**
	Maksimum Basınç (mb)	859,5	859,5	857,6	853,3	852,6	851,7	849,2	853,1	855,7	856,2	858,2	860,3	**860,3**
	Minimum Basınç (mb)	826,4	826,1	827,8	830,2	831,6	833,1	834,4	836,1	837,9	833,7	832,1	828,7	**826,1**
	Genlik	33,1	33,4	29,8	23,1	21,0	18,6	14,8	17,0	17,8	22,5	26,1	31,6	**33,4**
Tercan	Ortalama Basınç (mb)	857,9	856,6	855,7	855,3	856,2	855,2	854,1	855,1	857,6	859,5	859,9	859,1	**856,9**
	Maksimum Basınç (mb)	873,7	872,4	870,5	867,9	866,9	863,3	861,8	862,7	867,1	870,6	871,7	873,2	**873,7**
	Minimum Basınç (mb)	832,7	836,2	839,3	838,2	844,3	845,3	847,0	846,7	845,7	834,9	833,4	839,1	**832,7**
	Genlik	41,0	36,2	31,2	29,7	22,6	18,0	14,8	16	21,4	35,7	38,3	34,1	**41,0**

Kaynak: MGM verilerinden.



Şekil 3.13. Erzurum, Horasan ve Tercan'da ortalama, maksimum ve minimum basınç değerlerinin aylara göre seyri.

3.3.2.2. Rüzgârlar

Rüzgâr, atmosfer basıncının yatay dağılışındaki farklardan kaynaklanan basınç gradyan kuvvetine bağlı olarak gelişen, atmosferin yatay doğrultudaki hareketidir (Erol, 1999: 123; Türkeş, 2010: 176). Yeryüzünde çeşitli nedenlerle oluşan basınç farkları, rüzgârlarla dengelenmektedir.

Palandöken Dağları'nın rüzgâr rejimi; Erzurum, Pasinler, Horasan, Çat ve Tercan meteoroloji istasyonlarına ait rüzgâr verileri kullanılarak 8 yön üzerinden mevsimlere göre değerlendirilmiştir. Saha sınırları içerisinde yer alan istasyonlarda rüzgârın esme sayısı ve sektörüne bakıldığında Erzurum'da GB (güneybatı), Pasinler ve Çat'ta B'dan (batı) esen rüzgârlar hâkimdir (Tablo 3.13).

Tablo 3.13. Erzurum, Pasinler, Horasan, Çat ve Tercan'da çeşitli yönlerden esen rüzgârların esme sayıları ve frekansları.

Meteoroloji İstasyonları	Rüzgâr Yönleri	İlkbahar	%	Yaz	%	Sonbahar	%	Kış	%	Toplam	%
Erzurum	**N**	4533	8,6	5276	10,3	3857	7,3	13733	22,1	**27399**	**12,5**
	NE	5258	9,9	10923	21,3	5010	9,5	4957	8,0	**26148**	**11,9**
	E	5734	10,8	11553	22,5	7790	14,8	7863	12,7	**32940**	**15,0**
	SE	4930	9,3	3950	7,7	7667	14,6	6940	11,2	**23487**	**10,7**
	S	7352	13,9	5771	11,2	7604	14,5	5339	8,6	**26066**	**11,9**
	SW	11118	21,0	4159	8,1	9195	17,5	9443	15,2	**33915**	**15,5**
	W	9052	17,1	5845	11,4	7862	15,0	8483	13,7	**31242**	**14,3**
	NW	4896	9,3	3899	7,6	3517	6,7	5386	8,7	**17698**	**8,1**
	Toplam	**52873**	**100,0**	**51376**	**100,0**	**52502**	**100,0**	**62144**	**100,0**	**218895**	**100,0**
Pasinler	**N**	6192	10,4	9616	16,4	6608	11,6	5672	9,5	**28088**	**12,0**
	NE	4248	7,1	7256	12,4	4656	8,2	4632	7,7	**20792**	**8,8**
	E	6896	11,6	7568	12,9	5144	9,0	6792	11,4	**26400**	**11,2**
	SE	5152	8,6	4920	8,4	5208	9,1	5432	9,1	**20712**	**8,8**
	S	6912	11,6	7056	12,1	6424	11,3	7984	13,3	**28376**	**12,1**
	SW	8264	13,9	5520	9,4	6320	11,1	6216	10,4	**26320**	**11,2**
	W	13880	23,3	9184	15,7	14144	24,8	16432	27,5	**53640**	**22,8**
	NW	8056	13,5	7408	12,7	8536	15,0	6680	11,2	**30680**	**13,1**
	Toplam	**59600**	**100,0**	**58528**	**100,0**	**57040**	**100,0**	**59840**	**100,0**	**235008**	**100,0**
Horasan	**N**	6171	10,7	8855	15,3	5985	10,9	5073	9,8	**26084**	**11,8**
	NE	7038	12,2	11042	19,1	7510	13,7	5509	10,7	**31099**	**14,0**
	E	6410	11,1	8062	13,9	5759	10,5	6154	11,9	**26385**	**11,9**
	SE	4422	7,7	5217	9,0	5105	9,3	5048	9,8	**19792**	**8,9**
	S	7987	13,9	6033	10,4	6173	11,3	8129	15,7	**28322**	**12,8**
	SW	11872	20,6	8903	15,4	10462	19,1	10593	20,5	**41830**	**18,9**
	W	9373	16,3	5541	9,6	9530	17,4	7719	14,9	**32163**	**14,5**
	NW	4291	7,5	4281	7,4	4213	7,7	3430	6,6	**16215**	**7,3**
	Toplam	**57564**	**100,0**	**57934**	**100,0**	**54737**	**100,0**	**51655**	**100,0**	**221890**	**100,0**
Çat	**N**	1136	11,8	792	9,1	880	10,1	768	9,8	**3576**	**10,3**
	NE	976	10,2	984	11,3	832	9,6	640	8,2	**3432**	**9,9**
	E	1112	11,6	920	10,6	832	9,6	640	8,2	**3504**	**10,1**
	SE	1680	17,5	816	9,4	1248	14,3	1552	19,8	**5296**	**15,2**
	S	1112	11,6	1016	11,7	1280	14,7	1024	13,1	**4432**	**12,7**
	SW	952	9,9	1104	12,7	960	11,0	1184	15,1	**4200**	**12,1**
	W	1840	19,2	1976	22,8	1880	21,6	1528	19,5	**7224**	**20,8**
	NW	784	8,2	1072	12,4	792	9,1	488	6,2	**3136**	**9,0**
	Toplam	**9592**	**100,0**	**8680**	**100,0**	**8704**	**100,0**	**7824**	**100,0**	**34800**	**100,0**
Tercan	**N**	4520	7,3	5604	8,7	6567	11,0	4044	6,7	**20735**	**8,4**
	NE	3635	5,9	3913	6,1	3675	6,1	3377	5,6	**14600**	**5,9**
	E	8177	13,2	5482	8,5	5046	8,4	7000	11,6	**25705**	**10,4**
	SE	10111	16,3	5746	8,9	5344	8,9	10533	17,5	**31734**	**12,9**
	S	7502	12,1	5223	8,1	5479	9,2	8069	13,4	**26273**	**10,7**
	SW	10908	17,6	14274	22,1	12889	21,5	9759	16,2	**47830**	**19,4**
	W	9305	15,0	13655	21,2	10630	17,8	9316	15,5	**42906**	**17,4**
	NW	7909	12,7	10603	16,4	10197	17,0	7988	13,3	**36697**	**14,9**
	Toplam	**62067**	**100,0**	**64500**	**100,0**	**59827**	**100,0**	**60086**	**100,0**	**246480**	**100,0**

Kaynak: MGM verilerinden.

Saha sınırları dışında kalan Horasan ve Tercan'da hâkim rüzgâr yönü GB'dır. Palandöken Dağları'nın kuzeye dönük eteklerinde yer alan Erzurum ve Pasinler ile GB'sındaki Çat'ta egemen rüzgâr yönlerinde, sahanın topografik özelliklerinin etkileri görülmektedir. Erzurum depresyonunun KD-GB doğrultusunda olması ve rüzgârın depresyona kanalize olması nedeniyle Erzurum'da hâkim rüzgâr yönü GB'dır. Pasinler depresyonunun D-B doğrultusunda uzanması sebebiyle burada hâkim rüzgâr yönü KB ve Çat'ta, rüzgârın D-B doğrultusunda uzanan Tuzla Çayı vadisine kanalize olması sebebiyle hâkim rüzgâr yönü B'dır.

Erzurum, Pasinler, Horasan, Çat ve Tercan meteoroloji istasyonlarına ait kayıtlar incelendiğinde farklı yönlerden esen rüzgârların toplam esme sayıları Erzurum'da 218.895, Pasinler'de 235.008, Horasan'da 221.890, Çat'ta 34.800 ve Tercan'da 246.480'dir.

Araştırma sahasında yıllık ve mevsimlere göre hâkim rüzgâr yönlerini ve frekanslarını belirlemek amacıyla Rubinstein formülünden (Ardel ve diğ., 1969: 145) yararlanılmıştır. Rubinstein formülüne göre belirlenen egemen rüzgâr yönü ve frekansları incelendiğinde, değerlendirmeye alınan istasyonlar arasında farklılıkların olduğu görülmektedir. Söz konusu bu farklılıklar, sahanın topografik özelliklerinin yanında mevsimlere göre değişkenlik gösteren basınç merkezleri ve farklı ısınma şartlarından kaynaklanmaktadır.

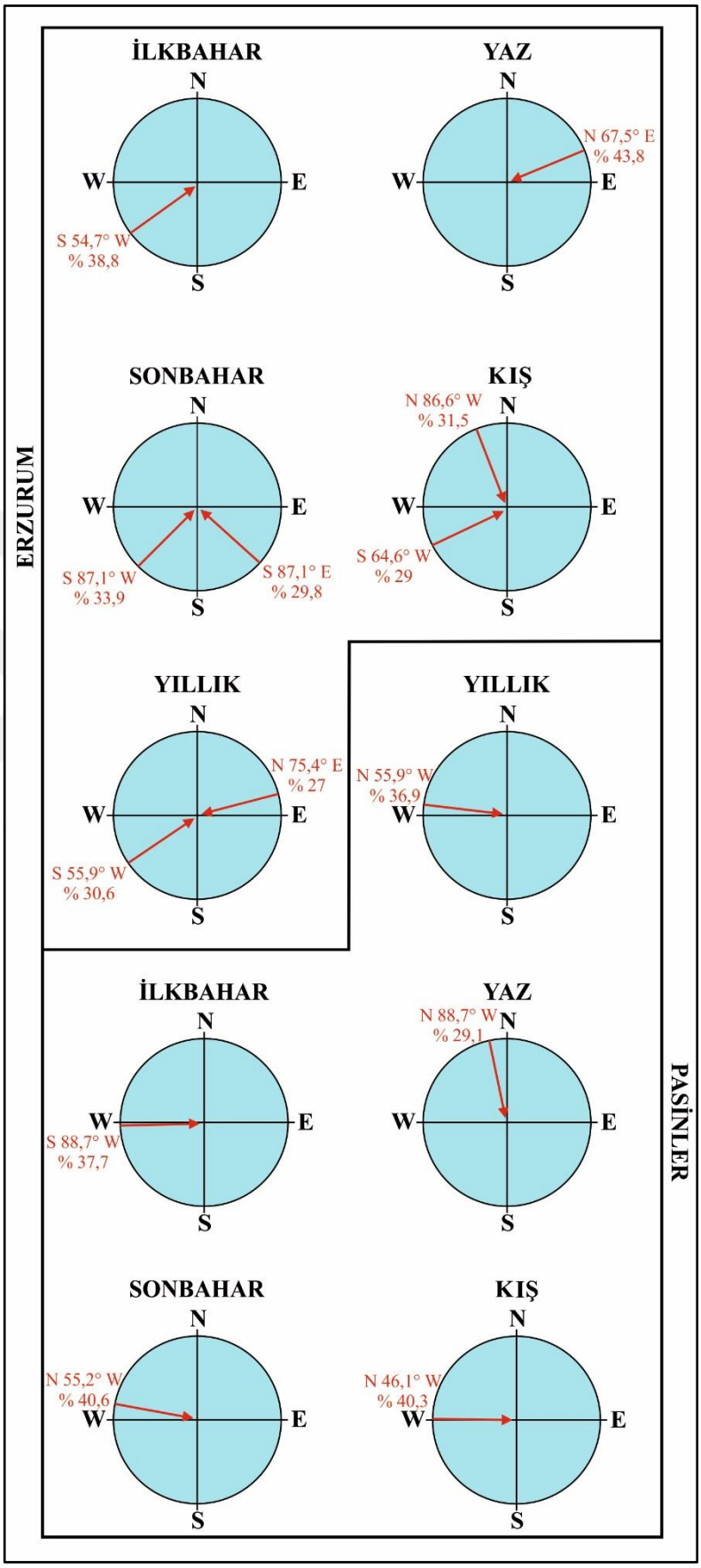
Hâkim rüzgâr yönlerinin ve frekanslarının yıllık durumları incelendiğinde Erzurum'da farklı yönden esen iki hâkim rüzgâr olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda Erzurum'da yıl boyunca G 55,9° B (Frekans: % 30,6) ve K 75,4° D doğrultusunda (Frekans: % 27) esen iki rüzgârın etkin olduğu görülmektedir. Horasan ve Çat'ta da rüzgârların yıllık durumları dikkate alındığında iki hâkim rüzgâr doğrultusu olduğu belirlenmiştir. Buna göre Horasan'da G 51° B (Frekans: % 34,5) ve K 46,2° D (Frekans: % 26,69); Çat'ta G 77,6° B (Frekans: % 33,1) ve G 65,6° D (Frekans: % 27,9) doğrultularından esen rüzgârlar, yıllık olarak baskındır. Pasinler'de K 55,9° B (Frekans: % 36,9), Tercan'da ise G 72° B (Frekans: % 36,9) doğrultulu rüzgârlar yıllık olarak egemendir (Tablo 3.14).

Egemen rüzgâr yönlerinin mevsimlere göre dağılışına bakıldığında ilkbaharda rüzgârların Erzurum'da % 38,8'i G 54,7° B, Pasinler'de % 37,7'si G 88,7° B,

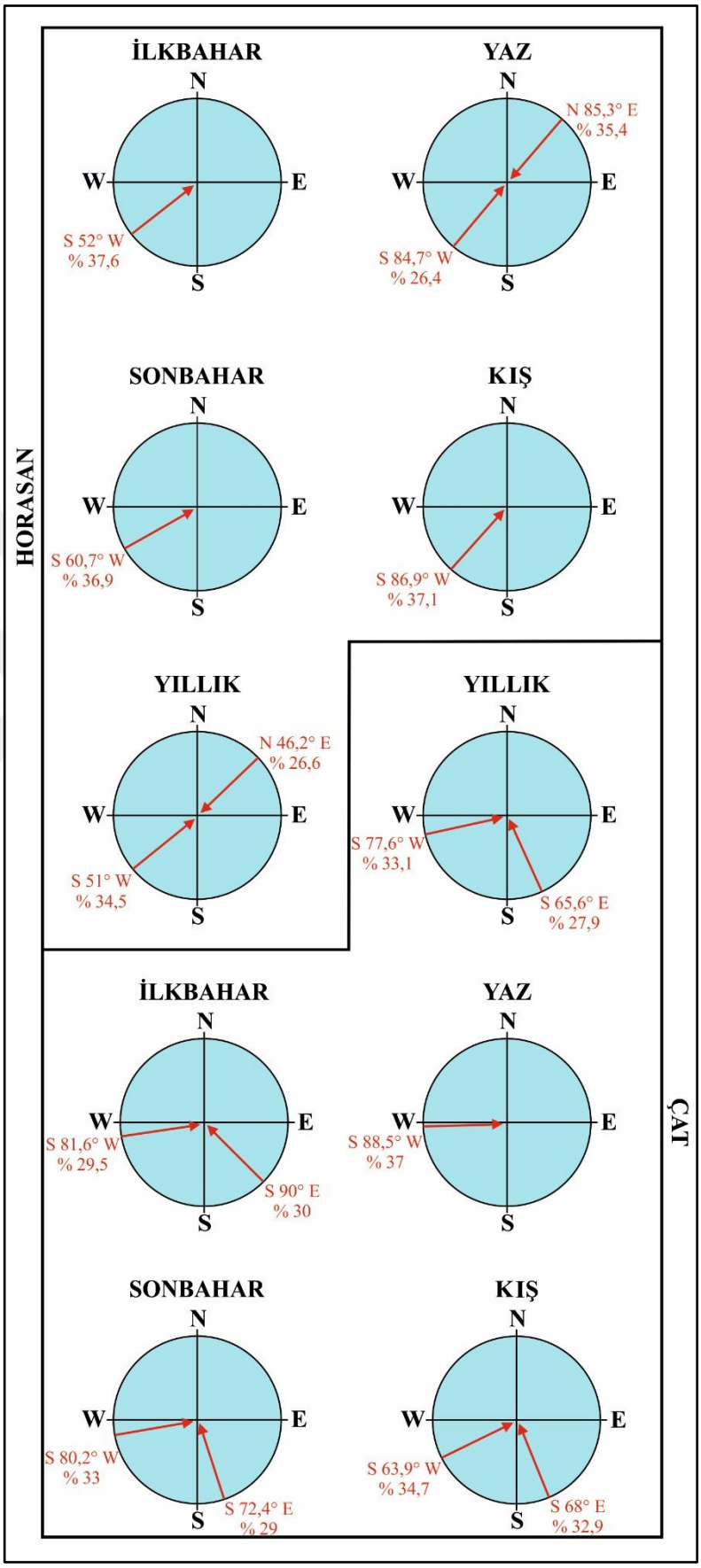
Horasan'da % 37,6'sı G 52,0° B, Çat'ta %30' G 90,0° D ve % 29,5'i G 81,6° B, Tercan'da da %32,6'sı G 61,9° B ve % 30,4'ü G 85,8° D doğrultularından esmektedir. Yaz mevsiminde rüzgârların Erzurum'da % 43,8'i K 67,5° D, Pasinler'de % 29,1'i K 88,7° B, Horasan'da % 35,4'ü K 85,3° D ve % 26,4'ü G 84,7° B, Çat'ta %37'si G 88,5° B, Tercan'da da % 43,8'i G 76,4° B doğrultularından esmektedir. Sonbaharda rüzgârların hâkim doğrultusu Erzurum'da % 33,9 ile G 87,1° B ve % 29,8'lik frekans ile G 87,1° D, Pasinler'de % 40,6 ile K 55,2° B, Horasan'da % 36,9 ile G 60,7° B, Çat'ta % 33 ile G 80,2° B ve % 29 ile G 72,4° D ve Tercan'da % 39,6'lık frekansla G 74,6° B'dır. Son olarak hâkim rüzgâr yönü ve frekanslarının kış mevsimindeki durumu incelendiğinde, Erzurum'da % 31,5 ile K 86,6° B ve % 29 ile G 64,6° B, Pasinler'de % 40,3 ile K 46,1° B, Horasan'da % 37,1 ile G 86,9° B, Çat'ta %34,7 ile G 63,9° B ve % 32,9'luk frekans ile G 68,0° D, Tercan'da %31,7 ile G 63,6° B ve % 30,9 ile G 71,1° D doğrultulu rüzgârların egemen olduğu görülmektedir (Şekil 3.14, 3.15 ve 3.16).

Tablo 3.14. Erzurum, Pasinler, Horasan, Çat ve Tercan'da Rubinstein formülüne göre mevsimlik ve yıllık hâkim rüzgâr doğrultuları ve frekansları.

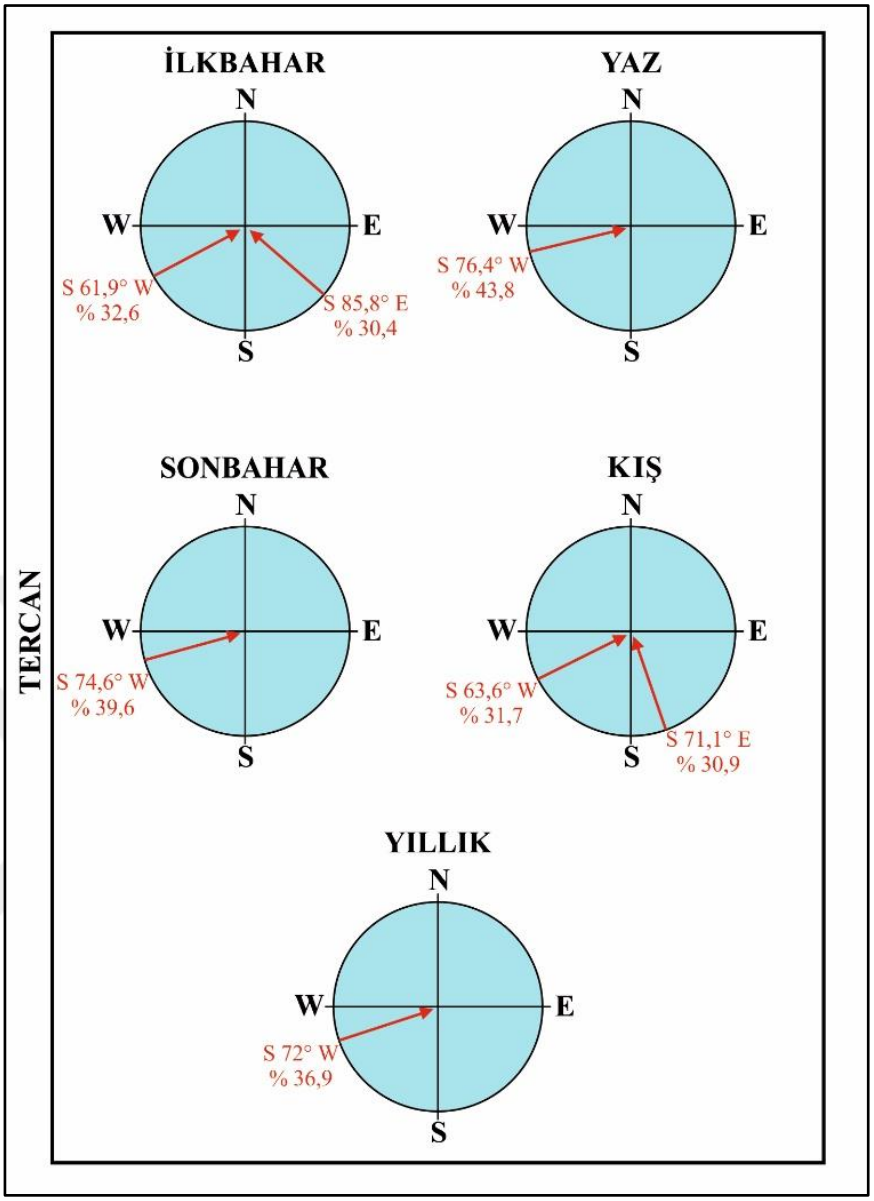
Meteoroloji İstasyonu	Mevsimler	Hâkim Rüzgâr Doğrultusu	Frekans (%)
Erzurum	İlkbahar	G 54,7° B	38,8
	Yaz	K 67,5° D	43,8
	Sonbahar	G 87,1° B	33,9
		G 87,1° D	29,8
	Kış	K 86,6° B	31,5
		G 64,6° B	29,0
	Yıllık	G 55,9° B	30,6
		K 75,4° D	27,0
Pasinler	İlkbahar	G 88,7° B	37,7
	Yaz	K 88,7° B	29,1
	Sonbahar	K 55,2° B	40,6
	Kış	K 46,1° B	40,3
	Yıllık	K 55,9° B	36,9
Horasan	İlkbahar	G 52,0° B	37,6
	Yaz	K 85,3° D	35,4
		G 84,7° B	26,4
	Sonbahar	G 60,7° B	36,9
	Kış	G 86,9° B	37,1
	Yıllık	G 51,0° B	34,5
		K 46,2° B	26,6
Çat	İlkbahar	G 90,0° D	30,0
		G 81,6° B	29,5
	Yaz	G 88,5° B	37,0
	Sonbahar	G 80,2° B	33,0
		G 72,4° D	29,0
	Kış	G 63,9° B	34,7
		G 68,0° D	32,9
	Yıllık	G 77,6° B	33,1
		G 65,6° D	27,9
Tercan	İlkbahar	G 61,9° B	32,6
		G 85,8° D	30,4
	Yaz	G 76,4° B	43,8
	Sonbahar	G 74,6° B	39,6
	Kış	G 63,6° B	31,7
		G 71,1° D	30,9
	Yıllık	G 72,0° B	36,9



Şekil 3.14. Rubinstein formülüne göre Erzurum ve Pasinler'in hâkim rüzgâr doğrultuları ve % frekansları.



Şekil 3.15. Rubinstein formülüne göre Horasan ve Çat'ta hâkim rüzgâr doğrultuları ve % frekansları.



Şekil 3.16. Rubinstein formülüne göre Tercan'da hâkim rüzgâr doğrultuları ve % frekansları.

Araştırma sahasında yıllık ve mevsimlere göre rüzgârların esme sayıları ve yönlerini göstermek amacıyla gül diyagramları oluşturulmuştur (Şekil 3.17, 3.18, 3.19, 3.20, 3.21). Nitekim mevsimlere göre değişkenlik gösteren rüzgârların büyük bir bölümü Erzurum'da D, B ve GB'dan; Pasinler'de B'dan, Horasan'da GB'dan, Çat'ta B'dan ve Tercan'da B ve GB'dan esmektedir.

Rüzgâr verilerine göre araştırma sahası ve çevresinde ortalama rüzgâr hızları Erzurum ve Pasinler'de 2,8 m/sn, Horasan'da 1,8 m/sn, Çat'ta 3,2 m/sn ve Tercan'da

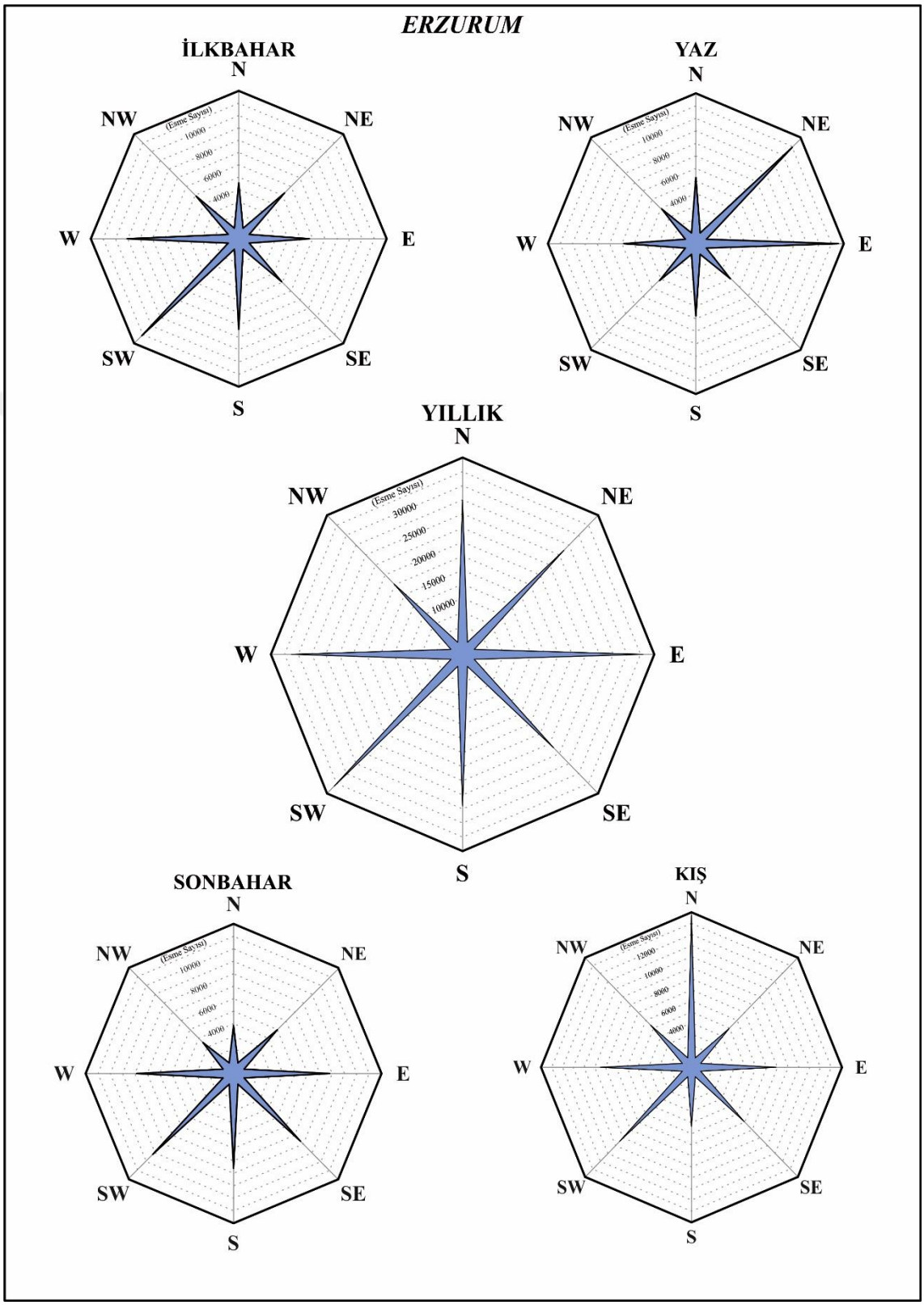
1,6 m/sn'dir. Ortalama rüzgâr hızları Beaufort Ölçeği[11]'ne göre değerlendirildiğinde, rüzgârların çok şiddetli olmadığı görülmektedir. Ortalamalar rüzgârlar esinti, hafif meltem ve meltem özelliklerine sahiptir. Ortalamalar dışında araştırma sahası ve çevresinde ekstrem rüzgâr hızları da söz konusudur. Bu bağlamda en hızlı esen rüzgârın hızı ve yönü Erzurum'da 30,6 m/sn ile GGB (güneygüneybatı), Pasinler'de 19 m/sn ile B, Horasan'da 28,9 m/sn ile BKB (batıkuzeybatı), Çat'ta 15,5 m/sn ile GD ve Tercan'da 26,4 m/ sn ile G yönlerinden ölçülmüştür. Rüzgârlara ait maksimum hızların yönleri, tüm istasyonlarda hâkim rüzgâr yönleriyle uyumludur. En hızlı rüzgâr hızları Beaufort Ölçeği'ne göre değerlendirildiğinde Erzurum ve Horasan'da kaydedilen en yüksek hız, *çok şiddetli fırtına,* Tercan'daki *tam fırtına* Pasinler ve Çat'ta kaydedilen en yüksek hızlar ise *fırtınamsı rüzgâr* sınıflarına girmektedir.

Tablo 3.15. Erzurum, Pasinler, Horasan, Çat ve Tercan'da ortalama rüzgâr hızları, en hızlı esen rüzgârların hızı ve en hızlı esen rüzgârların yönlerinin aylık seyri.

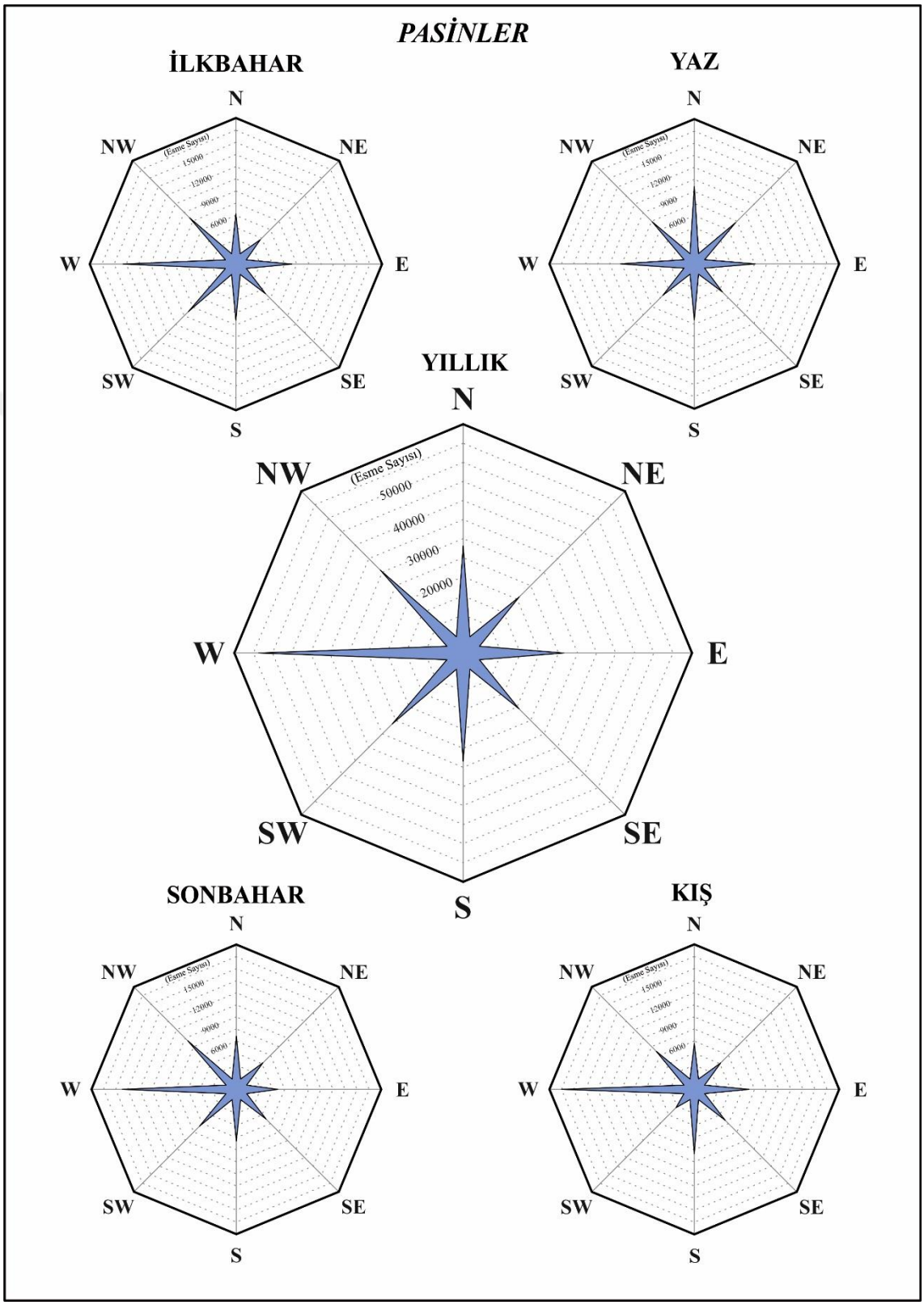
Meteoroloji İstasyonları	Meteorolojik Unsur	AYLAR												Yıllık
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	
Erzurum	**Ortalama Rüzgâr Hızı (m/sn)**	2,1	2,3	2,7	3,4	3,3	3,0	3,3	3,1	2,8	2,6	2,4	2,2	**2,8**
	En Hızlı Esen Rüzgârın Hızı (m/sn)	24,5	27,9	27,2	30,6	30,1	29,8	26,6	24,7	26,0	25,8	25,0	24,0	**30,6**
	En Hızlı Esen Rüzgârın Yönü	S	ENE	S	SSW	W	SSW	N	W	S	W	WSW	SSE	**SSW**
Pasinler	**Ortalama Rüzgâr Hızı (m/sn)**	3,1	3,2	3,1	3,2	2,7	2,8	2,5	2,6	2,7	2,6	2,6	2,9	**2,8**
	En Hızlı Esen Rüzgârın Hızı (m/sn)	15,5	9,4	15,5	9,4	15,5	15,5	15,5	19,0	15,5	12,3	9,4	12,3	**19,0**
	En Hızlı Esen Rüzgârın Yönü	W	N	W	SW	W	W	NE	W	W	W	NE	NW	**W**
Horasan	**Ortalama Rüzgâr Hızı (m/sn)**	1,3	1,4	1,9	2,3	2,1	2,0	2,2	2,2	1,9	1,6	1,4	1,2	**1,8**
	En Hızlı Esen Rüzgârın Hızı (m/sn)	19,0	22,6	21,0	20,2	23,8	20,5	28,9	19,0	22,6	21,2	21,4	17,7	**28,9**
	En Hızlı Esen Rüzgârın Yönü	W	W	WSW	SSW	SW	WNW	WNW	SW	SE	SSW	WNW	SSW	**WNW**
Çat	**Ortalama Rüzgâr Hızı (m/sn)**	4,2	4,1	3,4	3,4	3,6	3,0	2,7	2,8	2,8	2,6	2,5	2,8	**3,2**
	En Hızlı Esen Rüzgârın Hızı (m/sn)	15,5	12,3	15,5	12,3	15,5	15,5	15,5	12,3	15,5	12,3	12,3	15,5	**15,5**
	En Hızlı Esen Rüzgârın Yönü	SE	SW	NE	SE	SW	SE	SE	NW	NW	NE	NE	SE	**SE**
Tercan	**Ortalama Rüzgâr Hızı (m/sn)**	1,1	1,4	1,8	2,1	2,0	1,8	1,9	1,8	1,6	1,3	1,3	1,3	**1,6**
	En Hızlı Esen Rüzgârın Hızı (m/sn)	22,6	15,3	21,0	23,2	22,8	26,4	19,5	22,0	21,9	18,6	15,2	19,0	**26,4**
	En Hızlı Esen Rüzgârın Yönü	NE	NNW	ESE	WNW	WNW	S	W	S	WNW	ENE	S	SW	**S**

Kaynak: MGM verilerinden.

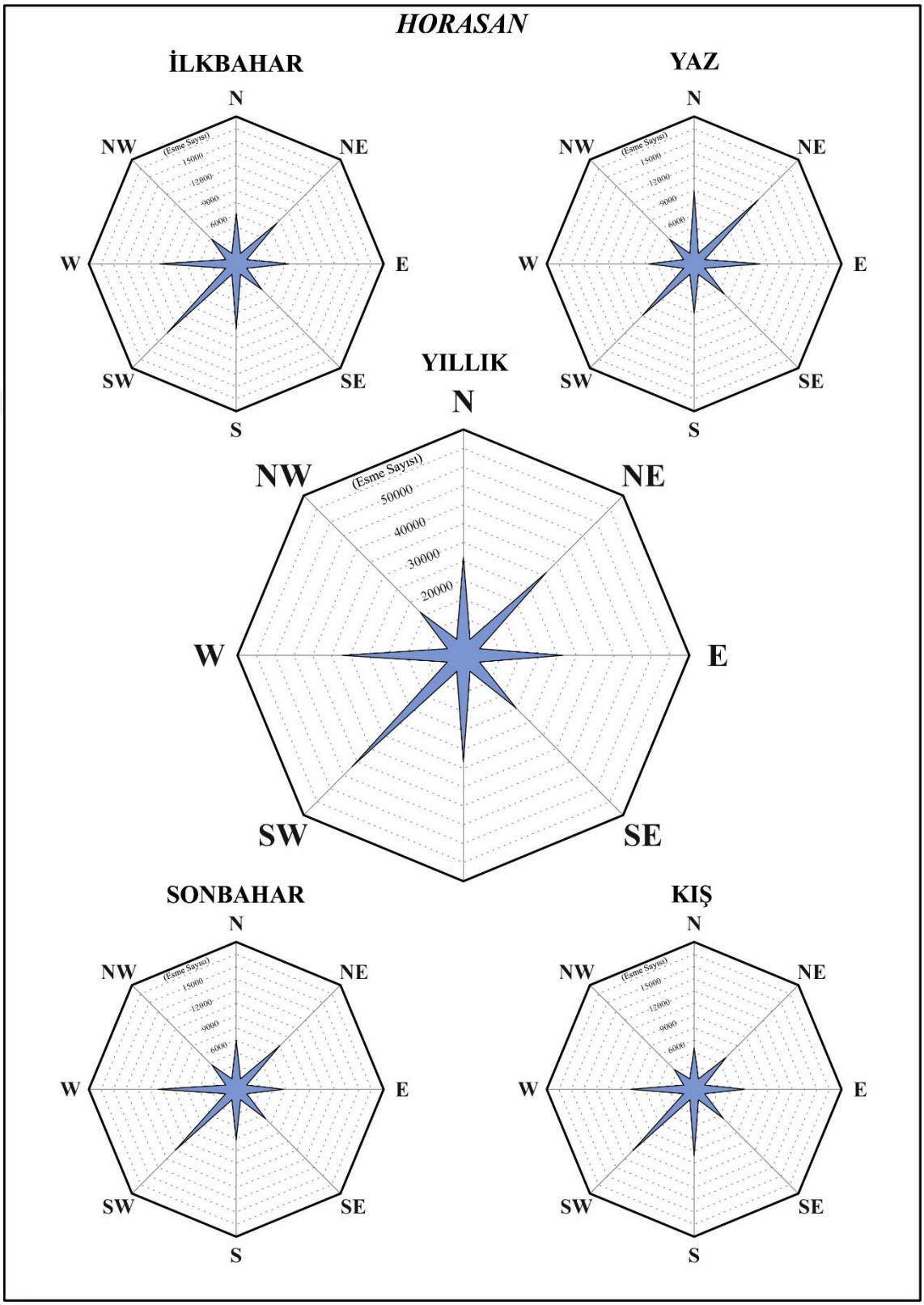
[11] Beaufort (Bofor) Ölçeği, 1905 yılında İngiliz amiral ve hidrografyacı olan Sir Francis Beaufort tarafından geliştirilmiştir. O dönemde denizcilerin nesnel olarak kullanabilmesi için 0 ile 12 arasında, rüzgâr hızlarına göre derecelendirme mümkün olmaması nedeniyle, rüzgâr koşullarını nitel olarak sınıflandıran bir ölçek olarak hazırlanmıştır. 1850'den sonra anemometreler aracılığıyla yapılan rüzgâr hızı ölçümleri, ölçek numaralarına göre düzenlenerek denizcilikte kullanımı daha uygun hale getirilmiştir. Bu ölçeğe göre 0-1 derece arası sakin iken (0-0,2 m/sn), 12. derece kasırga (32,7-40,8 m/sn–148+ km/h) olarak belirlenmiştir (Türkeş, 2010: 197-198; http://www.mgm.gov.tr/files/genel/sss/beaufort.pdf).



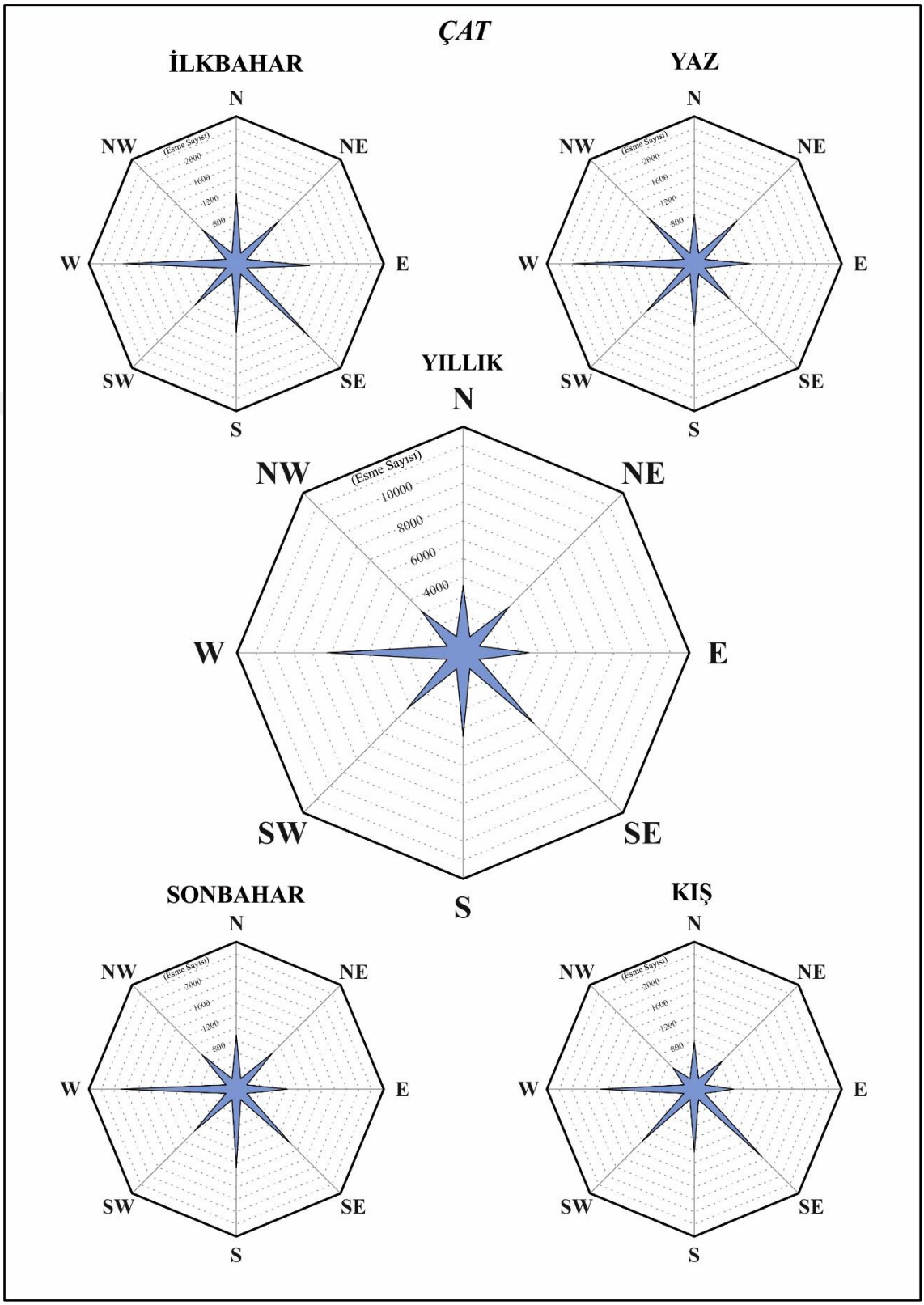
Şekil 3.17. Erzurum'un mevsimlik ve yıllık rüzgâr gül diyagramları.



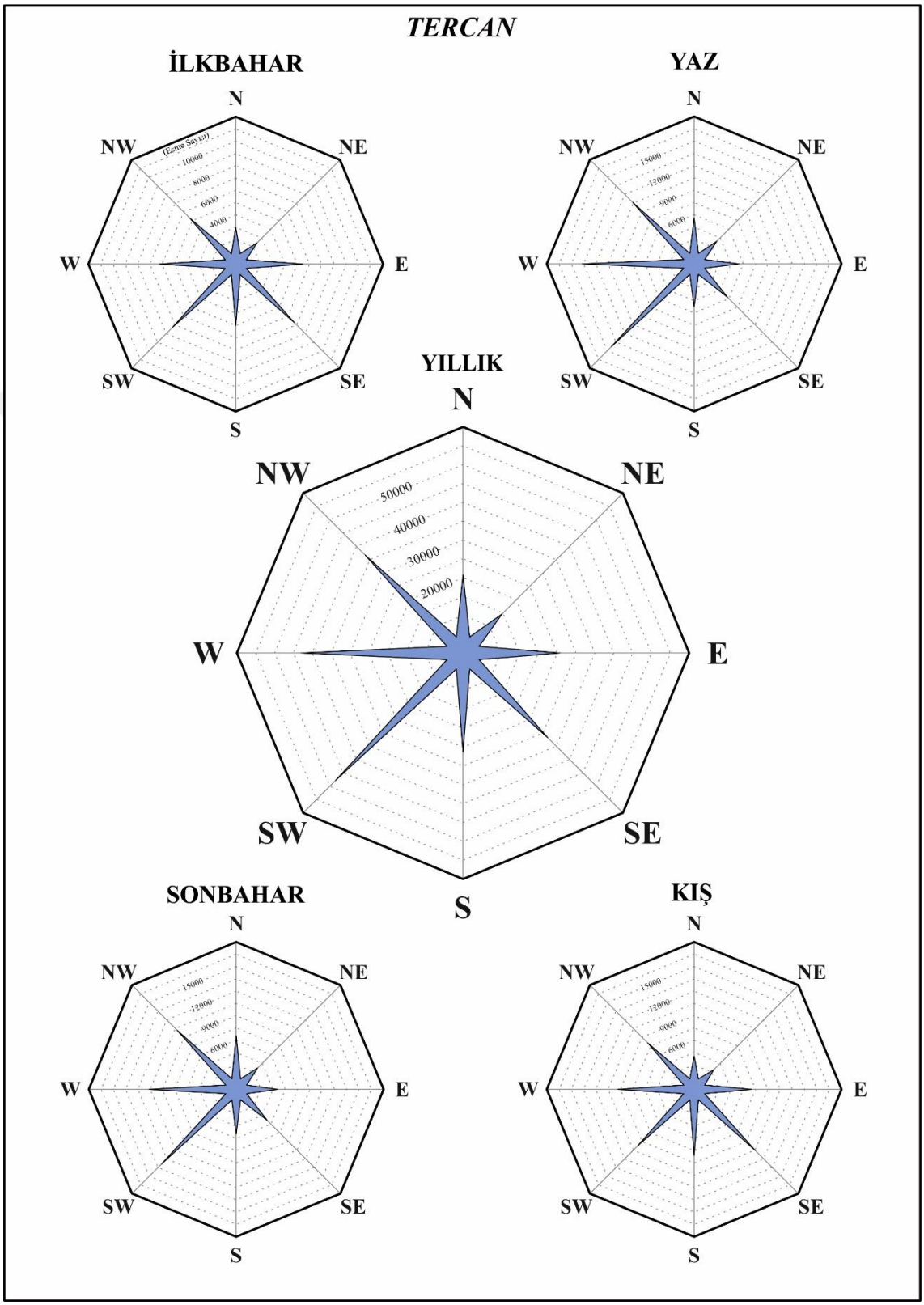
Şekil 3.18. Pasinler'in mevsimlik ve yıllık rüzgâr gül diyagramları.



Şekil 3.19. Horasan'ın mevsimlik ve yıllık rüzgâr gül diyagramları.



Şekil 3.20. Çat'ın mevsimlik ve yıllık rüzgâr gül diyagramları.



Şekil 3.21. Tercan'ın mevsimlik ve yıllık rüzgâr gül diyagramları.

3.3.3. Su Buharı ve Nemlilik

3.3.3.1. Buharlaşma

Atmosferde bulunan su buharı miktarı çok az olmasına rağmen (% 2), iklim ve canlı hayatında büyük öneme sahiptir (Erol, 1999: 202). Herhangi bir yerin iklim özelliklerinin belirlenebilmesi için zamana ve mekâna bağlı olarak değişen buharlaşma miktarının bilinmesi gereklidir. Eğer buharlaşma yağıştan fazla ise kuraklık söz konusudur ve bu durum da yaşamı olumsuz etkilemektedir.

Araştırma sahası ve çevresinde yer alan Palandöken Kayak Merkezi, Pasinler, Horasan, Gökoğlan ve Çat meteoroloji istasyonlarında buharlaşma miktarına ait verilerin bulunmaması nedeniyle, sahanın buharlaşma özelliklerinin belirlenmesinde Erzurum ve Tercan meteoroloji istasyonlarının verilerine başvurulmuştur. Buna göre Erzurum'da yıllık buharlaşma miktarı 967,3 mm, Tercan'da ise yıllık ortalama buharlaşma miktarı 1058,8 mm'dir. Değerlendirmeye alınan iki istasyondan Tercan'da yıllık buharlaşma miktarının Erzurum'a göre fazla olmasının nedeni, bulutluluk, rüzgâr vb. unsurların yanı sıra Tercan'ın rakımının Erzurum'dan daha az olması (1429 m) ve nispeten daha güneyde yer almasıdır.

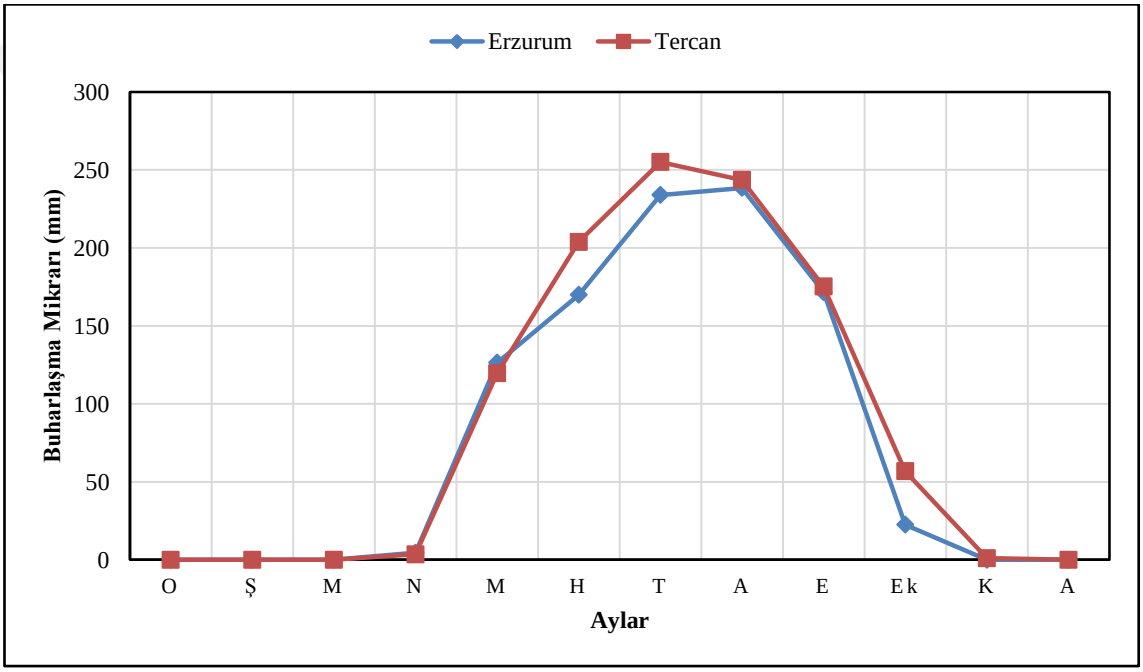
Buharlaşmanın aylara göre seyri incelendiğinde her iki istasyonda da buharlaşma nisan ayından itibaren artmaya başlamaktadır (Tablo 3.16). Erzurum'da nisan ayında yükselmeye başlayan buharlaşma ağustos ayında en yüksek değerine ulaşmaktadır (238,4 mm). Erzurum'da yıllık ortalama sıcaklıkların en yüksek olduğu aylar temmuz ve ağustos ayları olmasına rağmen (19,3 °C) buharlaşma miktarının ağustosta en yüksek değerine ulaşmasının, Erzurum'da kar örtüsünün yerde kalma süresinin uzun olması ve kar örtüsü yerden kalktıktan sonra zeminin daha geç ısınmasıyla ilişkili olması muhtemeldir. Tercan'da ise yıllık sıcaklık ortalaması ile buharlaşma miktarı arasında tutarlılık mevcuttur. Nitekim Tercan'da en sıcak olan Temmuz ayında (22,1 °C) buharlaşma miktarı da maksimum seviyesine ulaşmaktadır (255,1 mm). Erzurum'da yılın beş ayında buharlaşma kaydı alınamamıştır (Şekil 3.22). Buna karşılık Tercan'da yılın dört ayında buharlaşma kaydı alınamamıştır. Tercan'da Erzurum'dan farklı olarak kasım ayında az da olsa kayda değer buharlaşma söz konusudur. Buharlaşmanın olmadığı aylardan söz edilirken, bu aylarda buharlaşmanın tamamen durduğu

söylenemez. Söz konusu aylarda hava sıcaklıklarının düşük olması ve don olaylarının görülmesi nedeniyle buharlaşma kayda değer miktarda olmamaktadır.

Tablo 3.16. Erzurum ve Tercan'da aylık ve yıllık ortalama buharlaşma ve günlük maksimum buharlaşma miktarları.

Meteoroloji İstasyonları	Meteorolojik Unsur	AYLAR												Yıllık
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	
Erzurum	Aylık Ortalama Buharlaşma (mm)	0,0	0,0	0,0	4,6	126,4	169,9	233,9	238,4	171,6	22,5	0,0	0,0	**967,3**
	Günlük Maksimum Buharlaşma (mm)	0,0	0,0	0,0	8,8	15,0	14,5	20,0	21,6	15,6	9,9	0,0	0,0	-
Tercan	Aylık Ortalama Buharlaşma (mm)	0,0	0,0	0,0	3,5	119,6	203,9	255,1	243,6	175,2	56,8	1,1	0,0	**1058,8**
	Günlük Maksimum Buharlaşma (mm)	0,0	0,0	0,0	10,0	11,5	12,2	14,2	13,7	11,8	13,6	5,5	0,0	-

Kaynak: MGM verilerinden.



Şekil 3.22. Erzurum ve Tercan'da ortalama buharlaşma miktarlarının aylara göre seyri.

Günlük maksimum buharlaşma miktarları, ortalama buharlaşma değerleri ile paraleldir. Her iki istasyonda da nisan ayı ile birlikte gerçekleşmeye başlayan günlük maksimum buharlaşma, Tercan'da havanın en sıcak olduğu temmuzda, Erzurum'da ise havanın en sıcak olduğu aylardan ağustosta gerçekleşmektedir. Tercan'da temmuz, Erzurum'da ise ağustos ayından sonra günlük maksimum buharlaşma değerleri düşmeye başlamakta ve Erzurum'da ekim, Tercan'da kasım aylarından sonra bir sonraki nisan ayına kadar kaydedilememektedir.

Sıcaklık değerlerinin yanı sıra yüksek bir kütle olması nedeniyle Palandöken Dağları'nda rüzgârın fazla olması, muhtemelen burada buharlaşmanın daha şiddetli gelişmesini mümkün kılmaktadır.

3.3.3.2. Ortalama Buhar Basıncı ve Bağıl (Nispi) Nem

Havanın doyma noktasına ulaşarak yağışın gerçekleşmesi hususunda atmosferdeki buhar basıncı büyük öneme sahiptir. Atmosferi oluşturan diğer gazlar hariç tutularak, su buharı moleküllerinin birim alana uyguladığı kısmi basınca *su buharı basıncı* denir (Türkeş, 2010:264). Bağıl nem ise havada mevcut su buharı miktarının, havanın tamamen doyma noktasına ulaşması için gerekli olan su buharı miktarına oranıdır (Erol, 1999: 205).

Atmosferdeki buhar basıncı değeri, hava sıcaklığı ile yakından ilgilidir. Buna bağlı olarak havadaki buhar basıncının durumu, mevsimlere göre değişiklik göstermektedir. Doğal olarak buhar basıncının en düşük olduğu mevsim, hava sıcaklıklarının ve buharlaşmanın kayıtlara geçirilemeyecek kadar az olması nedeniyle kış; en yüksek olduğu mevsim ise sıcaklığın ve buharlaşmanın fazla olması nedeniyle yazdır (Tablo 3.17). Ortalama buhar basınç değerlerinin aylık durumları incelendiğinde en düşük değerlerin görüldüğü ay, Palandöken Dağı ve Çat hariç diğer istasyonlarda ocak ayıdır. Ocak ayında buhar basıncı Erzurum'da 2,7 mm, Pasinler'de 2,4 mm, Horasan'da 1,6 mm ve Tercan'da 3,6 mm ile yılın en düşük seviyesindedir (Şekil 3.23). Palandöken Dağı ve Çat'ta ise en düşük değerler aralık ayında kaydedilmiştir (Palandöken Dağı: 6,5 mm; Çat: 3,1 mm). İlkbaharın gelmesiyle birlikte, hava sıcaklıklarının yükselmesine paralel olarak atmosferdeki buhar basıncı değerleri de yükselmeye başlamaktadır. Buhar basıncının en yüksek olduğu ay Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da, aynı zamanda sıcaklıkların da en yüksek olduğu Temmuz ayıdır (Erzurum: 11,4 mm, Pasinler: 11,2 mm, Horasan: 11,9 mm, Gökoğlan: 9,9 mm, Çat: 8,6 mm ve Tercan: 12,9 mm). Ancak söz konusu durum Palandöken Dağı için geçerli değildir. Palandöken Dağı'nda buhar basıncının en yüksek olduğu ay 25 mm ile mayıs ayıdır. Bu durumun, çevresine göre daha fazla kar yağışı alan ve bu sebeple daha kalın bir kar örtüsüne ve daha çok potansiyel suya sahip kütlede, havaların ısınmasıyla kar örtüsünün hızla erimesi ve erimeyle birlikte buharlaşmanın da yükselmesinden kaynaklanması muhtemeldir. Ayrıca, buharlaşmaya kaynak oluşturan

kar örtüsünün en kalın olduğu Palandöken Dağı'nda ortalama buhar basıncı yıl boyunca çevresindeki alçak alanlara oranla hep daha yüksektir.

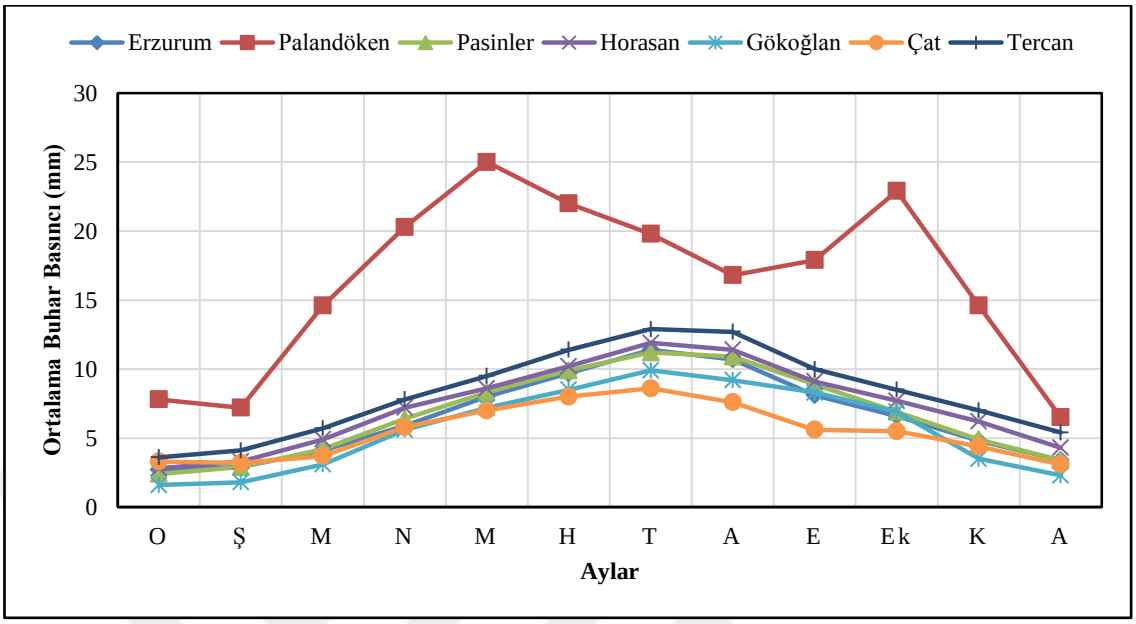
Tablo 3.17. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama buhar basıncı ve bağıl nemin aylara göre değişimi.

Meteoroloji İstasyonları	Meteorolojik Unsur	AYLAR												Yıllık
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	
Erzurum	Ortalama Buhar Basıncı (mm)	2,7	2,9	4,1	5,9	8,0	9,7	11,4	10,7	8,1	6,6	4,8	3,4	**6,5**
	Ortalama Bağıl Nem (%)	78,2	78,0	76,1	67,3	63,7	58,8	53,0	50,8	52,6	64,7	73,5	78,8	**66,3**
	En Düşük Bağıl Nem (%)	28,0	30,0	12,0	6,0	8,0	8,0	2,0	2,0	3,0	7,0	14,0	23,0	**2,0**
Palandöken	Ortalama Buhar Basıncı (mm)	7,8	7,2	14,6	20,3	25,0	22,0	19,8	16,8	17,9	22,9	14,6	6,5	**16,3**
	Ortalama Bağıl Nem (%)	72,2	66,9	72,7	69,2	66,6	55,9	50,3	45,4	49,0	63,2	68,8	58,7	**61,6**
	En Düşük Bağıl Nem (%)	7,0	5,0	6,0	16,0	16,0	21,0	11,0	9,0	8,0	15,0	12,0	5,0	**5,0**
Pasinler	Ortalama Buhar Basıncı (mm)	2,4	2,9	4,2	6,4	8,3	9,9	11,2	10,9	8,9	6,9	4,9	3,4	**6,7**
	Ortalama Bağıl Nem (%)	69,3	70,9	72,9	63,8	60,0	55,7	48,7	48,2	52,0	60,5	69,3	71,7	**61,9**
	En Düşük Bağıl Nem (%)	11,0	6,0	11,0	7,0	4,0	4,0	6,0	2,0	4,0	3,0	6,0	10,0	**2,0**
Horasan	Ortalama Buhar Basıncı (mm)	2,8	3,3	4,9	7,2	8,6	10,2	11,9	11,4	9,1	7,7	6,2	4,3	**7,3**
	Ortalama Bağıl Nem (%)	74,6	74,5	71,1	62,0	60,5	55,2	50,2	48,4	50,5	62,6	70,9	75,5	**63,0**
	En Düşük Bağıl Nem (%)	29,0	30,0	14,0	10,0	10,0	4,0	7,0	6,0	5,0	10,0	10,0	20,0	**5,0**
Gökoğlan	Ortalama Buhar Basıncı (mm)	1,6	1,8	3,1	5,6	7,2	8,5	9,9	9,2	8,3	6,9	3,5	2,3	**5,7**
	Ortalama Bağıl Nem (%)	58,7	60,3	66,8	68,1	63,4	57,4	50,3	48,2	54,2	62,8	63,5	62,6	**59,7**
	En Düşük Bağıl Nem (%)	17,0	22,0	25,0	21,0	20,0	15,0	14,0	13,0	13,0	19,0	22,0	28,0	**13,0**
Çat	Ortalama Buhar Basıncı (mm)	3,3	3,2	3,7	5,8	7,0	8,0	8,6	7,6	5,6	5,5	4,4	3,1	**5,5**
	Ortalama Bağıl Nem (%)	73,8	72,6	68,6	60,8	54,2	47,7	39,9	34,2	32,3	52,3	63,9	74,6	**56,2**
	En Düşük Bağıl Nem (%)	27,0	11,0	14,0	10,0	8,0	8,0	6,0	6,0	1,0	1,0	16,0	3,0	**1,0**
Tercan	Ortalama Buhar Basıncı (mm)	3,6	4,1	5,7	7,8	9,5	11,4	12,9	12,7	10,0	8,5	7,0	5,4	**8,2**
	Ortalama Bağıl Nem (%)	76,5	75,2	70,5	64,4	61,6	55,5	50,0	49,5	52,3	64,6	72,8	76,8	**64,1**
	En Düşük Bağıl Nem (%)	27,0	20,0	13,0	10,0	10,0	11,0	7,0	5,0	7,0	9,0	10,0	20,0	**5,0**

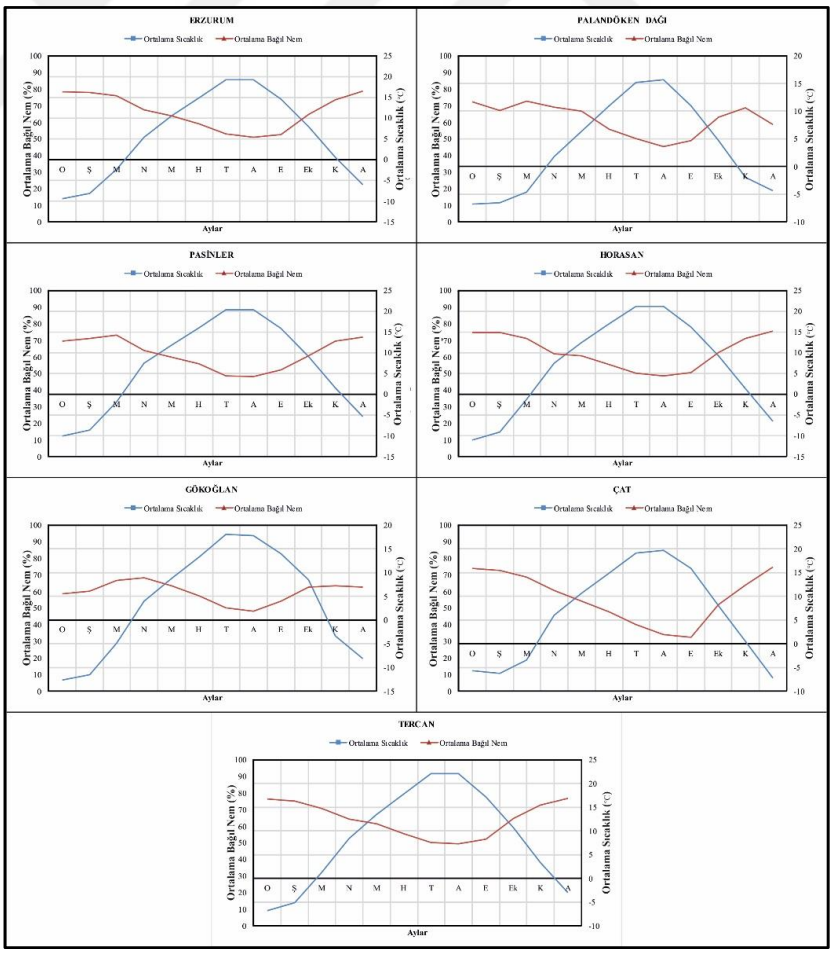
Kaynak: MGM verilerinden.

İklim şartları üzerindeki diğer bir etken nispi nemdir. Nispi nem miktarı, hava sıcaklığı ile ters orantılıdır. Sıcaklığın yüksek, bulutluluğun az olduğu yaz mevsiminde nispi nem düşük; sıcaklığın düşük, bulutluluğun fazla olduğu kış mevsiminde ise nispi nem oranı yüksektir (Şekil 3.24). Palandöken Dağları ve çevresinde ortalama bağıl nemin durumu incelendiğinde, değerlendirilen istasyonlara göre değişkenlik söz konusudur. Erzurum, Horasan, Çat ve Tercan'da nispi nemin en yüksek olduğu ay aralıktır (Erzurum: % 78,8, Horasan: % 75,5, Çat: % 74,6 ve Tercan: % 76,8). Palandöken Dağı ve Pasinler'de mart; Gökoğlan'da ise nisan, bağıl nemin en yüksek olduğu aylardır (Palandöken Dağı: % 72,7, Pasinler: % 72,9, Gökoğlan: % 68,1). Nispi nemin en düşük olduğu ay Çat'ta eylül (% 32,3) iken diğer istasyonlarda yıllık ortalama

sıcaklıkların en yüksek olduğu ağustos ayıdır (Erzurum: % 50,8, Palandöken Dağı: % 45,4, Pasinler: % 48,2, Horasan: % 48,4, Tercan: % 49,5).



Şekil 3.23. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama buhar basıncı değerlerinin aylara göre değişimi.



Şekil 3.24. Erzurum, Palandöken Dağı, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama bağıl nem oranı ve ortalama sıcaklıkların aylara göre değişimi.

3.3.3.3. Bulutluluk

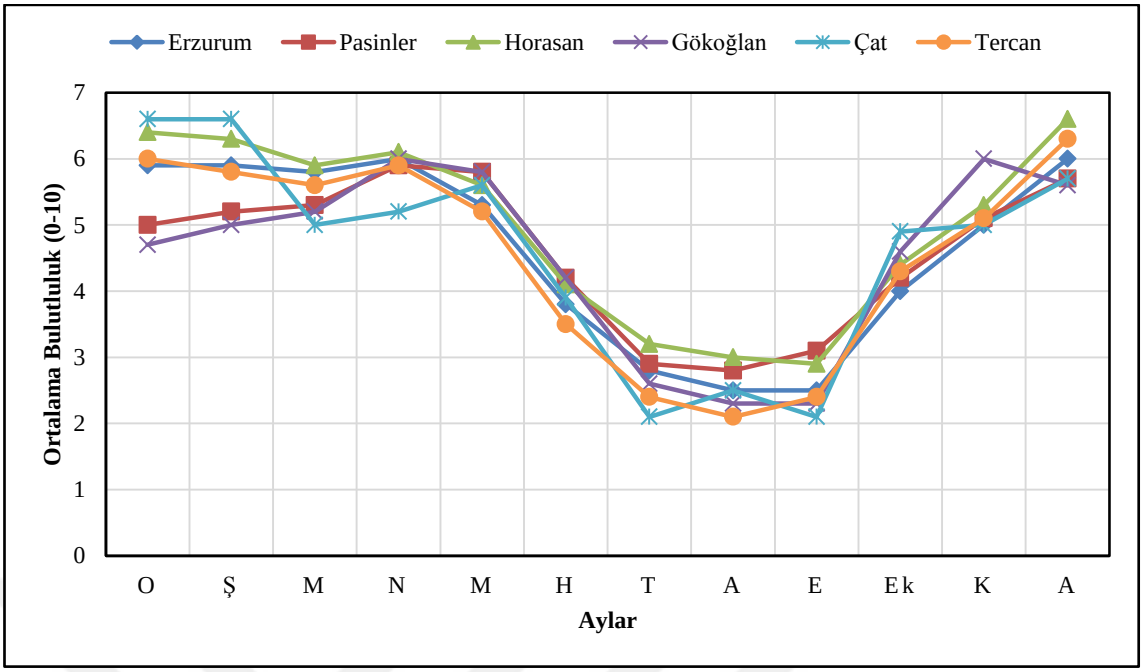
Bulutluluk, güneşten yeryüzüne ulaşan radyasyon miktarı, buharlaşma ve yağış olasılığı üzerinde etkili olmaktadır. Bu nedenle herhangi bir yeri iklim özellikleri belirlenirken üzerinde durulması gereken bir unsurdur.

Araştırma sahasının bulutluluk özellikleri incelenirken, Palandöken Dağı'nda bulutluluk ile ilgili rasat yapılmaması nedeniyle, Erzurum, Pasinler, Horasan, Çat ve Tercan meteoroloji istasyonlarına ait veriler değerlendirmeye alınmıştır. Bu istasyonlara ait bulutluluk değerlerine bakıldığında, ortalama sıcaklıkların düşük olduğu kış mevsimi bulutluluğun yüksek olduğu mevsimdir (Tablo 3.18). Ortalama bulutluluk ilkbahar mevsiminde de nispeten yüksektir. Karasallık; sıcaklığın yüksek, bağıl nemin düşük, havanın doyma noktasından uzak olması nedeniyle yaz mevsimi, bulutluluğun en düşük olduğu mevsimdir (Şekil 3.25). Ortalama bulutluluğun en yüksek olduğu istasyon Horasan (5,0) iken en düşük olduğu istasyon Gökoğlan'dır (4,5). Erzurum, Pasinler, Çat ve Tercan'da bulutluluğun yıllık ortalamaları ise aynıdır (4,6). Yıl içerisinde Erzurum'da bulutluluk 6 (Nisan ve aralık) ile 2,5 (Ağustos ve eylül) arasında değişmektedir. Bulutluluk Pasinler'de 5,9 (Nisan) ile 2,8 (Ağustos), Horasan'da 6,6 (Aralık) ile 3 (Ağustos), Gökoğlan'da 6,0 (Kasım) ile 2,3 (Ağustos ve eylül), Çat'ta 6,6 (Ocak ve şubat) ile 2,1 (Eylül) ve Tercan'da 6,3 (Aralık) ile 2,1 (Ağustos) arasında değişmektedir. Yükseklik arttıkça yoğuşmanın da artması nedeniyle Palandöken Dağları'nda bulutluluk oranı, çevresindeki alçak sahalara göre daha fazladır. Bulutluluk ile yağış arasında yakın bir ilişki olmasına rağmen, bulutluluğun en yüksek olduğu aylar yağış miktarının en yüksek olduğu aylara karşılık gelmemektedir. Nitekim Gökoğlan dışındaki tüm istasyonlarda bulutluluğun en yüksek olduğu ay ile en fazla yağışın düştüğü aylar birbirinden farklıdır.

Tablo 3.18. Erzurum, Pasinler, Horasan, Çat ve Tercan'da ortalama bulutluluğun aylara göre değişimi.

Meteoroloji İstasyonları	Meteorolojik Unsur	AYLAR												Yıllık
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	
Erzurum	**Ortalama Bulutluluk (0-10)**	5,9	5,9	5,8	6,0	5,3	3,8	2,8	2,5	2,5	4,0	5,0	6,0	**4,6**
Pasinler	**Ortalama Bulutluluk (0-10)**	5,0	5,2	5,3	5,9	5,8	4,2	2,9	2,8	3,1	4,2	5,1	5,7	**4,6**
Horasan	**Ortalama Bulutluluk (0-10)**	6,4	6,3	5,9	6,1	5,6	4,1	3,2	3,0	2,9	4,4	5,3	6,6	**5,0**
Gökoğlan	**Ortalama Bulutluluk (0-10)**	4,7	5,0	5,2	6,0	5,8	4,2	2,6	2,3	2,3	4,6	6,0	5,6	**4,5**
Çat	**Ortalama Bulutluluk (0-10)**	6,6	6,6	5,0	5,2	5,6	3,9	2,1	2,5	2,1	4,9	5,0	5,7	**4,6**
Tercan	**Ortalama Bulutluluk (0-10)**	6,0	5,8	5,6	5,9	5,2	3,5	2,4	2,1	2,4	4,3	5,1	6,3	**4,6**

Kaynak: MGM verilerinden.



Şekil 3.25. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama bulutluluğun aylara göre değişimi.

Bulutluluğun 0 ile 1,9 arasında olduğu günler açık gün, 2,0 ile 7,9 arasında olduğu günler bulutlu gün ve 8,0 ile 10 arasında olduğu günler de kapalı gün olarak tanımlanmaktadır (Erol, 1999: 228). Değerlendirmeye alınan istasyonlarda ortalama açık günler, ortalama bulutlu günler ve ortalama kapalı günlerin sayılarında farklılıklar mevcuttur. Palandöken Dağları ve çevresinde ortalama açık günlerin yıllık toplamı 75,4 gün (Tercan) ile 111 gün (Gökoğlan) arasında değişmektedir (Tablo 3.19). Ortalama bulutlu günlerin yıllık toplamı 96,8 gün (Çat) ile 210 gün (Erzurum) arasında değişirken, ortalama kapalı günlerin yıllık toplamı ise 57,1 gün (Çat) ile 82,2 gün (Gökoğlan) arasında değişmektedir.

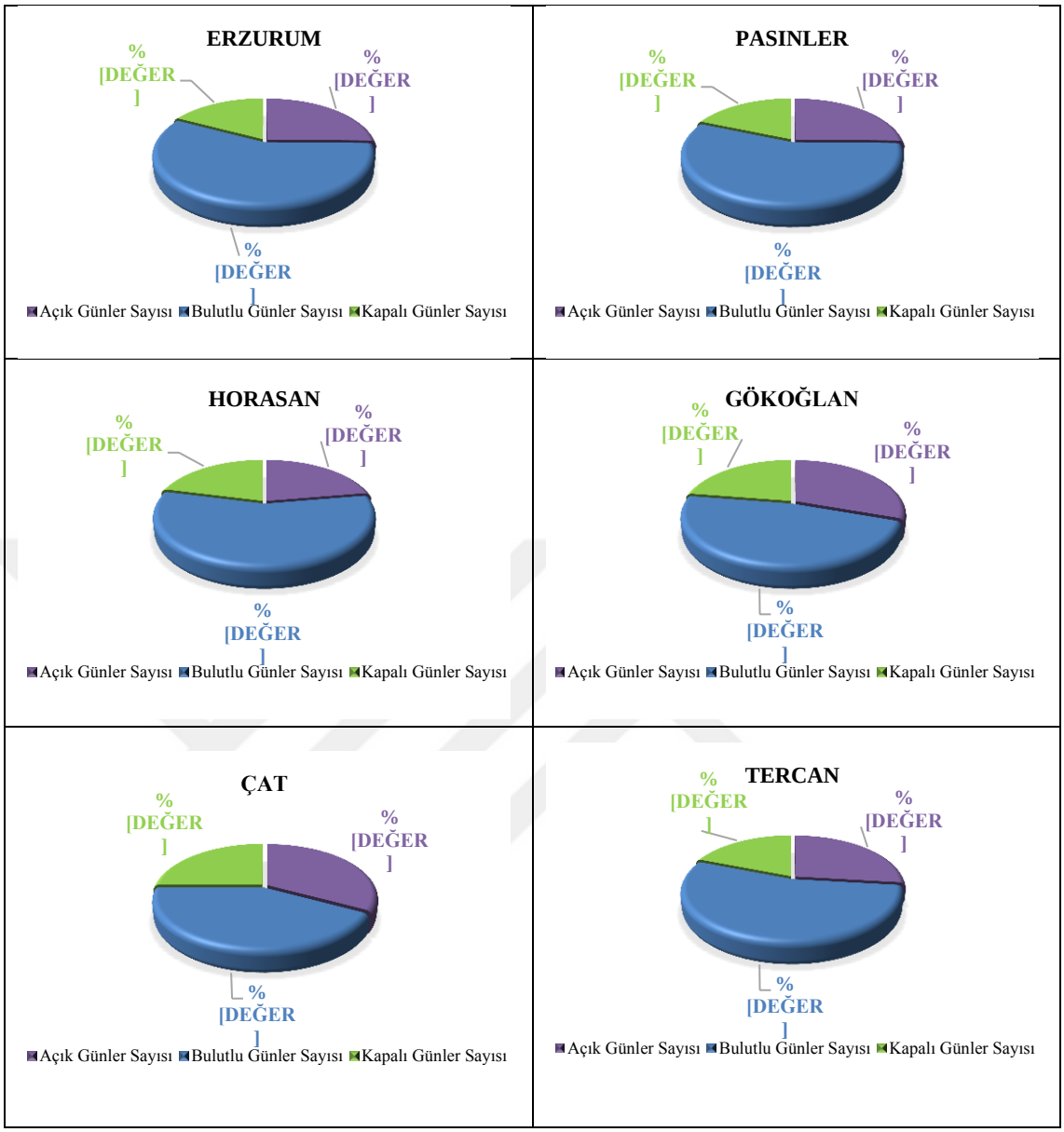
İnceleme alanı ve çevresinde açık günler sayısının yıllık ortalaması Erzurum'da 7,7, Pasinler'de 7,2, Horasan'da 6,7, Gökoğlan'da 9,3, Çat'ta 6,3 ve Tercan'da 8 gün iken bulutlu günler sayısının yıllık ortalaması Erzurum'da 17,5, Pasinler'de 15,9, Horasan'da 17, Gökoğlan'da 14,3, Çat'ta 8,1, Tercan'da 16,2 gün ve kapalı gün sayısının yıllık ortalaması da Erzurum'da 5,2, Pasinler'de 5,3, Horasan'da 6,3, Gökoğlan'da 6,9, Çat'ta 4,8, Tercan'da 5,7 gündür.

Araştırma sahası ve çevresinde açık günler, bulutlu günler ve kapalı günlerin toplam bulutluluğa göre oranları hesaplanmıştır (Şekil 3.26). Buna göre açık günlerin oranı Erzurum ve Pasinler'de % 25,3, Horasan'da % 22,3, Gökoğlan'da % 30,4, Çat'ta % 32,9 ve Tercan'da % 26,9'dur. Bulutlu günlerin oranı Erzurum'da % 57,5, Pasinler'de % 56,1, Horasan'da % 56,7, Gökoğlan'da % 47,1, Çat'ta % 42,2 ve Tercan'da % 54,2 iken kapalı günlerin oranı ise Erzurum'da % 17,2, Pasinler'de % 18,6, Horasan'da % 21, Gökoğlan'da % 22,5, Çat'ta % 24,9 ve Tercan'da % 19'dur. Karasallığın etkisine bağlı olarak Palandöken Dağları ve çevresinde, kapalı gün oranlarının düşük olduğu görülmektedir. Bulutlu günler, tüm istasyonlarda en yüksek orana sahiptir.

Tablo 3.19. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama açık günler, ortalama bulutlu günler ve ortalama kapalı gün sayıları.

Meteoroloji İstasyonları	Meteorolojik Unsur	AYLAR												Yıllık Toplam	Yıllık Ort.
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A		
Erzurum	Ortalama Açık Günler Sayısı (0-1,9)	4,6	3,8	4,8	3,4	3,6	8,4	12,8	14,5	15,5	9,8	6,7	4,6	**92,5**	**7,7**
	Ortalama Bulutlu Günler Sayısı (0-1,9)	17,3	15,7	16,8	18,8	22,6	20,1	17,7	16,3	13,8	17,4	17,2	16,3	**210,0**	**17,5**
	Ortalama Kapalı Günler Sayısı (0-1,9)	9,2	8,8	9,3	7,8	4,8	1,5	0,4	0,2	0,8	3,8	6,1	10,1	**62,8**	**5,2**
Pasinler	Ortalama Açık Günler Sayısı (0-1,9)	6,8	5,4	4,3	2,7	2,9	7,0	12,6	12,9	11,9	8,7	5,6	5,2	**86,0**	**7,2**
	Ortalama Bulutlu Günler Sayısı (0-1,9)	14,2	12,2	16,6	17,2	19,5	19,0	17,1	16,1	14,0	15,8	15,1	13,5	**190,3**	**15,9**
	Ortalama Kapalı Günler Sayısı (0-1,9)	7,1	7,2	6,5	7,4	6,7	3,1	1,0	1,1	2,3	4,7	6,6	9,5	**63,2**	**5,3**
Horasan	Ortalama Açık Günler Sayısı (0-1,9)	3,4	3,1	4,6	3,0	3,2	7,2	10,9	12,5	13,5	9,2	6,3	3,6	**80,5**	**6,7**
	Ortalama Bulutlu Günler Sayısı (0-1,9)	15,6	14,7	16,3	17,9	21,6	20,0	18,8	17,8	15,3	16,3	15,6	14,4	**204,3**	**17,0**
	Ortalama Kapalı Günler Sayısı (0-1,9)	11,3	9,8	9,4	8,3	5,4	2,1	0,9	0,7	1,2	5,5	8,0	13,0	**75,6**	**6,3**
Gökoğlan	Ortalama Açık Günler Sayısı (0-1,9)	8,8	7,8	7,4	3,6	4,0	9,2	13,6	15,4	16,8	11,2	7,2	6,0	**111,0**	**9,3**
	Ortalama Bulutlu Günler Sayısı (0-1,9)	14,0	12,6	14,2	16,8	18,0	15,6	17,2	15,4	12,0	12,2	9,8	14,2	**172,0**	**14,3**
	Ortalama Kapalı Günler Sayısı (0-1,9)	8,2	7,8	9,4	9,6	9,0	5,2	0,2	0,2	1,2	7,6	13,0	10,8	**82,2**	**6,9**
Çat	Ortalama Açık Günler Sayısı (0-1,9)	3,1	2,3	6,0	4,9	3,0	7,1	11,5	8,9	11,3	6,3	5,9	5,1	**75,4**	**6,3**
	Ortalama Bulutlu Günler Sayısı (0-1,9)	4,3	4,8	9,0	8,8	11,0	8,6	7,0	8,4	6,4	11,1	7,6	9,8	**96,8**	**8,1**
	Ortalama Kapalı Günler Sayısı (0-1,9)	8,1	7,1	6,0	5,1	5,4	3,0	0,9	0,8	1,1	5,9	5,3	8,4	**57,1**	**4,8**
Tercan	Ortalama Açık Günler Sayısı (0-1,9)	4,5	4,7	5,2	3,5	3,2	9,2	14,8	16,3	15,1	9,1	6,9	3,9	**96,4**	**8,0**
	Ortalama Bulutlu Günler Sayısı (0-1,9)	15,4	14,2	16,4	18,1	22,2	18,5	15,2	13,9	13,3	17,0	15,0	15,0	**194,2**	**16,2**
	Ortalama Kapalı Günler Sayısı (0-1,9)	10,5	8,8	8,8	7,8	4,4	1,6	0,4	0,3	1,1	4,3	8,0	12,0	**68,0**	**5,7**

Kaynak: MGM verilerinden.



Şekil 3.26. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da açık, bulutlu ve kapalı günlerin yıl içeresindeki oranları.

3.3.3.4. Sisli Günler

Meteorolojik olarak yer yüzeyine yakın olan hava kütlesinin, farklı süreçlerin etkisine bağlı olarak doygunlaşması sonucunda oluşan bulut kütlesinin tabanının, yeryüzüne yakın veya doğrudan yüzeyde olduğunda görüş mesafesinin 1 km'nin altına indiği hava koşulları *sis* olarak tanımlanmaktadır. Sis genelde görüş mesafesini kısıtladığı, özellikle ulaşımda aksamalara ve kazalara sebep olduğu için meteorolojik bir doğal afet olarak da kabul edilmektedir (Türkeş, 2010: 332).

Palandöken Dağı'nda sisle ilgili rasat yapılmaması nedeniyle değerlendirme dışında bırakılmıştır. Araştırma sahası içerisinde yer alan ve karşılaştırma istasyonu

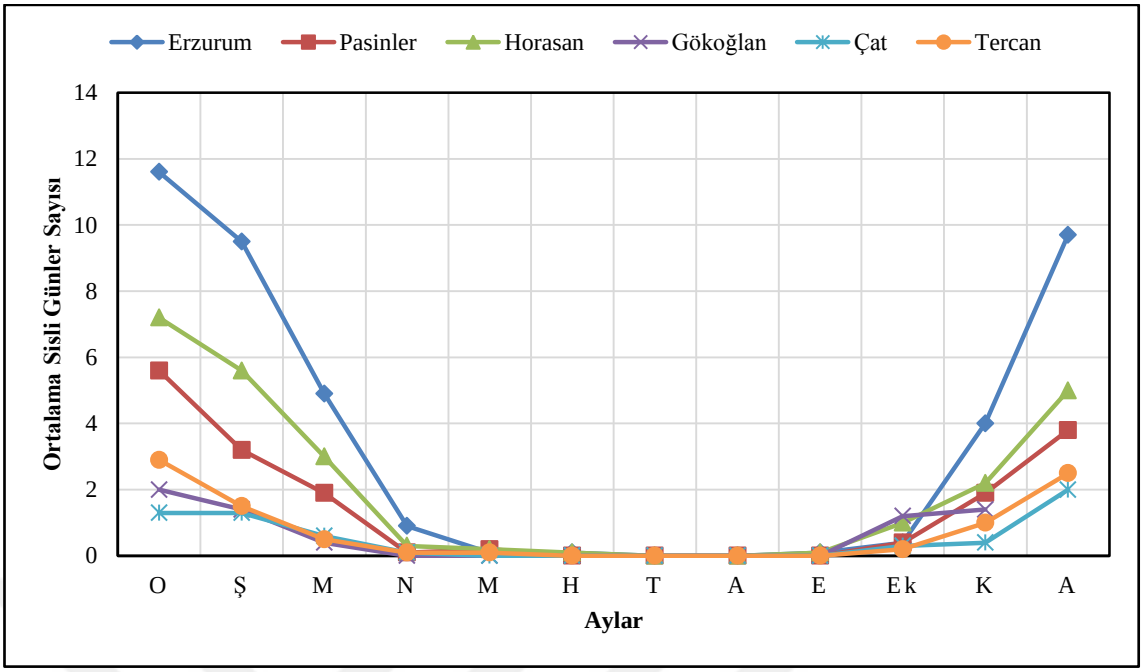
olarak alınan diğer istasyonlara bakıldığında sisli gün sayısı fazla değildir (Tablo 3.20). Sisli günlerin yıllık ortalaması 4 günün altındadır (Erzurum: 3,4 gün, Pasinler: 1,4 gün, Horasan 2,1 gün, Gökoğlan ve Çat: 0,5 gün, Tercan: 0,7 gün). Ortalama sisli günler toplamının en fazla olduğu istasyon 41,3 gün ile Erzurum'dur. Erzurum'u sırasıyla Horasan (24,7 gün), Pasinler (17,1 gün), Tercan (8,8 gün), Gökoğlan (6,4 gün) ve Çat (6 gün) izlemektedir. Sisli günlerin en fazla olduğu mevsim kıştır. İlkbahardan itibaren sis olayı azalmakta ve yaz mevsiminde neredeyse hiç görülmemektedir (Şekil 3.27). Sonbaharın gelmesiyle sis olayında artış eğilimi görülmektedir. Sisli günlerin aylara göre durumuna bakıldığında en fazla sis olayının görüldüğü ay, Çat (Aralık: 2 gün) hariç diğer istasyonlarda ocak ayıdır (Erzurum: 11,6 gün, Pasinler: 5,6 gün, Horasan: 7,2 gün, Gökoğlan: 2 gün ve Tercan: 2,9 gün).

Kış mevsiminde Palandöken Dağları'nın eteklerinde ve çevresindeki depresyonlarda görülen sisler inversiyon olayına bağlı olarak gerçekleşen radyasyon sisleridir. Kış mevsiminde antisiklon rejiminin etkisindeki sahada soğuk hava depresyonlara çökmektedir. Yerde kar örtüsünün var olmasına bağlı olarak hava kütlesi zeminden daha da fazla soğumaktadır. Üst kısmı nispeten daha sıcak olan bu hava kütlesinin, alttan soğumaya bağlı olarak yoğunlaşmasıyla sis oluşmaktadır. Erzurum'da Karasu nehrinin nem kaynağı teşkil ettiği için sisli gün sayısı yüksektir. Bununla beraber kış mevsiminde Erzurum depresyonuna çöken kirli hava da sis olayına etki etmektedir.

Tablo 3.20. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama sisli günlerin aylık ve yıllık sayıları.

Meteoroloji İstasyonları	Meteorolojik Unsur	AYLAR												Yıllık Top.	Yıllık Ort.
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A		
Erzurum	**Ortalama Sisli Günler Sayısı**	11,6	9,5	4,9	0,9	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,4	4,0	9,7	**41,3**	**3,4**
Pasinler	**Ortalama Sisli Günler Sayısı**	5,6	3,2	1,9	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,9	3,8	**17,1**	**1,4**
Horasan	**Ortalama Sisli Günler Sayısı**	7,2	5,6	3,0	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	1,0	2,2	5,0	**24,7**	**2,1**
Gökoğlan	**Ortalama Sisli Günler Sayısı**	2,0	1,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,4	**6,4**	**0,5**
Çat	**Ortalama Sisli Günler Sayısı**	1,3	1,3	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4	2,0	**6**	**0,5**
Tercan	**Ortalama Sisli Günler Sayısı**	2,9	1,5	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	2,5	**8,8**	**0,7**

Kaynak: MGM verilerinden.



Şekil 3.27. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama sisli günlerin aylara göre seyri.

3.3.4. Yağış

3.3.4.1. Yıllık Yağış Tutarları ve Yağış Rejimi

Araştırma sahası ve çevresinde yıllık toplam yağış miktarı ile yağışların yıl içindeki dağılışını, Anadolu üzerinde etkili olan hava kütleleri, cephe sistemlerinde meydana gelen uzun yıllık ve tek yıllık değişimler ile fiziki coğrafya unsurları (Karasallık, yükselti ve bakı) belirlemektedir.

Palandöken Dağları ve çevresinin yağış ve nemlilik şartlarını belirlemek amacıyla Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan meteoroloji istasyonlarının verilerinden faydalanılmıştır. Palandöken Dağı'nda yer alan meteoroloji istasyonunda yağış rasadı yapılmamaktadır. Bu noktada yağış rasadının yapılmamasından kaynaklanan eksikliğin ortadan kaldırılarak sahaya ait yağış dağılış haritasının oluşturulması amacıyla diğer istasyonların yağış verileri kullanılarak Schreiber formülü uygulanmıştır. Şüphesiz bu enterpolasyon için bir yöntem olup mutlak gerçek yağış tutarını vermemektedir. Ancak yağışın topografyaya bağlı olarak nasıl bir değişkenlik göstereceği konusunda fikir vermesi açısından önemlidir.

Schreiber formülü (Ardel ve diğ., 1969: 195):

$$Ph = Po + 54h \qquad (6)$$

Formülde;

$\boldsymbol{Ph}$= Yükseltisi bilinen noktanın bulunacak yağış tutarı

$\boldsymbol{Po}$= Yükseltisi bilinen ve yağış rasadı yapan istasyona ait yağış tutarı

54= Her 100 m yükseldikçe yağışın 54 mm arttığını gösteren katsayı

$\boldsymbol{h}$= Değerlendirmeye alınan istasyon ile yağış miktarı bulunacak nokta arasındaki yükselti farkı (Hektometre olarak)

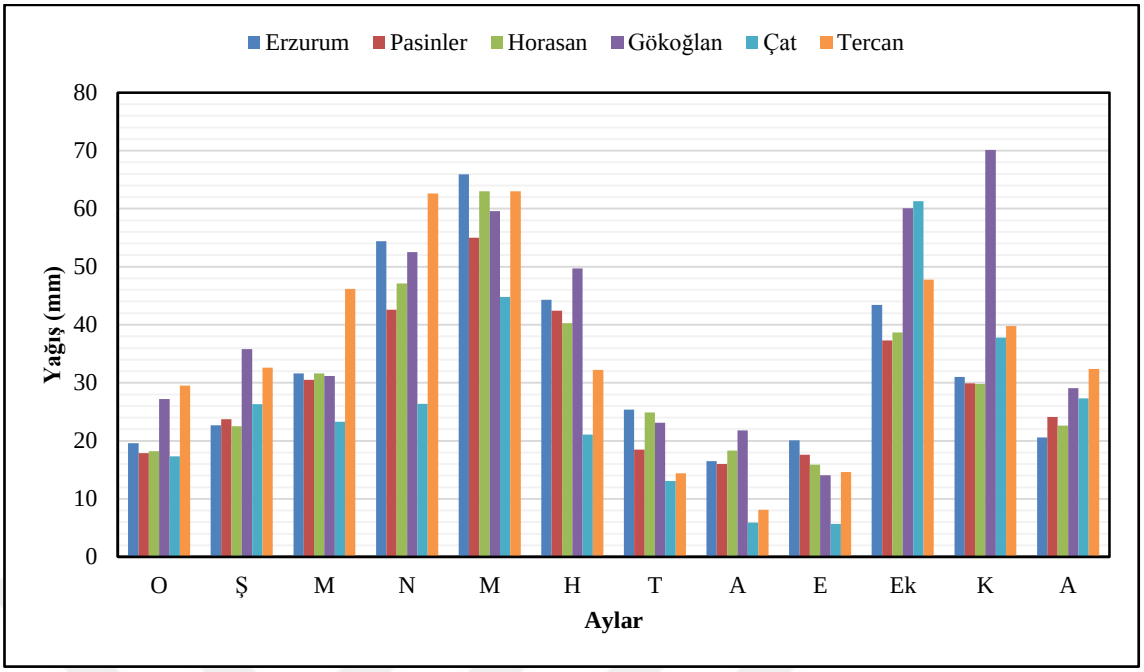
Yağış miktarlarının uzun yıllık ortalamalarına göre Palandöken Dağları ve çevresinde yıllık toplam yağış miktarları 310,3 mm (Çat) ile 474,3 mm (Gökoğlan) arasında değişmektedir (Tablo 3.21). Yıllık yağış tutarlarını ve yağışın yıl içerisindeki dağılışlarını, sahada etkili olan hava kütleleri ile cephelerin yıl içerisindeki ve birbirini takip eden yıllar boyunca gösterdikleri değişimler ile yükselti, bakı ve orografik yapı gibi fiziki coğrafya özellikleri belirlemektedir. Yağış tutarlarının en yüksek olduğu aylar Erzurum, Pasinler, Horasan ve Tercan'da mart (Erzurum: 65,9 mm, Pasinler: 55 mm, Horasan: 63 mm, Tercan: 63), Gökoğlan'da kasım (70,1 mm) ve Çat'ta ekim (61,3 mm) aylarıdır. Yağış tutarlarının en düşük olduğu aylar ise Erzurum, Pasinler ve Tercan'da ağustos, Horasan, Gökoğlan ve Çat'ta eylül aylarıdır.

Tablo 3.21. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama yağış tutarlarının aylara göre dağılışı ve yıllık ortalama toplam yağış tutarları.

Meteoroloji İstasyonları	AYLAR												Yıllık (mm)
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	
Erzurum	19,6	22,7	31,6	54,4	65,9	44,3	25,4	16,5	20,1	43,4	31,0	20,6	**395,5**
Pasinler	17,9	23,7	30,5	42,6	55,0	42,4	18,5	16,0	17,6	37,3	29,9	24,1	**355,5**
Horasan	18,2	22,5	31,6	47,1	63,0	40,3	24,9	18,3	15,9	38,7	29,8	22,6	**372,9**
Gökoğlan	27,2	35,8	31,2	52,5	59,6	49,7	23,1	21,8	14,1	60,1	70,1	29,1	**474,3**
Çat	17,3	26,3	23,3	26,4	44,8	21,1	13,1	5,9	5,7	61,3	37,8	27,3	**310,3**
Tercan	29,5	32,6	46,2	62,6	63,0	32,2	14,4	8,1	14,6	47,8	39,8	32,4	**423,2**

Kaynak: MGM verilerinden.

Araştırma sahası ve çevresinde yağışlarda yıl içerisinde iki maksimum görülmektedir (Şekil 3.28). Bu maksimumlar, geçiş dönemi olan bahar mevsimlerine karşılık gelmektedir. Bu durum, söz konusu mevsimlerde polar ve tropikal hava kütleleri arasındaki cephesel faaliyetlerin bir sonucudur.



Şekil 3.28. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama yağış tutarlarının aylara göre değişimi.

Araştırma sahası *Doğu Anadolu Karasal Yağış Rejimi* grubunda yer almaktadır. Yağışların aylara ve mevsimlere göre dağılışına bakıldığında en yağışlı mevsimler Erzurum, Pasinler, Horasan ve Tercan'da ilkbahar; Gökoğlan'da ise sonbahardır (Şekil 3.29). İlkbahar ve sonbahar mevsimlerinde basınç değerlerindeki değişkenlik, siklonik faaliyetlerin bu dönemde etkili olduğunu kanıtlamaktadır. Kış mevsiminde bölgede cP hava kütlesinin etkili olması nedeniyle sahaya termik antisiklon yerleşmektedir. Bu antisiklonal şartlara bağlı olarak bölgeye cephesel depresyonların ulaşması zorlaşmakta ve yağış azalmaktadır (Koçman, 1993; 57). Nitekim kış mevsiminde düşen yağış tutarı, Çat ve Tercan dışında diğer istasyonlarda yaz mevsiminden bile azdır. Nisan ayından itibaren cP hava kütlesi 60° enlemine doğru çekilmeye başlarken, cT ve mT hava kütleleri de kuzey yönünde ilerlemektedir. Bu iki hava kütlesi arasındaki siklonik faaliyetlere bağlı olarak ilkbahar mevsiminde yağış artmaktadır (Koçman, 1993: 54) (Tablo 3.22). Nitekim yıllık ortalama toplam yağışların Erzurum'da % 38,4'ü, Pasinler'de % 36'sı, Horasan'da % 38', Gökoğlan'da% 30,2'si, Çat'ta %30,5'i ve Tercan'da % 40,6'sı bu mevsimde düşmektedir.

Yaz mevsiminin gelmesiyle birlikte Türkiye genelinde, Basra Körfezi'nden sokulan cT hava kütlesinin etkisiyle yağışlar düşmektedir. Ancak bu mevsimde Erzurum, Pasinler, Horasan ve Gökoğlan'da durum farklıdır. Günlük ısınmaya bağlı olarak gerçekleşen konveksiyonel yağışların tutarı, Çat dışında diğer istasyonlarda kış

yağışlarından fazladır (Erzurum: % 21,8, Pasinler: % 21,6, Horasan: % 22,4 ve Gökoğlan: %19,9). Sonbaharla birlikte cP hava kütlesinin tekrar güney enlemlerine doğru ilerleyerek etki alanını genişletmeye başlamasıyla bölge tekrar siklonik faaliyetlerin etkisi altında kalmaktadır. Gökoğlan (% 30,4) ve Çat (% 33,8), mevsimlere göre en fazla yağışı bu dönemde almaktadır. Kış mevsiminin gelmesiyle birlikte yağış tutarları tekrar düşmektedir.

Tablo 3.22. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da mevsimlere göre yağış tutarları ve oranları.

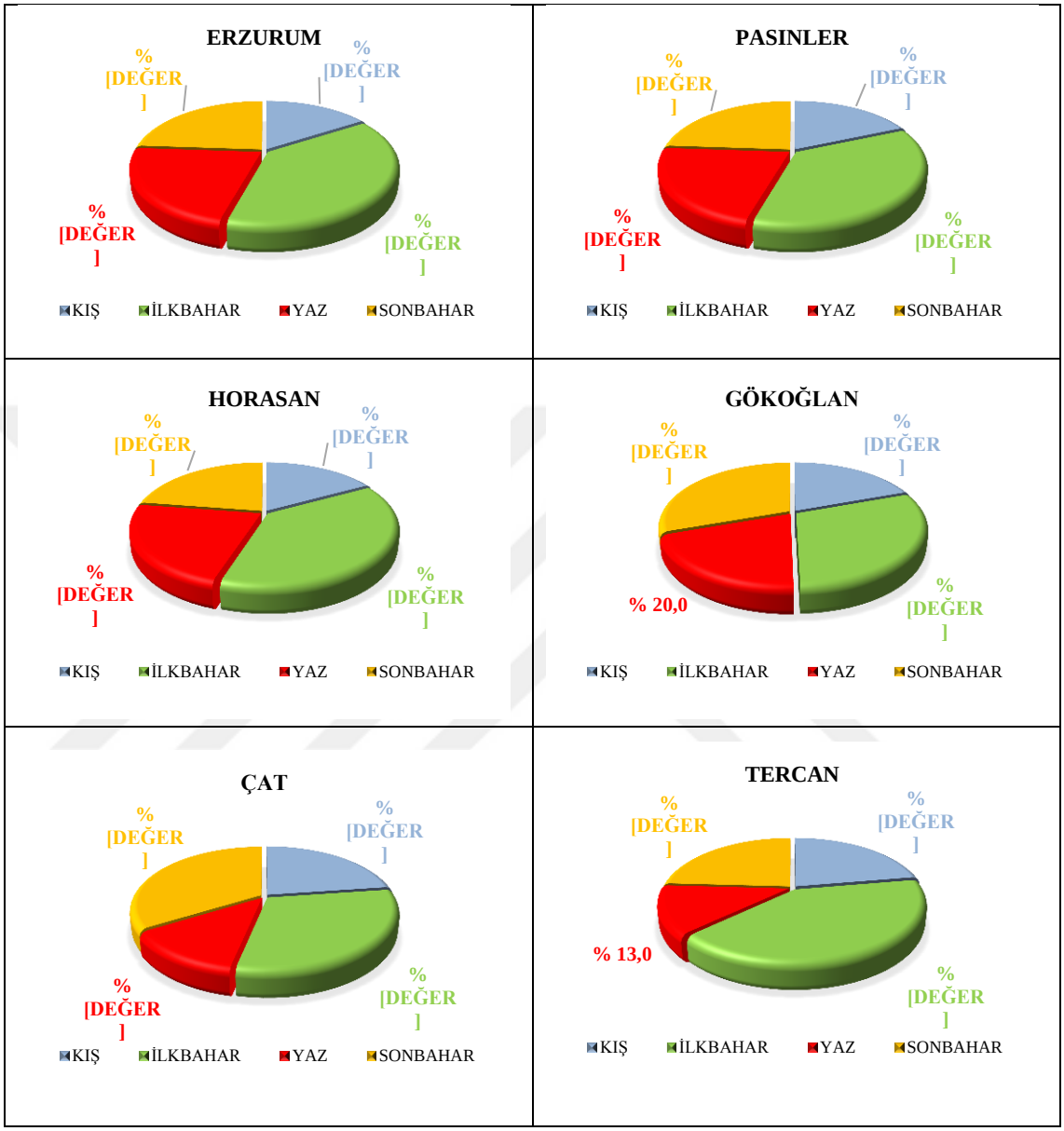
Meteoroloji İstasyonları	MEVSİMLER								Yıllık (mm)
	KIŞ	%	İLKBAHAR	%	YAZ	%	SONBAHAR	%	
Erzurum	62,9	15,9	151,9	38,4	86,2	21,8	94,5	23,9	**395,5**
Pasinler	65,7	18,5	128,1	36,0	76,9	21,6	84,8	23,9	**355,5**
Horasan	63,3	17,0	141,7	38,0	83,5	22,4	84,4	22,6	**372,9**
Gökoğlan	92,1	19,4	143,3	30,2	40,1	20,0	144,3	30,4	**474,3**
Çat	70,9	22,8	94,5	30,5	40,1	12,9	104,8	33,8	**310,3**
Tercan	94,5	22,3	171,8	40,6	54,7	13,0	102,2	24,1	**423,2**

Araştırma sahasında yıllık ortalama yağışların alansal dağılışı, Schreiber formülü kullanılarak elde edilen sonuçlara bağlı kalınarak haritalanmıştır (Harita 3.4). Harita incelendiğinde orografik yapının yağış tutarları üzerindeki etkileri açık bir şekilde görülmektedir. Schreiber formülünün sahaya uygulanması sonucunda Palandöken Dağları'nın eteklerinde ortalama olarak 200-400 mm arasında değişen yıllık ortalama toplam yağış tutarının yükseltinin etkisiyle artarak 2000 m yükselti basamağında 500-600 mm'ye, 3000 m ve üzerinde ise 1000 mm'nin üzerinde çıkacağı öngörülmüştür.

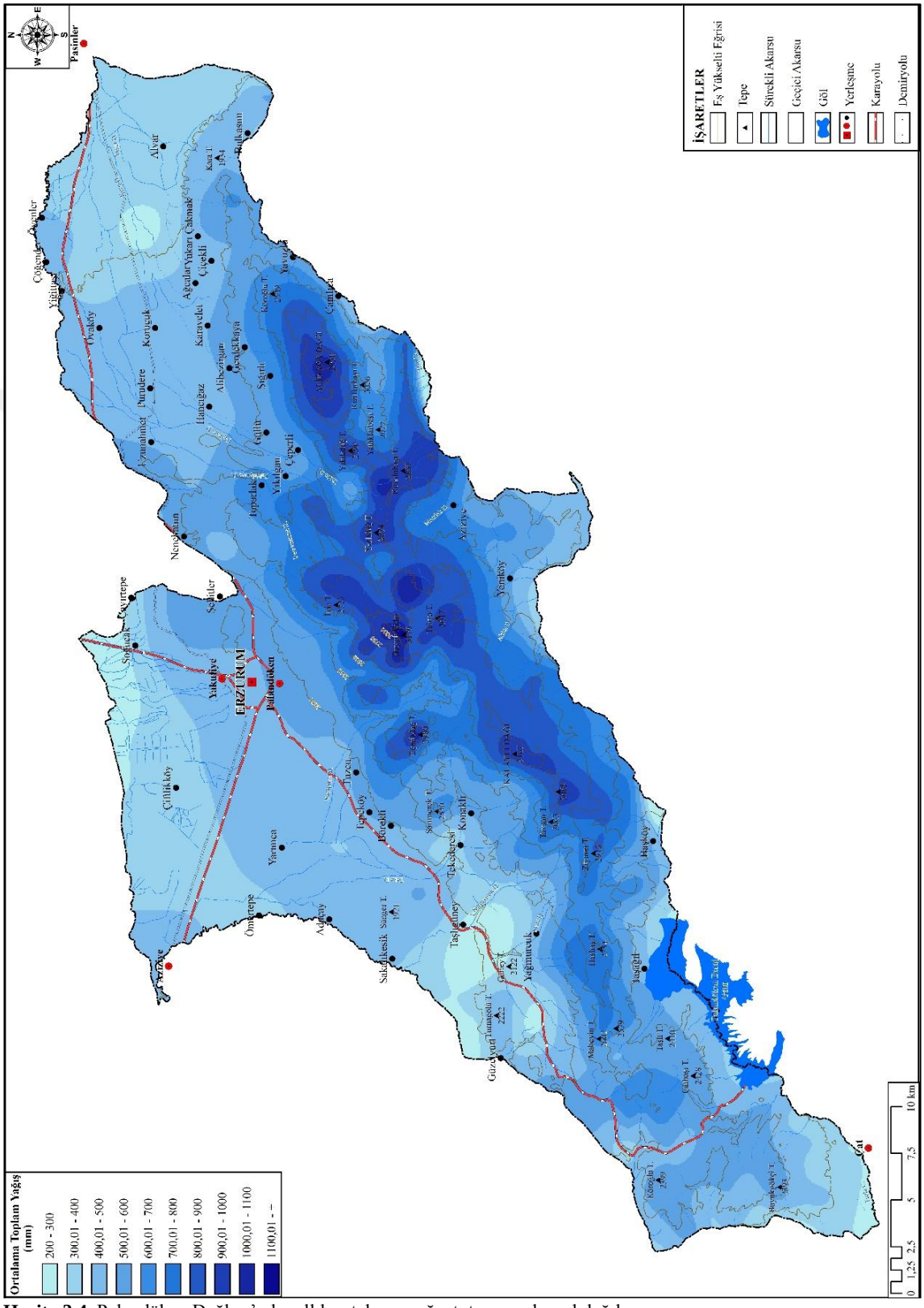
Palandöken Dağları ve çevresinde yıl içerisinde düşecek yağış tutarları hakkında fikir vermesi bakımından, değerlendirmeye alınan meteoroloji istasyonlarının verilerinden istifade edilerek muhtemel yağış diyagramları hazırlanmıştır (Şekil 3.30). Bu diyagramlara göre yağışların Erzurum'da 364,4 – 484,5 mm arasında, Pasinler'de 339,6 – 458,2 mm arasında, Horasan'da 352,3 – 467,8 mm arasında, Gökoğlan'da 387,7 – 482 mm arasında, Çat'ta 362,3 – 487,7 mm arasında ve Tercan'da 375 – 492 mm arasında düşme ihtimali % 50'dir.

Muhtemel yağış diyagramlarına göre yüksek değerler bölümünde yağış ihtimali (% 25) Erzurum'da 829,6 mm'ye, Pasinler'de 718,6 mm'ye, Horasan'da 618,2 mm'ye, Gökoğlan'da 619,1 mm'ye, Çat'ta 829,6 mm'ye ve Tercan'da 727,3 mm'ye yükselmektedir. Alçak değerler bölümünde ise yağış ihtimali (% 25) Erzurum'da 234,6

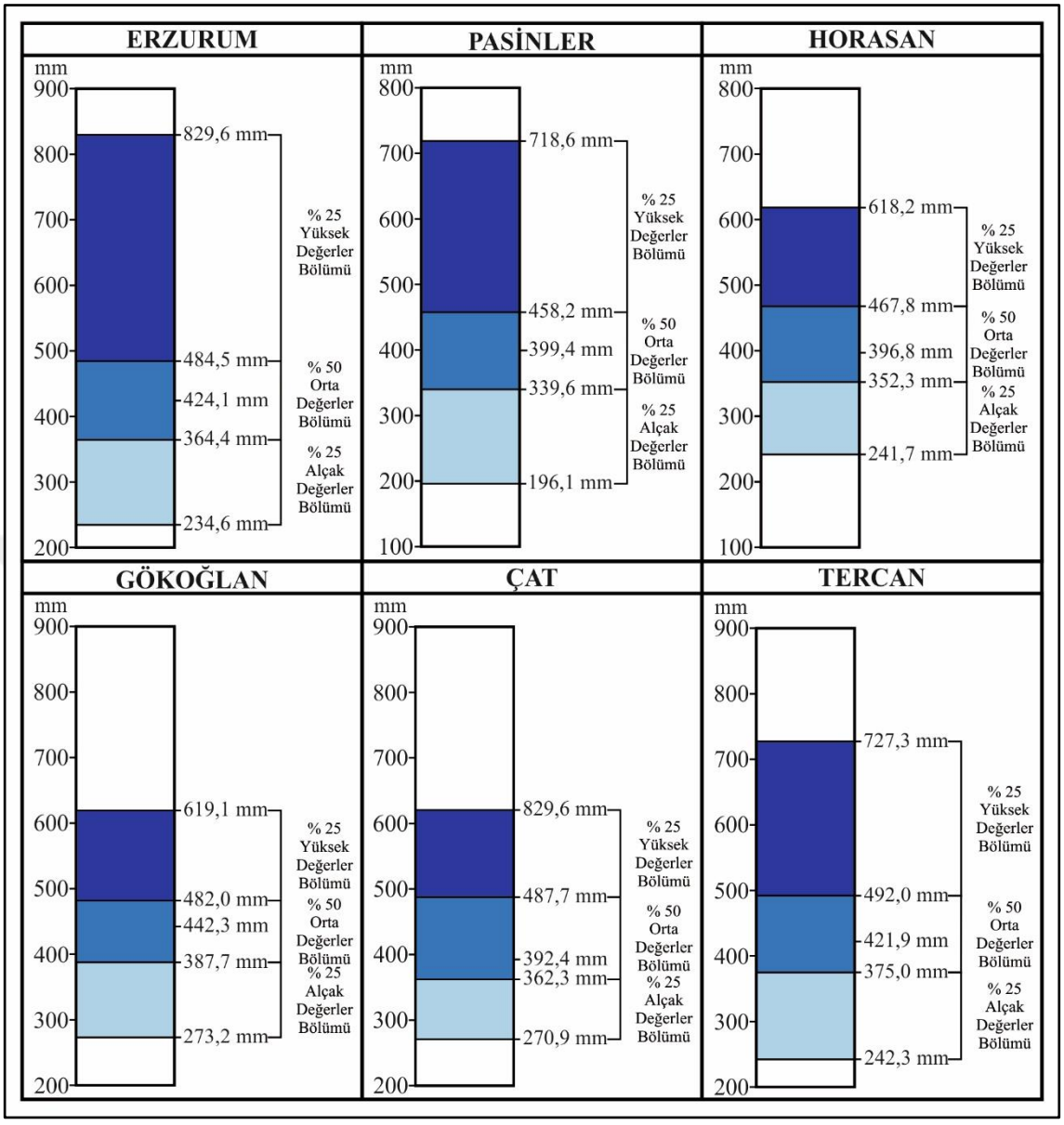
mm'ye, Pasinler'de 196,1 mm'ye, Horasan'da 241,7 mm'ye, Gökoğlan'da 273,2 mm'ye, Çat'ta 270,9 mm'ye ve Tercan'da 242,3 mm'ye düşmektedir.



Şekil 3.29. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama yağış tutarlarının mevsimlere göre değişimi.



Harita 3.4. Palandöken Dağları'nda yıllık ortalama yağış tutarının alansal dağılışı.



Şekil 3.30. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'a ait muhtemel yağış diyagramları.

3.3.4.2. Yağışın Yıllar Göre Seyri ve Yağış Değişkenliği

Palandöken Dağları ve çevresinde yağışların yıllara göre durumunun, bölgede etkili olan hava kütleleri ile cephelerin yıl içerisindeki ve birbirini takip eden yıllar boyunca gösterdikleri değişimlere bağlı olarak farklılıklar gösterdiği daha önce belirtilmiştir (Tablo 3.23, Şekil 3.31). Bu bağlamda Erzurum'da 1929-2014 yılları arasını içine alan rasat döneminde en yüksek yıllık yağış tutarı 829,6 mm olarak 1936 yılında, en düşük yağış tutarı ise 234,6 mm ile 2013 yılında ölçülmüştür. Pasinler'de 1929-2001 yılları arasındaki dönemde en yüksek yağış tutarı 718,6 mm ile 1936, en az yağış ise 196,1 mm ile 1970 yılında kaydedilmiştir. Horasan'da 1957-2011 yıllarını

kapsayan dönemde en yüksek yağış 618,2 mm ile 1963, en az yağış 241,7 mm ile 1961 yılında; Gökoğlan'da 1972-1992 yıllarını içine alan rasat döneminde en yüksek yağış tutarı 619,1 mm ile 1967, en az yağış tutarı 273,2 mm ile 1970 yıllarında, Çat'ta 1972-1989 arasındaki dönemde en yüksek yağış 620,4 mm ile 1979 yılında, en az yağış 270,9 mm ile 1970 yılında ve Tercan'da 1953-2011 yıllarını içine alan rasat döneminde en yüksek yağış 727,3 mm ile 1963 yılında, en az yağış tutarı ise 242,3 mm ile 1954 yılında ölçülmüştür.

Araştırma sahasında yıllara göre yağış dizilerinin yıldan yıla gösterdikleri değişkenliğin ortalama koşullarını ortaya koymak amacıyla değişim katsayısı yöntemi istasyonlara ait yağış verilerine uygulanmıştır. Değişim katsayısı, istatistiksel olarak herhangi bir istasyondaki uzun yıllar boyunca kaydedilen gözlemlerin uzun yıllık ortalamalar çevresindeki olası değişiminin yüzde cinsinden genel bir göstergesidir (Türkeş, 2010: 387-388). Değişim katsayısı formülü:

$$DK = (\sigma/\overline{P}) \cdot 100 \qquad (7)$$

***DK*=** Değişim katsayısı (%)

***σ*=** Yıllara göre yıllık toplam yağış dizilerine ait standart sapma (mm)

$\overline{\boldsymbol{P}}$= Uzun yıllık yağış ortalaması (mm)

Değişim katsayısı formülüne göre yıllık yağış değişkenliği Erzurum'da % 26,5, Pasinler'de % 27,8, Horasan'da % 21,9, Gökoğlan'da % 19,3, Çat'ta % 28,5 ve Tercan'da %23,7'dir. Yağış değişkenliğinin mevsimlere göre durumuna bakıldığında ise değişkenliğin en yüksek olduğu mevsim yazdır (Tablo 3.24). Yağış değişkenliğinde yaz mevsimini sonbahar takip etmektedir. Özellikle Erzurum'da % 117,4 gibi çok yüksek bir değer görülmektedir. Yaz mevsiminde yüksek yağış değişkenliğinin bölgede günlük aşırı ısınmaya bağlı olarak gelişen konveksiyonel yağışlardan kaynaklanması muhtemeldir. Sonbaharda ise değişkenliğin yüksek olması, bu dönemlerde bölgede etkili olan siklonik faaliyetlerin yıllara göre durumunun değişkenliğinden kaynaklanmaktadır.

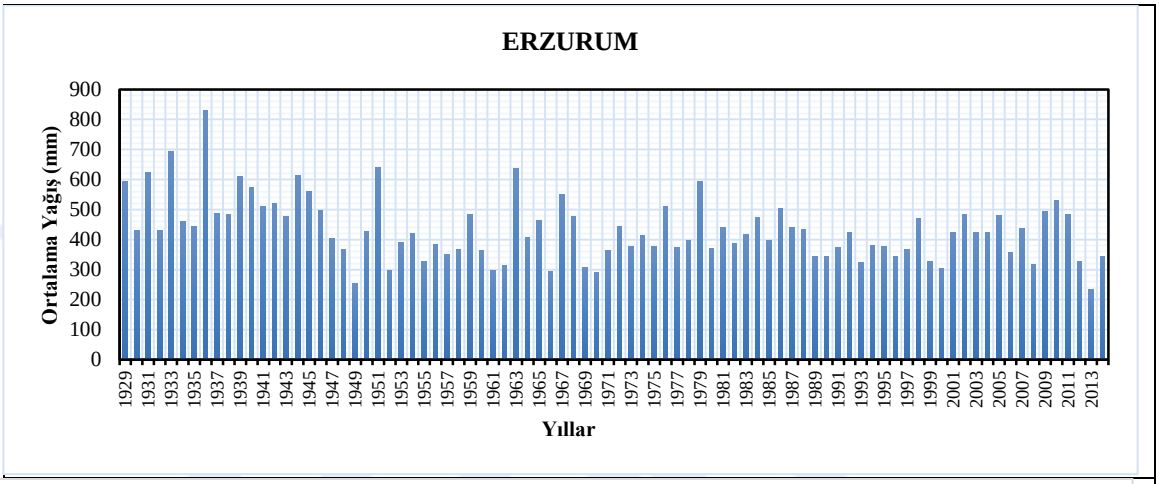
Tablo 3.23. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama yağış tutarlarının yıllara göre dağılımı.

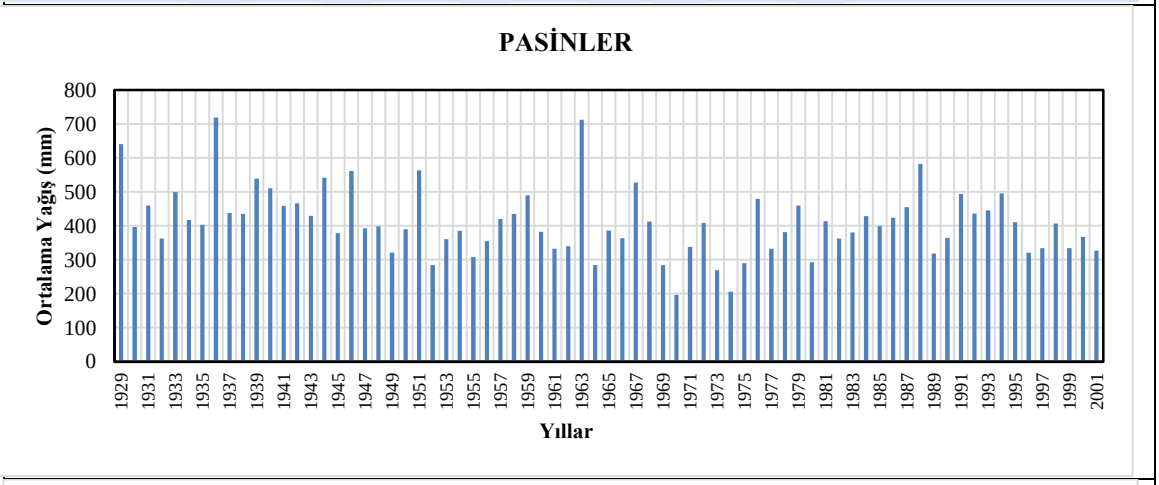
İstasyon	*Erzurum*	*Pasinler*	*Horasan*	*Gökoğlan*	*Çat*	*Tercan*	*İstasyon*	*Erzurum*	*Pasinler*	*Horasan*	*Gökoğlan*	*Çat*	*Tercan*
Yıllar	**Yağış Miktarı (mm)**						**Yıllar**	**Yağış Miktarı (mm)**					
1929	593,2	640,4	-	-	-	-	**1972**	445,2	408,9	358,0	408,2	362,3	388,5
1930	430,5	396,5	-	-	-	-	**1973**	375,7	269,5	336,7	326,3	412,8	436,9
1931	622,0	459,5	-	-	-	-	**1974**	413,1	206,2	342,7	317,8	371,6	369,8
1932	429,5	362,7	-	-	-	-	**1975**	377,2	290,1	288,1	332,0	367,1	417,6
1933	692,6	498,9	-	-	-	-	**1976**	509,7	478,8	481,3	476,7	591,1	538,6
1934	461,1	417,0	-	-	-	-	**1977**	373,7	332,4	390,6	369,0	362,3	444,6
1935	443,6	402,7	-	-	-	-	**1978**	395,9	381,5	464,5	475,2	482,6	421,9
1936	829,6	718,6	-	-	-	-	**1979**	592,7	459,4	532,5	578,2	620,4	684,2
1937	486,9	438,1	-	-	-	-	**1980**	372,2	292,3	307,7	345,4	369,6	409,0
1938	483,4	435,3	-	-	-	-	**1981**	439,2	413,5	469,1	442,3	440,0	427,1
1939	609,6	538,5	-	-	-	-	**1982**	388,3	362,6	336,6	404,9	362,1	414,6
1940	574,8	510,1	-	-	-	-	**1983**	416,2	380,3	430,9	585,8	443,8	406,5
1941	511,4	458,2	-	-	-	-	**1984**	475,2	428,6	385,6	443,9	357,1	377,1
1942	521,4	466,4	-	-	-	-	**1985**	396,1	399,4	382,1	436,3	441,0	406,5
1943	476,2	429,4	-	-	-	-	**1986**	502,4	423,3	393,2	539,8	559,8	512,6
1944	613,6	541,8	-	-	-	-	**1987**	440,8	455,0	458,0	401,9	430,8	528,6
1945	560,4	378,8	-	-	-	-	**1988**	435,0	582,2	467,8	618,2	506,9	600,2
1946	496,3	561,4	-	-	-	-	**1989**	344,6	317,8	355,0	419,8	523,2	333,0
1947	403,8	392,6	-	-	-	-	**1990**	343,7	364,3	453,7	387,7	-	382,8
1948	366,2	398,6	-	-	-	-	**1991**	373,5	493,6	485,7	447,4	-	478,1
1949	253,7	320,5	-	-	-	-	**1992**	424,1	435,4	453,9	519,7	-	488,1
1950	427,6	389,6	-	-	-	-	**1993**	324,1	444,9	381,4	-	-	370,5
1951	639,6	563,1	-	-	-	-	**1994**	381,8	494,9	431,1	-	-	391,8
1952	298,2	283,7	-	-	-	-	**1995**	377,5	410,3	342,5	-	-	577,3
1953	391,6	360,2	-	-	-	280,6	**1996**	343,5	320,8	352,3	-	-	430,1
1954	422,1	385,1	-	-	-	242,3	**1997**	365,6	333,8	315,2	-	-	464,9
1955	327,1	307,4	-	-	-	285,2	**1998**	469,4	407,0	398,9	-	-	472,0
1956	384,6	354,4	-	-	-	370,9	**1999**	327,9	334,0	306,4	-	-	286,0
1957	350,3	419,4	362,6	-	-	328,4	**2000**	305,5	367,5	299,7	-	-	371,6
1958	366,3	434,8	409,3	-	-	396,0	**2001**	424,3	326,7	384,4	-	-	375,3
1959	482,5	489,4	507,1	-	382,9	430,0	**2002**	484,5	-	578,6	-	-	502,4
1960	363,7	382,1	487,4	-	346,4	316,2	**2003**	424,3	-	450,6	-	-	490,5
1961	295,9	332,6	241,7	-	327,7	313,9	**2004**	425,3	-	396,8	-	-	472,9
1962	312,7	339,6	360,0	-	353,2	334,8	**2005**	480,0	-	511,5	-	-	532,7
1963	638,5	711,6	618,2	-	582,7	727,3	**2006**	357,4	-	394,6	-	-	475,6
1964	407,2	283,8	298,5	-	330,6	404,3	**2007**	436,6	-	471,3	-	-	577,3
1965	462,4	386,1	478,8	-	456,4	492,0	**2008**	317,8	-	340,9	-	-	358,3
1966	294,6	363,0	385,5	476,0	367,9	399,7	**2009**	494,4	-	582,2	-	-	500,2
1967	550,9	527,6	461,4	619,1	541,4	679,6	**2010**	531,7	-	479,1	-	-	420,4
1968	476,9	412,2	455,2	482,0	487,7	555,8	**2011**	484,6	-	433,3	-	-	572,4
1969	308,3	284,4	421,4	470,1	392,4	458,1	**2012**	327,1	-	-	-	-	-
1970	291,1	196,1	248,0	273,2	270,9	375,0	**2013**	234,6	-	-	-	-	-
1971	364,4	337,5	355,8	392,4	391,4	436,0	**2014**	342,8	-	-	-	-	-

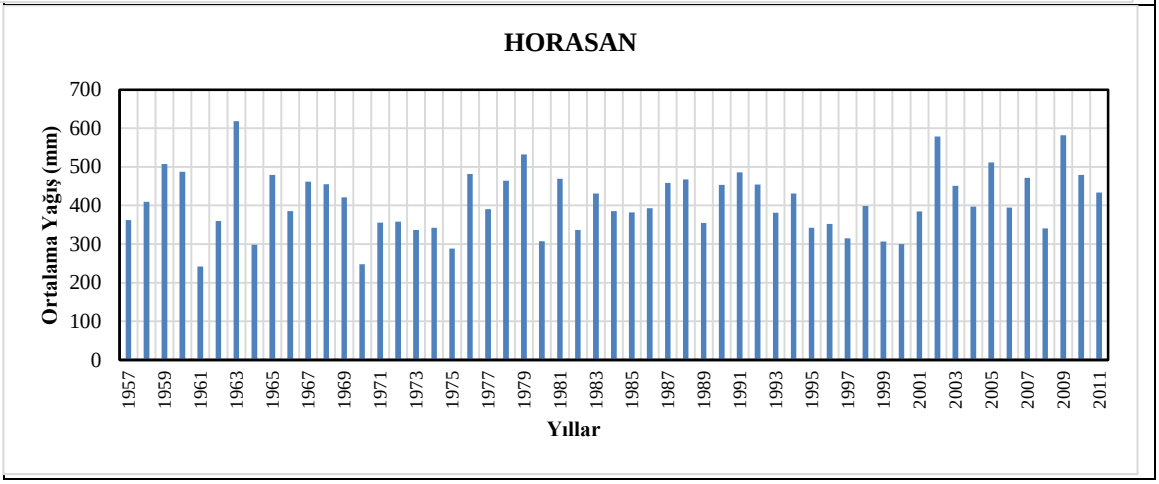
Kaynak: MGM verilerinden.

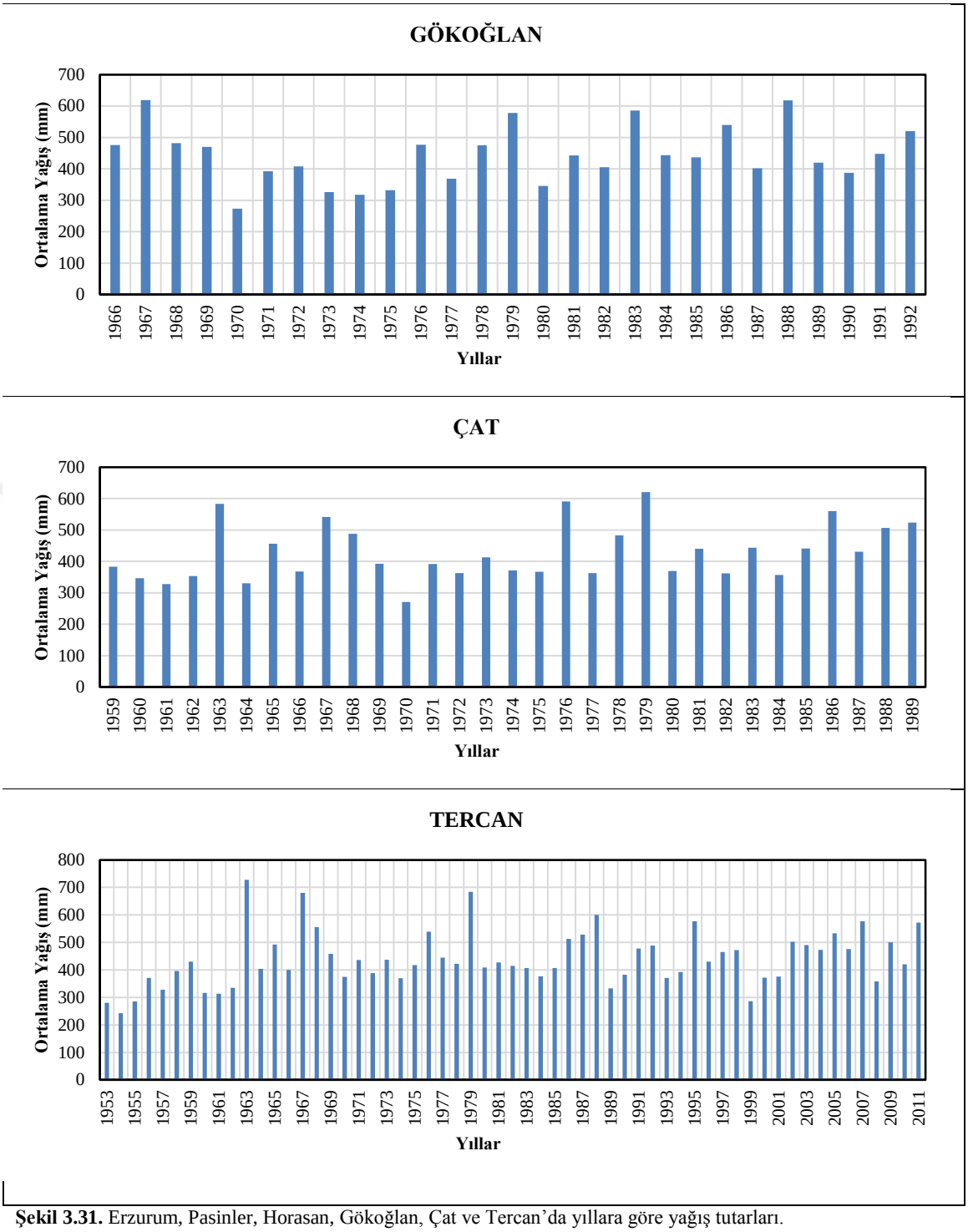
Tablo 3.24. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da yağışın yıllar ve mevsimler arası değişkenliği.

İstasyonlar	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Yıllık
Erzurum	% 51,8	% 33,1	% 50,9	% 177,4	**% 26,5**
Pasinler	% 49,9	% 36,6	% 55,3	% 45,4	**% 27,8**
Horasan	% 38,2	% 31,4	% 54,4	% 41,6	**%21,9**
Gökoğlan	% 40,7	% 36,5	% 98	% 33,8	**%19,3**
Çat	% 50,1	% 43,3	% 75,6	% 51,7	**% 28,5**
Tercan	% 37,9	% 30,1	% 60,2	% 43,4	**% 23,7**









Şekil 3.31. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da yıllara göre yağış tutarları.

3.3.4.3. Yağışlı Günler Sayısı ve Yağış Şiddeti

Yeryüzünde herhangi bir yerdeki yağışlı gün sayısının ve yağış şiddetinin bilinmesi, o sahaya ait yağışın yıl içerisindeki eğilimini, kapalılık durumunu, yağış ihtimalinin tespiti, yıl içerisindeki kurak ve yağışlı günlerin belirlenmesi gibi konuların açıklanmasına yardımcı olmaktadır (Kopar, 2007: 94). Palandöken Dağları ve

çevresinde yağışlı gün sayıları değişiklik göstermektedir (Tablo 3.25). Ortalama yağışlı gün sayısının en yüksek olduğu istasyon Erzurum'dur (135,6 gün). Erzurum'u sırasıyla Horasan (119,4 gün), Tercan (110,8 gün), Gökoğlan (81,8 gün), Pasinler (68,5 gün) ve Çat (65,3 gün) takip etmektedir. Yağışlı gün sayılarında görülen bu farklılıklar, sahanın fiziki coğrafya özelliklerinden kaynaklanmaktadır (yükselti, bakı orografik yapı). Ortalama yağışlı gün sayılarının aylara göre durumuna bakıldığında, ortalama yağışlı gün sayısının en fazla olduğu ay Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan ve Tercan'da mayıs, Çat'ta ekim aylarıdır. Ortalama yağışlı gün sayılarının en az olduğu aylar ise Pasinler ve Tercan'da ağustos; Erzurum, Horasan, Gökoğlan ve Çat'ta da eylüldür.

Tablo 3.25. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama yağışlı günler, günlük maksimum yağış ve günlük yağış şiddetinin aylık değişimi.

Meteoroloji İstasyonları	Meteorolojik Unsur	AYLAR												Yıllık
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	
Erzurum	Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	11,8	11,7	13,4	16,1	18,5	12,2	7,3	5,9	5,6	11,4	10,1	11,6	**135,6**
	Günlük Maksimum Yağış (mm)	29,9	59,6	31,7	35,9	38,3	29,7	58,2	20,2	26,3	38,3	29,4	6,7	**59,6**
	Günlük Yağış Şiddeti (mm)	1,7	1,9	2,4	3,4	3,6	3,6	3,5	2,8	3,6	3,8	3,1	1,8	**2,9**
Pasinler	Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	4,3	5,4	6,2	8,4	10,3	7,8	3,1	2,8	3,0	6,5	5,3	5,4	**68,5**
	Günlük Maksimum Yağış (mm)	20,4	30,2	42,7	29,2	34,4	26,4	40,0	36,7	30,0	32,8	29,0	24,0	**42,7**
	Günlük Yağış Şiddeti (mm)	4,2	4,4	4,9	5,1	5,3	5,4	6,0	5,7	5,9	5,7	5,6	4,5	**5,2**
Horasan	Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	8,9	9,5	11,4	14,0	17,0	11,8	7,4	5,5	5,0	10,0	8,6	10,3	**119,4**
	Günlük Maksimum Yağış (mm)	17,5	37,4	38,2	25,2	40,1	28,4	40,2	44,5	27,3	40,8	37,8	25,0	**44,5**
	Günlük Yağış Şiddeti (mm)	2,0	2,4	2,8	3,4	3,7	3,4	3,4	3,3	3,2	3,9	3,5	2,2	**3,1**
Gökoğlan	Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	5,4	6,8	6,6	9,6	10,0	8,6	4,2	4,0	2,0	9,2	9,8	5,6	**81,8**
	Günlük Maksimum Yağış (mm)	12,4	30,6	11,5	23,4	28,3	22,3	15,2	14,2	18,6	20,3	26,3	17,2	**30,6**
	Günlük Yağış Şiddeti (mm)	5,0	5,3	4,7	5,5	6,0	5,8	5,5	5,5	7,1	6,5	7,2	5,2	**5,8**
Çat	Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	6,0	6,6	6,1	6,4	7,7	4,9	2,3	1,6	1,1	8,9	6,9	6,8	**65,3**
	Günlük Maksimum Yağış (mm)	9,7	28,5	13,7	29,9	48,0	17,7	26,4	8,3	14,5	33,7	35,0	18,3	**48,0**
	Günlük Yağış Şiddeti (mm)	2,9	4,0	3,8	4,1	5,8	4,3	5,7	3,7	5,2	6,9	5,5	4,0	**4,7**
Tercan	Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	9,4	9,6	11,7	14,9	16,1	9,5	4,0	2,7	4,1	9,6	9,3	9,9	**110,8**
	Günlük Maksimum Yağış (mm)	34,0	30,2	31,4	47,6	41,0	43,1	43,8	23,4	29,7	77,7	42,2	32,6	**77,7**
	Günlük Yağış Şiddeti (mm)	3,1	3,4	3,9	4,2	3,9	3,4	3,6	3,0	3,6	5,0	4,3	3,3	**3,7**

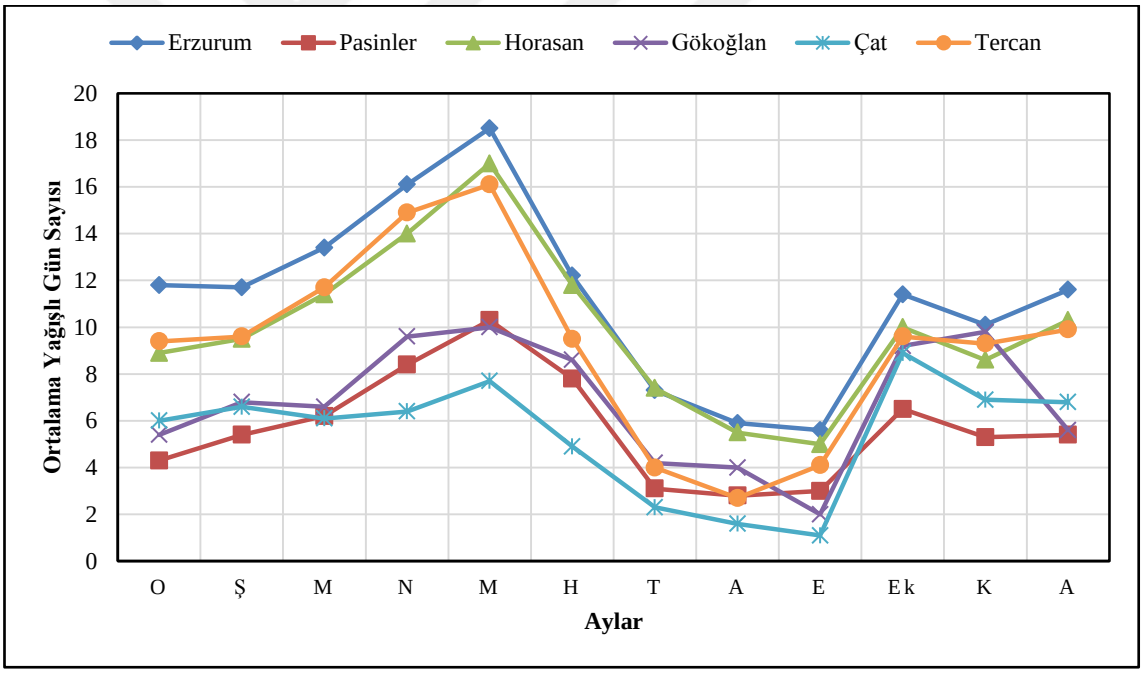
Kaynak: MGM verilerinden.

Araştırma sahasında günlük yıllık ortalama yağış şiddeti[12] değerinin en yüksek olduğu istasyon 5,8 mm ile Gökoğlan'dır. Bu istasyonu sırasıyla 5,2 mm ile Pasinler, 4,7 mm ile Çat, 3,7 mm ile Tercan, 3,1 mm ile Horasan ve 2,9 mm ile Erzurum izlemektedir. Araştırma sahası ve çevresine ait ortalama yağış şiddeti değerlerinin,

[12] Günlük yağış şiddeti, yıllık ortalama yağışların, ortalama yağışlı günler sayısına bölünmesi ile elde edilmektedir (Koçman, 1993: 62).

ülkemizin en yüksek yağış şiddetine sahip istasyonu olan Rize (13,5 mm) ile karşılaştırılması fikir vermesi bakımından yerinde olacaktır (Kopar, 2007: 97).

İnceleme alanı sınırları içerisinde kalan ve mukayese amaçlı verilerinden istifade edilen istasyonlarda günlük maksimum yağışların durumu hem tutar hem de düştüğü ay (Şekil 3.32) bakımından birbirinden farklıdır. Maksimum yağışın düştüğü aylar Erzurum ve Gökoğlan (Şubat) dışındaki tüm istasyonlarda birbirinden farklıdır (Pasinler: Mart, Çat: Mayıs, Horasan: Ağustos, Tercan: Ekim). Ayrıca günlük maksimum yağış tutarının en yüksek olduğu ay, değerlendirmeye alınan istasyonların hiç birinde ortalama yağışın en yüksek olduğu ay ile aynı değildir. Günlük maksimum yağış tutarının en yüksek olduğu istasyon 77,7 mm ile Tercan'dır. Bu istasyonu sırasıyla 59,6 mm ile Erzurum, 48 mm ile Çat, 44,5 mm ile Horasan, 42,7 mm ile Pasinler ve 30,6 mm ile Gökoğlan takip etmektedir.



Şekil 3.32. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama yağışlı gün sayısının aylara göre seyri.

3.3.4.4. Kar Yağışları

Kar yağışları beşeri faaliyetlerin çoğu için olumsuz olmakla birlikte, bu durum Türkiye'nin önemli kış turizmi alanlarından biri olan Palandöken Dağları için ayrı bir önem arz etmektedir. Günümüzde Palandöken Dağları'nda yer alan tesislerde suni kar makinaları olmasına rağmen, kar kalınlığı ve kar örtüsünün yerde kalma süresi yine de önemlidir. Palandöken Dağı'nda yer alan meteoroloji istasyonunda kar yağışı ile ilgili

rasat yapılmaması nedeniyle bu istasyon değerlendirmeye alınmamıştır. Pasinler, Gökoğlan ve Çat istasyonlarında ise kar örtülü günler sayısı ve maksimum kar kalınlığı ile ilgili rasatlar yapılmaması nedeniyle bu istasyonlar hakkında bilgiler verilememiştir.

Araştırma sahasında kar yağışları önemli bir yer tutmaktadır. Palandöken Dağları'nda yüksekliğe bağlı olarak kar yağışlı gün sayısı, karla örtülü gün sayısı ve kar örtüsünün kalınlığı artmaktadır. İnceleme alanı ve çevresinde kar yağışlı gün sayıları bakımından ilk sırada 64,4 gün ile Erzurum yer almaktadır. Erzurum'u sırasıyla 39,9 gün ile Horasan, 36,1 gün ile Tercan, 33,6 gün ile Gökoğlan, 29,7 gün ile Pasinler ve 29,4 gün ile Çat izlemektedir. İstasyonlardan sadece Erzurum'da haziran ayında bir günden az olmak üzere kar yağışı kaydedilmiştir (Tablo 3.26).

Tablo 3.26. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama kar yağışlı, ortalama kar ile örtülü gün sayıları ve en maksimum kar örtüsü kalınlığı.

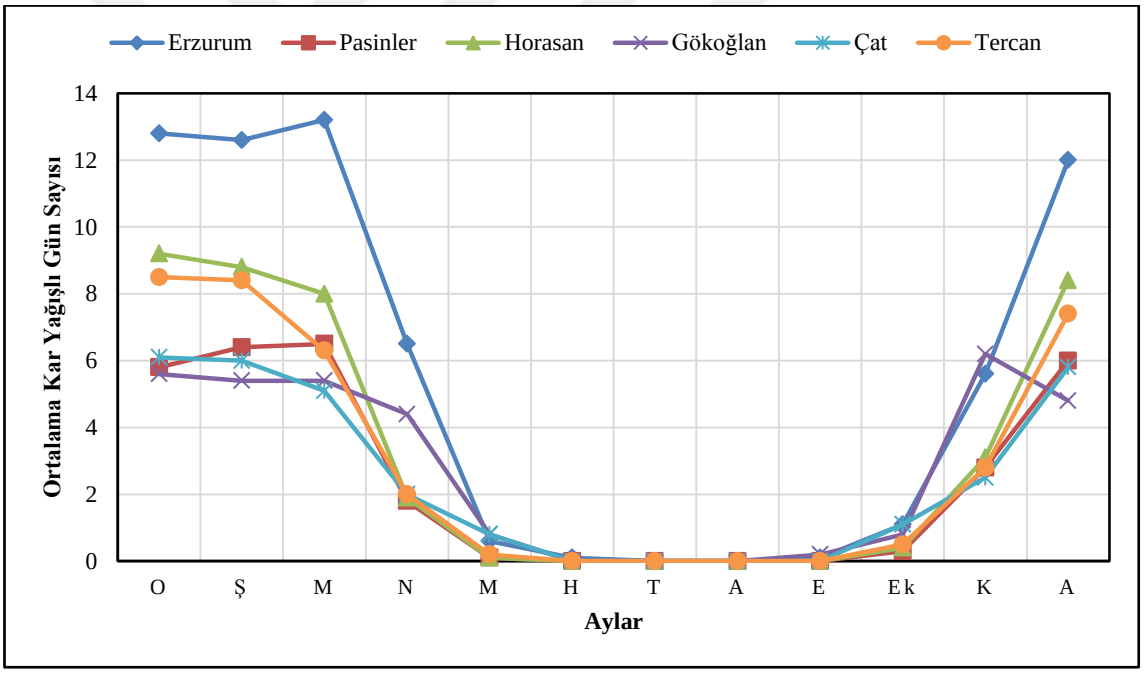
Meteoroloji İstasyonları	Meteorolojik Unsur	AYLAR												Yıllık
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	
Erzurum	Ortalama Kar Yağışlı Gün Sayısı	12,8	12,6	13,2	6,5	0,6	0,1	0,0	0,0	0,1	1,1	5,6	12,0	**64,6**
	Ortalama Karla Örtülü Gün Sayısı	27,6	26,3	19,1	2,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	6,2	22,3	**105,1**
	En Yüksek Kar Örtüsü Kalınlığı (cm)	53	110	63	23	10	0,0	0,0	0,0	0,0	30	41	53	**110**
Pasinler	Ortalama Kar Yağışlı Gün Sayısı	5,8	6,4	6,5	1,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,8	6,0	**29,7**
	Ortalama Karla Örtülü Gün Sayısı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	En Yüksek Kar Örtüsü Kalınlığı (cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Horasan	Ortalama Kar Yağışlı Gün Sayısı	9,2	8,8	8,0	1,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	3,1	8,4	**39,9**
	Ortalama Karla Örtülü Gün Sayısı	26,7	23,5	14,4	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	4,0	19,2	**88,9**
	En Yüksek Kar Örtüsü Kalınlığı (cm)	60	70	99	15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20	50	60	**99**
Gökoğlan	Ortalama Kar Yağışlı Gün Sayısı	5,6	5,4	5,4	4,4	0,8	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8	6,2	4,8	**33,6**
	Ortalama Karla Örtülü Gün Sayısı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	En Yüksek Kar Örtüsü Kalınlığı (cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Çat	Ortalama Kar Yağışlı Gün Sayısı	6,1	6,0	5,1	2,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	2,5	5,8	**29,4**
	Ortalama Karla Örtülü Gün Sayısı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	En Yüksek Kar Örtüsü Kalınlığı (cm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tercan	Ortalama Kar Yağışlı Gün Sayısı	8,5	8,4	6,3	2,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	2,8	7,4	**36,1**
	Ortalama Karla Örtülü Gün Sayısı	21,4	20,1	9,5	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,9	13,9	**69,2**
	En Yüksek Kar Örtüsü Kalınlığı (cm)	80	88	60	30	2	0,0	0,0	0,0	2	26	41	47	**88**

Kaynak: MGM verilerinden.

Ortalama kar yağışlı gün sayılarının aylara göre durumunda farklılıklar bulunmaktadır. Ortalama kar yağışlı gün sayısının en fazla olduğu ay Horasan, Çat ve Tercan'da ocak (Horasan: 9,2 gün, Çat: 6,1 gün, Tercan: 8,5 gün); Erzurum ve Pasinler'de mart (Erzurum: 13,2 gün, Pasinler: 6,5 gün), Gökoğlan'da ise kasımdır (6,2 gün). Kar örtüsünün yerde kalma sürelerine bakıldığında ilk sırada, kar yağışlı gün

sayısında da başı çeken Erzurum bulunmaktadır (105,1 gün). Erzurum'u Horasan (88,9 gün) ve Tercan (69,2 gün) takip etmektedir. En yüksek kar örtüsü kalınlığı, sıra ile şubat ayında Erzurum'da 110 cm, mart ayında Horasan'da 99 cm ve yine şubat ayında Tercan'da 88 cm olarak ölçülmüştür. Yukarıda değinildiği gibi yüksekliğin etkisi ile Palandöken Dağları'nın yüksek kesimlerinde kar kalınlığı, çevresinde yer alan alçak sahalardan daha fazla olacaktır.

Araştırma sahasında mevsimlere dağılışına göre kar yağışının en yüksek olduğu mevsim doğal olarak kıştır. Kış mevsiminden ilkbahara geçişle birlikte, Erzurum istisna olmak kaydıyla, kar yağışları düşmektedir (Şekil 3.33). Sonbaharın gelmesiyle birlikte saha ve çevresinde tekrar kar yağışları görülmeye başlanmaktadır. Erzurum'da yılın 10 ayında, Gökoğlan'da 9 ayında ve Pasinler, Horasan, Çat ve Tercan'da ise 8 ayında kar yağışı kaydedilmiştir.



Şekil 3.33. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ortalama kar yağışlı gün sayısının aylık seyri.

3.3.5. Yağış Etkinliği ve İklim Tipi

Palandöken Dağları'nda yağış etkinliğini ve iklim tipini ortaya koymak için Erinç ve Thornthwaite metotlarından yararlanılmıştır.

Ortalama maksimum sıcaklığın, ortalama sıcaklığa oranı prensibine dayanan Erinç metodunda, evapotranspirasyonun kaydedilemeyecek kadar az olması nedeniyle sıcaklığın 0 °C'nin altında olduğu aylar değerlendirme dışında bırakılmaktadır. Böylece

evapotranspirasyonun önemsiz, sıcaklığın 0 °C'nin altında olduğu ayların sıcaklık ortalaması üzerindeki azaltıcı etkisini ve buna bağlı olarak yağış etkinliği bakımından yanıltıcı etkilerini önlemek, buna karşılık söz konusu don olaylı aylarda düşen ve bu ayları takip eden dönemde evapotranspirasyona maruz kalan kar ve buz halindeki yağışların etkilerini görmek mümkün olmaktadır (Erinç, 1984: 485).

Erinç yağış etkinliği formülüne göre Palandöken Dağları ve çevresinde indis değerleri 25,4 (Çat) ile 47,9 (Gökoğlan) arasında değişmektedir (Tablo 3.27). İndis değerlerinin en yüksek olduğu dönemler, yağış tutarının yüksek, buna karşılık sıcaklığın düşük olduğu ilkbahar ve sonbahar aylarıdır.

Tablo 3.27. Erinç Formülüne göre Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da aylık ve yıllık indis değerleri ile yağış etkinliği.

Erzurum	**AYLAR**												**Yıllık**
	O	**Ş**	**M**	**N**	**M**	**H**	**T**	**A**	**E**	**Ek**	**K**	**A**	
İndis Değeri	–	–	140,4	58,8	46,8	24,5	11,5	7,3	10,6	34,3	56,4	–	**33,2**
Yağış Etkinliği	–	–	Çok Nemli	Çok Nemli	Nemli	Yarı Nemli	Kurak	Tam Kurak	Kurak	Yarı Nemli	Çok Nemli	–	**Yarı Nemli**
Pasinler	**AYLAR**												**Yıllık**
	O	**Ş**	**M**	**N**	**M**	**H**	**T**	**A**	**E**	**Ek**	**K**	**A**	
İndis Değeri	–	–	104,6	37,9	35,5	21,6	7,8	6,7	8,7	27,0	49,2	–	**27,1**
Yağış Etkinliği	–	–	Çok Nemli	Yarı Nemli	Yarı Nemli	Yarı Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Kurak	Yarı Nemli	Nemli	–	**Yarı Nemli**
Horasan	**AYLAR**												**Yıllık**
	O	**Ş**	**M**	**N**	**M**	**H**	**T**	**A**	**E**	**Ek**	**K**	**A**	
İndis Değeri	–	–	84,3	40,7	39,2	19,6	10,1	7,3	7,5	26,4	44,1	–	**27,4**
Yağış Etkinliği	–	–	Çok Nemli	Nemli	Yarı Nemli	Yarı Kurak	Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Yarı Nemli	Nemli	–	**Yarı Nemli**
Gökoğlan	**AYLAR**												**Yıllık**
	O	**Ş**	**M**	**N**	**M**	**H**	**T**	**A**	**E**	**Ek**	**K**	**A**	
İndis Değeri	–	–	–	67,7	50,0	30,3	10,8	10,1	7,7	48,4	–	–	**47,9**
Yağış Etkinliği	–	–	–	Çok Nemli	Nemli	Yarı Nemli	Kurak	Kurak	Tam Kurak	Nemli	–	–	**Nemli**
Çat	**AYLAR**												**Yıllık**
	O	**Ş**	**M**	**N**	**M**	**H**	**T**	**A**	**E**	**Ek**	**K**	**A**	
İndis Değeri	–	–	121,6	28,3	32,2	11,9	5,9	2,6	2,9	51,8	73,2	–	**25,4**
Yağış Etkinliği	–	–	Çok Nemli	Yarı Nemli	Yarı Nemli	Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Nemli	Çok Nemli	–	**Yarı Nemli**
Tercan	**AYLAR**												**Yıllık**
	O	**Ş**	**M**	**N**	**M**	**H**	**T**	**A**	**E**	**Ek**	**K**	**A**	
İndis Değeri	–	–	82,7	52,9	38,2	15,4	5,7	3,2	6,8	31,3	50,8	–	**28,0**
Yağış Etkinliği	–	–	Çok Nemli	Nemli	Yarı Nemli	Yarı Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Yarı Nemli	Nemli	–	**Yarı Nemli**

İndis değerlerinin en yüksek olduğu aylar Erzurum, Pasinler, Horasan, Çat ve Tercan'da mart ayıdır. Bu ayda tüm istasyonlarda yağışın yüksek, sıcaklığın düşük olması nedeniyle evapotranspirasyon az olduğundan yağış etkinlikleri sınıfı *çok nemli*dir. Buna karşılık sıcaklığın oldukça yüksek, yağışın çok az olduğu ve dolayısıyla buharlaşmanın çok az olduğu yaz ayları, indis değerlerinin en düşük olduğu aylardır.

İndis değerinin en düşük olduğu ay, Gökoğlan hariç diğer istasyonlarda sıcaklıkların en yüksek olduğu ağustos ayıdır. Erzurum, Pasinler, Horasan, Çat ve Tercan bu dönemde yağış etkinliği *tam kurak* sınıfındadır. Gökoğlan'da en yüksek indis değeri eylül ayına karşılık gelmektedir ve yağış etkinlik sınıfı burada da *tam kurak*tır. Yağış etkinliklerine yıllık olarak bakıldığında Erzurum, Pasinler, Horasan, Çat ve Tercan *yarı nemli*, Gökoğlan ise *nemli* yağış etkinlik sınıfında yer almaktadır. Ancak tek başına indis değerleri, herhangi bir sahanın iklim tipi ve bitki örtüsü özellikleri bakımından belirleyici olamaz (Koçman, 1989: 91). Palandöken Dağları'nın eteklerinde ve çevresinde yer alan meteoroloji istasyonların verilerine bağlı olarak hesaplanan indis değerleri, Palandöken Dağları için belirleyici olamaz. Ancak yüksekliğe bağlı olarak sıcaklığın azalması ve yağışın artması ilişkilerinden hareketle, bu dağ sırasının alçak bölümlerinde yarı nemli olan yağış etkinliğinin, yükseklere doğru çıktıkça nemliye doğru bir eğilim göstereceği söylenebilir.

Charles Warren Thornthwaite tarafından geliştirilen, Yağış-evapotranspirasyon ve sıcaklık-evapotranspirasyon arasındaki ilişkilere dayanan Thornthwaite formülü, Palandöken Dağı'nda yer alan meteoroloji istasyonunda yağış ile ilgili rasatların yapılmaması nedeniyle değerlendirmeye alınmamış ve diğer 6 istasyona uygulanmıştır (Şekil 3.28). Bu formülün en büyük avantajı toprakta birikmiş halde bulunan suyun yıl içerisindeki değişimini ve potansiyel evapotranspirasyon değerlerini verebilmesidir (Çiçek, 1995: 78). Thornthwaite formülüne göre Erzurum'da *C1 C'2 d b'2* olarak ifade edilen *"yarı nemli-yarı kurak, düşük sıcaklıkta (Mikrotermal), su fazlası yok veya pek az olan, karasal iklime yakın iklim"*, Pasinler ve Horasan'da *DB'1 d b'2* olarak ifade edilen *"yarı kurak, orta sıcaklıkta (Mezotermal), su fazlası yok veya pek az olan, karasal iklime yakın iklim", Gökoğlan'da C2 C'2 s b'2* şeklinde ifade edilen *"yarı nemli, düşük sıcaklıkta (Mikrotermal), su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan, karasal iklime yakın iklim"*, Çat'ta *D C'2 d b'2* olarak ifade edilen *"yarı kurak, düşük sıcaklıkta (Mikrotermal), su fazlası yok veya pek az olan, karasal iklime yakın iklim"* ve Tercan'da *C1 B'1 d b'2* şeklinde ifade edilen *"yarı nemli-yarı kurak, orta sıcaklıkta (Mezotermal), su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan, karasal iklime yakın iklim"* görülmektedir.

Araştırma sahası ve çevresinde yağışın buharlaşma sonucu kaybolan su miktarını karşılayamaması nedeniyle Erzurum, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da temmuz, ağustos ve

eylül aylarında 3 ay süreyle, Pasinler ve Horasan'da da temmuz, ağustos, eylül ve ekim ayları olmak üzere 4 ay süreyle su noksanı vardır (Şekil 3.34). Diğer bir ifade ile yağan yağış tutarının, buharlaşma miktarından az olması nedeniyle bu dönemlerde saha ve çevresinde kuraklık söz konusudur. Kurak geçen yaz döneminin ardından sıcaklıkların düşmeye başlaması, buna karşılık yağışların artmaya başlaması ile Erzurum, Gökoğlan, Çat ve Tercan'da ekim ayı; Pasinler ve Horasan'da kasım ayından itibaren toprakta su birikmeye başlamaktadır.

Tablo 3.28. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'ın Thornthwaite metoduna göre su bilançoları ve iklim tipleri.

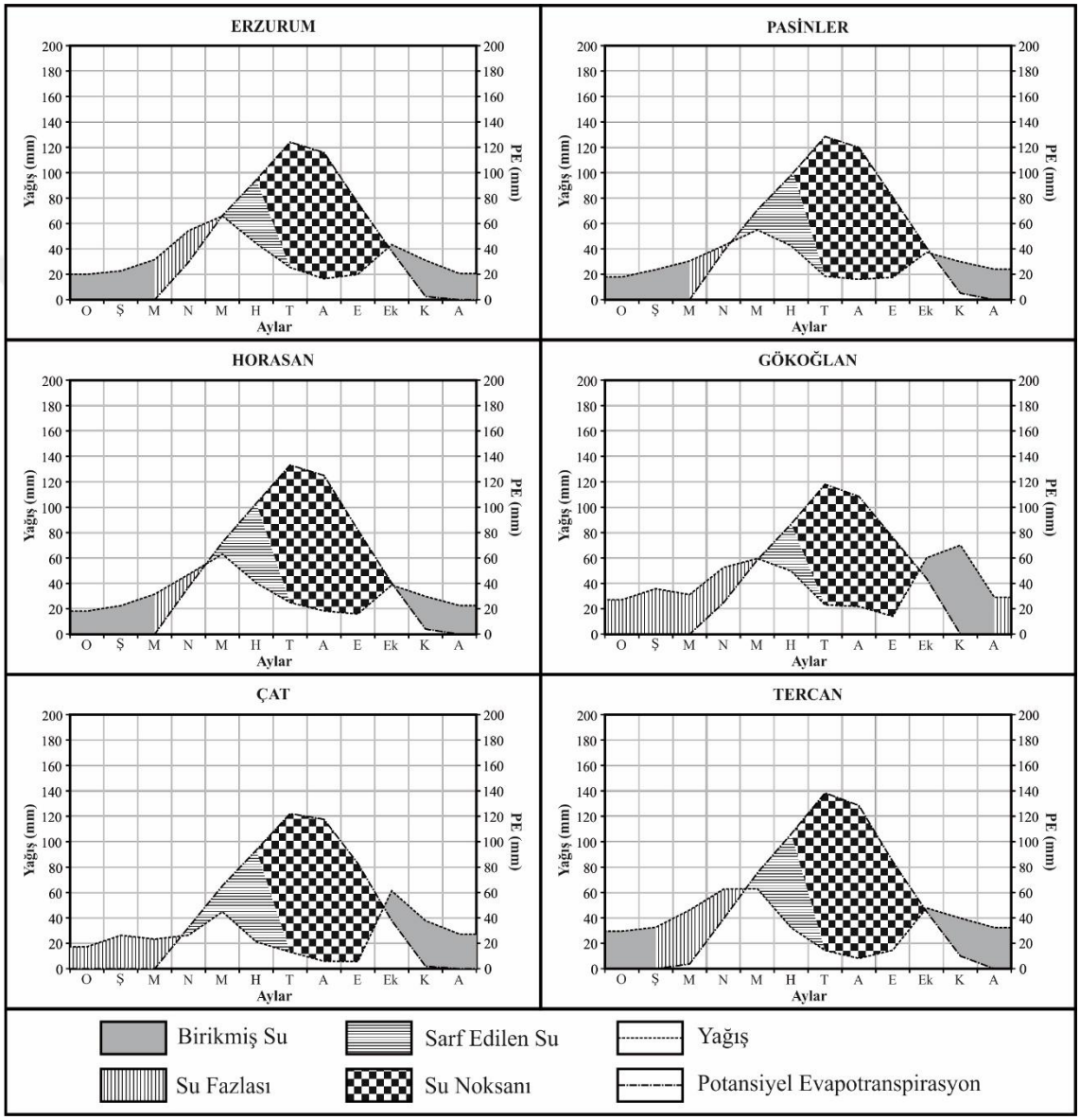
Erzurum	**Enlem: 39° 57' K Boylam: 41° 10' D Yükseklik: 1758 m**												**Yıllık**
	AYLAR												
	O	**Ş**	**M**	**N**	**M**	**H**	**T**	**A**	**E**	**Ek**	**K**	**A**	
Sıcaklık (°C)	-9,5	-8,2	-2,4	5,3	10,6	14,9	19,3	19,3	14,5	7,9	0,6	-6,1	**5,5**
Sıcaklık İndisi	0,0	0,0	0,0	1,1	3,1	5,2	7,7	7,7	5,0	2,0	0,0	0,0	**31,9**
Düzeltilmemiş PE (mm)	0,0	0,0	0,0	26,7	53,6	75,6	98,1	98,1	73,5	39,9	3,0	0,0	
Düzeltilmiş PE (mm)	0,0	0,0	0,0	29,5	66,3	94,4	124,1	115,9	76,2	38,2	2,5	0,0	**547,2**
Yağış (mm)	19,6	22,7	31,6	54,4	65,9	44,3	25,4	16,5	20,1	43,4	31,0	20,6	**395,5**
Depo Değişikliği	19,6	22,7	3,4	-	-0,4	-50,1	-49,4	-	-	5,2	28,5	20,6	
Birikmiş Su	73,9	96,6	100,0	100,0	99,6	49,4	-	-	-	5,2	33,7	54,3	**100,0**
Gerçek Evapotranspirasyon	-	-	-	29,5	66,3	94,4	74,8	16,5	20,1	38,2	2,5	-	**342,4**
Su Noksanı	-	-	-	-	-	-	49,3	99,4	56,1	-	-	-	**204,8**
Su Fazlası	-	-	28,2	24,9	-	-	-	-	-	-	-	-	**53,1**
Yüzeysel Akış	-	-	14,1	26,6	12,4	-	-	-	-	-	-	-	**53,1**
Nemlilik Oranı	19,6	22,7	31,6	0,8	0,0	-0,5	-0,8	-0,9	-0,7	0,1	11,5	20,6	
İklim Tipi	*C1 C'2 d b'2: Yarı Nemli-Yarı Kurak, Düşük Sıcaklıkta (Mikrotermal), Su Fazlası Yok veya Pek Az Olan, Karasal İklime Yakın İklim*												
Pasinler	**Enlem: 39° 58' K Boylam: 41° 39' D Yükseklik: 1660 m**												**Yıllık**
	AYLAR												
	O	**Ş**	**M**	**N**	**M**	**H**	**T**	**A**	**E**	**Ek**	**K**	**A**	
Sıcaklık (°C)	-10,1	-8,6	-1,9	7,4	11,9	16,0	20,3	20,3	15,9	9,1	1,5	-5,4	**6,4**
Sıcaklık İndisi	0,0	0,0	0,0	1,8	3,7	5,8	8,3	8,3	5,8	2,5	0,2	0,0	**36,4**
Düzeltilmemiş PE (mm)	0,0	0,0	0,0	34,3	57,2	78,6	101,5	101,5	78,1	42,8	6,2	0,0	
Düzeltilmiş PE (mm)	0,0	0,0	0,0	38,0	70,7	98,2	128,5	119,9	80,9	41,0	5,1	0,0	**582,4**
Yağış (mm)	17,9	23,7	30,5	42,6	55,0	42,4	18,5	16,0	17,6	37,3	29,9	24,1	**355,5**
Depo Değişikliği	17,9	23,7	9,5	-	-15,7	-55,8	-28,5	-	-	-	24,8	24,1	
Birikmiş Su	66,8	90,5	100,0	100,0	84,3	28,5	-	-	-	-	24,8	48,9	**100,0**
Gerçek Evapotranspirasyon	-	-	-	38,0	70,7	98,2	47,0	16,0	17,6	37,3	5,1	-	**329,9**
Su Noksanı	-	-	-	-	-	-	81,5	103,9	63,3	3,7	-	-	**252,5**
Su Fazlası	-	-	21,0	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	**25,6**
Yüzeysel Akış	-	-	10,5	12,8	2,3	-	-	-	-	-	-	-	**25,6**
Nemlilik Oranı	17,9	23,7	30,5	0,1	-0,2	-0,6	-0,9	-0,9	-0,8	-0,1	4,8	24,1	
İklim Tipi	*DB'1 d b'2: Yarı Kurak, Orta Sıcaklıkta (Mezotermal), Su Fazlası Yok veya Pek Az Olan, Karasal İklime Yakın İklim*												
Horasan	**Enlem: 40° 01' K Boylam: 42° 10' D Yükseklik: 1540 m**												**Yıllık**
	AYLAR												
	O	**Ş**	**M**	**N**	**M**	**H**	**T**	**A**	**E**	**Ek**	**K**	**A**	
Sıcaklık (°C)	-11,0	-9,1	-1,2	7,5	12,4	16,9	21,2	21,2	16,1	9,2	1,3	-6,5	**6,5**
Sıcaklık İndisi	0,0	0,0	0,0	1,8	4,0	6,3	8,9	8,9	5,9	2,5	0,1	0,0	**38,5**
Düzeltilmemiş PE (mm)	0,0	0,0	0,0	33,5	58,4	82,3	105,7	105,7	78,0	42,0	4,8	0,0	
Düzeltilmiş PE (mm)	0,0	0,0	0,0	37,1	72,4	103,1	133,2	125,0	80,8	40,3	4,0	0,0	**596,0**
Yağış (mm)	18,2	22,5	31,6	47,1	63,0	40,3	24,9	18,3	15,9	38,7	29,8	22,6	**372,9**
Depo Değişikliği	18,2	22,5	10,9	-	-9,4	-62,8	-27,8	-	-	-	25,8	22,6	
Birikmiş Su	66,6	89,1	100,0	100,0	90,6	27,8	-	-	-	-	25,8	48,4	
Gerçek Evapotranspirasyon	-	-	-	37,1	72,4	103,1	52,7	18,3	15,9	38,7	4,0	-	**342,2**
Su Noksanı	-	-	-	-	-	-	80,5	106,7	64,9	1,6	-	-	**253,8**
Su Fazlası	-	-	20,7	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	**30,7**
Yüzeysel Akış	-	-	10,3	15,3	5,0	-	-	-	-	-	-	-	**30,7**
Nemlilik Oranı	18,2	22,5	31,6	0,3	-0,1	-0,6	-0,8	-0,9	-0,8	0,0	6,4	22,6	
İklim Tipi	*DB'1 d b'2: Yarı Kurak, Orta Sıcaklıkta (Mezotermal), Su Fazlası Yok veya Pek Az Olan, Karasal İklime Yakın İklim*												

Gökoğlan	Enlem: 39° 31' K Boylam: 41° 15' D Yükseklik: 2175 m AYLAR												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	
Sıcaklık (°C)	-12,6	-11,6	-4,9	4,0	8,8	13,2	18,0	17,7	14,0	8,5	-3,4	-8,1	**3,6**
Sıcaklık İndisi	0,0	0,0	0,0	0,7	2,4	4,3	7,0	6,8	4,8	2,2	0,0	0,0	**28,1**
Düzeltilmemiş PE (mm)	0,0	0,0	0,0	22,4	47,3	69,6	93,4	91,9	73,6	45,8	0,0	0,0	
Düzeltilmiş PE (mm)	0,0	0,0	0,0	24,7	58,5	86,8	118,0	108,5	76,2	43,9	0,0	0,0	**516,5**
Yağış (mm)	27,2	35,8	31,2	52,5	59,6	49,7	23,1	21,8	14,1	60,1	70,1	29,1	**474,3**
Depo Değişikliği	-	-	-	-	-	-37,1	-62,9	-	-	16,2	70,1	13,7	
Birikmiş Su	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	62,9	-	-	-	16,2	86,3	100,0	**100,0**
Gerçek Evapotranspirasyon	-	-	-	24,7	58,5	86,8	86,0	21,8	14,1	43,9	-	-	**335,8**
Su Noksanı	-	-	-	-	-	-	32,0	86,7	62,1	-	-	-	**180,7**
Su Fazlası	27,2	35,8	31,2	27,8	1,1	-	-	-	-	-	-	15,4	**138,5**
Yüzeysel Akış	21,3	31,5	33,5	29,5	14,5	0,6	-	-	-	-	-	7,7	**138,5**
Nemlilik Oranı	27,2	35,8	31,2	1,1	0,0	-0,4	-0,8	-0,8	-0,8	0,4	70,1	29,1	
İklim Tipi	*C2 C'2 s b'2: Yarı Nemli, Düşük Sıcaklıkta (Mikrotermal), Su Noksanı Yaz Mevsiminde ve Çok Kuvvetli Olan, Karasal İklime Yakın İklim*												
Çat	Enlem: 39° 36' K Boylam: 40° 58' D Yükseklik: 1920 m AYLAR												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	
Sıcaklık (°C)	-5,7	-6,3	-3,5	6,0	10,6	14,9	19,1	19,7	15,9	8,0	0,5	-7,3	**6,0**
Sıcaklık İndisi	0,0	0,0	0,0	1,3	3,1	5,2	7,6	8,0	5,8	2,0	0,0	0,0	**33,1**
Düzeltilmemiş PE (mm)	0,0	0,0	0,0	29,5	52,8	74,9	96,6	99,7	80,0	39,6	2,3	0,0	
Düzeltilmiş PE (mm)	0,0	0,0	0,0	32,6	65,3	93,4	122,1	117,6	82,9	37,9	1,9	0,0	**553,8**
Yağış (mm)	17,3	26,3	23,3	26,4	44,8	21,1	13,1	5,9	5,7	61,3	37,8	27,3	**310,3**
Depo Değişikliği	13,5	-	-	-6,2	-20,5	-72,3	-1,0	-	-	23,4	35,9	27,3	
Birikmiş Su	100,0	100,0	100,0	93,8	73,3	1,0	-	-	-	23,4	59,2	86,5	**100,0**
Gerçek Evapotranspirasyon	-	-	-	32,6	65,3	93,4	14,1	5,9	5,7	37,9	1,9	-	**256,9**
Su Noksanı	-	-	-	-	-	-	108,0	111,7	77,2	-	-	-	**296,9**
Su Fazlası	3,8	26,3	23,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**53,4**
Yüzeysel Akış	1,9	15,1	24,8	11,7	-	-	-	-	-	-	-	-	**53,4**
Nemlilik Oranı	17,3	26,3	23,3	-0,2	-0,3	-0,8	-0,9	-0,9	-0,9	0,6	18,6	27,3	
İklim Tipi	*D C'2 d b'2: Yarı Kurak, Düşük Sıcaklıkta (Mikrotermal), Su Fazlası Yok veya Pek Az Olan, Karasal İklime Yakın İklim*												
Tercan	Enlem: 39° 46' K Boylam: 40° 23' D Yükseklik: 1429 m AYLAR												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	
Sıcaklık (°C)	-6,8	-5,1	1,2	8,4	13,4	17,8	22,1	22,0	17,2	10,7	3,3	-3,0	**8,4**
Sıcaklık İndisi	0,0	0,0	0,1	2,2	4,4	6,8	9,5	9,4	6,5	3,2	0,5	0,0	**42,7**
Düzeltilmemiş PE (mm)	0,0	0,0	3,6	35,3	61,0	85,0	109,5	108,9	81,6	46,9	11,8	0,0	
Düzeltilmiş PE (mm)	0,0	0,0	3,7	39,1	75,4	106,1	138,4	128,5	84,6	44,9	9,9	0,0	**630,7**
Yağış (mm)	29,5	32,6	46,2	62,6	63,0	32,2	14,4	8,1	14,6	47,8	39,8	32,4	**423,2**
Depo Değişikliği	29,5	5,3	-	-	-12,4	-73,9	-13,7	-	-	2,9	29,9	32,4	
Birikmiş Su	94,7	100,0	100,0	100,0	87,6	13,7	-	-	-	2,9	32,8	65,2	**100,0**
Gerçek Evapotranspirasyon	-	-	3,7	39,1	75,4	106,1	28,1	8,1	14,6	44,9	9,9	-	**329,9**
Su Noksanı	-	-	-	-	-	-	110,3	120,4	70,0	-	-	-	**300,8**
Su Fazlası	-	27,3	42,5	23,5	-	-	-	-	-	-	-	-	**93,3**
Yüzeysel Akış	-	13,6	34,9	33,0	11,8	-	-	-	-	-	-	-	**93,3**
Nemlilik Oranı	29,5	32,6	11,4	0,6	-0,2	-0,7	-0,9	-0,9	-0,8	0,1	3,0	32,4	
İklim Tipi	*C1 B'1 d b'2: Yarı Nemli-Yarı Kurak, Orta Sıcaklıkta (Mezotermal), Su Fazlası Kış Mevsiminde ve Orta Derecede Olan, Karasal İklime Yakın İklim*												

Sahada, Pasinler ve Çat'ta nisan; Erzurum, Horasan, Gökoğlan ve Tercan'da mayıs ayından ekim ayına kadar yağış miktarı, potansiyel evapotranspirasyondan düşüktür. Yağışların, potansiyel evapotranspirasyondan fazla olduğu ekim ayından itibaren suyun birikmeye başlaması, Gökoğlan'da ocak, şubat, mart, nisan, mayıs ve aralık aylarında, Çat'ta ocak, şubat ve mart aylarında, Tercan'da şubat, mart ve nisan aylarında; Erzurum, Pasinler ve Horasan'da ise mart ve nisan aylarında toprakta su fazlasının oluşması ile sonuçlanmaktadır.

Thornthwaite metoduna göre hazırlanan diyagramlar incelendiğinde, Palandöken Dağları ve çevresinde önemli oranda su noksanının olduğu görülmektedir. Araştırma sahasında karasal iklime, yüksek miktarda gerçekleşen buharlaşmaya karşılık yağış ve kaynakların azlığı nedeniyle görülen kuraklık, beşeri faaliyetleri ve vejetasyonu da olumsuz olarak etkilemektedir. Sahada genel olarak tahıl ağırlıklı tarımsal faaliyetlerin

yapılması, mevcut iklimsel durumun bir sonucudur. Tarımsal faaliyetlerin iklim özelliklerine bağlı olarak karşılaştığı zorluklar, yörede hayvancılık faaliyetlerinin ekonomik anlamda önemli bir paya sahip olmasına neden olmuştur. Kuraklık sonucu karşılaşılan sulama ihtiyaçları karşılamak amacıyla Ağcalar, Sığırlı, Güllü, Yağmurcuk ve Konaklı (Palandöken Göleti) mahallelerinde göletler inşaa edilmiştir.



Şekil 3.34. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'ın Thornthwaite metoduna göre su bilançosu diyagramları.

3.4. İklim Özelliklerine Toplu Bakış ve Sonuç

Palandöken Dağları'nın, zirve noktası 3176 m (Büyük Ejder Tepe) ile kuzeyde yer alan 1700-2000 m arasındaki ovalık alanlar ile arasında 1476 m'lik bir yükselti farkı bulunmaktadır. Bu yükselti farkının, sahanın iklim özellikleri bakımından farklılıklara neden olmaktadır. Yükselti, eğim, bakı vb. gibi fiziki coğrafya faktörlerinin iklim özellikleri açısından etkilerinin kesin bir şekilde belirlenmesi, bu konuda belirleyici olacak noktalara tüm iklim elemanlarına ait rasatları yapabilen meteoroloji istasyonlarının kurulması ile mümkün olacaktır (Kopar, 2007: 104). Palandöken Dağı'nda mevcut olan meteoroloji istasyonunun 2010 yılından itibaren düzenli kayıt yapmaya başlaması; basınç, bulutluluk, yağış, sis gibi önemli iklim elemanlarının rasatlarının yapılmaması ya da yapılamaması; yükselti, eğim, bakı vb. gibi fiziki coğrafya faktörlerinin iklim özellikleri üzerindeki etkilerini kesin bir şekilde ortaya koyma noktasında engel teşkil etmiştir. İklim gibi uzun soluklu bir konuda söz konusu istasyona ait veriler, topografik şartların iklim üzerindeki etkileri hakkında fikir vermesi açısından önemli görüldüğü için kullanılmıştır. Verilerin yetersiz kaldığı durumlarda, çeşitli metotlar uygulanarak enterpolasyon yöntemine başvurulmuştur.

Palandöken Dağları'nda etkili olan iklim şartlarının temel belirleyicisi, ülkemizde etkili olan genel atmosfer salınımına bağlı hava kütleleri ile bunlar arasındaki etkileşim sonucu gelişen cephe faaliyetleridir. Yerel olarak farkların ortaya çıkmasında ise sahanın karasallık, yükselti, bakı, eğim vb. gibi unsurlar etkili olmaktadır.

Genel atmosfer dolaşım şartlarına bakıldığında sahada, Akdeniz Havzası'nda karşılaşan hava kütlelerine bağlı olarak gelişen cephe sistemleri ve kuzeyden gelen yüksek basınç sistemleri, hava olaylarının karakterlerini belirlemektedir. Kış mevsiminde ülkemize, merkezi Doğu Avrupa üzerinde bulunan ve alanını genişleten yüksek basınç merkezi ile ilişkili olarak kuzey, kuzeydoğu ve doğudan cP hava kütleleri sokulmaktadır. Bu nedenle Doğu Anadolu Bölgesi kış mevsiminde, yüksek basınç rejiminin etkisinde kalmaktadır. Bu hava kütlesi, kış mevsiminde baskın olduğu süre zarfında, Balkanlar üzerinden gelen nemli alçak basınç sisteminin bölgeye sokulmasını engellemektedir (Koçman, 1993: 3). Kontinental polar hava kütlesi ve buna bağlı olarak gelişen yüksek basınç alanı, kış aylarını da aşan uzun bir süre boyunca sahada hâkim durumdadır. Kış mevsiminde araştırma sahasını etkileyen diğer bir hava kütlesi de mP hava kütlesidir. Denizel kökenli polar hava kütlesi Balkanlar üzerinden Türkiye'ye

ulaşmaktadır. Bu hareketi sırasında geçtiği denizlerden bünyesine nem alarak karasız hale gelmektedir. Bu kararsız mP hava kütlesinin, kıyılarımıza ulaştığında orografik şartlara bağlı olarak yükselmesiyle yağışlar meydana gelmektedir. Ekim-mayıs arasındaki dönemde cP hava kütlesinin gerilemesine bağlı olarak Doğu Anadolu Bölgesi'ne sokulup kar yağışlarının görülmesine neden olmaktadır. Yine bu mevsimde, etki alanları daralmış olmasına rağmen Anadolu'ya güneyden sokulan cT ve mT hava kütleleri de etkili olmaktadır. Tropikal hava kütleleri, ülkemize Hazar Havzası üzerinden sokulan cP hava kütleleriyle karşılaşarak frontal siklojenezlerin oluşmasına ve frontal yağışlarının meydana gelmesine neden olmaktadır (Erinç, 1984: 300). Doğu Anadolu ve İç Anadolu bölgelerinde kış mevsimindeki kar yağışlarının bir kısmı da bu sisteme bağlı olarak meydana gelmektedir.

Sahada ilkbahar mevsiminin gelmesiyle birlikte polar cephe zayıflamaya ve batı rüzgârlarının etkisiyle kuzeye doğru çekilmeye başlar. Doğu Avrupa'nın ısınmaya başlaması ve Azor antisiklonunun kuzeyde Avrupa üzerinde yayılmasıyla, Akdeniz Havzası ve dolayısıyla Türkiye, tropikal hava kütlelerinin etkisine girmeye başlar. Yaz mevsiminin gelmesiyle polar cephenin 60° kuzey enlemi yakınlarına kadar çekilmesine bağlı olarak, Güney Asya alçak basıncı Basra Körfezi çevresinde genişler. Basra Körfezi ve Güney İran çevresinde oluşan ve etki alanını genişleten bu cT hava kütlesi, bu mevsimde Anadolu'ya sokulur. Söz konusu hava kütlesinin hâkim olduğu dönemlerde, ülkemizde ve dolayısıyla araştırma sahasında sıcak ve kurak ortam şartları görülmektedir. Yaz mevsiminde ayrıca mT hava kütleleri de Türkiye üzerinde etkili olur. Azor antisiklonunun, Akdeniz Havzası üzerine yayılması sebebiyle, temelde nemli olan bu tropikal hava kütlesi Orta Avrupa ve Balkanlar üzerinden ülkemize ulaşır. Ancak bu nemli hava kütlesinin kat ettiği yol karasal olduğu için değişime uğrar ve Anadolu'ya sıcak ve kurak bir hava kütlesi olarak ulaşır (Koçman, 1993: 6). Yukarıda da değinildiği üzere karasallık, yükselti, bakı ve eğim gibi fiziki coğrafya unsurlarının etkileri, genel atmosfer şartlarının etkisinin dışında araştırma sahasında iklim özelliklerinin lokal değişiklikler göstermesine neden olmaktadır.

Palandöken Dağları'nın etek yüzeylerinde, Erinç'in yağış etkinliği formülüne göre yarı nemli olan yağış etkinliğinin, yükselti-yağış ilişkisi nedeniyle yükseklere doğru nemli olarak değişmesi öngörülmektedir. Değerlendirmeye alınan istasyonlara uygulanan Thorthwaite metoduna göre ise saha ve çevresinde; nemlilik, sıcaklık, su

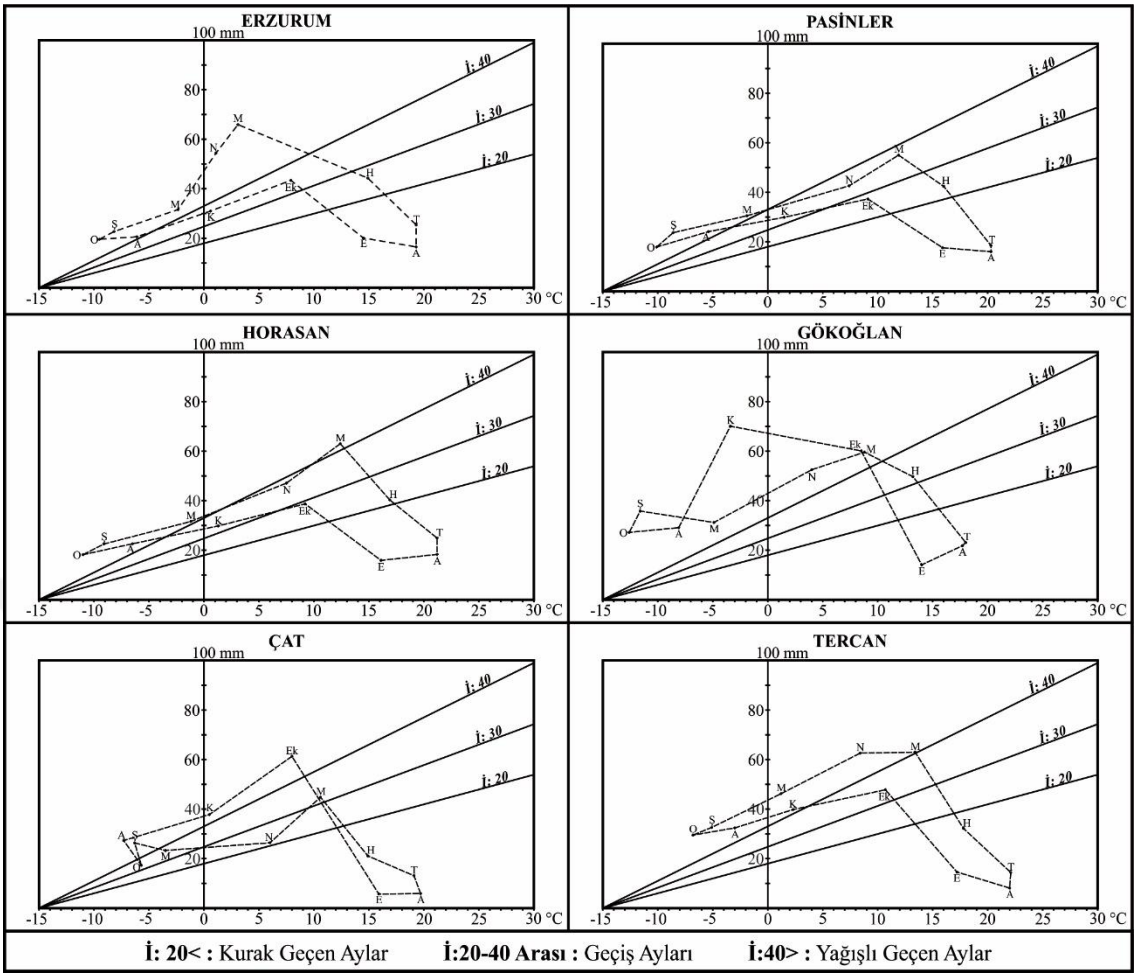
noksanının ve su fazlasının görüldüğü dönemler arasında farklılıklar olsa da tam karasal iklime yakın iklim tipi görülmektedir. Palandöken Dağı'nda bulunan meteoroloji istasyonunun sıcaklık verilerine göre, araştırma sahasının yüksek kesimleri, çevresinde yer alan depresyonlara göre daha sıcaktır. Bu durum, kış mevsimi süresince saha çevresindeki çöküntü alanlarında sıklıkla tekrarlayan sıcaklık terselmesi olayı ile açıklanabilmektedir. Sıcaklıklar, ilkbahar mevsiminin gelmesi ve havaların ısınmaya başlamasıyla birlikte kasım ayı sonuna kadar, yüksekliğe bağlı olarak sıcaklığın düşmesi eğilimine uymakta ve çevresindeki alçak alanlara göre daha serin seyretmektedir. Yine yükseltiye bağlı olarak çevresindeki alçak alanlardan Palandöken Dağları'nın yüksek kesimlerine çıkıldıkça basınç değerleri düşmektedir.

Araştırma sahasının iklim özelliklerini ortaya koymak, nemli ve kurak dönemleri belirlemek amacıyla Erinç ve Thornthwaite metotları dışında; Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan istasyonlarının verilerinden hareketle klimogramlar[13] hazırlanmıştır. Klimogramlara göre Erzurum, Pasinler, Horasan ve Gökoğlan'da yılın üç ayı (Temmuz, ağustos ve eylül) kurak geçmekteyken; Çat ve Tercan'da yılın dört ayı (Haziran, temmuz, ağustos ve eylül) kurak geçmektedir. Yağışlı dönemler incelendiğinde bütün istasyonlar birbirinden farklı özellikler göstermektedir (Şekil 3.35).

İndis değerlerinin 20-40 arasında olduğu geçiş ayları ise Erzurum'da haziran, ekim ve kasım; Pasinler'de nisan, mayıs, haziran, ekim ve kasım; Horasan'da nisan, haziran, ekim ve kasım; Gökoğlan'da sadece haziran; Çat'ta ocak, mart, nisan ve mayıs ile Tercan'da yalnızca ekim ayıdır.

Sonuç olarak Palandöken Dağları, soğuk olan kış mevsimi sıcaklık ortalamalarının, inversiyon olayının sık görüldüğü çevresindeki alçak alanlara göre nispeten fazla; yaz mevsimi sıcaklık ortalamalarının yükseltinin etkisi ile çevresine göre daha serin olduğu, en yağışlı mevsimin ilkbahar ve kış mevsiminde düşen yağışların kar şeklinde gerçekleştiği dağ iklimi şartlarına sahiptir.

[13] Klimogramlar, herhangi bir yerin iklim özelliklerini ortaya koymak amacıyla çizilen iklim diyagramlarının farklı bir çeşididir. Klimogramların farkı, yağış ve sıcaklık verilerine ait eğrileri birbirinden ayrı göstermek yerine, kuraklık indis değer aralıklarını da içeren tek bir grafik alanında sadece kapalı bir çizgi halinde göstermesidir (Ardel ve diğ., 1969: 322).



Şekil 3.35. Erzurum, Pasinler, Horasan, Gökoğlan, Çat ve Tercan'a ait klimogramlar.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. PALANDÖKEN DAĞLARI'NIN HİDROGRAFYASI

Su, Dünya üzerinde yaşayan tüm canlıların yaşam kaynağı olması, yeryüzünün şekillenmesinde aktif rol oynaması, atmosferik döngünün bir parçası olması, toprak oluşumunda belirleyici unsur olması, bitki örtüsü, insan ve hayvanların Dünya üzerindeki dağılışlarını ve beşeri faaliyetleri doğrudan etkilemesi nedeniyle büyük bir öneme sahiptir.

Palandöken Dağları, Türkiye'nin iki önemli havzası olan Fırat ile Aras havzalarını birbirinden ayıran su bölümü çizgisini teşkil etmekte ve bu iki büyük havzayı birbirinden ayırmaktadır. Araştırma sahasının şekillenmesinde büyük öneme sahip olmaları sebebiyle bu bölümde akarsuların akım ve rejim özellikleri, drenaj biçimleri, yeraltı suları ve kaynakların özellikleri üzerinde durulacaktır.

4.1. Akarsular

Araştırma sahası sınırları içerisinde yer alan akarsuların uzunluğu, 810,4 km'si sürekli akarsu, 115,4 km'si de geçici akarsu olmak üzere toplam 925,8 km'dir. Sahada yer alan akarsular hakkında açıklamalar yapılırken, öncelikle sınırı oluşturan akarsulardan söz edilecek, daha sonra havzaları Palandöken Dağları sınırları içerisinde kalan akarsular hakkında açıklamalar yapılacaktır.

4.1.1. Palandöken Dağlarının Sınırını Çizen Akarsular

Karasu Nehri, araştırma sahasının kuzey sınırının Deveboynu geçidi ile Aziziye ilçesi arasında yer alan bölümünü oluşturmaktadır (Fotoğraf 4.1.). Kargapazarı Dağları'ndaki kaynak noktasından Keban Barajı'na kadar 441 km uzunluğa, 28000 km^2 havza alanına sahip (Polat, 2003: 105) Karasu Nehri'nin araştırma sahasına sınır teşkil eden uzunluğu 22,2 km'dir. Karasu Nehri akışına, Kargapazarı Dağları'ndaki Karagöl ve Sarıgöl buzul göllerinin bulunduğu alanda Yedigözeler Dere adıyla başlamaktadır. Şenyurt Mahallesi yakınlarında Dumlu-Şenyurt tektonik oluğu içinde akışına devam eder ve Geçitboğazı Dere adını alır. Yeşildere Mahallesi civarında batıdan Dumlu Deresi ve doğudan da Köşk Deresi Geçitboğazı dersine dâhil olup Erzurum Ovası'na ulaşmaktadır. Erzurum Ovası'ndan itibaren Dumlu Çayı adını almaktadır. Erzurum Ovası'nda akarsuya kuzeyden Umudum ve Karasu dereleri ile güneyden, kaynağını

Palandöken Dağları'ndan alan Pulur Çayı katılır ve araştırma sahasında kalan bölümü bu iki akarsuyun kesiştiği noktada son bulur (Polat, 2003: 105).



Fotoğraf 4.1. Karasu Nehri, Aziziye ilçesi ile Deveboynu geçiti arasında araştırma sahasının kuzey sınırını çizmektedir.

Çayırtepe deresi, kaynağını İkizler Tepe'nin (2723 m) güneybatısından almaktadır. Bu noktada akışına Türbe deresi olarak başlayan akarsuya, Şehitler Mahallesi güneyinde, Ağıl deresi bağlanmaktadır. Buradan itibaren güney-kuzey doğrultusunda Şehitler deresi olarak yoluna devam eden dere, Çayırtepe Mahallesi yakınlarında batıya yönelmektedir. Bu yerleşmeden itibaren yoluna Çayırtepe deresi olarak devam eden akarsu, Soğucak kuzeyinde Karasu Nehri'ne bağlanarak sonlanmaktadır. Çayırtepe deresinin kaynak kısmından Karasu Nehri'ne kadar olan uzunluğu yaklaşık 20,4 km'dir.

Hasankale Çayı, Nenehatun Mahallesi güneyinde Palandöken Dağları'ndan çıkan kaynaklarla birlikte Hamam Dere olarak akışına başlamaktadır. Hamam Deresi'ne Saksı Mahallesi güneybatısında Komlar ve Deliçay dereleri katılmaktadır. Bu noktadan itibaren Değirmen Dere adını alan akarsu, Pasinler Ovası'nda akışına devam etmektedir. Övenler Mahallesi'nde Övenler Dere adını almakta ve Pasinler batısında Çaykara Dere ile birleşmektedir. Buradan itibaren Hasankale Çayı olarak Pasinler ilçesi içerisinde

akışına devam etmektedir (Fotoğraf 4.2). Pasinler'de, Yaygı Dere ile birleştiği noktada araştırma sahası sınırlarını terk eder ve Köprüköy'de tarihi Çobandede Köprüsü'nün bulunduğu alanda Aras Nehri'ne katılır. Hasankale Çayı'nın akışına Hamamdere olarak başladığı kaynağından araştırma sahasını terk ettiği noktaya kadar uzunluğu 39,4 km'dir.



Fotoğraf 4.2. Pasinler ilçesi içerisinde akışına devam eden Hasankale Çayı'ndan bir kesit (Fotoğraf doğu-batı yönünde alınmıştır).

Tuzla Çayı, araştırma sahasının güneyinde Palandöken Dağları ile Karagöl Dağları arasındaki sınırı oluşturmaktadır. Tuzla Çayı, Gözeler Tepe (2960 m) güneydoğusunda, Karagöl Dağları ile araştırma sahası arasında Tipi Dere olarak kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda akışına başlamaktadır. Uzun Tepe (2936 m) güneyinde, Palandöken Dağları'ndan Uzun Dere ve Karataş Dere ile Karagöl Dağları'ndan Kurtpınar Dere bu akarsuya katılmaktadır. Buradan itibaren Başköy-Çatköy depresyonuna kadar Değirmiçayır Dere adı ile akışına devam etmektedir. Kırkkulak Tepe (3085 m) güneyinde Lal Dere; Karagöl Dağları'nda Sarp Tepe (2709 m) kuzeydoğusunda da Sarp Dere Değirmiçayır Deresi'ne dâhil olmaktadır. Değirmiçayır Dere, Başköy-Çatköy depresyonuna ulaştıktan sonra Küçük Lezgi Suyu adını almaktadır (Polat, 2003: 106). Küçük Lezgi Suyu, depresyonda inşa edilen

Palandöken Baraj Gölü'ne döküldüğü noktaya kadar kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda akışına devam etmektedir. Küçük Lezgi Suyu, Palandöken Baraj aksından sonra Tuzla Çayı adı ile akışına devam etmektedir (Fotoğraf 4.3). Baraj aksının hemen güneybatısında Tuzla Çayı'na, kuzeyde Palandöken Dağları'ndan kaynağını alan Bağırsak Dere katılmaktadır. Tuzla Çayı, Çat'ın batısında Kale Dere ile birleştiği noktada araştırma sahasını terk ederek akışına devam eder ve sularını Erzincan il sınırları içerisinde Tercan Baraj Gölü'ne boşaltır.



Fotoğraf 4.3. Tuzla Çayı'ndan bir görünüm. Fotoğraf Çat'ın kuzeydoğusunda, kuzeydoğu-güneybatı yönünden alınmıştır.

Kızılgeçit deresi, araştırma sahasının güney sınırında yer alan diğer bir akarsudur (Fotoğraf 4.4). Kızılgeçit Deresi'nin akışına başladığı nokta, Çatderebaşı Tepe'nin (2706 m) batısıdır. Yukarı mecrasında akışına Çat Deresi adı ile başlayan bu dereye, Çatderebaşı Tepe'nin kuzeydoğusunda, güneyden Kırmızıtaş Dere katılmaktadır. Güneybatı-kuzeydoğu yönünde akışına devam eden akarsuya kuzeyden, Büyükyatak Tepe'nin (2717 m) güneydoğusundan Kırmızı Dere dâhil olmaktadır. Çakalok Mahallesi güneyinde dereye kuzeyden Aktaş Deresi, güneyden de Çiftegözeler Deresi tabi olmakta ve Çakalok Deresi adını almaktadır. Yeniköy güneybatısında akış yönü kuzeybatı-güneydoğu doğrultusu kazanan dere, Geçit Mahallesi'nin kuzeybatısında, kaynağını Yıldırım Dağı'ndan alan Yıldırım Dere ile birleşerek batı-doğu yönünde

akışına devam etmektedir. Bu noktadan itibaren Kızılgeçit Deresi adını almaktadır. Kızılgeçit Deresi, Geçit kuzeydoğusunda Göktaş Deresi ile birleştiği yerden itibaren akışına saha sınırları dışında devam etmektedir.



Fotoğraf 4.4. Kızılgeçit deresi Palandöken Dağları ile Karagöl Dağları'nı birbirinden ayırmaktadır.

Göktaş Dere kaynağını Palandöken Dağları'ndan, Kumlubaşı Tepe'nin (2857 m) güneyinden almaktadır. Kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda akışına başlayan Göktaş Dere, Aziziye Mahallesi doğusunda, kuzeydoğu-güneybatı yönünde akışına devam etmektedir. Bu akarsuya Aziziye Mahallesi'nin güneyinde, kuzeyden Mendek Dere katılmaktadır. Bu noktadan itibaren kuzey-güney doğrultusu kazanan akarsu, Geçit Mahallesi kuzeyinde, Kızılgeçit Deresi'ne katılarak son bulmaktadır.

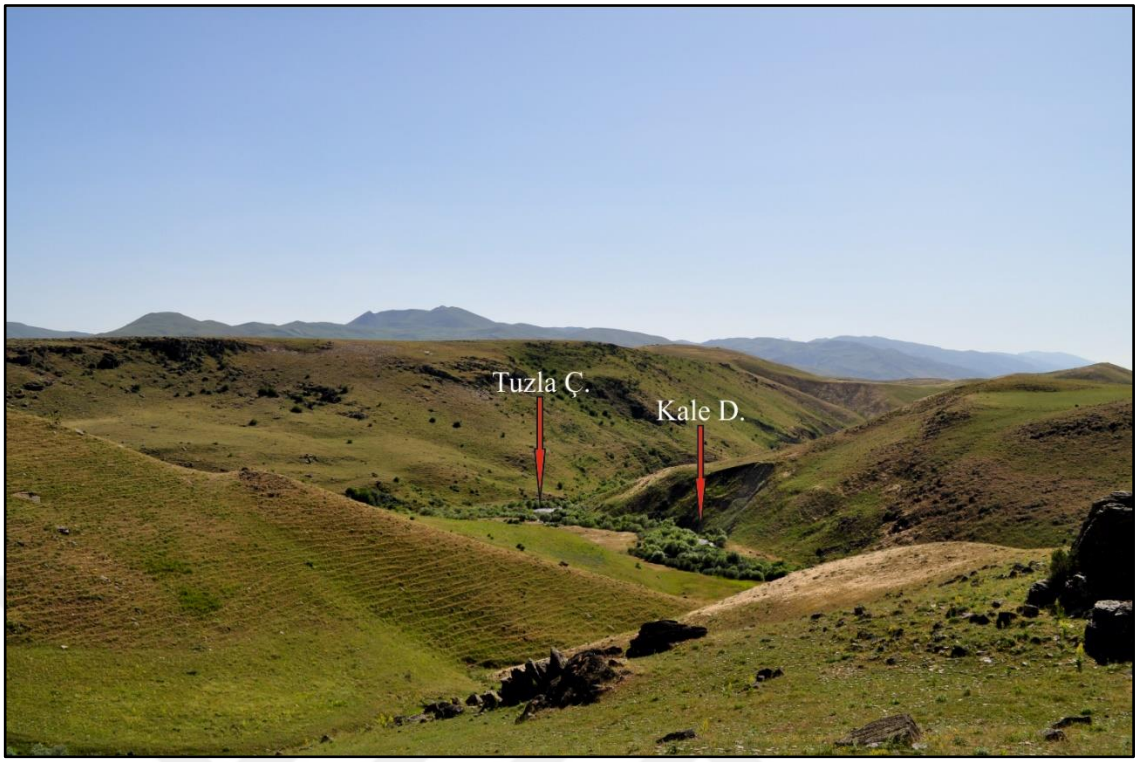
Yaygı Dere, Aras Havzası'nda yer almakta ve Palandöken Dağları ile Şahvelet Dağları arasındaki sınır çizgisini oluşturmaktadır (Fotoğraf 4.5). Yaygı Dere akışına Kumlubaşı Tepe'nin (2857 m) güneydoğusundan Şahvelet Deresi adı ile başlamaktadır. Gürbüzler komu yakınlarında kuzeyden Kızıllar Dere, güneyden de Gen ve Çırık dereleri bu suya katılmaktadır. Aydınlı Tepe'nin (2674 m) güneydoğusunda Şahvelet Dağları'ndan kaynağını alan Darı Dere'nin sularını da alarak Çamlıca'ya kadar Hacıhaçik Dere adı ile akışına devam etmektedir. Çamlıca yerleşmesinde Çamlıca Dere adını alan dereye Köroğlu Tepe (2549 m) güneyinde Palandöken Dağları'ndan

kaynağını alan Kamışlı Dere ve Yavuzlu yakınlarında, yine kaynağını araştırma sahasından alan Demircidükkanı Dere dâhil olmaktadır. Yavuzlu'dan itibaren güneybatı-kuzeydoğu yönünde akışına Masat Dere olarak devam etmektedir. Bulkasım güneyinde, Şahvelet Dağları'ndan kaynağını alan Kayınlı Dere'nin katılımı ile Yaygı dere olarak akmaktadır. Çokrak Tepeleri'nin (1905 m) güneyinde güney-kuzey doğrultusu kazanan Yaygı Dere, Pasinler'de Hasankale Çayı'na ulaşmaktadır.



Fotoğraf 4.5. Aras Havzası'nda yer alan Yaygı Dere, Palandöken Dağları ile Şahvelet Dağları'nı birbirinden ayırmaktadır.

Kale deresi, kaynağını araştırma sahsının dışında bulunan Tepsicik yerleşmesinin güneydoğusundan almaktadır. Kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda akışına başlayan bu derenin yukarı çığırındaki adı Korukçu deresidir. Araştırma sahası sınırları dışında Korukçu deresine kuzeydoğudan Şorikler deresi, güneybatıdan da bazı geçici akışlı akarsular katılmaktadır. Buradan sonra akışına Küçükgirel deresi olarak devam eden akarsu, Yaylasuyu yerleşmesinin güneybatısında Düz dereyle birleşmekte ve Kale deresi adını almaktadır. Bu iki derenin birleştiği noktadan itibaren 14 km boyunca kuzey-güney yönünde akışına devam eden Kale deresi, Yarmak Mahallesi güneyinde Tuzla Çayı ile birleşerek sonlanmaktadır (Fotoğraf 4.6).



Fotoğraf 4.6. Kuzey-güney doğrultusunda 14 km boyunca akışına deva eden Kale deresi, Yarmak Mahallesi güneyinde Tuzla Çayı'na bağlanmaktadır.

Pulur Çayı, araştırma sahası sınırları içerisinde yer alan önemli akarsulardan biridir ve uzunluğu 31,2 km'dir (Fotoğraf 4.7). Büyükdağı Tepe'nin (2402 m) kuzeybatısından kaynağını alan bu akarsuyun yukarı mecrasındaki adı Kabanın Dere'dir. Güzelyurt'ta, güneyden gelen Büyükdağyolu Dere ve Güzelyurt'un kuzeyinde, batıdan gelen Deliklitaş Dere ile birleşmekte ve güney-kuzey doğrultusunda akışına Kümbet Deresi olarak devam etmektedir. Sakalıkesik güneybatısında, güneyden Karnıyırtık Dere ve batıdan Karaçayırlar Dere'nin sularını alan çay, güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda akışına devam etmektedir. Adaçayı kuzeyinde Teke Deresi ve Kırkdeğirmenlerboğazı Dere'nin tabi olduğu Pulur Çayı, güneybatı-kuzeydoğu yönünde akışına devam ederek Aziziye ilçesinde Karasu Nehri'ne sularını ulaştırmaktadır.

Pulur Çayı'nda 4-6 Mart 2004 tarihlerinde sel-taşkın afeti meydana gelmiştir. 20-23 Şubat 2004 tarihlerinde meydana gelen yoğun kar yağışına bağlı olarak düşen karın, ilerleyen günlerde ani sıcaklık yükselmesi, rüzgârın etkisiyle hızla erimeye başlaması ve aynı zamanda yağmur şeklinde düşen yağışın da eriyen kar sularına eklenmesiyle akımı daha fazla arttırarak taşkına sebep olmuştur. Hızlı kar erimesinin ve yağmur şeklindeki yağışın yanı sıra, kalınlığı 70-80 cm'yi bulan buz kütlelerinin sıcaklığın ani yükselimine bağlı olarak çözülüp yüzer hale gelmesi ve bu buz kütlelerinin, Pulur Çayı'nın yatağının

daraldığı yerlerde akışı engellemesi taşkının boyutlarını daha da arttırmıştır (Kopar ve diğ., 2005: 190). Bu afetin ardından, tekrarlanacak olası bir felaketin etkilerini önlemek amacıyla, Pulur Çayı'nın yatağına müdahale edilerek değiştirilmiştir (Fotoğraf 4.8).



Fotoğraf 4.7. Pulur Çayı, araştırma sahası sınırları içerisinde yer alan önemli akarsulardan biridir. Fotoğraf, güneydoğu-kuzeybatı yönünden çekilmiştir.



Fotoğraf 4.8. 4-6 Mart 2004 tarihinde meydana gelen sel-taşkın afetinin ardından, Pulur Çayı'nın Aziziye ilçesi içinden geçen ve müdahale edilerek kapatılan eski vadisi.

4.1.2. Kaynak Alanı Araştırma Sahası İçerisinde Olan Akarsular

Büyükdağyolu Dere, kaynağını Mabeyin Tepe'nin (2602 m) batısında bulunan fay kaynaklarından almaktadır. Güneybatı-kuzeydoğu yönünde akışına başlayan akarsu, Kıble Tepe'nin (2340 m) batısında bir dirsek yaparak akış yönünü güneydoğu-kuzeybatı olarak değiştirmekte ve Güzelyurt yakınlarında Pulur çayı ile birleşmektedir.

*Hanege deresi*nin kaynağını, Turnagölü Tepe'nin (2222 m) güneyinde, Hanege (Taşlıgüney) fayına bağlı olarak ortaya çıkan fay kaynakları oluşturmaktadır. Sol yönlü doğrultu atımlı Hanege (Taşlıgüney) fay çizgisine vadisini işleyen bu dere, 6,2 km uzunluğa sahiptir (Fotoğraf 4.9). Güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda akışına devam eden Hanege deresinin vadisi, Taşlıgüney yerleşmesinin güneyinde, Hanege fayının yanal atımına bağlı olarak ötelenmiş ve kuzey-güney doğrultusu kazanmıştır. Hanege deresi, Taşlıgüney yerleşmesi yakınında sularını Karnıyırtık deresi ile birleştirmektedir.



Fotoğraf 4.9. Hanege Deresi vadisini, sol yönlü doğrultu atımlı Hanege (Taşlıgüney) fay çizgisine kazmıştır. Fotoğraf kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda çekilmiştir.

Yağmurcukçayırı deresi, Mabeyin Tepe'nin kuzeye bakan yamaçlarındaki fay kaynaklarından çıkan suların yüzeysel akışa geçmesiyle güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda akışına başlamaktadır. Sol yönlü doğrultu atımlı fayların denetiminde gelişen ve eğimin az olduğu Yağmurcuk depresyonu içerisinde menderesler yaparak

akan dere, Güney Tepe'nin (2122 m) doğusunda, sol yönlü doğrultu atımlı fayın yanal atımına bağlı olarak ötelenmiş ve güneydoğu-kuzeybatı doğrultusu almıştır (Fotoğraf 4.10). Güneydoğu-kuzeybatı yönünde akışına devam eden Yağmurcukçayırı Dere, Güney Tepe'nin kuzeydoğusunda Hanege Deresi'ne katılmaktadır.

Körüdun deresi, Kapıkaya Tepe'nin (2633 m) kuzey yamacından kaynağını almaktadır. Akışına 3,9 km boyunca güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda devam eden akarsu, Güney Tepe'nin (2122 m) güneyinde Yağmurcukçayırı deresine sularını ulaştırarak sonlanmaktadır.



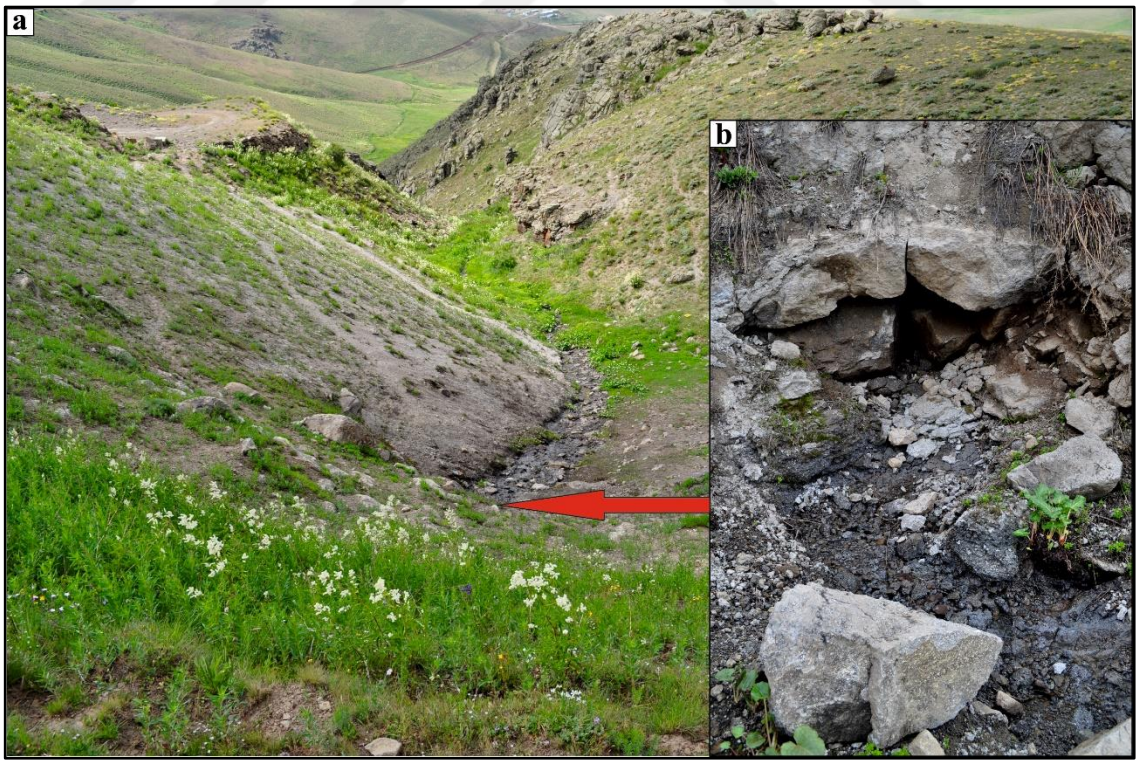
Fotoğraf 4.10. Yağmurcukçayırı Deresi, Yağmurcuk depresyonu içerisindeki alüvyal düzlükte güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda menderesli bir akış göstermektedir.

Demirbaşın Dere, Haşhaş Tepe'nin (2754 m) güneyinden doğmaktadır. Yaklaşık 2,9 km uzunluğa sahip olan dere, güney-kuzey doğrultusunda akışına devam ederek Güney Tepe'nin (2122 m) güneybatısında Yağmurcukçayırı deresine bağlanmaktadır.

Sivri Dere, Küç Tepe'nin (2792 m) kuzeybatısında fay kaynaklarından doğarak akışına başlamaktadır. Kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda 5,5 km boyunca Palandöken volkanitleri ve alüvyonlar üzerinde akışına devam eden Sivri Dere, Güney Tepe (2122 m) batısında Yağmurcukçayırı deresi ile birleşmektedir.

Karnıyırtık deresi, Ziyaret Tepe'nin (2915 m) güneyinden yüzeye çıkan fay kaynaklarından doğmaktadır (Fotoğraf 4.11). Güneydoğu-kuzeybatı yönünde yaklaşık olarak 7 km uzunluğa sahip akarsuya, doğu ve batıdan birçok sürekli ve kar erimelerine bağlı olarak akışa geçen geçici akarsular dâhil olmaktadır. Karnıyırtık deresi, Taşlıgüney yerleşmesinin güneyinde Hanege deresini de bünyesine alarak akışına devam etmekte ve sularını Sakalıkesik güneybatısında Pulur Çayı'na ulaştırarak sonlanmaktadır.

Teke deresi, araştırma sahasında yer alan önemli akarsulardan bir diğeridir. Sol yönlü doğrultu atımlı Teke deresi fayına bağlı olarak ortaya çıkan fay kaynaklarının yüzeysel akışa geçmesi ile Anadolu volkano-sedimanter serisi üzerinde akışına başlamaktadır. Teke deresi fay çizgisine yerleşerek doğu-batı doğrultusunda ilerleyen akarsu, Konaklı kuzeyinde Kırkkulak deresinin ve Tekederesi yerleşmesinin kuzeybatısında Yayla Dere'nin sularını alarak akışına devam etmektedir. Tektonik hareketlere bağlı olarak Tekederesi yerleşmesinin kuzeybatısında güney-kuzey doğrultusu kazanmaktadır. Bu doğrultuda Sakalıkesik Ovası boyunca akışına devam eden Teke deresi, Ömertepe yerleşmesi yakınlarında Pulur Çayı ile birleşmektedir.



Fotoğraf 4.11. Karnıyırtık deresi, Ziyaret Tepe'nin (2915 m) kuzeye bakan yamaçlarından yüzeye çıkan fay kaynağından doğmaktadır.

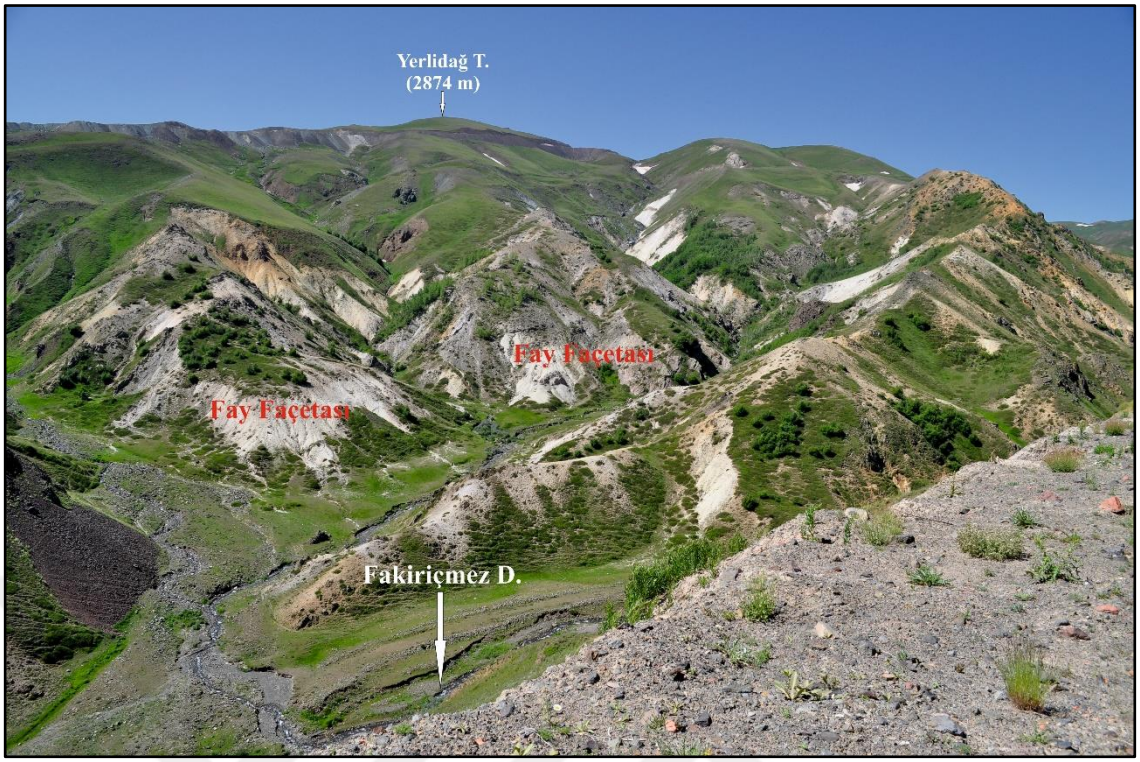
Yayla deresi, kaynaklarını Tavşan Tepe'nin (3063 m) kuzeyinden yeryüzüne ulaşan fay kaynaklarından almaktadır. Kaynak kısmından Tekederesi yerleşmesinin güneyinde Teke deresine karıştığı noktaya kadar uzunluğu 4,6 km'dir.

Kırkkulak deresi, Teke deresini besleyen diğer bir akarsudur. Kaynağını, Kırkkulak Tepe'nin (3085 m) kuzey yamaçlarından almaktadır. Güney-kuzey doğrultusunda 4,5 km boyunca yol alan Kırkkulak deresi, Konaklı yerleşmesi kuzeyinde Teke deresine bağlanmaktadır. Bu dereye Kalaylı Dağı'nın (Karakaya Tepe-3167 m) batı yamaçlarından birçok kaynak, geçici ve sürekli akarsular katılmaktadır.

Kırkdeğirmenlerboğazı deresi, yukarı mecrasında Tabya Tepe'nin (3017 m) batı yamaçlarından çıkan kaynaklarla akışına başlayan Dadaş deresinin ve batıda Tilkideliği Tepe'nin (2769 m) doğu yamaçlarından kaynaklarını alan Karapınar deresinin sularının birleşmesiyle adını almıştır. Güneydoğu-kuzeybatı yönünde akışına başlayan Kırkdeğirmenlerboğazı deresi, eğimin azaldığı Sakalıkesik Ovasında güney-kuzey doğrultusunda ilerlemeye devam etmektedir. Aziziye ilçesi yakınlarında Pulur Çayı'na bağlanan bu derenin yukarı mecrasını oluşturan Dadaş ve Karapınar dereleri ile birlikte uzunluğu yaklaşık 26,8 km'dir.

Ağıl deresi, Taşocağı Tepe'nin (2291 m) güneyinden doğmaktadır. Kaynağından, bağlandığı Şehitler deresine kadar güneydoğu-kuzeybatı yönünde 3,9 km boyunca akmaktadır.

Yıkıkhan deresi, Palandöken Dağları'nın zirve kesiminde bulunan Tabya Tepe'nin (3017 m) kuzeydoğusundan kaynağını alarak Fakiriçmez deresi adı ile akışına başlamaktadır. Fakiriçmez deresi, kaynağından Pasinler Ovası'nın batısındaki Hamam deresine kadar 26,9 km uzunluktadır ve tüm akış güzergâhı boyunca Palandöken Fayı'nın çizgisini takip emektedir (Fotoğraf 4.12). Güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda yol alan Fakiriçmez deresi, Karakayalar Tepe'nin (2576 m) doğusunda güney-kuzey yönü kazanmaktadır. Toparlak Mahallesi kuzeydoğusunda bu dereye güneybatıdan Deveuçuran Dere dâhil olmakta ve bu noktadan itibaren Yıkıkhan deresi adı ile akışına devam etmektedir (Fotoğraf 4.13). Yıkıkhan deresi, Uzunahmet Mahallesi'nin kuzeydoğusunda Hamam deresi ile birleşerek sonlanmaktadır.



Fotoğraf 4.12. Yıkıkhan deresi, Fakiriçmez deresi olarak akışına başladığı kaynak noktasından itibaren Palandöken fay çizgisini takip etmektedir. Fotoğrafta, Yerlidağ Tepe'nin (2874 m) kuzeybatısında, Fakiriçmez deresinin fay çizgisini takip ettiği vadisinde flüviyal süreçlere bağlı olarak gelişen fay façetaları açık bir şekilde görülebilmektedir.



Fotoğraf 4.13. Yıkıkhan Dere'den bir görünüm. Fotoğraf kuzey-güney doğrultusunda çekilmiştir.

Deveuçuran Dere, Namlıklar Tepe'nin (2753 m) doğu yamaçlarından iki kol halinde doğmaktadır. Kuzeydeki Çiftegözeler deresi ile güneydeki Maden deresi, Karakayalar Tepe'nin (2576 m) kuzeybatısında birleşerek yollarına Deveuçuran Dere olarak devam etmektedir. Yaklaşık 8 km uzunluğundaki bu dere, Toparlak kuzeydoğusunda Yıkıkhan deresine bağlanmaktadır.

Çaykara deresi Yataklarbaşı Tepe (2927 m), Kumlubaşı Tepe (2857 m) ve Yerlidağ Tepe (2874 m) arasında bulunan fay kaynaklarından doğarak dört koldan akışına başlamaktadır. Bu kollardan en batıdaki Kumlu Dere ve en doğudaki ise Toklu Dere'dir. Yıkıkdağ Tepe'nin (2790 m) batısında birleşen bu kollar akışına Toklu Dere olarak devam etmektedir. Güneybatı-kuzeydoğu yönünde akışına devam eden Toklu Dere'ye birçok kaynak, geçici ve sürekli akarsu katılmaktadır. Güllü Mahallesi yakınlarında Çaykara deresi olarak ilerleyen akarsu, Ovaköy yerleşmesi sınırları içerisinde doğuya yönelerek akışına Pasinler Ovası boyunca devam etmektedir. Pasinler ilçesinin hemen batısında Hasankale Çayı ile birleşmektedir. Yaz mevsimi başlarında yukarı çığırında oldukça fazla su bulunan Çaykara deresi, Pasinler Ovası'na ulaştığında zemine sızma ve tarımsal faaliyetlerde sulama amacıyla su çekilmesine bağlı olarak genellikle kurumaktadır (Fotoğraf 4.14).



Fotoğraf 4.14. Pasinler Ovası'ndaki tarımsal faaliyetler için su çekilmesine bağlı olarak Çaykara deresi, kar erimelerinin olduğu dönemde bile yatağında su bulunduramamaktadır.

Kızıllar Dere, kaynağını Kızıllarbaşı Tepe'nin (3036 m) güneyinden almaktadır. Kuzey-güney yönünde ilerleyen Kızıllar Dere, 3,5 km uzunlukta olup Gürbüzlerkomu yakınlarında sularını Masat deresine dâhil etmektedir.

Mendek deresi, Tabya Tepe'nin (3017 m) batısından doğmaktadır. Tabya Dere adıyla akışına devam eden akarsuya, Aziziye Mahallesi kuzeybatısında Çadır deresi bağlanmaktadır. Bu noktadan itibaren Mendek deresi adını alan su, Aziziye güneydoğusunda Göktaş deresine ulaşarak son bulmaktadır. Kendisine katılan tali akarsular ile birlikte toplam uzunluğu 21,4 km'dir.

Germik Dere, Boz Tepe'nin (2761 m) güneyinden kuzey-güney yönünde akışına başlamaktadır. Tanyeri Tepe'nin (2781 m) güneyinden kaynağını alan iki tali derenin de batıdan eklenmesi ile Germik Dere, Yeniköy Mahallesi kuzeybatısında doğuya yönelerek akışına devam eder ve Göktaş Deresi ile birleşir. Kendisine bağlanan yan kollar ile birlikte toplam uzunluğu 9,4 km'dir.

Hezan deresi, Fakiyusuf Tepe'nin (2551 m) doğusunda, Anadolu ada yayı volkano sedimanter serisinin, Şahvelet ofiyolitlerine bindirdiği hat boyunca çıkan kaynaklardan doğmaktadır. Kuzeybatı-güneydoğu yönünde 3 km boyunca akışını sürdüren Hezan deresi, Göktaş deresine tabi olarak sonlanmaktadır.

Kadımezarı deresi, Tabya Tepe'nin güneydoğuya bakan yamaçlarından doğmaktadır. Yukarı mecrasında Yıldırımtaşı Dere adıyla ilerleyen suya Tanyeri Tepe'nin (2781 m) güneybatısında, kuzeybatıdan Araplar deresi dahil olmaktadır. Buradan sonra Kadımezarı adını alan dere Yeniköy güneyindeki Çakalok deresine bağlanmaktadır. Kaynak kısmından, Çakalok deresi ile kesiştiği noktaya kadar uzunluğu yaklaşık 5 km'dir.

Bozyokuş deresi kaynağını, adını da aldığı Bozyokuş Tepe'nin (2962 m) doğusunda yüzeye çıkan kaynaklardan almaktadır. Bozyokuş deresi 4,4 km boyunca ilerledikten sonra Çakalok Mahallesi kuzeyinde Aktaş deresine bağlanmakta ve birlikte sularını Kızılgeçit deresine boşaltmaktadırlar.

Aktaş deresi, Palandökencebeli Tepe'nin (2959 m) güneybatısından akışına başlamaktadır. Yaklaşık 4 km boyunca kuzeybatı-güneydoğu yönünde akan dere, Çakalok Mahallesi kuzeyinde Aktaş deresi ile sularını birleştirmekte ve 1,5 km sonra kuzeyden Kızılgeçit deresine dâhil olmaktadır.

Kırmızı Dere, Gözeler deresi adı ile Kalaylı Dağı'nın zirvesi olan Karakaya Tepe'nin (3167 m) güneydoğusundan doğmaktadır. Batı-doğu doğrultusunda akşına başlayan Gözeler deresine Kalaylı Dağı'nın güneydoğuya bakan yamaçlarından birçok kaynağın suyu ile geçici ve yer yer kısa mesafeli sürekli akarsular eklenmektedir. Bu suları aldıktan sonra akışına Kırımızı Dere adı ile devam etmektedir. Kırmızımezar Tepe'nin (2774 m) kuzeybatısında akış yönü değişerek güneye doğru ilerlemektedir. 6,8 km uzunluğa sahip Kırmızı Dere, sularını Çat deresine boşaltmaktadır.

Karaçavuş deresi, kaynağını Karakaya Tepe'nin güneyinde almaktadır. Yukarı mecrasında adı Uzun Dere'dir ve 4,5 km uzunluğundadır. Kuzey-güney yönünde akışına devam eden Uzun Dere, Kalaylı Dağı'ndan çıkan birçok kaynağın suyunu alarak ilerlemekte ve aşağı çığırında Karaçavuş adını almaktadır. Karaçavuş deresi güneyde Değirmiçayır deresine tabi olmaktadır.

Koca Dere, Tavşan Tepe'nin (3063 m) güneyinden Tavşan deresi adı ile akışına başlamaktadır. Orta çığıra kadar bazı kaynakların suyunu alan dere Koca Dere olarak güneye tektonik kökenli Başköy-Çatköy depresyonuna doğru akarak, kaynağından 5,2 km sonra Küçüklezgi suyuna katılmaktadır.

Ziyaret deresi, Başköy-Çatköy depresyonuna sularını aktaran diğer bir akarsudur. Kaynağını adını da aldığı Ziyaret Tepe'nin (2915 m) güneyinden almaktadır. 3 km uzunluğundaki Ziyaret deresi, Başköy güneybatısında Küçüklezgi suyu ile birleşmektedir.

Erzurum deresi, Küç Tepe'nin güneyinden (2792 m) doğmaktadır. Ziyaret Tepe ile Kuşaklı Dağı (2593 m) arasından kuzey-güney yönünde akan Erzurum deresi, Başköy-Çatköy depresyonunda Küçüklezgi suyuna bağlanmaktadır.

Sarkan Dere, Haşhaş Tepe (2754 m) güneydoğusundan fay kaynaklarının yüzeysel akışa geçmesi ile üç kol halinde akışına başlamaktadır. Kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda ilerleyen dere sularını Palandöken Baraj Gölü'ne boşaltmaktadır. Sarkan Dere'nin kendisine dâhil olan diğer kollar ile birlikte toplam uzunluğu 6,1 km'dir.

Fırın deresi, Topalhasan Tepe'nin kuzeyinden yeryüzüne ulaşan Topalhasan pınarlarından kaynağını almaktadır. Mabeyin Tepe (2602 m) ile Topalhasan Tepe arasında doğu-batı yönünde ilerleyen dere, daha sonra Başköy-Çatköy depresyonuna

yönelmektedir. Taşlı Tepe (2410 m) kuzeydoğusunda Ayı deresinin sularını da alarak Palandöken Baraj Gölü'ne ulaşmaktadır.

Ayı deresi, Yayla Tepe'nin (2550 m) güneyinden doğmaktadır. Batı-doğu yönünde 2,4 km yol aldıktan sonra Fırın deresi ile birleşerek sularını Palandöken Baraj Gölü'ne boşaltmaktadır.

Kırmızıtaş deresi, biri doğuda diğeri de batıda olmak üzere iki kol halinde akmaya başlamaktadır. Doğudaki kolu Taşlı Tepe'nin batısından kaynağını alarak doğu-batı yönünde ilerlemektedir. İkinci kol ise Yayla Tepe'nin güneybatısından akışına başlamakta ve Çatbaşı Tepe'nin (2428 m) kuzeybatısında diğer kol ile birleşmektedirler. Her iki suyun kaynağı da fay kaynağıdır. Kırmızıtaş deresi de sularını Palandöken Baraj Gölü'ne ulaştırarak sonlanmaktadır.

Şan deresi, Çatbaşı Tepe'nin güneyinden doğmaktadır. Yaklaşık 3 km uzunluğa sahip dere sularını Palandöken Baraj Gölü'ne boşaltmaktadır.

4.1.3. Akarsuların Akım-Rejim Özellikleri

Akarsuların akım-rejim özellikleri üzerinde yağış miktarı, yağışın şekli, yağışın yıl içerisindeki dağılışı, sıcaklık, bakı, eğim, yükselti, zeminin geçirimlilik özellikleri, bitki örtüsü ve beşeri faaliyetler gibi etmenler belirleyici olmaktadır (Polat, 2003: 118). Palandöken Dağları'nı sınırlandıran akarsuların kuzey ve güneyden 3000 m'nin üzerinde dağlarla çevrili olması; havzaları Palandöken Dağları'nın sınırları içerisinde kalan akarsuların kaynaklarını bu yüksek dağ sırasından almaları, düşen yağışların ve kar örtüsünün erimesi sonucunda ortaya çıkan suların hızlı bir şekilde yüzeysel akışa geçmesine neden olmaktadır. Yağışın, karasal iklim özelliklerine sahip araştırma sahasında ilkbahar ve sonbahar aylarında artış göstermesi, bu artışa paralel olarak akarsuların debilerinin de bu mevsimlerde artmasına sebep olmaktadır. Yağışların kış mevsiminde kar şeklinde düşmesi, suyun kış ayları süresince potansiyel bir kaynak olarak depolanmasına neden olmaktadır. İlkbahar mevsimiyle sıcaklıkların yükselmeye başlaması, söz konusu kar örtüsünün erimeye başlamasını tetiklemekte ve sürekli akarsuların debilerinin yükselmesi, geçici akarsuların ise dönemlik akış faaliyetlerine başlaması ile sonuçlanmaktadır. Yağışların azaldığı ve sıcaklıkların oldukça yükseldiği yaz mevsiminde ise buharlaşmanın artmasına bağlı olarak akarsuların debileri düşmekte ve geçici akarsular tamamen kurumaktadırlar. Sahanın bakı özellikleri, kar şeklinde

düşen yağışların erime sürecinde ve yamaçlardaki buharlaşma miktarı üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Kuzeye bakan yamaçlardaki kar örtüsü, güneş radyasyonunun daha düşük olması sebebiyle, güneye dönük yamaçlardaki kar örtüsünden daha geç ve yavaş eriyecektir. Buna bağlı olarak Palandöken Dağları'nın güneye bakan yamaçlarındaki akarsuların akımları, kuzeye göre daha erken yükselecek ve daha hızlı artacaktır. Kuzey yamaçlardaki akarsuların debileri ise daha geç ve nispeten yavaş bir şekilde yükselecektir.

Araştırma sahasının dağ sırası olması nedeniyle doğal olarak eğim değerleri yüksektir. Eğim değerlerinin yüksek olduğu yamaçlarda yağışlar, kar erimeleri ve kaynaklardan açığa çıkan sular, hızlı bir şekilde eğim doğrultusuna uyarak yüzeysel akışa geçmektedir. Bu nedenle akış halindeki suyun zemine sızma oranı azalmakta, akarsuların akım değerlerinde zemine sızmaya bağlı su kaybı düşmektedir. Sahada yerel taban seviyesini oluşturan depresyonlar ile Palandöken Dağları'nın zirve bölümleri arasında yükseklik farkının fazla olması nedeniyle, akarsular yüksek enerji potansiyeline sahiptir. Ancak araştırma sahası sınırları içerisinde doğup, yine bu sınırlar içerisinde sonlanan akarsuların uzunluklarının kısa olması, verimli enerji üretimi konusunda kullanılabilir olmalarını engellemektedir.

Litoloji, akarsu akım-rejim özellikleri üzerinde etkili olan diğer bir belirleyici unsurdur. Kayaç türlerinin porozite (gözeneklilik) ve permeabilite (geçirimlilik) özellikleri, zemine sızma miktarını belirlemektedir. Ofiyolit formasyonlarında akarsu yoğunluğunun fazla olması, bu litolojik birimler üzerinde gözeneklilik ve geçirimliliğin az olmasından ileri gelmektedir. Volkanik formasyonlar, kalkerler, Pliyosen ve Kuvaterner'e ait sedimantolojik birimlerde porozite ve permeabilitenin yüksek olması nedeniyle birlikte zemine sızma oranı yüksektir. Bu durum eğimin az olması sebebiyle etek kısımlarında çok daha belirgindir. Belirtilen litoloji birimler üzerinde, geçirimlilik ve akarsu yoğunluğu düşüktür.

Araştırma sahasında orman örtüsü tamamıyla tahrip edildiği için hâkim bitki örtüsü antropojen steplerden oluşmaktadır. Sahada var olan ağaçlık alanlar, Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü tarafından yapılmış olan peyzaj çalışmalarının ürünleridirler. Bitki örtüsünün antropojen steplerden oluşması, suyun tutulmadan akışa geçmesine ve buna bağlı olarak yüzeysel akış hızının yüksek olmasına ve zemine sızan su miktarının

düşmesine neden olmaktadır. Akarsuların akım-rejim özellikleri üzerindeki belki de en önemli faktörlerden biri beşeri faaliyetlerdir. İnsanoğlu, tarımsal alanlarda akarsulardan sulama amacıyla yararlanmak, gölet ve baraj inşa etmek şeklinde akarsuların debileri üzerinde etkili olmaktadır. Karasal iklim şartlarının hüküm sürdüğü araştırma sahasında, Erzurum ve Pasinler ovaları ile uygun toprak ve eğim şartlarına sahip alanlarda tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilmesi amacıyla, bu alanları çevreleyen yüksek dağlardan kaynağını alan akarsulardan faydalanılmaktadır. Gerek yatak üzerine kurulan motorlu pompalar ile gerekse yapılan göletlerle sulama ihtiyaçları giderilmeye çalışılmaktadır. Bu durum özellikle akarsuların aşağı çığırlarında akarsuların debilerinin azalmasına, hatta akarsuların tamamen kurumasına neden olmaktadır (Fotoğraf 4.15).



Fotoğraf 4.15. Pasinler Ovası'nda bulunan Çaykara deresi, kar erimelerinin devam ettiği ve yağışların yüksek olduğu mayıs-haziran döneminde, zemine sızmanın fazla olması ve tarımsal sulama amacıyla aşırı su kullanımı sebebiyle kurumaktadır.

Araştırma sahasındaki akarsuların tamamında akım gözlem istasyonu bulunmamaktadır. DSİ tarafından akım gözleminin yapıldığı başlıca akarsular Karasu Nehri, Tuzla Çayı, Hasankale Çayı, Pulur Çayı, Masat deresi ve Kale deresidir (Harita 4.1). Sahadaki akarsuların akım rejim özellikleri hakkında açıklamalar yapmak amacıyla söz konusu istasyonların akım rasatlarından faydalanılmıştır.

Karasu Nehri'nin akım-rejim özelliklerini ortaya koymak amacıyla, DSİ'nin 1755 m yükseklikte kurulu olan Aziziye akım gözlem istasyonuna ait 1985-2012 yıllarını kapsayan verilerinden istifade edilmiştir (Tablo 4.1). Ancak 1997, 1998, 2005 ve 2006 yıllarında istasyonda akım gözlemi yapılamamıştır. Akım gözleminin yapılamadığı dört yıl değerlendirme dışında bırakıldığında, yapılan 24 yıllık rasat sonuçlarına göre Karasu Nehri'nin ortalama yıllık toplam akım tutarı 181,494 m^3/sn'dir. Aziziye akım gözlem istasyonu verilerine göre ortalama yıllık toplam akım tutarının en yüksek olduğu yıl 359,600 m^3/sn ile 2011, en az olduğu yıl ise 83,280 m^3/sn ile 2001'dir (Şekil 4.1). Ortalama akım değerleri incelendiğinde Karasu Nehri'nin uzun yıllık ortalama yağış tutarı 0,871 m^3/sn'dir (Tablo 4.2).

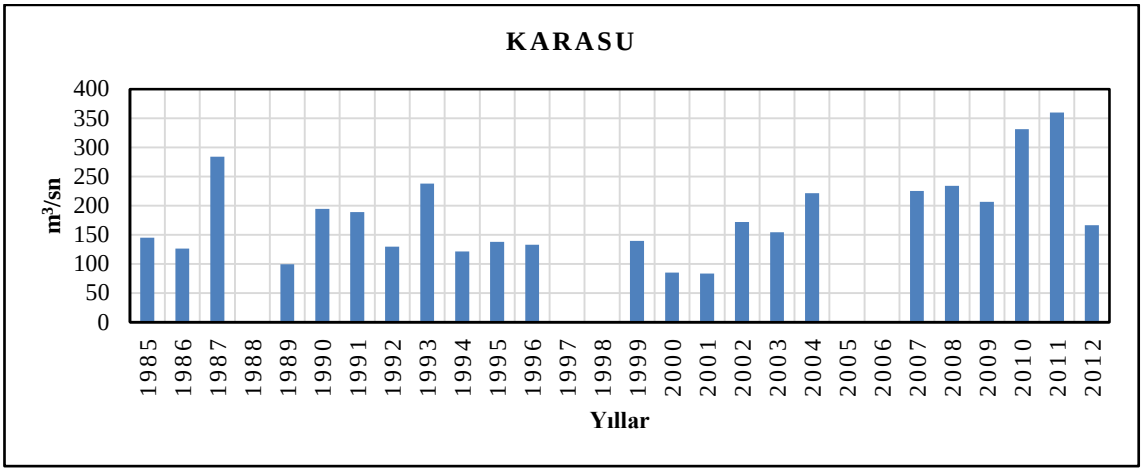
Tablo 4.1. Karasu Nehri Aziziye akım gözlem istasyonuna ait yıllara göre aylık ve yıllık toplam akımlar ile uzun yıllık toplam akımların ortalaması (m^3/sn).

Su Yılı	AYLAR												Yıllık Toplam
	Ek	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	
1985	3,480	4,020	3,920	4,290	3,870	4,850	70,400	41,500	5,610	1,090	0,669	0,969	**144,668**
1986	3,100	2,310	2,880	3,080	2,780	12,600	29,700	31,900	34,000	1,370	0,635	1,760	**126,115**
1987	5,410	5,990	8,300	8,300	6,610	3,300	69,600	141,000	21,900	6,890	2,550	4,280	**284,130**
1988	Akım Gözlem Yapılamamıştır!												
1989	8,330	9,780	4,440	3,080	2,780	25,400	31,000	13,200	0,092	0,227	0,316	0,614	**99,259**
1990	6,140	10,100	8,120	4,550	3,800	27,200	52,900	57,900	15,600	3,430	2,220	2,210	**194,170**
1991	3,970	9,790	11,100	9,370	8,470	35,400	44,800	51,200	8,200	2,510	2,160	2,140	**189,110**
1992	3,280	5,130	5,190	4,770	4,460	5,240	31,900	31,000	32,000	2,830	1,430	2,340	**129,570**
1993	5,880	7,490	8,610	8,300	7,500	10,300	71,100	84,200	28,100	2,560	1,950	1,520	**237,510**
1994	4,120	5,530	5,760	5,760	5,200	14,600	28,700	38,900	9,920	1,380	0,879	0,737	**121,486**
1995	1,520	4,120	5,760	5,760	5,280	12,800	35,300	46,300	15,900	3,200	0,686	0,966	**137,592**
1996	3,120	5,490	5,760	5,760	5,390	12,800	32,600	46,300	10,900	3,200	0,686	1,000	**133,006**
1997-1998	Akım Gözlem Yapılamamıştır!												
1999	12,600	13,000	14,700	14,700	13,300	10,200	20,300	27,900	5,850	6,160	0,381	0,264	**139,355**
2000	3,570	4,960	5,540	5,540	5,190	6,500	32,800	18,400	2,150	0,208	0,164	0,264	**85,286**
2001	1,520	2,620	2,830	2,360	2,130	7,420	34,900	29,500	Kuru	Kuru	Kuru	Kuru	**83,280**
2002	1,270	2,230	2,700	2,870	2,590	12,400	38,400	48,900	28,900	16,700	8,920	5,820	**171,700**
2003	5,400	5,820	4,990	5,060	4,570	5,060	72,100	37,500	7,520	2,790	1,850	1,720	**154,380**
2004	2,100	3,910	7,550	8,360	7,820	49,800	37,200	48,600	23,700	11,900	10,400	10,100	**221,440**
2005-2006	Akım Gözlem Yapılamamıştır!												
2007	3,570	10,005	9,525	11,680	17,660	40,700	93,500	13,100	4,190	5,320	7,820	7,815	**224,885**
2008	5,040	16,100	11,500	15,000	27,500	56,400	46,400	32,100	9,940	3,640	4,700	5,530	**233,850**
2009	5,750	7,430	10,700	14,800	12,500	13,200	38,100	55,000	13,400	11,600	11,200	13,000	**206,680**
2010	12,825	10,215	13,150	13,600	18,300	57,800	53,000	75,600	23,200	27,500	12,700	13,300	**331,190**
2011	19,900	13,000	15,600	14,900	14,900	26,300	77,900	93,800	43,000	14,600	12,100	13,600	**359,600**
2012	11,000	7,810	9,270	8,810	9,880	8,210	46,200	29,900	2,650	6,660	12,400	13,300	**166,090**
Ortalama	**5,778**	**7,254**	**7,735**	**7,857**	**8,369**	**19,934**	**47,339**	**47,552**	**15,075**	**5,903**	**4,209**	**4,489**	**181,494**

Kaynak: DSİ verilerinden.

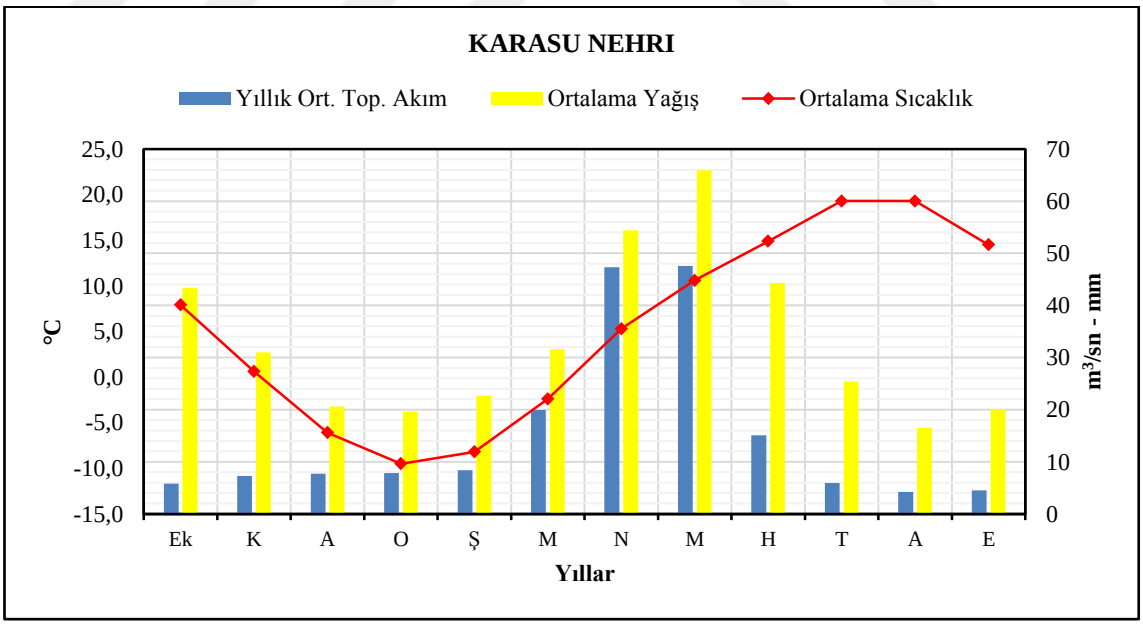
Tablo 4.2. Karasu Nehri Aziziye akım gözlem istasyonuna ait aylık ve yıllık ortalama akım miktarları (1985-2012).

Su Yılı	AYLAR												Yıllık
	Ek	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	
Ortalama Akım (m^3/sn)	0,387	0,472	0,489	0,490	1,339	3,151	2,285	0,719	0,326	0,231	0,180	0,387	**0,871**

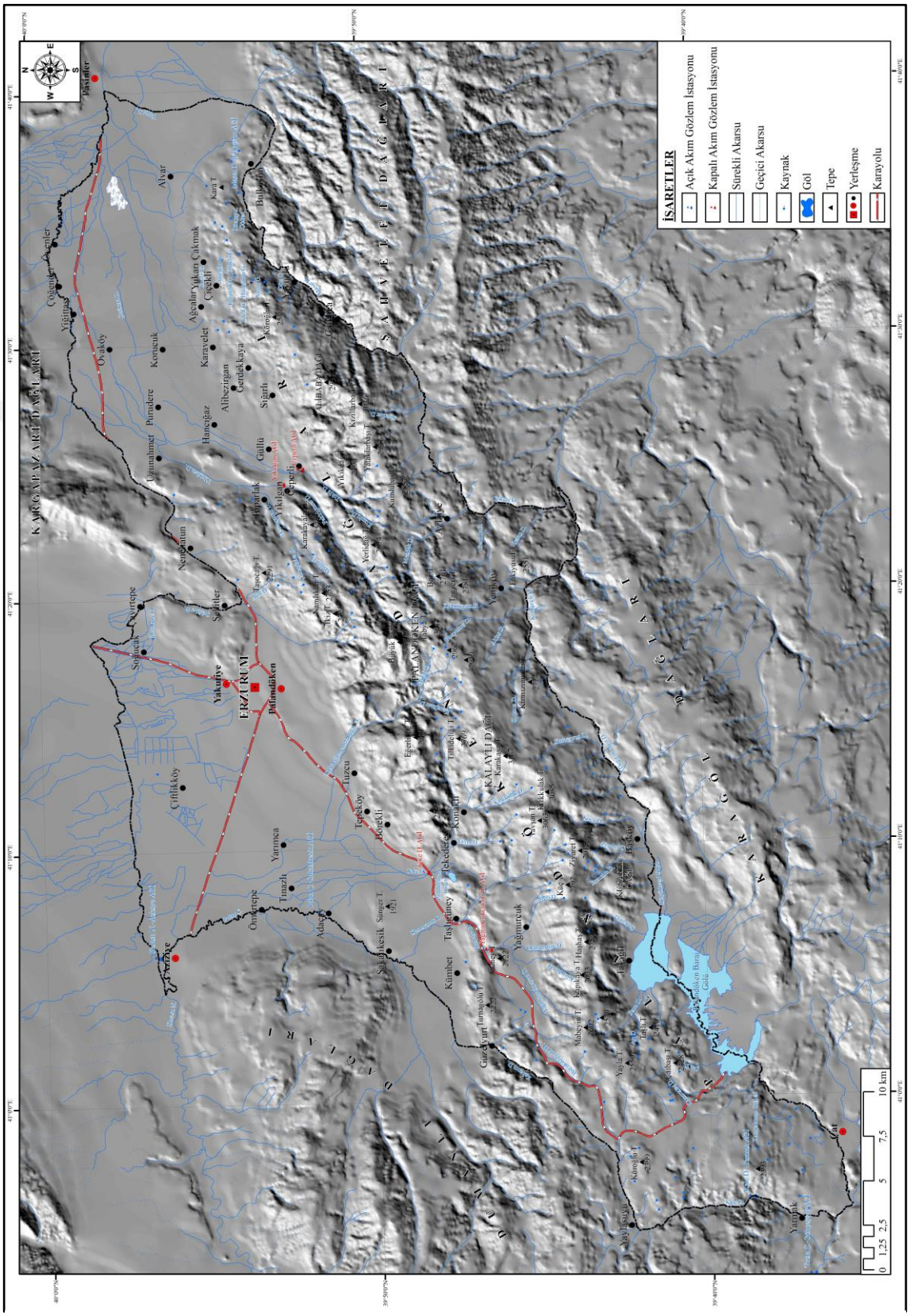


Şekil 4.1. Karasu Nehri Aziziye akım gözlem istasyonuna ait toplam akım tutarlarının yıllara göre seyri.

Karasu Nehri'nin ortalama akım değerlerinin yıl içerisindeki seyri, sıcaklık ve yağış şartlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Şekil 4.2). Aziziye akım gözlem istasyonu verilerine göre Karasu Nehri'nin ortalama aylık toplam akım tutarları 4,209 m^3/sn ile 47,552 m^3/sn arasında değişmektedir. Akım tutarlarında en yüksek değerlerin görüldüğü ay, aynı zamanda yıl içerisinde yağış tutarının en yüksek olduğu mayıs, en düşük değerlerin kaydedildiği ay ise yağışın en az, buna karşılık sıcaklık değerlerinin en yüksek olduğu ağustostur.



Şekil 4.2. Karasu Nehri üzerindeki Aziziye akım gözlem istasyonuna ait uzun yıllık ortalama toplam akım değerlerinin, ortalama yağış tutarlarının ve ortalama sıcaklıkların aylara göre seyri.



Harita 4.1. Palandöken Dağları'nın hidrografyası.

Erzurum meteoroloji istasyonu verilerine göre su yılının başladığı ekim ayından itibaren ocak ayına kadar yağışlar düşme eğilimindedir. Yağıştaki düşüşe paralel olarak sıcaklıklar da düşmekte, hatta kasım ayından itibaren nisan ayına kadar 0°C'nin altında seyretmektedir. Sıcaklıkların bu denli düşük olmasına bağlı olarak buharlaşma oranı da yok denecek kadar az olacağından yağış tutarları düşse bile Karasu Nehri'nin akışına az da olsa artış şeklinde yansıyacaktır. İlkbahar ile birlikte havalar ısınmaya ve kar örtüsü erimeye başlamakta, ayrıca polar ve tropikal hava kütleleri arasındaki frontal faaliyetlere bağlı olarak yağış tutarları da yükselme eğilimine girmektedir. Bu nedenle Karasu Nehri'nin debisi yükselmeye başlamakta ve mayıs ayında en yüksek değerine ulaşmaktadır (47,552 m^3/sn). Yaz mevsimi ile sıcaklıklar yükselmekte, buna bağlı olarak da evapotranspirasyon tutarları da yükselmeye başlamaktadır. Ayrıca bu dönemde su noksanlığına bağlı olarak tarımsal faaliyetlerde kullanmak amacı ile Karasu Nehri'nden su kullanımı yükselmektedir. Tüm bu nedenlere bağlı olarak yaz döneminde Karasu nehrinin debisi düşmekte ve ağustos ayında minimum değerlere inmektedir (4,209 m^3/sn). Sonbahar mevsiminin gelmesi ile birlikte sıcaklıklar düşmeye, yağışlar ise cephesel faaliyetlere bağlı olarak tekrar artmaya başlamaktadır. Sıcaklıkların düşmesi ve yağışların yükselmesi akım değerlerinin yükselmesi şeklinde kendini göstermektedir.

Hasankale Çayı üzerinde DSİ'ne ait 1597 m yükseklikte bulunan, 1470 km^2 yağış alanına sahip Eğirmez akım gözlem istasyonunda 1971-1972, 1985-1988, 1992-1993, 1999-2002 yılları arasında ve 2005, 2011 ile 2012 yıllarında akım rasadı yapılabilmiştir (Tablo 4.3). Eğirmez akım gözlem istasyonunun 15 yıllık akım gözlem sonuçlarına göre, Hasankale Çayı'nın yıllık ortalama toplam akım tutarı 282,222 m^3/sn'dir. Akım kayıtlarının yapıldığı yıllar içerisinde en yüksek akış 408,800 m^3/sn ile 1988 yılında, en düşük akış tutarı ise 181,260 m^3/sn ile 2012 yılında gerçekleşmiştir (Şekil 4.3). Bu değerler havzaya düşen yağışlarla doğrudan birbirine bağlıdır. Çünkü Pasinler meteoroloji istasyonuna ait yağış kayıtları incelendiğinde, rasat yapılan dönemler içerisinde en fazla yağışın düştüğü yıl 582,2 mm ile 1988 yılıdır. Yıllık ortalama toplam akımların aylara göre durumu incelendiğinde maksimum debi, yağış değerinin en yüksek olduğu (55 mm) mayıs ayında (98,720 m^3/sn), minimum debi ise sıcaklık değerlerinin yıl içerisinde en yüksek değerlere ulaştığı (20,3 °C) ağustos ayında (4,087

m^3/sn) kaydedilmiştir (Şekil 4.4). Hasankale Çayı'nın uzun yıllık ortalama akım değeri ise 107,048 m^3/sn'dir (Tablo 4.4).

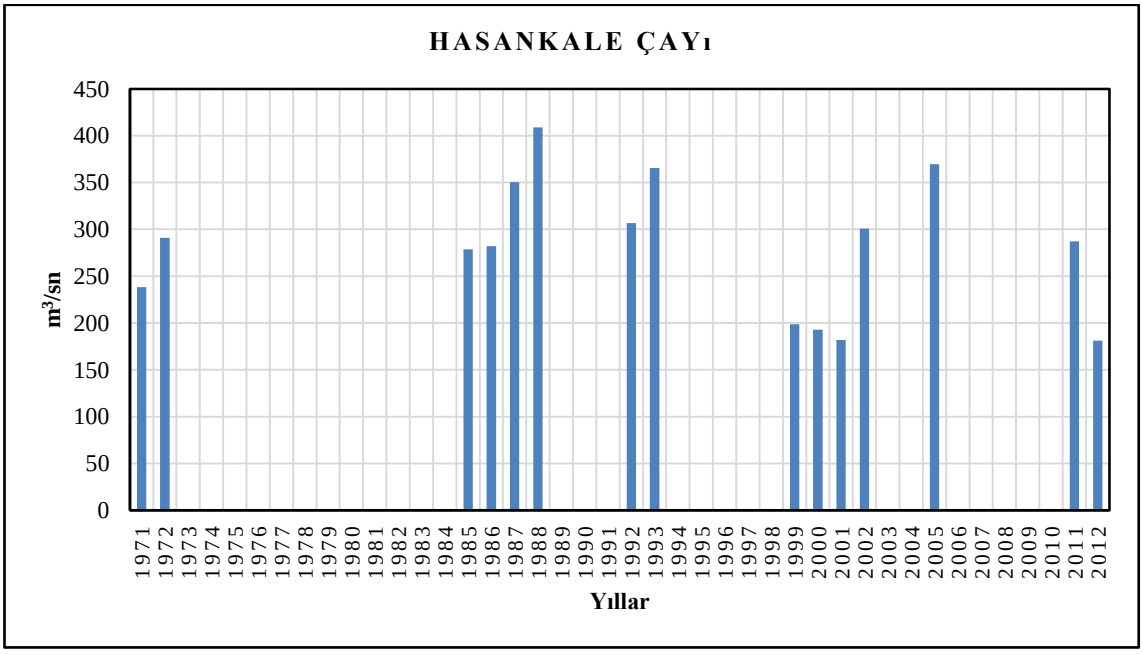
Tablo 4.3. Hasankale Çayı Eğirmez akım gözlem istasyonuna ait yıllara göre aylık ve yıllık toplam akımlar ile uzun yıllık toplam akımların ortalaması (m^3/sn).

Su Yılı	AYLAR												Yıllık
	Ek	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Toplam
1971	12,600	13,900	14,700	16,900	15,200	22,600	29,300	78,400	22,300	3,350	4,400	4,760	**238,410**
1972	9,310	9,930	10,700	11,500	10,800	12,400	72,400	85,500	47,800	8,330	4,900	7,200	**290,770**
1973-1984	Akım Gözlem Yapılamamıştır!												
1985	7,130	9,820	10,000	10,600	8,710	14,100	103,000	97,300	10,000	2,980	2,200	2,760	**278,600**
1986	11,300	9,770	11,500	10,400	9,560	19,600	74,100	70,300	53,900	3,960	4,410	3,390	**282,190**
1987	12,700	13,500	10,900	10,200	9,190	11,600	64,800	161,000	49,200	2,470	2,460	2,380	**350,400**
1988	2,460	2,380	3,250	3,750	4,460	8,900	77,400	165,000	85,800	34,700	10,200	10,500	**408,800**
1989-1991	Akım Gözlem Yapılamamıştır!												
1992	8,720	12,000	11,900	11,600	10,800	7,830	51,700	114,000	65,600	5,380	2,820	4,280	**306,630**
1993	10,300	11,000	11,600	11,600	10,100	12,200	68,00	163,000	53,200	7,160	3,200	4,100	**365,460**
1994-1998	Akım Gözlem Yapılamamıştır!												
1999	7,600	9,570	12,400	6,930	8,980	13,800	40,700	69,700	12,900	7,300	3,870	5,040	**198,790**
2000	11,200	11,400	11,700	11,300	8,530	14,000	56,800	51,200	8,140	2,260	2,600	3,860	**192,990**
2001	10,900	11,300	10,600	9,540	8,700	18,400	44,900	52,200	7,170	2,620	2,000	3,430	**181,760**
2002	7,400	9,450	9,700	9,700	8,760	10,700	54,000	117,000	47,100	16,300	5,250	5,360	**300,720**
2003-2004	Akım Gözlem Yapılamamıştır!												
2005	10,600	12,200	9,670	9,400	8,570	74,200	91,200	93,300	36,200	11,900	4,300	7,990	**369,530**
2006-2010	Akım Gözlem Yapılamamıştır!												
2011	9,975	10,500	9,640	8,650	8,240	13,200	61,300	110,000	36,700	6,500	5,020	7,290	**287,015**
2012	9,350	13,000	9,410	8,450	7,810	10,000	47,600	52,900	6,780	3,880	3,670	8,410	**181,260**
Ortalama	**9,436**	**10,648**	**10,511**	**10,035**	**9,227**	**17,569**	**62,480**	**98,720**	**36,186**	**7,939**	**4,087**	**5,383**	**282,222**

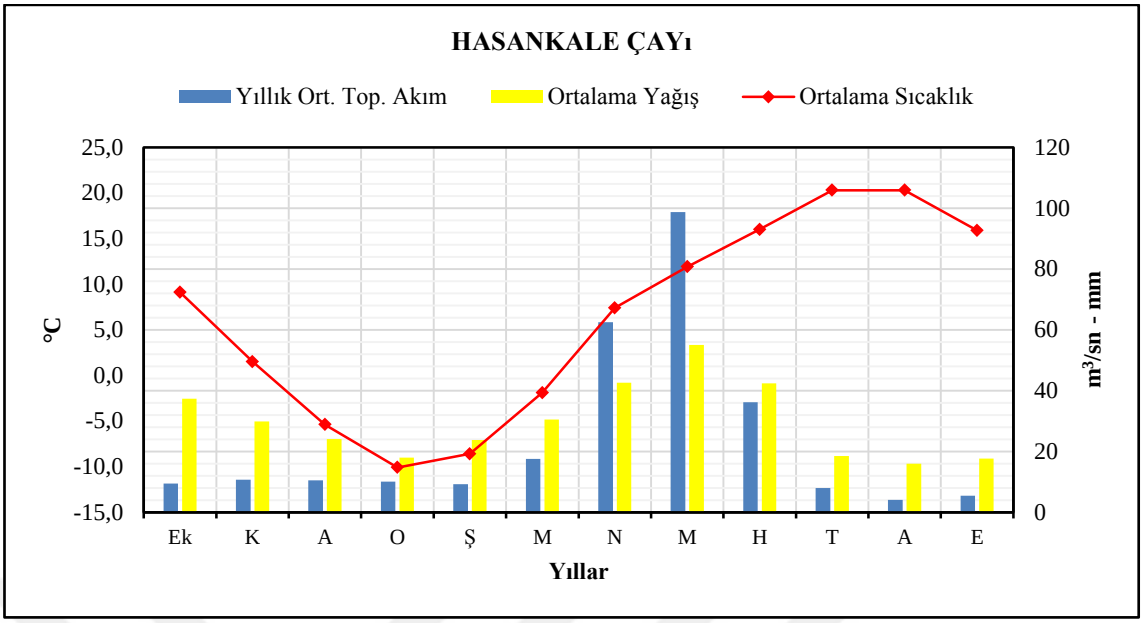
Kaynak: DSİ verilerinden.

Tablo 4.4. Hasankale Çayı Eğirmez akım gözlem istasyonuna ait aylık ve yıllık ortalama toplam akım miktarları (1985-2012).

Su Yılı	AYLAR												Yıllık
	Ek	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	
Ortalama Akım (m^3/sn)	3,525	4,081	3,928	3,744	3,774	6,557	24,107	36,840	13,974	2,966	1,474	2,077	**107,048**



Şekil 4.3. Hasankale Çayı Eğirmez akım gözlem istasyonuna ait toplam akım tutarlarının yıllara göre seyri.



Şekil 4.4. Hasankale Çayı üzerindeki Eğirmez akım gözlem istasyonuna ait yıllık ortalama toplam akım değerlerinin, ortalama yağış tutarlarının ve ortalama sıcaklıkların aylara göre seyri**.**

Tuzla Çayı'nın akım rasatları, 1660 m yükseklikteki Gökçeşeyh akım gözlem istasyonunda yapılmaktadır. Gökçeşeyh akım gözlem istasyonunda 1998 yılı ile 2007-2010 yılları arası hariç yapılan 21 yıllık rasatlara göre yıllık ortalama toplam akım tutarı 331,218 m^3/sn'dir. Yıllara göre en yüksek debi 488,650 m^3/sn olarak 1993 yılında kaydedilmiştir. Yıllık toplam akım değerinin en düşük olduğu yıl ise 200,450 m^3/sn ile 1989'dur (Tablo 4.5). En yüksek akımın gerçekleştiği ay 119,129 m^3/sn ile mayıs, en düşük akımın gerçekleştiği ay ise 5,019 m^3/sn ile eylüldür (Şekil 4.5). Su yılının başladığı ekim ayından itibaren yağış nispeten artmaya başlamaktadır. Ancak bu artış, yaz mevsimi süresince su kaybının yüksek olması, yeraltı su seviyesinin düşmesi gibi nedenlerle akım değerlerine yansımamaktadır. Kış mevsiminin gelmesiyle birlikte yağışlar kar şeklinde olmakta ve bu dönemde frontal faaliyetlerin azalması nedeniyle yağış miktarı düşmektedir. Düşen kar yağışlarının depolanması ve soğuk havaya bağlı olarak buharlaşmanın yok denecek kadar az olması, bu dönemdeki yağış azlığının akım değerlerine yansımamasının başlıca nedenleridir. İlkbaharın gelmesi ile yağışlar artmaya, kar örtüsü de erimeye başlamaktadır. Tuzla Çayı'nın debisi mart ayından itibaren yükselmeye başlamakta ve yukarıda da belirtildiği üzere mayıs ayında en yüksek değerine ulaşmaktadır (119,129 m^3/sn).

Haziran ayı ile birlikte sıcaklıkların artmasına ve yağışların düşmesine paralel olarak debi düşmeye başlamakta ve yaz mevsimi boyunca yüksek oranda buharlaşmanın

etkisiyle devam eden su kaybı, sonbahar başında kendini göstermektedir. Nitekim Tuzla Çayı, eylül ayında en düşük seviyeye ulaşmaktadır (5,019 m^3/sn). Tuzla Çayı'nın yıllık ortalama akımı ise 125,638 m^3/sn'dir (Tablo 4.6).

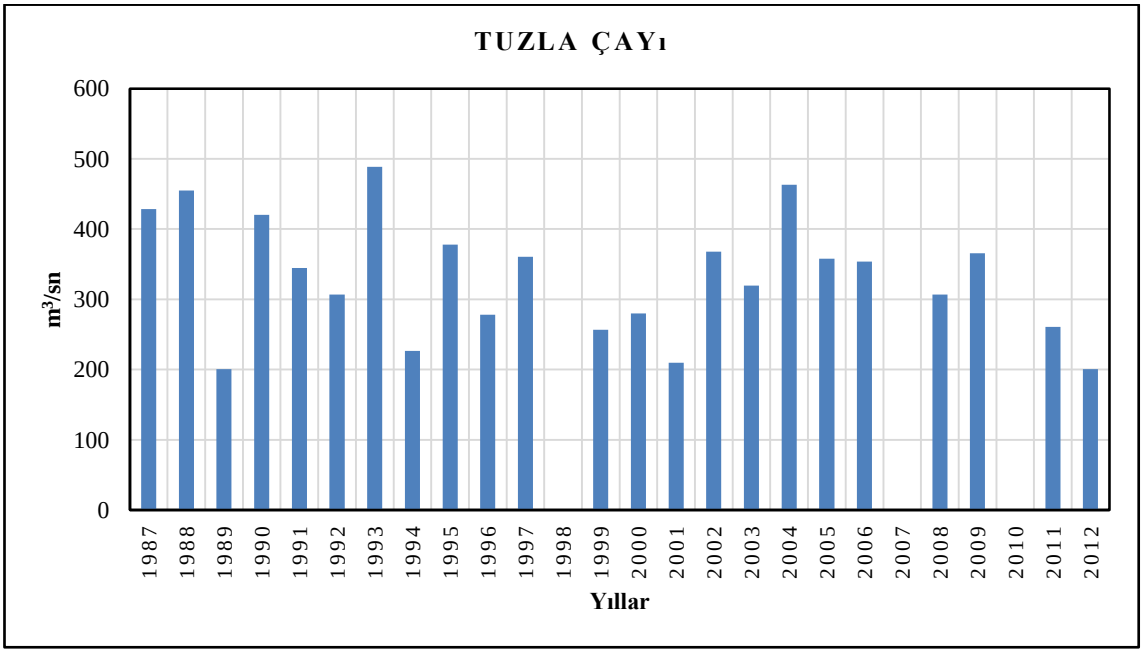
Tablo 4.5. Tuzla Çayı Gökçeşeyh akım gözlem istasyonuna ait yıllara göre aylık ve yıllık toplam akımlar ile uzun yıllık toplam akımların ortalaması (m^3/sn).

Su Yılı	AYLAR												Yıllık
	Ek	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Toplam
1987	1,920	2,160	1,870	1,870	1,920	2,190	68,400	242,000	71,100	19,200	8,820	6,800	**428,250**
1988	6,880	8,800	8,200	8,300	7,730	10,200	104,000	160,000	88,100	34,200	11,200	7,070	**454,680**
1989	10,600	22,600	12,300	12,100	10,900	28,200	58,500	22,200	6,460	5,650	7,290	3,650	**200,450**
1990	8,930	15,400	14,900	12,100	10,900	25,500	125,000	149,000	36,000	10,400	6,690	5,240	**420,060**
1991	5,920	8,220	7,890	6,750	6,100	47,000	115,000	96,900	28,000	10,400	7,240	5,340	**344,760**
1992	5,840	7,260	7,180	7,180	6,720	7,990	71,900	98,700	70,800	11,200	7,010	4,860	**306,640**
1993	5,720	8,320	8,620	8,620	7,790	7,990	119,000	208,000	80,700	17,400	10,200	6,290	**488,650**
1994	6,600	6,890	7,500	7,490	6,440	13,500	74,600	70,100	15,000	8,360	5,830	4,330	**226,640**
1995	4,920	6,130	6,750	6,750	6,400	13,700	89,200	160,000	56,400	13,600	7,910	6,170	**377,930**
1996	7,730	11,200	9,640	8,610	7,530	9,670	40,800	134,000	25,800	9,360	6,660	6,890	**277,890**
1997	8,260	7,350	7,490	9,560	7,930	7,670	111,000	147,000	30,500	10,200	6,860	6,840	**360,660**
1998	Akım Gözlemi Yapılamamıştır!												
1999	4,390	7,320	8,580	4,600	3,650	12,700	79,800	85,300	22,100	11,200	9,750	7,140	**256,530**
2000	8,440	7,220	6,970	6,480	6,060	10,500	128,000	77,900	18,300	4,370	3,000	2,560	**279,800**
2001	3,220	3,930	4,480	1,850	4,340	24,800	68,000	64,900	18,800	7,100	5,330	2,780	**209,530**
2002	4,000	4,970	4,830	4,870	6,350	23,000	85,900	121,000	69,900	26,500	9,920	6,490	**367,730**
2003	7,130	7,610	11,100	2,860	7,730	8,310	112,000	100,000	41,200	14,700	3,990	2,850	**319,480**
2004	4,370	10,700	5,340	5,700	5,340	78,000	96,400	155,000	70,900	17,100	8,860	5,390	**463,100**
2005	5,550	6,870	7,560	8,020	7,210	7,540	113,000	130,000	43,650	18,25	6,270	3,995	**357,915**
2006	4,680	5,760	6,280	8,700	6,990	30,100	111,000	138,000	16,400	19,400	3,680	2,600	**353,590**
2007-2010	Akım Gözlemi Yapılamamıştır!												
2011	9,940	5,390	5,490	6,170	5,450	10,300	77,400	77,800	40,500	10,800	6,660	4,830	**260,730**
2012	5,260	5,020	4,850	5,540	5,190	6,420	70,500	63,900	18,300	7,580	4,720	3,290	**200,570**
Ortalama	**6,205**	**8,053**	**7,515**	**6,863**	**6,603**	**18,347**	**91,400**	**119,129**	**41,377**	**13,665**	**7,042**	**5,019**	**331,218**

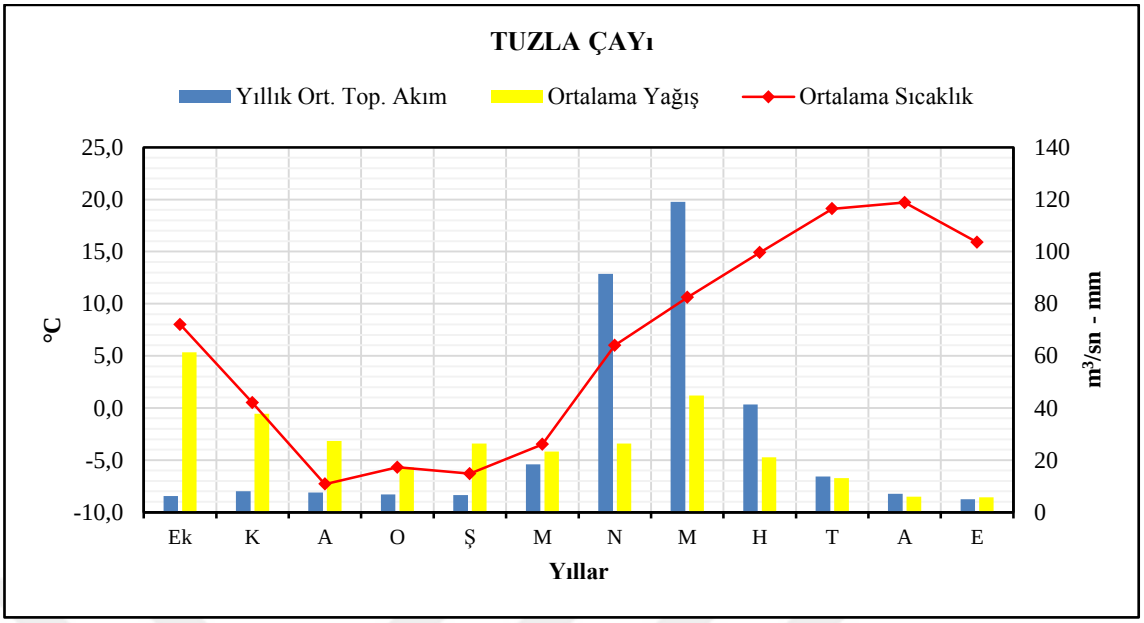
Kaynak: DSİ verilerinden.

Tablo 4.6. Tuzla Çayı Gökçeşeyh akım gözlem istasyonuna ait aylık ve yıllık ortalama akım miktarları (1987-2012).

Su Yılı	AYLAR												Yıllık
	Ek	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	
Ortalama Akım (m^3/sn)	2,229	3,109	2,806	2,561	2,703	6,849	35,257	44,485	15,966	5,106	2,630	1,937	**125,638**



Şekil 4.5. Tuzla Çayı Gökçeşeyh akım gözlem istasyonuna ait toplam akım tutarlarının yıllara göre seyri.



Şekil 4.6. Tuzla Çayı üzerindeki Gökçeşeyh akım gözlem istasyonuna ait yıllık ortalama toplam akım değerlerinin, ortalama yağış tutarlarının ve ortalama sıcaklıkların aylara göre seyri.

Pulur Çayı akım gözlemleri, 1972 yılından itibaren DSİ tarafında Sakalıkesik akım gözlem istasyonunda yapılmaktadır. 1810 m yüksekliğe ve 271,6 km^2'lik yağış alanına sahip istasyonda 1997 ve 1998 yılları ile 2004-2010 yılları arasında rasat yapılamamıştır. Sakalıkesik akım gözlem istasyonu tarafından kaydedilen 32 yıllık verilere göre Pulur Çayı'nın yıllık ortalama toplam akım tutarı 51,689 m^3/sn'dir. En yüksek debi 82,330 m^3/sn olarak 1988 yılında, en düşük debi ise 26,334 m^3/sn olarak 1983 yılında kaydedilmiştir (Tablo 4.7).

Yıllık ortalama toplam akım tutarlarının aylara göre seyri incelendiğinde sıcaklık ve yağış ilişkisi açık bir şekilde etkisini göstermektedir. Bu bağlamda yağışların yükseldiği ve kar erimelerine bağlı olarak açığa çıkan suların geçici akarsular olarak Pulur Çayı'na katılması ile mart ayından itibaren akım değerleri yükselmeye başlamakta ve mayıs ayında maksimuma ulaşmaktadır (15,164 m^3/sn). Yaz mevsiminin gelmesiyle birlikte sıcaklıkların artması ve evapotranspirasyonun artması nedeniyle debi düşmeye ve sıcaklık ile buharlaşma değerlerinin en yüksek değerlerine ulaştığı ağustos ayında minimum seviyesine (0,690 m^3/sn) düşmektedir (Şekil 4.7). Sonbahar mevsiminin gelmesi ile akım değerleri tekrar yükselme eğilimi göstermektedir. Pulur Çayı'nın yıllık ortalama akım tutarı ise 19,693 m^3/sn'dir (Tablo 4.8).

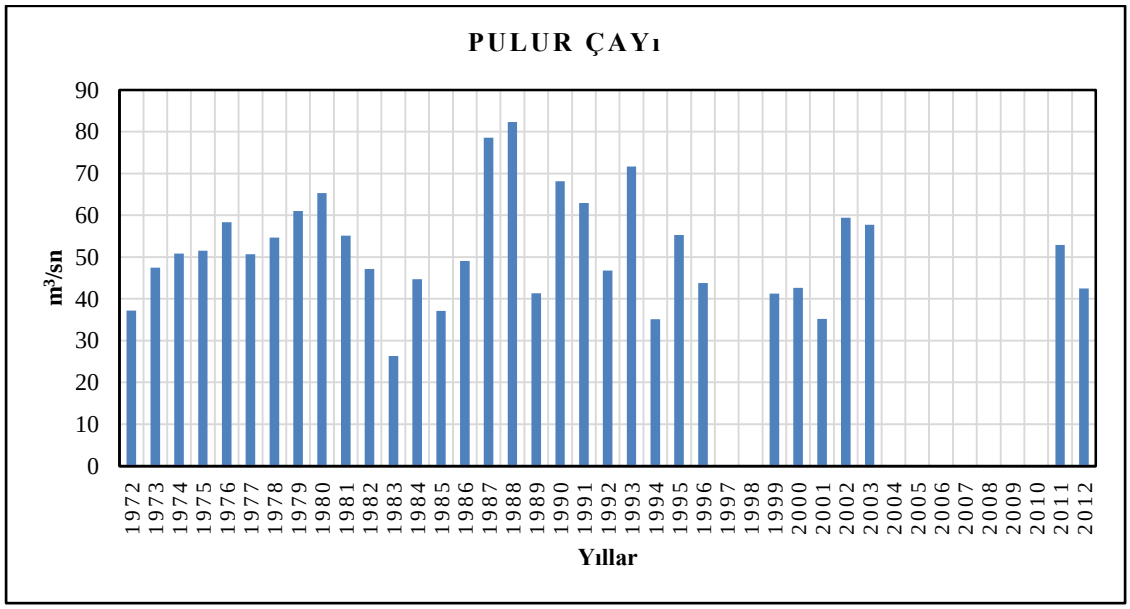
Tablo 4.7. Pulur Çayı Sakalıkesik akım gözlem istasyonuna ait yıllara göre aylık ve yıllık toplam akımlar ile uzun yıllık toplam akımların ortalaması (m^3/sn).

Su Yılı	AYLAR												Yıllık Toplam
	Ek	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	
1972	1,370	1,560	1,610	1,610	1,450	4,050	4,770	8,930	6,910	2,210	1,490	1,210	**37,170**
1973	1,820	1,760	2,300	2,300	2,080	2,300	16,300	12,300	5,070	0,526	0,231	0,502	**47,489**
1974	1,410	2,020	2,570	3,720	3,200	13,400	6,950	14,200	1,350	0,179	0,509	1,320	**50,828**
1975	1,170	1,920	2,300	2,400	2,700	7,820	15,700	14,500	1,620	0,302	0,313	0,758	**51,503**
1976	1,310	1,730	0,857	0,857	0,802	3,040	17,600	22,300	6,410	2,290	0,460	0,698	**58,354**
1977	1,530	1,620	1,630	1,630	1,990	4,200	13,300	19,000	3,540	0,999	0,417	0,843	**50,699**
1978	1,400	1,680	2,730	2,750	2,500	4,130	11,000	21,800	4,030	0,329	0,968	1,360	**54,677**
1979	2,360	2,260	1,970	1,980	2,270	3,200	18,400	20,200	7,210	0,480	0,357	0,335	**61,022**
1980	1,850	4,330	3,000	2,300	2,020	6,920	24,900	15,300	1,540	1,070	0,983	1,090	**65,303**
1981	1,940	2,540	2,340	2,300	2,200	2,810	10,800	14,700	8,540	2,370	1,980	2,590	**55,110**
1982	1,340	1,090	1,120	1,120	1,020	1,340	18,900	16,200	3,030	0,525	0,529	0,940	**47,154**
1983	1,360	1,370	1,390	1,390	1,260	2,470	5,450	8,790	1,350	0,295	0,434	0,775	**26,334**
1984	1,350	2,800	2,210	2,200	2,050	3,730	8,550	17,000	2,660	0,583	0,653	0,940	**44,726**
1985	1,370	1,830	1,930	1,930	1,740	2,900	13,700	8,680	1,050	0,487	0,567	0,943	**37,127**
1986	1,680	2,110	2,200	2,200	1,980	4,960	14,700	12,200	4,660	0,753	0,582	1,070	**49,095**
1987	2,220	3,100	2,200	2,200	1,910	3,600	19,100	35,700	6,140	0,965	0,638	0,792	**78,565**
1988	1,470	5,330	6,160	6,160	5,370	3,290	14,900	24,800	6,360	3,880	2,430	2,180	**82,330**
1989	3,840	6,450	4,120	3,880	3,510	5,740	10,500	1,890	0,364	0,211	0,229	0,614	**41,348**
1990	2,300	4,490	4,340	3,750	3,390	8,150	21,900	14,100	3,110	1,010	0,605	0,958	**68,103**
1991	1,880	3,340	3,910	2,620	2,370	12,600	19,200	13,600	1,470	0,654	0,507	0,740	**62,891**
1992	1,390	1,940	1,980	1,980	1,850	2,110	11,700	15,000	6,720	0,705	0,547	0,878	**46,800**
1993	1,670	1,890	1,980	1,980	1,790	3,840	20,300	30,100	5,810	0,658	0,718	0,942	**71,678**
1994	1,420	1,910	1,980	1,980	1,790	3,510	8,860	10,400	0,967	0,895	0,740	0,665	**35,117**
1995	0,827	2,040	2,300	2,620	2,370	3,570	15,700	18,600	4,330	1,200	0,816	0,924	**55,297**
1996	2,000	2,530	2,620	2,620	2,460	3,120	6,950	18,500	2,000	0,316	0,312	0,355	**43,783**
1997-1998	Akım Gözlemi Yapılamamıştır!												
1999	2,130	2,060	2,130	2,130	1,920	3,030	11,500	11,800	1,580	1,260	0,516	1,220	**41,276**
2000	2,650	3,180	2,630	3,390	3,080	3,030	14,800	7,400	1,160	0,486	0,406	0,382	**42,594**
2001	1,920	2,620	2,710	2,710	2,440	4,710	10,600	5,850	0,463	0,244	0,312	0,582	**35,161**
2002	1,610	2,800	3,190	1,080	0,788	6,160	15,200	18,000	6,670	2,180	0,879	0,850	**59,407**
2003	2,310	3,420	3,590	3,500	2,190	3,640	23,600	11,000	2,960	0,281	0,463	0,757	**57,711**
2004-2010	Akım Gözlemi Yapılamamıştır!												
2011	2,000	3,180	3,425	3,365	2,465	3,280	16,100	12,000	4,330	0,956	0,879	0,948	**52,928**
2012	1,690	2,940	3,260	3,230	2,740	2,920	11,900	10,400	1,180	0,843	0,614	0,757	**42,474**
Ortalama	**1,768**	**2,620**	**2,584**	**2,496**	**2,240**	**4,487**	**14,182**	**15,164**	**3,581**	**0,942**	**0,690**	**0,935**	**51,689**

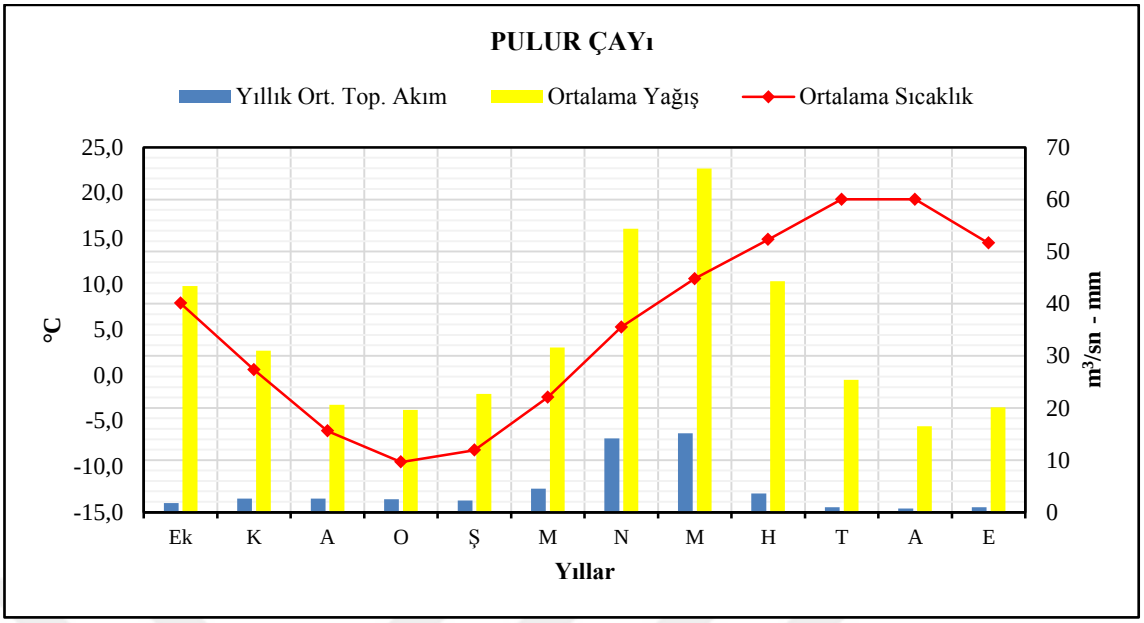
Kaynak: DSİ verilerinden.

Tablo 4.8. Pulur Çayı Sakalıkesik akım gözlem istasyonuna ait aylık ve yıllık ortalama akım miktarları (1972-2012).

Su Yılı	AYLAR												Yıllık
	Ek	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	
Ortalama Akım (m^3/sn)	0,660	1,011	0,965	0,933	0,917	1,725	5,471	5,659	1,381	0,352	0,258	0,362	**19,693**



Şekil 4.7. Pulur Çayı Sakalıkesik akım gözlem istasyonuna ait toplam akım tutarlarının yıllara göre seyri.



Şekil 4.8. Pulur Çayı üzerindeki Sakalıkesik akım gözlem istasyonuna ait yıllık ortalama toplam akım değerlerinin, ortalama yağış tutarlarının ve ortalama sıcaklıkların aylara göre seyri.

Araştırma sahasında DSİ tarafından akım gözleminin yapıldığı diğer bir akarsu Kale deresidir. 1910 m yükseklikteki Yarmak akım gözlem istasyonunda 2003 yılından itibaren akım rasadı yapılmaya başlanmıştır. 2005-2010 yıllarını kapsayan 5 yıllık dönemde akım gözlemi yapılamamıştır (Tablo 4.9). Akım gözlemlerinin yapıldığı 5 yıllık dönem ele alındığında Kale deresinin yıllık ortalama toplam akım tutarı 39,055 m^3/sn'dir. En yüksek yıllık ortalama toplam akım 54,995 m^3/sn ile 2004 yılında, en düşük yıllık ortalama toplam akım ise 30,416 m^3/sn olarak 2013 yılında kaydedilmiştir (Şekil 4.9). Kale deresinin 5 yıllık ortalama akım tutarı ise 14,839 m^3/sn'dir (Tablo 4.10). Ortalama toplam akım tutarının aylara göre seyri incelendiğinde Kale deresinin akım değerleri ekim ayı ile birlikte yükselme eğilimindedir. Kış mevsiminin gelmesiyle hava sıcaklıkları 0°C'nin altına indiği ve yağışlar kar şeklinde düştüğü için akım da düşmektedir. İlkbahar mevsiminin gelmesi ile birlikte cephesel faaliyetlere bağlı olarak yağışlar artmakta, sıcaklıkların yükselmesi ile kar erimeleri de başlamakta ve dereye dâhil olmaktadır. Böylece mart ayından itibaren Kale deresinin akım değerleri de yükselmeye başlamaktadır (Şekil 4.10). En yüksek akım 12,660 m^3/sn ile nisan ayında gerçekleşmektedir. Haziran ayı ile birlikte sıcaklık değerleri yükselmeye başlamakta ve buharlaşmanın etkisiyle akım değerleri düşmektedir. Sıcaklık ve buharlaşmanın etkisine bağlı olarak akışın azalması eylül ayında da devam etmekte ve Kale deresinin en düşük akım değeri bu ayda kaydedilmektedir (0,698 m^3/sn).

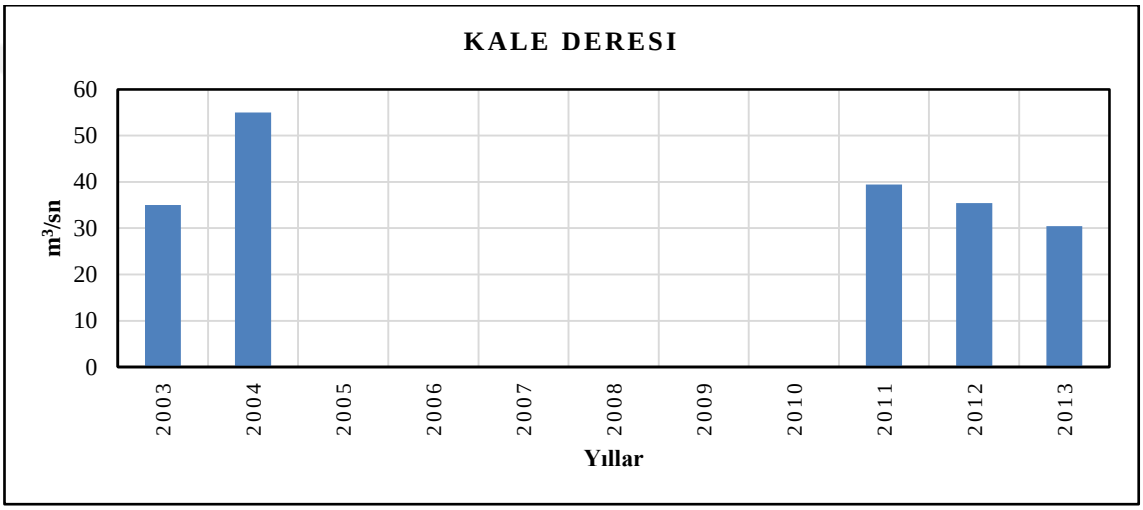
Tablo 4.9. Kale Deresi Yarmak akım gözlem istasyonuna ait yıllara göre aylık ve yıllık toplam akımlar ile uzun yıllık toplam akımların ortalaması (m^3/sn).

Su Yılı	AYLAR												Yıllık Toplam
	Ek	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	
2003	0,859	1,050	0,935	0,996	0,976	1,250	14,100	11,000	1,100	1,270	0,894	0,606	**35,036**
2004	1,400	2,540	1,210	1,210	1,130	8,370	15,300	16,400	5,260	1,090	0,603	0,482	**54,995**
2005-2010	Akım Gözlemi Yapılamamıştır!												
2011	1,270	2,070	0,869	0,688	0,708	1,590	10,400	14,100	4,590	1,450	0,851	0,838	**39,424**
2012	1,140	1,600	1,310	1,530	1,180	1,770	11,300	10,300	2,570	1,090	0,835	0,781	**35,406**
2013	0,949	1,100	1,110	1,140	1,070	3,800	12,200	5,280	1,380	0,817	0,785	0,785	**30,416**
Ortalama	1,124	1,672	1,087	1,113	1,013	3,356	12,660	11,416	2,980	1,143	0,794	0,698	**39,055**

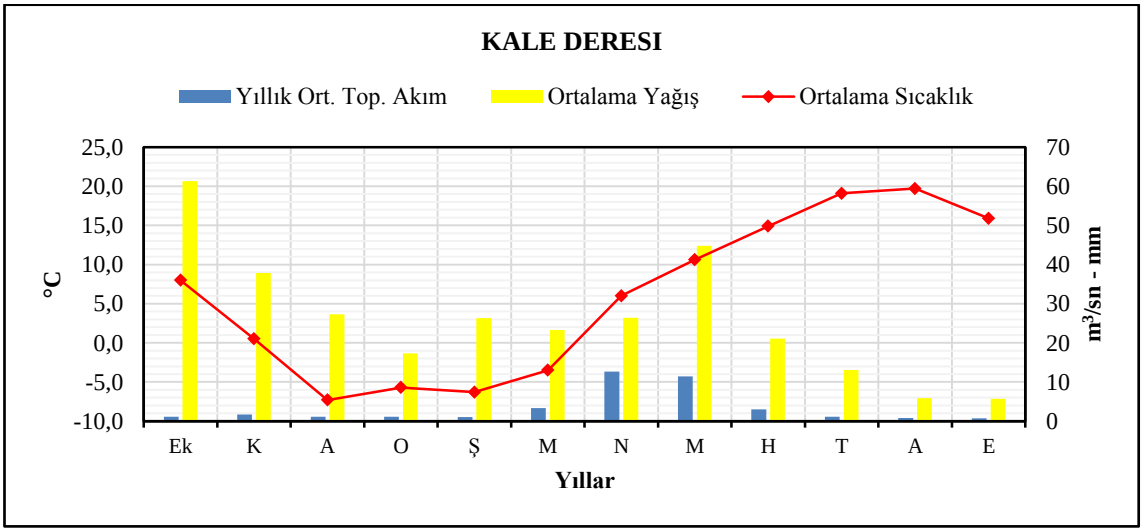
Kaynak: DSİ verilerinden.

Tablo 4.10. Kale deresi Yarmak akım gözlem istasyonuna ait aylık ve yıllık ortalama akım miktarları (2003-2013).

Su Yılı	AYLAR												Yıllık
	Ek	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	
Ortalama Akım (m^3/sn)	0,420	0,645	0,405	0,415	0,412	1,254	4,882	4,264	1,150	0,426	0,296	0,269	**14,839**



Şekil 4.9. Kale deresi Yarmak akım gözlem istasyonuna ait toplam akım tutarlarının yıllara göre seyri.



Şekil 4.10. Kale deresi üzerindeki Yarmak akım gözlem istasyonuna ait yıllık ortalama toplam akım değerlerinin, ortalama yağış tutarlarının ve ortalama sıcaklıkların aylara göre seyri.

Masat deresi üzerinde bulunan Bulkasım akım gözlem istasyonunun 28 yıllık rasat sonuçlarına göre yıllık ortalama toplam akım tutarı 42,883 m^3/sn olarak kaydedilmiştir (Tablo 4.11). 1780 m yükseklikte 95,5 km^2'lik yağış alanına sahip derenin ortalama akım tutarı ise 16,165 m^3/sn'dir (Tablo 4.12). 1973-1982 yılları arasında; 1990, 1991, 2003, 2004 ve 2005 yıllarında akım gözleminin yapılamadığı Bulkasım akım gözlem istasyonunda yıllara göre en yüksek akım tutarı 64,969 m^3/sn olarak 1987 yılında, en düşük akım tutarı ise 9,804 m^3/sn olarak, 5 aylık bir dönemin tamamen kuru olduğu 2009 yılında kaydedilmiştir (Şekil 4.11).

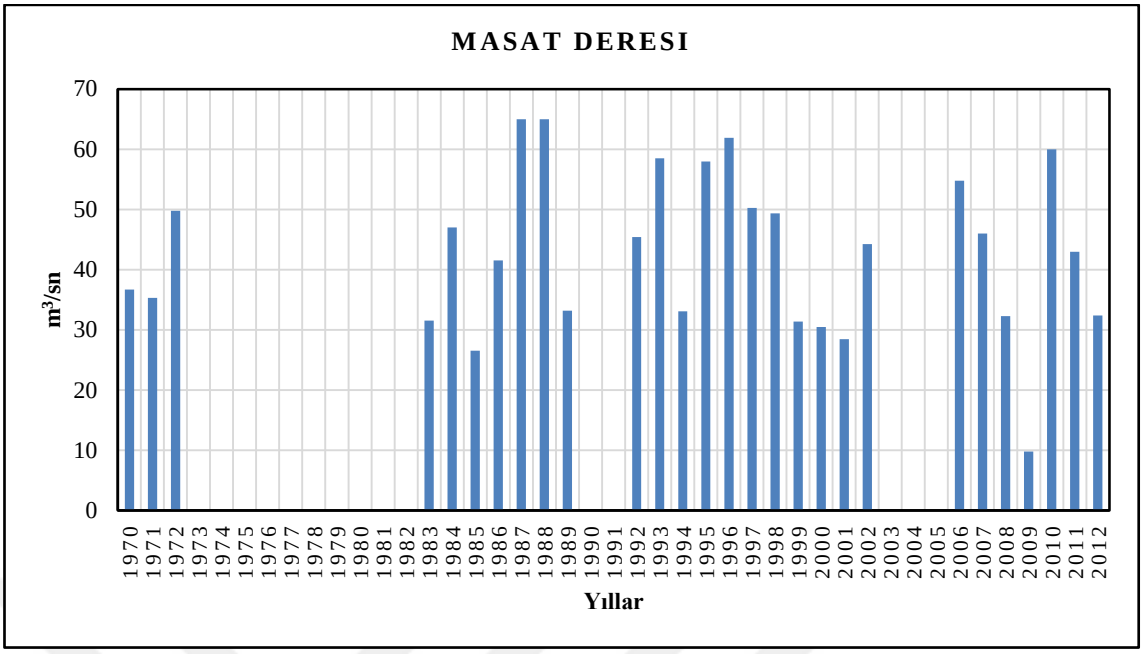
Tablo 4.11. Masat Deresi Bulkasım akım gözlem istasyonuna ait yıllara göre aylık ve yıllık toplam akımlar ile uzun yıllık toplam akımların ortalaması (m^3/sn).

Su Yılı	AYLAR												Yıllık Toplam
	Ek	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	
1970	1,750	1,160	1,090	1,120	1,020	1,470	11,500	11,700	3,070	1,180	0,776	0,877	**36,713**
1971	0,750	0,726	0,750	0,035	0,045	0,765	7,600	17,900	4,130	0,726	0,876	1,020	**35,323**
1972	1,120	1,090	0,750	0,750	1,040	3,730	11,700	15,100	11,300	2,340	0,311	0,518	**49,749**
1973-1982	Akım Gözlemi Yapılamamıştır!												
1983	0,591	0,468	0,094	0,094	0,085	0,159	3,860	15,400	7,560	1,960	0,663	0,619	**31,553**
1984	0,570	0,753	0,643	0,643	0,601	0,514	8,950	21,100	8,060	3,880	0,788	0,525	**47,027**
1985	0,582	0,594	0,643	0,643	0,581	0,643	7,680	10,900	2,690	0,800	0,481	0,280	**26,517**
1986	0,820	1,240	1,260	1,210	1,090	2,500	10,700	11,500	7,840	1,780	0,810	0,779	**41,529**
1987	1,020	1,220	1,610	1,610	1,210	1,340	3,590	36,400	13,800	1,790	0,470	0,909	**64,969**
1988	0,787	0,875	0,953	1,020	0,952	1,400	6,640	30,400	13,800	4,420	2,710	1,010	**64,967**
1989	3,500	4,360	1,640	1,230	1,110	2,030	12,900	4,450	0,889	0,476	0,334	0,291	**33,21**
1990-1991	Akım Gözlemi Yapılamamıştır!												
1992	1,130	1,250	1,340	1,340	1,250	1,460	4,460	18,800	10,200	2,240	1,220	0,739	**45,429**
1993	1,050	0,936	1,060	1,060	0,956	2,130	6,570	30,800	10,800	1,750	0,901	0,489	**58,502**
1994	0,500	0,363	0,375	0,375	0,339	0,598	15,000	11,500	2,560	0,823	0,457	0,162	**33,052**
1995	0,193	0,187	0,193	0,193	0,174	0,371	4,960	34,100	10,300	4,570	1,320	1,410	**57,971**
1996	2,300	2,670	3,050	3,080	2,880	2,880	4,000	33,400	5,110	1,680	0,387	0,470	**61,907**
1997	0,566	0,422	0,375	0,375	0,339	0,375	9,450	32,000	4,660	0,686	0,522	0,490	**50,26**
1998	1,570	1,720	0,940	0,857	0,774	0,992	14,000	20,000	5,200	1,860	0,683	0,754	**49,35**
1999	1,090	0,190	1,270	1,060	0,956	1,910	6,670	9,880	4,260	2,710	0,821	0,541	**31,358**
2000	1,070	0,990	1,230	1,230	1,150	2,350	10,400	7,750	2,130	0,944	0,695	0,543	**30,482**
2001	1,000	1,190	1,060	1,060	0,956	1,140	7,990	9,620	2,480	0,906	0,541	0,515	**28,458**
2002	0,454	0,432	1,230	1,230	1,110	1,470	3,780	16,100	7,570	5,400	3,870	1,580	**44,226**
2003-2005	Akım Gözlemi Yapılamamıştır!												
2006	0,505	1,150	0,778	0,536	0,463	0,743	19,700	23,600	3,950	1,590	0,824	0,914	**54,753**
2007	1,410	2,120	1,230	1,230	1,110	1,180	3,380	23,900	3,980	1,400	1,560	3,520	**46,02**
2008	1,390	1,230	0,934	0,790	0,739	3,730	11,800	6,980	2,830	0,869	0,528	0,451	**32,271**
2009	0,919	0,916	0,702	0,670	0,667	1,030	Kuru	Kuru	Kuru	Kuru	Kuru	4,900	**9,804**
2010	0,927	1,740	1,230	1,080	1,320	6,550	15,200	21,500	7,150	1,960	0,804	0,529	**59,99**
2011	1,060	0,638	0,602	0,593	0,516	0,888	7,860	21,100	7,020	1,390	0,677	0,606	**42,95**
2012	0,645	0,573	0,604	0,645	0,566	0,554	9,740	13,000	3,750	1,310	0,468	0,518	**32,373**
Ortalama	**1,045**	**1,114**	**0,987**	**0,920**	**0,857**	**1,604**	**8,574**	**18,174**	**5,967**	**1,837**	**0,875**	**0,927**	**42,883**

Kaynak: DSİ verilerinden.

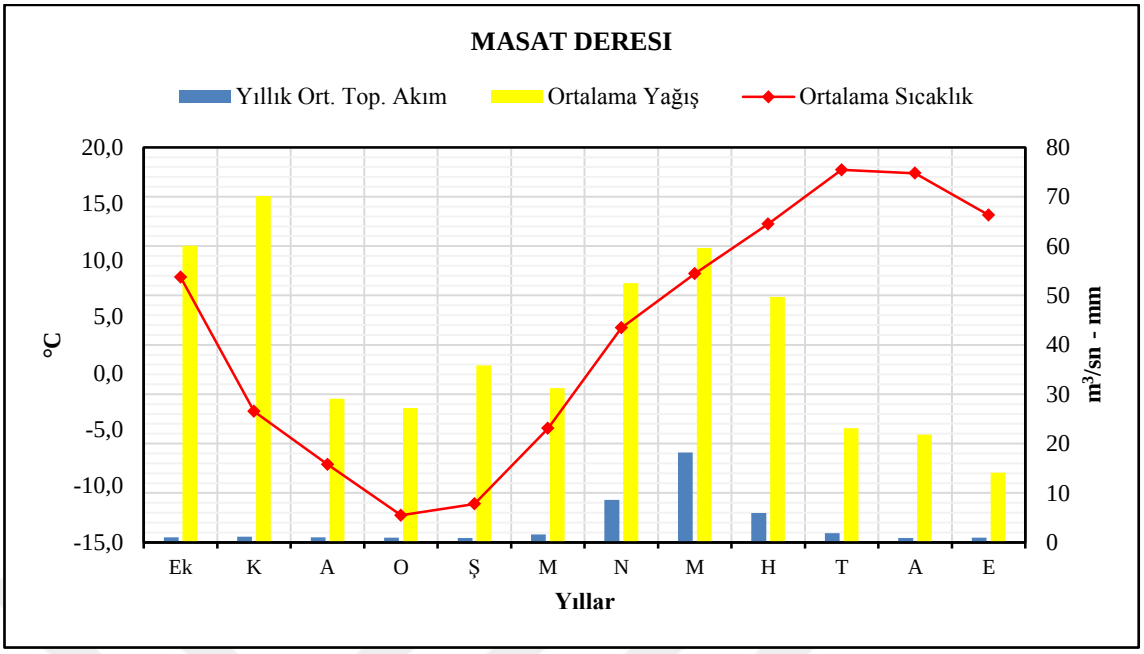
Tablo 4.12. Masat deresi Bulkasım akım gözlem istasyonuna ait aylık ve yıllık ortalama akım miktarları (1970-2012).

Su Yılı	AYLAR												Yıllık
	Ek	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	
Ortalama Akım (m^3/sn)	0,390	0,444	0,369	0,343	0,350	0,599	3,280	6,783	2,304	0,686	0,327	0,290	**16,165**



Şekil 4.11. Masat deresi Bulkasım akım gözlem istasyonuna ait toplam akım tutarlarının yıllara göre seyri.

Masat deresinin yıllık ortalama toplam akım değerlerinin aylara göre seyri incelendiğine ekim ve kasım aylarında sonbahar yağışlarının etkisiyle akım yükselmektedir. Hava sıcaklıklarının 0°C'nin altına indiği ve yağışların kar şeklinde düştüğü aralık, ocak ve şubat aylarında, daha önce söz edilen diğer akarsularda olduğu gibi yağışların kar şeklinde depolanması nedeniyle akım tutarları da düşme eğilimindedir (Şekil 4.12). Daha önce bahsi geçen diğer akarsuların aksine Masat deresinin akım değerlerinin en düşük olduğu ay şubattır. Bunun başlıca nedeninin bu mevsimde kar şeklinde olan yağışların depolanması ve Masat deresi vadisinin, Palandöken Dağları'nı sınırlandıran diğer akarsuların aksine yeraltı sularından beslenememesinin olması muhtemeldir. Mart ayı ile birlikte yağışların artması ve kar örtüsünün eriyerek geçici akarsular şeklinde Masat deresine katılmaya başlaması sonucunda derenin debisi de yükselmeye başlamaktadır. Bu nedenle Masat deresinin en yüksek akım değerine ulaştığı ay, devam eden kar erimelerinden açığa çıkan suların yanı sıra yıl içerisinde yağış tutarının en yüksek olduğu mayıs ayıdır (18,174 m^3/sn). Haziran ayı ile birlikte sahaya yavaş yavaş hâkim olmaya başlayan cT hava kütlesinin etkisi ile sıcaklıklar yükselmeye başlamaktadır. Bu durum etkisini akım değerlerinde açık bir şekilde belli etmektedir. Yaz mevsimi boyunca artan sıcaklık değerlerine ters orantılı bir şekilde Masat deresinin debisi de düşmektedir.



Şekil 4.12. Masat deresi üzerindeki Bulkasım akım gözlem istasyonuna ait yıllık ortalama toplam akım değerlerinin, ortalama yağış tutarlarının ve ortalama sıcaklıkların aylara göre seyri.

DSİ'ne ait Aziziye, Eğirmez, Gökçeşeyh, Sakalıkesik, Yarmak ve Bulkasım akım gözlem istasyonlarına ait yıllık ortalama toplam akım tutarlarının mevsimlere göre dağılışı ve oranları hesaplanarak tablo haline getirilmiştir (Tablo 4.13). Karasu Nehri, Hasankale Çayı, Tuzla Çayı, Pulur Çayı, Kale ve Masat derelerinin akım değerlerinin en yüksek olduğu mevsim ilkbahardır (Karasu Nehri: % 63,3, Hasankale Çayı: % 63,3, Tuzla Çayı: % 69,1, Pulur Çayı: % 65,4, Kale Deresi: % 70,2, Masat Deresi: % 66,1). Bu akarsuların havzalarına düşen yağış tutarlarının en yüksek olduğu mevsim ilkbahardır. Bununla birlikte sıcaklık değerlerinin yükselmesine bağlı olarak, kış mevsiminde ve ilkbahar başlarında kar şeklinde düşen yağışların birikerek oluşturduğu kar örtüsünün erimesi de bu mevsimde akarsuların debilerini arttırmaktadır. Değerlendirmeye alınan 6 akım gözlem istasyonunda da akım değerlerine ait maksimum değerler bu mevsimde Kale deresinde nisan (12,660 m^3/sn); Karasu Nehri (47,552 m^3/sn), Hasankale Çayı (98,720 m^3/sn), Tuzla Çayı (119,129 m^3/sn), Pulur Çayı (15,164 m^3/sn) ve Masat deresinde (18,174 m^3/sn) ise mayıs aylarında kaydedilmiştir. Yaz mevsimi akım tutarlarının oranı Karasu Nehri'nde % 9,6, Hasankale Çayı: % 9, Tuzla Çayı: % 18,7, Pulur Çayı'nda % 10,1, Kale deresinde % 12,6 ve Masat deresinde % 20,2'dir. Pulur Çayı dışındaki tüm akarsularda yaz mevsimindeki akım tutarları kış mevsiminden yüksektir. Bu dönem, Pulur Çayı'nda mevsimlere göre akım tutarlarının en düşük olduğu dönemdir. Debilerin kış mevsiminden fazla olma durumu, yüksek

yerlerdeki kar örtüsünün yaz mevsiminin büyük bir bölümünde erimeye devam etmeleri ve yaz mevsiminde düşen yağışlar ile açıklanabilir. Ancak akım tutarlarındaki minimum seviyeler Tuzla Çayı ve Kale deresi dışındaki diğer akarsularda bu mevsimde ağustos ayında kaydedilmiştir. Akım değerlerinin mevsimlere dağılış oranlarında debinin en düşük olduğu mevsim, Pulur Çayı dışındaki tüm akarsularda, sonbahardır (Karasu Nehri: % 13,9, Hasankale Çayı'nda % 17,1, Tuzla Çayı'nda % 18,7, Pulur Çayı'nda % 10,3, Kale deresinde % 9 ve Masat deresinde % 7,2). Bunun nedeninin yaz mevsiminde yüksek seyreden sıcaklık ve buharlaşma değerlerine bağlı olarak su noksanının ortaya çıkması, devam eden tarımsal faaliyetlerde kullanmak amacıyla yataklardan su çekilmesi ve yeraltı su seviyesinin düşmesi muhtemeldir. Sonbaharda yağışlar artmaya başlasa da bu durum mevsimlik değerlere yansımamaktadır. Kış mevsimin gelmesiyle birlikte sıcaklık ve yağış değerleri düşmektedir. Kış mevsiminin yıllık akım tutarı içerisindeki oranı Karasu Nehri'nde % 13,2, Hasankale Çayı: % 10,6, Tuzla Çayı: % 6,4, Pulur Çayı'nda % 14,2, Kale deresinde % 8,2 ve Masat deresinde % 6,5'tir. Bu mevsimde sadece Kale deresinin debisi, diğer mevsimlerden daha düşüktür. Diğer akarsularda kış aylarında yağış değerlerindeki azalmaya rağmen akım değerlerinde düşüş görülmemektedir. Çünkü bu dönemde yağışların kar şeklinde olması, don olaylı gün sayısının fazla olması, evapotranspirasyonun yok denecek kadar düşük olması ve sonbahar yağmurları ile nispeten yükselen taban suyundan beslenmeye bağlı olarak debi yağış azlığından etkilenmemektedir.

Akarsuların rejimleri üzerinde iklimsel özellikleri, jeolojik-jeomorfolojik faktörler, bitki örtüsü ve beşeri faaliyetler etkili olmaktadır. İklim, yıl içerisinde düşen yağışın miktarı ve düşüş şekli (yağmur ya da kar şeklinde), yağışların aylara ve mevsimlere göre dağılışı ile yağışın şiddeti şeklinde akım üzerinde etkili olmaktadır (Atalay, 1986: 20). Jeolojik-jeomorfolojik özelliklerden havzanın litolojik özellikleri (kayaç türü, geçirgenlikleri ve aşınmaya karşı mukavemetleri); akarsu havzasının şekli, havzanın yüksekliği, eğimi vb. morfolojik özellikleri debi üzerinde etkili olmaktadır. Bitki örtüsünün yoğun olduğu (çayır ve orman gibi) yerlerde yüzeysel akışa geçen sular engellenerek akış hızları azalmakta ve zemine sızma oranı yükselmektedir. Bitki örtüsünün zayıf olduğu alanlarda yağışlar ile düşen sular hızla yüzeysel akışa geçmekte ve taşkın vb. afetlere neden olabilmektedir. Ayrıca bitkiler interserpsiyon yolu ile yağışın yaklaşık üçte birini tutmaktadır (Atalay, 1986: 24). İnsanlar, baraj, gölet vb. su

yapıları yaparak, bitki örtüsünde tahribatlar yaparak, yataklarda aşırı oranda su çekerek akarsuların akışları üzerinde etkili olmaktadır. Yukarıda Karasu Nehri, Hasankale Çayı, Tuzla Çayı, Pulur Çayı, Kale ve Masat derelerinin akım tutarlarının yıl içerisindeki seyirleri hakkında açıklamalar yapılmıştı. Söz konusu akarsuların yıllık akım seyirleri dikkate alındığına ilkbahar mevsiminde yükselen yağış değerleri ile birlikte kar örtüsünün erimesine bağlı olarak seviye artışı görülmektedir. Kar erimelerine bağlı olarak açığa çıkan suyun payı, nispeten yağıştan daha etkilidir. Yaz mevsiminin gelmesi ile artan sıcaklık ve buharlaşmaya bağlı olarak akım düşmekte, sonbaharda yağışların tekrar artış eğilimine girmesiyle az da olsa yükselmektedir. Kış mevsimi ile hava sıcaklıklarının 0°C'nin altında seyretmesi ve yağışların kar şeklinde düşmesi nedeniyle debilerde tekrar bir azalma söz konusudur. Tüm bu seyir dikkate alındığında araştırma sahasında bulunan akarsuların rejimi, *karma rejimli akarsuların karlı-yağmurlu tipi*dir.

Tablo 4.13. Karasu Nehri Aziziye, Hasankale Çayı Eğirmez, Tuzla Çayı Gökçeşeyh, Pulur Çayı Sakalıkesik, Kale deresi Yarmak ve Masat deresi Bulkasım akım gözlem istasyonlarına ait yıllık ortalama toplam akım tutarlarının mevsimlere göre dağılışı ve yüzdelik oranları.

İstasyon	MEVSİMLER								YILLIK	
	SONBAHAR		KIŞ		İLKBAHAR		YAZ			
	Ortalama Akım (m^3/sn)	%	Ortalama Akım (m^3/sn)	%	Ortalama Akım (m^3/sn)	%	Ortalama Akım (m^3/sn)	%	Ortalama Akım (m^3/sn)	%
Karasu Nehri Aziziye AGİ	17,521	9,6	23,960	13,2	114,825	63,3	25,187	13,9	**181,494**	**100**
Hasankale Çayı Eğirmez AGİ	25,468	9	29,773	10,6	178,769	63,3	48,212	17,1	**282,222**	**100**
Tuzla Çayı Gökçeşeyh AGİ	19,277	5,8	20,981	6,4	228,875	69,1	62,084	18,7	**331,218**	**100**
Pulur Çayı Sakalıkesik AGİ	5,323	10,3	7,321	14,2	33,833	65,4	5,213	10,1	**51,689**	**100**
Kale Deresi Yarmak AGİ	3,494	9	3,212	8,2	27,432	70,2	4,917	12,6	**39,055**	**100**
Masat Deresi Bulkasım AGİ	3,087	7,2	2,764	6,5	28,352	66,1	8,680	20,2	**42,883**	**100**

4.1.4. Drenaj Tipleri

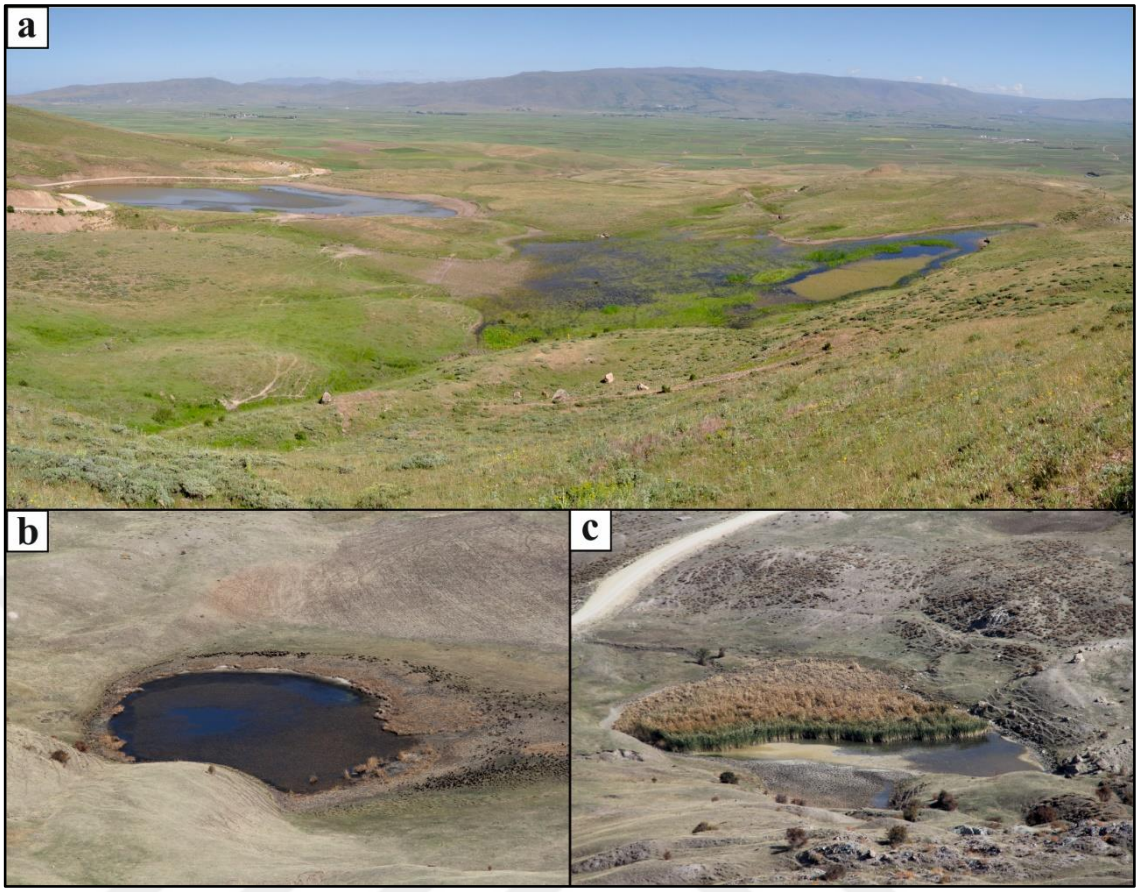
Palandöken Dağları'nın kuzey ve güney yamaçları dikkate alındığında drenaj tipi paraleldir. Yamaçların yüksek eğim değerlerine sahip olması nedeniyle yüzeysel akışa geçen sular doğrusal olarak birbirlerine paralel bir şekilde akmaktadır. Araştırma sahasındaki tek drenaj tipi paralel drenaj değildir. Palandöken Dağları sınırları içerisindeki akarsular mikro havzalar şeklinde ele alındığında, sahada en yaygın görülen

drenaj tipi konsekant akarsuların meydana getirdiği dandritik drenaj tipidir. Palandöken Dağları'nın yüksek bölümlerinde andezit ile ofiyolitlerin dokanakları boyunca, kuzeye doğrultulu eğime sahip andezit tabakalarının zayıf direnç hatları boyunca ve doğu-batı doğrultulu faylar boyunca yerleşen akarsular vadilerini şiddetli bir şekilde kazmış ve subsekant vadiler geliştirmişlerdir. Nitekim Palandöken Dağları'nın kuzeye bakan yamaçlarındaki akarsularda bu şekilde kafesli akarsu ağı gelişmiştir. Teke ve Kırkdeğirmenlerboğazı derelerine dik bir şekilde katılan yan kollar, bu drenaj tipine örnek olarak gösterilebilir (Atalay, 1978: 60). Pulur Çayı'na Sakalıkesik Ovası'nda katılan yan kollar, neredeyse bu çayın akım ve eğimi yönüne ters doğrultuda bağlanarak kancalı drenaj ağı oluşturmaktadır. Araştırma sahasında yer alan dağ ve tepelerde, karakteristik bir şekilde olmasa da yamaçlardan eteklere doğru vadilerin birbirinde giderek uzaklaştığı radyal drenaj ağı da görülmektedir.

4.2. Göller

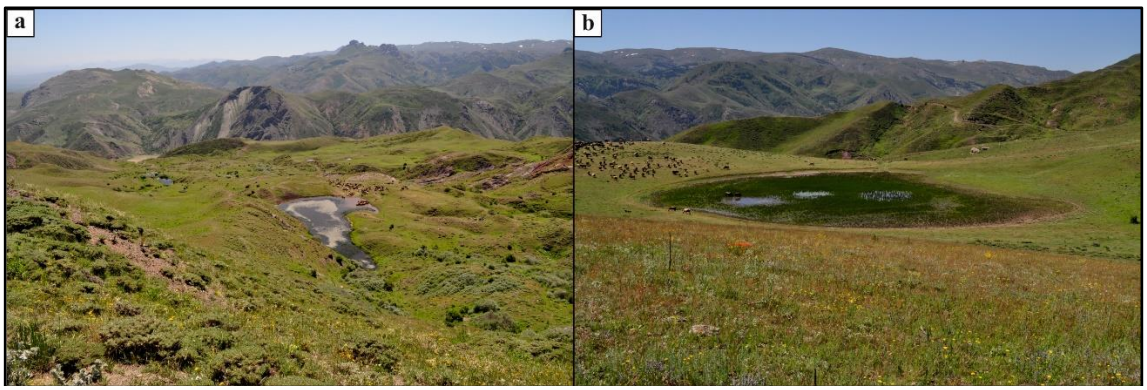
Araştırma sahasında doğal göller heyelan enkazlarının üzerinde oluşmuşlardır. Bunu dışında Palandöken Dağları sınırları içerisinde sulama amacıyla yapılan, aynı zamanda rekreasyonel amaçlı da kullanılan Palandöken Göleti ile sulama ve içme suyu için yapılan Palandöken Baraj Gölü bulunmaktadır.

Çiçekli yerleşmesinin 1,8 km bulunan Çiçekli heyelanı enkazı üzerinde irili ufaklı 18 göl bulunmaktadır. Bu göllerin derinliği birkaç metre ile sınırlı olup alanları 1 km^2'nin altındadır. Göllerin kaynağını yağmur ve kar suları ile kaynaklar teşkil etmektedir. Bu göllerin başlıcaları 1631 m^2, 908 m^2 ve 640 m^2 alana sahip üç gölden meydana gelen Susuz gölleri, 5592 m^2'lik Angutlu Gölü, 8000 m^2'lik Karanlık Göl ve 6165 m^2 alana sahip Oluklu Göldür (Fotoğraf 4.16).



Fotoğraf 4.16. Çiçekli heyelanının enkazı üzerinde oluşan Angutlu (a), Karanlık (b) ve Oluklu (c) gölleri.

Köroğlu Tepe'nin (2549 m) 2 km doğusunda gelişen Köroğlu heyelanı enkazı üzerinde de göller bulunmaktadır. Bu göllerin de derinlikleri birkaç metreyi geçmemekte ve yağmur, kar ve kaynak sularından beslenmektedirler. Bu göller 3553 m^2 alan sahip Hüsnünün Gölü, 5399 m^2 alana sahip Yayla Gölü ve Düz Göl'dür (Fotoğraf 4.17, 4.18). Ayrıca Köroğlu Tepe'nin 4,9 km kuzeydoğusunda yine küçük ölçekli bir heyelan enkazı üzerinde oluşmuş bulunan 2508 m^2 alanlı Kızıl Göl bulunmaktadır.



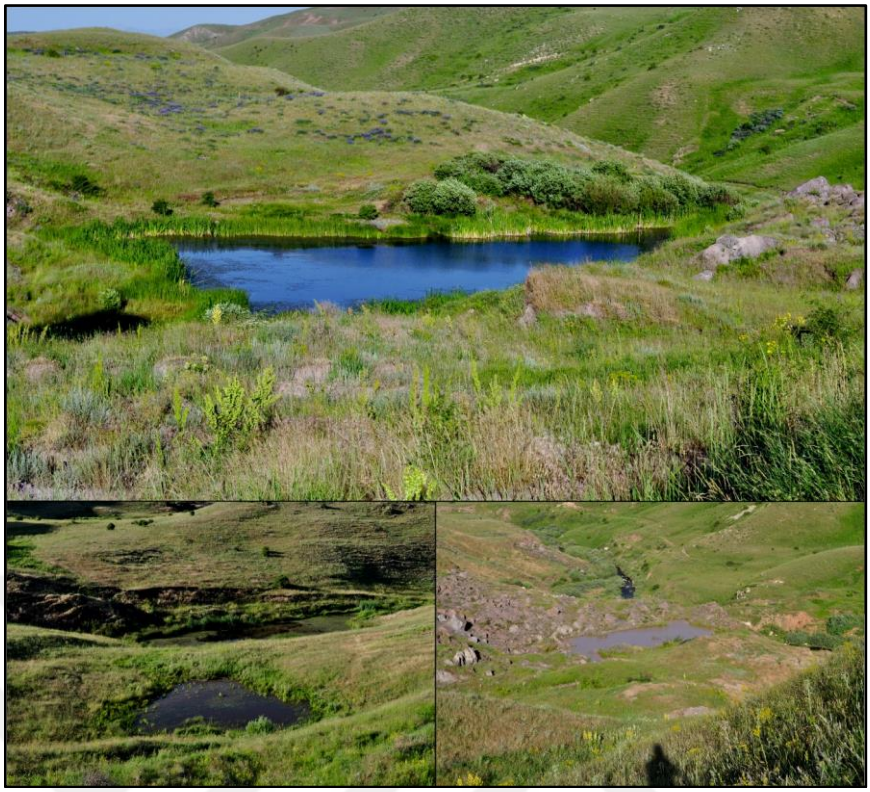
Fotoğraf 4.17. Köroğlu Tepe'nin (2549 m) kuzeydoğusundaki Köroğlu heyelanı üzerinde gelişmiş bulunan Hüsnünün (a) ve Yayla (b) gölleri.



Fotoğraf 4.18. Köroğlu heyelanı üzerinde meydana gelen diğer bir göl de Düz Göl'dür.

Araştırma sahasında heyelan enkazı üzerinde gelişen diğer göller, Bulkasım yerleşmesinin 3,4 km batısında bulunmaktadır (Fotoğraf 4.19). Düzçayır heyelanı enkazı üzerinde irili ufaklı 6 göl bulunmaktadır. Düzçayır gölleri olarak isimlendirilen bu göllerin derinliği 1,5 m'yi geçmemektedir. Düzçayır göllerinin alanları 32 m^2 ile 3097 m^2 arasında değişmektedir.

Palandöken Dağları'nın batı bölümünde, Büyükgökçi Tepe'nin (2393 m) kuzeybatısında Tuzluca yaylası ile Katırcı komu arasında gerçekleşmiş heyelan enkazının üzerinde de 20'ye yakın göl bulunmaktadır (Fotoğraf 4.20). Göllerin en derini 2,5 m'yi geçmemektedir. Bu göller kuzeyde bulunan sol yönlü doğrultu atımlı fayın çizgisi boyunca yüzeye çıkan fay kaynakları ile yağmur ve kar erimeleri sonucu açığa çıkan sulardan beslenmektedir. Bu göllerin çoğu yaz mevsimin ortalarından itibaren kurumaktadırlar. Söz konusu göllerin alanları 34 m^2 ile 9133 m^2 arasında değişmektedir. Bu göller Katırcı gölleri olarak isimlendirilmişlerdir.



Fotoğraf 4.19. Bulkasım yerleşmesinin 3,4 km batısında, Düzçayır mevkiinde heyelan enkazı üzerinde oluşan Düzçayır Gölleri.



Fotoğraf 4.20. Büyükgökçi Tepe'nin (2393 m) batı ve kuzeybatısında yer alan Katırcı gölleri Tuzluca yaylası ile Katırcı komu arasında bulunan heyelan enkazının üzerinde oluşmuştur.

İnsanların baraj ve göletler gibi yapılar inşa etmek suretiyle hidrografya üzerindeki etkilerine daha önce değinilmiştir. Araştırma sahasında bu yapılardan en önemlisi Palandöken Barajı'dır (Fotoğraf 4.21). Baraj Erzurum-Bingöl karayolunun yaklaşık 45. Km'sinde yer almaktadır. Başköy-Çatköy depresyonuna kurulan barajı besleyen ana akarsu, Palandöken Dağları'ndan kaynağını alan Küçük Lezgi suyudur. Aynı zamanda Palandöken ve Karagöl dağlarından Başköy-Çatköy depresyonuna akışı olan sürekli ve geçici akarsular ile kaynaklar ve kar erimesi sonucunda açığa çıkan sular, baraj gölünün beslenmesinde etkili olan diğer unsurlardır. Sulama ve Erzurum'a içme suyu sağlamak amacı ile 1994 yılında inşaatına başlanan Palandöken Barajı, 2001 yılında tamamlanmıştır. Ortalama 2000 m yükseklikte bulunan baraj gölünün uzunluğu 10,27 km, genişliği 4,27 km ve alanı 22,05 km^2'dir. Palandöken Barajı 12.038 ha sulama alanına sahiptir[14].



Fotoğraf 4.21. Palandöken Baraj Gölü (a) ve baraj gövdesi (b).

Diğer bir insan yapımı hidrografik unsur sulama amacı ile yapılan, aynı zamanda rekreasyonel amaçlı olarak da kullanılan Palandöken Göleti'dir (Fotoğraf 4.22). Erzurum il merkezine yaklaşık 18 km uzaklıkta yer alan gölete Konaklı Kayak Merkezi yolundan ulaşılmaktadır. Palandöken Göleti'nin kaynak suyu Gedikçayırı deresidir.

[14] http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi8/erzurum.htm#palandoken0 (Son Erişim Tarihi: 27.07.2015).

Sulama amacı ile 1986 yılında inşaatına başlanan gölet 1989 yılında tamamlanmıştır. Ortalama 2100 m yükseklikte bulunan göletin uzunluğu 603,6 m, genişliği 387,8 m ve alanı yaklaşık 0,18 km^2'dir. 1546 hm^3 hacme sahip göletin sulama alanı 340 ha'dır[15].

Palandöken Barajı ve Palandöken Göleti dışında araştırma sahasında Yukarıçakmak, Ağcalar, Sığırlı, Güllü, Börekli ve Yağmurcuk yerleşmeleri sınırları içerisinde sulama amacı ile yapılan küçük ölçekli göletler de bulunmaktadır.

Hem doğal hem de insan eli ile inşa edilen tüm göllerde su seviyelerin en yüksek olduğu dönem, yağışların artması ve sıcaklıkların yükselmesi ile eriyen kar örtüsüne bağlı olarak mayıs-haziran dönemidir. Su seviyesinin en düşük olduğu dönem ise yüksek sıcaklık ve buharlaşma ile kullanıma bağlı olarak ağustos-eylül dönemidir.



Fotoğraf 4.22. Palandöken Göleti.

Erzurum Ovası'nın doğu bölümünde ve Karasu Nehri boyunca birçok bataklık bulunmaktaydı. Ovada DSİ tarafından açılan kurutma kanalları ile bu bataklıkların büyük bir bölümü kurutulmuştur. Ancak araştırma sahasının kuzeyinde, Soğucak ve Çayırtepe yerleşmeleri çevresi ile saha dışında yer alan Kösemehmet yerleşmesi arasında bataklık alanlar bulunmaktadır. İlkbahar mevsiminde yağışların artması,

[15] http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi8/erzurum.htm#palandokengoleti (27.07.2015).

havaların ısınmasına bağlı olarak kar örtüsünün erimesi ve yine bu nedenlerle seviyesi yükselen yeraltı suyu bu bataklıkları beslemektedir. Ayrıca ova tabanının killi olması ve alüvyonlar ile bazalt formasyonları arasındaki sınır boyunca birçok kaynağın varlığı bu bataklıkların ilkbahar mevsimi ile birlikte geçici göllere dönüşmesini sağlamaktadır (DSİ, 1978: 32). Bu bataklıklar kurak yaz döneminde tamamen kurumaktadır (Fotoğraf 4.23).



Fotoğraf 4.23. Erzurum Ovası'nda ilkbaharın gelmesi ile yağışların artmasına, kar erimelerine ve yeraltı suyu seviyesinin yükselmesine bağlı olarak bataklıklar geçici göller haline gelmektedir.

4.3. Yeraltı Suyu ve Kaynaklar

Palandöken Dağları'nın kuzey etekleri Erzurum Ovası'nın güney bölümünü teşkil etmektedir. Kuvaterner alüvyonlarının kumlu çakıllı seviyeleri ile birikinti konileri akiferleri oluşturmaktadır (DSİ, 1978: 33). Araştırma sahasının kuzey sınırı yakınlarında Çiftlik yerleşmesinde üst akifer 5-40 m arasında, alt akifer ise 50-100 m derinliklerde bulunmaktadır. Çiftlik yerleşmesi ile batıda Aziziye ilçe merkezi arasında bu iki akifer birbiri ile bağlanmakta ve kalınlığı 50 m'ye düşmektedir. Bu akiferi Aziziye Fayı keserek kapatmıştır. Palandöken Dağları'nın Erzurum Ovası'na bakan bölümündeki birikinti konileri, ovadaki alt ve üst akiferlerle geçişli durumdadır (DSİ, 1978: 34-35).

Sakalıkesik Ovası'nda akiferler, Kuvaterner yaşlı kum ve çakıl depoları ile bunların altında yer alan Pliyosen yaşlı kum ve çakıl depolarıdır. Ovanın kenar bölümlerinde ince olan akifer kalınlığı, ovanın merkezi kesimine doğru 120 m'yi bulmaktadır (DSİ, 1978: 35).

Palandöken Dağları'nın Erzurum Ovası'na dönük bölümlerinde yeraltı suyunun akış yönü, topografyanın eğimine uygun olarak güneyden kuzeye doğrudur. Araştırma sahası sınırları içerisinde yeraltı suyu, birikinti yelpazelerinden ve akarsuların yan kollarının ova girişlerinden beslenmektedir. Geçirimsiz Miyosen yaşlı formasyonların bulunduğu alanlarda yanal beslenme azalmaktadır. Bazaltların bulunduğu bölümlerde ise yanal beslenme olmaktadır (DSİ, 1978: 38). Yeraltı suyu seviyesinin en yüksek olduğu mevsim ilkbahardır. Çünkü bu dönem araştırma sahasındaki en yağışlı dönemdir. Bunun yanında hava sıcaklıklarının artmaya başlaması ile birlikte kar örtüsünün erimesi ile açığa çıkan sular, ovaya ulaşan sürekli akarsuların debisinin yükselmesine ve geçici akarsularında akışlarına başlamasına sebep olmaktadır. Bu faktörler ilkbahar mevsiminde yeraltı suyu seviyesinin yükselmesinin asıl nedenidir. Yeraltı suyu seviyesi, temmuz ayı sonundan itibaren yüksek seyreden sıcaklıklara bağlı olarak buharlaşmanın yüksek olması nedeni ile düşmeye başlamaktadır. Sonbahar ve kış mevsimleri yeraltı su seviyesinin en düşük olduğu mevsimlerdir.

Erzurum Ovası'nda yeraltı suyu yağışlardan süzülme, yüzeysel akıştan süzülme ve yanal beslenme şeklinde olmaktadır. Yağışlardan süzülme şeklindeki beslenme 30×10^6 m^3/yıl, yüzeysel akışlardan beslenme 45×10^6 m^3/yıl ve yanal beslenme de 5×10^6 m^3/yıl'dır (DSİ, 1978: 39-40). Bu durumda Erzurum Ovası'nın toplam yeraltı suyu beslenimi 80×10^6 m^3/yıl'dır. Beslenme tutarlarına karşılık Erzurum ovası yeraltı suyunun boşalım miktarı 72×10^6 m^3/yıl'dır (DSİ, 1978: 40-41; 43).

Sakalıkesik ovasının beslenme tutarları ise yağışlardan süzülme şeklinde $0{,}39\times10^6$ m^3/yıl, yüzeysel akışlardan $7{,}5\times10^6$ m^3/yıl, yanal beslenme şeklinde 1×10^6 m^3/yıl olmak üzere toplamda $8{,}89\times10^6$ m^3/yıl'dır (DSİ, 1978: 44-45).

Palandöken Dağları'nın doğu bölümünde, Pasinler Ovası'nda akiferi Pliyo-Kuvaterner yaşlı kum ve çakıllar oluşturmaktadır. Bu kum ve çakıl tabakaları, farklı kalınlıklardaki kil tabakaları ile dönüşümlü bulunmaktadır. Pasinler Ovası'nda alüvyonların kalınlığı batıdan doğuya gidildikçe azalmaktadır. Ovanın batı bölümünde

yaklaşık 200 m olan kalınlık, Pasinler ilçesi ile Otlukkapı yerleşmesi arasında 100 m'ye, ovanın en doğusunda ise 100 m'nin altına düşmektedir (DSİ, 1972: 26). Palandöken Dağları'nın Pasinler Ovası'na bakan bölümlerinde yeraltı suyunun akım yönü, batı bölümünde olduğu gibi güneyden kuzeye doğrudur. Genel olarak yeraltı suyunun akım yönü ovanın en batısından Alvar yerleşmesine kadar batıdan doğuya, bu noktadan daha doğuda ise kuzeydoğu yönüne olmaktadır.

Pasinler Ovası'nda yeraltı suyunun beslenmesi yağışlardan süzülme, yüzeysel akışlardan süzülme, sulama amacı ile kullanılan sulardan süzülme ve ovayı çevreleyen yan formasyonlardan beslenme şeklindedir (DSİ, 1972: 31). Pasinler Ovası'nda yağışlardan süzülme yolu ile beslenme tutarı 26×10^6 m^3/yıl, yüzeysel akışlardan süzülme yolu ile beslenme tutarı 71×10^6 m^3/yıl, sulamada kullanılan suların sızması ile beslenme tutarı 11×10^6 m^3/yıl ve yan formasyonlardan beslenme tutarı 2×10^6 m^3/yıl'dır (DSİ, 1972: 31-32). Bu bağlamda toplam beslenme tutarı 110×10^6 m^3/yıl, buna karşılık Hasankale ve Müceldi çaylarına toplam yeraltı suyu boşalım tutarı ise 80×10^6 m^3/yıl'dır (DSİ, 1972: 35).

Harita Genel Komutanlığı'na ait 1:100.000 ve 1:25.000'lik topografya haritaları üzerinde yapılan belirlemelere göre Palandöken Dağları sınırları içerisinde toplam 708 kaynak tespit edilmiştir. Tespit edilen bu kaynakların büyük çoğunluğunda ayrıntılı bir çalışma yapılamamıştır. Araştırma sahasındaki kaynakların büyük bir bölümünü fay kaynakları oluşturmaktadır. Bunun yanında sahanın dağlık olması nedeniyle yamaç kaynakları da bulunmaktadır. Çalışma yapılmış başlıca kaynaklar Aziziye ilçesindeki Büyük Çermik, Gelingeldi (İstasyon) çermiği, Kaynaklı çermiği, Oluklu Çermik, Zincirli Çermik; Erzurum il merkezinde Akpınar, Cennet Çeşmesi, Tabakhane Çeşmesi, Paşapınarı, Soğucak Mahallesi maden suyu; Konaklı Mahallesi'nde Konaklı çermiği ve Taş İçi maden suyu; Pasinler Asbuğa (Övenler) çermiğidir.

Aziziye Termal Kaynakları: Aziziye ilçe merkezi sınırları içerisinde kalan başlıca termal kaynaklar Büyük Çermik, Gelingeldi (İstasyon) çermiği, Kaynaklı çermiği, Oluklu Çermik, Zincirli Çermik. Bu termal kaynakların yanı sıra Kokmuşlar çermiği de bulunmaktadır; ancak bu çermik saha sınırları dışındadır. Söz konusu kaynaklar fay hattından çıkmaktadır. Hazne kayalar, Kuvaterner alüvyonlarının örttüğü Pliyosen yaşlı Gelinkaya Formasyonu'nun çakıl ve kumlardan oluşan taban seviyesi ile yine Pliyosen

yaşlı bazalt ve aglomeraların çatlak zonlarıdır. Sıcaksu dolaşımı ve üretimi bu bazalt ve aglomeraların çatlaklarında olmaktadır (Can ve diğ., 1986: 2). Büyük Çermik, Oluklu ve Zincirli çermiklerinin su sıcaklıkları 39°C'dir. Gelingeldi çermiğinin su sıcaklığı 33°C, Kaynaklı çermiğinin su sıcaklığı ise 38,5°C'dir. Yapılan sondaj çalışmalarında suyun taban sıcaklığı 51°C olarak ölçülmüştür. Büyük Çermik, Kaynaklı, Oluklu ve Zincirli çermiklerinin debileri ise 6 lt/sn (Tamgaç, 1993: 1), Gelingeldi çermiğinin debisi ise 0,5 lt/sn'dir (Polat, 2003: 314). Çermiklerin pH dereceleri ise 6,5 ile 6,7 arasında değişmektedir (Büyük Çermik: pH 6,55, Gelingeldi çermiği: pH 6,7, Kaynaklı çermiği: pH 6,6, Oluklu Çermik: pH 6,5, Zincirli Çermik: pH 6,5). Söz konusu kaynaklara ait analiz sonuçları Tablo 4.14, 4.15, 4.16, 4.17 ve 4.18'de verilmiştir. Bu çermiklerin iyi geldikleri başlıca rahatsızlıklar mide, bağırsak, safra kesesi, karaciğer, pankreas rahatsızlıkları; kemik kırılmaları ve çıkıklarda görülen rekalsifikasyon bozuklukları, hazımsızlık, romatizma ve deri hastalıkları, kronik travmatik rahatsızlıklar, kas spazmları, sub akut, inflamasyonlar, idrar söktürmek, kan fagozitosunu arttırmaktır (Özdemir, 1974: 82-83). Bu termal kaynaklar Aziziye belediyesi tarafından termal otel ve termal tesis olarak işletilmektedir (Fotoğraf 4.24).

Tablo 4.14. Aziziye ilçesi Büyük Çermik suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri.

KATYONLAR	mg/lt	mEq/lt	% mEq/lt
Alüminyum	0,127	0,015	0,016
Sodyum	1704,300	74,100	81,361
Potasyum	292,500	7,500	8,235
Kalsiyum	56,100	2,805	3,080
Magnezyum	77,000	6,364	6,988
Baryum	-	-	-
Demir	3,850	0,207	0,227
Amonyum	0,830	0,046	0,051
Manganez	0,960	0,034	0,037
Çinko	0,051	0,0002	0,000
Krom	0,085	0,004	0,004
Bakır	0,0015	0,0005	0,001
Titanyum	-	-	-
Kurşun	-	-	-
TOPLAM	**2135,8045**	**91,0757**	**100**
ANYONLAR	**mg/lt**	**mEq/lt**	**% mEq/lt**
Klorür	2076,400	58,439	64,157
İyodür	-	-	-
Flüorür	0,030	0,0002	0,001
Sülfat	3,100	0,065	0,071
Nitrat	1,010	0,015	0,016
Nitrit	-	-	-
Hidrofosfat	0,755	0,016	0,018
Bikarbonat	1985,700	32,552	35,737
Hidroarsenat	-	-	-
TOPLAM	**4066,995**	**91,0872**	**100**
DİĞERLERİ		**Suyun Kimyasal Sınıfı**	
Serbest Karbondioksit	810,6	Sodyum, Klorür, Bikarbonat, Kükürtlü bir sudur.	
Metaborik Asit	10,90		
Metasilisik Asit	77,6		
Toplam Sülfür	0,1		
GENEL TOPLAM	**899,2**		
FİZİKSEL DEĞERLER		**Suyun Fiziksel Sınıfı**	
İletkenlik	$8,3\times10^{-3}$ mho	Hipertermal-Hipotonik (191,899 milimol/lt) bir sudur.	
pH	6,55		
Sıcaklık	39°C		
Toplam Alfa			
Toplam Beta	22,72 pci/lt		
Radon			
Uranyum	$1,55\times10^{-6}$ gr U/lt		

Kaynak: Özdemir, M., (1974: 31).

Tablo 4.15. Aziziye ilçesi Gelingeldi (İstasyon) çermiği suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri.

KATYONLAR	mg/lt	mEq/lt	% mEq/lt
Alüminyum	0,700	0,078	0,130
Sodyum	1051,840	45,723	76,305
Potasyum	256,100	6,550	10,931
Kalsiyum	87,000	4,356	7,269
Magnezyum	37,950	3,136	5,233
Baryum	-	-	-
Demir	1,330	0,072	0,120
Amonyum	-	-	0,000
Manganez	0,160	0,006	0,010
Çinko	-	-	-
Krom	0,010	0,0007	0,001
Bakır	-	-	-
Titanyum	-	-	-
Kurşun	-	-	-
TOPLAM	**1435,09**	**59,9217**	**100**

ANYONLAR	mg/lt	mEq/lt	% mEq/lt
Klorür	1275,160	35,920	59,943
İyodür	-	-	-
Flüorür	0,220	0,012	0,020
Sülfat	120,800	2,516	4,199
Nitrat	10,500	0,170	0,284
Nitrit	-	-	-
Hidrofosfat	5,110	0,106	0,177
Bikarbonat	1293,200	21,200	35,378
Hidroarsenat	-	-	-
TOPLAM	**2704,99**	**59,924**	**100**

DİĞERLERİ		Suyun Kimyasal Sınıfı
Serbest Karbondioksit	761,5	Sodyum, Klorür, Bikarbonat ve Kükürtlü bir sudur.
Metaborik Asit	14,51	
Metasilisik Asit	33,8	
Toplam Sülfür	0,90	
GENEL TOPLAM	**810,71**	

FİZİKSEL DEĞERLER		Suyun Fiziksel Sınıfı
İletkenlik	$4{,}8\times10^{-3}$ mho	Hipertermal-Hipotonik (130,157 milimol/lt) bir sudur.
pH	6,70	
Sıcaklık	33°C	
Toplam Alfa		
Toplam Beta	10,8 pci/lt	
Radon		
Uranyum	$5{,}1\times10^{-6}$ gr U/lt	

Kaynak: Özdemir, M., (1974: 32).

Tablo 4.16. Aziziye ilçesi Kaynaklı çermiği suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri.

KATYONLAR	mg/lt	mEq/lt	% mEq/lt
Alüminyum	0,430	0,047	0,05
Sodyum	1578,600	68,634	69,77
Potasyum	276,900	7,100	7,22
Kalsiyum	158,300	12,915	13,13
Magnezyum	97,500	8,580	8,72
Baryum	-	-	-
Demir	3,120	0,168	0,17
Amonyum	1,610	0,894	0,91
Manganez	0,860	0,031	0,03
Çinko	0,004	-	-
Krom	-	-	-
Bakır	-	-	-
Titanyum	-	-	-
Kurşun	0,003	-	-
TOPLAM	**2117,327**	**98,369**	**100**

ANYONLAR	mg/lt	mEq/lt	% mEq/lt
Klorür	2402,000	67,661	68,78
İyodür	0,008	-	-
Flüorür	0,065	0,0004	0,01
Sülfat	2,100	0,0044	0,01
Nitrat	0,950	0,153	0,16
Nitrit	-	-	-
Hidrofosfat	0,815	0,016	0,02
Bikarbonat	1862,635	30,535	31,04
Hidroarsenat	-	-	-
TOPLAM	**4268,573**	**98,3698**	**100**

DİĞERLERİ		Suyun Kimyasal Sınıfı
Serbest Karbondioksit	685,6	Sodyum, Klorür, Bikarbonatlı bir sudur.
Metaborik Asit	10,90	
Metasilisik Asit	99,56	
Toplam Sülfür	0,091	
GENEL TOPLAM	**796,151**	

FİZİKSEL DEĞERLER		Suyun Fiziksel Sınıfı
İletkenlik	$8{,}10\times10^{-3}$ mho	Hipertermal-Hipotonik (218,700 milimol/lt) bir sudur.
pH	6,60	
Sıcaklık	38,5°C	
Toplam Alfa		
Toplam Beta	16,7 pci/lt	
Radon		
Uranyum	$1{,}56\times10^{-6}$ gr U/lt	

Kaynak: Özdemir, M., (1974: 33).

Tablo 4.17. Aziziye ilçesi Oluklu çermiği suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri.

KATYONLAR	mg/lt	mEq/lt	% mEq/lt
Alüminyum	0,240	0,027	0,03
Sodyum	1731,348	75,276	86,02
Potasyum	226,500	5,808	6,64
Kalsiyum	61,600	3,080	3,52
Magnezyum	37,800	3,124	3,57
Baryum	-	-	-
Demir	1,220	0,065	0,07
Amonyum	1,650	0,092	0,11
Manganez	0,980	0,035	0,04
Çinko	0,011	0,0001	0,00
Krom	-	-	-
Bakır	-	-	-
Titanyum	-	-	-
Kurşun	-	-	-
TOPLAM	**2061,349**	**87,5071**	**100,00**

ANYONLAR	mg/lt	mEq/lt	% mEq/lt
Klorür	1988,200	56,005	64,00
İyodür	-	-	-
Flüorür	0,830	0,044	0,05
Sülfat	2,500	0,521	0,60
Nitrat	9,610	0,155	0,18
Nitrit	-	-	-
Hidrofosfat	0,961	0,020	0,02
Bikarbonat	1876,500	30,762	35,15
Hidroarsenat	-	-	-
TOPLAM	**3878,601**	**87,507**	**100**

DİĞERLERİ		Suyun Kimyasal Sınıfı
Serbest Karbondioksit	1085	Sodyum, Klorür, Bikarbonat, Karbondioksit ve Kükürtlü bir sudur.
Metaborik Asit	18,600	
Metasilisik Asit	65,710	
Toplam Sülfür	0,760	
GENEL TOPLAM	1170,07	

FİZİKSEL DEĞERLER		Suyun Fiziksel Sınıfı
İletkenlik	$8,4\times10^{-3}$ mho	Hipertermal-Hipotonik (181,985 milimol/lt) bir sudur.
pH	6,50	
Sıcaklık	39°C	
Toplam Alfa		
Toplam Beta	15,7 pci/lt	
Radon		
Uranyum	$6,8\times10^{-6}$ gr U/lt	

Kaynak: Özdemir, M., (1974: 35).

Tablo 4.18. Aziziye ilçesi Zincirli Çermik suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri.

KATYONLAR	mg/lt	mEq/lt	% mEq/lt
Alüminyum	2,150	0,238	0,26
Sodyum	1713,201	74,487	82,56
Potasyum	285,600	7,323	8,12
Kalsiyum	65,500	3,275	3,63
Magnezyum	54,600	4,512	5,00
Baryum	-	-	-
Demir	5,700	0,306	0,34
Amonyum	0,880	0,048	0,05
Manganez	0,650	0,024	0,03
Çinko	0,018	0,006	0,01
Krom	-	-	
Bakır	0,005	-	-
Titanyum	-	-	-
Kurşun	-	-	-
TOPLAM	**2128,304**	**90,219**	**100**

ANYONLAR	mg/lt	mEq/lt	% mEq/lt
Klorür	2028,500	57,140	63,34
İyodür	-	-	-
Flüorür	0,830	0,044	0,05
Sülfat	4,100	0,854	0,95
Nitrat	10,400	0,167	0,19
Nitrit	-	-	-
Hidrofosfat	0,960	0,020	0,01
Bikarbonat	1951,500	31,992	35,46
Hidroarsenat	-	-	-
TOPLAM	**3996,29**	**90,217**	**100**

DİĞERLERİ		Suyun Kimyasal Sınıfı
Serbest Karbondioksit	989	Sodyum, Klorür, Bikarbonat, Karbondioksit ve Kükürtlü bir sudur.
Metaborik Asit	11,50	
Metasilisik Asit	71,50	
Toplam Sülfür	0,80	
GENEL TOPLAM	**1072,8**	

FİZİKSEL DEĞERLER		Suyun Fiziksel Sınıfı
İletkenlik	$8,5\times10^{-3}$ mho	Hipertermal-Hipotonik (181,985 milimol/lt) bir sudur.
pH	6,50	
Sıcaklık	39°C	
Toplam Alfa		
Toplam Beta	18,9 pci/lt	
Radon		
Uranyum	$2,8\times10^{-6}$ gr U/lt	

Kaynak: Özdemir, M., (1974: 36).



Fotoğraf 4.24. Aziziye ilçesindeki termal kaynaklar, Aziziye Belediyesi tarafından termal otel (a) ve termal tesis (b) olmak üzere iki tesis halinde işletilmektedir (http://www.aziziyetermal.com/otelimiz.php).

Akpınar Kaynağı: Akpınar kaynağı, Erzurum merkez Yakutiye ilçesi sınırları içerisinde Mahallebaşı Mahallesinde bulunmaktadır. Bu kaynağın suları mahalle halkı tarafından içme suyu olarak kullanılmaktadır. Kimyasal sınıfı sodyum, sülfat, bikarbonat ve klorürlü bir su olan Akpınar kaynak suyunun pH derecesi 6,85'tir. Kimyasal ve fiziksel analiz sonuçları Tablo 4.19'da verilen kaynak suyu fiziksel olarak da hipotermal-hipotonik su sınıfına girmektedir.

Tablo 4.19. Erzurum Merkez Yakutiye ilçesi Akpınar kaynak suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri.

KATYONLAR	mg/lt	mEq/lt	% mEq/lt
Alüminyum	0,125	0,014	0,18
Sodyum	142,830	6,210	79,08
Potasyum	40,500	1,050	13,37
Kalsiyum	5,300	0,265	3,37
Magnezyum	3,800	0,314	4,00
Baryum	-	-	-
Demir	0,018	0,0001	0,00
Amonyum	-	-	-
Manganez	-	-	-
Çinko	-	-	-
Krom	-	-	-
Bakır	-	-	-
Titanyum	-	-	-
Kurşun	-	-	-
TOPLAM	**192,573**	**7,8531**	**100**
ANYONLAR	**mg/lt**	**mEq/lt**	**% mEq/lt**
Klorür	61,060	1,720	21,60
İyodür	-	-	-
Flüorür	1,040	0,055	0,69
Sülfat	175,500	3,650	45,83
Nitrat	5,510	0,089	1,12
Nitrit	-	-	-
Hidrofosfat	0,530	0,010	0,13
Bikarbonat	148,840	2,440	30,64
Hidroarsenat	-	-	-
TOPLAM	**392,48**	**7,964**	**100**
DİĞERLERİ		**Suyun Kimyasal Sınıfı**	
Serbest Karbondioksit	3,6	Sodyum, Sülfat, Bikarbonat, Klorürlü bir sudur.	
Metaborik Asit	-		
Metasilisik Asit	42		
Toplam Sülfür	-		
GENEL TOPLAM	**45,6**		
FİZİKSEL DEĞERLER		**Suyun Fiziksel Sınıfı**	
İletkenlik	$0,25\times10^{-3}$ mho	Hipotermal-Hipotonik (16,864 milimol/lt) bir sudur.	
pH	6,85		
Sıcaklık	9°C		
Toplam Alfa	-		
Toplam Beta	16,7 pci/lt		
Radon	-		
Uranyum	$3,4\times10^{-6}$ gr U/lt		

Kaynak: Özdemir, M., (1974: 43).

Cennet Çeşmesi Kaynağı: Cennet Çeşmesi, Erzurum merkez Yakutiye ilçesi sınırları içerisinde Lalapaşa camisinin hemen kuzeyinde bulunmaktadır (Fotoğraf 4.25). Bu kaynağın suları mahalle halkı ve lokantalar tarafından içme suyu olarak kullanılmaktadır. Kimyasal olarak sodyum klorürlü su sınıfında olan olan Cennet Çeşmesi kaynak suyunun pH derecesi 7'dir (Tablo 4.20). Kaynak suyu fiziksel olarak da hipotermal-hipotonik su sınıfına girmektedir.



Fotoğraf 4.25. Cennet Çeşmesi kaynağından, çevresinde yaşayan insanlar ve lokantalar tarafından içme suyu olarak faydalanılmaktadır (http://www.panoramio.com/photo/32678152).

Tablo 4.20. Erzurum Merkez Yakutiye ilçesi Cennet Çeşmesi kaynak suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri.

KATYONLAR	mg/lt	mEq/lt	% mEq/lt
Alüminyum	0,126	0,014	0,59
Sodyum	46,575	2,025	84,88
Potasyum	2,092	0,054	2,26
Kalsiyum	2,600	0,130	5,45
Magnezyum	1,930	0,160	6,71
Baryum	-	-	-
Demir	0,028	0,002	0,08
Amonyum	-	-	-
Manganez	0,020	0,0007	0,03
Çinko	-	-	-
Krom	-	-	-
Bakır	-	-	-
Titanyum	-	-	-
Kurşun	-	-	-
TOPLAM	**53,371**	**2,3857**	**100**

ANYONLAR	mg/lt	mEq/lt	% mEq/lt
Klorür	52,400	1,476	61,89
İyodür	-	-	
Flüorür	1,070	0,051	2,14
Sülfat	7,505	0,156	6,54
Nitrat	2,720	0,439	18,41
Nitrit	-	-	
Hidrofosfat	0,870	0,020	0,84
Bikarbonat	14,884	0,243	10,19
Hidroarsenat	-	-	-
TOPLAM	**79,449**	**2,385**	**100**

DİĞERLERİ		Suyun Kimyasal Sınıfı
Serbest Karbondioksit	3,33	Sodyum Klorürlü bir sudur.
Metaborik Asit	-	
Metasilisik Asit	40,80	
Toplam Sülfür	-	
GENEL TOPLAM		

FİZİKSEL DEĞERLER		Suyun Fiziksel Sınıfı
İletkenlik	$0,1\times10^{-3}$ mho	Hipotermal-Hipotonik (5,248 milimol/lt) bir sudur.
pH	7,0	
Sıcaklık	8,8°C	
Toplam Alfa	-	
Toplam Beta	19,7 pci/lt	
Radon	-	
Uranyum	$0,82\times10^{-6}$ gr U/lt	

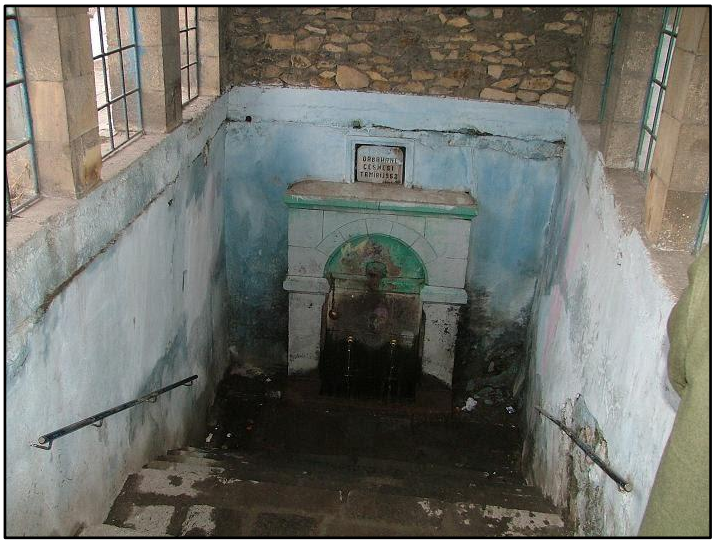
Kaynak: Özdemir, M., (1974: 44).

Dabakhane Kaynağı: Yakutiye ilçesi Tebrizkapı semtinde bulunmaktadır (Fotoğraf 4.26). Böbrek rahatsızlıklarına iyi gelen su için Erzurum dışında diğer illerden insanlar gelmekte, hatta buradan alınan sular şehir dışına gönderilmektedir. pH değeri 6,95 olan Dabakhane kaynağı sodyum bikarbonatlı ve klorürlü bir sudur (Tablo 4.21).

Tablo 4.21. Erzurum Merkez Yakutiye ilçesi Dabakhane kaynak suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri.

KATYONLAR	mg/lt	mEq/lt	% mEq/lt
Alüminyum	0,125	0,014	0,25
Sodyum	92,010	4,005	72,15
Potasyum	26,050	0,670	12,07
Kalsiyum	14,100	0,705	12,70
Magnezyum	1,880	0,155	2,79
Baryum	-	-	-
Demir	0,03	0,002	0,04
Amonyum	-	-	-
Manganez	-	-	-
Çinko	-	-	-
Krom	-	-	-
Bakır	-	-	-
Titanyum	-	-	-
Kurşun	-	-	-
TOPLAM	134,195	5,551	100
ANYONLAR	*mg/lt*	*mEq/lt*	*% mEq/lt*
Klorür	78,600	2,214	39,88
İyodür	-	-	-
Flüorür	1,010	0,054	0,97
Sülfat	26,100	0,544	9,80
Nitrat	6,820	0,110	1,98
Nitrit	-	-	-
Hidrofosfat	0,530	0,010	0,18
Bikarbonat	159,820	2,620	47,19
Hidroarsenat	-	-	-
TOPLAM	272,88	5,552	100
DİĞERLERİ		Suyun Kimyasal Sınıfı	
Serbest Karbondioksit	33,6	Sodyum Bikarbonat ve Klorürlü bir sudur.	
Metaborik Asit	-		
Metasilisik Asit	50,040		
Toplam Sülfür	-		
GENEL TOPLAM	83,64		
FİZİKSEL DEĞERLER		Suyun Fiziksel Sınıfı	
İletkenlik	$0,26\times10^{-3}$ mho	Hipotermal-Hipotonik (12,536 milimol/lt) bir sudur.	
pH	6,95		
Sıcaklık	9,5°C		
Toplam Alfa	-		
Toplam Beta	8,5 pci/lt		
Radon	-		
Uranyum	$2,2\times10^{-6}$ gr U/lt		

Kaynak: Özdemir, M., (1974: 51).



Fotoğraf 4.26. Yakutiye ilçesinde bulunan Dabakhane Çeşmesi (http://www.panoramio.com/photo/32677831).

Paşapınarı Kaynağı: Erzurum-Pasinler karayolu üzerinde, Erzurum merkeze 7 km uzaklıktadır. İçme suyu amacı ile kullanılan kaynağın pH değeri 7,10, sıcaklığı ise 9,5°C'dir (Tablo 4.22). Andezitik ignimbritlerden gelen kaynak, Erzurum Fayı'nın kuzeydoğu uzantısından yüzeye çıkmaktadır. Erzurum halkının büyük bir bölümü içme suyu ihtiyacını bu kaynaktan sağlamaktadır.

Tablo 4.22. Erzurum Merkez Paşapınarı kaynak suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri.

KATYONLAR	mg/lt	mEq/lt	% mEq/lt
Alüminyum	0,120	0,013	0,54
Sodyum	36,900	1,600	66,76
Potasyum	3,900	0,100	4,17
Kalsiyum	12,800	0,650	27,12
Magnezyum	0,910	0,033	1,38
Baryum	-	-	-
Demir	0,015	0,0008	0,03
Amonyum	-	-	-
Manganez	-	-	-
Çinko	-	-	-
Krom	-	-	-
Bakır	-	-	-
Titanyum	-	-	-
Kurşun	-	-	-
TOPLAM	**54,645**	**2,3968**	**100**
ANYONLAR	**mg/lt**	**mEq/lt**	**% mEq/lt**
Klorür	39,476	1,112	46,61
İyodür	-	-	-
Flüorür	2,010	0,106	4,44
Sülfat	25,100	0,523	21,92
Nitrat	0,750	0,012	0,50
Nitrit	-	-	-
Hidrofosfat	0,760	0,012	0,50
Bikarbonat	37,880	0,621	26,03
Hidroarsenat	-	-	-
TOPLAM	**105,976**	**2,386**	**100**
DİĞERLERİ		**Suyun Kimyasal Sınıfı**	
Serbest Karbondioksit	2,43	Sodyum Klorür Bikarbonat Kalsiyum Sülfatlı bir sudur.	
Metaborik Asit	-		
Metasilisik Asit	50,3		
Toplam Sülfür	-		
GENEL TOPLAM	**52,73**		
FİZİKSEL DEĞERLER		**Suyun Fiziksel Sınıfı**	
İletkenlik	$0,1\times10^{-3}$ mho	Hipotermal-Hipotonik (5,994 milimol/lt) bir sudur.	
pH	7,10		
Sıcaklık	9,5°C		
Toplam Alfa	-		
Toplam Beta	16,7 pci/lt		
Radon	-		
Uranyum	$3,4\times10^{-6}$ gr U/lt		

Soğucak Maden Suyu Kaynağı: Soğucak maden suyu, Araştırma sahasının kuzeyinde Erzurum Ovası'nda bulunan Soğucak Mahallesinde bulunmaktadır. Bu suyun, Kuvaterner yaşlı alüvyonlar tarafından örtülen Üst Miyosen yaşlı andezitik ignimbritlerden oluşan formasyondan kaynaklandığı kuvvetle muhtemeldir. Soğucak maden suyunun sıcaklığı 20,5°C ve Ph'ı 6,70'dir (Tablo 4.23).

Tablo 4.23. Erzurum Merkez Soğucak Mahallesi maden suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri.

KATYONLAR	mg/lt	mEq/lt	% mEq/lt
Alüminyum	1,150	0,128	1,01
Sodyum	235,200	10,226	80,88
Potasyum	14,200	0,364	2,88
Kalsiyum	30,820	1,540	12,18
Magnezyum	3,810	0,315	2,49
Baryum	-	-	-
Demir	1,250	0,067	0,53
Amonyum	-	-	-
Manganez	0,080	0,003	0,02
Çinko	-	-	-
Krom	-	-	-
Bakır	-	-	-
Titanyum	-	-	-
Kurşun	-	-	-
TOPLAM	**286,51**	**12,643**	**100**
ANYONLAR	**mg/lt**	**mEq/lt**	**% mEq/lt**
Klorür	13,500	0,380	3,01
İyodür	-	-	-
Flüorür	0,250	0,012	0,09
Sülfat	6,200	0,129	1,02
Nitrat	-	-	-
Nitrit	-	-	-
Hidrofosfat	0,060	0,001	0,01
Bikarbonat	739,320	12,120	95,87
Hidroarsenat	-	-	-
TOPLAM	**759,33**	**12,642**	**100**
DİĞERLERİ		**Suyun Kimyasal Sınıfı**	
Serbest Karbondioksit	314,5	Bikarbonat Sodyumlu bir sudur.	
Metaborik Asit	2,65		
Metasilisik Asit	40,56		
Toplam Sülfür	0,07		
GENEL TOPLAM	**357,78**		
FİZİKSEL DEĞERLER		**Suyun Fiziksel Sınıfı**	
İletkenlik	$9{,}8\times10^{-3}$ mho	Hipotermal-Hipotonik (27,661 milimol/lt) bir sudur.	
pH	6,70		
Sıcaklık	20,5°C		
Toplam Alfa	-		
Toplam Beta	18,1 pci/lt		
Radon	-		
Uranyum	$0{,}96\times10^{-6}$ gr U/lt		

Kaynak: Özdemir, M., (1974: 50).

Konaklı Çermiği: Erzurum merkeze 17 km uzaklıktaki Konaklı Mahallesi'ndedir. Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitlerini kesen sol yönlü doğrultu atımlı Tekederesi fayından yüzeye çıkmaktadır. Çermiğin sıcaklığı 15,5°C, pH değeri 6,4'tür (Tablo 4.24). İnsan sağlığı açısından hazmı kolaylaştırıcı, pankreası uyarıcı; karaciğer, safra kesesi, bağırsak hastalıklarına faydalı, idrar söktürücü, enzim sistemini uyarıcı, demir eksikliğine, hipertansiyona ve dolaşım bozukluklarına etkileri vardır (Özdemir, 1974: 84).

Tablo 4.24. Konaklı çermiği suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri.

KATYONLAR	mg/lt	mEq/lt	% mEq/lt
Alüminyum	1,115	0,124	0,44
Sodyum	365,200	15,878	56,27
Potasyum	59,400	1,523	5,40
Kalsiyum	62,600	3,130	11,09
Magnezyum	53,712	4,439	15,73
Baryum	-	-	-
Demir	54,700	3,123	11,07
Amonyum	-	-	-
Manganez	0,860	0,0003	0,00
Çinko	0,009	0,0001	0,00
Krom	-	-	-
Bakır	-	-	-
Titanyum	-	-	-
Kurşun	0,0001	-	-
TOPLAM	**597,596**	**28,2174**	**100**

ANYONLAR	mg/lt	mEq/lt	% mEq/lt
Klorür	11,850	0,420	1,49
İyodür	-	-	-
Flüorür	0,280	0,014	0,05
Sülfat	11,850	0,246	0,87
Nitrat	25,100	0,405	1,44
Nitrit	-	-	-
Hidrofosfat	0,090	0,002	0,01
Bikarbonat	1655,052	27,132	96,15
Hidroarsenat	-	-	-
TOPLAM	**1704,222**	**28,219**	**100**

DİĞERLERİ		Suyun Kimyasal Sınıfı
Serbest Karbondioksit	1128,5	Bikarbonat Karbondioksit Demirli bir sudur.
Metaborik Asit	1,205	
Metasilisik Asit	39,25	
Toplam Sülfür	0,003	
GENEL TOPLAM	**1168,958**	

FİZİKSEL DEĞERLER		Suyun Fiziksel Sınıfı
İletkenlik	$1,07\times20^{-3}$ mho	Hipotermal-Hipotonik (67,382 milimol/lt) bir sudur.
pH	6,4	
Sıcaklık	15,5°C	
Toplam Alfa	-	
Toplam Beta	12,33 pci/lt	
Radon	-	
Uranyum	$0,96\times10^{-6}$ gr U/lt	

Kaynak: Özdemir, M., (1974: 46).

Konaklı Maden Suyu: Konaklı maden suyu, konaklı çermiği gibi merkeze bağlı Konaklı Mahallesi'ndedir. Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitlerini kesen sol yönlü doğrultu atımlı Tekederesi fayı üzerinde bazalt bir kayanın içerisinden yüzeye çıkmaktadır. Suyun sıcaklığı 14°C olup pH değeri 6,4'tür (Tablo 4.25). Maden suyunun çıktığı ve temasta olduğu kayaçlar sarı renktedir. Bu durum suyun kükürtlü olduğunun göstermektedir. Hazımsızlık, pankreas, böbrek taşı gibi rahatsızlıklara iyi gelen Konaklı maden suyu aynı zamanda idrar söktürücü özelliği de vardır (Özdemir, 1974: 84).

Tablo 4.25. Konaklı maden suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri.

KATYONLAR	mg/lt	mEq/lt	% mEq/lt
Alüminyum	1,620	0,180	0,79
Sodyum	376,800	16,382	71,66
Potasyum	27,800	0,713	3,12
Kalsiyum	54,890	2,745	12,01
Magnezyum	21,400	1,770	7,74
Baryum	-	-	-
Demir	19,300	1,038	4,54
Amonyum	-	-	-
Manganez	0,840	0,031	0,14
Çinko	0,085	0,0002	0,00
Krom	-	-	-
Bakır	-	-	-
Titanyum	0,0001	-	-
Kurşun	-	-	-
TOPLAM	**502,7351**	**22,8592**	**100**

ANYONLAR	mg/lt	mEq/lt	% mEq/lt
Klorür	5,710	0,161	0,70
İyodür	-	-	-
Flüorür	0,420	0,022	0,10
Sülfat	10,500	0,218	0,95
Nitrat	24,800	0,400	1,75
Nitrit	-	-	-
Hidrofosfat	0,068	0,0002	0,00
Bikarbonat	1345,538	22,058	96,50
Hidroarsenat	-	-	-
TOPLAM	**1387,036**	**22,8592**	**100**

DİĞERLERİ		Suyun Kimyasal Sınıfı
Serbest Karbondioksit	1432	Bikarbonat Karbondioksit Demirli bir sudur.
Metaborik Asit	1450	
Metasilisik Asit	37,100	
Toplam Sülfür	0,085	
GENEL TOPLAM	**2919,185**	

FİZİKSEL DEĞERLER		Suyun Fiziksel Sınıfı
İletkenlik	$1,3\times20^{-3}$ mho	Hipotermal-Hipotonik (67,382 milimol/lt) bir sudur.
pH	6,4	
Sıcaklık	14°C	
Toplam Alfa	-	
Toplam Beta	9,89 pci/lt	
Radon	-	
Uranyum	$3,10\times10^{-6}$ gr U/lt	

Kaynak: Özdemir, M., (1974: 47).

Asbuğa Çermiği: Pasinler ilçesine bağlı Övenler Mahallesinde bulunmaktadır. Çermiğin hazne kayası Kuvaterner alüvyonları tarafından örtülü olan Pliyosen yaşlı Gelinkaya formasyonudur. Asbuğa çermiğinin bulunduğu sahadaki Kuvaterner alüvyonu, bu çermiğin asıl yüzeye çıktığı fayı örtmektedir. Su sıcaklığı 35,5°C olan çermiğin pH değeri 7,3'tür (Tablo 4.26). Mide, bağırsak, safra kesesi, karaciğer, pankreas rahatsızlıklarına; kırık ve çıkık durumlarında karşılaşılan rekalsifikasyon bozukluklarına, hazımsızlık sorununa, demir eksikliğine, romatizma ve deri rahatsızlıklarına iyi gelen Asbuğa kaplıcası herhangi bir şekilde işletilmemektedir.

Tablo 4.26. Asbuğa çermiği suyunun kimyasal ve fiziksel analiz değerleri.

KATYONLAR	mg/lt	mEq/lt	% mEq/lt
Alüminyum	0,384	0,043	0,08
Sodyum	781,500	33,978	66,37
Potasyum	25,200	0,646	1,26
Kalsiyum	230,400	11,520	22,50
Magnezyum	39,500	3,264	6,38
Baryum	-	-	-
Demir	32,500	1,747	3,41
Amonyum	0,001	-	-
Manganez	-	-	-
Çinko	-	-	-
Krom	0,093	0,0005	0,00
Bakır	0,003	0,00001	0,00
Titanyum	-	-	-
Kurşun	-	-	-
TOPLAM	**1109,581**	**51,19851**	**100**
ANYONLAR	**mg/lt**	**mEq/lt**	**% mEq/lt**
Klorür	944,300	26,600	51,95
İyodür	-	-	-
Flüorür	0,880	0,047	0,09
Sülfat	8,850	0,184	0,36
Nitrat	18,900	0,305	0,60
Nitrit	-	-	-
Hidrofosfat	0,155	0,032	0,06
Bikarbonat	1465,952	24,032	46,94
Hidroarsenat	0,008	-	-
TOPLAM	**2439,045**	**51,2**	**100**
DİĞERLERİ		**Suyun Kimyasal Sınıfı**	
Serbest Karbondioksit	965	Sodyum Klorür Bikarbonat Kalsiyum Demirli bir sudur.	
Metaborik Asit	48,1		
Metasilisik Asit	71,5		
Toplam Sülfür	0,081		
GENEL TOPLAM	**1084,681**		
FİZİKSEL DEĞERLER		**Suyun Fiziksel Sınıfı**	
İletkenlik	$6,1\times20^{-3}$ mho	İzotermal-Hipotonik (120,764 milimol/lt) bir sudur.	
pH	7,3		
Sıcaklık	35,5°C		
Toplam Alfa	-		
Toplam Beta	37,1 pci/lt		
Radon	-		
Uranyum	$5,7\times10^{-6}$ gr U/lt		

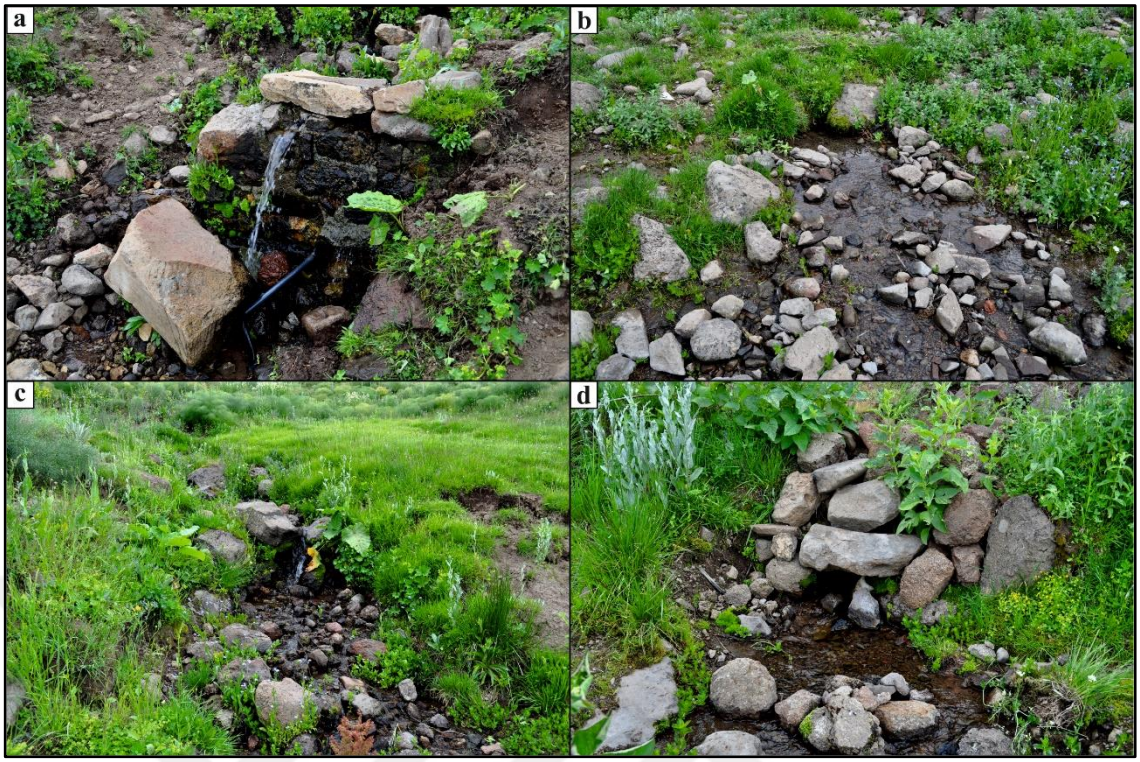
Kaynak: Özdemir, M., (1974: 59).

Yağmurcuk Maden Suyu: Palandöken ilçesine bağlı Yağmurcuk Mahallesinin 1 km güneydoğusunda, Yağmurcuk fay düzlemi üzerinde yüzeye çıkmaktadır (Fotoğraf 4.27). Yağmurcuk maden suyu 7,7 km kuzeydoğusunda bulunan Konaklı Taş İçi maden suyu ile benzer tat ve kokudadır. Çıktığı yüzeyde kayaçların sarı renk kazanması bu maden suyunun da kükürtlü olduğunu göstermektedir.



Fotoğraf 4.27. Yağmurcuk maden suyu, Yağmurcuk fayının düzlemi üzerinde yüzeye çıkmaktadır.

Yukarıda açıklamalar yapılan kaynaklar dışında araştırma sahasında, kimyasal ve fiziksel analizin yapılmadığı birçok kaynak mevcuttur. Bu kaynakların birçoğu, yakınlarında bulunan yerleşmelerin sakinleri tarafından içme suyu olarak kullanılmaktadır (Fotoğraf 4.28). Kimi doğal hali ile yüzeysel akışa geçerek bir akarsuya kaynak olmakta, kiminin çevresi taşlarla çevrilerek belirlenmiş bazısında ise borular yardımı ile sulama veya içme suyu olarak kullanmak amacı ile bulundukları yerlerden taşınmaktadır.



Fotoğraf 4.28. Tavşan Tep'nin (3063 m) kuzeybatısı (a), Kırkkulak Tepe'nin (3085 m) kuzeyi (b) ve Ziyaret Tepe'nin (2915 m) kuzeyinde (c ve d) yüzey çıkan bazı soğuk su kaynakları.

4.4. Hidrografik Özelliklere Toplu Bakış ve Sonuç

Palandöken Dağları, Anadolu'nun iki önemli havzası olan Fırat ve Aras havzalarını birbirinden ayırmaktadır. Güneyden kuzeye Yeniköy, Büyük Ejder Tepe (3176 m) ve Deveboynu geçidi boyunca çizilecek hattın doğu bölümünün sularını Aras Havzası'na, batı bölümünün suları ise Fırat Havzası'na akmaktadır.

Palandöken Dağları sınırları içerisinde bulunan akarsuların rejim tipi *karma rejimli akarsuların karlı-yağmurlu tipi*dir. Nitekim bu rejim tipine uygun olarak akarsuların yıl içeresindeki akım değerlerinde iki düşüş ve iki artış evresi görülmektedir. İlkbahar mevsiminde cephesel faaliyetlere bağlı olarak yükselen yağış tutarları ve sıcaklığın da yükselmesi ile birlikte kar örtüsünün erimelerine bağlı olarak seviye artışı görülmektedir. İlkbahar mevsiminde kar erimeleri sonucu açığa çıkan suların, akım değerleri üzerindeki etkisi yağışlara oranla nispeten fazladır. Yaz mevsiminin gelmesi ile artan sıcaklık ve buharlaşma, tarımsal amaçlı kullanım, zemine sızma ve beslenmenin azalmasına bağlı olarak akım düşmekte, sonbaharda yağışların tekrar artış eğilimine girmesiyle az da olsa yükselmektedir. Kış mevsimi ile hava sıcaklıklarının 0°C'nin altında seyretmesi, buharlaşmanın yok denecek kadar düşük

oranlarda olması ve yağışların kar şeklinde düşmesi nedeniyle debilerde tekrar bir azalma söz konusudur.

Araştırma sahasının kuzey ve güney yamaçları dikkate alındığında drenaj tipi paralel drenajdır. Yamaçlardan eğim doğrultusunda yüzeysel akışa geçen suların doğrusal olarak birbirlerine paralel bir şekilde akması sonucunda gelişmiştir. Sahadaki tek drenaj tipi paralel drenaj değildir. Palandöken Dağları sınırlarındaki akarsular mikro havzalar şeklinde ele alındığında, sahada en yaygın görülen drenaj tipi konsekant akarsuların meydana getirdiği dandritik drenaj tipidir. Palandöken Dağları'nın yüksek bölümlerinde andezit ile ofiyolitlerin dokanakları boyunca, kuzeye doğrultulu eğime sahip andezit tabakalarının zayıf direnç hatları boyunca ve doğu-batı uzanımlı fayların çizgisi boyunca yerleşen akarsular Palandöken Dağları'nın kuzeye bakan yamaçlarında kafesli akarsu ağı gelişmiştir (Atalay, 1978: 60). Pulur Çayı'na Sakalıkesik Ovası'nda katılan bazı tali akarsular, Pulur Çayı'nın akış ve eğim yönüne neredeyse ters doğrultuda bu akarsuya bağlanarak kafesli drenaj ağı oluşturmaktadır. Araştırma sahasında yer alan dağlar ve tepelerde, karakteristik bir şekilde olmasa da yamaçlardan eteklere doğru vadilerin birbirinde giderek uzaklaştığı radyal drenaj ağı görülmektedir.

Palandöken Dağları'ndaki doğal göller, heyelan enkazlarının üzerinde gelişmiştir. Bu göller dışında sahada sulama ve içme amacı ile inşa edilen Palandöken Baraj Gölü ile sulama amacı ile inşa edilen Palandöken Göleti ve Yukarıçakmak, Ağcalar, Sığırlı, Güllü, Börekli ve Yağmurcuk yerleşmeleri sınırları içerisinde yapılan küçük ölçekli göletler bulunmaktadır.

Araştırma sahasında yeraltı suyu bakımından zengin alanlar, Erzurum ve Pasinler ovaları ile Erzurum Ovası'nın güneybatı uzantısı durumundaki Sakalıkesik Ovası'dır. Bu ovalarda akifer oluşturan kayaçlar Pliyosen yaşlı Gelinkaya formasyonuna ait kumlu ve çakıllı seviyelerdir. Sahada birçok sıcak ve soğuk kaynak bulunmaktadır. Bu kaynakların büyük bir bölümü fay kaynağıdır. Kaynaklar içerisinde en önemlileri Aziziye ilçesindeki sıcak su kaynakları olup, Aziziye Belediyesi tarafından kurulan termal otel ve termal tesis şeklinde işletilmektedir.

Sahada, topografik özelliklerden sonra yerleşmelerin dağılışı üzerinde etkili olan en önemli faktör su kaynaklarıdır.

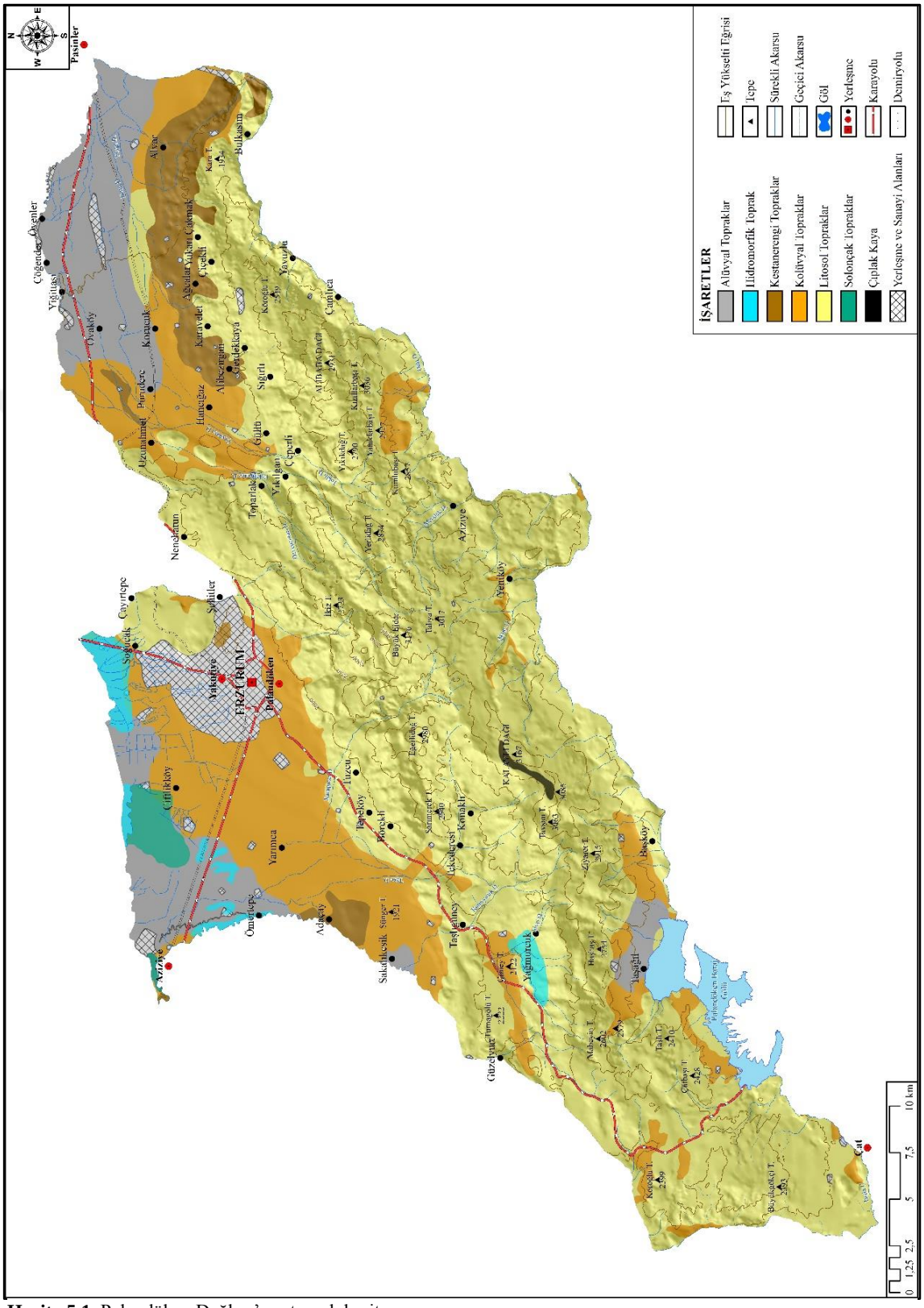
BEŞİNCİ BÖLÜM

5. PALANDÖKEN DAĞLARI'NIN TOPRAKLARI

Kayaların fiziksel ve kimyasal olarak ufalanması ve ayrışması sonucunda meydana gelen toprağın değişik karakter kazanmasında iklim, topoğrafya, bitki örtüsü, ana kaya ve zaman faktörleri önemli rol oynamaktadır. Ana kayanın, fiziksel parçalanma ve kimyasal ayrışma olayları ile başlayan toprak oluşum sürecinin ilerleyen safhalarında iklim özellikleri, bitki örtüsü ve mikroorganizmalar etkilerini belirgin bir şekilde göstermeye başlamaktadır. Yine son zamanlarda beşerî faktörler de toprakların değişik karakter kazanmalarında etkili olmaktadır (Topraksu, 1981: 28). Diğer bir ifadeyle, herhangi bir bölgedeki toprağın özellikleri, o bölgedeki iklim ve canlıların topoğrafya şartlarına bağlı olarak ve uzun bir zaman periyodu içinde ana kaya üzerinde yaptıkları ortak etkinin sonucunda meydana gelmektedir. Kültür özellikleri ve insanların toprağı kullanma şekilleri de bu etki içerisinde yer almaktadır (Oakes, 1958: 35).

Bununla birlikte, herhangi bir yerde ziraî ürünlerin veriminin arttırılması için o sahanın toprak özelliklerinin bilinmesi zorunludur. Bu sayede, yetiştirilen ürünlerin cinsine göre üretimi arttırmak ve kaliteyi yükseltmek gayesiyle toprağa verilecek gübrenin cins ve miktarını tespit etmek mümkün olur. Ekonomisi ziraata dayanan ülkelerde, tarımsal gelirin arttırılması gibi önemli bir sorunun çözümü için toprak özelliklerine göre gübrelemenin yapılması gerekmektedir (Tandoğan, 1972: 257).

Bu bağlamda, araştırma sahasındaki toprak gruplarını zonal topraklardan kestanerenkli topraklar, azonal toprak grubu içerisinde yer alan alüvyal topraklar, kolüvyal topraklar ve litosoller, intrazonal topraklardan hidromorfik topraklar, solonçak topraklar ve yüksek dağ-çayır toprakları oluşturmaktadır. Ayrıca, saha içerisinde sınırlı bir alanda çıplak kayalıklara da rastlanmaktadır (Harita 5.1).



Harita 5.1. Palandöken Dağları'nın toprak haritası.

5.1. Zonal Topraklar

Araştırma sahasının iklim ve vejetasyon özelliklerini yansıtan zonal topraklar Erzurum, Pasinler ve Sakalıkesik ovalarının taşkın ve millenmeye maruz kalmayan kesimleri ile bu ovaları çevreleyen dağların etek yüzeylerine karşılık gelen yüksek alanlarında gelişmiştir. Palandöken Dağları sınırları içerisinde zonal toprak grubundan sadece kestane renkli topraklar görülmektedir.

5.1.1. Kestanerengi Topraklar

Kestanerengi topraklar ot, çalı veya seyrek ağaç örtüsü altında kalsifikasyon sonucu oluşurlar. Profilleri ABC veya A (B) C şeklinde olup, bol miktarda kalsiyum içerirler. A horizonu genellikle koyu kahve veya gri kahve renklerde ise de bazen daha açık tonlarda da olabilir. Bu horizonun kalınlığı 30-50 cm arasında değişir. Granüler yapıda ve dağılan kıvamdadır. Organik madde içeriği orta, reaksiyonu nötr veya hafif kalevidir. Bu horizondan B horizonuna geçiş tedricidir. B horizonu kahve veya kırmızısımsı kahverengindedir. Üst ve orta kısımlarda kil birikmesi, alt kısımlarda da yoğun ve sertleşmiş halde kireç birikmesi görülür. Bazen kireç birikmesi horizonu altında bir de jips birikme horizonu olabilir. (Atalay, 1983: 76-77). Orta derecede kireçli olan bu topraklarda, $CaCO_3$ miktarı alt katlara doğru artış gösterir. Ana madde volkanik kayalara kadar değişen, kireççe zengin materyaller, ayrışmış kalker, gnays, şist, bazalt ve diğer püskürüklerdir (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2000: 17).

Kestanerengi topraklar, Palandöken Dağları'nın doğu bölümünde Alibezirgan, Ağçalar ve Alvar mahalleleri sınırları içerisinde, Bulkasım yerleşmesinin doğusunda ve Purudere yerleşmesinin kuzeyinde yayılışa sahiptir (Fotoğraf 5.1). Kestanerengi topraklar dağılış olarak, Bulkasım doğusundan Alibezirgan yerleşmesinin batısında bulunan sol yanal doğrultu atımlı Alibezirgan fayı ile kesildiği bölüme kadar Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitleri ve Pliyosen yaşlı Gelinkaya formasyonunu takip etmektedir. Bu durum litolojik yapı ile toprak oluşumu arasındaki ilişkiye güzel bir örnek teşkil etmektedir. Kestanerengi topraklar, Mecidiye ve Aziziye tabyalarının bulunduğu tepelik alanda, araştırma sahasının batı bölümünde Sakalıkesik Ovası'nda Adaçay yerleşmesi ve çevresinde gözlemlenmektedir. Bu toprakların görüldüğü alanların çoğunluğunun eğimi 2° ile 30° arasında değişmektedir. Bu toprak tipinin büyük bölümü taşlık ve çıplak kayalıktır. Çoğunluğu çayır ve mera arazisi olarak kullanılan kestanerengi toprakların geri kalan bölümü tarım alanı olarak

değerlendirilmektedir. Farklı bir söylemle, bu toprakların çok az bir bölümü işlemeli tarıma elverişlidir ve az da olsa I, II, III ve IV sınıf arazileri oluşturmaktadırlar. Büyük çoğunluğu ise VI. ve VII. sınıf arazilerden oluşmaktadır (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2000: 17). İl genelinde 842577 hektar olan bu topraklar, araştırma sahası içerisinde 4770 hektarlık alan kaplamaktadır. Başka bir deyişle, bu toprakların yaklaşık % 0.6'sı Palandöken Dağları sınırları içerisinde dağılış göstermektedir.



Fotoğraf 5.1. Pasinler ilçesine bağlı Alvar Mahallesi güneyinde bir yol yarmasındaki kestanerengi toprak örneği.

5.2. Azonal Topraklar

Azonal topraklar, 101780 ha'lık alan ile araştırma sahası içerisindeki diğer toprak kategorileri arasında en geniş yayılışa sahip olanıdır. Palandöken Dağları'nın 2900 m izohipsinin altında kalan tüm alanlarında, azonal topraklara ait büyük toprak grupları görülmektedir. Sahada bu toprakların oluşmasında aşınma ve siltasyon etkili olmuştur. Gerçekten dağların gerek ovaya bakan gerekse de diğer yamaçlarında kuvvetli eğimden dolayı topraklar devamlı aşınmaya uğramış ve bu yüzden söz konusu sahalardaki topraklarda zonlaşma meydana gelmemiştir. Ova dahilinde Karasu boyunca ve dağlardan ovaya inen derelerin ova yüzeyine yayıldıkları alanlarda taşkın ve millenmeden ötürü pedejonez zaman zaman kesintiye uğramış ve bundan dolayı bu sahalarda olgun bir toprak teşekkülü meydana gelmemiştir (Atalay,1983: 78).

Araştırma alanında azonal topraklardan; alüvyal, kolüvyal ve litosol topraklar dağılış göstermektedir.

5.2.1. Alüvyal Topraklar

Alüvyal topraklar Erzurum Ovası'nda Adaçay kuzeyi, Ömertepe ve Aziziye ilçesi batısı ile Soğucak Mahallesi arasında kalan sahada; Pasinler Ovası'nda Purudere yerleşmesinden itibaren doğuda Pasinler'e kadar, Sakalıkesik Ovası'nın merkezi bölümlerinde ve Çatköy-Başköy depresyonunda bulunan Palandöken Baraj Gölü'nün kuzey ve kuzeydoğusunda yayılış göstermektedir. Alüvyal topraklar söz konusu ovalık alanlarda eğimin 0° ile 6° arasında değiştiği düzlükleri oluşturmaktadır. Erzurum genelindeki toplam 60079 hektarlık bir dağılışa sahip olan alüvyal toprakların yaklaşık 9480 hektarı (% 15,8) çalışma alanında bulunmaktadır.

Bu topraklar, akarsular tarafından taşınıp depolanan materyaller üzerinde oluşan (A) C profilli genç topraklardır. Mineral bileşimleri, akarsu havzasının litolojik yapısı ile jeolojik durumlarına bağlıdır. Başka bir ifadeyle, küçük düzlüklerdeki alüvyal topraklar yakın çevreden taşındığından, mineralojik bileşimleri çevreye uymaktadır. Profillerinde horizonlaşma bulunmaz veya bulunsa bile çok az belirgindir. Buna karşılık, değişik özellikte mineral katları bulunur. Bu topraklar bünyelerine, bulundukları bölgeye veya evrim devrelerine göre sınıflandırılırlar. Alüvyal toprakların çoğunluğu yüksek arazilerden yıkanmış kireç bakımından zengindir. İnce bünyeli veya sığ taban suyuna sahip bu grup topraklarda düşey geçirgenlik düşük, yüzey toprağı nemli ve organik maddece zengindir. Alt toprak ise daha iyi drene olmakta ve yüzey katları daha hızlı kurumaktadır (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2000: 14).

Karasu ve ona tabi olan yan kollar ile Sakalıkesik Ovası'nı drene eden akarsuların artan yağış ve kar erimelerine bağlı olarak ilkbahar sonlarında meydana gelen taşkın ve millenme şiddeti alüvyonlaşmanın seyrini etkilemiştir. Bu yüzden alüvyonlarda farklı unsur boyutunda ve değişik renkte seviyeler meydana gelmiştir. Ayrıca bu topraklar üzerinde hüküm süren siltasyonun şiddeti ve özelliği, alüvyal deponun pH, $CaCO_3$ ve tekstür durumunu fazlaca etkilemiştir (Tablo 5.1). Buna bağlı olarak alüvyal maddenin fiziksel ve kimyasal özellikleri hem yatay hem de dikey mesafede sık sık değişmektedir. Diğer taraftan taşkın ve siltasyona maruz kalmayan veya çok uzun seneler geçtikten sonra, ancak katastrofik (tahripkar) taşkınlara uğrayan sahalarda alüvyal depolar

üzerinde en fazla 8-10 cm kalınlığında organik madde bakımından zengin A horizonu oluşmuştur (Atalay, 1983: 78).

Alüvyal topraklar, önemli tarım arazileri durumundadır. Araştırma sahasında bu topraklar üzerinde tahıllardan buğday, arpa ve çavdar; sanayi bitkilerinden şeker pancarı ve ayçiçeği; baklagillerden fasulye, nohut ve yeşil mercimek; sebzelerden patates (Fotoğraf 5.2), lahana, salatalık, acur ve havuç; yem bitkilerinden de yonca, fiğ, korunga tarımı yapılmaktadır (Ünal, 1994: 262).



Fotoğraf 5.2. Pasinler ilçesi Övenler Mahallesi güneyinde alüvyal topraklar üzerinde patates tarımı yapılmaktadır.

5.2.2. Kolüvyal Topraklar

Kolüvyal topraklar, Palandöken Dağları'nın piedmont kısımlarında bulunan birikinti yelpazelerinin üzerinde gelişmiştir. Bu nedenle kolüvyal topraklar ile birikinti yelpazelerinin dağılışları birbirine uymaktadır. Sahada 21060 ha alana sahip bu toprak grubunun toplam alan içerisindeki oranı % 18,5'tir. Bu topraklar Erzurum ilinde Merkez, Pasinler ve Çat ilçesinde daha geniş alanları kaplarlar. Araştırma sahasında Palandöken Dağı eteklerinde Erzurum şehrinin batısında Çiftlikköy çevresi ile Yarımca köyünden Taşlıgüney köyünün kuzeyine kadar oldukça geniş bir alanda yayılış gösterirler. Ayrıca, Uzunahmet ve Purudere köylerinin kuzeyi ile Korucak köyünün güneyinden Hancağız köyünü içerisine alacak şekilde, bu köyün güneyinde de yayılış göstermektedir. Bunlara

ilave olarak Yataklarbaşı Tepenin (2927 m) güney etekleri ile Yeniköy çevresinde, Alvar köyünün kuzey ve kuzeybatısında ve Haşhaş Tepe'nin (2754 m) güneyinde, Başköy'ün kuzeyinde Kuşaklı Dağı'nın (2593 m) etekleri ile Palandöken Baraj Gölü'nün batısındaki Çatbaşı (2428 m) ve Taşlı tepenin (2410 m) doğu eteklerinde de yayılış göstermektedir. Yine Köroğlu tepe ve Güney tepe yamaçlarında dar alanlı da olsa görülmektedir. Erzurum ili genelindeki toplam 136712 (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2000: 17) hektar olan kolüvyal toprakların yaklaşık 21060 hektarı (% 15,4) araştırma sahası sınırları dahilinde bulunmaktadır.

Kolüvyal topraklar, eğimli yamaçlardan yüzeysel akışla veya akarsularla taşınan değişik büyüklükte materyallerin, eğimin azaldığı alanlarda biriktirilmeleriyle oluşmuş, belli horizonlara sahip olmayan topraklardır. Toprak özellikleri daha çok çevredeki diğer topraklara benzemektedir. Bilindiği gibi, kolüvyal topraklar; yerçekimi, yüzey akışı ve dereler ile taşınarak biriken materyaller üzerinde oluşmuş (A) C profilli genç topraklardır. Profilde, yağışın veya akışın yoğunluğuna ve eğim derecesine göre değişik parça büyüklüklerini içeren katlar ihtiva etmektedirler. Bu katlar, alüvyal topraklardaki gibi birbirine paralel olmayıp, düzensizdir. Yüzey akış hızının azaldığı yerlerde parçaların çapları küçülmekte ve hatta alüvyal toprak parça büyüklüğüne eşit olmaktadır. Bu toprakların eğimleri, materyalin geldiği güney yönüne doğru artmaktadır. Zaman zaman taşkınlara maruz kalmalarına rağmen eğim ve bünye nedeniyle drenajları iyidir ve tuzluluk sorunları yoktur (Topraksu, 1981: 54).

Birikinti yelpazelerinin devamlı taşkın ve birikmeye uğrayan kesimlerinde A horizonu gelişmemiştir ve ana madde çakıl ve kumlardan ibarettir. Taşkına uğramayan sahalarda ise kekik (*Thymus*), yavşan (*Artemisia*) ve geven (*Astragalus*) örtüsü altında, az eğimli sahalarda nispeten iyi gelişmiş A horizonu bulunmaktadır. Bu topraklarda A horizonu soluk kahverengindedir. Ayrıca kök yayılışı iyi, organik madde miktarının orta derece olduğu bu horizon; kumlu balçık, granüler, çok çakıllı bir yapıdadır. C horizonunun rengi de genelde soluk kahverenginde olup, genelde küçük ve büyük çakıl ve kum karışımından ibarettir. Bu özellikleri ile araştırma sahasındaki alüvyal topraklardan en önemli farkı, bunların daha ziyade eski birikinti yelpazeleri üzerinde gelişmiş ve kireçsiz olmalarıdır (Atalay, 1983: 80,81).

5.2.3. Litosoller

Araştırma sahasında 693,1 km^2 (69310 ha) alanıyla en geniş dağılışa sahip toprak grubunu oluşturmaktadır. Sahadaki tüm toprak grupları içerisindeki oranı % 61'dir. Dağların sığ ve taşlık toprakları olarak da ifade edilen litosoller, lav akıntılarının soğuması ile oluşan litoloji üzerinde gelişmektedir (Mater, 1998: 184). Nitekim araştırma sahasında litosoller, Üst Miyosen yaşlı andezitik ve bazaltik lavlar (Palandöken Volkanitleri) üzerinde gelişmiştir. Bu topraklar, araştırma alanındaki dağlık ve tepelik alanlar ile bunların gerek ovaya bakan gerekse de diğer dik yamaçlarında dağılış göstermektedir.

Antropojen dağ stepleri ile işgal edilmiş yüksek plato ve dağlar, litosoller ile yani taşlı, çakıllı, kumlu topraklarla kaplıdır. Donma-çözülme, yerçekimi ve yağmur damlası erozyonu ile topraktaki ince unsurlu maddeler genellikle taşınmış olduğundan, toprakta kaba unsurlu madde miktarı artmıştır. Buna bağlı olarak da toprakların horizonlaşması mümkün olmamış ve şiddetli erozyona uğramış sahalarda ayrışmış C horizonuna ait iskelet topraklar gevenle kaplı nispeten az eğimli yamaçlarda 10-15 cm kalınlığında A horizonuna ait sığ ve taşlı topraklar bulunmaktadır (Atalay,1983: 79). Başka bir deyişle, ot örtüsünün iyi olarak geliştiği yerlerde sığ da olsa organik madde bakımından zengin sayılacak bir A horizonu gelişmiş durumdadır. Kahverengi, granüler yapılı olan bu horizon, kumlu killi balçık tekstürde, organik madde orta derecede, kök yayılımı iyi ve kireçsiz yapıdadır. Erozyonun devam ettiği alanlarda ise ana kayanın ayrışmasından oluşmuş çok sığ ve sığ C horizonu bulunmaktadır. Bu toprakların büyük bir bölümü kumlu, nadiren de kumlu balçık bünyededir ve genel olarak zayıf ve nötr reaksiyon göstermektedir. Gerçekten de bu toprakların pH derecesi 7.0-6.5 iken, yükseklere doğru çıkıldıkça mevcut değerin tedricen azaldığı ve 2800 m'nin üzerinde pH'ın 5.1'e kadardüşmesi söz konusudur (Atalay ve diğ., 1985: 56).

5.3. İntrazonal Topraklar

Araştırma sahası içerisinde Erzurum Ovası'nın merkezi kesimindeki alçak sahalarda, Pliyo-Kuvaterner ve Miyosen kireçli çökelleri üzerinde, dağların yüksek alanlarındaki düzlük bölümlerinde çayır örtüsü altında intrazonal topraklar oluşmuştur. Sahada bu toprak grubunun oluşumunu ana materyal, bozuk drenaj ve yükselti etkilemiştir. Nitekim drenajsız ve bataklık sahalarda hidromorfik topraklar, taban suyu seviyesinin yüksek olduğu ve aktif kapilarite olayının meydana geldiği ovanın merkezi

kesiminde çorak (solançak) topraklar ve dağlık alanların düzlük kesimlerinde çayır örtüsü altında yüksek dağ–çayır toprakları oluşmuştur. Bu bağlamda intrazonal toprakların dağılışı ile sahanın morfolojik özellikleri arasında büyük bir benzerlik vardır. Başka bir ifade ile sahanın morfolojik özellikleri, intrazonal toprakların oluşumunu ve yayılışını tayin etmiştir (Atalay, 1983: 81,82).

5.3.1. Hidromorfik Topraklar

Bu topraklar, yaklaşık 1680 ha'lık (16,8 km^2) bir alanda görülmektedirler. Hidromorfik topraklar araştırma tektonik kökenli Yağmurcuk depresyonunda Ömertepe yerleşmesinin güneyi ile Erzurum-Erzincan karayolu arasında, kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda Pulur Çayı vadisinin doğu bölümü boyunca, Çiftlik köyü arazisinin kuzeyi ile Soğucak Mahallesi'nde ve bu yerleşmenin kuzey ve kuzeybatısında görülmektedir. Hidromorfik topraklar, yukarıda belirtilen alanlarda devamlı çayır örtüsü altında bulunmaktadır (Atalay, 1983: 82; Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2000: 15).

Genel özellikleri itibariyle bu toprakların üst kısmı, yani A horizonu organik madde bakımından zengindir. Bu horizonun altında değişik renk lekeleri (sarımsı, yeşilimsi) gösteren milli ve killi bir gley zonu bulunmaktadır. Bu toprakların devamlı su ile doygun olmaları oksidasyona mani olmuş ve bu yüzden redüksiyon olayları meydana gelmiştir ve böylece toprakta renk lekelerine haiz gley horizonu teşekkül etmiştir. Bunun yanında organik maddelerin havasız şartlar (anaerobik) altında parçalanması organik asitlerin oluşmasını sağlamıştır. Bu yüzden asitleşmişlerdir. Ayrıca sahanın kireçsiz olması yanında fazla yıkanmadan ötürü kirece (Karasu boyunca bulunan toprakların C horizonu hariç) rastlanılmamaktadır (Atalay, 1983: 82).

Bu topraklarda, A horizonu 30 cm'ye kadar koyu gri kahverengindedir. Organik madde çok fazla, balçık, devamlı su damlamakta, kök yayılımı sığ ve dandritiktir. 30-35 cm arasında ise renk biraz daha açık, organik madde ise üst horizona nazaran az, masif yapılı ve aşırı ıslaktır. Yaklaşık 50-70 cm derinlikteki C horizonunda ise kumlu milli depo, açık renkli, pas lekeleri mevcut, taban suyu çıkmakta ve organik madde miktarı azdır (Atalay, 1983: 82). Çiftlik yerleşmesinin kuzeyinden alınan numunelerin analiz sonuçlarına göre killi tın tekstüre sahip hidromorfik toprakların pH değeri 7,79'dur (Tablo 5.1).

Tablo 5.1. Araştırma sahasındaki bazı büyük toprak gruplarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.

Toprak Grubu	Kestanerengi Topraklar (Aziziye Batısı)	Hidromorfik Topraklar (Çiftlik Köy Kuzeyi)	Alüvyal Topraklar (Karasu Nehri)	Solunçak Topraklar (Çayırtepe Kuzeybatısı)
Kum (%)	22,50	20,00	52,35	46,01
Silt (%)	23,99	50,79	33,39	29,30
Kil (%)	53,51	29,21	14,26	24,69
Tekstür Sınıfı	Kil	Killi Tın	Kumlu Tın	Tın
Nem (%)	10,08	13,01	8,12	8,49
EC, µmhos/cm	262,33	471,00	425,67	434,00
Hacim (gr/cm^3)	1,15	1,22	1,35	1,19
pH	7,00	7,79	7,29	7,76
$CaCO_3$ (%)	0,49	1,20	1,02	25,66
Organik madde (%)	1,34	2,36	1,74	2,19
Toplam Azot (%)	0,0062	0,0119	0,0088	0,0011
NH4-N (ppm)	6,27	8,53	5,20	9,53
NO3-N (ppm)	8,50	10,00	6,27	10,47
KDK (me/100 gr)	30,86	21,53	22,83	27,44
P (ppm)	10,24	21,16	23,62	12,10
K (me/100 gr)	1,85	2,61	2,36	2,71
Ca (me/100 gr)	14,45	14,08	12,55	12,42
Mg (me/100 gr)	2,90	2,57	3,16	2,89
Na (me/100 gr)	0,75	1,31	0,66	1,01
B (ppm)	0,21	0,39	0,31	0,32
Fe (ppm)	2,11	2,89	3,81	2,92
Cu (ppm)	1,56	1,68	1,66	1,75
Mn (ppm)	5,85	5,88	6,28	13,53
Zn (ppm)	0,95	1,22	1,07	1,52
Pb (ppm)	0,14	0,18	0,12	0,16
Cd (ppm)	0,23	0,21	0,2	0,26
Ni (ppm)	0,11	0,10	0,12	0,14

Kaynak: Ata, 2014: 46-47.

5.3.2. Solonçak (Çorak) Topraklar

Bu topraklar, yaklaşık 10,3 km$^{2'}$lik (1030 ha) alanda görülmektedir. Araştırma alanı sınırları içerisinde Çiftlikköy'ün kuzey ve batısında, Ilıca (Aziziye) ile kuzeyde Kahramanlar (Karaz) arasında ve Karasu ile güneyde Çiftlikköy arası ile küçük alanlarda (Gez köyünün batı ve doğusunda Küçüksular mevkiinde) dağılış göstermektedirler.

Bu topraklar taban suyu seviyesi yüksek, yani drenajı bozuk sahalarda gelişmiş olup, intrazonal topraklar kategorisine dahil halomorfik (tuzlu-alkali) alt ordosunun büyük toprak gruplarından olan Solonçak (tuzlu-alkali) topraklar grubuna girmektedir. Bu topraklar, ovanın tabanında Plio-kuaterner kireçli çökellerindeki tuzlu ve alkali maddelerin kapilarite ile yukarıya toprak yüzeyine çıkması sonucunda oluşmuşlardır. Gerçekten de bu toprakların bulunduğu sahalarda toprak ağır bünyeli olduğundan kapilarite ile taban suyunun yukarı doğru intikali daha fazla olmaktadır. Erzurum Ovası'nın merkezi kesiminde, özellikle de Karasu civarındaki sahalarda, ilkbahar

döneminde artan yağış tutarına ve sıcaklığın artması sonucu tüm kış boyunca biriken kar örtüsünün erimeye başlayarak, ovayı çevreleyen dağlık alanlardan yüzeysel akışa geçmesine bağlı olarak taban suyu seviyesi yükselmektedir. Yaz kuraklığının başlaması ile taban suyu seviyesi alçalmaktadır. Ancak ağır bünyeli toprakların bulunduğu bu alanlarda, taban suyu kapilarite ile yükselmekte ve eriyik halde beraberinde getirdiği tuzlu ve alkali maddeleri buharlaştıktan sonra toprak içerisinde veya yüzeyinde bırakmaktadır. Bu olaya bağlı olarak toprağın üst horizonu ve yüzeyinde beyaz renkli lekeler meydana gelmektedir. Buna bağlı olarak da, VIII. sınıf arazileri oluşturan bu topraklarda bulunan yüksek derecedeki tuzlu ve alkali maddeler, tarımı engellemiştir. Başka bir deyişle, bitkilerin yetişemeyeceği derecede tuz ve diğer alkali maddeler içerdiğinden, bu sahalarda ancak tuzluluğa ve alkaliliğe dayanıklı olan halofit türler yetişmektedir. Nitekim bu topraklar üzerinde Soda otu (*Salsola kali*), Nasırlı yaprak (*Plantago craccifolia*), Kısrak kuyruğu (*Hippirus sp*.) ve Çorak döşeği (*Camphorsma sp.*) gibi halofit bitkiler yaygındır (Atalay, 1983: 83-85).

Özellikle ilkbahar devresindeki yağışlar ve kar erimesi neticesinde toprak yüzeyindeki tuzlu ve alkali maddeler az da olsa yıkanmaktadır. Ancak yaz başlarından itibaren toprağın içerisindeki ve ana maddedeki tuzlu ve alkali maddeler kapilarite ile tekrar yüzeye çıkmaktadır. Bundan dolayı, kapilaritenin etkisi ile bu topraklarda horizonlaşma belirgin değildir. Yine de, A (0-10 cm) ve C (10-30 cm) horizonlarına sahip bu toprakların A horizonu; açık kahverengi ve sarımsı renkte olup kil içermektedir. Ayrıca, yüzeyinde birkaç mm kalınlığında beyazımsı kireç birikimi mevcuttur. C horizonu ise beyazımsı, ağır bünyeli, kaba prizmatik yapıda çok sert ve nemlidir. Aynı zamanda bu topraklar orta ve şiddetli, hatta çok şiddetli alkalen reaksiyon göstermekte ve toprak bünyesinde yüksek miktarda tuz ve alkali maddeler mevcuttur. Özellikle de Kahramanlar-Ilıca ve Karasu- Çiftlikköy arasındaki topraklar çok tuzlu, diğer alanlardakiler ise hafif tuzludur (Atalay, 1983: 83-84).

5.3.3. Yüksek Dağ-Çayır Toprakları

Palandöken Dağları'nın 2900 m'den yüksek kesimlerinde alpin çayırları örtüsü ve bazaltlar üzerinde özellikle az eğimli ve çukur alanlarda asit reaksiyonu gösteren sığ topraklar bulunmaktadır. Palandöken Dağları'nın soğuk sert iklim şartları görülen yüksek kesimlerinde sığ ve taşlı bir yapı gösteren, yüksek dağ-çayır topraklarına rastlanılmaktadır. Sahada 19,3 km^2'lik dağılışa sahip bu topraklar Büyük Ejder (3176

m), Tabya (3017 m), Bozyokuş (2962 m) ve Palandökencebeli (2959 m) tepeleri ve çevresinde, Kalaylı Dağı'nda (3167 m), Yataklarbaşı (2927 m) ve Kızıllarbaşı (3036 m) tepeleri ve çevresi ile Alibaba Dağı'nın (2931 m) zirveye yakın bölümlerinde yer almaktadır (Fotoğraf 5.3).



Fotoğraf 5.3. Büyük Ejder Tepe'nin (3176 m) güneyinde yer alan yüksek dağ-çayır toprakları.

Sıcaklıkların düşük, günlük ve yıllık amplitüd değerlerinin oldukça yüksek, donma ve çözülmenin etkin olduğu alanlarda görülen bu topraklarda, oluşum süreci kesintiye uğramaktadır. Nitekim vejetasyon süresinin kısa olmasından dolayı toprak oluşum süreci ancak yılın ortalama iki aylık yaz devresine denk gelmektedir. Bu toprakları, yüksek irtifalarda, vejetasyon süresinin kısalığına bağlı olarak ayrışma ve profil gelişimi sınırlanmakta ve böylece A C horizonları oluşmaktadır. Yine yükseltiye bağlı olarak sıcaklıkların düşmesi, toprakta organik madde birikimini sağlamakta ve toprak asit bir karakter kazanmaktadır. Yüksek dağ-çayır topraklarının pH değeri 6,0-6,6 arasında değişmektedir (Atalay, 1983: 86-87). Derinlikleri ana kaya ve eğim değerlerine göre değişmekle birlikte, bünyeleri çok ince değildir. Düşük sıcaklıkların görülmesi nedeniyle donma çözülme olayları mikroorganizma faaliyetlerini sınırlandırdığından organik madde birikimi söz konusudur. Erozyona uğramamış profilde, üstte koyu rengi ve 20–30 cm kalınlıkta bir A horizonu bulunmaktadır. Bunun

altında grimsi ve pas rengi, çizgili ve lekeli toprak yer alır (Topraksu, 1981: 50-51). Ayrıca, bu toprakların bulundukları alanlarda yıllık ortalama sıcaklık bir hayli düşüktür. Böylece, gerek yükselti, gerekse de düşük sıcaklıklar nedeniyle yağışın büyük bir bölümü kar şeklinde düşmekte ve kar örtüsü uzun bir süre yerde kalmaktadır (Dizdar, 2003: 83). Üzerlerinde sık bir çayır örtüsü gelişen bu topraklar, yaz aylarında otlak olarak kullanılırlar.

5.4. Kayalık Alanlar

Araştırma sahasında oldukça az yer kaplayan bu alanlar (1,7 km^2-% 0,1), Kalaylı Dağı'nın (3167 m) zirveleri kesimlerinde görülmektedir (Fotoğraf 5.4). Bu alanlar, üzerinde toprak örtüsü bulunmayan, parçalanmış veya kısmen parçalanmış kayalarla kaplıdır. Bu kayalar Üst Miyosen yaşlı Palandöken volkanitlerine ait unsurlardır. Genellikle bitki örtüsünden yoksundurlar. Ancak bazen arasında toprak bulunan kaya çatlaklarında veya topraklı küçük ceplerde yetişen çok zayıf çalı ve otlar bulunmaktadır (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2000: 20).



Fotoğraf 5.4. Kayalık alanlar Kalaylı Dağı'nın (3167 m) zirve bölümünde 1,7 km^2'lik dar bir alanda görülmektedir.

5.5. Toprak Özelliklerine Toplu Bakış ve Sonuç

Palandöken Dağları'nda, sahanın iklim ve vejetasyon özelliklerine göre şekillenmiş zonal topraklardan kestanerengi topraklar; yükselti, eğim, erozyonal süreçlerden etkilenen azonal toprak grubu içerisinde alüvyal topraklar, kolüvyal topraklar ve litosoller; ana materyal, bozuk drenaj, yükselti ve iklim özelliklerine bağlı olarak gelişen intrazonal topraklardan hidromorfik topraklar, solonçak topraklar ve yüksek dağ-çayır toprakları oluşturmaktadır. Ayrıca, saha içerisinde sınırlı bir alanda kayalık alanlara da rastlanmaktadır.

Araştırma sahasında yükseklik, eğim, erozyonal faaliyetler ve soğuk iklim şartlarına bağlı olarak yeterli oranda horizonlaşma görülmemektedir. Sahanın yüksek bölümlerinde, dağlık bir alan olmasından kaynaklanan yüksek eğim değerleri, bitki örtüsünün zayıf olması, sürekli ve şiddetli erozyon gibi nedenlere bağlı olarak toprakların profil gelişimi ve toprak oluşumu olumsuz etkilenmektedir.

Palandöken Dağları'ndaki toprak gruplarının, toprak haritası üzerinde gösterdikleri dağılışlarına göre kategori alanları, büyük toprak grubu alanları ve bu alanların araştırma sahasının toplam yüzölçümüne oranları hesaplanmıştır (Tablo 5.2). Araştırma sahasında kategorilerine göre alanı en geniş olan topraklar 998,5 km^2'lik (% 87,9) yüzölçümüne sahip olan azonal topraklardır. Bunda en büyük etken sağanın dağlık bir kütle olması ve aşınma-taşınma süreçlerinin etkin bir şekilde işlemesidir. Geriye kalan diğer 137,5 km^2'lik bölümün ise 47,7 km^2'sini (% 4,2) zonal topraklar, 46,4 km^2'sini intrazonal topraklar, 1,7 km^2'sini (% 1,7) kayalık alanlar ve 41,7 km^2'lik bölümü de yerleşme ve sanayi alanları oluşturmaktadır.

Tarımsal faaliyetler, araştırma sahasının Erzurum ve Pasinler ovalarına bakan kuzey bölümünde eğim değerlerinin düşük olduğu alanlarda yapılmaktadır. Sahada tarıma müsait topraklar üzerinde tahıllarda buğday, arpa, çavdar; yem bitkilerinden yonca, fiğ, korunga ve çayır; baklagillerden fasulye, nohut ve yeşil mercimek; sanayi bitkilerinden şekerpancarı ve ayçiçeği ile sebzelerden patates, lahana, salatalık, acur ve havuç tarımı yapılmaktadır (Fotoğraf 5.5). Palandöken Dağları'nın sulama probleminin olduğu bölümleri ile yüksek düzlükler mera alanı olarak kullanılmaktadır.

Tablo 5.2. Palandöken Dağları'ndaki toprakların, kategori ve toprak gruplarına göre yüzölçümleri ve toplam yüzölçümüne oranları.

Kategori	Toprak Grupları	Toprak Grubu Alanı (km^2)	Kategori Alanı (km^2)	Oranı (%)
Zonal Topraklar	**Kestanerengi Topraklar**	47,7	47,7	4,2
Azonal Topraklar	**Alüvyal Topraklar**	94,8	998,5	8,4
	Kolüvyal Topraklar	210,6		18,5
	Litosoller	693,1		61,0
İntrazonal Topraklar	**Hidromorfik Topraklar**	16,8	46,4	1,5
	Solonçak Topraklar	10,3		0,9
	Yüksek Dağ-Çayır Toprakları	19,3		1,7
	Kayalık Alanlar	1,7	1,7	0,1
	Yerleşme-Sanayi Alanları	41,7	41,7	3,7
TOPLAM		**1136**	**1136**	**100**

Sonuç olarak, sahada toprak erozyonunun görüldüğü alanlarda erozyonu önleyici tedbirlerin mutlaka alınması gerekmektedir. Çünkü oldukça uzun bir sürede oluşan toprak örtüsü, erozyon ile çok kısa bir sürede yok olabilmektedir. Tarımsal faaliyetlerde topraklar bilinçli bir şekilde ekilmeli, sulanmalı, gübrelenmelidir. Ayrıca, yer yer büyük çaplı yangınlara dönüşen anız yakma da engellenmelidir. Canlı yaşamı için hayati öneme sahip toprak örtüsünün korunması ve sürdürülebilir şekilde işlenmesi son derece büyük önem arz etmektedir.



Fotoğraf 5.5. Sahada, eğim değerlerinin düşük olduğu tarıma müsait alanlarda üretimi yapılan sebzelerden biri lahanadır.

ALTINCI BÖLÜM

6. PALANDÖKEN DAĞLARI'NIN DOĞAL BİTKİ ÖRTÜSÜ

Anadolu'nun batısında Akdeniz, kuzeyinde Avrupa-Sibirya ve doğusunda İran-Turan Flora Âlemlerinin geçiş sahasında yer almaktadır (Atalay, 1994: 4). Orta kuşakta bulunan ülkemizde değişik cins ve familyalara ait 12000'den fazla bitki türü yetişmektedir. Bu özelliği ile Türkiye, Ekvatoral bölgelerden sonra çeşitlilik açısından oldukça zengin bir ülkedir (Atalay, 2004: 140).

Palandöken Dağları, bitki coğrafyası açısından Doğu Anadolu İran-Turan Fitocoğrafya alanı içerisinde bulunmaktadır (Atalay, 1994: 233). Oldukça geniş bir alana sahip olan İran-Turan Flora Âlemi, İç Anadolu Bölgesi, Doğu Anadolu, Suriye'nin büyük bir bölümü, Güney ve Doğu Filistin, Sina Yarımadası'nın küçük bir bölümü, Ürdün, Yukarı Mezopotamya, Ermenistan'ın yüksek kesimleri, Transkafkasya'nın doğu ve güneyinde yer alan kurak ve yarı kurak alanlar, Talış ve Hazar denizlerinin İran kıyıları, İran Platosu, Hindikuş Dağları'nın güney kısımları, Kuzey Himalayalar'ın güney bölümü, Volga Nehri'nin güneyini içine almaktadır. Bu bağlamda araştırma sahası İran-Turan Flora Alemi'nin Batı Asya Alt Bölgesi'nde Doğu Anadolu-İran Alanı sınırları içerisinde yer almaktadır (Muratgeldiev ve diğ., 2000: 119-120).

Doğu Anadolu Bölgesi'nin Erzurum-Kars Bölümü'nde yer alan Palandöken Dağları'nın hâkim doğal bitki örtüsünü antropojen step formasyonu oluşturmaktadır. Antropojen step formasyonu dışında araştırma sahasında 2000-2500 m'ler arasında antropojen dağ step formasyonu, 2500-2900 m yükselti basamakları arasında subalpin formasyonlar, 2900 m'nin üzerindeki alanlarda alpin formasyonlar, akarsu vadileri ile su kaynaklarının kenarlarında sucul türler ve sahanın doğu bölümünde ardıç (*Juniperus sp.*) türleri de bulunmaktadır. Araştırma sahasında doğal bitki örtüsünü oluşturan bu unsurların yanı sıra, Erzurum merkez Yenişehir semti ile doğuda Deveboynu geçidi arasında kalan yamaçlarda, 2000-2500 m yükselti aralığında Orman Bölge Müdürlüğü tarafından yürütülen ağaçlandırma çalışmalarının sonucu olan sarıçamlar (*Pinus Sylvestris*) yer almaktadır. Bunula birlikte akarsu vadileri ve kaynakların çevresinde sucul bitkiler de bulunmaktadır. Çalışma sahasında doğal orman vejetasyonu doğal ve özellikle beşeri etkenlere bağlı olarak tamamen ortadan kaldırılmış ve yerini antropojen

step formasyonuna bırakmıştır. Bitki örtüsünün antropojen step görünümü almasında, sahanın oldukça eskiye dayanan yerleşme tarihi boyunca insanların hayatlarını devam ettirmek için tarla açmak, yapılarda kullanmak ve iklim şartlarının oldukça çetin olmasından dolayı yakacak temini gibi nedenlerle ormanları tahrip etmesi etkili olmuştur.

Palandöken Dağları'nın bitki örtüsü özelliklerini ve doğal çevre özelliklerinin flora üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacı ile sahadaki bitki türleri arazi çalışmaları esnasında tanımlanmaya çalışılmış ve fotoğraflanmış, tanımlanamayan türlerden ise örnekler alınarak ofis çalışmaları sırasında önceki çalışmaların da yardımı ile tanımlanmıştır. Böylece araştırma sahasındaki türlerin oluşturduğu doğal bitki örtüsü haritalanmıştır. Bu bölümde, öncelikli olarak bitki örtüsü üzerinde etkili olan abiyotik (cansız) ve biyotik unsurlar üzerinde durulmuş, daha sonra Palandöken Dağları'ndaki bitki topluluklarının alansal dağılışı ve tür özellikleri ayrı ayrı incelenmiştir.

6.1. Bitki Örtüsünün Ekolojik Şartları

Bitki örtüsünün herhangi bir sahada tutunması, gelişmesi ve varlığını devam ettirebilmesi, o sahada etkili olan abiyotik (iklim, toprak, litoloji, relief vb.) ve biyotik (insanlar, hayvanlar ve mikroorganizmalar) faktörler ile yakından ilişkilidir (Atalay, 1994: 11).

6.1.1. İklim-Bitki Örtüsü İlişkisi

Dünya üzerinde bitkilerin türlerini ve yayılış alanlarını belirleyen en önemli faktör iklimdir. İklim sıcaklık, yağış, bulutluluk ve bağıl nem ve rüzgâr gibi unsurlarla bitki örtüsünün tür ve dağılışı üzerinde etkili olmaktadır.

6.1.1.1. Güneşlenme-Bitki İlişkisi

Bitkiler gelişimlerini ve devamlılıklarını fotosentez yolu ile sağlamaktadır. Bitkiler fotosentez için gerekli olan enerjiyi güneşten sağlamaktadır. Doğal olarak herhangi bir alandaki güneşlenme süresi, o alanda bulunan bitkilerin gelişimi üzerinde etkili olmaktadır. Araştırma sahasında sadece Erzurum meteoroloji istasyonunda ve karşılaştırma amaçlı seçilen Tercan meteoroloji istasyonlarında güneşlenme süresi ve şiddeti ölçümü yapılmaktadır. Bu istasyonlardan Erzurum'da güneşlenme süresi yıllık ortalama 7 saat, Tercan'da ise 7 saat 19 dakikadır. Güneşlenme sürelerinin aylara göre

durumu incelendiğinde gündüz sürelerinin kısa, kapalı günlerin fazla olduğu kış aylarında güneşlenme süreleri 4 saat 22 dakika ile (Tercan) 2 saat 52 dakika (Erzurum ve Tercan) arasında değişmektedir. Kış aylarında sıcaklık değerlerinin 0°C'nin altında seyrettiği araştırma sahasında, vejetasyon süreci durduğu için bu mevsimdeki güneşlenme süreleri önem arz etmemektedir. Güneşlenme sürelerinin en uzun olduğu dönem yaz mevsimidir. Bu mevsimde güneşlenme süreleri 10 saatin üzerinde seyretmektedir (Erzurum-Haziran: 10,13; Temmuz: 11,12; Ağustos: 10,45; Tercan-Haziran: 10,29; Temmuz: 11,25; Ağustos: 10,46 saat-dakika). Geçiş mevsimlerinde ise ilkbaharda artma eğiliminde olan güneşlenme süreleri, sonbahar mevsiminde düşmeye başlamaktadır. Nitekim bitkiler yaz mevsiminde, kış mevsiminden daha fazla ışık ve enerji almakta, bu nedenle çiçeklenme ve büyüme faaliyetleri de bu dönem içerisinde gerçekleşmektedir. Araştırma sahasının dağlık olması, daha sonra topografya-bitki ilişkisinde açıklanacağı üzere, bakı ve eğim şartlarına bağlı olarak güneşlenme süresi ve güneşten alınan enerji üzerinde etkili olmaktadır. Bu nedenle Palandöken Dağları'nın güneye bakan yamaçları ile kuzeye bakan yamaçları arasında bitkilerin vejetasyona başlama ve sona erme süreleri, dağılışları ve az da olsa türleri üzerinde farklılıklar vardır.

6.1.1.2. Sıcaklık-Bitki İlişkisi

Her bitki türünün ihtiyacı olan sıcaklık istekleri farklıdır. Sıcaklık, bitki türleri, bu türlerin yatay ve dikey olarak dağılışı ile birlikte, özellikle vejetasyon süreleri üzerinde belirleyici unsurdur. Vejetasyonun başlangıcı olarak, ağaçların tomurcuklarının patlamaya başladıkları alt sıcaklık değeri olan 8°C esas alınmıştır. Bu bağlamda sıcaklıkların 8°C ve üzerinde seyrettiği süre, vejetasyon sürecinin devam ettiği devre olarak; 8°C'nin altına düştüğü dönem ise vejetasyon sürecinin sonu olarak kabul edilmektedir (Atalay, 1994: 14-15). Araştırma sahasında bulunan meteoroloji istasyonlarının sıcaklık verileri incelendiğinde, Palandöken Dağları'nın alçak kesimlerinde vejetasyon dönemi, sıcaklıkların 8°C'nin üzerine çıktığı mayıs ayında başlamaktadır. Vejetasyon döneminin başlangıcı, yükseltinin sıcaklık üzerindeki etkisine bağlı olarak, Palandöken Dağları'nın yüksek bölümlerinde haziran ayını bulmaktadır. Vejetasyon devresi, araştırma sahasının yüksek bölümlerinde sıcaklığın 8°C'nin altına indiği eylül sonu-ekim ayı başında, alçak kesimlerde ise ekim ayında sonlanmaktadır. Sıcaklığa ait veriler dikkate alındığında, araştırma sahasında vejetasyon

devresi alçak alanlardan yüksek bölümlere doğru 153 gün ile 123 gün arasında değişmektedir. Bitkilerin yaşamlarını sürdürebilmeleri için bir alt sıcaklık değeri olduğu gibi, dayanabilecekleri yüksek sıcaklığın da bir sınırı vardır. Bitkilerin dayanabileceği üst sıcaklık sınırı 40°C'dir (Dönmez, 1976: 16). Araştırma sahası içerisinde bulunan meteoroloji istasyonlarında en yüksek sıcaklık 36,5°C ile 2006 yılında Erzurum'da kaydedilmiştir. Bu değer dikkate alındığında maksimum sıcaklıkların bitkiler üzerinde terleme miktarını arttırması dışında olumsuz bir etkisi bulunmamaktadır.

Don olayı da bitkilerin yaşamsal faaliyetleri üzerinde etkili olmaktadır. Soğuk devrede, düşük sıcaklıklar nedeniyle zemin donmuş durumda olduğundan fizyolojik kuraklık söz konusudur. Bu durum bitkilerin gelişimini olumsuz etkilemektedir. Sahada don olaylı gün sayısı oldukça fazladır. Bu değerler 116,6 gün ile 214 gün arasında değişmektedir (Çat: 116,6 gün; Palandöken Dağı: 119,4 gün; Tercan: 125,3 gün; Pasinler: 144,1 gün; Horasan: 158,1 gün; Erzurum: 165,7 gün ve Gökoğlan: 214 gün). Kış döneminde meydana gelen don olayları dışında, vejetasyon devresinin başladığı bahar aylarında meydana gelen don olayları bitkileri olumsuz etkilemektedir.

Sıcaklık değerlerinin yıllara göre gösterdiği değişikliklere bağlı olarak, vejetasyon süresi az da olsa uzamakta ya da kısalmaktadır. Genel itibariyle araştırma sahasında vejetasyon süreci geç başlamakta ve erken sona ermektedir. Ayrıca sıcaklığın dağılışı, farklı bitki türlerinin oluşturduğu formasyon kuşaklarının oluşmasına neden olmuştur. Sahanın alçak kısımlarında antropojen step formasyonuna ait türler mevcutken, 2500 m ve üzerinde soğuğa dayanıklı subalpin ve alpin formasyonlarına ait türler egemendir.

6.1.1.3. Yağış-Bitki İlişkisi

Bitkilerin yaşamsal fonksiyonları açısından en önemli unsur şüphesiz sudur. Bitkiler su ihtiyaçlarını yağıştan, hava ve toprak neminden sağlamaktadır. Şüphesiz bitkiler için temel su kaynağı yağış vasıtasıyla temin edilmektedir. Özellikle, vejetasyon süreci içerisinde alınan yağışın büyük önemi bulunmaktadır. Araştırma sahasında ve çevresinde ortalama yağış tutarları 310,3 mm ile 474,3 mm arasında değişmektedir (Çat: 310,3 mm; Pasinler: 355,5; Horasan 372,9 mm; Erzurum: 395,5 mm; Tercan: 423,2 mm ve Gökoğlan 474,3 mm). Bu değerler, Palandöken Dağları'nın zirve kesiminde 1000 mm'nin üzerine çıkmaktadır.

Yağış şeklinin de bitkiler için önemli olduğu daha önce ifade edilmişti. Sahada yağışlar, kış mevsimi boyunca kar şeklinde düşmektedir. Sıcaklıkların 0°C'nin altında seyretmesi nedeniyle bu mevsimde düşen kar depolanmaktadır. İlkbahar mevsiminin gelmesi ile artan sıcaklıklarla birlikte kar örtüsü yavaş bir şekilde erimeye başlamaktadır. Bu durumda bitkiler, erime sonucunda açığa çıkan sudan faydalanabilmektedirler. Ancak eğimin yüksek olduğu alanlarda, bitki örtüsünün zayıf olmasının da etkisiyle yağmur şeklinde düşen yağışlar hızlı bir şekilde yüzeysel akışa geçmektedir. Bu durum, bitkilerin düşen yağıştan faydalanma oranlarını azaltmaktadır. Araştırma sahasında en fazla yağışın düştüğü mevsim ilkbahardır. Bu mevsimi sonbahar takip etmektedir. Yaz mevsiminde yağışlar nispeten düşüktür. Yüksek alanlarda vejetasyon başlangıcının yaz mevsiminin başlarına karşılık geldiği düşünüldüğünde yaz yağışlarının sahadaki bitkiler açısından oldukça önemli olduğu söylenebilir.

6.1.1.4. Bulutluluk ve Bağıl Nem-Bitki İlişkisi

Bulutluluk, güneşlenme süresini etkileyen bir unsurdur. Bulutluluk, güneşten yeryüzüne ulaşan radyasyon miktarı, buharlaşma ve yağış olasılığı üzerinde etkilidir. Ortalama bulutlu ve kapalı günlerin sayısı Erzurum'da 272,8, Gökoğlan'da 254,2, Pasinler'de 253,5 ve Çat'ta 153,9 gündür. Araştırma sahasında ilkbahar mevsimi, bulutlu ve kapalı gün sayısının en fazla olduğu mevsimdir. İlkbahar mevsimini kış ve sonbahar takip etmektedir. Sıcaklığın yüksek, bağıl nemin düşük, havanın doyma noktasından uzak olması nedeniyle yaz mevsimi, bulutlu ve kapalı gün sayısının en az olduğu mevsimdir. Bu bağlamda, vejetasyon devresinin başladığı ilkbahar mevsiminin önemli bir bölümünde havanın bulutlu ve kapalı olduğu görülmektedir (Erzurum: 80,1 gün; Horasan: 78,9 gün; Tercan: 77,7 gün; Gökoğlan: 77 gün; Pasinler: 73,9 gün ve Çat: 45,3 gün).

Bağıl nem de vejetasyon süreci için önemli bir unsurdur. Bağıl nem yükseldikçe bitkilerde buharlaşma ve terleme azalmakta; bağıl nem düştükçe bitkilerde buharlaşma ve terleme artmaktadır. Araştırma sahasında Erzurum, Horasan, Çat ve Tercan'da bağıl nemin en yüksek olduğu ay aralıktır (Erzurum: % 78,8, Horasan: % 75,5, Çat: % 74,6 ve Tercan: % 76,8). Palandöken Dağı ve Pasinler'de mart; Gökoğlan'da ise nisan ayları, bağıl nemin en yüksek olduğu aylardır (Palandöken Dağı: % 72,7, Pasinler: % 72,9, Gökoğlan: % 68,1). Bağıl nemin en düşük olduğu ay Çat'ta eylül (% 32,3) iken diğer

istasyonlarda yıllık ortalama sıcaklıkların en yüksek olduğu ağustos ayıdır (Erzurum: % 50,8, Palandöken Dağı: % 45,4, Pasinler: % 48,2, Horasan: % 48,4, Tercan: % 49,5). Bu durumda yaz mevsiminde bulutlu gün sayısının ve bağıl nemin düşük olması nedeniyle buharlaşma artacak ve kuraklık ortaya çıkacaktır. Bitkiler ise terleme artacağından su kaybedecek ve sararacaklardır.

6.1.1.5. Rüzgâr-Bitki İlişkisi

Rüzgâr, bitkiler üzerinde iki şekilde etkili olmaktadır. Bunlardan ilki hâkim rüzgâr yönüne bağlı olarak bitkilerin eğimlenmesi, şiddetli rüzgârlardan zarar görmeleri (devrilme, kırılma vb.) şeklindedir. Rüzgârın diğer etkisi ise yaz mevsiminde kuru karakterli olduğundan buharlaşmayı arttırarak kuraklığa ve bitkilerde aşırı su kaybına neden olmasıdır. Yaz mevsimi başlarında esen bu tip rüzgârlar kuraklığa yol açmakta ve birkaç gün içerisinde yeşil olan bitkilerin solmasına ve sararmasına neden olmaktadır. Rüzgârların diğer bir etkisi de kış mevsiminde kar örtüsünü savurmasıdır. Nitekim rüzgâr alan yamaçlardaki kar örtüsü, rüzgârın etkisi ile savrulmakta ve rüzgârın etkili olmadığı kuytu alanlarda toplanmaktadır. Bu nedenle karın savrulduğu yamaçlar, kar örtüsü inceldiği için kuytu yamaçlara göre daha kurak olmaktadır (Atalay, 1994: 31). Ayrıca rüzgârın yüksek kesimlerden aşağıya doğru eserek hava sıcaklığını arttırma, bitkilerin tohumlarını ve çiçek tozlarını taşıyarak yayılmalarını sağlaması gibi etkileri de vardır.

6.1.2. Toprak-Bitki İlişkisi

Herhangi bir alandaki bitki türleri ve bu türlerin dağılışı üzerinde etkili olan diğer bir unsur da toprak örtüsüdür. Araştırma sahasında zonal topraklardan kestanerenkli topraklar, azonal toprak grubu içerisinde yer alan alüvyal topraklar, kolüvyal topraklar ve litosoller; intrazonal topraklardan hidromorfik topraklar, solonçak topraklar ve yüksek dağ-çayır toprakları yer almaktadır. Ayrıca, saha içerisinde dar alanlı olarak kayalık alanlar bulunmaktadır. Kayalık alanlar, bitki köklerinin tutunmasına uygun bir ortam olmadığı için bitkilerin gelişmesini engellemektedir. Kestane renkli topraklar, alüvyal ve kolüvyal topraklar üzerinde tarımsal değeri olan bitki türleri ile antropojen stepler gelişmiştir. Eğimin ve litolojinin etkisi ile oluşan litosoller üzerinde antropojen dağ step ve subalpin formasyonlar yayılış gösterirken, yüksek dağ çayır toprakları

üzerinde Alpin formasyonlar bulunmaktadır. Sahada solonçak topraklar üzerinde ise tuzu seven bitki türleri yetişmektedir.

6.1.3. Relief-Bitki İlişkisi

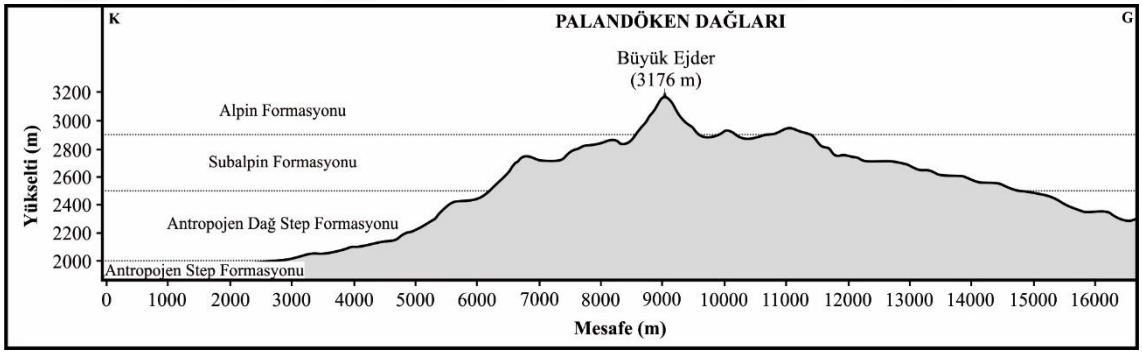
Reliefin sahip olduğu yükseklik, bakı ve eğim özellikleri iklim elemanları üzerinde farklılıklara neden olduğu için, dolaylı olarak bitkilerin türleri ile birlikte dağılışları üzerinde etkili olmaktadır. Yüksekliğin en önemli tesiri sıcaklık üzerindedir. Yüksekliğe bağlı olarak sıcaklık düştüğü için Palandöken Dağları'nın yüksek bölümlerine doğru düşük sıcaklık isteği olan bitki türleri bulunmaktadır. Ayrıca yükseklik, bu bitkilerin dikey doğrultuda dağılışlarını belirlemektedir. Bu duruma örnek olarak 2800-2900 m yükselti kademesinden sonra alpin türlerin görülmesi verilebilir. Yükseklikle birlikte atmosfer basıncı ve bağıl nem düşmekte, rüzgâr şiddetlenmekte; yağış, günlük sıcaklık farkları artmakta ve tüm bu bileşenlerin etkisi ile buharlaşma da artmaktadır. Ayrıca yüksekliğe bağlı olarak vejetasyon dönemi ve toprak oluşum süreci kısalmaktadır. Bu nedenle vejetasyon formasyonları basamaklar halinde dağılış göstermektedir (Atalay, 1994: 35). Bakı etkisi ile Palandöken Dağları'nın güneye bakan yamaçlarında kar örtüsü daha erken erimekte ve vejetasyon devresi, kuzey bakan yamaçlara göre erken başlamaktadır. Ayrıca güney yamaçlar daha fazla güneş radyasyonuna maruz kalmakta, buharlaşma daha fazla olmaktadır. Bu nedenle kuzeye bakan yamaçlar ile güneye bakan yamaçlar arasında türler arasında farklılıklar vardır. Kuzey yamaçlarda sıcaklık isteği düşük, nem isteği güney yamaçtaki türlere oranla fazla olan bitkiler bulunmaktadır. Araştırma sahasının yüksek bir kütle olması dolayısıyla eğim değerleri yüksektir. Eğimin yüksek olması toprak oluşumunu yavaşlatmakta ve bitki örtüsünün seyrek olması nedeniyle toprağın erozyonla taşınmasını kolaylaştırmaktadır. Eğimin değerlerinin yüksek olduğu yerlerde toprak oluşumunun yavaşlaması ve toprak kalınlığının az olması sebebiyle bitki örtüsünün tutunması ve gelişmesi de zayıflamaktadır. Örneğin sahada eğim değerlerinin düşük olduğu alüvyal, kolüvyal ve kestanerengi topraklar üzerinde ot formasyonlarından antropojen stepler, solonçak topraklar üzerinde Soda otu (*Salsola kali*), Nasırlı yaprak (*Plantago craccifolia*), Kısrak kuyruğu (*Hippirus sp*.) ve Çorak döşeği (*Camphorsma sp.*) gibi halofit bitkiler gelişmektedir (Atalay, 1983: 83-85). Eğim değerlerinin yüksek olduğu Palandöken Dağları'nın yüksek bölümlerinde

6.2. Palandöken Dağları'nda Doğal Bitki Örtüsünün Dağılışı

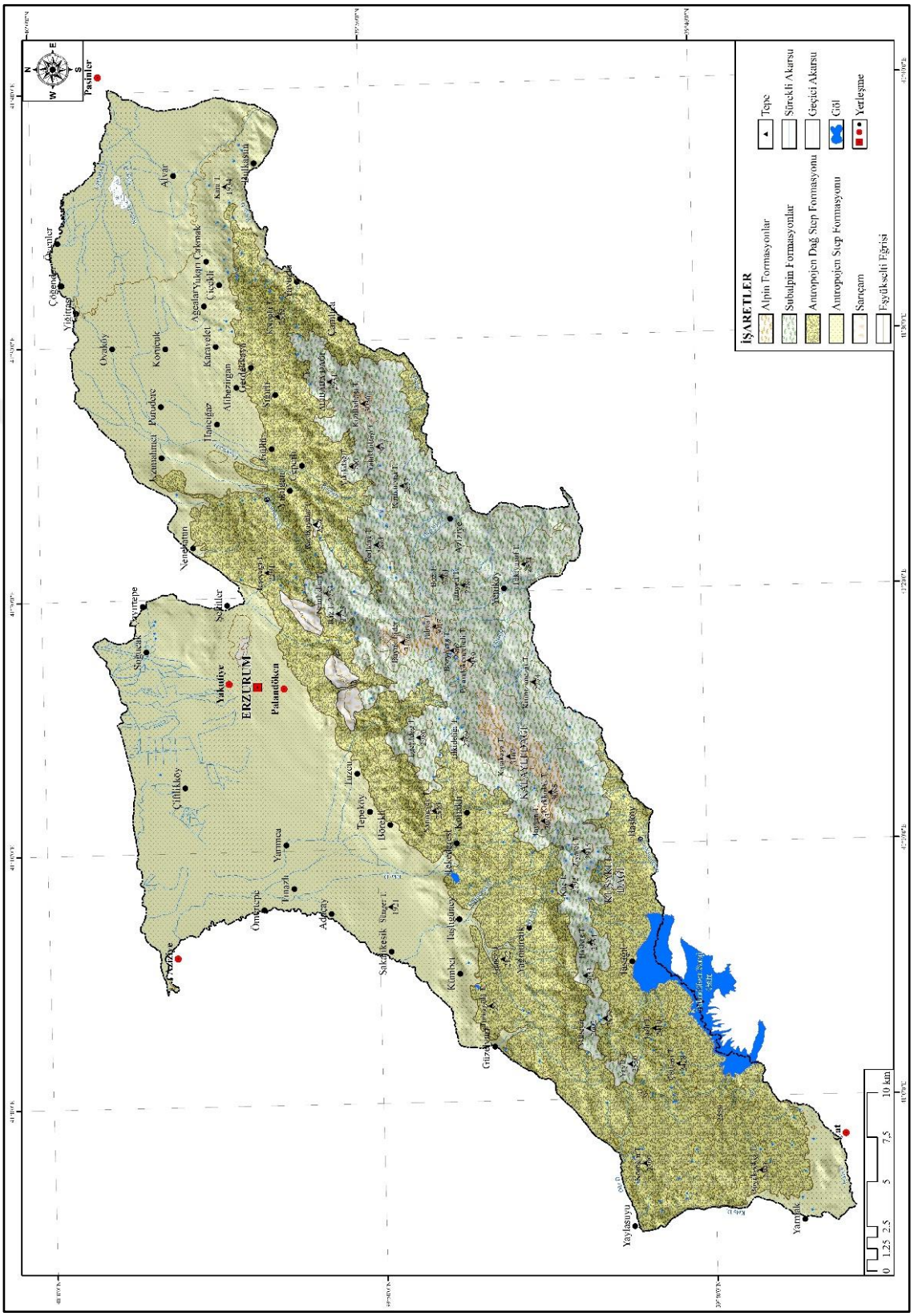
Palandöken Dağları'nın, İran-Turan Floristik Bölgesi Batı Asya Alt Bölgesi'nin Doğu Anadolu-İran Alanı içerisinde kaldığı daha önce belirtilmişti. Araştırma sahasının doğal bitki örtüsü ot formasyonu (antropojen step ve antropojen dağ step formasyonları), subalpin ve alpin formasyonlar ile akarsu yatakları ve su kaynaklarının çevresindeki sucul bitkiler oluşturmaktadır (Harita 6.1).

6.2.1. Ot Formasyonu

Palandöken Dağları'ndaki ot formasyonları 2000 m yükselti basamağına kadar olan antropojen step formasyonu, 2000-2500 m yükselti basamakları arasında antropojen dağ step formasyonları, 2500-2900 m'ler arasında subalpin formasyonu ve 2900 m'den yukarı bölümlerde de alpin formasyonudur (Şekil 6.1). Bu otsu türler ilkbahar mevsiminin ortalarından itibaren havaların ısınması ile birlikte yeşermeye başlamakta ve çiçek açmaktadır. Sahaya düşen yağış durumuna göre artan kuraklığın etkisi ile haziran sonu temmuz başında kuruyarak tohumlarını saçmaktadır. Yaz kuraklığının en üst seviyeye ulaştığı ağustos ayında saha tamamen boz ya da sarı bir görünüm almaktadır (Atalay, 1994: 235; Ünal, 1994: 89).



Şekil 6.1. Palandöken Dağları'nın K-G doğrultusundaki bitki formasyon alanlarını gösteren sadeleştirilmiş kesit.



Harita 6.1. Palandöken Dağları'nın doğal bitki örtüsü.

6.2.1.1. Antropojen Step Formasyonu

Herhangi bir ekosistem ikincil şekilde başka bir ekosistem tarafından meydana gelen etkilere bağlı olarak ya varlığını sürdürür ya da bozulur, etkisiz hale getirilir ve yerini başka bir ekosisteme bırakır. Bu bozulma insan etkisi ile gerçekleşir ise bu sistemlere *antropojen ekosistemler* denir (Akman ve diğ., 2004: 242). Doğal step alanları dışında, ormanların insanlar tarafından tahrip edilmesi neticesinde ortaya çıkan ormansız alanlara *antropojen step* adı verilmektedir (Atay, 1965: 116; Dönmez, 1976: 92). Nitekim en az % 50'si ormanlar ile kaplı olması gereken ülkemizin, günümüzde sadece % 26'lık bölümü ormanlıktır (Atalay, 1994: 9).

Palandöken Dağları, Türkiye'de ormansızlaşan alanlar arasında yer almaktadır. Doğu Anadolu Bölgesi'nin sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve meşe (*Quercus sp.*) ormanları, günümüzde yerini antropojen steplere bırakmıştır. Ormanların ortadan kalkmasında, iklim şartlarındaki değişimler ve beşeri faktörler etkili olmuştur. Şüphesiz günümüz iklimi Pleyistosen'in son döneminden farklıdır (Kopar, 2007: 148). Ormansızlaşmadaki asıl etken insan etkisidir. Tarım alanları açmak, soğuk olan iklimde yakacak ihtiyacını karşılamak vb. gibi etkenler ile saha istilacı ot türleri tarafından işgal edilmiştir.

Araştırma sahasının 2000 m'ye kadar olan bölümlerinde görülen formasyon antropojen steplerdir. Bu formasyona ait bazı türler hakkındaki tanıtıcı bilgiler tablo 6.1'de verilmiştir. Bu yükseltiye kadar olan bölümde 20 familyaya ait 200'ün üzerinde otsu tür bulunmuştur (Atalay, 1994: 236). Araştırma sahasında 2000 m yükselti basamağına kadar olan alanlarda görülen başlıca türler gelincikgillerden yaz kanavcı otu-kandamlası-kır lalesi (*Adonis aestivalis*), kara boynuzlu gelincik (*Glaucium corniculatum*) (Fotoğraf 6.1); turpgillerden çıplak kuduzotu (*Alyssum linifolium*), duman otu (*Alyssum desertorum*), çoban çantası (*Capsella bursa-pastoris*), çivit otu (*Isatis erzurumica*), karanfilgillerden şeytan küpesi (*Holosteum umbellatum*), çığıştak (*Silene armena*); çoban değneğillerden kuş ekmeği-kuş madımağı (*Polygonum aviculare*) (Fotoğraf 6.2), harmanotu (*Polygonum polycnemoides*), evelik-kıvırcık labada (*Rumex crispus*); baklagillerden geven türleri (*Astragalus sp.)*, dağ taç otu (*Coronilla orientalis*), sarı çiçekli gazal boynuzu (*Lotus corniculatus*) (Fotoğraf 6.3), ak üçgül (*Trifolium repens*) (Fotoğraf 6.4); topluçiçekgillerden sarı civanperçemi-pire otu (*Achillea biebersteinii*) (Fotoğraf 6.5), sarı papatya (*Anthemis tinctoria*) (Fotoğraf 6.6),

yavşan (*Artemisia austriaca*) (Fotoğraf 6.7), acı pelin otu (*Artemisia absinthium*), mor peygamber çiçeği-acımık (*Centaurea depressa*) (Fotoğraf 6.8), tarla köygöçüreni (*Cirsium arvense*), ilkbahar kanarya otu (*Senecio vernalis*) (Fotoğraf 6.9), çayır aslandişi (*Taraxacum androssovii*), dağ karanfili (*Xeranthemum annuum*); sütlügengillerden sütleğen (*Euphorbia petrophila*), çubuksu sütleğen (*Euphorbia virgata*) (Fotoğraf 6.10), zambakgillerden yabani sarımsak (*Allium rotundum*); buğdaygillerden mavi ayrık (*Agropyron intermedium*), tarla ayrığı (*Agropyron repens*), yabani yulaf (*Avena fatua*), dik brom (*Bromus erectus*), dam bromu-kır bromu (*Bromus tectorum*), delice (*Lolium temulentum*), kamış-adi kamış (*Phragmites australis*), yumrulu salkım otu (*Poa bulbosa*) ve sıracaotugillerden sığırkuyruğu (*Verbascum cheiranthifolium*)'dur (Fotoğraf 6.11) (Atalay, 1994: 236).



Fotoğraf 6.1. Pasinler ilçesi Bulkasım Mahallesi'nin kuzeybatısında karaboynuzlu gelincik (*Glaucium corniculatum*).

Tablo 6.1. Palandöken Dağları'ndaki antropojen step formasyonunu temsil eden bazı türlerin ait oldukları familyalar ve bu türlerin özellikleri[16].

Latince Adı	Türkçe Adı	Familyası	Başlıca Özellikler
Achillea biebersteinii	Sarı civanperçemi, Pire otu	Asteraceae	Çok yıllık, kazık köklü, altın sarısı renkli çiçekli bir bitki olup, 10-100 cm kadar boylanır. Yapraklar seyrekçe, yoğun tüylü veya değildir. Uçucu yağ içerir. Meralarda, taşlık yamaçlarda ve terkedilmiş tarlalarda bulunmaktadır. İstilacı türlerdendir.
Adonis aestivalis	Yaz kanavcı otu, Kandamlası, Kır lalesi	Ranunculaceae	Tek yıllık, otsu, 20-40 cm boyunda bir türdür. Tarla arazilerinde, taşlık meralarda ve terk edilmiş alanlarda yabancı ot olarak görülür. Kan kırmızısı renginde gösterişli çiçekleri vardır. Kuvvetli zehirli bir bitkidir, yem değeri yoktur. İstilacı bir türdür
Agropyron intermedium	Mavi ayrık	Poaceae	Soğuğa ve kurağa dayanıklı, çok yıllık rizomlu bir bitkidir. 3000 m'ye kadar yayılış gösterir. Diğer birçok yem bitkisinin yetişemediği zayıf topraklarda bile tatminkâr bir ürün verebilir. Uygun şartlarda 150 cm'ye kadar boylanır. Meralarda ve kuraç çayırlarda yetişir. Yem verimi ve kalitesi oldukça yüksektir. Azalıcı türlerdendir.
Agropyron repens	Tarla ayrığı	Gramineae	Kuvvetli rizom meydana getiren, çok yıllık, 40-80 cm boylanabilen bir bitkidir. Gövde dik gelişir ve açık yeşil renklidir. Kıraç ve sulanan tarlalarda, yol kenarlarında yetişir. Çiğnemeye dayanıklı, bol ve lezzetli ot üreten bitki azalıcılar grubundadır.
Allium rotundum	Yabani sarımsak	Liliceae	Çok yıllık soğanlı bir bitkidir. 20-50 cm boylanabilir. Meralarda, tarlalarda bazen de çayırlarda görülür. Yaprakları sarımsak yaprağına benzer. İstilacı türlerdendir.
Alyssum desertorum	Kır kuduzotu	Cruciferae	Tek yıllık erkenci bir bitkidir. 10-30 cm boylanabilir. Generatif aksamı boru fırçası şeklindedir. Terk edilen alanlarda ve ağır otlatılan meralarda görülür. Yem değeri yoktur. İstilacı olarak ele alınmaktadır.
Anthemis tinctoria	Sarı Papatya	Asteraceae	Çok yıllık olan bitki 60 cm'ye kadar boylanabilmektedir. Çiçek tablası kenarındaki kısır çiçekler açık, ortadaki çiçekler ise koyu sarı renklidir. Meralarda, özellikle bozulmaya yüz tutmuş yerlerde yaygındır. Yem değeri olamayan bitki, istilacılar sınıfında yer almaktadır.
Artemisia absinthium	Ak pelin otu, Acı yavşan, Büyük yavşan otu	Asteraceae	Çok yıllık, 60-120 cm boydadır. Tarlalarda ve su kenarlarında, mera ve yamaçlarda yayılış gösteren kokulu, acı lezzetli ve sarımtırak renkli çiçekli, yarı çalımsı bitkilerdir. Yapraklar grimsi renkte ve çok parçalıdır. Yapraklarının her iki yüzü grimsi-beyaz ipeğimsi tüylerle kaplıdır. İstilacı türlerdendir.
Artemisia austriaca	Yavşan	Asteraceae	Çok yıllık olan bitki 50 cm kadar boylanabilir. Gövde ve yaprakların üzeri gümüşi tüylerle kaplıdır. Fazla dallanmayan bitki otlatma ve çiğnenmeye dayanıklıdır. Yaz aylarında küçükbaş hayvanlar tarafından otlanabilse de istilacı bitki olarak sınıflandırılır.
Avena fatua	Yabani yulaf	Poaceae	Tek yıllık olup, boyu 150 cm kadardır. Gövde dik olarak gelişir. Yaprak ayası alt ve üst kısmı tüysüz, kenarları kirpik şeklinde tüylüdür. Salkım dar ve açık, ince olan yan dallar horizontal olarak açılmıştır. Başakçıklar genellikle 3 çiçekli, dış kavuzlar yaklaşık 2,5 cm uzunluğunda, başakçık ekseni ve iç kavuzun alt kısmı kahverengimsi veya beyazımsı tüylerle kaplıdır. Kılçığın alt kısmı kıvrımlı ve orta kısımdan eğiktir. Çiçeklenme 6. – 8. aylardadır. Genellikle kireçli ağır topraklarda yaygındır. Tarla ve yol kenarlarında çok sık rastlanır. İstilacılar grubunda yer almaktadır.
Bromus erectus	Dik brom	Gramineae	Çok yıllık, 40-120 cm boylanabilen bir bitkidir. Seyrek yumak oluşturur. Yüksek rakımlı alanlarda yaygındır. Yem değeri iyi ve otlatmaya dayanıklı bir bitkidir. Azalıcı olarak değerlendirilmektedir.
Bromus tectorum	Dam bromu, Kır bromu	Gramineae	Tek yıllık, 30-60 cm boylanabilen ince gövdeli bir bitkidir. Boğumlar tüysüz, yaprak ayası ve kını ince tüylüdür. Salkım 5-20 cm uzunluğunda olabilir ve genellikle başakcıklar aşağı doğru eğilir. Kurak sahalarda, kumlu ve terk edilmiş alanlar ile tarım alanlarında yabancı ot olarak gelişir. Gelişmenin ilk dönemlerinde otu hayvanlar tarafından otlanabilen bitki, istilacı grubunda yer alır.

[16] Belirtilen türler Atalay'ın (1994) tespitleri ve tarafımızca yapılan arazi çalışmaları esnasında tanımlanmıştır. Türlere ait genel özelliklerin açıklanmasında Serin ve diğ., (2005) tarafından hazırlanan *"Çayır ve Mera Bitkileri Kılavuzu"* ve Serin ve diğ., (2008) tarafından hazırlanan "*Türkiye'nin Çayır ve Mera Bitkileri"* adlı eserlerden yararlanılmıştır.

Tablo 6.1. Palandöken Dağları'ndaki antropojen step formasyonunu temsil eden bazı türlerin ait oldukları familyalar ve bu türlerin özellikleri.

Latince Adı	Türkçe Adı	Familyası	Başlıca Özellikler
Centaurea depressa	Mor peygamber çiçeği, Acımık	Asteraceae	Tek yıllık, 10-60 cm boyunda, genellikle tabana yakın dallanmıştır. Çiçek rengi mavimsi mordur. Buğday tarlaları, yol kenarları ve zayıf meralarda yetişen yabancı otlardandır. İstilacı türlerdendir.
Cirsium arvense	Tarla köygöçüreni	Asteraceae	Çok yıllık, 20-100 cm boyda, kuvvetli rizomlu, gövde kanatsız, genellikle dallanmış, otsu gövdeli, sık dikenli ve pembe çiçekli bir bitkidir. Yol kenarlarında, çayırlarda, kültür alanlarında, meralarda ve su kenarlarında yayılış göstermektedir. İstilacı türlerdendir.
Coronilla orientalis	Doğu taç otu	Fabaceae	Çok yıllık, otsu yapıda, yarı yatık, 15-30 cm boyunda bir tür olup; kıraç meralarda, taşlı alanlarda, terk edilmiş arazilerde 1800-2400 m rakımda yayılış göstermektedir. Doğu ve Kuzeydoğu Anadolu meralarında yaygındır. Limon sarısı çiçekleri ile göz alıcı bir görünüme sahiptir. Özellikle tohumları coronilin glikoziti ihtiva ettiği için zehirlidir. Çoğalıcı bir türdür.
Euphorbia petrophila	Sütleğen	Euphorbiaceae	Çok yıllık 20-30 cm boyunda bir sütleğen türüdür. Kıraç meralarda, taşlık ve çakıllık alanlarda, kümeler halinde yetişmektedir. Yem değeri taşımayan istilacı türlerdendir.
Euphorbia virgata	Çubuksu sütleğen	Euphorbiaceae	Çok yıllık kazık köklü ve 1 m kadar boylanabilir. Otlatılmış yerlerde, yol kenarlarında ve terk edilmiş alanlarda görülmektedir. Hayvanlar tarafından yenmez. Çiçekleri sarı renklidir. Zehirli olan bitki, istilacı grupta yer almaktadır.
Glaucium corniculatum	Karaboynuzlu gelincik	Papaveraceae	Tek veya iki yıllık bir bitkidir. Bitki 40 cm kadar boylanabilir. Yapraklar altta derin delikli, üstte derin dişli görünümündedir. Çiçek rengi portakal sarısı ile kırmızı arasında değişmektedir. Bitki zehirli olup istilacılar sınıfında yer almaktadır.
Isatis erzurumica	Çivit otu	Brassicaceae	Ömrü iki yıllıktır. 30-50 cm boylanmaktadır. Kumlu ve besin elementlerince fakir toprakları tercih etmektedir. Basit yapraklı, sarımsı yeşil renkli çiçekleri bulunmaktadır. Yem değeri olmayan bitki, istilacıdır.
Lolium temulentum	Delice	Poaceae	Tek yıllık, dik veya yarı yatık gelişmektedir. Yaşama alanları tarla ve nadas alanları, yol kenarları, kumsal alanlardır. Mantarla enfekte olmuş delice taneleri temuline adı verilen bir alkoloit içerdiğinden zehirlidir. Yem bitkisi olarak önemi yoktur. Tahıl tarlalarında gelişen yabancı bir ottur. İstilacılar grubunda yer almaktadır.
Lotus corniculatus	Sarıçiçekli gazalboynuzu	Fabaceae	Çok yıllık, uzun ömürlü, yatık, yarı yatık gelişen, 20-50 cm boyunda ince gövdeli bir baklagildir. Yaprakları 5 yaprakçıktan oluşmaktadır. Sarıçiçekleri yelpaze formundadır. Kuraga ve tuzluluğa orta derecede dayanıklıdır. Çayırlarda ve taban meralarda yaygındır. Şişme yapmayan, beslenme değeri yüksek azalıcı bir türdür.
Phragmites australis	Kamış, Adi kamış	Gramineae	Çok yıllık, 3 m boylanabilen rizomlu bir bitkidir. Bataklıklarda, su kenarlarında, taban suyu yüksek çayır ve tarlalarda yabancı ot olarak gelişir. Kaba yapılı, yem değeri düşük bir bitkidir. Gelişmenin erken dönemlerinde sığırlar tarafından otlanabilir. Taban mera ve çayırlar için istilacı bir bitkidir.
Poa bulbosa	Yumrulu salkım otu	Poaceae	Çok yıllık, 10-60 cm boylanabilen yumak formlu bir bitkidir. Kök dipleri şişkindir. Salkım üzerinde oluşan soğancıklar ile yayılmaktadır. İlkbaharda erken gelişmekte ve çabuk kurumaktadır. İlkbaharda kısa süreli nem bulunduran kurak alanlarda yaygındır. Yeşilken hayvanlar severek otlasa da çabuk kuruduğu için çoğalıcılar sınıfında yer almaktadır.
Polygonum aviculare	Kuşekmeği, Kuş madımağı	Polygonaceae	Tek yıllıktır. Çok küçük beyaz veya pembe çiçeklere sahiptir. Çiçeklenme temmuz-kasım ayları arasındadır. Yetiştiği yöredeki toprağın durumuna göre şekil almaktadır. Toprak kurak ise buralarda genellikle yere yatık, eğer toprak nemli ve verimli ise o zaman boyu 30-50 cm'yi bulur ve dikey olarak yükselir. Yaprakları oval veya mızrak şeklinde, mavimsi yeşil renktedir. Yatık olarak yetiştiği için çiğnenmeye dayanıklıdır. Boş alanlarda yayılış gösterirler. İstilacılar grubunda yer almaktadır.
Rumex crispus	Evelik, Kıvırcık labada	Polygonaceae	İki veya üç yıllık, kuvvetli ve dik olarak gelişen 50-150 cm boyunda, yem değeri olmayan bir bitkidir. İşlenmiş ve terk edilmiş arazilerde, su kenarlarında, kötü kullanılmış çayırlarda yaygındır. İstilacı bir bitkidir.

Tablo 6.1. Palandöken Dağları'ndaki antropojen step formasyonunu temsil eden bazı türlerin ait oldukları familyalar ve bu türlerin özellikleri.

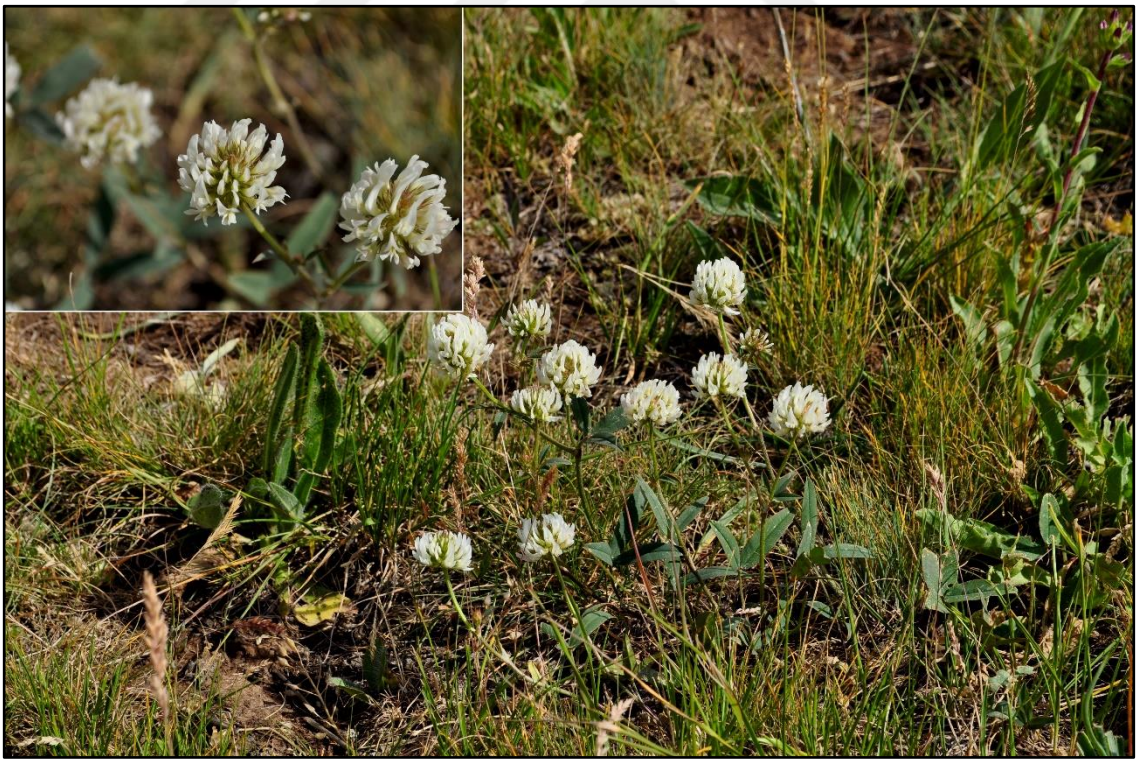
Latince Adı	Türkçe Adı	Familyası	Başlıca Özellikler
Senecio vernalis	İlkbahar kanarya otu	Asteraceae	Tek yıllık, dik, 5-70 cm boyundadır. Sarıçiçeklidir. Tarla ve yol kenarlarında, terk edilmiş alanlarda, kumlu ve çakıllı sahalarda yayılış göstermektedir. Zehirli bir bitkidir. İstilacılar sınıfında yer almaktadır.
Taraxacum androssovii	Çayır aslandişi	Astreaceae	Çok yıllıktır. Erken ilkbahardan sonbahara kadar çiçeklenir. Sarıçiçekli olup çiçekler güneşte açılır. Çayırlarda ve yol kenarlarında veya meraların nemli yerlerinde çok yaygın olarak bulunmaktadır. Otlanabilen bitki istilacı karakterdedir.
Trifolium repens	Ak üçgül	Fabaceae	Çok yıllık, uzun ömürlü, stolon meydana getiren bir üçgül türüdür. Sürünücü gövde yapısından dolayı taban mera, yeşil alan ve toprak muhafaza amacıyla kullanılır. Bitki boyu 10-30 cm'dir. Kurağa dayanıklılığı fazla değildir, soğuklara dayanıklılığı yüksektir. Yem değeri iyidir. Azalıcı olarak sınıflandırılır.
Xeranthemum annuum	Dağ karanfili	Asteraceae	Tek yıllık otsu, gövdeler 5-60 cm yüksekliktedir. Yapraklar 5-50×1-8 mm uzunluğundadır. Başçıklar yarı küresel yumurtamsı, 5-15 mm genişliktedir. Dış brakteler yumurtamsı, uçları keskin, içtekiler şeritsi-mızraksı, beyaz-parlak mavi renklidir. Haziran-eylül aylarında çiçeklenir. Stepler ve kuru yamaçlarda, 1950 m rakımlarda yetişmektedir. Yem değeri yoktur. İstilacı türlerdendir.
Verbascum cheiranhifolium	Sığırkuyruğu	Scrophulariaceae	Uzun boylu, geniş yapraklı ve çiçek salkımı dallanan, çok yıllık bir türdür. Yol kenarları, orman açıklıkları ile taşlı yamaçlarda yetişmektedir. İstilacı türlerdendir.



Fotoğraf 6.2. Pasinler ilçesi Çiçekli yerleşmesi güneyinde kuşekmeği-kuş madımağı (*Polygonum aviculare*).



Fotoğraf 6.3. Pasinler ilçesi Yavuzlu Mahallesi kuzeydoğusunda sarıçiçekli gazal boynuzu (*Lotus corniculatus*).



Fotoğraf 6.4. Teke dersi vadisinde ak üçgül (*Trifolium repens*).



Fotoğraf 6.5. Yavuzlu kuzeydoğusunda step formasyonu türlerinden sarı civanperçemi (*Achillea biebersteinii*).



Fotoğraf 6.6. Palandöken ilçesi Kayak Yolu çevresinde sarı papatya (*Anthemis tinctoria*).



Fotoğraf 6.7. Fakiriçmez Dere vadisinde yavşanotu (*Artemisia austriaca*).



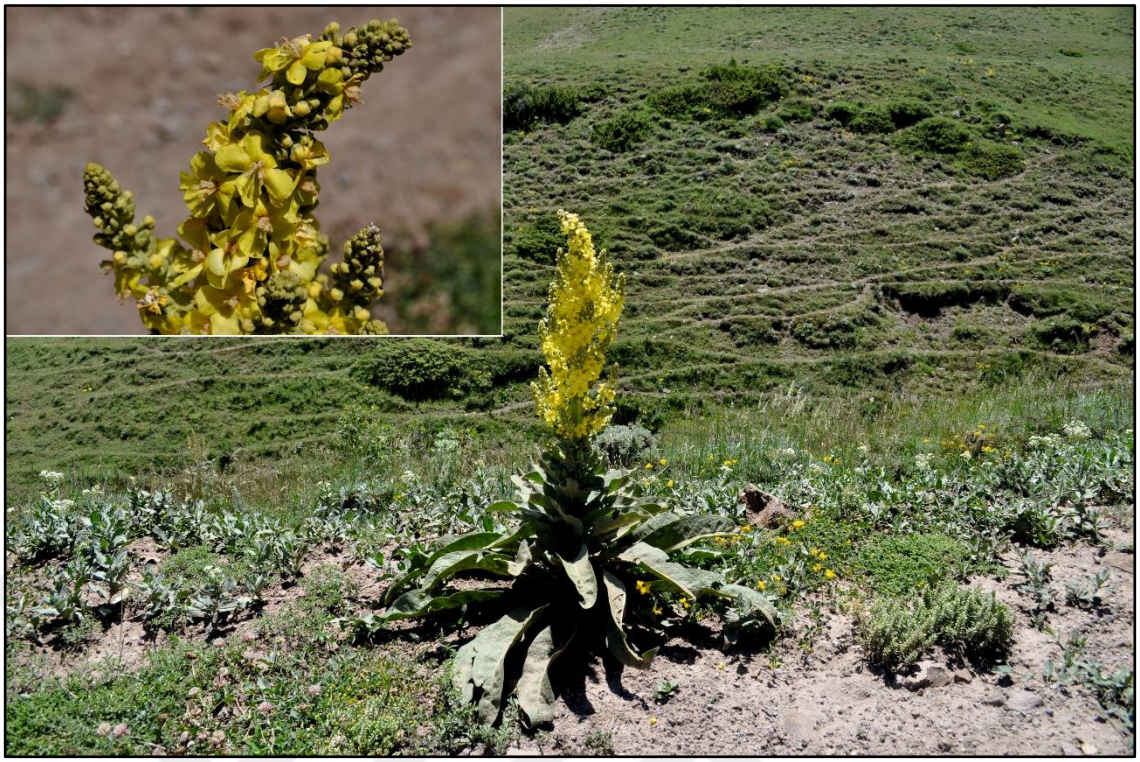
Fotoğraf 6.8. Taşlıgüney güneybatısında mor peygamber çiçeği-acımık (*Centaurea depressa*).



Fotoğraf 6.9. Karavelet yerleşmesi güneyinde ilkbahar kanarya otu (*Senecio vernalis*).



Fotoğraf 6.10. Gerdekkaya yerleşmesi kuzeyinde sütleğen (*Euphorbia virgata*).



Fotoğraf 6.11. Pasinler ilçesine bağlı Alvar Mahallesi doğusunda yol kenarında çiçek açmış sığırkuyruğu (*Verbascum cheiranhifolium*).

Araştırma sahasının Karasu Nehri ve Hasankale Çayı'nın güneyinde kalan, eğimin 0°-2° arasında değiştiği bölümlerinde, toprak özelliklerine bağlı olarak farklı otsu türler görülmektedir. Toprakta kireç oranının nispeten yüksek olduğu alanlarda yabani hardal (*Sinapis arvensis*), taşkesen (*Lithospermum arvense*), delice (*Lolium temulentum*) gibi türler bulunmaktadır. Taban suyu seviyesinin yüksek olduğu bölümlerde, özellikle Karasu Nehri boyunca kamış (*Phyragmites communis*), dallı atkuyruğu (*Equisetum ramosissimum*), yer değiştiren çobandeğneği (*Polygonum amphibium*) ve Lepturus filiformis'ler bulunmaktadır. Solonçak toprakların bulunduğu alanlarda döngele (*Salsola kali*), nasırlı yaprak (*Plantago crassifolia*), kısrak kuyruğu (*Hippuris vulgaris*) ve çorak döşeği (*Camphorosma*) yaygındır. Kumlu ve çakıllı birikinti konileri üzerinde de sütleğenler (*Euphorbia sp.*), kâğıt çiçeği (*Xeranthemum sp.*), belumotu (*Asperula aspera*) ve mahmuz çiçekleri (*Centranthus sp.*) birlikler oluşturmaktadır (Atalay, 1994: 236).

6.2.1.2. Antropojen Dağ Step Formasyonu

Doğu Anadolu Bölgesi'nin geçmişte meşe ve sarıçam ormanları ile kaplı alanlarının tahrip edilmesi sonucunda, bu sahalar normal step alanlarından farklı olarak nispeten daha uzun boylu otsu türler tarafından işgal edilmiştir. Orman tahribatının sonucunda, eğim değerlerinin yüksek olduğu dağlık alanlarda erozyonun şiddeti artarak toprak örtüsünün büyük oranda taşınıp incelmesine ve yer yer ana kayanın yüzeye çıkmasına neden olmuştur. Bu gibi alanlarda günümüzde antropojen stepler, o yerlerin asli türleri gibi yerleşmiş ve ortama uyum sağlamıştır (Atalay, 1994: 237). Doğu Anadolu Bölgesi'nde orman alanlarının yoğun bir şekilde tahrip edildiği alanlar arasında Palandöken Dağları da yer almaktadır. Araştırma sahasının 2000-2500 m yükselti aralığında, antropojen etkiler sonucunda ortaya çıkan dağ step formasyonları bulunmaktadır. Bu kuşakta en fazla türün bulunduğu familya papatyagiller olup, bu familyayı sırası ile buğdaygiller, karanfilgiller, baklagiller, ballıbabagiller, kuzukulağıgiller, turpgiller ve kökboyasıgiller familyaları takip etmektedir. Tür sayılarının yüksek olduğu bu familyalar dışında zambakgiller, hodangiller, çan çiçeğigiller, kazayağıgiller, centiyangiller, turnagagasıgiller, ketengiller, ebegümecigiller, gelincikgiller, sinirliotgiller, dişotugiller, çuhaçiçeğigiller, düğünçiçeğigiller, gülgiller, sıracaotugiller, maydonozgiller ve menekşegiller familyalarına ait türler de bulunmaktadır (Zengin, 1993: 45).

Antropojen dağ step kuşağında bulunan başlıca türler papatyagillerden dağ papatyası (*Anthemis cretica*), deniz yavşanı-kokulu yavşan (*Artemisia santonicum*), deve dikeni (*Cardus nutans*) (Fotoğraf 6.12), sapsız peygamber çiçeği (*Centaurea sessilis*), köygöçüreni (*Cirsium cephalotes*), köygöçüren (*Cirsium echinus*), peşi-dağ pamuğu-ateş pamuğu (*Filago pyramidata*), yayla çiçeği-katlı sarıçiçek-bozoğlan (*Helichrysum plicatum*) (Fotoğraf 6.13), bodur andız otu (*Inula acaulis*), sarı atmaca otu (*Pilosella echioides*), orman atmaca otu (*Pilosella hoppeana*), yatık karakök (*Scorzonera cana*), sarı kanarya otu (*Senecio lorentii*), koyun çiçeği (*Tanacetum aucherianum*), dağ çiçeği (*Tanacetum cadmeum*), şifalı solucan otu (*Tanacetum balsamita*); buğdaygillerden adi otlak ayrığı (*Agropyron cristatum*), sülüklü tavus otu (*Agrostis stolonifera*), kamışsı tilkikuyruğu (*Alopecurus arundinaceus*), kaba tilkikuyruğu (*Alopecurus aucheri*), kurt çimeni (*Bellardiochloa polychroa*), alaca brom (*Bromus variegatus*), çayır timsah otu (*Deschampsia caespitosa*), salkım (*Eremopoa*

songarica), çayır parlak yulafı (*Helictotrichon pratense*), dağ kelpkuyruğu (*Phleum montanum*), çayır kelp kuyruğu (*Phleum pratense*), yayla salkım otu (*Poa alpina*), dar salkım otu (*Poa angustifolia*), uzun yapraklı salkım otu (*Poa longifolia*), adi salkım otu (*Poa trivialis*), çok yıllık tüylü çavdar (*Psathyrostachys fragilis*), bozkır yumağı (*Sesleria phleoides*); karanfilgillerden kumotu (*Arenaria pseudacantholimon*), yabani karanfil (*Dianthus masmenaeus*), çok saplı karanfil (*Dianthus multicaulis*), kaşıkçalan (*Holosteum marginatum*), dağ tıstısı (*Minuartia erythrosepala*), kuru ot (*Minuartia juniperina*), dağ feracesi (*Petrorhagia alpina*), gıcime-ak yapışkan otu (*Silene alba*), gıcılavuk (*Silene bupleuroides*), kunduz otu (*Silene odontopetala*), yastık nakılı (*Silene pungens*), yastıklı yapışkan otu (*Silene spergulifolia*); baklagillerden yayla geveni (*Astragalus acmophyllus*), alaca geven (*Astragalus alyssoides*) (Fotoğraf 6.14), tüy başlı geven (*Astragalus lagurus*) (Fotoğraf 6.15), uzun yapraklı geven (*Astragalus longifolius*), geven (*Astragalus maximus*), korungamsı geven (*Astragalus onobrychis*), Karadeniz geveni-laz geveni (*Astragalus ponticus*) (Fotoğraf 6.16), susuz geven (*Astragalus xerophilus*), yayık geven (*Astragalus vulnerariae*), çayır üçgülü (*Trifolium pratense*); ballıbabagillerden (Sarıçiçekli mayasıl otu (*Ajuga chamaepitys*), mavi kedi nanesi (*Nepeta concolor*), Kaside-Doğu salyangoz otu (*Scutellaria orientalis*), Karabaş otu (*Stachys annua*), mor çiçekli karabaş otu (*Stachys lavandulifolia*), yer meşesi-bodur meşe (*Teucrium chamaedrys*), tüylü kekik (*Thymus pubescens*), kır nanesi (*Ziziphora clinopodioides*); kuzukulağıgillerden dağ çobandeğneği (*Polygonum alpinum*), çayır çobandeğneği-kurtpençesi (*Polygonum bistorta*), madımak-çobandeğneği (*Polygonum cognatum*), küçük kuzukulağı (*Rumex acetosella*), dağ kuzukulağı-dağ pazısı (*Rumex alpinus*), evelik (*Rumex ponticus*), ekşikulak (*Rumex scutatus*), yumrulu kuzukulağı (*Rumex tuberosus*); turpgillerden taş çantası (*Aethionema speciosum*), köşeli zarife otu (*Erysimum sintenisianum*), tarla çobandağarcığı (*Thlaspi arvense*), çobandağarcığı (*Thlaspi huetii*), kulakçıklı çobandağarcığı (*Thlaspi perfoliatum*) ve kökboyasıgillerden gül belum otu (*Asperula affinis*), çöp belum otu (*Asperula gracilis*), mor belum otu (*Asperula lilaciflora*), kırım güzeli (*Cruciata taurica*), yarı çalı yoğurt otu (*Galium incanum*)'dur (Zengin, 1993: 45-48).

Antropojen dağ step kuşağında yukarıdaki türler dışında zambakgillerden yabani sarımsak (*Allium armenum*), yayla körmeni (*Allium szovitsii*); hodangillerden ak emcek (*Onosma sieheana*); çan çiçeğigillerden topbaş çan çiçeği (*Campanula glomerata*);

kazayağıgillerden kazayağı-it üzümü (*Chenopodium foliosum*); centiyangillerden yeşilken (*Gentiana cruciata*), gentiye (*Gentiana verna*); turnagagasıgillerden dönbaba-acı turnagagası (*Erodium absinthoides*); ketengillerden yabani keten-soluk keten (*Linum bienne*); ebegümecigillerden ebegümeci (*Malva neglecta*); gelincikgillerden börek otu (*Papaver postii*); parnassiaceae familyasından yürek yaprağı (*Parnassia palustris*); sinirliotgillerden orta yapraklı sinirotu (*Plantago media*); dişotugillerden çobanyastığı-sert kar dikeni (*Acantholimon acerosum*), kirpi otu (*Acantholimon calvertii*); çuhaçiçeğigillerden dağ arıncası (*Androsace armeniaca*); düğünçiçeğigillerden hezeran (*Delphinium linearilobum*), şellebung (*Ranunculus brachylobus*), hoş kebikeç (*Ranunculus dissectus*); gülgillerden yili keltat (*Alchemilla crinita*), çayır keltatı (*Alchemilla ellenbergiana*), al şebnemli (*Alchemilla erythropoda*); sıracaotugillerden kafkas bit otu (*Pedicularis caucasica*), şark mavişi (*Veronica armena*) (Fotoğraf 6.17); maydonozgillerden tavşancıl otu (*Heraclum pastiracifolium*) ve menekşegillerden altay menekşesi (*Viola altaica*) gibi türler de bulunmaktadır (Zengin, 1993: 45-48). Tablo 6.2'de bu kuşakta yer alan bazı türler hakkında bilgiler verilmiştir.



Fotoğraf 6.12. Kara Tepe (1934 m) güneybatısında deve dikeni (*Cardus nutans*).

Tablo 6.2. Palandöken Dağları'ndaki antropojen dağ step formasyonunu temsil eden bazı türlerin ait oldukları familyalar ve bu türlerin özellikleri[17].

Latince Adı	Türkçe Adı	Familyası	Başlıca Özellikler
Acantholimon acerosum	Sert kar dikeni, Çobanyastığı	Plumbaginaceae	Çok yıllık, çalımsı formdadır. Volkanik kaya yamaçları, kumlu ve kalkerli topraklar, kıraç meralarda yayılış gösterir. İstilacı grubunda yer alır.
Aethionema speciosum	Taş çantası	Brassicaceae	Çok yıllık, tabanda odunsu ve 25-40 cm boyunda yem değeri taşımayan bir türdür. Yaprakları orta büyüklükte ve etlimsidir. Çiçek rengi pembedir. İstilacı türlerdendir.
Agropyron cristatum	Adi otlak ayrığı	Poaceae	Çok yıllık yumak formlu bitki, soğuk ve kıraç alanlarda yaygındır. Yem kalitesi iyi olan bu bitki, yüksek rakımlı alanlarda güneşli yamaçlarda bulunur. Ot üretimi ve yapay mera tesisinde kullanılabilir. İnce saplı olan bitkide bir yumakta çok fazla kardeş meydana gelir. Gövde tabanda dirseklidir. Azalıcılar grubunda değerlendirilen bitki 40-100 cm boylanabilir.
Agrostis stolonifera	Sülüklü tavus otu	Poaceae	Çok yıllık stolonlu bir bitkidir. Nemli çayırlarda ve ıslak alanlarda, durgun akarsu yataklarında yetişmektedir. 30-120 cm boylanabilen bitki, yüksek rakıma iyi uyum sağlar. Bol yapraklıdır. Gövde tabanda belirgin dirseklidir.
Ajuga chamaepitys	Sarıçiçekli mayasıl otu	Lamiaceae	Çok veya tek yıllık, 10-15 cm boylanabilen bir bitkidir. Yatık gövdeli veya eğik tırmanışlıdır. Çiçek rengi sarıdır. Yem değeri yoktur. Taşlı yamaçlarda, meralarda, tarla kenarlarında rastlanır. İstilacı karakterdedir.
Allium armenum	Yabani sarımsak	Liliaceae	Çok yıllık soğanlı bir bitkidir. Bitki 40 cm kadar uzayabilir. Seyrek çiçek topluluğuna sahip, ince ve narin yapılı bir bitkidir. Yüksek rakımlı alanlarda, kurak yerlerde yayılış gösterir. Yem değeri taşımayan bitki istilacılar sınıfında yer alır.
Alopecurus arundinaceus	Kamışsı tilkikuyruğu	Poaceae	Çok yıllık, rizom meydana getiren bitki, ilkbaharda erken gelişir. Islak çayırlarda, su kenarlarında, bol su alan yerlerde yetişir. 20-120 cm boylanabilen bitki 3000 m rakıma kadar çıkabilmektedir. Rizomla kolayca yayılan bitkide, fırçaya benzer çiçek aksamı bulunur. Yem değeri iyidir. Azalıcılar grubunda yer almaktadır.
Alopecurus aucheri	Kaba tilkikuyruğu	Poaceae	Çok yıllık, yumak meydana getiren bitki, aynı zamanda rizom meydana getirmektedir. Yüksek rakımlı alanlarda yetişir. Sert yapraklıdır. 20-60 cm kadar boylanabilir. Kısa koni şeklinde çiçek aksam vardır ve yapraklarının çoğu kök boğazından çıkar. Yem değeri zayıftır. Çoğalıcılar grubunda yer almaktadır.
Anthemis cretica	Dağ papatyası	Asteraceae	Ülkemizdeki yaygın papatya türlerinden biridir. Kayalıklarda ve dağ eteklerinde, 300-2000 m rakımlar arasında yetişmektedir. 10-30 cm boylanır. Yem değeri düşük, istilacı türlerdendir.
Artemisia santonicum	Deniz yavşanı, Kokulu yavşan	Asteraceae	Yarı çalımsı, çok yıllık, dik gövdeli, dallı, 60 cm veya daha uzun, üst kısmı yoğun beyaz tüylü bitkilerdir. Yapraklar 2-3 adet tüysü derin parçalı, şeritsi-dikdörtgenimsidir. Çiçek rengi sarımsıdır. Tuzlu alanlarda yetişir. İstilacı türlerdendir.
Astragalus alyssoides	Alaca geven	Fabaceae	Çok yıllıktır ve otsu yapı gösterir. Dikenimsi sert yaprakları toprak yüzeyinde kümelenmiştir. Çiçekleri beyaz renkli olup, uzun bir sap üzerinde salkım oluştururlar. Yem değeri yoktur. İstilacı türlerdendir.
Astragalus lagurus	Tüy başlı geven	Fabaceae	Yastık formunda, çok yıllık 25-40 cm boylanan bir geven türüdür. Yüksek rakımlı meralarda yetişir. Uzun saplar üzerinde oluşan fırça şeklindeki çiçek topluluğu ile tanınır. Dikenli olduğundan yem değeri yoktur. İstilacılar grubunda yer alır.
Astragalus longifolius	Uzun yapraklı geven	Fabaceae	Kıraç meralarda yetişen dikenli ve yem değeri olmayan gevenlerden birisidir. Çok yıllık ve çalımsı özelliğe sahiptir. Yaprakları nispeten geniş ve uzun olup, uçlarında sert bir diken bulunur. İstilacı türlerdendir.
Astragalu onobrychis	Korungamsı geven	Fabaceae	Ülkemizin birçok yerinde görülen dikensiz gevenlerden biridir. İsminden de anlaşıldığı gibi korungaya benzeyen çiçek ve yaprak yapısına sahiptir. 1000-2400 m rakımlar arasında, taşlık yamaçlar ve bozkırlarda görülmektedir. 25-40 cm boyunda, otsu ve çok yıllıktır. Hayvanlar tarafından otlanan çoğalıcı türlerdendir.
Astragalus ponticus	Karadeniz geveni, Laz geveni	Fabaceae	Çok yıllık, 40-100 cm boylanabilen, otsu veya yarı çalımsı bir geven türüdür. Çiçekleri sarı renkli olup sapsız, kömeçler halinde yaprak koltuğundan çıkmaktadır. Zehirli bileşikler taşıdığından yem değeri yoktur. İstilacıdır.

[17] Belirtilen türler Zengin'in (1993) tespitleri ve tarafımızca yapılan arazi çalışmaları esnasında tanımlanmıştır. Türlere ait genel özelliklerin açıklanmasında Serin ve diğ., (2005) tarafından hazırlanan *"Çayır ve Mera Bitkileri Kılavuzu"* ve Serin ve diğ., (2008) tarafından hazırlanan "*Türkiye'nin Çayır ve Mera Bitkileri"* adlı eserlerden yararlanılmıştır.

Tablo 6.2. Palandöken Dağları'ndaki antropojen dağ step formasyonunu temsil eden bazı türlerin ait oldukları familyalar ve bu türlerin özellikleri.

Latince Adı	Türkçe Adı	Familyası	Başlıca Özellikler
Astragalus vulnerariae	Yayık geven	Fabaceae	Çok yıllık olan bitki yatık bir gelişme gösterir. Orman alanları ile kıraç meralarda görülür. Yem değeri yüksek olan bitkide tüylülük gözlenir. İstilacı sınıfındadır.
Bromus variegatus	Alaca brom	Poaceae	Çok yıllık, 30-75 cm boylanabilen gevşek yumaklı bir bitkidir. Kafkaslar ve çevresinde yüksek rakımlı alanlarda yaygındır. Yem değeri iyi olan bitki, azalıcılar grubunda yer almaktadır.
Campanula glomerata	Topbaş çan çiçeği	Campanulaceae	Çok yıllık, dik gelişme gösteren, 30-60 cm boyunda otsu bir bitkidir. Kuru çayırlarda ve meralarda yaygındır. Yem değeri olmayan çoğalıcı türlerdendir. Kömeç oluşturan mavi renkli çiçeklere sahiptir. Verimli topraklarda, güneşli yerlerde, kısmen de gölgelik alanlarda görülür. İstilacılar grubunda yer alır.
Cardus nutans	Deve dikeni	Asteraceae	İki yıllık, kuvvetli kök sistemi ve yükselici bir gövdeye sahiptir. Bitki 5-100 cm boylanır. Gövde oluklu, dalgalı kanatlı veya üzeri dağınık dikenli, dikenler genellikle sert, 1-7 mm uzunluğundadır. Çiçekler mor veya pembe renkli, korolla 23-31 mm uzunluğundadır. Akenler kanatlıdır. Genellikle steplerde, kayaların arasındaki açıklıklarda, ıslak yerlerde, 100-2200 m rakımlarda yetişmektedir. Sürgünleri ve yaprakları dikenli olup, yem değeri yoktur. İstilacı türlerdendir.
Centaurea sessilis	Sapsız peygamber çiçeği	Asteraceae	Çok yıllık, rozet formundadır. Çiçekler sapsız ve sarı renkilidir. Taşlı yamaçlarda rastlanır. İstilacı türlerdendir.
Chenopodium foliosum	Kazayağı, İt üzümü	Chenopodiaceae	Yatık gelişen, bir yıllık, 20-30 cm uzayabilen bir bitkidir. Taşlık alanlarda, meralarda ve terk edilmiş alanlarda yetişir. Hem bitkinin kendisi hem de meyveleri kırmızımsıdır. İstilacı grupta yer almaktadır.
Cirsium cephalotes	Köygöçüreni	Asteraceae	Topuz dikenine benzeyen çok yıllık bir köygöçüren türüdür. Farklı olarak topuzları daha dolgun ve etlimsidir. Meralarda ve terk edilen tarım alanlarında görülmektedir. Yem değeri olmayan istilacı gruptandır.
Cirsium echinus	Köygöçüreni	Asteraceae	İki yıllık ömür uzunluğuna sahip olan bitkide hem çiçek tablası hem de yapraklardaki çıkıntıların uç kısımları dikenlidir. Çiçek rengi beyaz-pembe arasında değişir. Meralarda, yol kenarlarında ve taşlık alanlarda t-rastlanılan bitki, istilacılar sınıfında yer almaktadır.
Cruciata taurica	Kırımgüzeli	Rubiaceae	Çok yıllık, 20-40 cm boylanan, yastık formunda, sarımsı-yeşil yapraklı, sarıçiçekli bir bitkidir. 300-3300 m yükseklerdeki çalılık, kayalık, kıraç meralar ve kumlu tınlı topraklarda yayılış gösteririr. İstilacı bir türdür.
Delphinium linearilobum	Hezeran	Ranunculaceae	Alpin çayırlarda ve kaya aralarında yetişen uzun boylu ve geniş yapraklı çok yıllık, otsu bir bitkidir. Yapraklar dipte toplanmış olup el şeklinde parçalıdır. Çiçekleri mor renklidir. Alkoloid bakımından zengin olup zehirli ve istilacı türlerdendir.
Deschampsia caespitosa	Çayır timsah otu	Poaceae	Çok yıllık, yumak meydana getiren bitki 50-100 cm boylanabilir. Dip kısmında bol yapraklı olmasına rağmen saplar üzerindeki yaprak sayısı azdır. Yapraklar dar, kısa ve kaba yapılıdır. Merada suyu bol olan yerlerde, bataklık kenarlarında yetişir. Yüksek rakımlı alanlarda yaygındır. Otu lezzetsizdir. Çoğalıcılar grubunda yer almaktadır.
Dianthus masmenaeus	Yabani karanfil	Caryophyllaceae	Çok yıllık ve otsudur. Gövdeler tabanda dallanır ve 20-40 cm boylanır. Çiçek rengi pembe, kırmızımsıdır. Hayvanlar tarafından az miktarda otlanır, çoğalıcılardan kabul edilir.
Dianthus multicaulis	Çok saplı karanfil	Caryophyllaceae	Çok yıllık, 30-40 cm boyunda otsu bir türdür. Kök boğazından çok sayıda çiçek sapı çıkartması belirgin özelliğidir. Kayalık alanlarda ve ağaçlıklarda yetişir. Yem değeri olmayan çoğalıcı türlerdendir.
Erodium absinthoides	Dönbaba, Acı turnagagası	Geraniaceae	Çok yıllık ve yastık formundadır. Grimsi parçalı yapraklara sahiptir. Yüksek rakıma uyum sağlayan bitki yatık gelişir. Çiçekleri mor renklidir. Bitki 5-10 cm boylanabilir. Yem değeri yoktur. İstilacı grupta yer alır.
Erysimum sintenisianum	Köşeli zarife otu	Brassicaceae	Küçük yapılı (5-15 cm), çok yıllık ve otsu bir türdür. Bozkır arazilerde 1300 m'den 4300 m'ye kadar yayılış gösterir. Çiçekleri parlak sarı renklidir. Yem değeri taşımaz. İstilacı kabul edilir.
Galium incanum	Yarı çalı yoğurt otu	Runiaceae	Otsu-yarı çalımsı bitki olup, çok yıllıktır. Çiçek rengi beyaz ya da pembemsi mor-yeşile kadar değişmektedir. Geniş bir yayılış alanına sahip bitkiye, orta ve yüksek rakımlarda, kalkerli kayalıklar, molozlar, mera ve çayırlar ile orman açıklıklarında rastlanmaktadır. Yem değeri çok düşüktür. İstilacılar grubunda yer alır.

Tablo 6.2. Palandöken Dağları'ndaki antropojen dağ step formasyonunu temsil eden bazı türlerin ait oldukları familyalar ve bu türlerin özellikleri.

Latince Adı	Türkçe Adı	Familyası	Başlıca Özellikler
Gentiana verna	Gentiye	Gentianaceae	Çok yıllık olan bitki 15 cm kadar boylanabilmektedir. Yüksek rakımlı alanlarda rastlanılan bitki, merkezi beyaz ve taç yaprakları belirgin mavi veya lacivert renkli çiçeklere sahiptir. Yem değeri olmayan bitki istilacı sınıfında yer alır.
Helichrysum plicatum	Yayla çiçeği, Katlı sarıçiçek, Bozoğlan	Asteraceae	Gövde yeşil, yapraklar yapışkanlı, sadece kenarlarda yünsü, 20-40 cm boyda bir bitkidir. Çiçekler sarı veya krem renklidir. Kıraç meralara iyi adapte olmuştur. İyi bir süs bitkisidir. İstilacı türlerdendir.
Helictotrichon pratense	Çayır parlak yulafı	Poaceae	Yumaklı, çok yıllık, 30-80 cm boylanabilen bir bitkidir. Gövde dip kısmında belirgin dirseklidir. Tüysüz yapraklıdır ve gövde ile karyopsisin sırtından dirsekli kılçık çıkmaktadır. Orta ve yüksek rakımlı alanlarda, ıslak olmamak şartı ile değişik toprak tiplerinde yetişebilir. Azalıcı olarak ele alınır.
Malva neglecta	Ebegümeci	Malvaceae	Bir veya iki yıllık, 40-70 cm boylanabilen, dik veya yarı yatık otsu bitkidir. Bozkırlarda, yol kenarlarında, tarla kenarlarında, terk edilmiş alanlarda yetişir. Yem değeri ortadır. Taze yaprakları sebze olarak tüketilmektedir. İstilacı bir bitkidir.
Minuartia juniperina	Kuru ot	Caryophyllaceae	5-25 cm boyunda yumak oluşturan bir bitkidir. Çiçekleri dal uçlarında 3-12'li kümeler halinde bulunur. Genellikle dağlık alanlarda ve kayalık yerlerde görülür. Çok yıllık, otsu bir türdür. Haziran-temmuz arası çiçeklenir. 2700 m'ye kadar yayılış gösterir. Sarıçiçeklidir. Bitki istilacı sınıfında yer almaktadır.
Nepeta concolor	Mavi kedi nanesi	Lamiaceae	Çok yıllık, gövdeler dik veya eğik tırmanışlı, 10-70 cm boyunda, tüysüz veya çok kısa seyrek yumuşak tüylüdür. Çiçek menekşe veya mavi renktedir. Kayalık alanlarda, terk edilmiş alanlarda ve zayıf meralarda yayılış gösterir. İstilacı bir bitkidir.
Pedicularis caucasica	Kafkas bit otu	Scrophulariaceae	Çok yıllık, 5-20 cm boylanabilen bitki eğrelti otu yaprağına benzeyen yapraklara sahiptir. Çiçek sapı kısadır ve 5-20 adet sarı-beyaz çiçek taşır. Yüksek rakımlı meralarda yaygındır. Zehirli olan bitki, istilacı sınıfta yer alır.
Phleum montanum	Dağ kelpkuyruğu	Poaceae	Çok yıllık, 10-95 cm boylanabilen, seyrek yumak meydana getiren bir bitkidir. Kayalıklarda bulunurlar. Yem değeri iyi olan bu bitki azalıcılar grubunda yer alır.
Phleum pratense	Çayır kelpkuyruğu	Poaceae	Çok yıllık, yumak meydana getiren 40-120 cm boylanabilen bir bitkidir. Kökün gövdeyle birleştiği yerde bir şişkinlik bulunmaktadır. Silindir şeklinde çiçek topluluğuna sahiptir. Nemli alanlarda ve çayırlarda yaygın olan bu bitki azalıcılar grubunda yer almaktadır.
Pilosella echioides	Sarı atmaca otu	Asteraceae	Gövdeleri 25-110 cm uzayabilen, çiçekleri sarı renkli bir bitkidir. Stolon oluşturmaz. Daha çok meralarda yayılış gösterir. İstilacı türlerdendir.
Pilosella hoppeana	Orman atmaca otu	Asteraceae	Çok yıllık otsu bir bitki olup, 20-30 cm boylanır. Çiçek rengi sarıdır. Geniş bir yayılış alanına sahip olan bitki çayırlar, meşe, çam ormanı açıklıkları, kayalık-taşlık alanlar ve çalılıklarda bulunur. Yem değeri düşüktür. İstilacılar grubunda yer almaktadır.
Plantago media	Orta yapraklı sinir otu	Plantaginaceae	Çok yıllık, birkaç taban yapraklıdır. Yapraklar eliptik-oval, kenarları düz, 3-7 damarlı, bölmeli ve tüylüdür. Korolla lopları parlak, beyaz-şeffaf, mızraksı- oval, tüp kısmı soluk kahverengidir. Anterler leylak, mor veya beyaz renktedir. Haziran-ağustos aylarında çiçeklenir. Dağlar, stepler, kuru çimenlerde, 1600-2300 m yüksekliklerde bulunur. Yem değeri orta seviyede olup, çoğalıcı türlerdendir.
Poa alpina	Yayla salkım otu	Poaceae	Yumak meydana getiren, çok yıllık, 5-40 cm boylanabilen bir bitkidir. Yaprak ayası kısa ve genişçedir. Poa cinsinin karakteristiği olan yaprak ayasının uç kısmı kayık şeklinde yukarı kavis yapar. Kurak ve yarı kurak alanlardaki yüksek rakımlı meralarda yaygındır. Yem değeri olan bitki çoğalıcılar grubunda yer almaktadır.
Poa longifolia	Uzun yapraklı salkım otu	Poceae	Çok yıllık, rizomlu, 30-100 cm boylanan bir bitkidir. Çayır salkım otuna benzer, fakat iri yapılıdır ve salkım kahverengimsi, kırmızımsı veya yeşil olabilir. Yüksek rakımlı meralarda suyun kısmen bol olduğu yerlerde yaygındır. Yem değeri iyi olan bitki azalıcı olarak değerlendirilir.
Poa trivialis	Adi salkım otu	Poaceae	Çok yıllık, 20-100 cm boylanabilen yumak formlu bir bitkidir. Kök boğazında toplanan yapraklar küçük ve dardır. Saplar yumakta seyrek dizilir. Meralarda güneşli yamaçlarda yaygındır. İlkbaharda erkenden kuruyan bitkide yem kalitesi orta olup, çoğalıcı olarak dikkate alınır.

Tablo 6.2. Palandöken Dağları'ndaki antropojen dağ step formasyonunu temsil eden bazı türlerin ait oldukları familyalar ve bu türlerin özellikleri.

Latince Adı	Türkçe Adı	Familyası	Başlıca Özellikler
Polygonum alpinum	Dağ çobandeğneği, Söğüt otu	Polygonaceae	Çok yıllık otsu bir türdür. Beyaz veya yeşilimsi çiçek açar. Çayır ve meralarda, taşlı alanlarda yetişir. 30-100 cm boylanır. Su kenarlarında yetiştiği için ekşimsi bir tada sahip olup, yem değeri düşüktür. İstilacılar sınıfında yer alır.
Polygonum bistorta	Çayır çobandeğneği, Kurtpençesi	Polygonaceae	Dik olarak 20-60 cm boylanabilen odunsu rizomlara sahip, çok yıllık bir türdür. Sulak dağ çayırlarında ve güneşli-nemli yamaçlarda orta ve yüksek rakımlarda yaygınlık gösterir. Gül kırmızısı renginde, başak şeklinde çiçek topluluğu oluşturur. Yem değeri düşüktür. İstilacı bir bitkidir.
Polygonum cognatum	Madımak, Çobandeğneği, Kuşekmeği	Polygonaceae	Yol kenarlarında, taşlı yamaçlarda, aşınmış yerlerde, 750-3000 m arasında yayılış gösteren çok yıllık bir türdür. Doğu Anadolu'da çok yaygın türlerden birisidir. Yatık geliştiği ve rizom oluşturduğu için çiğnenmeye dayanıklıdır. Sebze olarak kullanılır. Yem değeri ortadır. İstilacı bir türdür.
Psathyrostachys fragilis	Çok yıllık tüylü çavdar	Poaceae	Çok yıllık, yumak oluşturan, 10-60 cm boylanabilen bir bitkidir. Çiçek aksamı arpa başağını andırır. Taşlık ve kurak alanlarda yetişmektedir. Otlatma açısından fazla önem taşımaz. Çoğalıcı olarak dikkate alınır.
Rumex acetosella	Küçük kuzukulağı	Polygonaceae	Çok yıllık, dik gelişen, 10-20 cm boyunda bir türdür. İşlenmiş ve terk edilmiş alanlarda ve nemli habitatlarda yetişir. Kumsal çayırların yaygın bitkilerindendir. Oksalat birikiminden dolayı ekşimi tada sahiptir. Ayrıca nitrat birikimi de yüksektir. Yem değeri yoktur. İstilacılar grubunda yer almaktadır.
Rumex alpinus	Dağ kuzukulağı, Dağ pazısı	Polygonaceae	Çok yıllık, dik olarak 30-100 cm boyunda, gövdeleri tüylü ve yem değeri olmayan bir türdür. Yamaçlarda ve eğimli alanlarda yüksek rakımda yetişir. İstilacı olarak sınıflandırılır.
Rumex ponticus	Evelik	Polygonaceae	1500-3000 m rakımlar arasında yetişen, yamaçlar ve çayırlarda görülen çok yıllık bir türdür. Türkşye'nin endemik bitkilerinden birisidir. Çok fazla boylanmaz. Bitkinin büyük bir bölümü yeşil renkli çiçek salkımları oluşturur. Yem değeri çok düşüktür. İstilacılardandır.
Rumex scutatus	Ekşikulak	Polygonaceae	50 cm kadar boylanabilen dik, yarı yatık gelişen çok yıllık bir türdür. Çok fazla dallanması ile dikkat çeker. Dere kenarları, terk edilmiş alanlar, kumlu ve nemli topraklarda ve toprak materyalinin hareketli olduğu yamaçlarda yaygınlık gösterir. Yem değeri yoktur. İstilacılar sınıfında yer alır.
Rumex tuberosus	Yumrulu kuzukulağı	Polygonaceae	Çok yıllık olup, 10-60 cm kadar boylanabilmektedir. Terk edilmiş alanlar, çayırlar, kültüre alınan alanlar, çalılık ve ormanlarda rastlanan bitkinin yem değeri ortadır. İstilacılar grubunda yer almaktadır.
Scorzonera cana	Yatık karakök	Asteraceae	Çok yıllık, yarı yatık formda, 5-60 cm boylanır. Silindirik köke sahiptir. Çiçek rengi sarıdır. Hayvanlar tarafından sevilerek yenir. Mera ve çayırlarda, kayalık yamaçlarda rastlanır. İstilacı türlerdendir.
Scutellaria orientalis	Kaside, Doğu salyangoz otu	Lamiaceae	Çok yıllık, otsu, gövde 5-45 cm boyunda, belli belirsiz dört köşelidir. Çiçekler genellikle sarı, bazen kırmızımsı lekeli veya morumsu, tüylü veya değildir. Meralarda, güneşli yamaçlarda yayılış gösterir. Otlanabilen bitki, istilacı olarak ele alınır.
Silene alba	Gıcıme, Ak yapışkan otu	Caryophyllaceae	İki veya çok yıllık otsu bir türdür. Bitki 30-80 cm boylanabilir. Dip kısmı vazo şeklinde olan çiçekler beyaz taç ve yapraklara sahiptir. Meralarda yaygındır. Hayvanlar severek tüketmez. İstilacı olarak sınıflandırılır.
Silene spergulifolia	Yastıklı yapışkan otu	Caryophyllaceae	Çok yıllık, gövdeleri dik ya da yükselici, 10-50 cm uzunluğundadır. Yaprakları şeritsi olanlardan oblong olanlara kadar değişmekte olup, üzerleri kabartılıdır. Çiçek durumu gevşek bileşik salkımlıdır. Kaliks 3-5 mm, çok kısa basit ve genellikle salgı tüylerine sahiptir. Taç yapraklar, beyaz olanlardan yeşilimsi sarı olanlara kadar değişir. Kapsül yumurtamsı, kaliksin içinde saklı kalır. Mayıs-temmuz aylarında çiçeklenir. Çakıllı yerler, taşlı yamaçlar ve steplerde, 800-3100 m rakımlarda yetişir. Yem değeri zayıf olup, istilacı türlerdendir.
Stachys annua	Karabaş otu	Lamiaceae	Bir, iki veya çok yıllık bir türdür. Bitki 50 cm kadar boylanabilmektedir. Yaprak bariz damarlı ve kenarları dişlimsidir. Yaprakların dip kısmında brakte benzeri yapraklar vardır. Meralarda, yol kenarlarında ve terk edilmiş tarım alanlarında rastlanılan bitki, yem değeri taşımadığı için istilacı sınıfta değerlendirilir.

Tablo 6.2. Palandöken Dağları'ndaki antropojen dağ step formasyonunu temsil eden bazı türlerin ait oldukları familyalar ve bu türlerin özellikleri.

Latince Adı	Türkçe Adı	Familyası	Başlıca Özellikler
Stachys lavandulifolia	Mor çiçekli karabaş otu	Lamiaceae	Sürgünlerinin tabanda rozet oluşturduğu, yarı çalımsı çok yıllık bir bitkidir. Çiçekli gövdelerçok sayıda olup, 10-30 cm boyundadır. Meralarda ve güneşli yamaçlarda, kuru şevlerde yayılış gösterir. İstilacı karakterdedir.
Tanacetum aucheranum	Koyun çiçeği	Asteraceae	Çok yıllık olan bitki 60 cm kadar boylanabilmektedir. Tabla içindeki çiçekler sarıdır. Tabla etrafı bir sıra beyaz kısır çiçek ile çevrilidir. Yaprak derin dilimli ve dilimler üzeri dişlidir. Yaprak yüzeyi yoğun tüylüdür. Meralarda rastlanılan bitki istilacılar sınıfında yer almaktadır.
Tanacetum balsamita	Şifalı solucan otu	Asteraceae	35-80 cm boyunda, rizomlu ve çok yıllıktır. Çiçek tablasının dış çevresindeki çiçekler beyaz, ortadakiler sarıdır. Mera ve nemli yerlerde rastlanır. Çiçekli dalları safra kesesi taşlarını düşürücü olarak kullanılır. İstilacı türlerdendir.
Teucrium chamaedrys	Yer meşesi, Bodur meşe, Kısa mahmut	Lamiaceae	Çok yıllık, yarı çalımsı, yaklaşık 5-50 cm boylanır. Orman açıklıkları, sarp kayalıklar, yamaçlar ve kıraç meralarda yayılış gösterir. Severek otlanılan çoğalıcı türlerdendir.
Thlaspi arvense	Tarla çobandağarcığı	Brassicaceae	Dik olarak 30-75 cm boylanan, tüylü ve otsu bir türdür. Boş arazilerde, meralarda, bozulmuş topraklarda ve yol kenarlarında görülür. Çiçek rengi beyazdır. Meyveleri çıngırağa benzer. Meralardaki istilacı türlerdendir.
Thlaspi huetii	Çobandağarcığı	Brassicaceae	Boş arazilerde yetişen tek yıllık otsu bir türdür. 20-30 cm kadar boylanır. Yapraklar altta çok parçalı, üstte ise tek parçalıdır. Çiçek rengi sarı olup yem değeri yoktur. İstilacı kabul edilir.
Thlaspi perfoliatum	Kulakçıklı çobandağarcığı	Brassicaceae	Terk edilmiş alanlarda, yol kenarlarında ve bozulmuş meralarda yetişebilmektedir. Tek yıllık, 20-70 cm boylanabilen bir türdür. Erken ilkbaharda çiçek açmaktadır. Yem değeri yoktur. İstilacılar sınıfındadır.
Thymus pubescens	Tüylü kekik	Lamiaceae	2-10 cm boyunda, kısa çalı görünümündedir. Yapraklar 5-10 mm uzunlukta, yumurtamsı-mızraksı, sivri uçlu, çiçek rengi leylak veya pembedir. Yazın çiçek açar. Kurak meralarda, açık kayalık alanlarda yayılış gösterir. İstilacı karakterdedir.
Trifolium pratense	Çayır üçgülü	Fabaceae	Çok yıllık bir bitkidir. Dik gelişme gösteren bitki 50-80 cm kadar boylanır. Yaprakçıklar yumurta şeklinde ve kenarları düzdür. Yaprakçıklar üzerinde yarım ay şeklinde beyazdan kahverengine kadar değişen renklerde bir leke vardır. Kulakçıklar büyük ve kırmızı damarlıdır. Çiçek topluluğu kömeç ve uçsaldır. Bol yapraklıdır. Ot verimi ve beslenme değeri yüksektir. Azalıcı bir türdür.
Viola altaica	Altay menekşesi	Violaceae	Çok yıllık, 5-25 cm boylanabilen bir türdür. Dipte kuzukulağı şeklinde seyrek yaprakları vardır. Mor ve değişik renkli, iri, gösterişli çiçekleri bulunur. Yüksek rakımlı meralarda ve yol kenarlarında nemli yerlerde yaygındır. İstilacı olarak kabul edilir.
Ziziphora clinopodioides	Kır nanesi	Lamiaceae	Yarı çalımsı, genellikle hasır şeklinde çok yıllık, gövdeleri yatık veya dik, çok dallı, 30 cm'ye kadar boylanır. Yaprakların şekli ve büyüklüğü çok değişmekte, şeritsi-mızraksı, ovat-oblong, nadiren az çok yuvarlak, tüysüz veya tüylü olabilmektedir. Korolla tüpsü, leylak veya soluk leylak renginde, temmuz-eylül aylarında çiçeklenir. Taşlı yamaçlar, stepler, çakıllı yerlerde, 760-4100 m rakımlarda bulunur. Yem değeri düşük olup, istilacı türlerdendir.

Yukarıda adı geçen antropojen dağ step formasyonuna ait türler içerisinde altı endemik tür bulunmaktadır. Bu türler yayık geven (*Astragalus vulnerariae*), mavi kedi nanesi (Nepata concolor), evelik (*Rumex ponticus*), köşeli zarife otu (*Erysimum sintenisianum*) ve yabani sarımsak (*Allium armenum*)'tır.



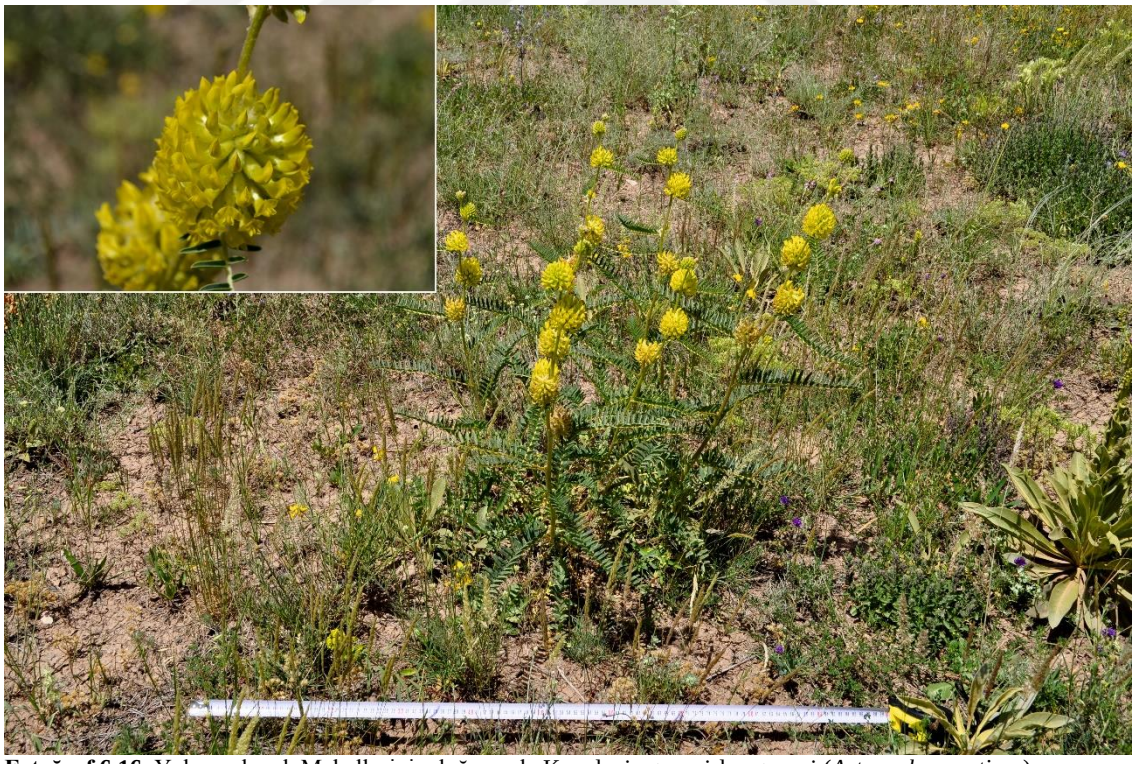
Fotoğraf 6.13. Çat ilçesi kuzeyinde yayla çiçeği-katlı sarıçiçek-bozoğlan (*Helichrysum plicatum*).



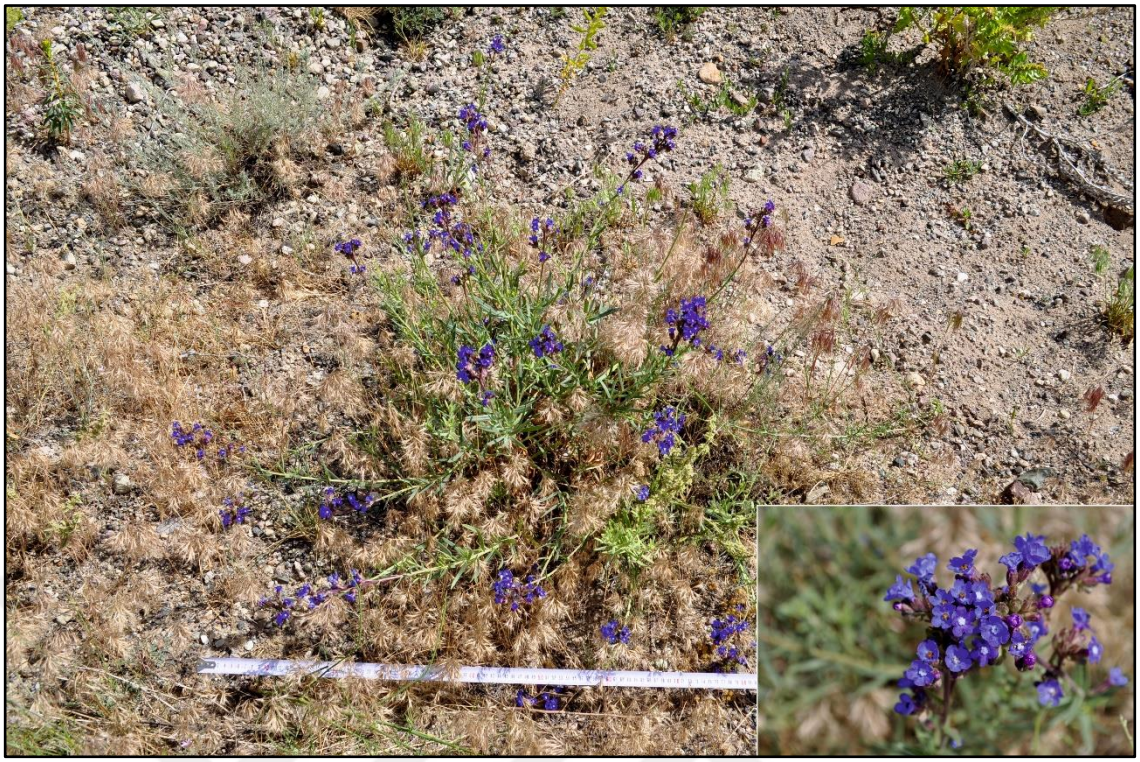
Fotoğraf 6.14. Yarmak Mahallesinin, güneydoğusunda alaca geven (*Astragalus alyssoides*).



Fotoğraf 6.15. Bulkasım Mahallesi'nin kuzeydoğusunda tüy başlı geven (*Astragalus lagurus*).



Fotoğraf 6.16. Yukarıçakmak Mahallesinin doğusunda Karadeniz geveni-laz geveni (*Astragalus ponticus*).



Fotoğraf 6.17. Kara Tepe'nin (1940 m) güneybatısındaki döküntüler üzerinde tutunmuş şark mavişi (*Veronica armena*).

6.2.1.3. Subalpin ve Alpin Formasyon Alanı

Palandöken Dağları'nda karasallığın etkisine bağlı olarak 2500 m'den yüksek alanlarda Subalpin ve Alpin bitki türleri yayılış göstermektedir. Bu yükselti kademesinde haziran ayından itibaren kar örtüsü kalkmaya başlamaktadır. Kar örtüsünün kalkması ile birlikte yeşillenmeye başlayan bu sahada haziran ayı sonu temmuz ayı başından itibaren subalpin ve alpin türler çiçek açmaya başlamaktadır. Subalpin ve alpin formasyonları alanı, yaylacılık şeklinde hayvanların yoğun olarak otlatıldığı alanlardır.

Araştırma sahasında 2500 m'nin üzerinde bulunan subalpin ve alpin formasyonlarındaki başlıca türler çobanyastığı-kirpi otu-kar dikeni (*Acantholimon caryophyllaceum*), beyaz civanperçemi-binbir yaprak (*Achillea millefolium*), sürünücü mayasıl otu (*Ajuga reptans*), duvar kuduz otu (*Alyssum murale*), dağ lalesi-manisa lalesi (*Anemone albana*), rüzgârgülü-anemon (*Anemone narcissiflora*), tüylü sandal otu (*Androsace villosa*) (Fotoğraf 6.18), boyacı papatyası-sarıpapatya (*Anthemis tinctoria*) (Fotoğraf 6.19), tere (*Arabis caucasica*), ak kum otu (*Arenaria gypsophiloides*), yapışkan ot (*Asperula glomerata*), bukleli orman leylağı (*Asperula laxiflora*), doğu yapışkan otu (*Asperula orientalis*), yıldız patı-yıldız çiçeği (*Aster alpinus*), lilpar

(*Caltha palustris*), çan çiçeği (*Campanula aucheri*), çan çiçeği (*Campanula ptarmicifolia*) (Fotoğraf 6.20), çan çiçeği (*Campanula stevenii*), gökçe çan çiçeği (*Campanula tridentata*) (Fotoğraf 6.21), peygamber çiçeği (*Centaurea pulcherrima*), dağ hıyarı (*Cerastium gnaphalodes*), balonlu patarıkotu (*Coluteocarpus vesicaria*), dağ muşmulası (*Cotoneaster nummularia*) (Fotoğraf 6.22), çok çiçekli karanfil (*Dianthus floribundus*), sarı kaya çiçeği (*Draba bruniifolia*), kafkas şifa otu (*Erigeron caucasicus*) (Fotoğraf 6.23), kaba zarife (*Erysimum pulchellum*), Palandökenensis (Fotoğraf 6.24), gentiye (*Gentiana verna*), binbir delik otu-adi kuzukıran (*Hypericum elongatum*), kuzukıran (*Hypericum hyssopifolium*), kaba kuzukıran (*Hypericum scabrum*) (Fotoğraf 6.25), dede gülü-müşkülüm (*Jurinella moschus*), beyaz çiçekli ballıbaba (*Lamium album*), keten otu (*Linaria pyramidata*) (Fotoğraf 6.26), unutmabeni (*Myosotis alpestris*) (Fotoğraf 6.27), boynuzlu korunga-dağ çöveni (*Onobrychis cortuna*) (Fotoğraf 6.28), meşkük haşhaşı (*Papaver dubium*), sorguçlu bit otu (*Pedicularis comosa*), arpacık salebi (*Ranunculus ficaria*), kuşburnu-köpek gülü (*Rosa canina*) (Fotoğraf 6.29), mavi çiçekli ada çayı-dadırak-kara ot (*Salvia verticillata*), nasırlı taşkıran (*Saxifraga paniculata*), kaya üzümü (*Sedum rubens*) (Fotoğraf 6.30), *Sempervivum montanum* (Fotoğraf 6.31), ilkbahar kanarya otu (*Senecio vernalis*), çayır aslandişi (*Taraxacum androssovii*), büyük tekesakalı (*Tragopogon dubius*), çakıl bezelyesi (*Vavilovia formosa*), sığırkuyruğu (*Verbascum cheiranthifolium*), doğu farekulağı (*Veronica orientalis*), dağ fiği (*Vicia alpestris*), altay menekşesi (*Viola altaica*)'dir (Atalay, 1994: 240; Irmak, 2008: 83).

Subalpin ve alpin formasyonları alanında bu türler dışında ayrıca geofit bitkilerden kar çiçeği (*Colchicum nivale*), osmanlı orkidesi (*Dactylorhiza osmanica*), kaf lalesi (*Fritillaria caucasica*), düğmeli yıldız (*Gagea bulbifera*), Kafkas süseni (*Iris caucasica*), Sibirya ada soğanı (*Scilla siberica*), akbaldır (*Ornithogalum narbonense*) (Irmak, 2008: 88).

Tablo 6.3. Palandöken Dağları'ndaki subalpin ve alpin formasyonu alanında yer alan türlerin ait oldukları familyalar ve bu türlerin özellikleri[18].

Latince Adı	Türkçe Adı	Familyası	Başlıca Özellikler
Acantholimon caryophyllaceum	Çobanyastığı, Kirpi otu, Kar dikeni	Plumbaginaceae	Çok yıllık, yuvarlak, küme görüntüsünde, 20-40 cm yüksekliğinde, yaz kış yaprağını dökmeyen dikenli bir bitkidir. Uzun saplar üzerinde gösterişli çiçeklere sahiptir. Kurutulduğunda süs bitkisi olarak kullanılır. Yüksek rakımlarda taşlık ve kayalık yamaçlarda, kıraç meralarda yaygınlık gösterir. İstilacı bir bitkidir.
Achillea millefolium	Beyaz civanperçemi, Binbir yaprak	Asteraceae	Çok yıllık, otsu, gövde yünsü seyrek tüylü, 10-100 cm boyda, beyaz çiçeklidir. Nemli alanlarda, dağlık meralarda, orman açıklarında yayılış gösterir. Bitkinin çiçekli toprak üstü kısımları uçucu yağ taşır. İstilacı türlerdendir.
Ajuga reptans	Sürünücü mayasıl otu	Lamiaceae	Çok yıllık, otsu, bitki boyu 10-30 cm arasında değişen bir bitkidir. Nisan-mayıs aylarında çiçeklenir. Meralar yol kenarları, çalılıklar, makilikler ve ormanlık alanlarda yetişmektedir. İstilacılar sınıfında yer almaktadır.
Alyssum murale	Duvar kuduz otu	Brassicaceae	Çok yıllık, 5-10 cm boylanabilen ve yere yapışık olarak büyüyen bir bitkidir. Otsu yapıda, çiçekleri sarı renklidir. Yem değeri yoktur. Bu yönden istilacı olarak sınıflandırılır.
Anemone albana	Dağ lalesi, Manisa lalesi	Ranunculaceae	20 cm kadar boylanabilen rizomlu bir türdür. Mayıs-haziran aylarında çiçeklenir. Çiçekleri çan şeklinde olup, menekşe renklidir ve dış yüzeyi ipeksi tüylüdür. Aşınmış ve volkanik kayalı yüksek rakımlı habitatlarda yayılış göstermektedir. İstilacı bir bitkidir.
Anemone narcissiflora	Rüzgârgülü, Anemon	Ranunculaceae	Çok yıllıktır. Gerçek gövde yoktur. Taban yaprakları elsi 3-5 lopludur. Çiçek durumunu saran yapraklar sapsız, derin lopludur. Çiçek durumu 3-7 çiçekli şemsiye şeklindedir. Haziran-temmuz aylarında çiçeklenir. Çalılıklarda, akarsu yakınlarında, volkanik yamaçlarda, 1800-2250 m'lerde yaygındır. Yem değeri yoktur. İstilacılar grubunda yer almaktadır.
Androsace villosa	Tüylü sandal otu	Primulaceae	Ülkemizin birçok yerinde görülen çok yıllık, otsu ve tüylü bir bitkidir. Taşlı dağ yamaçları ve bozkırlarda yetişmektedir. Çiçeklerin taç yaprakları beyaz, orta kısımları pembe-kırmızıdır. Yem değeri taşımayan bitki, istilacılar grubunda yer almaktadır.
Anthemis tinctoria	Boyacı papatyası, Sarıpapatya	Asteraceae	Çok yıllık, seyrek veya yoğun tüylü, bazen tüysüz, gövde tabana yakın dallanır. Dalların her biri birer başçık taşır. Dilsi çiçeklerin sayısı 20, sarı veya soluk krem rengi, 4-8 mm uzunluğundadır. Tüpsü çiçekler 3-4 mm Akenler 1,7-2 mm uzunluğundadır. Mayıs-eylül aylarında çiçeklenir. Stepler, kalkerli araziler ve çalılıklarda yaygın olup, deniz seviyesinden 2300 m rakıma kadar yetişebilmektedir. Yem değeri yoktur. İstilacı türler arasında yer almaktadır.
Arabis caucasica	Tere	Brassicaceae	Çok yıllık, 5-10 cm boylanabilen bir bitkidir. Sapın dip kısmında rozet şeklinde yaprakları vardır. Sap 5-10 cm uzar ve ucunda beyaz-pembe çiçekler açar. Erkenden kuruyan bitkinin yem değeri yoktur. İstilacı olarak sınıflandırılır.
Arenaria gypsophiloides	Ak kum otu	Caryophyllaceae	Çok yıllık, otsu, 20-50 cm boylanır. Taban yaprakları şeritsi, gövde yaprakları karşılıklıdır. Çiçekler beyaz, çiçek durumu 1-8 çiçekli gevşek salkımlıdır. Çiçekler ve çiçek sapları salgı ve örtü tüylerine sahiptir. Haziran-ağustos aylarında çiçeklenir. Kayalık yerlerde ve çayırlarda yaygındır. 1500-2900 m yüksekliklerde yetişmektedir. Yem değeri düşük olup, çoğalıcılar sınıfı içerisinde yer almaktadır.
Asperula glomerata	Yapışkan ot	Rubiaceae	Taşlık yamaçlar ve kelleşmiş meralarda yetişen çok yıllık otsu türlerdendir. Kazık kökleri ile kurağa dayanıklılığı yüksektir. Bitki boyu 15-20 cm'dir. Yapraklar etlimsi yapıda ince ve uzundur. Çiçekler gösterişsiz, yeşilimsi-sarı renkte kömeç oluşturur. Yem değeri yoktur. İstilacıdır.
Asperula laxiflora	Bukleli orman leylağı	Rubiaceae	Çok yıllık, 20-40 cm boylanabilen bir türdür. Bitki yumak formu görünümündedir. Huni şeklinde beyaz, sarı veya mor çiçeklerin 2-8'i bir noktaya bağlanır. Gövde boğumlarında mızrak şeklinde birden fazla yaprak vardır. Meralarda yaygın olan bitki istilacı özelliktedir.

[18]Belirtilen türler Atalay'ın (1994), Irmak'ın (2008) tespitleri ve tarafımızca yapılan arazi çalışmaları esnasında tanımlanmıştır. Türlere ait genel özelliklerin açıklanmasında Serin ve diğ., (2005) tarafından hazırlanan *"Çayır ve Mera Bitkileri Kılavuzu"* ve Serin ve diğ., (2008) tarafından hazırlanan "*Türkiye'nin Çayır ve Mera Bitkileri"* adlı eserlerden yararlanılmıştır.

Tablo 6.3. Palandöken Dağları'ndaki subalpin ve alpin formasyonu alanında yer alan türlerin ait oldukları familyalar ve bu türlerin özellikleri.

Latince Adı	Türkçe Adı	Familyası	Başlıca Özellikler
Asperula orientalis	Doğu yapışkan otu	Rubiaceae	Tek yıllık ve otsudur. Bitki 15-30 cm boylanır. İlkbahar sonu ve yaz başlarında mavi çiçekler açan aromatik bir bitkidir. Yem değeri yoktur. İstilacıdır.
Aster alpinus	Yıldız patı, Yıldız çiçeği	Asteraceae	Çok yıllık, kalın rizomlu, gövdeler 5-15 cm boyda, beyaz uzun tüylerle kaplıdır. Taban yapraklar kaşık şeklinde, 15-70×5-10 mm, uçları yuvarlağımsı, gövde yaprakları küçüktür. Dilsi çiçekler 10-15×1-3 mm, tüpsü çiçekler 5-6 mm, her iki tip çiçekler mavi veya leylak rengidir. Akenler 2-3 mm, yoğun ipeksi tüylüdür. Haziran-ağustos aylarında çiçeklenir. Kalkerli ve granit kayalar üzerinde ve kenarlarında, 1800-3080 m rakımlarda yetişmektedir. Zehirli değildir. Hayvanlar tarafından yenmektedir. İstilacı türlerdendir.
Campanula aucheri	Çan çiçeği	Campanulaceae	Çok yıllık, rizomlu, küme halinde toprak üstünde yükselen çiçekli sürgünler 1-10 cm, yükselici-dik az çok kısa tüylüdür. Taban yaprakları genellikle şeritsi-mızraksı, 10-30×2-10 mm, kenarları loplu veya dişli, uçları dişlidir. Yaprak ayasından sapa geçiş daralarak, kısa tüylü; gövde yaprakları oldukça az, sapsız, şeritsi-mızraksıdır. Çiçekler tek, terminaldir. Korolla geniş çansı, mavi-menekşe renktedir. Kapsüller 3 kapakla açılır. Taş birikintili yerler, çimenlikler ve alpin yamaçlarda, 1900-4200 m rakımlarda yetişmektedir. Yem değeri yoktur. İstilacılar sınıfındadır.
Campanula ptarmicifolia	Çan çiçeği	Campanulaceae	Çok yıllık, çiçekli gövdeleri dik-yükselici, 10-20 cm, dallanmış, tüysüzdür. Taban yaprakları sağlam, oblong, spatulatan şeritsi-mızraksıya kadar değişir. Çiçekler sapsız, tek veya 2-5'li topluluklar halindedir. Brakteler geniş ovat, tabanı gövdeyi sarar, kenarları sillidir. Korolla dar tüpsü silindirik, 2×1-1,15 cm, 1/3'üne kadar bölünmüş, loplar mızraksı, tüysüz, mavidir. Tohumlar 4×2,2 mm, yumurtamsı, açık kahverengidir. Haziran-temmuz aylarında çiçeklenir. Kireç taşlı yamaçlar, kayalıklar, taş birikintili steplerde 1760-2900 m rakımlarda yetişmektedir. Yem değeri yoktur. İstilacı sınıfındadır.
Campanula stevenii	Çan çiçeği	Campanulaceae	15-25 cm boyunda, çok yıllık, otsu bir bitkidir. Meralarda, taşlı ve çakıllı yamaçlarda yayılış gösterir. Yem değeri yoktur. İstilacı olarak sınıflandırılır.
Campanula tridentata	Gökçe çan çiçeği	Campanulaceae	Çok yıllık, 20 cm kadar boylanabilen bir bitkidir. Bitki dip kısmında sıkı bir rozet oluşturur. Çiçek rengi mavi ve tonları şeklindedir. Yüksek rakımlı alanlarda ve nemli ortamlardan kaya boşluklarına kadar geniş bir alanda yayılış gösterir. Yem değeri taşımayan bitki, istilacılar sınıfında yer almaktadır.
Centaurea pulcherrima	Peygamber çiçeği	Asteraceae	Taban kısımları odunsu, çok yıllık, 10-40 cm, basit veya nadiren 1-3 uzun dallıdır. Bazal ve gövde alt yaprakları saplı, çok farklı şekillerde, dar mızraksı, 1-2 loplu veya büyük mızraksı loplu, loların kenarlarınce dişli veya düz, orta ve üst yapraklar birkaç tane, bunlar sapsız, küçük ve daha ök sayıda olup, bölünmemiştir. Çiçekler pembe-mor renkli, enarları parlaktır. Akenler 6-6,5 mm uzunluktadır. Temmuz-ağustos aylarında çiçeklenir. Taşlı yamaçlarda 1700-3500 m rakımlarda yetişir. Yem değeri yoktur. İstilacı türlerdendir.
Coluteocarpus vesicaria	Balonlu patarıkotu	Brassicaceae	Çok yıllık ve otsu bir bitkidir. Beyaz çiçeklidir. Meyveleri balon gibi şişkindir. Sıkı bir yastık oluşturan bitki 10-30 cm boylanır. Yem değeri yoktur. İstilacı grupta yer almaktadır.
Cotoneaster nummularia	Dağ muşmulası	Rosaceae	3 m kadar boylanabilen, bazen çalı, bazen de ağaç formuna sahiptir. Yaprakları eliptik veya yuvarlak, çiçekler 3-7 çiçek bir arada beyaz renklidir. Sonbaharda portakal renkli meyveleri oluşur. Meyveler nohut tanesinden küçüktür. Yüksek rakımlı alanlarda ve taşlık meralarda yaygındır. Yaprakları küçükbaş hayvanlar tarafından otlanabilir. İstilacılar grubunda yer almaktadır.
Dianthus floribundus	Çok çiçekli karanfil	Caryophyllaceae	Çok yıllık 20-60 cm boylanabilen otsu bir bitkidir. Bitki, su yönünden zengin, taşlık, gölgelik meralarda yaygındır. Dış görünüşü kültür karanfiline bezemektedir. Ancak daha küçük yapılı yaprak, sap ve çiçeklere sahiptir. Yem değeri zayıf olan bitki çoğalıcılar grubunda yer almaktadır.
Draba bruniifolia	Sarı kaya çiçeği	Brassicaceae	Çok yıllık bir bitki olup, çiçeksi gövdeler 1-8 cm boyundadır. Yatık gelişir. Çiçek rengi sarıdır. Yaprakları şerit şeklinde olup, tüylü ve kenarları dişlidir. Geniş bir yayılış alanına sahip olan bitkiye, kıraç dağ meraları, kayalık, taşlık alanlar ve moloz yığınlarında rastlanmaktadır. Yem değeri yoktur. İstilacılar grubunda yer almaktadır.

Tablo 6.3. Palandöken Dağları'ndaki subalpin ve alpin formasyonu alanında yer alan türlerin ait oldukları familyalar ve bu türlerin özellikleri.

Latince Adı	Türkçe Adı	Familyası	Başlıca Özellikler
Erigeron caucasicus	Kafkas şifa otu	Asteraceae	Çok yıllık, seyrek veya yoğun yumuşak tüylü, 5-40 cm boyunda, basit veya yukarıda dallanmış gövdelidir. Çiçekler leylak, pembe veya beyaz renklidir. Kayalık yamaçlarda ve meralarda rastlanmaktadır. İstilacı türlerdendir.
Gentiana verna	Gentiye	Gentianaceae	Çok yıllık olan bitki 15 cm kadar boylanabilmektedir. Yüksek rakımlı alanlarda rastlanılan bitki; merkezi beyaz ve taç yaprakları belirgin mavi veya lacivert renkli çiçeklere sahiptir. Yem değeri olmayan bitki, istilacılar sınıfında yer almaktadır.
Hypericum elongatum	Binbir delik otu, Adi kuzukıran	Clusiaceae	Çok yıllık olan bitki, 10-110 cm arasında boylanmaktadır. Çok gövdelidir. Yaprakları geniş, büyük ve noktalıdır. Geniş bir yayılış alanı gösteren bitkiye meralarda rastlanmaktadır. Yem değeri düşüktür. Hayvanlarda zehirli etkiye sahiptir. İstilacılar grubunda yer almaktadır.
Hypericum hyssopifolium	Kuzukıran	Clusiaceae	Çok yıllık, otsu ve ortalama 30-40 cm boyunda bir bitkidir. Meralarda bulunan zehirli türlerdendir. H. elongatum'a göre dallanması ve çiçekleri daha fazladır. Yem değeri taşımamaktadır. İstilacı tür olarak kabul edilmektedir.
Hypericum scabrum	Kaba kuzukıran	Clusiaceae	Çok yıllık, dağ steplerine iyi uyum sağlayan, 30-50 cm boylanabilen, çalımsı formda bir bitkidir. Meralarda, yol kenarlarında ve taşlık alanlarda yaygındır. Çiçekler uçta bir noktada toplanmaktadır. Bazı hayvanlar için zehirli olan bitki, istilacı grupta yer almaktadır.
Jurinella moschus	Dede gülü, Müşkülüm	Asteraceae	Çok yıllık, 15 cm kadar boylanabilen bodur bir bitkidir. Pembe renkli çiçekleri kokuludur. Taşlık ve açık meralarda, taban meralarda görülen bitkide, çiçek tablası sapsız veya kısa sapla yaprak koltuğuna bağlanmaktadır. Yaprakları küçükbaş hayvanlar tarafından otlanılabilen bitki istilacı tür olarak sınıflanır.
Lamium album	Beyaz çiçekli ballıbaba	Lamiaceae	Çok yıllık, 20-60 cm boylanan otsu bir bitkidir. Mayıs-ağustos ayları arasında çiçeklenmektedir. Ülkemizin hemen hemen her bölgesinde ormanlık alanlarda, çalılıklarda, makiliklerde, kayalık, taşlı, çakıllı kurak yamaçlarda yetişebilmektedir. Toprak üstü kısımları nabız ve kuvvet verici olarak kullanılmaktadır. İstilacı türlerdendir.
Linaria pyramidata	Keten otu	Scrophulariaceae	Çok yıllık, dik gelişen, 25-40 cm boyunda otsu bir türdür. Yaprak ve gövdeleri parlak olup, sütleğenlere benzemektedir. Toprak yüzeyinden dallanma göstermektedir. Çiçekler parlak sarı renktedir. Çiçekleri bitki gövdesinin ucunda, muntazam sıralar toplanmışlardır. Yol ve tarla kenarlarında, çalılık alanlarda görülmektedir. Yem değeri yoktur. İstilacıdır.
Myosotis *alpestris*	Unutmabeni	Boraginaceae	Çok yıllık, 35 cm boyda, genellikle tabandan çok dallanmıştır. Bitkinin tamamı yoğun tüylü, grimsi yeşildir. Çiçekleri parlak mavidir. Çayır ve meralarda yaygındır. İstilacı türlerdendir.
Onobrychis cortuna	Boynuzlu korunga, Dağ çöveni	Leguminosae	Çok yıllık, 30-40 cm boyunda, çalımsı ve dikenli form göstermektedir. Alpin ve subalpin kuşakta, yamaçlarda, tahrip olmuş meralarda yayılış göstermektedir. Hayvanlar bitkinin yapraklarını koparabilse de yoğun dikenli olduğu için yem değeri yoktur. İstilacı bir türdür.
Papaver dubium	Meşkük haşhaşı	Papaveraceae	Çiçek sapları oldukça uzun olan kırmızı çiçekli bir gelincik türüdür. Otluk ve çalılık alanlarda yetişmektedir. Tek yıllıktır. Yaygın bulunan gelinciğe benzemekle birlikte, uzun ve tüysüz veya az tüylü çiçek sapları ile ayırt edilmektedir. Yem değeri yoktur. Tıbbi bir bitkidir ve istilacılar grubunda yer almaktadır.
Pedicularis comosa	Sorguçlu bit otu	Scrophulariaceae	Çok yıllık, gövdeleri 8-30 cm, dik, dallanmamış, kısa ve uzun tüylüdür. Yapraklar oblong-eliptik veya mızraksıdır. Kenarları testere dişli, taban yaprakları saplı, gövde yaprakları birkaç tane, sarmal dizilişlidir. Çiçek durumu gövdenin ucunda toplanmış, yoğun çiçekli salkım şeklinde, uzun yumuşak tüylüdür. Korolla krem beyazdan sarıya kadar değişen renktedir. Haziran-ağustos aylarında çiçeklenir. Kalkerli ve volkanik araziler, alpin kısımlar, ıslak çayırlar, nadasa bırakılan arazilerde, 1000-3600 m yüksekliklerde bulunmaktadır. Zehirli bir bitki olup, istilacılar grubunda yer almaktadır.

Tablo 6.3. Palandöken Dağları'ndaki subalpin ve alpin formasyonu alanında yer alan türlerin ait oldukları familyalar ve bu türlerin özellikleri.

Latince Adı	Türkçe Adı	Familyası	Başlıca Özellikler
Rosa canina	Kuşburnu, Köpek gülü	Rosaceae	Dik çalı şeklinde, 1,5-3,5 m boyunda, nadiren sarılıcı bitkilerdir. Yapraklar 5-7 yaprakçıktan oluşmuştur. Çiçekler tek veya 2-15'li gruplar halinde bulunmaktadır. Çanak yapraklar ovat, genellikle geriye kıvrıktır. Taç yapraklar beyaz-soluk pembe, nadiren canlı eflatun, genellikle tüysüz-seyrek tüylü olmaktadır. Haziran-temmuz aylarında çiçeklenmektedir. Nehir ve göl kıyıları, taşlı yamaçlar, çalılıklar, orman ve orman açıklıkları, volkanik arazilerde görülmektedir. Yaprakları küçükbaş hayvanlar tarafından otlanır. İstilacılar grubunda yer almaktadır.
Salvia verticillata	Mavi çiçekli ada çayı, Dadırak, Kara ot	Lamiaceae	Çok yıllık, otsu, gövdeler dik veya yarı yatık, 15-70 cm boyunda, yukarıda dallanmış veya dallanmamıştır. Çiçekler menekşe mavisi, leylak, nadiren beyaz renklidir. Dağ meralarında ve kuru çayırlarda yaygındır. İstilacı karakterdedir.
Senecio vernalis	İlkbahar kanarya otu	Asteraceae	Tek yıllık, dik, 5-70 cm boyundadır. Sarı çiçeklidir. Tarla ve yol kenarlarında, terk edilmiş alanlarda, kumlu ve çakıllı sahalarda yayılış göstermektedir. Zehirli bir bitkidir. İstilacılar sınıfında yer almaktadır.
Taraxacum androssovii	Çayır aslandişi	Asteraceae	Çok yıllıktır. Erken ilkbahardan sonbahara kadar çiçeklenir. Sarı çiçekli olup, çiçekler güneşte açılır. Çayırlarda, yol kenarlarında veya meraların nemli yerlerinde çok yaygın olarak bulunur. Otlanabilen bitki istilacı karakterdedir.
Tragopogon dubius	Büyük tekesakalı	Asteraceae	İki yıllık olan bitkide gövde tabana yakın yerden dallanmaktadır. 80 cm'ye kadar boylanmaktadır. Ekili alanlarda yaygın olarak görülmektedir. Yem değeri oldukça düşüktür. Bitki, genç devrede kümeli bir şekilde tüylüyken, olgunlaşma ile beraber tüysüzleşmektedir. İstilacılar grubunda yer almaktadır.
Vavilovia formosa	Çakıl bezelyesi	Fabaceae	Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da yetişen, otsu yapıda çok yıllık, bodur (10-20 cm) bir baklagildir. 2000-3500 m rakımlarda, eğimli alanlarda taşların arasında yetişir. Yapraklar bir çift, çiçekleri iri ve pembe veya kızıl renktedir. Yem değeri iyi olan bu bitki, az kütle ürettiği için çoğalıcı tür olarak göz önüne alınır.
Verbascum cheiranthifolium	Sığırkuyruğu	Scrophulariaceae	Uzun boylu, geniş yapraklı ve çiçek salkımı dallanan, çok yıllık bir sığırkuyruğu türüdür. Yol kenarları, orman açıklıkları ile taşlı yamaçlarda yetişir. İstilacılardandır.
Veronica orientalis	Doğu farekulağı	Scrophulariaceae	Çok yıllık, 4-45 cm boylanan, yastık formunda otsu bitkidir. Yaprakları sapsız ve basit, çiçekleri eflatun renklidir. Meralarda, kurak çayırlarda ve kayalık alanlarda yayılış gösterir. İstilacı bir türdür.
Vicia alpestris	Dağ fiği	Fabaceae	Çok yıllık, yatık veya yarı yatık gelişme gösteren, 10-40 cm boyunda bir bitkidir. Pembemsi kırmızı ya da menekşe renginde çiçeklere sahiptir. Anadolu, Küçük Asya ve Kafkasya'da kayalık yamaçlarda yaygındır. Çoğalıcı olarak sınıflandırılır.
Viola altaica	Altay menekşesi	Violaceae	Çok yıllık, 5-25 cm boylanabilen bir türdür. Dipte kuzukulağı şeklinde seyrek yaprakları vardır. Mor veya değişik renkli, iri, gösterişli çiçekleri bulunur. Yüksek rakımlı meralarda ve yol kenarlarında nemli yerlerde yaygındır. İstilacı olarak kabul edilir.
Dactylorhiza osmanica	Osmanlı orkidesi	Orchidaceae	Çok yıllık yumrulu bir bitkidir. Bitki 20-70 cm boylanabilmektedir. Yaprak enli ve kısa sarımsak yaprağına benzer. İlkbaharda erken gelişen bitki, erkenden pembe- mor çiçekler açar. Çiçekler sapa sık dizilir. Islak çayırlarda ve benzeri alanlarda bulunur. Yem değeri yoktur. İstilacı grupta ele alınır.
Iris caucasica	Kafkas süseni	Iridaceae	10-18 cm boylanan soğanlı bitkilerdir. Soğanlar 1,5-2,5 cm çapındadır. Yapraklar tabanda, mızrak şeklinde, kıvrık, üzeri yeşil, altı grimsi yeşil, kenarları beyazdır. Nisan-haziran aylarında çiçeklenir. Kuru taşlı yamaçlar, taş birikintili yüksek dağ steplerinde, 1200-3500 m yüksekliklerde bulunur. Yem değeri yoktur. İstilacılar grubunda yer alır.
Scilla siberica	Sibirya ada soğanı	Liliaceae	Çok yıllık, 15 cm kadar boylanabilen soğanlı bir bitkidir. İlkbaharda karların erimesi ile birlikte açılan alanlarda görülür. Çiçek rengi mavi-lacivert arasında değişir. Yem değeri taşımayan bitki istilacılar sınıfında yer alır.
Ornithogalum narbonense	Akbal	Liliaceae	Çok yıllık, 80 cm kadar boylanabilen soğanlı bir bitkidir. Çayırlarda, meralarda ve işlenmiş tarım alanlarında yayılış gösterir. Çiçek rengi beyazdır. Yem değeri olmayan bitki istilacı olarak sınıflanır.



Fotoğraf 6.18. Tabya Tepe (3017 m) kuzeyinde yüksek dağ-çayır toprakları üzerinde tutunmuş tüylü sandal otu (*Androsace villosa*).



Fotoğraf 6.19. Topalhasan Tepe (2579 m) kuzeydoğusunda boyacı papatyası (*Anthemis tinctoria*-sarı papatya).



Fotoğraf 6.20. Yataklarbaşı Tepe'nin (2927 m) batısında çan çiçeği (*Campanula ptarmicifolia*).



Fotoğraf 6.21. Büyük Ejder Tepe (3176 m) güneydoğusunda gökçe çan çiçeği (Campanula tridentata).



Fotoğraf 6.22. Alibaba Dağı (2931 m) kuzeyinde dağ muşmulası (*Cotoneaster nummularia*).



Fotoğraf 6.23. Kalaylı Dağı (3167 m) kuzeydoğusunda kafkas şifa otu (*Erigeron caucasicus*).



Fotoğraf 6.24. Palandöken Dağ'ında Subalpin ve Alpin formasyonları kuşağında bulunan ve Palandöken Dağları'na özgü endemik bir tür olan Palandökenensis (Kaynak: https://www.flickr.com/photos/39194978@N05/4630061540).



Fotoğraf 6.25. Köroğlu Tepe (2549 m) zirve bölümünde kaba kuzukıran (*Hypericum scabrum*).



Fotoğraf 6.26. Alibaba Dağı (2931 m) güneyinde keten otu (*Linaria pyramidata*).



Fotoğraf 6.27. Büyük Ejder Tepe'nin (3176 m) güneydoğusunda unutmabeni (*Myosotis alpestris*).



Fotoğraf 6.28. Büyük Ejder Tepe (3176 m) güneydoğusunda boynuzlu korunga-dağ çöveni (*Onobrychis cortuna*).



Fotoğraf 6.29. Çamlıca yerleşmesi kuzeybatısında kuşburnu-köpek gülü (*Rosa canina*).



Fotoğraf 6.30. Tavşan Tepe (3063 m) güneybatısında kaya üzümü (*Sedum rubens*).



Fotoğraf 6.31. Tavşan Tepe (3063 m) güneybatısında *Sempervivum montanum*.

Subalpin ve Alpin formasyonları katında bulunan türler içerisinde endemik türler de bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi Palandöken Dağları'na özgü bir tür olana Palandökenensis'tir. Bunun dışında Subalpin ve Alpin formasyonları katında bulunan diğer endemik tür ise Dağ hıyarı (*Cerastium gnaphalodes*)'dır.

Araştırma sahasında akarsu vadilerinde sucul bitkiler ve *Elaeagnus angustifolia* (iğde) ve *Hippophae rhamnoides* (yabani iğde) (Fotoğraf 6.32); silsilenin doğu bölümünde Ağcalar, Çiçekli ve Yukarı Çakmak yerleşmelerinin güneyinde 2500 m'ye kadar ardıç türlerinden Juniperus oxycedrus (katran ardıcı) ve Juniperus foetidissima (kokar ardıç) de bulunmaktadır (Fotoğraf 6.33). Erzurum merkez Yenişehir semti ile doğuda Deveboynu geçidi arasında kalan yamaçlarda, 2000-2500 m yükselti aralığında Orman Bölge Müdürlüğü tarafından yürütülen ağaçlandırma çalışmalarının sonucu olan sarıçamlar yer almaktadır (Fotoğraf 6.34).



Fotoğraf 6.32. Araştırma sahasında akarsu yataklarında iğde (*Elaeagnus angustifolia*) ve yabani iğde (Hippophae rhamnoidesler) bulunmaktadır.



Fotoğraf 6.33. Yukarı Çakmak Mahallesi güneyinde katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus*).



Fotoğraf 6.34. Kayak yolu üzerinde Kent Ormanı'nda Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü tarafında dikilen sarıçamlar (*Pinus sylvestris*).

6.3. Bitki Örtüsü Özelliklerine Toplu Bakış ve Sonuç

Palandöken Dağları, İran-Turan Flora Âlemi'nin Batı Asya Alt Bölgesi'nde, Doğu Anadolu-İran Alanı sınırları içerisinde yer almaktadır. Tabanı 1800 m yükseklikten başlayan bu dağ sırasının en yüksek noktası 3176 m'dir (Büyük Ejder Tepe). Kütlenin yükseklik, bakı ve eğim özellikleri, iklim, toprak ve dolayısıyla bitki türleri ile dağılışları üzerinde etkili olmuştur. Nitekim sahada 1800-2000 m yükselti aralığında antropojen step formasyonu, 2000-2500 m arasında antropojen dağ step formasyonu, 2500-2800 m arasında subalpin formasyonlar ve 2800 m'den yüksek alanlarda ise alpin formasyonlar yer almaktadır. Palandöken Dağları'nda tespit edilen türlerden altısı antropojen dağ step formasyonu kuşağında ve ikisi de Subalpin ve Alpin formasyonları kuşağında olmak üzere toplam sekiz tür endemiktir. Bunlardan antropojen sağ step formasyonu kuşağında yer alanlar yayık geven (*Astragalus vulnerariae*), mavi kedi nanesi (Nepata concolor), evelik (*Rumex ponticus*), köşeli zarife otu (*Erysimum sintenisianum*) ve yabani sarımsak (*Allium armenum*), Subalpin ve Alpin formasyonları kuşağında olanlar da Palandökenensis ile dağ hıyarı (*Cerastium gnaphalodes*)'dır. Araştırma sahasında meşe (Quercus) ve sarıçamlardan (Pinus sylvestris) oluşan eski ormanlar, insanlar tarafından hayatlarını devam ettirmek için tarla açmak, yapılarda kullanmak ve iklim şartlarının oldukça çetin olmasından dolayı yakacak temini gibi nedenlerle tamamen tahrip edilmiş ve ağaçların yerini istilacı ot türleri kaplamıştır. Sahada akarsu vadilerinde ve kaynakların çevresinde sucul bitkiler ve silsilenin doğu bölümünde Ağcalar, Çiçekli ve Yukarı Çakmak yerleşmelerinin güneyinde 2500 m'ye kadar ardıç türlerinden katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus*) ve kokar ardıç (*Juniperus foetidissima*) de bulunmaktadır. Erzurum merkez Yenişehir semti ile doğuda Deveboynu geçidi arasında kalan yamaçlarda, 2000-2500 m yükselti aralığında Orman Bölge Müdürlüğü tarafından yürütülen ağaçlandırma çalışmalarının sonucu olan sarıçamlar (*Pinus sylvestris*) yer almaktadır.

YEDİNCİ BÖLÜM

7. DOĞAL ÇEVRE İNSAN İLİŞKİSİ

Palandöken Dağları sınırları içerisinde kalan en önemli yerleşme Erzurum şehridir. Erzurum, Karasu-Aras doğal koridorunun merkezinde yer alması nedeniyle askeri, ulaşım ve ticaret bakımından önemli bir kavşak noktası olarak değerini hiçbir zaman kaybetmemiştir (Sözer, 1970:1). Tarihi süreç içerisinde Erzurum ve çevresi Hurri, Urartu, Saka, Med, Pers, Part, Roma, Bizans, Sasani, Arap, Emevi, Abbasi, Selçuklu, Moğol, İlhanlı, Karakoyunlu, Timurlu, Akkoyunlu, Safevi ve Osmanlı egemenliği altında kalmıştır (Anonim, 1974: 25). MÖ 4000'e dayanan bir geçmişe sahip Erzurum ve çevresinde iskân tarihi Paleolitik çağa kadar inmektedir (Ünsal, 2008: 398). Tarihi süreç içinde sahada yaşayan insan toplulukları ve medeniyetlere ait çok sayıda maddi kültür eseri, günümüzde Erzurum ve çevresinin kültürel zenginlik olarak karşımıza çıkmaktadır. Öyle ki araştırma sahası ve çevresinde çok sayıda höyük, kale, cami, medrese, köprü, hamam, kümbet ve hanlar sahanın geçmişi ile ilgili kanıtlar sunarken, bugün bu değerler turizm için kültürel bir kaynak olarak dikkat çekmektedir.

Palandöken Dağları sınırları içerisinde bulunan yerleşmelerin büyük oranda dağın kuzey bölümündeki birikinti yelpazeleri ve ova bölümünde yoğunluk kazandığı dikkat çekmektedir. Bu alandaki yerleşmelerden en önemlisi Erzurum şehridir. Araştırma sahasında Erzurum şehrini oluşturan Palandöken, Yakutiye ve Aziziye ilçe merkezlerinin yanı sıra 46 mahalle yerleşmesi bulunmaktadır. Bu yerleşmelerde 2014 Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) verilerine göre toplam 370110 kişi yaşamaktadır. Sahada yaşayan nüfusun ilçelere göre dağılımında 162985 kişi ile Palandöken ilçesi birinci sırada, 173870 kişi ile Yakutiye ilçesi ikinci ve 27715 kişi ile Aziziye ilçesi üçüncü sırada yer almaktadır. Pasinler ilçesine bağlı yerleşmelerden inceleme alanı içinde kalan bölümde 4451 kişi, Çat ilçesine bağlı yerleşmelerde ise 1089 kişi yaşamaktadır (Tablo 7.1).

Araştırma sahasında, 6360 sayılı kanuna göre toplam 61 mahalle yerleşmesi bulunmaktadır. Ancak bunların 46'sı yerleşme fonksiyonları itibariyle tamamen köy yerleşmesi iken, 15 mahallenin Erzurum şehrinin (Palandöken, Yakutiye ve Aziziye ilçe merkezlerinin) merkez mahalleleri olmaları nedeniyle diğerlerinden ayrıldığı dikkat çekmektedir.

Tablo 7.1. Palandöken Dağları ve çevresindeki yerleşmeler ve nüfusları (2015).

İlçe	Mahalle	Nüfus	İlçe	Mahalle	Nüfus
Palandöken	A. Gazi	23.320	Yakutiye	Kurtuluş	32.226
	Adnan Menderes	28.048		Lalapaşa	23.476
	Ali Bezirgân	105		Muratpaşa	12.677
	Aziziye	100		K. Karabekir Paşa	13.208
	Börekli	352		Ö.Nasuhi Bilmen	16.339
	Çeperli	185		Rabia Ana	21.557
	Güllü	157		Şükrüpaşa	35.027
	Güzelyurt	332		Üniversite	12.014
	Hancığaz	84		İbrahim Hakkı	2.575
	H. Avni Ulaş	33.740		Dadaşköy	1.910
	Konaklı	277		Çayırtepe	808
	Kümbet	450		Çiftlik	1.422
	Müftü Solakzade	28.469		Soğucak	631
	Nene Hatun	283	Pasinler	Ağcalar	286
	Sığırlı	194		Alvar	1.155
	Şehitler	102		Bulkasım	238
	Taşlıgüney	302		Çiçekli	111
	Tekkederesi	221		Çamlıca	158
	Tepeköy	227		Çöğender	694
	Toparlak	311		Gerdekkaya	86
	Tuzcu	*		Karavelet	236
	Uzun Ahmet	199		Korucuk	325
	Yağmurcuk	551		Ovaköy	88
	Yıkılgan	63		Övenler	317
	Yunusemre	44.913		Pusudere	96
Aziziye	Selçuklu	14.265		Yavuzlu	200
	Saltuklu	11.953		Yiğittaşı	308
	Adaçay	165		Yukarıçakmak	153
	Ömertepe	303	Çat	Başköy	792
	Sakalıkesik	195			
	Tınazlı	304		Taşağıl	297
	Yarımca	530			

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ADNKS Kayıtları.

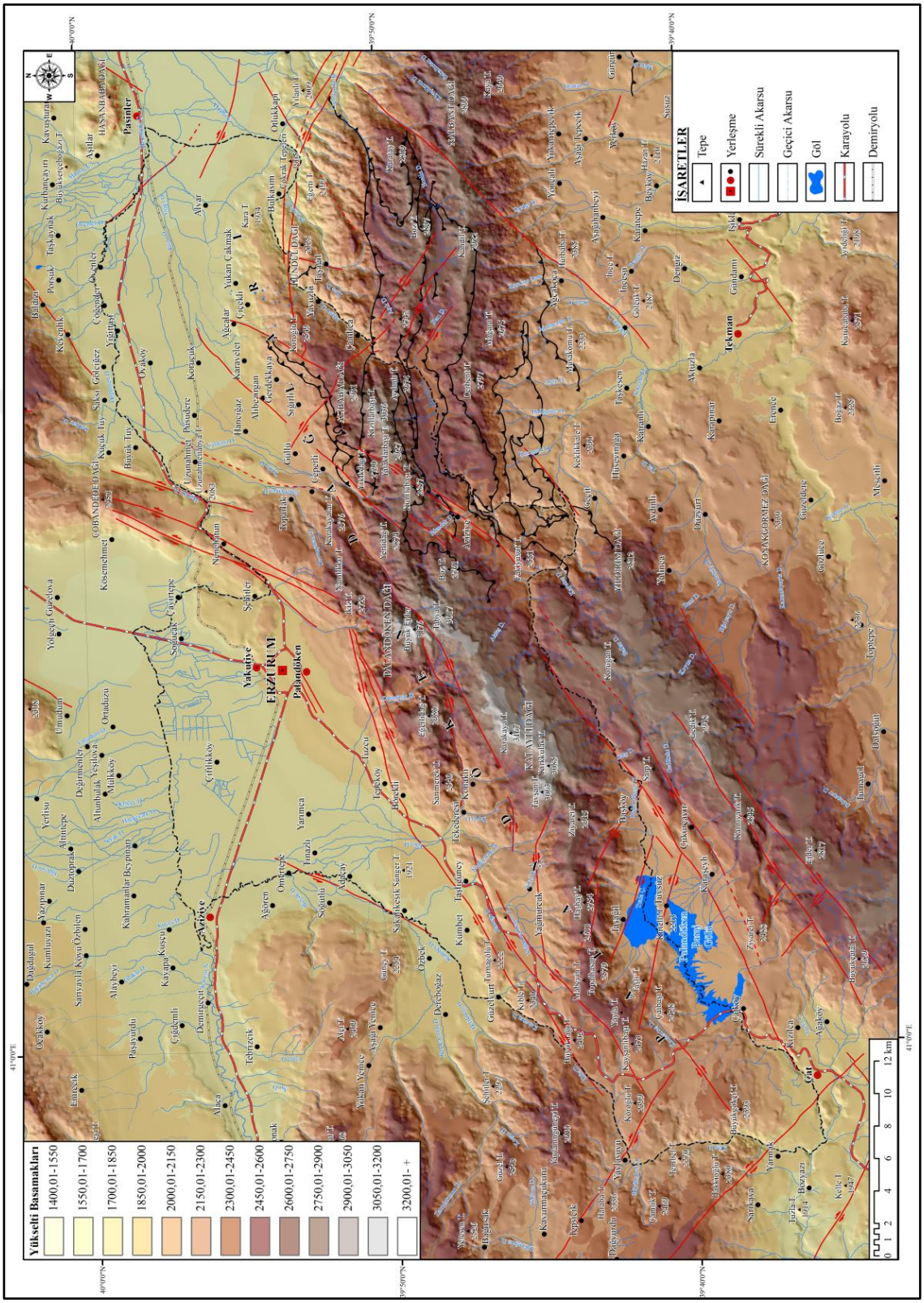
İdari açıdan mahallerin ilçelere göre dağılımı incelendiğinde, 25 mahalle ile Palandöken ilçesi ilk sırada yer alırken, bu ilçeyi 15 mahalle ile Pasinler ve 13 mahalle ile Yakutiye ilçeleri izlemektedir. Araştırma sahası içinde Aziziye ilçesinden 6, Çat ilçesinden ise sadece 2 mahalle bulunmaktadır. Yerleşme coğrafyası açısından Palandöken, Yakutiye ve Aziziye ilçe merkezlerindeki 15 mahalle dışındaki 46 mahalle, kırsal yerleşme durumundadır. Bunun dışında araştırma sahasında kom ve yayla yerleşmeleri de bulunmaktadır. Bunlar içinde en önemlisi hayvancılık faaliyetleri amacıyla kurulmuş ve günümüzde sayıları azalmış kom yerleşmeleridir. Kom yerleşmeleri içinde Beri Piri komu, bulunduğu konum ile dikkat çekmektedir. Bulut ve Özdemir tarafından etüdü yapılan yerleşme, Palandöken Kayak Merkezi sınırları içinde büyükbaş hayvanların beslendiği ve az miktarda ekme biçme faaliyetlerinin yapıldığı Kayakyolu mahalle muhtarlığına bağlı, kırsal devamlı yerleşme olarak tanımlanmıştır (Bulut ve Özdemir, 2010: 26). Kırsal yerleşmelerin tamamı, Doğu Anadolu

Bölgesi'ndeki diğer kırsal yerleşmeler gibi toplu dokulu bir yapı göstermektedir. Bu durum, hayvancılık faaliyetinin yoğun olarak sürdürüldüğü sahada çevre kirliliğine yol açmasının yanı sıra, yerleşim birimleri içinde ulaşımı da olumsuz yönde etkilemektedir.

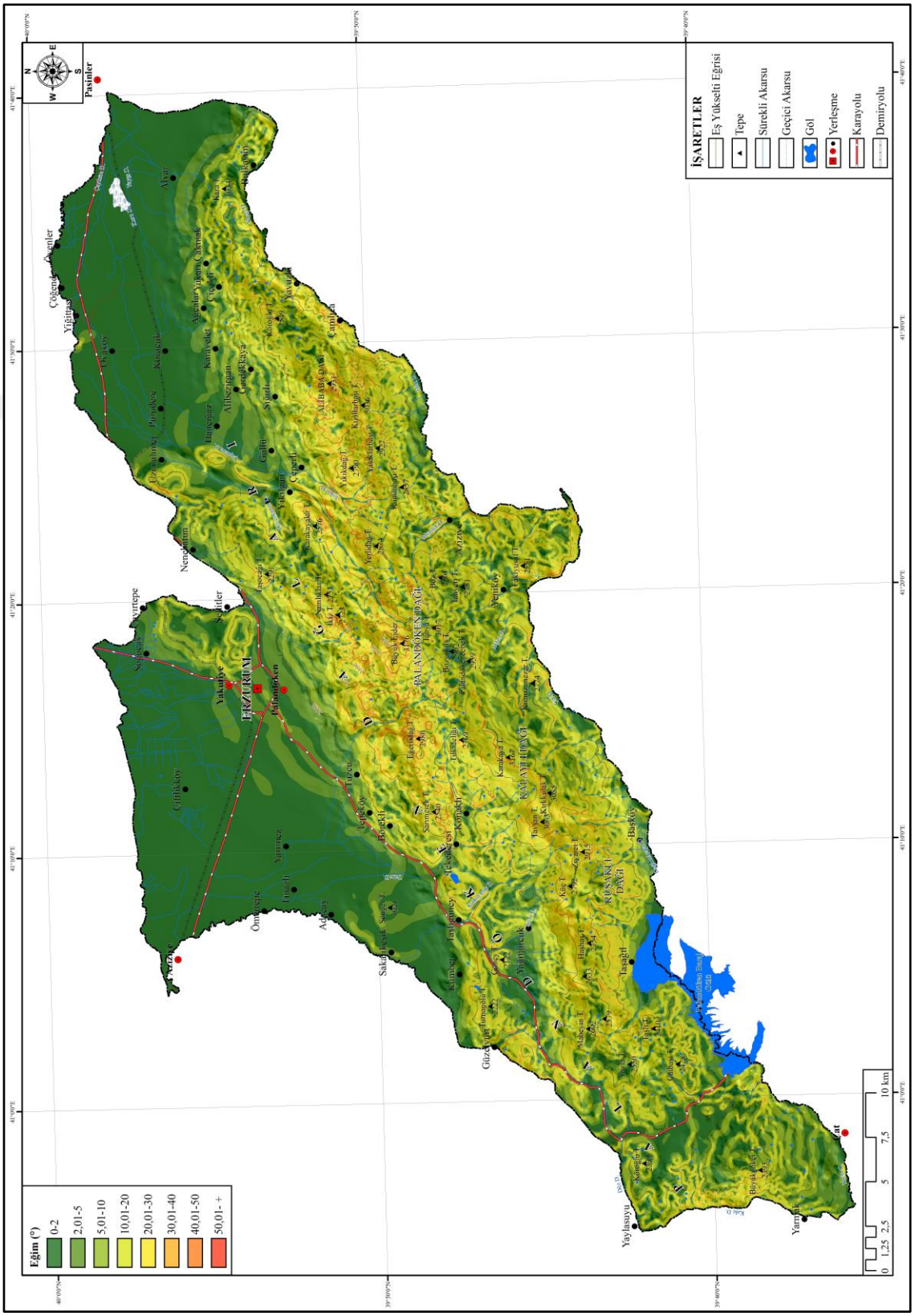
Palandöken Dağları çevresindeki yerleşmelerin topografik yapı ile ilişkisi incelendiğinde, Erzurum şehrini oluşturan mahalleler dışında 30 yerleşmenin 1750-2000 m yükselti kuşağı arasında, 12 yerleşmenin 2001-2250 m arasında ve 1 yerleşmenin ise (Palandöken ilçesine bağlı Aziziye Mahallesi) 2250 m üzerinde kurulduğu görülmektedir. Bunlar dışında sahasının güney doğu sınırında 2 yerleşme ise 1750 m'nin altında yer almaktadır (Harita 7.1).

Eğim derecelerine göre kırsal yerleşmelerin dağılımına bakıldığında 19 yerleşmenin eğimin 0-2° arasında olduğu düz ve düze yakın arazilerde, 16'sının 2,01° ile 6° arasında ve 10 yerleşmenin ise eğimin 6°'nin üzerinde olduğu alanlarda kurulduğu görülmektedir. Erzurum şehir merkezindeki mahaller ise 0-2° ve 2,01-6° eğim dereceleri arasında yayılış göstermektedir (Harita 7.2).

Araştırma sahasında, kırsal yerleşmelerde konut inşasında son yıllarda modern yapı malzemelerinin kullanıldığı dikkat çekmektedir. Bununla birlikte geçmişte taş ve toprak malzeme kullanılarak inşa edilmiş çok sayıda konut, günümüzde de kullanılmaktadır. Bu tip geleneksel konutlarda taş, toprak ve az da olsa ahşap malzeme kullanılmıştır. Özellikle kış mevsiminin soğuk geçtiği sahada sıcaklıkların uzun süre düşük değerlerde seyretmesi, konutların planı, şekli, duvarları ve pencere ebatları üzerinde etkili olmuştur. Bu bağlamda araştırma alanı içinde meskenlerin duvarlarının 50-60 cm kalınlıkta; pencere ebatlarının küçük, kuzeye bakan cephelerde az veya hiç olmadığı dikkat çekmektedir (Koday, 1995: 31-32).



Harita 7.1. Palandöken Dağları ve çevresinin yükselti basamakları.



Harita 7.2. Palandöken Dağları'nın eğim haritası.

Mesken ve eklentilerinin temelleri ve duvarlarında taş malzeme kullanımı yoğunluktadır. Taş malzeme çamur harç ve tahta hatılar kullanılarak birbirine bağlanmıştır (Çiğdem,1997: 279; Koday, 1995: 30; Kayserili ve Altaş, 2010: 91). İklim şartlarının etkisiyle geleneksel konutlarda örtüler düz damlı bir yapı gösterirken, modern konutlarda eğimli çatılar ve sac malzeme kullanılmaktadır.

Fiziki coğrafya faktörlerinden yükselti ve iklim şartları ekonomik faaliyetleri doğrudan etkilemektedir (Doğanay, 2011: 23-28). Bu kapsamda araştırma sahasının 1750-3000 m arasında bulunması ve iklim şartlarının elverişli olmayışı, tarım faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu şartlar ürün çeşitliliğini azalttığı gibi üretim miktarının da düşmesine neden olmaktadır. Özellikle kış mevsiminin uzun sürmesi ve karın uzun süre yerde kalması, tarımsal faaliyetlerin kısa sürelerde yapılma zorunluluğunu doğurmakta, don olaylarının zaman zaman mayıs hatta bazı yıllarda haziran ve temmuz aylarında bile görülmesi, tarımsal üretimde ürün kayıplarına yol açabilmektedir. Bunun yanı sıra belli yükseltilerden sonra tarım yapabilecek düz arazilerin bulunmayışı ve olumsuz iklim koşulları tarımsal üretimi 1750-2250 metreler arasında sınırlandırmaktadır. İklim ve yeryüzü şekilleri nedeniyle sahada 2000 metreden sonra hayvancılık faaliyetlerinin yoğunlaştığı, bitkisel üretimin ikinci planda kaldığı görülmektedir.

Palandöken, Yakutiye ve Aziziye ilçe merkezleri dışındaki mahalleler, yerleşme coğrafyası açısından tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin egemen olduğu kırsal yerleşme karakteri göstermektedirler. Bunlardan sahanın doğusunda ova (Pasinler Ovası) üzerinde (Ovaköy, Yiğittaşı, Çöğender, Övenler, Alvar, Korucuk ve Pusudere gibi) ve ova kenarında (Ağçalar, Yukarı çakmak ve Karavelet gibi) kurulmuş köy yerleşmelerinde tarımsal faaliyetin ön planda olduğu görülmektedir. Bu kesimdeki yerleşmelerde buğday, arpa, çavdar; yem bitkilerinden yonca, fiğ, korunga ve çayır; baklagillerden fasulye, nohut ve yeşil mercimek; sanayi bitkilerinden şekerpancarı ve ayçiçeği ile sebzelerden patates, lahana, salatalık, acur ve havuç tarımı yapılmakta, büyük ve küçükbaş yetiştiriciliği ise ekonomik faaliyette ikinci sırada yer almaktadır. Buna karşılık ovanın gerisinde kısmen etek kısmında kurulmuş köy yerleşmelerinde (Bulkasım, Çiçekli, Sığırlı, Çeperli, Hancığaz, Gerdekkaya, Güllü gibi) büyük ve küçükbaş hayvancılık faaliyeti ile yem bitkileri yetiştiriciliğinin önem kazanmaktadır. Bu bölümde Palandöken Dağları'nın güneyi (Yavuzlu ve Çamlıca) ve batısına doğru

(Yıkılgan, Toparlak, Nenehatun gibi köy yerleşmeleri) yükseltinin artması ve topografyanın engebeli bir yapı göstermesi nedeniyle temel ekonomik faaliyet olarak hayvancılık ön plana çıkmaktadır (Fotoğraf 7.1). Tarım yapabilecek arazilerin bulunmayışına karşılık doğal ortama bağlı olarak gelişen çayır ve mera alanları, hayvancılık için büyük bir kaynak olarak, insanların hayvancılık faaliyetine yönelmesine yol açmıştır. Aynı şekilde Palandöken Dağları'nın batısında vadi ve etek bölümünde tarım alanlarının kısıtlı olduğu alanlarda kurulmuş yerleşmelerde (Konaklı, Börekli, Taşlıgüney, Tekkederesi, Yağmurcuk, Taşağıl, Başköy gibi) hayvancılık faaliyetinin temel ekonomik faaliyet olduğu, tarımsal üretimin ise hayvancılığı desteklemek amacıyla, büyük oranda yem bitkileri yetiştiriciliğine yoğunlaştığı gözlemlenmiştir.



Fotoğraf 7.1. Palandöken Dağları'nın yüksek bölümlerinde eğim değerlerinin de artması ile temel ekonomik faaliyet olarak tarımın yerini hayvancılık almaktadır.

Palandöken Dağlarının kuzeyinde Palandöken, Yakutiye ve Aziziye ilçeleri sınırları içinde ova üzerindeki kırsal yerleşmelerde (Sakalıkesik, Yarımca, Ömertepe, Adaçay, Çiftlikköy, Soğucak, Çayırtepe gibi) tarımsal faaliyetlerle birlikte büyükbaş hayvancılık yetiştiriciliğinin de yapıldığı görülmektedir.

Palandöken Dağları'nın yüksek kesimleri yaylacılık faaliyetleri açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Özellikle yaz aylarında, aşağı kesimlerde otlakların azalması nedeniyle aileler Palandöken Dağları'nın yüksek kesimlerine çıkarak hayvanlarının beslenmesini sağlamaktadır. Bu amaçla aileler belirli noktalara kurdukları çadır ve ağıllarda büyük ve küçükbaş hayvancılık faaliyetlerini sürdürmektedir (Fotoğraf 7.2). Sahada mera hayvancılığının yapılması, doğal bitki örtüsünün tahrip edilmesine yol açmaktadır. Özellikle mera alanlarında bilinçsiz otlatma zaten zayıf olan bitki örtüsünün daha da bozulmasına neden olmaktadır. Bu anlamda ilkbaharda bitki örtüsünün gelişimini tamamlamadan hayvan sürülerinin erken meralara çıkarılmasının yanı sıra, sonbahar sonuna kadar sürülerin meralarda tutulması doğal bitki örtüsü ve dolayısıyla mera arazilerinin aşırı baskı altında bozulmalarıyla sonuçlanmaktadır. Şüphesiz bu durum zamanla belirli noktalarda doğal bitki örtüsü ile birlikte insanların hayvancılık faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyecektir.



Fotoğraf 7.2. Yaz aylarında, ovalık alanlarda otlakların azalması nedeniyle aileler Palandöken Dağları'nın yüksek kesimlerine çıkarak kurdukları çadır ve ağıllarda hayvancılık faaliyetlerini devam ettirmektedir.

Palandöken Dağları ve çevresi, sahip olduğu flora zenginliği ile büyük ve küçükbaş hayvancılık faaliyetleri yanında arıcılık için de önemli bir sahadır. Erzurum ili ve özelde Palandöken Dağları çevresi sahip olduğu yükselti farkları, karasallık derecesi, mevsimlik geçiş özellikleri nedeniyle vejetatif faaliyetin farklı dönemlerde başlaması;

yani ilkbahar ve yaz mevsimine daha geç erişme ile zengin ballı bitki varlığı, göçer arıcılık için büyük bir potansiyel oluşturmaktadır. Buna bağlı olarak Doğu Karadeniz kıyı kuşağı yerleşmelerinden çok sayıda göçer arıcı, haziran ayı başlarından itibaren sahaya gelmekte ve yaz ayları içinde bal üretimi gerçekleştirmektedir. (Bulut ve Zaman, 2003: 144) (Fotoğraf 7.3). Bunun dışında dağın çevresindeki yerleşim birimlerinde de az da olsa yerli arıcılık faaliyeti yöre insanı tarafından sürdürülmektedir.



Fotoğraf 7.3. Doğu Karadeniz kıyı kuşağı yerleşmelerinden çok sayıda göçer arıcı haziran ayı başlarından itibaren Palandöken Dağları'na gelmekte ve yaz ayları içinde bal üretimi gerçekleştirmektedir.

Palandöken Dağarı'nın kuzey kesimindeki Pasinler Ovası ve çevresi ile Nene Hatun Mahallesi çevresinde çok sayıda arı kolonisinin bulunduğu dikkat çekmektedir. Bunun yanı sıra Erzurum şehir merkezinin batısındaki kırsal yerleşmelerin çevresinde de arıcılık faaliyetlerinin yoğunlaştığı görülmektedir.

Araştırma sahasındaki kırsal yerleşmelerde en önemli sorun, doğal çevre faktörlerinin ekonomik faaliyetleri kısıtlamasıdır. Bu anlamda iklim elemanlarından sıcaklık şartlarının oldukça düşük seyretmesi ve yağış yetersizliği ile kış mevsimin uzun sürmesi, tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin gelişimini sınırlandırmaktadır. Kırsal yerleşmelerde temel ekonomik faaliyetler olan tarım ve hayvancılık nispeten geleneksel yöntemlerle sürdürülmektedir. Doğal faktörler, insanların sosyal ve ekonomik

yaşamlarını belirlemektedir. Ekonomik kaynakların yetersizliği ve sosyal faktörler, kırsal yerleşmelerden çok sayıda insanın göç etmesine neden olmaktadır. Bu anlamda arazi çalışmaları sırasında sahadaki yerleşmelerde çok sayıda konutun boş olduğu veya yerleşme içerisinde genelde yaşlı nüfusun yoğunluk kazandığı gözlenmiştir. Alan içindeki kırsal yerleşmelerde yapılan mülakatlarda çok sayıda kişinin Erzurum şehrine, önemli miktarda ailenin ise ekonomik nedenlerle başta İstanbul, Bursa, İzmir ve Ankara olmak üzere sanayisi gelişmiş, iş imkânlarının daha iyi olduğu batı illerine göç ettikleri ifade edilmiştir (Coşkun, 2008: 253).

Araştırma sahasında en önemli sorunlardan biri hava kirliliğidir. Doğal ve beşeri coğrafya faktörlerinden kaynaklanan kirlilik sorunu, 2005–2006 yanma döneminde doğalgaza geçilmesinin ardından istatistiksel olarak anlamlı azalmalar gösterse de hala insan sağlığını tehdit eden boyutlardadır. İklim koşullarının yılın büyük bir bölümünde elverişsiz şartlar göstermesi, topografik özelliklerin uygun olmaması ve beşeri coğrafya etmenleri hava kalitesi üzerinde olumsuz etkiler yapmaktadır. Özellikle yanma dönemi boyunca zaman zaman etkili olan yüksek basınç nedeniyle ışımaya bağlı olarak havanın aşırı derecede soğuması daha fazla yakıt kullanımını tetiklemekte, aynı günlerde sıcaklık terselmesi oluşarak havadaki kirlilik düzeyini yüksek boyutlara ulaşmaktadır. Kirlilik kaynağının bir diğer faktörü de artan motorlu taşıt sayılarıdır (Kopar ve Zengin, 2009: 51-68). Ancak son yıllarda evsel ısınmada doğal gaz kullanımın yaygınlaşması ile birlikte hava kirliliğinin azaldığı görülse de şehrin çeşitli mahallerinde halen katı yakıtların kullanımı sebebiyle, yanma dönemi içinde zaman zaman hava kirleticilerinin konsantrasyon değerlerinin arttığı görülmektedir.

Dağlık alanları, insan yaşamı için çok önemli kaynak değerleri taşıyan coğrafi mekânlar olarak kabul etmek gerekmektedir (Gönençgil, 2009: 51-53). Günümüzde dağlar, kalkınma ve çevre konularındaki tartışmalarda küresel bir rol ve önem kazanmıştır. Çünkü karaların % 24'ünü oluşturan ve dünya nüfusunun % 10'unun yaşadığı dağlar, su, enerji ve biyoçeşitlilik açısından önemli kaynaklardır. Aynı zamanda dağlar madenler, orman ürünleri, tarım ürünleri ve rekreasyon faaliyetleri için de kilit bir öneme sahiptir (Somuncu, 2004: 2). Yakın yıllarda bu potansiyelin değerlendirilmesine yönelik olarak artırılan turistik etkinlikler, sınırlı ekonomik getiriye sahip dağlık alanlarımızı önemsenir hale getirmiştir (Bulut ve diğ., 2005: 107).

Dağların ilk olarak turizme açılması, sportif etkinliklerden dağcılık ve kayak sporu sayesinde olmuştur. Dağcılara ulaşım, konaklama, ağırlama ve rehberlik gibi hizmetlerin verilmesi alpinizm olarak adlandırılan turizm çeşidini; dağların kayak sporuna uygun alanlarının konaklama, ağırlama ve eğlence tesislerinin yapımıyla kayak merkezine dönüşmesi ise kış turizmini ortaya çıkartmıştır. Dağlar macera, heyecan ve değişiklik arayanlara çeşitli rekreasyonel faaliyetler ve yeni spor dalları sağlamaktadır. Birkaç günlük doğa yürüyüşleri (trakking), günlük doğa yürüyüşleri (hiking), dağ bisikletleriyle geziler ve orienteering (yön bulma), dik yamaçlarda serbest tırmanma (kaya tırmanıcılığı), yamaç paraşütü (parapente) ve asılma planörü (hanggliding) bu rekreasyonel faaliyetlerden bazılarıdır. Ayrıca karlı alanlarda yapılan değişik sporlar arasında kar ve buzda botla kaymak (snow-speed rafting), kızak (snow-scating), buzul kayağı, heli-skiing (helikopterle gidilerek yapılan yüksek dağ kayağı), boolon skiing (balonla gidilerek yapılan yüksek dağ kayağı), snow-boarding dağlarda ilgi çekici faaliyetler arasında sayılabilir (Doğaner, 2001: 176-177).

Doğal ortam insan etkileşimi açısından Palandöken Dağları'nda gerçekleştirilen faaliyetlerin başında kış sporları ve turizmi gelmektedir.Türkiye'de kış turizminin en geniş yayılış alanı, yüzey şekilleri ve iklime bağlı olarak Doğu Anadolu Bölgesi olup, en yüksek seviyeye Palandöken Dağları'nda (2200-3100 m) çıkmaktadır (Doğaner, 2001: 181-184). Yeryüzü şekilleri, yükselti ve klimatik faktörler gibi doğal çevre etmenleri açısından Erzurum kenti ve yakın çevresinin söz konusu faaliyet için çeşitli üstünlüklere sahip olduğu; alt yapı, organizasyon ve amaca uygun beşeri yatırım varlığı yönünden ise geliştirilebilir olduğu düşünülmektedir (Koca ve diğ., 2007: 209). Bu nedenle kış sporları ve kış turizmi hareketleri bakımından Türkiye'nin birinci derece önemli ve öncelikli kayak merkezleri arasında yer alan Palandöken Dağları, serbest kayak ve kış turizmi hareketleri yönünden uluslararası bir istasyon özelliği taşımaktadır (Ülker, 1992: 198).

Kış turizm hareketleri, Alp disiplini yarışma ve serbest kayak uygulamalarına ilişkin ulusal ve uluslararası ölçü ve kurallar esas alınarak araştırma konusu yapılmış olan Palandöken Dağları üzerinde önemli ve öncelikli 5 kayak merkezi belirlenmiştir (Ülker, 1992: 199). İlk kez 1976 yılında başlatılmış olan planlama çalışmaları ile saptanan bu kayak alanları sırasıyla Namlıklar, Gezyaylası, Hınısboğazı, Konaklı, Ülkeralan ve Yağmurcuk olarak belirlenmiştir. Bu kayak alanları içerisinde Hınısboğazı

Kayak Merkezi ile Konaklı Kayak Merkezi'nde yatırımlar tamamlanarak hizmete açılmış olup, diğer alanlar ise potansiyel rezerv kayak alanları olarak ayrılmış bulunmaktadır (Ülker, 2006: 226; Yılmaz, 1995: 65; Koşan, 1994: 157).

Namlıkar-Gez Yaylası Kayak Merkezi: Alp disiplini yarışma ve serbest uygulamalarına son derece elverişli olan bu merkez, Erzurum'a 5 km uzaklıkta, kentin kuzeydoğusunda ve 2200-2751 m yükseklik kuşağı üzerinde yer almaktadır. FIS (Uluslararası Kayak Federasyonu-International Ski Federation)'nun 1600 m yükseklik sınırlaması nazara alınmadığı takdirde, bu alan kayaklı koşu uygulamalarında elverişli koşullara sahip bulunmaktadır (Ülker, 1992: 199).

Hınısboğazı Kayak Merkezi: Palandöken spor ve kış turizm merkezi, gerek lokasyon özellikleri ve kayak sporu için gerekli alt ve üst yatırımların varlığına, gerekse topografik ve klimatik şartların uygun olmasına bağlı olarak hem ülkemizin hem de Avrupa'nın önemli kayak sporu merkezlerinden biri konumundadır (Doğanay, 1987: 47). Daha çok Alp disiplini serbest kayak, tur kayağı ve yarışmalarına elverişli gözüken Hınısboğazı (Erzurum Boğazı, Hınıs Boğazı ve Tekman Boğazı olarak da bilinmektedir) I. Gelişim Bölgesi, Erzurum kentinin güneyinde kente 5 km uzaklıkta yer almaktadır (Fotoğraf 7.4). Büyük Ejder Tepesi'nin (3176 m) kuzey yamaçlarında yer alan Hınısboğazı 2200-3100 m yükseklik kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Palandöken Kayak Merkezi, sahip olduğu eğimli aşınım yüzeyleri üzerindeki pistleri, konaklama tesisleri, mekanik taşıyıcılarıyla ülkemizin en önemli kış turizm sahalarından biri haline gelmiştir (Ülker, 1992: 199; Ülker, 2006: 226; Doğanay ve Doğanay, 2005: 153; Doğanay ve Zaman, 2013: 139). Yaz mevsiminde kar örtüsünün eriyip ortadan kalkması ile açığa çıkan topografya ise biyolojik çeşitlilik ve dağ çiçekleri bakımından görülmeye değer bir yayla özelliği taşımaktadır. Hınısboğazı kayak merkezinde turizm işletme belgeli beş adet konaklama tesisi, Kızılay ve Jandarma örgütlerine ait iki konukevi ile Gençlik ve Spor Genel Müdürlüğü'ne ait bir Dağ ve Kayak evi bir de Kayak Eğitim Merkezi işletme halinde bulunmaktadır (Ülker, 2006: 226).

Erzurum'da kar örtüsünün yerde kalma süresi, 54 yıllık ortalamalara göre 105,1 gün dolayındadır. Ancak bu değer 1758 m yükseklikte faaliyet gösteren Erzurum Meteoroloji İstasyonu çevresine ilişkin bir ortalamadır. Oysa 2300 m yükseklikteki

Palandöken Kayak Merkezi ve 3100 m'yi bulan kayma pistleri başlangıç konumlarında karın yerde kalma süresi, yüksekliğe bağlı olarak 150 ile 175 gün arasında değişmektedir. Yine bu rasat süresi içinde tespit edilen en yüksek kar örtüsü kalınlıkları, sonbahar mevsimi ortalaması olarak 23,7 cm, kış mevsimi için 72 cm ve ilkbahar mevsimi ortalaması olarak 32 cm dolayındadır. Oysa kayak pistleri bölgesinde bu değerler, kış mevsiminde yer yer 90 cm ile 100 cm'ye yaklaşmaktadır. Kar örtüsü hemen hemen haziran ortalarına kadar yerde kalmakta ve ortalama kalınlık 60-70 cm'yi bulmaktadır. Palandöken Kayak Merkesi, kar örtüsü kalınlıkları bakımından kayak sporu turizmine çok uygun klimatik şartlar göstermektedir (Doğanay, 1987: 41). Geniş aşınım yüzeyleri, eğimin % 10 ile % 40'ı bulması, profesyonel bir kayak sporcusunun bütün becerisini sergileyecek derecede elverişlidir (Doğanay, 1987: 40). Bu açıdan zor, orta ve kolay olmak üzere 30'a yakın pist bulunmaktadır. Bu pistlerin uzunlukları 200 m (Bambi Lifti), 800 m (Dedeman Lifti), 1200 m (Vadi Lifti), 1528 m (Güney Lifti), 1778 m (Ejder Lifti), 3200 m (Gondol Lifti) ile 3237 m (Beden Terbiyesi Lifti) arasında değişmektedir[19].



Fotoğraf 7.4. Büyük Ejder Tepe'nin (3176 m) kuzeyinde yer alan Hınısboğazı Kayak Merkezindeki tesislerden bir görünüm.

[19] http://www.skiciyiz.biz /palandoken-pist-haritasi-ve-bilgileri-136.html (Son Erişim Tarihi: 01.09.2015)

Burada kayak sezonu, Aralık ayı ilk haftasında (bazı yıllar kasım ayında) başlamakta ve nisan ayı ortalarına, hatta yüksek pistlerde bazı yıllar, (Ejder ve Kuzey) mayıs ortalarına kadar devam etmektedir. Nitekim 1990-1991 yılının ağır kış koşulları dolayısıyla, Palandöken'de kayak sezonu Haziran sonuna dek uzamış ve 30 Haziran 1991 tarihinde, dedeler kayak spor yarışmaları ile sona ermiştir. Dolayısıyla, Palandöken'de çoğu yıllar, 150 günden fazla kayak yapma olanağı vardır. Kar örtüsü kalınlığı 1,5-2 m'yi bulmaktadır. Kar örtüsünü kalınlığı, ortalama olarak 70-80 cm'den az değildir. Toplam 28 km'yi aşan bir pist uzunluğu vardır (Kuzey, Güney, Ejder, Kapıkaya 15-22-27 nolu pistler başlıcalarıdır). Güney pistler, daha çok amatör kayakçılara, kuzey pistler (zor pist diye bilinir) ise, profesyonel kayakçılara ayrılmıştır. Pistlerin başlangıç yeri ile bitişi arasında yaklaşık 1000 m'lik yükselti farkı vardır. Pistler farklı donanımlardaki liftler ve mekanik tesisler ile donatılmıştır. Ejder Tepesi yakınları ile oteller bölgeleri arasında çeşitli liftler vardır (Doğanay ve Zaman, 2013: 139) (Fotoğraf 7.5).

Kayak merkezinde 5 adet telesiyej (toplam 4500 kişi/saat kapasiteli), 1 adet teleski (300 kişi/saat kapasiteli), 2 adet baby lift (toplam 1800 kapasiteli) ve 1 adet gondol lift (1500 kişi/saat kapasiteli) hizmet vermektedir. Palandöken kış turizm merkezinin konaklama tesisleri yatak kapasitesi 2500'ü aşmıştır (Doğanay ve Zaman, 2013: 139).

Konaklı Kayak Merkezi: Erzurum-Çat yolu üzerinden, Erzurum'a 20 km uzaklıkta ve Konaklı Köyü sınırları içerisinde yer almaktadır. Konaklı Köyü (2200 m) ile Kırkulak Dağı (3084 m) arasında yer alan kayak alanı daha çok Alp disiplini yarışma ve serbest kayak uygulamalarına elverişli bulunmaktadır (Ülker, 1992: 199-200). Erzurum'daki bir diğer kayak merkezi sahası olan Konaklı, kayak açısından elverişli arazileri, pistleri ve tesisleriyle önemli bir kış turizm potansiyeline sahiptir (Altaş ve diğ., 2015: 348). Erzurum'da kar kalitesi kayak sporu için çok uygun olup, Konaklı'daki pistlerin kuzeybatı ve kuzeydoğu istikametinde olması da kar kalitesini olumlu etkilemektedir. Tüm bu klimatik değerlerden, Erzurum'daki kayak merkezlerinin kış turizmine çok uygun oluğu anlaşılmaktadır (Altaş ve diğ., 2015: 353). Konaklı kış turizm merkezi, Erzurum gibi kış turizminde markalaşmış bir şehirde bulunduğu için belirli avantajlara sahiptir. Kış turizminde uzmanlaşmış bir iş gücü, Palandöken gibi bir örnek ve buraya yönelik mevcut turist akımı, yatırımlar, tesisleşme,

uluslararası organizasyon yapmış bir şehirde bulunma, ulaşım açısından seçenekler ve yüksek erişilebilirlik ile 2023 turizm stratejisinde kış turizmi koridoru içinde yer alması gibi çok net beşeri avantajlara sahiptir (Altaş ve diğ., 2015: 353). Konaklı Kayak Merkezi, Palandöken Dağları'nın en yüksek ikinci doruğu olan Karakaya Tepesi'nin (3167 m) kuzeyinde, 3143 m ile 2315 m yükseltiler arasında araziye çok fazla müdahale edilmeden oluşturulmuştur. Burada 11 adet pist yer almaktadır. Eğim değerlerinin % 7 ile % 52 arasında olduğu bu pistler, uzunluk ve genişlik ölçüleriyle de uluslararası standartlarda farklı zorluk derecelerine sahiptir. Pistlerin toplam uzunluklarına bakıldığında, 4600 m uzunluğundaki 1 numaralı pist en uzun iken; 1100 m uzunluğundaki 11 nolu (acemi) pistin en kısası olduğu görülür (Altaş ve diğ., 2015: 355).

Ülkemizdeki bazı kış turizm merkezleri ile kıyasladığımızda Konaklı kış turizm merkezinde, bulunduğu konuma göre kayak sezonunun daha uzun sürdüğü ve daha yüksek alanlarda kayak yapabilme imkanı olduğu ortaya çıkmaktadır (Altaş ve diğ., 2015: 354). Ayrıca Konaklı Kayak Merkezi hem askeri eğitimlerde, hem de Türkiye Dağcılık Federasyonu'nun her yıl düzenlediği Dağcılık Kış Temel Eğitimi kampları arasında önemli bir yere sahiptir (Fotoğraf 7.6).



Fotoğraf 7.5. Hınıs Boğazı Kayak Merkezi'nde Ejder Tepesi yakınları ile oteller bölgeleri arasında çeşitli liftlerden bir görünüm.



Fotoğraf 7.6. Konaklı Kayak Merkezi, Türkiye Dağcılık Federasyonu'nun her yıl düzenlediği Dağcılık Kış Temel Eğitimi kampları ve askeri eğitimler açısından büyük öneme sahiptir.

Ülkeralan Kayak Merkezi: 1976 yılında ilk kez İsmet Ülker tarafından etüt edilen ve planlama çalışmaları kapsamına alınan bu merkez, Erzurum-Çat yolu üzerinde ve Erzurum'a 21 km uzaklıktadır. Konaklı ve Yağmurcuk kayak merkezleri ile Tavşan Dağı (3063 m) arasında yer alan bu kayak merkezi Alp disiplini dalında olimpik kurallara uygun (iniş yarışlarına da olanak sağlayan) serbest kayak uygulamaları bakımından ise hem Alp hem de Kuzey disiplini uygulamalarına uygun istasyon özellikleri göstermektedir (Ülker, 1992: 200).

Yağmurcuk Kayak Merkezi: Erzurum-Çat yolu üzerinde, Erzurum'a 23 km uzaklıkta Yağmurcuk köyü sınırları içerisinde yer alan bu merkez, Alp disiplini serbest kayak ve yarışma uygulamaları bakımından her yönü ile önem ve öncelik taşımaktadır. Karakaya Dağı (2792 m) ile Yağmurcuk köyü (2150 m) arasında yer alan bu merkez Erzurum-Çat karayolundan 3 km içerde yer almaktadır (Ülker, 1992: 200).

Gerek Palandöken'de gerekse Konaklı'da tesisler ile kayak turizmi için gerekli tüm yatırımlara gösterilen önem neticesinde karın olmadığı dönemlerde dahi pistlerde suni kar makinaları yardımıyla karlama çalışmaları yapılarak kayak yapma olanağı sunulması büyük avantajlar sağlamaktadır.

Turistik anlamda öneme sahip olan ve kentin simgelerinden biri olan ve 2011 yılında gerçekleştirilen Universiade Kış Oyunları kapsamında bahsi geçen kayak alanlarının yanı sıra Kiremitlik Tepe'de yapılan 2 adet atlama kulesi ise yine kış turizminde önemli bir yere sahiptir. Ancak Kiremitlik Tepe'de yaşanan heyelan nedeniyle çöken iniş pistleri kullanılamamakta olup, pistlerin ve rampaların yeniden inşasına halen devam edilmektedir (Fotoğraf 7.7).



Fotoğraf 7.7. 15 Temmuz 2015'te heyelan sonucu çöken iniş pistinin yeniden inşaası devam etmektedir.

Turistik işletme belgeli otellerde konaklayan yerli ve yabancı turist sayıları incelendiğinde 1990 yılında 35163 yerli, 23016 yabancı olmak üzere toplam 58179 kişinin konakladığı Erzurum ilinde, 10 yıllık süreç sonunda 2000 yılında konaklayan ziyaretçi sayısı (143882 yerli, 9500 yabancı) yaklaşık üç kat artarak 153382'e ulaşmıştır. Bu süreçte yabancı turist sayısında yarıdan daha fazla azalma olmasına rağmen görülen ziyaretçi artışının tamamen yerli turist sayısından kaynaklandığı dikkat çekmektedir. Erzurum iline gelen ziyaretçi sayısı 2010 yılından itibaren 200000 sınırını aşmıştır. 2011 Universiade Kış Oyunları ile Erzurum'un ulusal ve uluslararası düzeyde tanınırlığının artması ve bu oyunlar kapsamında yapılan yeni kış turizm yatırımları sonucu gelen turist sayısı 221047 kişiye çıkmıştır. İklim şartlarının kış turizmini olumsuz etkilemesinin sonucu olarak (kar yağışı azlığı ve diğer doğal koşullara bağlı

olarak kış turizm sezonunun kısa sürmesi) 2014 yılında ziyaretçi sayısı 179186'sı yerli, 28066'sı yabancı olmak üzere toplam 207252 kişiye gerilemiştir. Aylara göre gelen turist sayıları incelendiğinde turistlerin kış turizmine bağlı olarak ocak, şubat ve mart aylarında; kültür, sağlık ve diğer turizm türlerine bağlı olarak da mayıs-ağustos ayları arasında yoğun ilgi gösterdikleri gözlenmiştir. Türkiye'nin her ilinden ziyaretçinin geldiği Erzurum; Rusya, Ukrayna, Almanya, Polonya, Yunanistan, İtalya, Romanya, Macaristan, Slovenya, Fransa, Moldova başta olmak üzere Avrupa kıtasındaki birçok ülkenin yanı sıra İran, Azerbaycan, Gürcistan gibi komşu ülkeler ile ABD, Kanada, Japonya, Güney Kore, Arjantin, Kırgızistan, Kazakistan gibi dünyanın çeşitli ülkelerinden turistleri ağırlamaktadır (Birinci ve Kaymaz, 2015: 184-185; İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2014).

Erzurum kentinde oturan ailelerin günübirlik dinlenme amaçlı gittikleri rekreasyon alanlarından biri de 1990'da resmen hizmete girmiş olan Palandöken (Tekederesi) Göleti çevresi faaliyet alanıdır. Saha, Erzurum kent merkezine 21 km uzaklıktadır. Erzurum-Çat karayolunun 18 km, batıya devam edip, Tekederesi boğazına saparak 3 km kadar güneye devam edildiğinde, sözü edilen rekreasyon alanına ulaşılmaktadır (Doğanay, 1997: 23). Bu alan, Konaklı Kış Sporları ve Turizm Merkezi hizmete açılmadan önce yazın piknik alanı olarak değerlendirilirken, kışın ise kayak sporu için eğitim verilen önemli yerler arasında yer almaktaydı. Ancak günümüzde yalnızca yaz mevsiminde piknik, kamp, sportif olta balıkçılığı, trekking amaçlı değerlendirilmektedir.

Erzurum şehir içi ve yakın çevresi sahip olduğu tabii turizm değerleri içerisinde termal kaynakları ile iç ve dış turizm açısından önemli bir yere sahiptir. bununla birlikte Erzurum için en önemlisi olan beşeri turizm değerleri; Erzurum Kalesi, Çifte Minareli Medrese, Ulu Cami, Yakutiye Medresesi, Üç Kümbetler, türbeler, hanlar, hamamlar ve tabyalar yönüyle de zengin bir potansiyele sahiptir (Doğanay, 1986: 191-197-198-199-200-201).

Palandöken ve Konaklı Kayak ve Spor merkezleri ile yüksek irtifa spor merkezinin varlığı yıl içerisinde yaz ve kış olmak üzere birçok turiste ve sporcuya ev sahipliği yapmaktadır. Ayrıca kayak turizminin dışında hiking, trekking, dağ bisikleti,

botanik turizmi, kamp turizmi ve klimatizm açısından birçok turistik faaliyete uygun çekicilikler de bulunmaktadır.

Sonuç olarak Palandöken Dağları sınırları içerisinde yaşayan nüfusun, sosyo-ekonomik bazı sorunları vardır. Bu durumun en önemli sebebi, sahanın iklim şartları açısından sahip olduğu dez avantajlardır. Özellikle kış mevsiminin sert ve uzun sürmesi bu sorunların başında gelmektedir. İklimdeki olumsuzluklara ek olarak, inceleme alanının dağlık bir saha olması gerek tarım gerekse hayvancılık faaliyetlerini olumsuz etkilemektedir. Tarım ve hayvancılığın yanı sıra Palandöken Dağları'nın sahip olduğu topografik özellikler ve olmsuz iklim şartları sanayi sektörünün de gelişmesini engellemiştir. İklimin ve topografik özelliklerin ekonomik faaliyetleri olumsuz etkilemesi sahadan başta İstanbul, Bursa, İzmir ve Ankara olmak üzere sanayisi gelişmiş, iş imkânlarının daha iyi olduğu batı illerine göçe neden olmaktadır. Bu olumsuzlukların yanında söz konusu özelliklerin bazı avantaşları da vardır. Bu avantajların en önemlisi şüphesiz kış turizmidir. Uzun kış mevsimi, ulaşımın kolay olması ve tesisleşme, Palandöken Dağları'nın bir kış turizmi merkezi haline gelmesini sağlamıştır. Palandöken Dağları'nın ve sınırları içerisinde yer alan Erzurum şehrinin kültürel mirası ve kış turizm potansiyelinin ülkemiz ve Dünya çapında tanıtımın iyi yapılasıyla saha turizmin parlayan yıldızı haline gelecektir.

KAYNAKÇA

Acar, A. (1973). "Erzurum Ovasında Jeomorfolojik Gözlemler". *50. Yıl Armağanı Erzurum ve Çevresi Cilt: 1* (ss. 23-26). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Basımevi.

Açıkgöz, S. ve Yıldırım, T. (1994). *Pasinler (Erzurum) Civarının Jeolojisi ve Jeotermal Enerji Olanakları* (Rapor No:9993). Ankara: MTA.

Akay, E., Erkan, E. ve Ünay, E. (1989). "Muş Tersiyer Havzasının Stratigrafisi". *MTA Dergisi*, 109, 59-76.

Akman, Y., Ketenoğlu, O., Güney, K., Kurt, L. ve Tuğ, M. (2004). *Bitki Ekolojisi*. Ankara: Palme Yayıncılık.

Altaş, N. T., Çavuş, A. ve Zaman, N. (2015). "Türkiye'nin Kış Turizmi Koridorunda Yeni Bir Kış Turizm Merkezi: Konaklı", *Marmara Coğrafya Dergisi*, 31, 345-365.

Altınlı, İ. E. (1966). "Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun Jeolojisi". *MTA Dergisi*, 66, 35-74.

Altınlı, İ. E. (1967). "Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun Jeolojisi (İkinci Kısım)". *MTA Dergisi*, 67, 1-24.

Andersson, J. G. (1906). "Solifluction, a component of subaërial denudation". *Journal of Geology*, 14 (2), 91-112.

Anonim. (1974). *Cumhuriyetin Ellinci Yılında Erzurum 1973 İl Yıllığı*, Erzurum: Kervan Kitapçılık.

Ardel, A., Kurter, A. ve Dönmez, Y. (1969). *Klimatoloji Tatbikatı*. İstanbul: Taş Matbaası.

Ardos, M. (1984). *Türkiye Ovalarının Jeomorfolojisi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 3263, Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 3199, Acar Matbaacılık.

Arınç, K. (2011). *Doğal, İktisadi, Sosyal ve Siyasal Yönleriyle Türkiye'nin İç Bölgeleri*. Erzurum: Eser Ofset Matbaacılık.

Arpat, E. (1965). *Ilıca-Aşkale (Erzurum) Arasındaki Sahanın ve Kuzeyinin Genel Jeolojisi ve Petrol İmkânları* (Rapor No: 4040). Ankara: MTA.

Atalay, F. İ. ve Bekaroğlu, N. (1973). *Heyelanlar ve Mühendislik Uygulaması*. Ankara: Karayolları Genel Müdürlüğü Yol Yapım Etüt-Eğitim Şefliği Yayını, Başbakanlık Basımevi.

Atalay, İ. (1978). *Erzurum Ovası ve Çevresinin Jeolojisi ve Jeomorfolojisi*. Ankara: Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 543, Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 91, Araştırma Kitapları Serisi No: 81, Sevinç Matbaası.

Atalay, İ. (1983). "Erzurum Ovası ve Çevresinin Toprakları". *Ege Coğrafya Dergisi*, 1, 68-99.

Atalay, İ., Tetik, M. ve Yılmaz, Ö. (1985). *Kuzeydoğu Anadolu'nun Ekosistemleri*. Ankara: Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Teknik Bülten Serisi No: 141, Çağ Matbaası.

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

Atalay, İ. (1994). *Türkiye Vejetasyon Coğrafyası*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.

Atalay, İ. (2004). *Türkiye Coğrafyası ve Jeopolitiği*. İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.

Atalay, İ. (2010). *Uygulamalı Klimatoloji*. İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.

Atay, İ. (1965). "Türkiye'nin Orman Davası". *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 115-122.

Başar, Z. (1973). *Erzurum İlinde Şifalı Sular Yerleri, Genel Durumları, Nitelikleri*. Ankara: Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 221, Tıp Fakültesi Yayınları No: 13, Araştırma Serisi No:13, Sevinç Matbaası.

Bayrakdar, C. (2012). *Akdağ Kütlesinde (Batı Toroslar) Karstlaşma-Buzul İlişkisinin Jeomorfolojik Analizi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Birinci, S. ve Kaymaz, Ç. K. (2015). "Gelişmekte Olan Bir Spor ve Kış Turizm Merkezinin Sürdürülebilir Yönetimi: Kandilli (Erzurum)". Uğur Akdu ve İsmail Çalık (Ed.). *Doğu Karadeniz Bölgesi Sürdürülebilir Turizm Kongresi Bildiriler*

Kitabı, 14-16 Mayıs 2015, (ss. 177-188), Gümüşhane: Gümüşhane Üniversitesi Yayınları.

Boray, A. (1975). "Bitlis Dolayının Yapısı ve Metamorfizması". *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 18 (1), 81-84.

Bøtter-Jensen, L. (1997). "Luminescence Techniques: Instrumentation and Methods". *Radiation Measurements*, 27 (5-6), 749-768.

Bulut, İ. ve Zaman, M. (2003) "Erzurum'da Arıcılığın Coğrafi Esasları Türkiye Arıcılığındaki Yeri", *Atatürk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 31, 141-157.

Bulut, İ., Sevindi, C., Kaya, G. ve Zaman, M. (2005). "Türkiye'nin Tanıtılmamış Doğal Güzelliklerine Yeni Bir Örnek; Ciro Çağlayanı (Yusufeli-Artvin)". Sedat Avcı ve Hüseyin Turoğlu (Ed.), *Ulusal Coğrafya Kongresi (Prof. Dr. İsmail Yalçınlar Anısına) Bildiriler Kitabı*, 29-30 Eylül 2005, (ss. 107-115), İstanbul: Çantay Kitabevi.

Bulut, İ. ve Özdemir, F. (2010). "Erzurum Palandöken Kayak Merkezindeki Son Kom Yerleşmesi: Beri Piri Komu". *Türk Coğrafya Dergisi*, 55, 25-33.

Can, A. R., Yıldırım, N. ve Özbayrak İ. H. (1986). *Erzurum–Ilıca (E–I) Sıcak Su Sondajı Kuyu Bitirme Raporu* (Rapor No: 8323). Ankara: MTA.

Coşkun, O. (2008). "İç Göçler Açısından Erzurum İlinin Analizi", *Doğu Coğrafya Dergisi*, 20, 239-266.

Çiçek, İ. (1995). "Türkiye'de Kurak Dönemin Yayılışı ve Süresi (Thornthwaite Metoduna Göre)". *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 4, 77-101.

Çiğdem, Ü. (1997). "Pasinler'de Geleneksel Kır Meskenleri". *Doğu Coğrafya Dergisi*, 2, 271-282.

Dayan, E. (1993). *Kent İklimi ve Erzurum Örneği. Erzurum*: Atatürk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Ders Notları.

Demirtaşlı, E. ve Pisoni, C. (1965). "Ahlat-Adilcevaz Bölgesinin Jeolojisi (Van Gölü Kuzeyi)". *MTA Dergisi*, 64, 22-36.

Dizdar, M. Y. (2003). *Türkiye'nin Toprak Kaynakları*. Ankara: TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Teknik Yayınlar Dizisi No: 2.

Doğan, A., Yıldırım, C., Nefeslioğlu, H. A. ve Emre, Ö. (2004). *25 Mart (Mw 5.5) ve 28 Mart (Mw 5.5) 2004 Aşkale (Erzurum) Depremleri Değerlendirme Raporu* (Rapor No: 10645). Ankara: MTA.

Doğanay, H. (1986). *Erzurum'un Turizm Potansiyeli*. Turizm Bankası Turizm Yıllığı, 190-206.

Doğanay, H. (1987). *Erzurum'da Kayak Sporu Turizmi ve Başlıca Sorunları*. Turizm Bankası Turizm Yıllığı, 37-48.

Doğanay, H. (1997). "Palandöken (Tekederesi) Göleti Çevresinin Rekreasyonel Önemi". *Doğu Coğrafya Dergisi*, 3 (2), 23-47.

Doğanay, H. ve Doğanay, S. (2005). "Palandöken Dağı'nın Kış Turizm Potansiyeli ve Değerlendirilmesindeki Yeni Gelişmeler". Sedat Avcı ve Hüseyin Turoğlu (Ed.). *Ulusal Coğrafya Kongresi 2005 (Prof. Dr. İsmail Yalçınlar Anısına) Bildiri Kitabı*, 29-30 Eylül 2005, (ss. 151-165), İstanbul: İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü ve Türk Coğrafya Kurumu.

Doğanay, S, Alım, M. ve Altaş, N. T. (2006). "Atmosfer Kökenli Doğal Afetlere Bir Örnek: 10 Ağustos 2005 Erzurum Seli". *Doğu Coğrafya Dergisi*, 11 (16), 305-322.

Doğanay, H. (2011). *Türkiye Ekonomik Coğrafyası*. Ankara: Pegem Yayınevi.

Doğanay, H. ve Zaman, S. (2013). *Türkiye Turizm Coğrafyası* (Güncellenmiş 4. Baskı). Erzurum: Pegem Akademi.

Doğaner, S. (2001). *Türkiye Turizm Coğrafyası*. İstanbul: Çantay Kitabevi.

Dönmez, Y. (1976). *Bitki Coğrafyasına Giriş*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 2166, Coğrafya Enstitüsü Yayınları No: 84, Edebiyat Fakültesi Matbaası.

Ercan, T., Fujitani, T., Matsuda, J. I., Notsu, K., Tokel, S. ve Ui, T. (1990). "Doğu ve Güneydoğu Anadolu Neojen-Kuvaterner Volkanitlerine İlişkin Yeni Jeokimyasal, Radyometrik ve İzotopik Verilerin Yorumu". *MTA Dergisi*, 110, 143-164.

Erdoğan, T. (1966). *Erzurum Karayazı Bölgesi İ 47-c2, c3; İ 48-d4 Paftalarına Ait Jeolojik Rapor* (Rapor No: 4193). Ankara: MTA.

Ergin, K., Güçlü, U. ve Uz, Z. (1967). *Türkiye ve Civarının Deprem Katoloğu (Milattan Sonra 11 Yılından 1964 Sonuna Kadar)*. Ankara: İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Ofset Baskı Atölyesi.

Erinç, S. (1953). *Doğu Anadolu Coğrafyası*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınlar No:572, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları No:15.

Erinç, S. (1984). *Klimatoloji ve Metodları* (3. Baskı). İstanbul: Gür-Ay Matbaası.

Erinç, S. (2000). *Jeomorfoloji 1* (Güncellenmiş 5. Basım). İstanbul: Der Yayınları.

Erol, O. (1993). "Türkiye'nin Doğal Yöre ve Çevreleri". *Ege Coğrafya Dergisi*, 7, 13-41.

Erol, O. (1999). *Genel Klimatoloji*. İstanbul: Çantay Kitabevi.

Geçit, Y. (2002). *Pasinler Ovası ve Çevresinin İklimi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Geçit, Y. (2009). "Pasinler Ovası ve Çevresinin İklimi*". Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3, 73-110.

Gedik, A. (1984). "Tekman (Erzurum) Havzasının Jeolojisi ve Petrol Olanakları". *MTA Dergisi*, 103-104, 1-24.

Goudie, A. S. (2006). *Encyclopedia of Geomorphology-Volume 2*. New York: Routledge.

Gönençgil, B. (2009). *Küresel Degradasyon Sürecinde Dağlar ve Dağ Alanları Yönetimi*. İstanbul: Çantay Kitabevi.

Gülen, T. B. K. (2006). *Erzurum-Kars Plâto Sahasının İklim Özellikleri* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Gürbüz, K. ve Gülbaş, E. (1999). "Tortum (Erzurum) Güneybatısının Jeolojisi ve Pliyosen Yaşlı Gelinkaya Formasyonunun Sedimantolojisi". *Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri*, 16 (1), 39-46.

Gürbüz, N., Metli, F., Bulut, Y., Evirgen, C. ve Taşçı, E. (1984). *Erzurum ve Çevresi Linyit Etüd Raporu* (Rapor No: 7832). Ankara: MTA.

Hisarlı, Z. M., Çinku, M. C., Ustaömer, T., Keskin, M. ve Orbay, N. (2015). "Neotectonic deformation in the Eurasia–Arabia collision zone, the East Anatolian Plateau, E Turkey: evidence from palaeomagnetic study of Neogene–Quaternary volcanic rocks". *International Journal of Science*, 105 (1), 139-165.

Hoşgören, Y., Nişancı, A., Biricik, A. S. ve Bilgin, A. (1984). *30 Ekim 1983 Erzurum-Kars Depremi*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Basımevi.

Hoşgören, M. Y. (2014). *Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü*. İstanbul: Çantay.

Huggett, R. J. (2011). *Fundamentals of Geomorphology (Third Edition)*. Abingdon-Oxfordshire: Routledge.

Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Radicati, F. & Villari, L. (1982). "Tertiary and Quaternary volcanism of the Erzurum-Kars area (Eastern Turkey): Geochronological data and geodynamic evolution". *Journal of Volcanology and Geothermal. Research*, 13 (3-4), 223-240.

Irmak, M. A. (2008). *Erzurum İli ve Yakın Çevresinin Flora Turizmi Potansiyeli Açısından Değerlendirilmesi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

İlker, S. (1966). *Erzurum Bölgesinde Erzurum İ47-c1, c4, d2, d3 Paftalarının Detay Petrol Etüdü Hakkında Rapor* (Rapor No: 4236). Ankara: MTA.

Kayserili A. ve Altaş, N. T. (2010). "Horasan İlçesi'ndeki Kır Meskenlerinin Kültürel Coğrafya Bakış Açısıyla İncelenmesi", *Doğu Coğrafya Dergisi*, 23, 81-101.

Keskin, M. Pearce, J. A. & Mitchell, J. G. (1998). "Geochemistry of collision- related volcanism on the Erzurum-Kars Plateau Northeastern Turkey". *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85 (1-4), 355-404.

Ketin, İ. (1966). "Anadolu'nun Tektonik Birlikleri". *MTA Dergisi*, 66, 20-34.

Kıyak, N. G. (2007). "Türkiye Kuvaterner Çalışmalarında OSL Yaşlandırma Yönteminin Uygulanması". *Turqua-VI Türkiye Kuvaterner Sempozyumu 2007 Bildiriler ve Makaleler*, 16-18 Mayıs 2007, (ss. 107), İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü.

Koca, H., Zaman, S. ve Çoşkun, O. (2007). "Erzurum'un Spor-Kamp Turizmi Potansiyeli". *Doğu Coğrafya Dergisi*, 12 (18), 205-224.

Koçman, A. (1989). *Uygulamalı Fiziki Coğrafya Çalışmaları ve İzmir Bozdağlar Yöresi Üzerine Araştırmalar*. İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 49.

Koçman, A. (1993). *Türkiye İklimi*. İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 72.

Koçyiğit, A. (1985). "Karayazı Fayı". *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 28 (1), 67-72.

Koçyiğit, A., Öztürk, A., İnan, S. ve Gürsoy, H. (1985). "Karasu Havzası'nın (Erzurum) Tektonomorfolojisi ve Mekanik Yorumu". *Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi*, 2 (1), 143-147.

Koday, S. (1995). "Dadaşköy Meskenlerinin Coğrafi Şartlarla İlişkisi", *Atatürk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Edebiyat Bilimleri Araştırma Dergisi*, 21, 25-48.

Koday, S. (2005). *Doğu Anadolu Bölgesi'nde Hayvancılık*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 949, Fen-Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 104, Araştırma Serisi No: 74, Atatürk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Matbaası.

Koday, Z. ve Kaya, G. (2012). "Erzurum Şehrinin Su İhtiyacının Karşılanmasında Palandöken Barajının Yeri ve Önemi". *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16 (2), 285-301.

Kopar, İ. (2001). *Yukarı Zamantı Çayı Havzası'nın Fiziki Coğrafyası* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Kopar, İ., Polat, S., Hadimli, H. ve Özdemir, M. (2005). "4-6 Mart 2004 Pulur Çayı (Ilıca-Erzurum) Sel-Taşkın Afeti". *Doğu Coğrafya Dergisi*, 13, 187-218.

Kopar, İ. (2007). *Hasan Dağı ve Yakın Çevresinin Fiziki Coğrafyası*. Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.

Kopar, İ. ve Zengin, M. (2009). "Coğrafi Faktörlere Bağlı Olarak Erzurum Kentinde Hava Kalitesinin Zamansal ve Mekânsal Değişiminin Belirlenmesi". *Türk Coğrafya Dergisi*, 53, 51-68.

Kopar, İ. (2010). *Melendiz ve Karasu Çayı Havzalarının Jeomorfolojisi*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 981, Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 136, Araştırma Serisi No: 112, Eser Ofset Matbaacılık.

Kopar, İ. (2010). "Oluşmuş ve Aktivitesini Sürdüren Karışık Tip Bir Heyelan: Elmalı-Madenköprübaşı (İspir-Erzurum) Heyelanı, Sorunlar ve Öneriler". *Doğu Coğrafya Dergisi*, 24, 191-210.

Kopar, İ. ve Çakır, Ç. (2012). "Tortum Gölü (Uzundere-Erzurum) Kıyı Kuşağındaki Badlands Topografyası ve Peribacaları". *Atatürk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü I. Ulusal Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 28-30 Mayıs 2012, (ss. 1013-1027), Erzurum: Mega Ofset.

Koşan, A. (1994). *Turizm Faktörünün Bölgelerarası Dengesizliği Gidermede Etkisi ve Erzurum Palandöken–Kış Sporları Turizm Merkezi Projesi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Koşay, H. Z. (1973). "Erzurum ve Çevresinin Dip Tarihi". *50. Yıl Armağanı Erzurum ve Çevresi Cilt: 1*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Basımevi.

Kurtman, F. ve Akkuş, M. F. (1971). "Doğu Anadolu'daki Ara Basenler ve Bunların Petrol Olanakları". *MTA Dergisi*, 77, 1-9.

Lahn, E. (1939). *Karasu ile Çoruh (Erzurum Vilayeti) Arasındaki Mıntıkada Yapılan Jeolojik Tetkikata Ait Rapor* (Rapor No: 838). Ankara: MTA.

Lahn, E. (1940). "Erzurum Havalisinin Jeolojik Bünyeleri". *MTA Dergisi*, 19, 233-239.

Lahn, E. (1948). "Erzurum Bölgesindeki Linyit Yataklarının Jeolojisi Hakkında Not". *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 1 (2), 72-78.

Lahn, E. (1956). "Aras Nehri Amenajman Sahasının Jeolojik ve Sismolojik Durumu". *Türk Coğrafya Dergisi*, 15-16, 74-84.

Lange, S. (1967). *Erzurum İlinin Linyit Olanakları* (Rapor No:6122). Ankara: MTA.

Mater, B. (1998). *Toprak Coğrafyası*. İstanbul: Çantay Kitabevi.

Muratgeldiev, Y., Küçüködük, M., Bingöl, Ü., Güney, K. ve Geven, F. (2000). "İran-Turan Floristik Bölgesi". *Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 1 (16), 119-124.

Nişancı, A. (1975). *Sıklık Dağılışları ve Hava Durumlarına Bağlılıkları İçinde Türkiye'nin Yağış Şartlarının İncelenmesi*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları No:381.

Nişancı, A. (1986). "Belli Hava Durumlarında Erzurum'da Hava Kirliliği". *Atatürk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Araştırma Dergisi*, 15, 319-324.

Oakes, H. (1958). *Türkiye Toprakları*. İzmir: Türk Yüksek Ziraat Mühendisleri Birliği Neşriyatı No: 18, Ege Üniversitesi Matbaası.

Onur, A. (1961). "Erzurum ve Çevresinde Kar Yağışlı ve Karla Örtülü Günler". *Türk Coğrafya Dergisi*, 21, 97-111.

Onur, A. (1972). "Erzurum Ovası ve Çevresinin İklimi". *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 20 (1-2), 125-136.

Özdemir, H. (2014). *Jeomorfometrik Analizler*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Ders Notları.

Özdemir, M. (1974). *Erzurum ve Civarında Şifalı Sayılan Suların Fiziko-Kimyasal Analizleri ve Sağlığa Etkili Özellikleri*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 333, Fen Fakültesi Yayınları No: 34, Araştırma Serisi No: 30, Atatürk Üniversitesi Basımevi.

Öztürk, M. Z. (2012). *Uludağ'daki Periglasiyal Süreçlerin, Periglasiyal Yerşekillerinin ve Bunları Denetleyen Etmenlerin İncelenmesi*. Bursa: Korza Yayıncılık.

Pamir, H. N. ve Baykal F. (1943). *Bingöl Bölgesi ve Buranın Şimal ve Cenubundaki Jeolojik Yapı* (Rapor No: 1447). Ankara: MTA.

Pasquarè, B. (1971). "Cenozoic Volcanics of the Erzurum Area (Turkish Armenia)". *Geologische Rundschav*, 60 (3), 900-911.

Pekcan, N. (2002). *Kurak ve Yarıkurak Bölgeler Jeomorfolojisi*. İstanbul: Filiz Kitabevi.

Perinçek, D. (1980).”Bitlis Metamorfitlerinde Volkanitli Triyas”. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 23 (2), 201-211.

Polat, S. (2003). *Karasu Havzası'nın Hidrojeomorfolojik Etüdü* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Rathur, A. Q. (1965). *Pasinler-Horasan (Erzurum) Sahasına Ait Genel Jeolojik Rapor* (Rapor No: 4168). Ankara: MTA.

Saraçoğlu, H. (1956). *Türkiye Coğrafyası Üzerine Etüdler: Doğu Anadolu Cilt: 1*. İstanbul: Maarif Basımevi.

Serin, Y., Zengin, H., Tan, M., Koç, A., Erkovan, İ., Avcıoğlu, R., Soya, H., Geren, H., Gemici, Y., Kendir, H., Sancak, C. Özaslan Parlak, A. ve Öztekin, M. (2005). *Çayır ve Mera Bitkileri Kılavuzu*. Ankara: T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü.

Serin, Y., Tan, M., Koç, A., Zengin, H. ve diğ. (2008). *Türkiye'nin Çayır ve Mera Bitkileri*. Ankara: T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayınları.

Sezer, L. İ. (1990). “Türkiye'de Ortalama Yıllık Sıcaklık Farkının Dağılışı ve Kontinentalite Derecesi Üzerine Yeni Bir Formül”. *Ege Coğrafya Dergisi*, 5, 110-159.

Somuncu, M. (2004). “Dağcılık ve Dağ Turizmindeki İkilem: Ekonomik Yarar ve Ekolojik Bedel”. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 2 (1), 1-21.

Sözer, A. N. (1970). *Erzurum Ovasının Beşeri ve İktisadi Coğrafyası*. Ankara: Atatürk Üniversitesi Yayınları No:101, İşletme Fakültesi Yayınları No:9, Araştırma Serisi No:7, Sevinç Matbaası.

Sözer, A. N. (1973). “Erzurum Coğrafyası: Tabiî ve Beşerî Özellikler”. *50. Yıl Armağanı Erzurum ve Çevresi Cilt: 1* (ss. 27-38). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Basımevi.

Sür, Ö. (1961). “Pasinler Ovası ve Çevresinde Jeomorfolojik Müşahedeler”. *Türk Coğrafya Dergisi*, 21, 112-122.

Sür, A. (1977). *Alanya'nın İklimi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Yayınları No: 270.

Sür, Ö. (1964). *Pasinler Ovası ve Çevresinin Jeomorfolojisi* (Yayınlanmış Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Yayınları Sayı: 154. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.

Şaroğlu, F. ve Güner, Y. (1981). "Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik Gelişimine Etki Eden Öğeler; Jeomorfoloji, Tektonik, Volkanizma İlişkileri". *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 24, 39-50.

Şaroğlu, F. ve Yılmaz, Y. (1986). "Doğu Anadolu'da Neotektonik Dönemdeki Jeolojik Evrim ve Havza Modelleri". *MTA Dergisi*, 107, 73-94.

Şengör, A. M. C. (1980). *Türkiye Neotektoniğinin Esasları*. Ankara: Türkiye Jeoloji Kurumu Yayınları.

Tamgaç, Ö. F. (1993). *Erzurum – Ilıca (E – I) Sıcak Su Sondajına Ait Koruma Alanları Etüt Raporu* (Rapor No: 9553). Ankara: MTA.

Tandoğan, A. (1971). "Çayeli-Pazar Yöresinin Fiziki Coğrafyası". *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 3-4, 205-294.

Tanrıverdi, K. (1971). *Erzurum (Söylemez) Yöresinin Jeolojisi ve Petrol Olanakları* (Rapor No: 6239). Ankara: MTA.

Tarhan, N. (1991). *Hınıs-Varto-Karlıova (Erzurum-Muş- Bingöl) Dolayının Jeolojisi* (Rapor No: 9428). Ankara: MTA.

Tarhan, N., Deveciler, E., Karabalık, N. N., Akdoğan, E., Çolak, T. ve Kar, H. (1992). *Aşkale-Çat (Erzurum) Dolayının Jeolojisi* (Rapor No: 9447). Ankara: MTA.

Tarhan, N. (1998). *1:100000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi No: 56 Erzincan F 31 (İ 44) Paftası*. Ankara: MTA Jeoloji Etütleri Dairesi.

Tarhan, N. (2007). *1:100000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi No: 67 Erzincan İ 44 Paftası*. Ankara: MTA Jeoloji Etütleri Dairesi.

Timur, E., İmik, M. ve Kocaman, H. (1994). *Erzurum-Çat Arasının Jeolojisi* (Rapor No: 9730). Ankara: MTA.

Topraksu Genel Müdürlüğü. (1972). *Doğu Karadeniz Havzası Toprakları*. Ankara: Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı Yayınları.

Turoğlu, H. (2009). "Aksu Deresi Havzası (Giresun) Periglasiyal Sahasında Kütle Hareketleri". *Türk Coğrafya Dergisi*, 52, 41-54.

Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Demir, İ. (2002). "Türkiye'nin Günlük Ortalama, Maksimum ve Minimum Hava Sıcaklıkları ile Sıcaklık Genişliğindeki Eğilimler ve Değişiklikler". *Klimatoloji Çalıştayı (Prof. Dr. Sırrı Erinç Anısına) Bildiriler Kitabı*, 11-13 Nisan 2002, (ss. 89-106), İzmir: Ege Üniversitesi Coğrafya Bölümü.

Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve Meteoroloji*. İstanbul: Kriter Yayınevi.

Türkeş, M. ve Öztürk M. Z. (2011). "Uludağ'da Girland ve Çember Oluşumları". *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9 (2), 239-257.

Ülker, İ. (1992). *Dağ Turizmi Planlama Yöntemleri Yüksek Dağlarımız Kayak Merkezleri*. Ankara: Devran Matbaacılık.

Ülker, İ. (2006). *Dağlarımız Dağ Sporları ve Dağ Turizmi Yüksek Dağlarımız ve Kayak Merkezleri*. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Kütüphaneler ve Yayımlar Genel Müdürlüğü No:3060, Sanat Eserleri Dizisi No: 453. Ankara: Grafiker Ltd. Şti.

Ünal, Ç. (1994). *Pasinler Ovası'nın Coğrafi Etüdü* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Ünsal, V. (2008). "MÖ III. Binde Kuzeydoğu Anadolu", *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1 (3), 396-410.

Walker, M. (2005). *Quaternary Dating Methods*. Chichester, England: John Wiley & Sons Ltd.

Yarbaşı, N. ve Bayraktutan, M. S. (2001). "Dadaşköy-Şükrüpaşa (Erzurum) Yerleşim Alanı Zemininin Geoteknik Özellikleri". *Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5 (2), 60-69.

Yarbaşı, N., Bayraktutan, M. S. ve Kadirov, A. (2003). "Atatürk Üniversitesi-Yenişehir (Erzurum) Yerleşim Alanı Geoteknik Özellikleri". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9 (3), 289-298.

Yarbaşı, N., Kadirov, A. ve Bayraktutan, M. S. (2004). "Erzurum Şehir Merkezi Batı Kesimi Jeoteknik Haritasında Kullanılan Kriterlerin İstatiksel Analizi". *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10 (2), 211-219.

Yarbaşı, N. ve Kalkan, E. (2009). "Geotechnical Mapping For Alluvial Fan Deposits Controlled by Active Fault: A Case Study in the Erzurum, NE Turkey". *Environmental Geology*, 58 (4), 701-714.

Yıldırım, N. (2008). *Tekman-Pasinler (Erzurum) Arasında Yüzeylenen Ofiyolitik Birimlerin Jeolojisi ve Petrografik Özellikleri* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yılmaz, A., Terlemez, İ. ve Uysal, Ş. (1986). *Erzurum Güneydoğusunda Yer Alan Hınıs, Tekman ve Karayazı Arasının Jeolojisi* (Rapor No: 8089). Ankara: MTA.

Yılmaz, A. ve Uysal, Ş. (1988). *1:100000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi Erzurum F32 Paftası*. Ankara: MTA Jeoloji Etütleri Dairesi.

Yılmaz, A., Terlemez, İ. ve Uysal, Ş. (1988-a). *1:100000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi Erzurum F33 Paftası*. Ankara: MTA Jeoloji Etütleri Dairesi.

Yılmaz, A., Terlemez, İ. ve Uysal, Ş. (1988-b). "Hınıs (Erzurum Güneydoğusu) Dolaylarının Bazı Stratigrafik ve Tektonik Özellikleri". *MTA Dergisi*, 108, 38-56.

Yılmaz, A., Terlemez, İ. ve Uysal, Ş. (1989). *Erzurum (Güneydoğusu) Sakaltutan Dağı Yöresinin Jeolojisi* (Rapor No:8903). Ankara: MTA.

Yılmaz, Y., Dilek, Y. ve Işık, H. (1981). "Gevaş (Van) Ofiyolitinin Jeolojisi ve Sinkinematik Bir Makaslama Zonu". *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 24 (1), 37-44.

Yılmaz, Y., Şaroğlu, F. ve Güner, Y. (1987). "Initiation of the neomagmatism in East Anatolia". *Tectonophysics*, 133 (1-3), 177-199.

Yılmaz, S. (1995). *Türkiye'de Kış Sporları Merkezlerinin Gelişimi (Palandöken Kış Sporları Merkezi Örneği)* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Edirne: Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Zengin, H. (1993). *Erzurum ve Aşkale Yöresinde Tabii Çayır ve Meralarda Bulunan Bitkiler, Yoğunlukları ve Oluşturdukları Topluluklar Üzerine Çalışmalar* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Haritalar:

Topografya Haritaları:

T.C. HGK, 1/100.000 Ölçekli Türkiye Topografya Haritaları H45, H46, H47, İ45, İ46, İ47 paftaları.

T.C. HGK, 1/25.000 Ölçekli Türkiye Topografya Haritaları, İ45-b3, İ45-c2, İ45-c3, İ46-a1, İ46-a1, İ46-a2, İ46-a3, İ46-a4, İ46-b1, İ46-b2, İ46-b3, İ46-b4, İ46-c1, İ46-c2, İ46-d1, İ46-d2, İ47-a1, İ47-a2, İ47-a4 paftaları.

Jeoloji Haritaları:

T.C. MTA, 1998, 1/100.000 Ölçekli Erzurum İ45 paftası Jeoloji Haritası.

T.C. MTA, 1988, 1/100.000 Ölçekli Erzurum F32 (İ46) paftası Jeoloji Haritası.

T.C. MTA, 1990, 1/100.000 Ölçekli Erzurum F33 (İ47)paftası Jeoloji Haritası.

T.C. MTA, 2011, 1/100.000 Ölçekli Tortum H45 paftası Jeoloji Haritası.

T.C. MTA, 2011, 1/100.000 Ölçekli Tortum H45 paftası Jeoloji Haritası.

T.C. MTA, 2011, 1/100.000 Ölçekli Tortum H46 paftası Jeoloji Haritası.

T.C. MTA, 2008, 1/100.000 Ölçekli Tortum H47 paftası Jeoloji Haritası.

Emre, Ö., Duman, T. Y., Olgun, Ş., Özalp, S. ve Elmacı, H. (2012). 1/250000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Serisi Erzurum (NJ 37-4) Paftası Seri No: 48. Ankara: MTA.

Raporlar:

Devlet Su İşleri, Pasinler Ovası Hidrojeolojik Etüt Raporu, Devlet Su İşleri, Ankara 1972.

Devlet Su İşleri, Erzurum Ovası Hidrojeolojik Etüt Raporu, Devlet Su İşleri, Ankara 1978.

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Erzurum İli Arazi Varlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara 2000.

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Erzurum İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyaç Raporu (Genel Yayın No: 775), Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara 2000.

İnternet Kaynakları:

http://www.mta.gov.tr/v2.0/türkiye_maden/maden_potansiyel_2010/Erzurum_Madenler.pdf

http://www.selcuk.edu.tr/ileri_arge/birim/web/sayfa/ayrinti/5875/tr

http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-bilgileri/tarihsel-depremler

https://www.deldot.gov/information/pubs_forms/manuals/mat_research/pdfs/doh_2.pdf

http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi8/erzurum.htm#palandoken0

http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi8/erzurum.htm#palandokengoleti

http://www.aziziyetermal.com/otelimiz.php

http://www.panoramio.com/photo/32677831

http://www.panoramio.com/photo/32678152

http://www.bizimbitkiler.org.tr/v2/index.php

http://www.palandokenkayakmerkezi.com

http://www.skiciyiz.biz/palandoken-pist-haritasi-ve-bilgileri-136.html

https://biruni.tuik.gov.tr/adnksdagitapp/adnks.zul

http://www.insaatbusiness.com/teknik/santiye/toprak-isleri/fore-kazik-nedir-nerelerde-kullanilir

http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/0a205a480bac18a_ek.pdf?tipi=80&turu=H&sube=0

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Çağlar ÇAKIR
Doğum Yeri ve Tarihi	Samsun 04.12.1982
Eğitim Durumu	
Lisans Öğrenimi	Atatürk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü
Y. Lisans Öğrenimi	Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Ana Bilim Dalı, Fiziki Coğrafya Bilim Dalı
Bildiği Yabancı Diller	İngilizce
İş Deneyimi	
Çalıştığı Kurumlar	Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
E-Posta Adresi	caglarcakir@atauni.edu.tr caglarcakir55@gmail.com
Tarih	28.12.2015